

IL CLIMA CAMBIA LE CITTÀ

Conferenza sull'adattamento climatico in ambito urbano

Climate change cities_Conference on climate adaptation in urban areas



promosso da

I
-
U
-
A
-
V

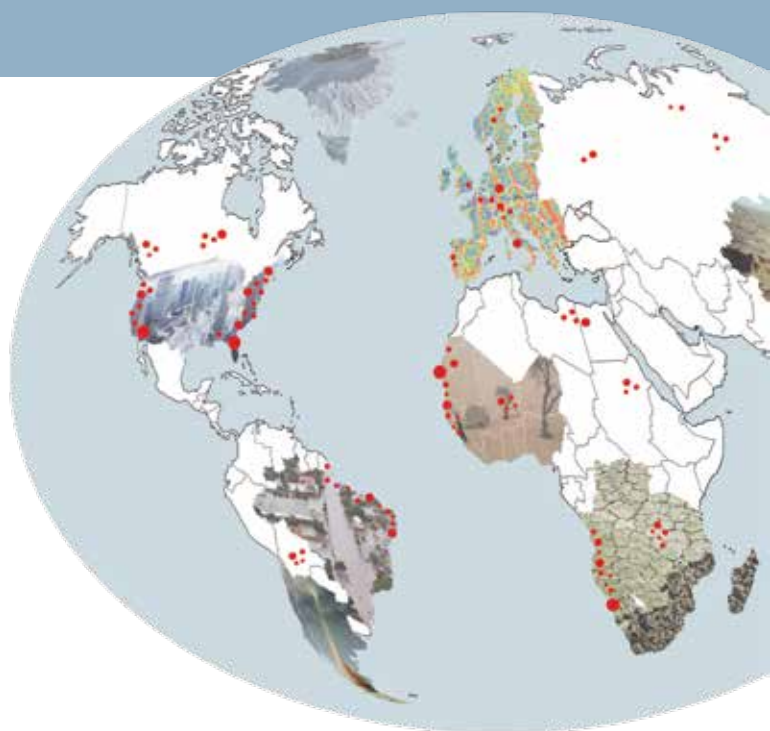


LEGAMBIENTE

VENEZIA, 23-24 MAGGIO 2013

Palazzo Badoer - San Polo 2468, Aula Tafuri
SCUOLA DI DOTTORATO, SCHOOL OF DOCTORATE STUDIES
UNIVERSITÀ IUAV DI VENEZIA

ATTI DELLA CONFERENZA



*"The project is implemented through the Central Europe Programme co-financed by the ERDF"
Regione Veneto, Direzione Pianificazione Territoriale e Strategica*

con il Contributo di

con il Patrocinio di

Partners



A cura di:

Francesco Musco, Edoardo Zanchini (2013),
Le città cambiano il Clima,
Corila, Venezia
ISBN 9788889405253
e-book

Progetto grafico: Maria Assunta Vitelli

Versione aggiornata al 31 Dicembre 2013

INDICE

Edoardo Zanchini Francesco Musco	<i>Il Clima cambia le Città - Climate changes cities</i>	p. 7
A. Viola Polesello	<i>Ciità e cam biamento climatico: come tradurre il significato di "what need to be done" in "how to do it"</i>	p. 10
Flavio Borfecchia Andrea Filpa	<i>Comprendere e valutare e affrontare le problematiche climatiche di ciascun Insediamento Urbano</i>	p. 15
Virna Bussadori	<i>La pianificazione come strumento di adattamento ai cambiamenti climatici</i>	p. 20
Elena Carmagnani	<i>Living Roofs. Tetti verdi produttivi in città per l'adattamento</i>	p. 23
Laura Bassan Gianfranco Pozzer	<i>Invarianza idraulica e consumo di suolo: prove di zonizzazione per la mitigazione del rischio idraulico e l'adattamento dei processi di piano in Italia e Germania</i>	p. 28
Stefano Salata, Ciro Gardi	<i>Land take and climate change: relations and possible adaptations</i>	p. 34
Alessandra Fidanza	<i>Climate Change and Urban planning: a challenge for sustainable development</i>	p. 37
Filippo Spinazzè	<i>L'isola di calore urbana: strategie passive di mitigazione</i>	p. 42
Silvia Rebeschini	<i>Verde urbano ed azioni di adattamento ai cambiamenti climatici: fattori di successo nelle città europee</i>	p. 49
Giuliana Quattrone	<i>Strategie urbanistiche di adattamento ai cambiamenti climatici delle città</i>	p. 55
Massimo Rossetti	<i>Il programma "Green Deal" nel Regno Unito</i>	p. 62
Roberto Vittorio Gottardi Cristina Lavecchia	<i>Monitoraggio e conoscenze del clima urbano in era tecnologica</i>	p. 66
Alessandra Nguyen Xuan	<i>Adattamento al cambiamento climatico e pianificazione: il caso dell'area romana</i>	p. 68
Lorenzo Barbieri	<i>Adattamento al cambiamento climatico delle infrastrutture: rassegna della letteratura</i>	p. 73
Giampiero Lombardini Cristina Giusso	<i>La misurazione dell'indice di permeabilità urbana attraverso l'utilizzo di tecniche GIS. Costruzione di indicatori e confronto con le dinamiche di assetto dei suoli. Il caso di Genova</i>	p. 78
Stefano Aragona	<i>Dalle mutanti condizioni climatiche alle grandi opportunità di costruzione di senso del territorio</i>	p. 82
Federica Benelli Valeria Pellegrini	<i>Morfotipologie urbane e cambiamento climatico</i>	p. 86
Chiara Cavalieri	<i>Geografie spazio-temporali</i>	p. 92
Filippo Busato, Renato Lazzarin, Marco Noro	<i>Verso una geografia del rischio per le isole di calore: nuove metodologie d'analisi urbane</i>	p. 99
Laura Cipriani	<i>Aeroporti e cambiamenti climatici.</i>	p. 103
Roberto Gerundo Michele Grimaldi	<i>Verso una geografia del rischio per le isole di calore: nuove metodologie d'analisi urbane</i>	p. 108
Elena Gissi Federica Appiotti	<i>Ecosystem based management under climate change: Issues and questions towards the governance of the Venice lagoon (Italy)</i>	p. 109
Gabriella Pultrone, Alessandra Barresi	<i>Le città come laboratori di innovazione per affrontare le sfide del cambiamento climatico: strategie, politiche, sperimentazioni</i>	p. 112
Aldo Treville	<i>Heatwaves and UHI: Modeling the inter-relationships between climate effects and the built environment for designing resilient cities</i>	p. 116
Paola Cannavò	<i>INFRASTRUTTURA PAESAGGIO, nuove ecologie urbane per un territorio sicuro</i>	p. 120

Giampiero Lombardini, Cristina Giusso	<i>La misurazione dell'indice di permeabilità urbana attraverso l'utilizzo di tecniche GIS. Costruzione di indicatori e confronto con le dinamiche di assetto dei suoli. Il caso di Genova</i>	p. 124
M.A. Barucco	<i>Le onde dell'innovazione tecnologica e lo tsunami della sostenibilità</i>	p. 128
Benno Albrecht	<i>Clima, Politica e lunga durata</i>	p. 133
Alessandro Salvatia, Giuseppina Siciliano, Margherita Emma Turvani	<i>Analisi multicriteriale e scenari di efficienza energetica per il settore residenziale: il caso della Regione Veneto</i>	p. 137
Michela Tiboni, Silvia Rossetti	<i>Possibili strategie per una pianificazione "amica" del clima e dell'ambiente</i>	p. 144
Antonella Valitutti	<i>Il ruolo delle città nella Governance multilivello delle policy per il cambiamento climatico. Fattori di successo e trasferibilità delle buone pratiche</i>	p. 147
Michele Manigrasso, Edoardo Zanchini	<i>Gli impatti dei cambiamenti climatici a Pescara. Verso l'integrazione delle strategie di adattamento negli strumenti di governo del territorio</i>	p. 151
Valeria Tatano, Elisa- betta Carattin, Antonio Musacchio	<i>Strategie di mitigazione del fenomeno delle isole di calore in ambito urbano</i>	p. 162
Benedetto Nastasi	<i>Lo strumento piano del clima e le bioenergie: potenzialità e criticità di sviluppo nelle metropoli italiane</i>	p. 168
Martina Petralli, Luciano Masetti, Giada Brandani, Alessandro Messeri, Simone Orlandini	<i>Le mappe termiche della città di Firenze: la ricerca alla base delle strategie di adattamento e mitigazione degli estremi termici in città – Thermal maps of Florence: research supports urban planners and policymakers to take action towards urban temperature mitigation.</i>	p. 174
Orio De Paoli, Emanuele Poli, Anna Rosa Candura	<i>Usare senza sfruttare: il fotovoltaico e la città</i>	p. 178
Davide Ferro, Laura Fregolent, Filippo Magni, Denis Maragno, Davide Martinucci, Francesco Musco	<i>Strumenti e politiche di adattamento per UHI nell'area centrale veneta</i>	p. 185
Giovanni Borga, Stefano Picchio	<i>Geo-ICT e conoscenza condivisa per città intelligenti e resilienti</i>	p. 196

IL CLIMA CAMBIA LE CITTÀ

CLIMATE CHANGES CITIES

La conferenza internazionale sul tema dell'adattamento in ambito urbano di Venezia, promossa da Legambiente e Università Iuav di Venezia, ha come obiettivo di far capire come la questione climatica debba diventare oggi una priorità dell'agenda di Governo. I cambiamenti climatici sono stati in questi anni al centro dell'attenzione scientifica e mediatica per il crescente impatto di fenomeni meteorologici estremi in diverse aree del globo, e per l'evidenza empirica dei danni economici, sociali e ambientali provocati dal riscaldamento globale che potranno accelerarsi in futuro (IPCC, UE, Rapporto Stern). Analisi e ricerche descrivono con sempre maggiori dettagli le modifiche avvenute negli ecosistemi, mentre l'aumento dei fenomeni meteorologici estremi sta diventando una costante in ogni parte del Pianeta con impatti sociali che, proprio nelle aree urbane, determinano conseguenze spesso drammatiche. La risposta a impatti di questa dimensione - che in assenza di una inversione nella curva delle emissioni di gas serra rischia addirittura di accelerare nei prossimi decenni - chiama in causa i diversi livelli di governo. L'Unione Europea ha definito una strategia per l'adattamento ai cambiamenti climatici, che tutti i Paesi sono chiamati a seguire. In molte città europee e degli Stati Uniti sono state definiti nuovi strumenti di pianificazione e intervento che hanno al centro il tema del l'adattamento ai cambiamenti climatici. Le aree urbane sono la parte del Pianeta dove si potrebbero pagare i maggiori costi sociali del global warming e per queste ragioni appare sempre più urgente una specifica attenzione nell'ambito di strategie di adattamento (UE 2009, White paper - Adapting to climate change). Il quadro dei fenomeni meteo climatici che determinano impatti consistenti nelle città è complesso e riguarda diverse matrici naturali, che proprio nelle aree urbane per le trasformazioni avvenute si comportano in modo dif-

forme dalle normali dinamiche. La questione degli eventi estremi è decisiva sia sul versante delle tendenze e previsioni (una sorta di variabilità disancorata dalle tendenze centrali), sia sul versante della sicurezza e del rischio, dell'adattamento e della difesa, ma soprattutto della prevenzione. Per questo motivo occorrono specifiche ricerche sui processi in corso e la messa a sistema di informazioni relative ai cambiamenti già in corso relativi alle escursioni termiche e alle precipitazioni, e alle possibili accelerazioni nella prospettiva del climate change. Inoltre, le trasformazioni determinate dalle aree urbane con l'impermeabilizzazione dei suoli hanno già provocato cambiamenti legati all'effetto isola di calore e al deflusso delle acque che già hanno reso più rilevanti gli impatti e determinato danni più consistenti. Il confronto tra alcune delle città che stanno affrontando, e ripensando, attraverso la chiave dell'adattamento le proprie strategie per preparare i territori e realizzare città resilienti e' interessante per capire quali misure siano state individuate per conseguire alcuni obiettivi strategici. In primo luogo la protezione dei cittadini, delle infrastrutture, dei servizi e delle residenze dagli impatti del climate change. Ma poi per fare delle strategie di adattamento ai cambiamenti climatici una chiave per ripensare gli interventi negli spazi urbani, per assicurare sicurezza, resilienza e comfort ambientale. Perché la risposta ai cambiamenti climatici deve passare per politiche che guardino nella direzione di una sostenibilità ambientale, economica e sociale, e che siano capaci di tenere assieme obiettivi di mitigazione e adattamento.

Le politiche locali possono giocare un ruolo come luoghi di sperimentazione di nuove politiche indirizzate ad accrescere le capacità di adattamento? Per rispondere a questa domanda la Conferenza chiama a raccolta alcune delle esperienze più avanti in questa

ricerca, attraverso casi europei e statunitensi, per capire se e' possibile individuare soluzioni replicabili, sia in termini di strategie di lungo termine che di intervento per la messa in sicurezza e per ridurre alcune criticità che sempre più potranno toccare aree diverse del Pianeta: disponibilità di acqua dolce, di cibo, riduzione della biodiversità, impatti sulla salute e in particolare su alcune fasce della popolazione. L'adattamento ai cambiamenti climatici presuppone infatti una visione capace di tenere assieme le diverse scelte di governo dentro un quadro dinamico di analisi e scenari, da introdurre nella pianificazione territoriale e nelle trasformazioni edilizie, per cambiare le forme e gli usi dello spazio nelle città e l'architettura (Betsill & Bulkeley, 2003; Biesbroek, Swart, e Van der Knaap, 2009; Owens, 1992). Anche in Italia, e' possibile riscontrare cambiamenti climatici di una dimensione senza precedenti. Le città italiane stanno infatti diventando sempre più calde, come evidenziato da uno studio inedito che verrà presentato nella Conferenza, e con differenze di temperatura tra le rilevazioni in ambito urbano e in aree esterne quelle esterne che arrivano fino a 3 gradi, dovuti all'effetto isola di calore, ossia all'aumento della temperatura dovuto all'asfalto e al cemento che catturano le radiazioni solari, oltre che dal calore prodotto da impianti energetici e scarichi dei veicoli. Tra i cambiamenti strutturali riscontrabili nelle principali città della Penisola ci sono anche quelli che riguardano le precipitazioni, dove è in aumento la frequenza dei giorni con precipitazioni intense, mentre e' in forte diminuzione il numero dei giorni poco piovosi, e contemporaneamente si assiste ad una tendenza verso periodi siccitosi di maggiore durata. Le tendenze previste dall'Ipcc come conseguenza dei cambiamenti climatici - aumento di fenomeni estremi e violenti quali alluvioni e trombe d'aria - fanno già parte della cronaca quotidiana da qualche tempo nel nostro Paese. Questi fenomeni risultano rilevanti perché confermano la vulnerabilità delle città rispetto ad eventi estremi di pioggia avvenuti negli ultimi anni, possono avere effetti critici sia da un punto di vista della sicurezza, che energetico (con

maggiori consumi per la climatizzazione) sia da un punto di vista della salute, per la maggiore frequenza di picchi di calore nelle ore diurne, temperature calde anche nelle ore serali, e disagio termico per l'afa e l'umidità. L'analisi di quanto avvenuto permette anche di evidenziare come la dimensione drammatica che hanno assunto questi fenomeni sia stata aggravata da decisioni scellerate di trasformazione del territorio e degli ecosistemi (fiumi intubati, aree urbane completamente impermeabilizzate, edifici realizzati in aree a rischio idrogeologico, inadeguatezza della rete di convogliamento delle acque piovane, ecc.). Proprio la dimensione di questi cambiamenti dimostra come ci troviamo di fronte a vere e proprie emergenze, dove occorre affrontare questioni inedite con strumenti di intervento nuovi, e che servono specifiche risorse perché altrimenti sarà sostanzialmente impossibile riuscire a dare risposta ai rischi che corrono i cittadini.

Lo stato dell'arte della climate protection planning a livello internazionale, risulta ancora disomogeneo. Da una prima lettura d'insieme delle politiche locali di mitigazione ed adattamento emerge una prospettiva guidata da sistemi istituzionali e caratterizzazioni culturali-territoriali molto diverse. Nel tentativo di comprendere le ragioni ed i processi che nella formazione dei piani hanno guidato le diverse autorità locali, sono stati identificati alcuni fattori di convergenza e divergenza. Il contesto può essere caratterizzato dall'esistenza o meno di un sistema di indirizzo nazionale (piani e strategie nazionali di mitigazione o adattamento), ma anche dall'esistenza di fenomeni o spinte sociali, dalla presenza di politiche e reti orientate ai temi della sostenibilità.

Molti piani sono emanazione diretta o indiretta di orientamenti definiti a livello nazionale. Questa connessione risulta evidente in molti esempi inglesi, dove l'esistenza di un chiaro programma statale di riduzione delle emissioni (Climate Change Act e Low Carbon Transition Plan) ha caratterizzato l'impostazione di piani locali allineati alla struttura del piano nazionale. Ad esempio il modello dei piani locali inglesi risulta fortemente connesso

alle politiche del governo centrale mediante vincoli del Department of Communities and Local Government che con il sistema dei National Indicators indirizza le azioni degli enti territoriali. Alcuni indicatori nazionali di valutazione delle politiche delle amministrazioni sono stati ritagliati per leggere la qualità delle azioni in fatto di clima (Musco, Patassini, 2012)

Non è scontato che le politiche locali di adattamento ai cambiamenti climatici siano un esito necessario e sufficiente delle politiche macro. Se le iniziative imprenditoriali possono beneficiare di incentivi e norme, le azioni pubbliche locali, comprese quelle di pianificazione, possono supplire alla loro mancanza, avviare sperimentazioni in assenza di mandato superiore e forzare limiti concettuali e operativi degli approcci correnti. Numerose sono in questo senso le iniziative locali promosse dalle singole amministrazioni con il supporto di specifici programmi europei.

La conferenza si rivolge a policy maker (città e reti di città) e a centri di ricerca pubblici (università e Enti) e privati impegnate nello studio e nella sperimentazione di soluzioni, tecniche e policy design per l'adattamento. Obiettivo è di costruire un network di confronto su queste politiche capace di accompagnare con temi e proposte operative la elaborazione dei Piani nazionali di adattamento ai cambiamenti climatici, come

previsto dalle Direttive Europee, con specifica attenzione alle questioni legate alle aree urbane. Per arrivare a capire il modo con cui guardare ai territori dentro una prospettiva di global warming, e dunque quali apparati conoscitivi, approcci progettuali e nuove politiche di pianificazione e di intervento occorre predisporre per rispondere ad alcune domande:

Come si devono preparare le città per capire questi cambiamenti e per ridurre rischi e impatti? Quali strategie di adattamento si devono mettere in campo per affrontare questo nuovo scenario a livello nazionale e urbano? Proprio la dimensione dei cambiamenti in corso dimostra come ci troviamo di fronte a vere e proprie emergenze, dove occorrerà affrontare con strumenti di analisi, pianificazione e intervento cambiamenti climatici senza precedenti. Non è però solo un problema di risorse, perché sono molte quelle spese in questi anni a rincorrere le emergenze, riparare i danni, ricostruire nelle stesse aree a rischio, realizzare nuovi intubamenti di fiumi, altre impermeabilizzazioni e cementificazioni sbagliate, ossia per rimediare e non per affrontare le cause antropiche dei disastri avvenuti. Di fronte a sfide di questa complessità occorre attrezzarsi con apparati di studio dei fenomeni più sofisticati oltre che progetti innovativi, che assumono il tema dell'incertezza climatica, e una attenta regia degli interventi.

Edoardo Zanchini, *Vicepresidente Legambiente Nazionale*
Francesco Musco, *Università Iuav di Venezia*

CITTÀ E CAMBIAMENTO CLIMATICO: COME TRADURRE IL SIGNIFICATO DI "WHAT NEEDS TO BE DONE" IN "HOW TO DO IT"

A. Viola Poesello

All'inizio degli anni Novanta si è fatta strada la consapevolezza che le città sono al centro dello sviluppo economico: si stima che nei paesi a basso reddito generino intorno al 60 per cento del prodotto interno, fino ad arrivare all'80 per cento per quelli a reddito alto. Se le città sono il motore della crescita, è quanto mai indispensabile che funzionino bene, che siano efficienti e che riducano gli sprechi per essere competitive sulla scena nazionale e internazionale.

Preservarle e metterle in grado di fare per fronteggiare gli effetti di un clima apparentemente fuori controllo è quanto i governi locali di tutto il mondo sono chiamati a fare.

La scommessa si gioca su un duplice binario: da un lato, le città possono avere un ruolo trainante nella mitigazione dell'effetto serra, attraverso politiche di riduzione delle emissioni climalteranti; dall'altro, i possibili impatti naturali generati dai mutamenti climatici non possono più essere trascurati in una fase di continua espansione del tessuto urbano: la portata degli impatti di eventi meteorologici sempre più intensi dipende in buona misura dal modo in cui gli agglomerati crescono e si sviluppano, dalla qualità delle infrastrutture e dal miglioramento degli standard di vita delle popolazioni.

Un processo, questo, che richiede notevoli sforzi economici ma che costituisce una priorità assoluta se si vuole evitare che il mutamento delle condizioni meteorologiche si tramuti ogni volta in un evento catastrofico. Sviluppare quindi una capacità di adattamento al cambiamento climatico (*adaptive capacity*) costituisce un obiettivo urgente e decisivo nella risoluzione dei problemi poiché interessa il breve periodo e può contribuire a migliorare la capacità stessa delle città ad adattarsi ai cambiamenti già in atto.

È a questo punto che entra in gioco il concetto stesso di resilienza. La *resilient city* è un sistema urbano che non si limita ad adeguarsi ai cambiamenti climatici: la città resiliente, piuttosto, si modifica costruendo risposte

sociali, economiche ed ambientali nuove, tali da permettere alle aree urbane di resistere nel lungo periodo alle sollecitazioni dell'ambiente. Le società sono vulnerabili a molti tipi di rischi, e le società resilienti sono quelle meglio preparate a rispondere efficacemente alle diverse minacce.

Oggi una città sostenibile è anche una città resiliente.

I risultati in tal senso, però, non sono sempre incoraggianti. Anche se è maturata la consapevolezza di tali problematiche e così l'attenzione alla salvaguardia delle città, le politiche e le azioni di sviluppo, riqualificazione e rigenerazione urbana non sono ancora riuscite a creare una realtà diffusa.

Vuoti e "limiti" che si ravvisano non solo a livello di singole realtà locali ma anche a livello globale.

Se a livello internazionale il tema del cambiamento climatico appare evidentemente come una delle principali questioni su cui i governi sono chiamati ad intervenire per il bene dell'intero pianeta, la questione dei suoi effetti ed impatti in ambito urbano non lo è altrettanto: è UN-HABITAT, infatti, la sola organizzazione a restituire una visione completa e mirata del problema, all'interno del "Global Report on Human Settlements 2011. Cities and Climate Change".

UN-HABITAT, l'agenzia delle Nazioni Unite che si occupa dello stato di salute in cui riversano gli insediamenti umani, aiuta i Paesi a trasformare quelle che sono le loro città in luoghi più salubri, sostenibili e vivibili, secondo un'adeguata gestione e pianificazione urbana; anche per questo, una delle sue mission è quella di "città senza slum" (*cities without slums*), ovvero aree fruibili da parte di ogni cittadino al di là dell'estrazione sociale di provenienza, senza inquinamento e lontane dallo spreco delle risorse naturali, capaci di sfruttare appieno i fondi locali e di prevenire i disastri naturali.

Al centro della sua agenda, la questione urbana gioca un ruolo di primo rilievo: sono

le città a rappresentare il punto dal quale partire ed entro il quale fronteggiare le nuove sfide poste dal cambiamento climatico perché sono proprio città e governi locali che possono svolgere un ruolo di primo piano come laboratori efficienti di sperimentazione di azioni e strategie innovative e durature. Nonostante a livello globale ricoprano solo lo 0,4 per cento della superficie terrestre, le città rappresentano anche uno dei luoghi maggiormente esposti agli impatti del clima: i rischi principali, come l'aumento del livello dei mari, cicloni tropicali, forti precipitazioni e condizioni climatiche estreme, possono cambiare drasticamente il tessuto urbano ed il funzionamento stesso delle città ed avere ripercussioni importanti per l'infrastruttura fisica, l'economia e la società (Figura 1).

Anno	Città	Evento estremo	Vittime (numero)	Perdite economiche (US\$ miliardi)
2005	New Orleans	Uragano	1800	125.0
2005	Mumbai	Inondazione	400	0.4
2003	Bam (Iran)	Terremoto	26.300	1.1
2003	Parigi	Ondata di calore	14.800	4.7
2001	Bhuj (India)	Terremoto	19.700	5.5
2000	Johannesburg	Inondazione	100	0.2
1999	Istanbul	Terremoto	15.000	14.1
1995	Kobe (Giappone)	Terremoto	6400	128.2
1985	Mexico City	Terremoto	9500	7.3
1976	Tangshan (Cina)	Terremoto	242.000	19.2
1970	Dhaka	Inondazione	1400	10.1
1923	Tokyo	Terremoto	143.000	31.8
1906	San Francisco	Terremoto	3000	10.9

Figura 1. Cambiamento climatico e danni in città: vittime e perdite economiche.

In un mondo di città sempre più grandi, in cui alla fine del secolo gli abitanti urbani saranno aumentati rispetto a cinquant'anni prima di oltre due miliardi, le risposte al cambiamento climatico si fanno più urgenti. Questa stessa concentrazione elevata di persone, beni e servizi contribuisce a fare delle zone urbane i luoghi che più di altri risultano vulnerabili ai cambiamenti del clima: al crescere delle città crescono anche tutta una serie di nuovi rischi e pericoli.

A renderle particolarmente vulnerabili è spesso la loro posizione geografica. Da sempre, le aree urbane concentrano popolazione ed attività lungo le confluenze di grandi fiumi o in prossimità di zone costiere per ragioni di tipo economico e commerciale: oggi, però, questa loro collocazione, se del tutto strategica in passato, rischia di incidere negativamente in termini di vulnerabilità, non

solo per il fatto che il livello medio del mare sta aumentando ma anche perché fenomeni estremi come mareggiate e cicloni sembrano farsi via via maggiori in termini di frequenza e intensità.

Le zone costiere, in particolar modo, pur occupando solamente il due per cento della superficie terrestre complessiva, ospitano il 10 per cento della popolazione totale (circa 600 milioni di abitanti) e quasi i due terzi delle città del mondo con più di 5 milioni di abitanti ricadano all'interno di queste aree. Attualmente il 13 per cento della popolazione urbana mondiale (circa 360 milioni di persone) vive in zone costiere di bassa elevazione - Low Elevation Coastal Zones, LECZ -, a circa 10 metri sopra il livello del mare (Figura 2).

Regioni	Popolazione in LECZ (000s)	Popolazione urbana in LECZ (000s)	% popolazione urbana in LECZ	Livello di urbanizzazione in LECZ (%)
Africa	55.633	32.390	12	58
Africa sub-sahariana	24.911	16.845	9	68
Nord Africa	30.723	15.545	18	51
Asia	449.845	235.258	16	52
Asia orientale	159.969	109.434	15	68
Asia meridionale	140.964	56.023	14	40
Asia sud-orientale	137.245	61.201	36	45
Asia occidentale	11.472	8482	8	74
Asia - Independent States	194	119	0.3	61
America Latina	33.578	24.648	8	73
Oceania	852	442	22	52
Europa	50.200	39.709	8	79
Nord America	24.217	21.489	8	89
Giappone	29.347	27.521	27	94
Australia e N. Z.	2.846	2.421	14	85
Paesi in via di sviluppo	539.908	292.738	14	54
Paesi sviluppati	106.519	91.140	10	86
Mondo	646.519	383.878	13	59

Figura 2. Popolazione urbana che vive in zone a bassa elevazione (LECZ).

Grandi città situate in prossimità delle coste, come ad esempio Il Cairo, New York, Karachi, Calcutta, New Orléans, Shanghai, Tokyo, Lagos, Miami o Amsterdam, rischiano più di altre.

Investire in adeguate misure di adattamento costituisce uno fra i primi passi da compiere e un punto di partenza, in termini di soluzioni, al quale UN-HABITAT rivolge particolare attenzione, con azioni volte a minimizzare nel breve periodo i rischi derivanti dalle variazioni climatiche (Figura 3).

Esiste poi tutta una serie di componenti-chiave, di supporto alla buona riuscita delle

<i>Sector</i>	<i>Adaptation option/strategy</i>	<i>Underlying policy framework</i>	<i>Key constraints</i>	<i>Key opportunities</i>
Water	Expanded rainwater harvesting; water storage and conservation techniques; water reuse; desalination; water-use and irrigation efficiency	National water policies and integrated water resources management; water-related hazards management	Financial and human resources; physical barriers	Integrated water resources management; synergies with other sectors
Infrastructure and settlements	Relocation; sea walls and storm surge barriers; dune reinforcement; land acquisition and creation of wetlands as buffer against sea-level rise and flooding; protection of natural barriers	Standards and regulations that integrate climate change considerations within design; land-use policies; building codes; insurance	Financial and technological barriers; availability of relocation space	Integrated policies and management; synergies with sustainable development goals
Human health	Heat-health action plans; emergency medical services; improve climate-sensitive disease surveillance and control; safe water and improve sanitation	Public health policies that recognize climate risk; strengthened health services; regional and international cooperation	Limits to human tolerance (vulnerable groups); knowledge limitations; financial capacity	Upgraded health services; improved quality of life
Tourism	Diversification of tourism attractions and revenues; shifting ski slope to higher altitudes and glaciers; artificial snow-making	Integrated planning (linkages with other sectors); financial incentives	Marketing of new attractions; financial and logistical challenges; potential adverse impact upon other sectors (es. artificial snow-making may increase energy use)	Revenues from "new" attractions; involvement of wider group of stakeholders
Transport	Relocation; design standards and planning for roads, rail and other infrastructure to cope with warming and drainage	Integrating climate change considerations within national transport policy; investment in research and development for special situations	Financial and technological barriers; availability of less vulnerable routes	Improved technologies and integration with key sectors (es. energy)
Energy	Strengthening of overhead transmission and distribution infrastructure; underground cabling for utilities; increased energy efficiency; use of renewable sources; reduced dependence on single sources of energy	National energy policies, regulations and financial incentives to encourage use of alternative sources; incorporating climate change within design standards	Access to viable alternatives; financial and technological barriers; acceptance of new technologies	Stimulation of new technologies; use of local resources

azioni di adattamento in città, basate principalmente sull'informazione, la conoscenza e la partecipazione dei cittadini:

Accrescere conoscenza e consapevolezza.

C'è un urgente bisogno di diffondere la consapevolezza ufficiale che il cambiamento climatico esiste e che per questo necessita di essere preso in considerazione all'interno di programmi e piani urbanistici e di essere inserito all'interno dell'agenda politica dei governi di tutto il mondo, il più delle volte ancora troppo spesso propensi a riporlo come preoccupazione secondaria.

Sviluppare e diffondere la conoscenza in materia di clima atmosferico. È importante analizzare e prendere in considerazione non solo i fenomeni più recenti ma anche quelli passati, al fine di comprendere pienamente l'evoluzione del clima regione per regione, considerando sia i piccoli che gli eventi più estremi, in modo da monitorarne l'andamento e prevenirne l'arrivo e l'intensità.

Di fronte ad un evento calamitoso, i risultati in termini di costi umani ed economici possono essere estremamente pesanti, superando di molto gli sforzi altrimenti necessari in fase di prevenzione dei danni.

Rendere responsabili i diversi settori governativi. I vari dipartimenti delle amministrazioni sia locali che nazionali - dal lavoro alla salute pubblica, dall'accesso alla casa alla gestione dei rifiuti - sono fondamentali per sviluppare una migliore capacità di adattamento. Ogni settore della pubblica amministrazione è indispensabile nell'intraprendere e progettare strategie per combattere il cambiamento climatico e la loro convergenza può aiutare a crearne di migliori e dettagliate; agenzie, dipartimenti governativi e settori privati possono perciò giocare un ruolo di prim'ordine nel minimizzare le vulnerabilità delle città più a rischio.

Costruire piani strategici condivisi per la sostenibilità urbana. Le autorità urbane hanno un ruolo-chiave nell'attuazione di piani strategici per l'adattamento al cambiamento climatico che devono vedere coinvolti i diversi attori presenti in area urbana attraverso un

approccio di partecipazione e condivisione (Figura 4);

Supportare le iniziative locali nella lotta al cambiamento climatico. Non solo le iniziative provenienti dall'alto, di gran lunga necessarie, ma anche quelle intraprese dalla gente comune possono essere altrettanto importanti: se opportunamente supportate dalle autorità locali, tali azioni possono contribuire a prevenire i rischi. Le strategie per fronteggiare il cambiamento climatico richiedono necessariamente una partnership che metta assieme cittadini, rappresentanze locali, governi nazionali ed organizzazioni internazionali per promuovere fondi e finanziamenti necessari per la messa a punto di misure e strategie di adattamento.

In conclusione, occorre passare da una molteplicità frammentaria di interventi ad un approccio integrato al tema che si collochi all'interno di un più evoluto sistema di good urban governance, capace di ri-orientare l'attuale modello di sviluppo verso un uso condiviso e più efficiente delle risorse (Figura 5). Le soluzioni che possono scaturire dal sistema urbano si possono aggiungere fino a formare qualcosa di più della semplice somma delle loro parti: con lo stesso intervento si ottengono più benefici e ne risultano enfatizzate efficienza ed efficacia. Per questo, secondo UN-HABITAT, sono le città le sole in grado di tradurre il significato di what need to be done in how to do it.

"Climate change is fast becoming one of the most significant challenges of the 21st century. While there may be uncertainty surrounding the scale, scope and pace of climate change, one thing is clear: cities and towns everywhere will be exposed to significant climate change-driven impacts. All of us will need to play a role in helping to adapt to these changes. Cities need to play their part in both reducing greenhouse gas emissions and increasing their resilience" (UN-HABITAT, 2011).

MODULE	PLANNING STEP	KEY QUESTIONS
MODULE A		
What is happening?	1 - Getting Started	- What needs to happen first?
	2 - Stakeholders and Participation	- Who needs to be involved and how?
	3 - Vulnerability Assessment	- How is climate change affecting the local environment/community? - How vulnerable are individuals, households and communities?
MODULE B		
What matters most?	4 - Values and Objectives	- What does the community value? - How do values inform climate change-related priorities and actions?
MODULE C		
What can we do about it?	5 - Option Identification	- What climate change options or actions can we undertake?
	6 - Option Evaluation	- What climate-related actions would best support other community development objectives and priorities (e.g., land use planning, improve transportation, ...)? - How can we organize and prioritize climate actions to integrate, coordinate and mainstream them with other town planning and sectorial projects? - What are the "low hanging fruit" or "quick win/low regret" actions could we undertake?
	7 - Realization	- How do we implement climate actions?
MODULE D		
Are we doing it?	8 - Monitoring and Evaluation	- How can we monitor and evaluate our actions to see how effective they are? - What should be monitored and who should be monitored and who should be responsible for evaluating?
	9 - Adjust and Modify	- How can we be sure our climate-related actions stay relevant and effective in the face of changing climate impacts and risks?

Figura 4. Il "values-based, strategic, participatory planning approach" proposto da UN-HABITAT: fasi da perseguire nel processo strategico di pianificazione a livello locale.



Figura 5. Modello di gestione urbana sostenibile per l'adattamento in città secondo UN-HABITAT.

COMPRENDERE, VALUTARE E AFFRONTARE LE PROBLEMATICHE CLIMATICHE DI CIASCUN INSEDIAMENTO URBANO

Flavio Borfecchia (ENEA UTMEA) e Andrea Filpa (DIPSA, Università degli studi di Roma Tre

Parole chiave: adattamento climatico, risk assessment, climate resilience study

Nel 2012 è stata avviata una collaborazione quadriennale tra ENEA e il DiPSu (ora DIPSA) della Università di Roma Tre per lo svolgimento della ricerca "Politiche e strategie urbane per l'adattamento climatico"; una delle linee di lavoro programmate riguarda la un percorso di redazione della Carta di Vulnerabilità Climatica (CVC) di un insediamento urbano, assumendo come campo di applicazione il Comune di Roma.

Lo sviluppo di questa linea di ricerca ha attinto ad una ampia documentazione internazionale e ad una più ristretta documentazione nazionale, derivante in massima parte dagli esiti di progetti europei cui hanno partecipato enti locali sensibili al tema del climate change.

Questo copioso materiale ha consentito di metter a punto un insieme di problematiche operative che – oggi in Italia – si pongono e si porranno alle amministrazioni locali che intenderanno avviare itinerari concreti di adattamento climatico, problematiche che si è tentato di sintetizzare nel presente contributo.

1. Comprendere e valutare in ciascun insediamento urbano le specifiche problematiche legate al climate change

La letteratura scientifica in materia di adattamento climatico degli insediamenti riconosce da un lato la estrema variabilità sia dei mutamenti climatici generatori di impatti, sia la estrema variabilità delle componenti suscettibili di essere impattate negativamente; con analoga chiarezza vengono messi in luce le interdipendenze, le sinergie e gli effetti cumulativi degli impatti attesi in sistemi così

complessi quali le città.

E' pertanto facilmente comprensibile come le esperienze operative promosse in numerose città del mondo attribuiscono una importanza centrale alla preventiva determinazione delle problematiche climatiche locali, e di conseguenza alla necessità di fondare le strategie di adattamento locali su di un preventivo climate resiliency study, strumento fondamentale per comprendere natura, entità, localizzazione degli impatti climatici prevedibili in un dato insediamento.

Nello sviluppare il tema del climate resiliency study in Italia potrà farsi utile riferimento al testo *Preparing for climate change, a guidebook for local, regional and state governments* (ICLEI et al., 2007) che suggerisce una metodologia articolata in quattro passi sequenziali:
comprendere con il maggiore dettaglio possibile quali saranno i mutamenti climatici prevedibili nel territorio di riferimento ed i loro effetti principali;
identificare le relevant planning areas ai fini dell'adattamento climatico, intendendo come tali the areas in which a government or community manages plans, or makes policy affecting the services and activities associated with built, natural and human systems. Le relevant planning areas (ad esempio la gestione delle infrastrutture energetiche o idriche, la pianificazione urbanistica, il rischio idraulico, la salute) diverranno i campi privilegiati ove comprendere i gradi di vulnerabilità (terzo passo) e quindi le priorità di azione (quarto passo);
procedere al vulnerability assessment, attraverso un percorso che si descriverà brevemente di seguito;
procedere al climate change risk assessment, valutando la magnitudine dei rischi accertati

e, di conseguenza, le priority planning areas.

Il primo passaggio pone il problema rilevante del downscaling dei modelli climatici, attualmente predisposti per territori molto ampi (ad esempio la regione Euromediterranea) e quindi insufficienti per fornire indicazioni dettagliate in merito a situazioni locali; il downscaling si presenta tuttavia una operazione complessa, in quanto necessita di competenze scientifiche ad oggi esprimibili soltanto da qualificati enti di ricerca nazionali, gli unici in grado di fornire climate services alle amministrazioni locali.

L'identificazione delle relevant planning areas (secondo passo) necessita di un sistema di conoscenze necessario è molto ampio e nel contempo richiama la identificazione degli ambiti di competenza all'interno del quale un determinato soggetto istituzionale (ad esempio una amministrazione comunale) è abilitato ad esercitare le propria azione di governo, e gli ambiti dove dovranno essere attivate collaborazioni e coordinamenti (governance).

Per quanto concerne il vulnerability assessment (terzo passo) il testo citato ne propone la redazione come esito di due operazioni preliminari (Fig. 1):

una sensitivity analysis espressiva dalla estensione, localizzazione e incisività degli impatti attesi; impatti che potranno riguardare sia risorse naturali che i manufatti edilizi e le infrastrutture, ma anche le componenti sociali della popolazione insediata. I temi da considerare possono essere molteplici; rischio idraulico, rischio geomorfologico, problemi di drenaggio superficiale, consistenza dell'edificato, età di costruzione degli edifici, disponibilità di verde urbano, reddito medio della popolazione.

una valutazione della adaptive capacity ; anche in questo caso verrà considerata la adaptive capacity sia dei sistemi naturali, sia di opere ed infrastrutture, sia delle persone.

Dalla combinazione tra grado di sensitivity e adaptive capacity di ciascuna parte del territorio viene generato il vulnerability asses-

sment e successivamente il risk assessment, che consiste nella stima della magnitudine degli impatti in ciascuna delle planning areas, stima che viene operata considerando il rischio come combinazione della entità delle conseguenze di un determinato impatto e della probabilità che tale impatto si avveri. Al termine del risk assessment saranno disponibili gli elementi per configurare il risk ranking, che costituisce un importante supporto alla decisione per individuare le priority planning areas, ovvero i campi di azione che la amministrazione pubblica ritiene più urgente porre in essere ai fini dell'adattamento climatico. La selezione delle priority planning areas non si presenta – occorre sottolinearlo – come una mera trasposizione del risk ranking, potendo prevedere forme di espressione da parte dei cittadini o la considerazione di criteri complementari quali la presenza di azioni già avviate, la disponibilità di risorse in determinati settori di intervento, i tempi di realizzazione.

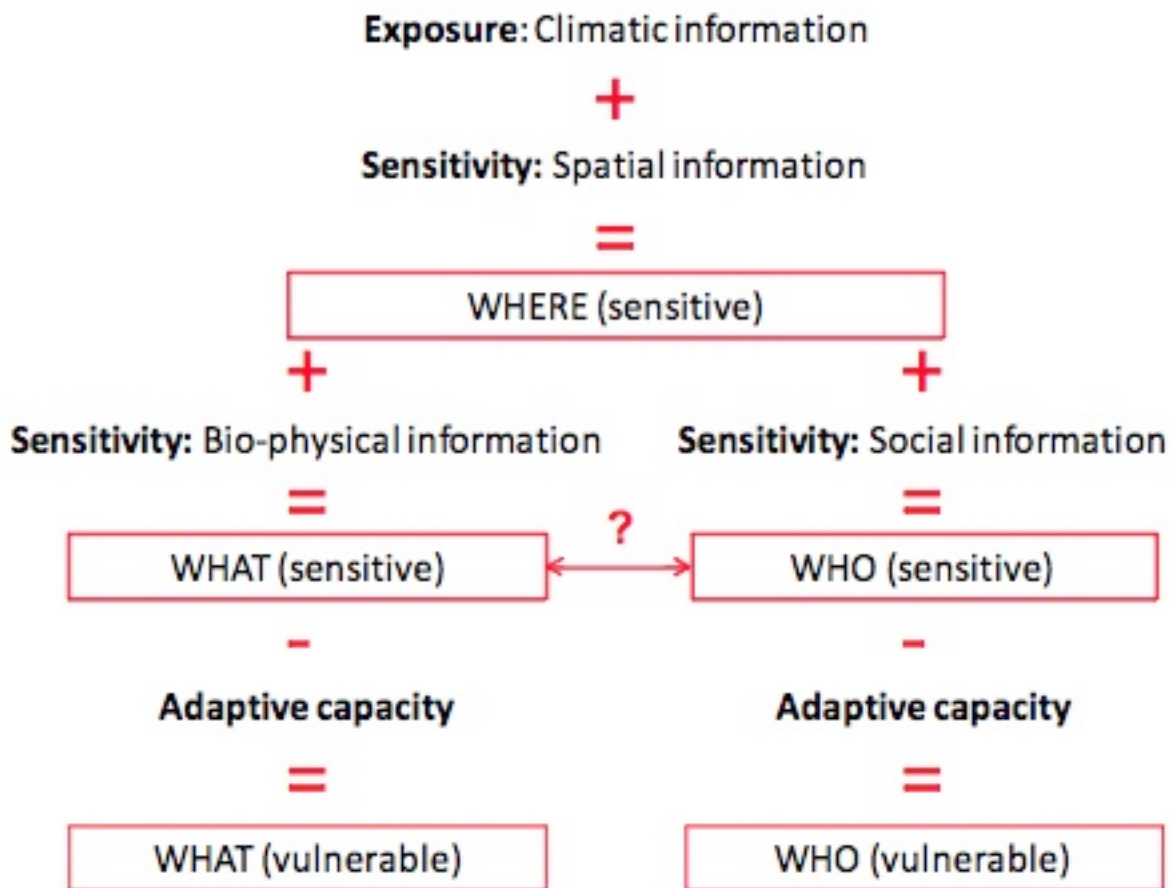


Figura 1. Le componenti del vulnerability assessment. Fonte: ETC/ACC (2010).

2. Quanto costa l'adattamento urbano?

Il tema dei costi dell'adattamento climatico si pone necessariamente ad una amministrazione locale consapevole che intenda attuare un Piano di adattamento; si tratta purtroppo di un tema sul quale le certezze sono poche.

Il rapporto noto come Stern Review (HM Treasury 2006), commissionato dal governo britannico per comprendere quali fossero i costi legati al cambiamento climatico, risultati maggiori dei costi dovuti alle azioni di mitigazione e di adattamento. Gli impatti del cambiamento climatico – stima il rapporto – avranno infatti costi molto alti poiché colpiranno la produzione di beni e servizi e faranno aumentare il ricorso a interventi di emergenza.

In sede europea (EEA, 2007) viene sottolineata la difficoltà di formulare previsioni dei costi – sia dell'inazione che dell'adattamento – per gli insediamenti urbani, ma la convenienza delle strategie di adattamento viene confermata attraverso la presentazione di tre casi di studio.

Anche negli Stati Uniti d'America è stato affrontato il tema dei costi del cambiamento climatico (NRDC, 2008). Il documento analizza quattro tipi di impatto: danni legati agli uragani; perdite nel settore immobiliare; costi energetici; costo dell'acqua. Il documento prevede che i costi di questi impatti cresceranno di anno in anno secondo lo scenario Business As Usual (BAU), cioè uno scenario in cui non sono previsti interventi di mitigazione o adattamento.

Gambarelli e Gorla (2004) analizzano gli impatti del cambiamento climatico in Italia. Da uno studio sulla piana di Fondi, a sud di Roma, emerge che i costi dell'adattamento risultano più bassi (tra i 50 e i 100 milioni di euro) dei costi derivanti dalla cosiddetta opzione "do nothing" (stimati variabili tra 130 e 270 milioni di euro).

Uno studio economico sui costi del cambiamento climatico in Italia (Carraro e Sgobbi, 2008) dimostra che questi saranno relativamente bassi nella prima metà del XXI secolo per poi aumentare nella seconda metà. Gli

autori ricordano allo stesso tempo che alcuni costi sono stati sottostimati o non calcolati, e sottolineano l'importanza di migliorare le conoscenze riguardo gli impatti del cambiamento climatico e il loro valore economico. Nel concreto, la stima dei costi di adattamento climatico di un insediamento urbano si presenta a tutt'oggi ardua per almeno quattro motivazioni concorrenti.

La prima risiede nella estrema variabilità degli impatti attesi in ciascun insediamento urbano, si è già detto funzione della severità dei mutamenti climatici, delle condizioni di contesto dell'insediamento, dei livelli di responsabilità esprimibili dalla popolazione insediata. Il climate change può acuire problemi e criticità già esistenti, e dunque conta molto il punto di partenza di ciascun insediamento.

La seconda ragione risiede nel fatto che alcune azioni anche importanti di adattamento possono risultare a costo zero; evitare di pianificare nuovi insediamenti in aree soggette a rischio idraulico, evitare la proliferazione di porti che potrebbero dover far fronte a requisiti funzionali oggi non prevedibili, tutelare la naturalità residua in ambito urbano sono scelte insieme ragionevoli e suscettibili di promuovere forme di adattamento.

Una terza ragione consiste nel fatto che molte opere di adattamento sono riconducibili ad azioni già contabilizzate nella ordinaria gestione urbana, ovvero azioni non esclusivamente finalizzate all'adattamento climatico. Già oggi le amministrazioni spendono per la manutenzione fognaria, per l'incremento del verde, per l'ammodernamento delle reti; i costi dell'adattamento, quindi, dovrebbero essere computati come costi aggiuntivi rispetto a costi correnti già consolidati, e questo incrementa le difficoltà di stima.

Una quarta ragione, infine, dipende dal fatto che – in materia di adattamento – esistono differenti soluzioni ad un medesimo problema, e che queste soluzioni hanno costi che possono presentarsi estremamente diversi.

Si potrà ad esempio far fronte ad un rischio di inondazione attraverso interventi infrastrutturali molto costosi, oppure delocalizzare l'insediamento stesso, oppure realizzando un efficiente sistema di allerta. Anche in questo caso, i costi dell'adattamento sono funzione di come si fanno le cose, e come si fanno le cose dipende da scelte politiche e sociali non predeterminabili.

La variabilità dei costi conferma indirettamente la necessità che ciascuna città di doti del proprio climate resiliency study.

3. Requisiti per una strategia di adattamento per gli insediamenti urbani.

Le esperienze internazionali mostrano con evidenza che la attuazione di strategie di adattamento climatico in ambito urbano (e non solo) presentino come requisiti indispensabili – oltre alla disponibilità di conoscenze, di risorse e di competenze – un efficace coordinamento interistituzionale (multilevel governance) nonchè il coinvolgimento e la partecipazione attiva dei cittadini.

Sempre basandosi sulle esperienze internazionali, ma con il conforto delle (finora poche) esperienze avviate da realtà locali italiane si può con ragionevole certezza indicare come caratteristiche auspicabili per una Strategia di Adattamento e per il successivo Piano di adattamento:

interscalarità, che significa valorizzare la geometria variabile dei territori interessati e del network istituzionale, coordinando il Piano di Adattamento nazionale in corso di formazione presso il Minambiente con i Piani di Adattamento promossi da enti locali, singoli o associati;
trasversalità, cogliendo le interconnessioni settoriali e costruendo un mix di politiche ed azioni cui dovrà far riscontro un corrispondente mix di risorse;
condivisione sociale: i Piani di adattamento dovranno consolidare le loro scelte assieme ai cittadini in una prospettiva che includa sia la informazione che la formazione;

operatività mirata, che significa associare interventi in grado di produrre risultati misurabili in tempi brevi (soprattutto quelli no regret, ovvero quelli di cui, pur nelle incertezze dei mutamenti futuri, non ci si dovrà pentire) con quelli la cui efficacia potrà essere apprezzata nel lungo periodo.

Per quanto concerne infine la forma del piano di adattamento urbano, l'esperienza internazionale suggerisce la redazione di

Climate Plan e di Adaptation Plan autonomi ma concepiti in una logica di incorporazione della dimensione climatica negli strumenti ordinari di pianificazione e programmazione, prefigurando una sorta di doppio binario in cui il Piano di Adattamento esprime una strategia climatica che viene assunta e implementata anche dal sistema ordinario degli strumenti di governo del territorio.

Bibliografia generale

J. Handley, J. Carter, 2006: *Adaptation strategy for climate change in the urban environment*, Report to the National Steering Group.

ICLEI, Center for science in the Earth System, King County, 2007: *Preparing for climate change, a guidebook for local, regional and state governments*.

EEA, 2007: *Climate change: the cost of inaction and the cost of adaptation*, EEA Technical report n. 13/2007.

ISPRA, 2009: *Adattamento ai cambiamenti climatici: strategie e piani in Europa*.

Coordinamento Agende 21 Locali Italiane, LG Action, 2010: *Le azioni di coordinamento e supporto delle Regioni Italiane agli Enti Locali per l'energia sostenibile la protezione del clima*.

Kazmierczak, A., Carter, J., 2010: *Adaptation to climate change using green and blue infrastructures*.

Department for Communities and Local Government UK, 2010: *Departmental Adaptation Plan*.

ETC/ACC, 2010: *Vulnerabilities, Vulnerability Assessments by Indicators and Adaptation Options for Climate Change Impacts*.

EEA, 2010: *The European environment – state and outlook 2010: thematic assessment – urban environment*.

OECD, 2010: *Cities and Climate Change*, OECD Publishing.

ICLEI, 2010: *Changing climate, Changing communities, Guide and Workbook for municipal climate adaptation*.

GRaBS, 2011: *Climate Change Adaptation Action Plan Guidance*.

Johnson, K., Breil M., 2012: *Conceptualizing Urban Adaptation to Climate Change*, FEEM.

UK Climate Change Risk Assessment: Government Report (2012).

EEA, 2012a: *Urban adaptation to climate change in Europe*, EEA Report 2/2012.

EEA, 2012b: *Climate Change, impacts and vulnerability in Europe*.

EEA and EC, 2012: *climate-adapt* (<http://climate-adapt.eea.europa.eu/>)

ISPRA, 2012: *VIII Rapporto sulla Qualità dell'ambiente urbana*.

LA PIANIFICAZIONE COME STRUMENTO DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Dr. Virna Bussadori

AssUrb (Associazione Nazionale degli Urbanisti e dei Pianificatori territoriali e ambientali)

“Non possiamo prevedere le conseguenze dei cambiamenti climatici sulla nostra attività di pianificatori; [...] ma possiamo notare che la pianificazione gioca un ruolo fondamentale nella prevenzione e che sempre più è richiesto ai pianificatori di integrare i contributi di altre discipline nei processi di piano.”

Il clima sta cambiando e gli effetti di tale cambiamento sono ormai visibili a tutti; il mutamento del clima crea effetti di estremizzazione (tropicalizzazione) degli eventi atmosferici che si abbattano su aree urbane e rurali creando danni e alle volte vittime.

Il mutamento climatico è causato dalle eccessive emissioni in atmosfera dei cosiddetti gas serra, emissioni di cui le città risultano largamente responsabili. Allo stesso tempo dunque le città sono causa del cambiamento climatico, ma ne subiscono anche in maniera rilevante gli effetti; esse rappresentano dunque non solo il problema, ma anche parte della soluzione sulla quale intervenire.

I cambiamenti climatici producono eventi meteorologici estremi quali piogge torrenziali, trombe d'aria o uragani, ma anche siccità ed ondate di calore che, aumentando in intensità e frequenza, porteranno a mutazioni considerevoli nei regimi di precipitazione con effetti sulle (infra)strutture ma anche sull'ecosistema in generale. Gli scenari su scala globale prefigurano carenze di cibo e di acqua potabile, modificazioni delle colture, insorgenza di nuove patologie, acutizzarsi delle disuguaglianze fra nord e sud del mondo con conseguenti migrazioni e conflitti. Le aree urbane e rurali saranno interessate da fenomeni spesso imprevedibili ed irreversibili. In tal senso la pianificazione deve saper cogliere la sfida e gestire le trasformazioni territoriali in modo non solo da prevenire il cambiamento climatico, ma anche da adattare i centri urbani e le aree rurali agli effetti del cambiamento climatico già in atto.

Se l'obiettivo della sostenibilità prefigurava strategie di sviluppo atte a garantire lo sfruttamento delle risorse anche alle prossime generazioni, ovvero demandava la verifica dei propri effetti ad un generico futuro difficilmente controllabile, il cambiamento climatico risulta essere un processo che riguarda tutti indistintamente ed un problema immediato, le cui soluzioni non possono essere posticipate ulteriormente per non rischiare l'acutizzarsi dei fenomeni già in atto.

Esiste, a livello dei vari paesi europei, un'ampia serie di esperienze e di pratiche, spesso ancora non codificate, che direttamente o indirettamente incidono sugli effetti del cambiamento climatico; tali azioni si concentrano soprattutto alla scala urbana, se non di progetto, prevedendo spesso l'applicazione di nuove tecnologie per il risparmio energetico, ma non considerando tutta una serie di azioni di piano che altrettanto potrebbero non solo diminuire la quantità di emissioni di gas serra contribuendo così a ridurre gli effetti del surriscaldamento globale, ma rendere le città più resilienti al cambiamento del clima, ovvero aumentare la sicurezza e ridurre il rischio di incidenti e vittime.

La mera applicazione di nuove tecnologie costruttive può vedere vanificare i suoi effetti se questa non è preceduta da corrette scelte di piano che hanno come scopo quello influenzare le scelte localizzative al fine ad es. di ridurre l'utilizzo dell'auto a favore degli spostamenti a piedi, in bici o coi mezzi pubblici o di aumentare la presenza di aree verdi per influenzare il microclima urbano, proteggere le risorse naturali, gli habitat e le specie. Allo stesso tempo la conoscenza del pericolo de-

rivante dai mutamenti climatici aiuta a ridurre la vulnerabilità dei centri edificati.

La pianificazione territoriale può contribuire ad affrontare i cambiamenti climatici e, così facendo, contribuire alla sostenibilità globale. La pianificazione dovrebbe assicurare:

- il minor consumo di risorse, gli standard più elevati di efficienza energetica e la riduzione di emissioni soprattutto in ambito urbano (mitigazione),
- la realizzazione di insediamenti in grado di resistere al cambiamento climatico ma che siano coerenti con le politiche di coesione sociale e salvaguardino infrastrutture primarie e risorse naturali (adattamento) e
- fornire informazioni chiare ai politici, agli investitori ed ai cittadini fornendo alternative e soluzioni che considerino le specificità locali (in/formazione).

In Europa 3 persone su 4 risiedono in aree urbane e molte di queste città sono situate in zone potenzialmente a rischio; si pensi solo alle città costiere, a quelle lungo i corsi d'acqua, a quelle situate in zone ad alta sensibilità ambientale o a quelle del sud Europa. Pianificando la trasformazione, l'espansione o la ristrutturazione delle aree urbane e rurali, l'impatto delle scelte di piano sugli aspetti ambientali e climatici dovrebbe sempre essere valutato. Qualsiasi azione volta ad intervenire sul territorio dovrebbe essere "clima-consapevole" e sostenibile nel senso di salvaguardare le risorse naturali e di aumentare la sicurezza.

La pianificazione deve inoltre considerare nelle sue azioni anche quelle parti di popolazione più vulnerabili o maggiormente esposte ai rischi dovuti ai cambiamenti climatici e quindi intervenire con azioni mirate che considerino le diverse esigenze e le diverse risposte che tali parti della popolazione sono in grado di dare nel caso di eventi climatici estremi.

Nella pianificazione per l'adattamento ai cambiamenti climatici non è solo importante anticipare il fenomeno con un'opportuna conoscenza e valutazione dello stesso, ma è altrettanto fondamentale reagire ad esso con la messa in sicurezza di tutte quelle porzioni di territorio che potrebbero essere potenzialmente soggette ai pericoli.

E' necessario dunque intervenire sulla pianificazione dell'espansione con misure atte a contenere l'uso del suolo ed a salvaguardare le altre risorse (acqua, aria e verde) nonché a creare insediamenti sicuri e vivibili; nel contempo è fondamentale predisporre misure di protezione o almeno di riduzione degli effetti climatici sulle aree urbane e rurali.

La pianificazione territoriale, compresa quella urbana ed attuativa, deve dunque attivare diverse strategie di adattamento ai cambiamenti climatici che possono essere così riassunte:

- intervenire sulla città consolidata prevedendo la cosiddetta "Città resiliente"
- pianificare nuovi insediamenti e infrastrutture che considerino i pericoli, così da creare la "Città sana e sicura"
- intervenire sul ciclo delle risorse salvaguardando il verde e l'acqua creando la "Città blu e verde".

Se ogni nuova espansione urbana deve essere preceduta da accurate analisi che escludano potenziali rischi idro-geologici e possibilmente prevedere indicazioni di design urbano per ridurre gli effetti di surriscaldamento o di esposizione a venti dominanti, di più difficile attuazione risulta la definizione di misure che rendano le città meno vulnerabili alle inondazioni, alle isole di calore o al depauperamento delle risorse naturali. Intervenire sulla città costruita risulta più complesso e non sempre possibile. E' tuttavia necessario prevedere misure atte almeno a non aumentare il rischio. È altresì auspicabile indicare standard di piano e di progetto che minimizzino gli impatti del cambiamento climatico anche nel caso di recupero e rigenerazione urbana.

La previsione di aree verdi e blu all'interno delle città può contribuire in maniera rilevante alla diminuzione di taluni effetti climatici come quello delle isole di calore urbano. Questi fenomeni di surriscaldamento sono dovuti ad una diffusa cementificazione, all'elevata presenza di superfici asfaltate che prevalgono su quelle permeabili, alle emissioni degli autoveicoli, degli impianti industriali e dei sistemi di riscaldamento e condizionamento in una spirale perversa di causa-effetto.

Il verde urbano diffuso e la previsione di superfici di ritenzione e raccolta delle acque piovane sono elementi che non solo contribuiscono a migliorare il micro-clima, ma assolvono a molteplici funzioni positive sotto il profilo ambientale, ecologico ma anche estetico, sociale e culturale.

Fondamentale risulta infine contribuire alla conoscenza dei fenomeni in atto ed alle possibilità di adattamento che i centri urbani e le aree rurali possono attuare. I pianificatori sono dunque chiamati con solo ad integrare

in tutte le politiche di piano azioni per rendere i territori più resilienti al cambiamento climatico, ma offrire ad amministratori e politici le soluzioni tecniche e gestionali adeguate. Comunicare in maniera chiara, illustrare opzioni ed indicare metodologie di piano che facilitino l'adattamento, oltre alla mitigazione, diventa un compito fondamentale di ogni pianificatore così come collaborare con tutte le altre discipline in processi di piano sempre più integrati ed integrativi.

Autore

Dr. Virna Bussadori

AssUrb (Associazione Nazionale degli Urbanisti e dei Pianificatori territoriali e ambientali)

ECTP-CEU European Council of Spatial Planners

Via Rovigo 75/B

39100 Bolzano

mail: virna.bussadori@urbanisti.it

LIVING ROOFS. TETTI VERDI PRODUTTIVI IN CITTÀ PER L'ADATTAMENTO

Elena Carmagnani: Studio 999 e Urban Center Metropolitano, Torino

Alex Fubini: DiST Politecnico di Torino

Emanuela Saporito: DaStU Politecnico di Milano



Sono sempre più urgenti le sfide che le città europee devono affrontare: i cambiamenti climatici, il riscaldamento globale, l'esaurimento dei combustibili fossili e delle altre risorse naturali, la recessione economica, i conflitti sociali. Il concetto di "resilienza" che attraversa oggi il dibattito mondiale sulle strategie per uscire dalla crisi, può essere applicato anche alle città e ai sistemi urbani. Una città resiliente è una città che attua delle strategie per rinnovare il proprio equilibrio al mutare delle condizioni al contorno, che si adatta alle sollecitazioni che derivano dal cambiamento climatico e che privilegia, alla nuova edificazione non più sostenibile, il riuso e la riconversione del proprio tessuto urbano. Una città resiliente è anche una città in grado di pianificare e realizzare una strategia di lungo periodo che garantisca l'omeostasi sociale attraverso una governance intelligente condivisa.

Abbiamo bisogno di strumenti, conoscenze e luoghi in cui testare nuove pratiche. Living Roofs è un progetto che esprime questa esigenza e che ha come campo di applicazione i tetti pia-

ni non utilizzati degli edifici, trasformati in tetti verdi coltivati ad orto, collegati fra loro in una rete solidale gestita dagli abitanti.

Il tema principale cui fa riferimento il progetto è dunque la promozione di una strategia efficace per l'adattamento, volta a favorire un processo di ri-naturalizzazione, efficienza energetica, sostenibilità e cooperazione del sistema ambientale e socio-economico delle città.

L'Unione Europea, vista l'urgenza del tema, ha chiesto ai Paesi membri di sviluppare strategie di adattamento ai cambiamenti climatici¹ destinando fino al 20% del suo bilancio a favore di progetti locali inerenti a queste problematiche. Torino, in particolare, ha avviato una serie di azioni locali che rispondono ai tre principali obiettivi² della Strategia Europea, costituendo la piattaforma progettuale Torino Smart City³ e promuovendo azioni dal basso per l'adattamento che prevedano il coinvolgimento attivo delle comunità locali di abitanti.

1. Come nasce il progetto Living Roofs

È dunque in questo framework normativo e culturale che prende forma il progetto Living Roofs. Nella primavera 2010 STUDIO999 di Torino realizza un orto sul tetto piano del fabbricato all'interno del cortile, sede dello studio, nel quartiere di San Salvario. L'orto è stato piantato e coltivato in collaborazione con gli abitanti del condominio dove esistevano già pratiche di co-housing. Il progetto, denominato *Oursecretgarden*, viene successivamente insignito del premio Innovazione Amica dell'Ambiente di Legambiente, considerato un esempio di best practice da attivare e replicare nelle città, viene selezionato tra i 30 migliori progetti al mondo che concorrono al Premio Best Private Plots 2012 e recentemente inserito tra le azioni di Torino Smart City.

Questa esperienza progettuale singola, grazie all'interesse suscitato a livello nazionale ed internazionale e al coinvolgimento del Politecnico di Torino, diventa, a partire da Settembre 2012, l'occasione per ragionare in termini di ricerca e sperimentazione sull'utilizzo delle superfici pensili in città, secondo una prospettiva di adattamento del sistema urbano alle mutazioni climatiche.

Il progetto *Oursecretgarden* evidenzia sin da subito il potenziale innovativo di micro interventi alla scala urbana, che, messi in rete, concorrerebbero a promuovere un modello di trasformazione dello spazio urbano a elevata sostenibilità ambientale, sociale ed economica. Il luogo di applicazione del progetto sono i tetti piani degli edifici: quelli di bassi fabbricati e autorimesse all'interno dei cortili e quelli, più vasti, di edifici pubblici, ma anche supermercati o ipermercati, già esistenti o di nuova realizzazione. La possibilità di trasformare questi spazi in verde produttivo può rappresentare una grande risorsa per la città, non solo dal punto di vista paesaggistico ed ecologico (Oberndorfer, Lundholm, Bass, Coffman, 2007), contribuendo in modo sostanziale al contenimento dei consumi energetici del manufatto edilizio, ma anche dal punto di vista urbanistico, sociale e produttivo (Hui, 2009; Urbis Limited, 2007). Il tema

dell'agricoltura urbana, e quello di ancora più recente sperimentazione della *building-integrated agriculture*⁴, si confrontano con problemi di grande attualità nelle metropoli contemporanee, dalla food security, alla salute e ai tassi di povertà (Kisner, 2008). In particolare, la pratica dell'agricoltura urbana capitalizza le risorse locali, terre, acqua, lavoro e rifiuti organici allo scopo di coprire una parte del fabbisogno alimentare dei cittadini, attraverso un sistema di scambio integrato con l'economia locale, e con i sistemi sociali ed ecologici (Wilson, 2009; Viljoen, Bohn and Howe, 2005).

Realizzare una rete di tetti verdi produttivi, dunque, coinciderebbe con un tentativo concreto di ripensare ad un utilizzo integrato dei fabbricati, in un'ottica di contenimento del consumo di suolo e di promozione di spazi verdi fruibili in contesti urbani ad alta densità edilizia ed abitativa; di ragionare sul tema dell'agricoltura urbana, come strumento progettuale per favorire filiere alimentari a km0, con l'eventuale coinvolgimento diretto dei grandi distributori alimentari interessati; di promuovere socialità ed *empowerment* dei cittadini, coinvolgendoli direttamente nella realizzazione, gestione e manutenzione degli orti-giardini, in una prospettiva di apprendimento e radicamento di modelli di vita urbana sostenibile e auto-organizzata.

2. Gli effetti del progetto: sostenibilità ambientale, sociale ed economica

La forza del progetto Living Roofs si deve al suo intrecciare in modo immediato e tangibile temi sensibili e parole d'ordine più che mai attuali come il risparmio energetico, il verde, il cibo a chilometro zero, l'ecosostenibilità, il co-housing e in generale nuove forme di solidarietà e prossimità. Idee e pratiche sempre più diffuse. Una prospettiva di sperimentazione del progetto, sul lungo periodo, permetterebbe di realizzare una rete capillare di orti nei quartieri, spazi privati capaci di ibridarsi in spazi semi-pubblici, collettivi e di comunità, attraverso i quali innescare ragionamenti nell'ambito delle politiche urbane in chiave "smart", a partire dal favorire processi di

socialità e collaborazione tra gli abitanti che li coltivano e gestiscono.

Da un punto di vista ambientale, la trasformazione delle superfici di cemento e catrame delle coperture e dei cortili in orti urbani migliora la qualità della vita degli abitanti, lavorando come un vero e proprio ecosistema (Oberndorfer, Lundholm, Bass, Coffman, 2007). L'orto infatti, oltre ad arricchire e valorizzare le superfici costruite sotto-utilizzate, permette di migliorare la qualità dell'aria, creando zone di riossigenazione, tanto che 100 mq di fogliame filtrano fino a 10/30 mg di contaminanti (tra gli altri Susca, Gaffin., Dell'Osso, 2011). Da un punto di vista del micro-clima urbano, i tetti verdi, in quanto *cool-roofs*⁵ (Theodosiou, 2003) attenuano gli effetti delle Isole di Calore urbane, isolano gli ambienti sottostanti proteggendoli dall'escursione termica e contribuiscono sensibilmente al risparmio energetico. I tetti verdi sono inoltre sistemi ideali per la gestione dell'acqua meteorica e il contenimento dei rischi di allagamento, poichè impedendone il deflusso immediato, permettono di reimmettere e riutilizzare nella macchina-edificio le acque reflue, favorendo un riassorbimento fino a 2/3 della pioggia caduta durante un temporale in un'ora (Dunnett and Kingsbury 2004, Mentens et al. 2005, VanWoert et al. 2005b). L'orto, inoltre, permette di riciclare la maggior parte dei rifiuti domestici organici che possono essere convertiti in compost e utilizzati come fertilizzanti naturali per il terreno.

Tramite azioni puntuali disseminate nella città e basate sull'auto-organizzazione, il progetto *Living Roofs* promuove capitale sociale e cultura del riuso; mette in gioco la solidarietà e la collaborazione di comunità urbane, che si troverebbero a coordinarsi intorno alla costruzione e manutenzione dell'orto; favorirebbe pratiche di innovazione sociale, facendo leva sulle conoscenze locali dei cittadini, sulle reti informali di scambio e solidarietà, sull'utilizzo reale degli spazi urbani.

Un sistema di orti urbani, infatti, collocati in contesti a fitta densità abitativa, permette di declinare il tema dell'agricoltura urbana secondo la logica del bisogno privato (il condominio che collettivamente ne trae benefici),

ma anche pubblico, se scalato prima sull'unità di quartiere e poi sull'intero tessuto urbano. Gli orti urbani messi a sistema, infatti, sono in grado di immettere nella distribuzione locale il surplus dei propri prodotti. In questa prospettiva i grandi distributori alimentari, che già lavorano alla promozione di modelli di consumo solidale, basati sulla cooperazione e il km0, possono svolgere un ruolo chiave. Nello specifico, il grande centro commerciale urbano può diventare l' *Hub* di connessione e riverbero delle esperienze puntuali, dando spazio sulla propria copertura a orti e coltivazioni in serra, secondo il modello della *Vertical Farm*. Da un punto di vista del sistema dei trasporti e della logistica, un orto su tetto di un supermercato può facilitare il riciclo degli scarti del reparto frutta&verdura, ottimizzando il sistema di approvvigionamento e il suo impatto nella rete della mobilità urbana. *Living Roofs* è un progetto scalabile per una strategia di adattamento urbano, che fa leva su un'idea di città volontaria che scambia competenze, promuove attività economiche innovative e sostenibili, e produce nuovo capitale sociale. Il progetto è in fase di sperimentazione nel Comune di Nichelino (Provincia di Torino), con il quale si sta studiando un intervento pilota da presentare al bando Europeo Life+ a Giugno 2013.

Bibliografia generale

Durhman A, Rowe DB, Ebert-May D, Rugh CL. (2004). Evaluation of crassulacean species on extensive green roofs. Paper presented at the Second Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show; 2–4 June 2004, Portland, Oregon.

Dr. Sam C. M. Hui, (2011), Green roof urban farming for buildings in high-density urban cities, Invited paper for the Hainan China World Green Roof Conference 2011 18-21 March 2011, Hainan (Haikuo, Boao and Sanya), China

Hui, S. C. M., (2009). Study of Thermal and Energy Performance of Green Roof Systems: Final Report, Department of Mechanical Engineering, The University of Hong Kong, Hong Kong.

Kisner, C., (2008). Green Roofs for Urban Food Security and Environmental Sustainability, Climate Institute, Washington, DC. (available at www.climate.org) Kortright, R., 2001. Evaluating the Potential of

Lim, Y. A. and Kishnani, N. T., (2010). Building integrated griculture: utilising rooftops for sustainable food crop cultivation in Singapore, *Journal of Green Building*, 5 (2): 105-113.

Mentens J, Raes D, Hermy M. (2005). Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? , In *Landscape and Urban Planning* 77: 21–226.

Oberndorfer E., Lundholm J., Bass B., Coffman R., Doshi H., (2007). Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services, in *Architetcural Science Publications and Research*, Digital Commons, Ryerson University,

Susca T., Gaffin S.R., Dell’Osso G.R. , (2011), Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs, *Environmental Pollution*, Vol 159, Issues 8/9, 2119-2126

Theodosiou, T.G, (2003), ‘Summer Period Analysis of the Performance of a Planted Roof as a Passive Cooling Technique.’ *Energy and Buildings*, 35

Urbis Limited, (2007). Study on Green Roof Application in Hong Kong, Final Report, Architectural Services Department, Hong Kong.

Wilson, A., (2009). Growing food locally: integrating agriculture into the built environment, *Environmental Building News*, Vol. 18, No. 2, February 1, 2009. (available at www.buildinggreen.com)

Su Oursecretgarden

www.oursecretgarden.biz blog dedicato al progetto con rassegna stampa degli articoli usciti dal 2010 ad oggi su

<http://www.youblisher.com/p/297822-Oursecretgarden-Rassegna-stampa/>

Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung, “Dachlandschaften gemeinschaftlich nutzbar”, p. 47

Mottura G., Bina Sforza Fogliani L., “I tetti verdi. 22 progetti, Maggioli Editore, Sant’Arcangelo di Romagna (RM), 2011

NOTE

¹ L'Unione Europea adotta nel 2009 il Libro Bianco "L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro di azione europeo" nel quale si stabiliscono i criteri condivisi per una strategia europea, esplicitata poi nel documento dell'Aprile 2013 intitolato "Strategia Europea di Adattamento ai Cambiamenti Climatici". Per saperne di più consultare il link http://ec.europa.eu/clima/news/articles/news_2013041601_en.htm

² La strategia si basa su 3 principali obiettivi: 1. Promuovere e supportare l'azione degli Stati Membri, invitandoli a sottoscrivere un impegno simile al Patto dei Sindaci del 2009; 2. Promuovere l'adattamento nei settori particolarmente vulnerabili facendo sì che l'Europa possa contare su infrastrutture più resilienti e promuovendo l'uso delle assicurazioni per la tutela contro le catastrofi; 3. Assicurare processi decisionali informati, colmando le lacune di conoscenze in fatto di adattamento e dando maggiore impulso alla piattaforma europea sull'adattamento ai cambiamenti climatici.
(International Center for Climate Governance, <http://www.iccgov.org/default.aspx?>).

³ "Il 10 febbraio 2009 a Bruxelles, la Città di Torino ha ufficialmente sottoscritto il Patto dei Sindaci (Covenant of Mayors), iniziativa su base volontaria per coinvolgere attivamente le città europee nel percorso verso la sostenibilità energetica ed ambientale con l'obiettivo di ridurre di oltre il 20% al 2020 le proprie emissioni di anidride carbonica (CO₂). Il 13 settembre 2010 il Consiglio Comunale ha approvato il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile della Città (TAPE – Turin Action Plan for Energy) con un target di riduzione delle emissioni di CO₂ di oltre il 40% al 2020, considerando il 1991 come anno di riferimento. Prendendo in considerazione i settori indicati dalla Commissione Europea, quali i trasporti (pubblici e privati), l'edilizia, il terziario (patrimonio municipale, terziario pubblico e privato, edilizia residenziale, illuminazione pubblica) e l'industria, al 2005 la Città di Torino è riuscita a ridurre del 18,7% le emissioni di CO₂. Ben 51 sono le azioni da attuare, ed in parte già attivate, volte a favorire il risparmio energetico, incrementare l'efficienza energetica ed il ricorso a fonti energetiche rinnovabili: ma per Torino il TAPE significherà anche minore spesa, stimata al 2020 in un risparmio di 787 milioni di euro all'anno solo di costi energetici. Inoltre con il TAPE la Città ha messo a sistema il patrimonio e le esperienze attuate negli anni, in particolare a partire dagli anni 90, come risposta alla crisi della "città fabbrica" e al tramonto del fordismo. L'obiettivo che la Città di Torino si è data per il 2020 rientra in un progetto più ampio che richiede una svolta culturale profonda ed il contributo di tutti coloro che vivono ed operano sul territorio cittadino: enti, istituzioni, imprese, associazioni, singoli cittadini. Torino intende divenire una "città intelligente" e si sta preparando per affrontare la sfida dell'iniziativa comunitaria "Smart City" anche attraverso la ridefinizione della propria struttura amministrativa con la costituzione della "Fondazione Torino Smart City per lo Sviluppo Sostenibile" un modello integrato e flessibile di finanziamento e gestione delle progettualità che accompagneranno il percorso strategico della Città. Si è inoltre avviata la costruzione di una vera e propria Piattaforma per Torino Smart City che, partendo dalle esperienze e dalle indicazioni che emergono dal TAPE, intende potenziare, collegare, implementare, sviluppare le linee di intervento del un nuovo piano strategico".
Tratto da <http://torinosmartcity.csi.it/comunicare/il-progetto.html>

⁴ Building-integrated agriculture (BIA) è la pratica di collocare coltivazioni in serra (high performance hydroponic greenhouse) sui tetti di edifici con sistemi di approvvigionamento energetico eco-sostenibili (solare termico, micro pale eoliche, etc.), così da sfruttare le sinergie tra l'ambiente costruito e l'agricoltura (Wikipedia.)

⁵ I Cool Roofs sono tetti che si scaldano poco, grazie ad un'elevata capacità di riflettere l'irradiazione solare incidente e, al contempo, di emettere energia termica nell'infrarosso. Essi possono fornire un'efficace soluzione al problema del surriscaldamento estivo dei singoli edifici e delle grandi aree urbane, e mitigano gli effetti dell'isola di calore.

INVARIANZA IDRAULICA E CONSUMO DI SUOLO: PROVE DI ZONIZZAZIONE PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO E L'ADATTAMENTO DEI PROCESSI DI PIANO IN ITALIA E GERMANIA

Laura Bassan - Dottore magistrale in Pianificazione della città e del territorio, Università IUAV di Venezia

Gianfranco Pozzer - Dottore magistrale in Pianificazione della città e del territorio, Università IUAV di Venezia

Il paper evidenzia come la mitigazione del rischio idraulico possa giocare un ruolo importante nelle strategie urbane di adattamento ai cambiamenti climatici. Evidenze empiriche confermano l'esistenza di una forte correlazione fra variazione e intensità delle precipitazioni nei bacini di appartenenza delle città e aumento delle componenti di rischio (pericolo, vulnerabilità ed esposizione). La significatività di queste evidenze, ed in particolare dei coefficienti di deflusso delle acque, è comunque relativa alla definizione contestuale di rischio. Ciò influenza anche il concetto di invarianza idraulica e il riconoscimento di questo fattore nella valutazione dei bilanci di consumo di suolo.

In aree-campione dei due contesti di riferimento (Italia e Germania), con l'ausilio di un apposito algoritmo spaziale, si sono stimati gli impatti cumulativi dell'urbanizzato sul sistema idraulico e perfezionate ipotesi di zonizzazione plausibili per aree a diversa vulnerabilità ed esposizione. La zonizzazione motiva le strategie di contenimento del consumo di suolo, orientandole ad una più generale messa in sicurezza.

Parole Chiave: invarianza idraulica, coefficienti di deflusso, zonizzazione, mitigazione, analisi dei rischi

Introduzione¹

Una pianificazione incrementale ha disegnato strutture urbane sparse che hanno esasperato il consumo di suolo (città diffusa), con perdite di funzionalità degli elementi territoriali che dovrebbero garantire servizi ecosistemici di regolazione del ciclo idrologico, riducendo la capacità di mitigare gli effetti negativi (aumento del rischio) derivanti dai cambiamenti climatici. I cambiamenti climatici e i relativi impatti raramente sono stati valutati in modo sistemico all'interno degli strumenti di piano. La loro considerazione è invece quanto mai necessaria per lo sviluppo di linee guida, buone pratiche e criteri di valutazione di sostenibilità e di impatto nella pianificazione urbanistica e territoriale.

In aree campione (Pianura padana e Germania nord orientale) l'elaborato verifica come e quanto l'impermeabilizzazione dei suoli influisca sul regime idraulico del territorio.

Con l'uso di un algoritmo spaziale, sviluppato in ambiente GIS, è stato possibile quantificare gli impatti cumulativi dell'urbanizzato sulla funzionalità del sistema idraulico, confrontando le variazioni di uso del suolo e dei rispettivi coefficienti di deflusso. I coefficienti di deflusso sono stati correlati al modello di uso del suolo e alle funzioni di direzione e di accumulo dell'acqua.

Gli impatti sono stati, quindi, "standardizzati" consentendo la generazione di una zonizzazione utile a riconoscere gradienti di criticità locale.

La zonizzazione che si ottiene può essere di supporto alle politiche di riqualificazione, tutela e sviluppo, sensibili al concetto di invarianza idraulica e alla gestione dei cambiamenti climatici.

2. UN ALGORITMO PER LA STIMA DEGLI IMPATTI: TEST SU ITALIA E GERMANIA

I test eseguiti in Italia e Germania evidenziano come diversi usi del suolo pesino in modo differente sull'assetto idraulico di un territorio e sulle componenti di rischio (vulnerabilità, esposizione e pericolo).

Attraverso l'applicazione della relazione (1) è possibile stimare l'impatto idrologico (ϕ_i) dell'urbanizzazione, nella unità spaziale "i" :

$$\phi_i = \left\{ \frac{[P \cdot F_u + P^\circ \cdot (F - F_u)]}{F} \right\}_i$$

essendo "P" il peso e "u" l'uso del suolo in "i",

in particolare:

P= coefficiente di deflusso associato ad aree impermeabili (0,9)²

P°= coefficiente di deflusso associato ad aree permeabili (0,2)

F= accumulo di flusso calcolato su modello digitale di elevazione SRTM

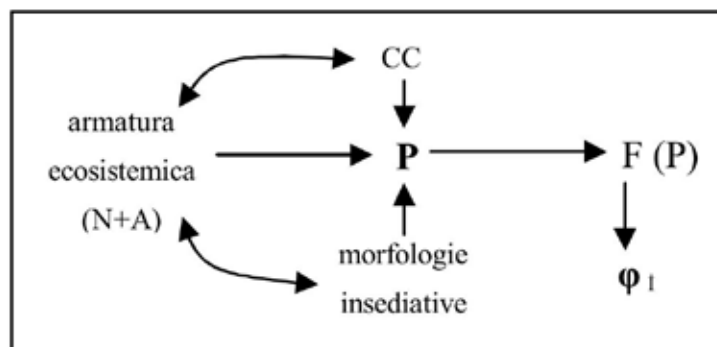
Fu= accumulo di flusso correlato all'uso del suolo CLC 2006 (boolean raster: costruito e verde).

Il valore che la relazione restituisce è la % di pioggia che si trasforma in deflusso superficiale, stimata a scala di bacino (range da 0,2 a 0,9)"

La stima di (P) è strategica e va calibrata tenendo conto di tre fattori: i caratteri morfotopologici dell'urbanizzato, l'armatura ecosistemica (naturale e artificiale), il clima e i suoi cambiamenti (CC).

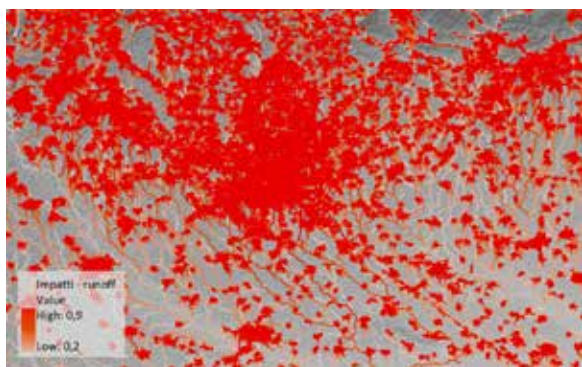
L'accumulo di flusso (F) influenzato da (P) restituisce gli impatti (ϕ_i) gravanti sul sistema idraulico nel territorio considerato.

I pesi possono essere ponderati con tecniche in grado di generare informazioni dettagliate (p.es. rilievo LIDAR; telerilevamento con sensori multispettrali; termomapping).

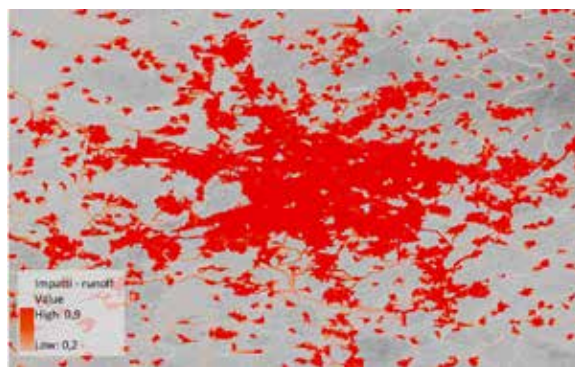


Logica di processo per il calcolo dell'impatto idrologico ϕ_i con N naturale e A artificiale

Con la procedura descritta è possibile testare come diverse morfologie urbane e scelte pianificatorie determinino impatti differenti.



1. Impatti sul sistema idraulico relativi all'uso del suolo per il Comune di Milano e il suo hinterland – anno 2006



2. Impatti sul sistema idraulico relativi all'uso del suolo per la città di Berlino e il suo hinterland – anno 2006

La tipologia di urbanizzazione tipica dell'area padana, definita "città diffusa" (fig. 1), date le caratteristiche dei distretti idrografici, provoca incrementi significativi degli impatti a causa del continuo aumento delle superfici impermeabilizzate a scapito delle aree drenanti.

Al contrario, in Germania nord-orientale (fig. 2) il differente impianto urbanistico, più compatto e meno dispersivo e le politiche anti-sprawl, hanno contribuito a ridurre gli effetti negativi dell'urbanizzato sul regime idraulico. Le ampie zone verdi derivanti dalla pianificazione della Grüngürtel, facilitano la non propagazione e quindi la mitigazione delle piene lungo il bacino.

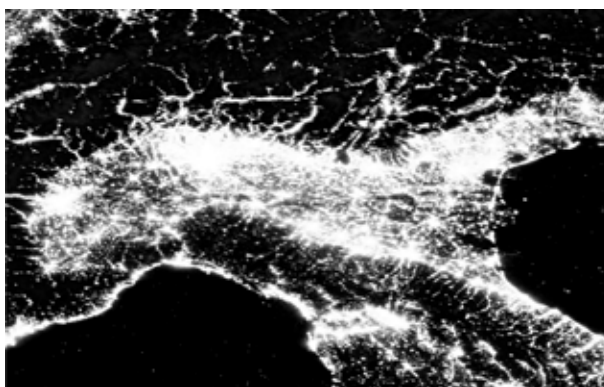
Attraverso una lettura delle Night Lights (figg. 3, 4, 5, 6) l'urbanizzazione diffusa può essere considerata come campo di misura degli impatti, e quindi del rischio.

Da un confronto delle due aree campione su un arco di tempo di vent'anni (1992 – 2012), si nota come il consumo di suolo più significativo sia avvenuto nel contesto italiano; mentre per il territorio tedesco sono ancora leggibili i segni di una netta distinzione fra città e campagna e una più evidente gerarchia degli impatti.

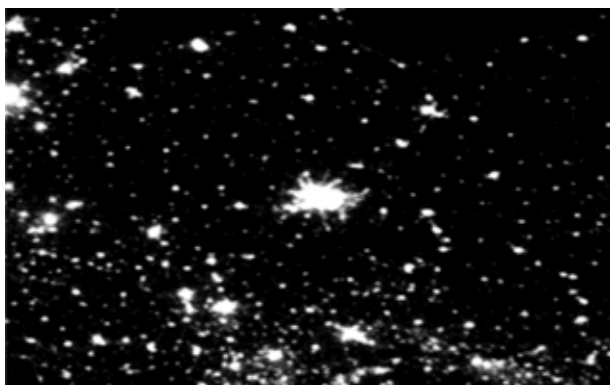
L'urbanizzazione genera non solo un aumento degli impatti, ma anche la frammentazione della armatura ecologica essenziale nel mitigare il rischio dovuto ai cambiamenti climatici e facilitare i processi di adattamento.



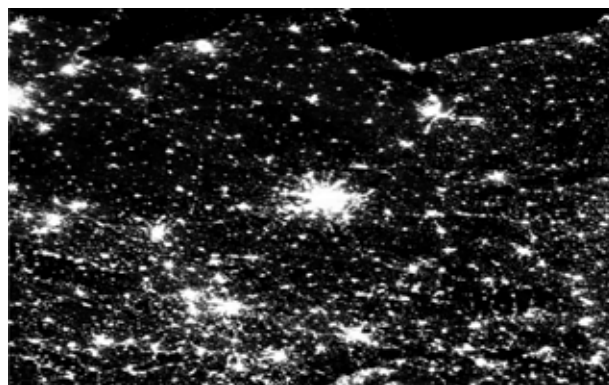
3. Night Lights, Italia Settentrionale – anno 1992



4. Night Lights, Italia Settentrionale – anno 2012



5. Night Lights, Germania nord-orientale – anno 1992



6. Night Lights, Germania nord-orientale – anno 2012

Partendo dalla relazione (1) è possibile ricavare un “indice di impatto relativo” (IM_i) che moltiplicato per la capacità d’invaso V di una superficie S_i prima della sua trasformazione (assenza di impatto), restituisce il volume da invasare (V_i in mc/ha), necessario per mitigare l’area urbanizzata ad invarianza idraulica.

L’indice IM_i è dato da:

$$IM_i = [(\varphi / f^0)^{(1/1-n)}]_i \quad (2)$$

dove:

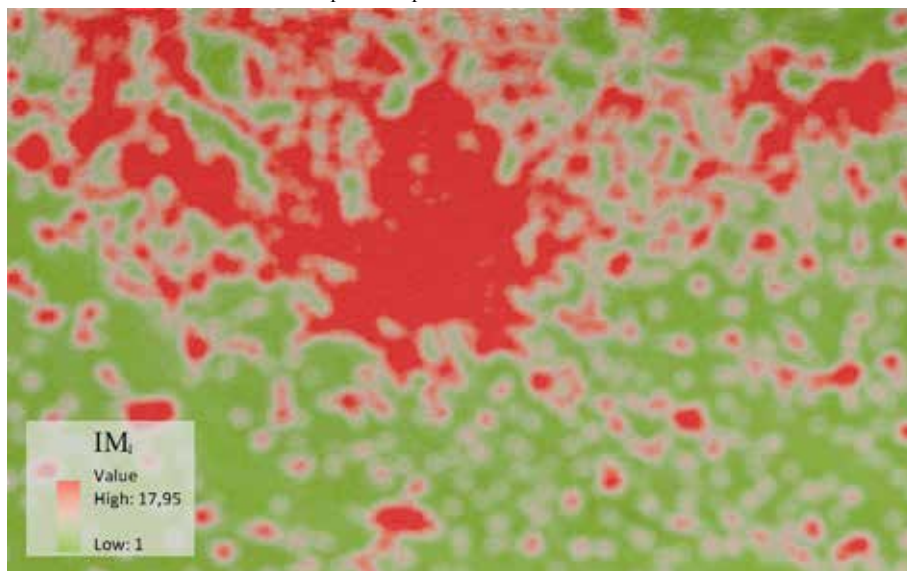
φ = impatti alla relazione (1)

f^0 = coefficiente di deflusso prima della trasformazione

$n = 0.48$, parametro della curva di possibilità pluviometrica inferiore all’ora e valido per tutti i tempi di ritorno.

Il volume da invasare sarà:

$$V_i = IM_i * V \quad (3)$$



7. Calcolo dell’indice di impatto relativo per il Comune di Milano e il suo hinterland

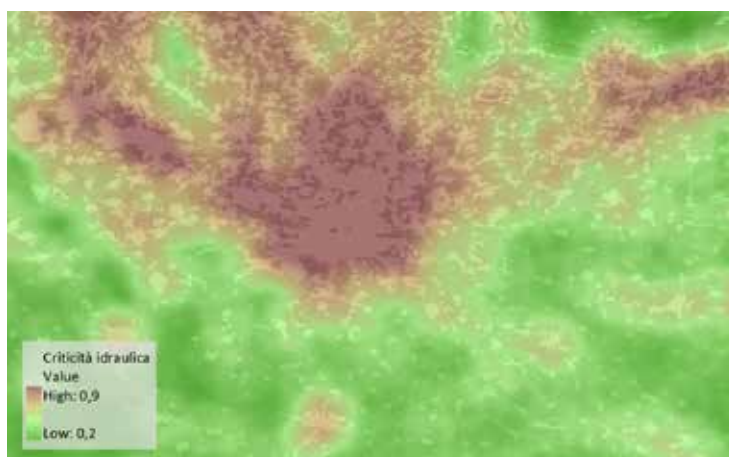
Il metodo, di aiuto nella redazione di piani urbanistici, consente di stimare gli invasi³ necessari per riportare la risposta idraulica del bacino alle condizioni originarie (prima degli impatti). La lettura complessiva del contesto (calcolo del pregresso) permette di governare le nuove trasformazioni di uso del suolo affinché queste non gravino sullo stato di salute idraulico del territorio (p.es. PRG di Cesena – Variante Generale 2000; Pistocchi, 2001).

4. IPOTESI DI ZONIZZAZIONE IN CHIAVE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

A partire dagli impatti al 2006 (figg. 1, 2), viene proposta una zonizzazione utile per l'individuazione di aree a rischio idraulico.

Il valore aggiunto delle nuove cartografie è dovuto alla specificità dei luoghi in cui potrebbero manifestarsi con una data probabilità eventuali criticità in caso di eventi pluviometrici di particolare intensità.

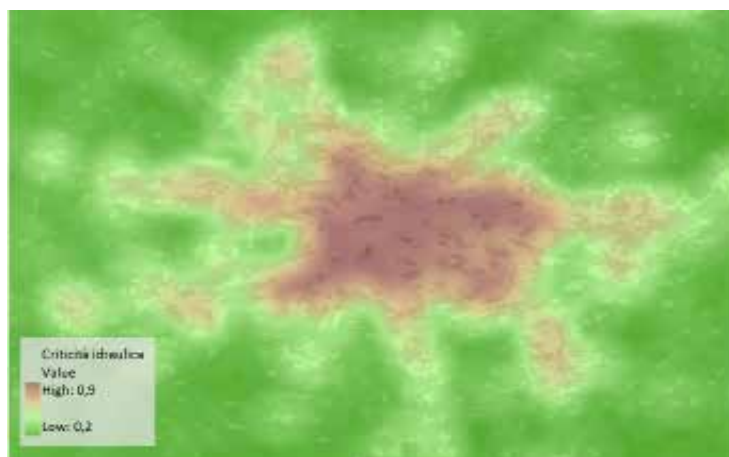
L'ipotesi è in grado di mostrare lo stato di salute di un territorio, per gestirne la messa in sicurezza e il contenimento del consumo di suolo.



8. Riclassificazione areale degli impatti: probabili criticità per il Comune di Milano e il suo hinterland

I risultati della riclassificazione evidenziano, per il modello italiano, una Milano (fig. 8) caratterizzata da elevati livelli di criticità idraulica, con conurbazione frammentata da aree limite e incline a livelli critici più alti nelle fasce di saldatura e/o di margine.

Al contrario, la zonizzazione tedesca evidenzia un'area berlinese (fig. 9) con parametri più contenuti, per un'espansione urbana più attenta al consumo di suolo.



9. Riclassificazione areale degli impatti: probabili criticità per la città di Berlino e il suo hinterland

5. CONCLUSIONI

I risultati consentono la lettura e l'interpretazione del territorio sotto il profilo del rischio idraulico.

Il metodo proposto fornisce informazioni sul deflusso superficiale a scala di bacino, pertanto il suo utilizzo permette di rappresentare condizioni areali.

La riclassificazione areale degli impatti permette di individuare gradienti di criticità locale consentendo un'agevole comprensione e un più efficiente utilizzo dei concetti di invarianza idraulica e rischio.

La zonizzazione può orientare le politiche e le strategie per il contenimento del consumo di suolo, vincolandole a soglie definite in aree a diversa criticità. Una sorta di principio di precauzione può condizionare in modo significativo procedure perequative e di trasferimento di crediti edilizi.

La cartografia aiuta a progettare e gestire dispositivi di monitoraggio per verificare nel continuo la funzionalità del sistema idraulico del territorio, e a pianificare misure di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Australian Government, Department of Climate Change and Energy Efficiency, Climate Change adaptation actions for local government, <http://www.climatechange.gov.au/what-you-can-do/local-government.aspx>, 2010.

Comune di Cesena., PRG – Variante Generale, 2000.

Bassan L., Pozzer G., Vincolo di invarianza idraulica e pianificazione del territorio: prove di zonizzazione in provincia di Vicenza, in *Acqua e Città 2011 – Pianificazione, Protezione e Gestione*, Atti del 4° Convegno Nazionale di Idraulica Urbana (Venezia, IUAV, Cà Tron e Tolentini, 21-24 giugno 2011), Milano, Centro Studi Idraulica Urbana, 2011, pp. 75-76.

Ingegnoli V., *Bionomia del paesaggio. L'ecologia del paesaggio biologico-integrata per la formazione di un "medico" dei sistemi ecologici*, Milano, Springer, 2011.

La Loggia G., Fontanazza C.M., Freni G., Notaro V., Olivieri E., Puleo V., *Urban drainage and sustainable cities: how to achieve flood resilient societies?* *Urban Water*, 2012, pp. 203-214.

Pistocchi A., *La valutazione idrologica dei piani urbanistici: un metodo semplificato per l'invarianza idraulica dei piani regolativi generali*, *Ingegneria Ambientale*, vol. XXX, n. 7/8, 2001, pp. 407-413.

Pistocchi A., Zani O., *L'invarianza idraulica delle trasformazioni urbanistiche: il metodo dell'Autorità dei bacini regionali romagnoli* in *Atti XXIX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche*, Trento, vol. 3, 2004, pp. 107-114.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), *Land-Use Scenarios: National-Scale Housing-Density Scenarios Consistent with Climate Change Storylines*, <http://www.epa.gov/ncea>, 2009.

Wilby R.L. and Dessai S., *Robust adaptation to climate change*, *Weather*, 65, 2010, pp. 180-185.

Wilby R.L. and Keenan R., *Adapting to flood risk under climate change*, *Progress in Physical Geography*, 36, 2012, pp. 349-379.

Wilson E., *Adapting to Climate Change at the Local Level: The Spatial Planning Response*, in *Local Environment*, 11: 6, 2006, pp. 609-625.

RIFERIMENTI ICONOGRAFICI

Figura	Fonte
1, 2, 3, 7, 8, 9	Elaborazione degli autori
3, 4,	National Geophysical Data Center (NOAA)
5, 6	NASA – Earth Observatory

NOTE

¹ Università IUAV di Venezia, ex Facoltà di Pianificazione del territorio, Santa Croce 1957 Ca' Tron 30135 – Venezia. Rielaborazioni e approfondimenti a partire da tesi di Laurea specialistica in Pianificazione della città e del territorio, 2011 (relatori: proff. Antonio Rusconi e Domenico Patassini)

² Per la stima dei coefficienti di deflusso sull'intero range si veda l'allegato A della Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009 "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche"

³ Gli invasi sono considerati opere di urbanizzazione primaria e i loro costi finanziari ed economici stimabili sulla base di progetti operativi

LAND TAKE AND CLIMATE CHANGE: RELATIONS AND POSSIBLE ADAPTATION

Stefano Salata - *Dipartimento di Architettura e Studi Urbani (DAStU) del Politecnico di Milano*

Ciro Gardi - *European Commission - DG JRC, Institute for Environment & Sustainability (IES), Land Resources Management Unit*

It is quite accepted that metropolitan areas are the main producer of greenhouse gas emission and they are an important cause of climate change. In terms of energy consumption, emission and waste production, metropolitan areas are studied as a problem to solve in order to achieve a progressive adaptation. Work on extreme heat events in large cities find relations in these events and a general reduction of regional forest land cover associated with an expansion of sealed areas (Stone et. Al, 2010). It is well known that soil sealing is also causing an alteration of the energy budget of the surfaces (Gardi et al., 2007), due to the variations in albedo and in the latent heat dissipated by evapotranspiration, causing the effect of Urban Heat Islands.

In a context of global population growth the management of metropolitan areas in terms of land use control (as limitation of the land take for new settlements) and compensation (as measure for open spaces natural requalification) became necessary for the mitigation of climate change effects. Land use change is not a recent phenomenon, but the recent rate of change has been more rapid than at any other time in human history due to ever expanding technological capacity to transform the land surface (Rounsevell and Reay, 2009). Fluxes of greenhouse gases occur between land and atmosphere through carbon and nitrogen cycles and the possibility to use vegetation and soils as carbon stores (Freibauer et al., 2004) is an opportunity for the achievement of climate change mitigation strategy through land management.

However, urbanization is blamed for greenhouse gas emission and climate change in general, but the reality is more complex. An article of David Satterthwaite (2009) argue how human induced greenhouse gas emis-

sions are not caused by growth in general, but by specific human activities of specific "people" which request a high rate of consumption for energy, fuel and goods in general (Satterthwaite, 2009). For example rural lifestyle in European metropolitan areas request a high account for private automobile use or high levels of air travel of consumption lifestyles in general; but in low income nations, as Delhi metropolitan area, even in a general trend of urban population growth, the emission per person is low or nothing at all when low income household use transport models without gas emission. A part of world's population has incomes and consumption levels that are low and they have to be not accounted as responsible for greenhouse gas increase and consequently for climate change effect.

density

Recent approach on land take assumes as central questions some rhetoric paradigms as "zero consumption" or "de-growth" which seem to be the only ways to face with land take and soil sealing in general. But environmental sustainability of land use changes is not related only with a partial vision of concepts as "growth" or "de-growth", but in a wide changing social and demographic context which require a territorial contextualization.

The keydriver for future sustainable land use management is density. Physical density inside cities, but also social density as condition of collective lifestyle; density as changing human condition, engaging, attractive, able to influence individual behavior (Castriganò, 2004).

Land take is one of the main issue of future management of metropolitan areas. It is an important driver of local and global warming

for climate change and it affect different environmental problems (Brenna, 2012). Special guidelines for its limitation are recently underpinned by the Guidelines on how to limit, mitigate and compensate for soil sealing (European Commission, SWD(2012) 101, 12 April 2012) with a specific assessment on the drivers, the effects and the possible approach on it limitation, mitigation or compensation measures.

It is the increase of family, rather than population, the variable which is directly related with the land take trend (Salata, 2012). In the recent Rapporto 2012 sul consumo di suolo there is a clear linear comparison between the growth of families and the growth of new sealed areas for urbanization: the driver of land take is the augment of families which requires space for housing, infrastructure, food etc. At least the question is: are we ready to really diminish the level of consumption and to assume density as the main paradigm of social development?

land take: the Spanish context and the Italian one

Analysis and control of land use change between two temporal threshold is a normal activity for provide environmental evaluation on possible effects and possible compensation measures. Regional measures of land use change are progressively diffused and adopted in European context, and it is possible to compare transformation between different territorial areas with a certain precision. Some advanced experiences provides an annual baseline for greenhouse gas emission starting from the observation of a land use database with good accuracy (Feliciano et al, 2013). That's why a precise land take accounting is necessary for future limitation, mitigation or compensation of land take.

A comparative evaluation of land use change will be provided for the metropolitan area of Barcelona and the metropolitan area of Milan. A dramatic land take assessment is reported and relative effects on climate change can be easily estimated in future as well.

table 1 - land use change in Catalonia from *Ocupació del sòl a Catalunya: 3a edició del Mapa de Cobertes (MCSC-3)*

land cover	2000 (ha)	%	2005 (ha)	%	difference (ha)	%
urban areas	62.386	19,2	71.175	22,0	8.788	14,1
agriculture	67.101	20,7	61.741	19,0	-5.360	-8,0
forest	194.370	59,9	190.895	58,8	-3.474	-1,8
water	506	0,2	552	0,2	46,4	9,1

As it is showed in the table 1 only in Catalonia land take has occurred covering more than 8.700 hectares of agricultural and natural soils (+ 14%). In the same period a high loss of agricultural soil is occurred: more than 5.000 hectares of agricultural soil have been

lost (-8%).

The speed of land take in Catalunya is equal to 1.757 hectares per year (2,5 m2 for inhabitant per year). In the same period population increase of 626.565 inhabitants (+ 10,1%).

table 2 - land use change in Provinces of Milan, Monza e Brianza and Varese from *Destinazione d'uso dei suoli agricoli e forestali (DUSAF)*

land cover	1999 (ha)	%	2007 (ha)	%	difference (ha)	%
urban areas	109.855	34,5	118.960	37,4	9.105	8,3
agriculture	122.685	38,6	114.886	36,1	-7.799	-6,4
forest	71.900	22,6	70.562	22,2	-1.338	-1,9
water	13.726	4,3	13.758	4,3	32	0,2

As it is showed in the table 2 only in the three selected Provinces land take has occurred covering more than 9.100 hectares (+ 8%) of mostly agricultural and, for a minimum part, natural soils. In the same period a high loss of agricultural soil is occurred: about 7.800

hectares of agricultural soil (-6%).

The speed of land take in Milan metropolitan area is equal to 1.138 hectares per year (2,3 m2 for inhabitant per year). In the same period population increase of 261.767 inhabitants (+ 5,8%).

Both case demonstrates that agricultural soil is highly affected by urbanization process. Independently by a deeper assessment useful to evaluate which is the morphology of this urban expansion (dispersed, diffuse, sprawled, fragmented etc.), an important impact in terms of carbon sequestration and an equivalent impact in terms of CO₂ emissions is generated, with a loss of equivalent ecosystem service production (Daily, 1997) and the effect on greenhouse gas emission could be disproportionately large (Rounsevell and Reay, 2009).

Focusing on the paradigm of density a double challenge has to be pursued to mitigate climate change: the introduction of special measures (morphological and fiscal) for reduce the increase of artificial surfaces, and the introduction of "compensative" measures of rural and peri-urban land use management. In fact, while the source of greenhouse gas are urban areas, the sink areas are the large amount of agricultural and natural land. The largest opportunity for greenhouse gas reduction is given by management of open spaces: cropland and grazing land management, organic soil management, land restoration, livestock and manure management and bioenergy production (Rounsevell and Reay, 2009); in general from the promotion of practices which increase carbon inputs to soil or carbon storage.

Proposals

Recent advancement on land take management are expressed by the proposal for a legislative reform of territorial government in Switzerland (SG – DATEC, 2013). The federal legislative reform is aimed to regulate the intensive construction activity through the introduction of new fiscal measures and a general review of competences.

The legislative reform is focused on the reduction of expansion and dispersion of new settlements, using a general paradigm of density as the main target of the law. In four points the Swiss legislative reform can be synthesized:

the reduction of the plan perspective in 15 years rather than 50 years;

the impossibility to have a building permission in agricultural land;

the institutionalization of the cancellation of overestimated transformation;

the introduction of a federal feed for land take useful for private restoration in case of cancellation of transformation.

If legislative reforms are mainly settled for achieve a control of urban growth and the limitation of soil sealing, special policy for rural land use management have to be assessed in any strategy of reduction of greenhouse gas emission and climate change mitigation. Forestry can contribute to climate change mitigation through the reduction of atmospheric CO₂ by carbon uptake in growing forest biomass, forest vegetation and soil, while agricultural activities are contributors of CO₂, CH₄ and N₂O emissions (Cloy et. al. 2012); an emission reduction from rural land need to be take in account.

For example using an ecosystem service evaluation to perform the best land use allocation for rural soil can help to introduce new information for planners and decision makers. A simple measure of biological control of insects and pests in arable field, can be realized creating non-cultivated buffer strips along field margins. These measures can strongly influence the provisioning of biological control agents of insects and pests (Ostman et. al. 2001), help preventing surface water contamination, reduce the costs of pesticide application and improve the naturalistic and protective function of soils, with a little reduction in productivity.

A future use of rural areas as sink for carbon sequestration of large metropolitan areas achieving a climate mitigation strategy will bring to light the possible conflicts and trade – off in the allocation of ecosystem service of soils, maybe augmenting an integrative vision of urban and agricultural soils.

CLIMATE CHANGE AND URBAN PLANNING: A CHALLENGE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Alessandra Fidanza - Architect-Urban Planner - Senior Adviser IMELS -
alessandra.fidanza@gmail.com

Urban areas and their immediate surroundings are widely acknowledged to be, on the whole, among the major contributors to GHG emissions responsible for climate change, as well as the place where the effects of climate change are most strongly perceived by the population.

While urban areas will generally experience the same exposures to climate as their surrounding regions, the urban setting — its form and socioeconomic activity — can alter exposures as well as impacts at the local scale. Built-up areas in the cities create unique microclimates due to the replacement of natural vegetation with artificial surfaces. This affects air temperature, wind direction and precipitation patterns, amongst others.

Climate change will affect all of these components, exacerbating some of them and lessening others. For this reason it is important to include the management of climate change impacts into the notion of “sustainability” (EEA, 2012).

In order to respond to new challenges and threats posed by the changing climate, territories and especially urban areas need to be addressed by “sustainable” plans and programmes.

There are many ways to describe the notion of “sustainability”, when this is related to urban contexts: social and economic sustainability of development models and urban patterns, sustainability balance of anthropization vs. conservation of natural environment, eco-friendly architecture and infrastructures, etc.

Currently, it is indubitable that sustainability embraces additional factors that embrace all the relevant aspects of climate change and energy in urban environments.

It has to be highlighted that, according also to the United Nations¹, the world is facing a very rapid process of urbanization, therefore the importance of making urban areas the target of the widest strategies for tackling clima-

te changes and promoting large scale energy efficiency becomes easily understood.

Climate and energy-related concerns must be the core of spatial transformations and urban/territorial planning: vibrant and livable cities rely upon harmonious development patterns, and may lead to the low carbon society, foreseen since the 2008 Japanese G8 Presidency.

Urban planning must respond to these challenges also by involving citizens in a new concept of economic development and environment-friendly lifestyle, in order to achieve, especially on a local level, the goals of both energy efficiency and climate change adaptation/mitigation: a sound urban design plays a key role even in the minimization of climate-related risks for human settlements. If Planning is in general the framework for development, especially on a local level it is the means to ground strategic decisions and to turn them into concrete actions.

When addressing “sustainable” urban planning we refer to the set up of a general “sustainability framework”, where many sectors are involved at different scales, all aiming at a green growth: “policies, investments and spending towards clean technologies, renewable energies, water services, green transportation, waste management, green buildings and sustainable agriculture and forests” (UN-GEI).

Therefore sustainable urban planning planning has to urgently consider climate changes impacts.

urban planning must include climate change adaptation and mitigation measures to act as sound sustainable planning.

Adaptation comprises all spontaneous responses and planned action taken to cope with the impacts of, or reduce vulnerability to, a changing climate, while mitigation refers to efforts to reduce or prevent emission of greenhouse gases.

Assessments of climate change impacts and

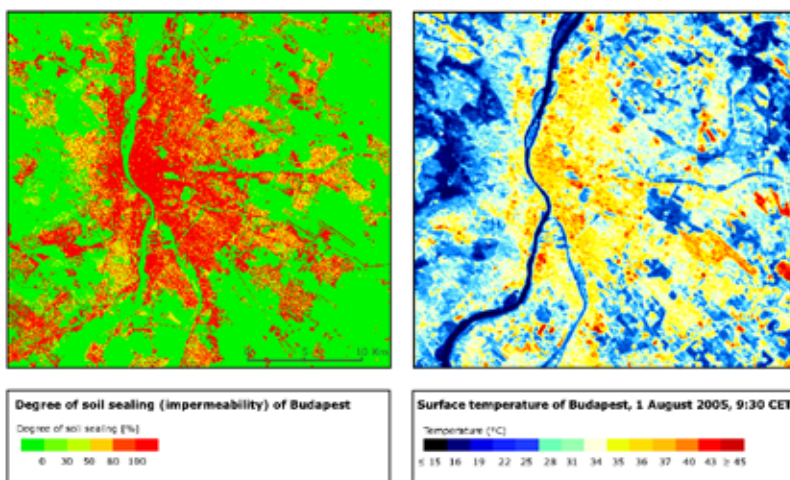
vulnerability have highlighted the fact that that European countries are vulnerable to the effects of climate change and require adaptive action (EEA, 2008).

Adaptation is needed to tackle current problems or anticipate possible future changes, with the aim of reducing risk and damage cost-effectively, and perhaps even exploiting potential benefits. A combination of adaptation and mitigation measures can reduce the risks associated with climate change.

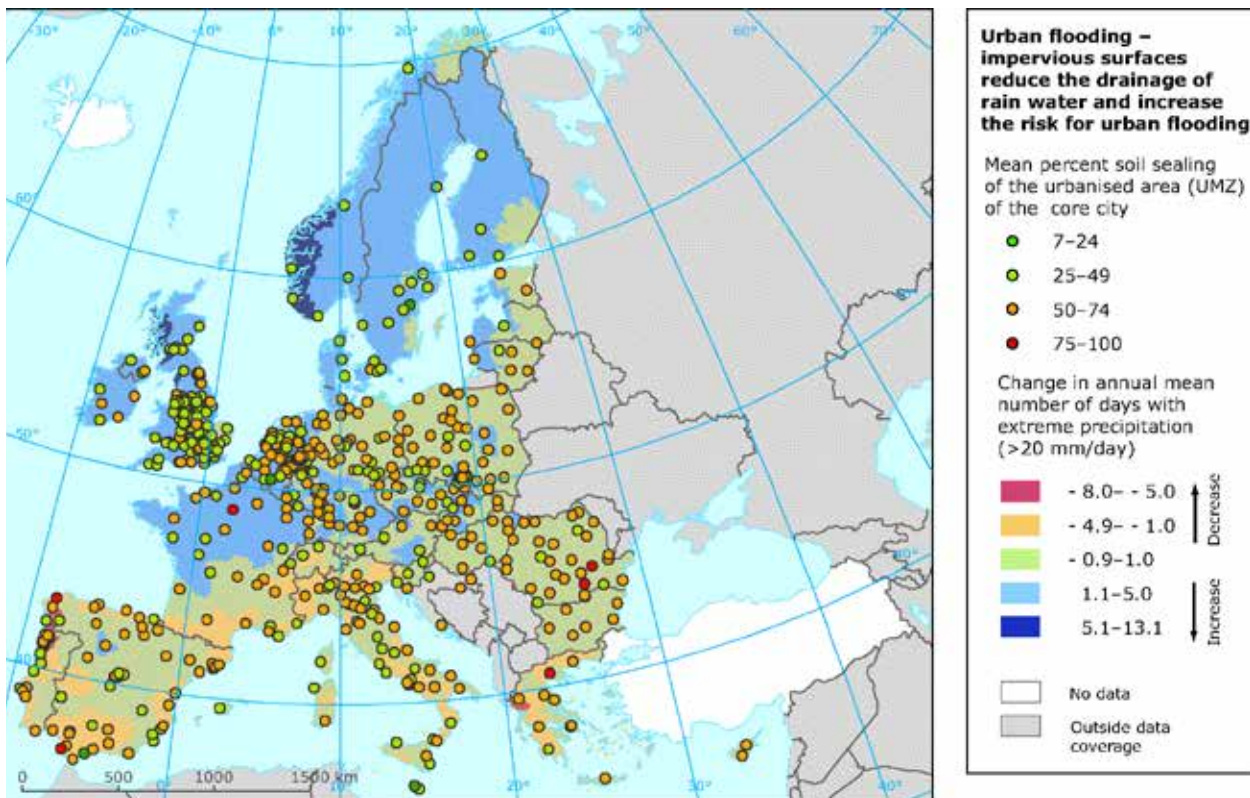
From this point of view, the management of urban morphology is crucial: for instance, the correct alternation between built volumes and open spaces directly affects the microclimate

of a city, and therefore it may influence the rational (or "irrational") use of energy, and the ways urban spaces are used by the population.

When green areas and permeable zones are converted into "urban" areas, a direct climate alteration can be observed, apart from the immediate changes in landscape and biodiversity. The images below show the direct relationship between the degree of soil sealing and temperature in an urban area (Budapest, Hungary), and the interaction between soil sealing and urban floods in Europe (EEA 2012).



Degree of soil sealing (left) and observed surface temperature (right) in Budapest, Hungary, EEA 2012



Soil sealing and urban flooding (EEA 2012)

In Europe, several examples of integration of mitigation and adaptation measures into urban planning may be cited. One of the most significant is Stuttgart's climate planning strategy, that integrates also the urban heat island management.

The city of Stuttgart is designed to "exploit" natural wind patterns and dense vegetation to actively help the city to reduce its problems of overheating and air pollution. "At night, cool air sweeps down from the surrounding hills and runs through a series of 'ventilation-corridors' which have been kept open as wide, tree-flanked arteries within the city's street infrastructure" (EEA, 2012).

In general, every urban area needs to choose the best solutions tailored on its peculiar environmental conditions. Therefore it is needed a strategic planning vision that may include several single actions to adopt according to local environments.

The European Environment Agency (EEA) released in 2012 the Report "Urban adaptation to climate change in Europe" where it is stated that "to be successful and effective, adaptation planning for urban areas should be systematic and follow a logical process. This report follows the 'one step at a time' approach to adaptation planning which is derived from the United Kingdom Climate Impacts Programme's (UKCIP) adaptation wizard and used in the European climate adaptation platform CLIMATE-ADAPT (EEA and EC, 2012). The steps are based on a policy cycle, highlighting that climate change adaptation is an iterative process", and are illustrated in the following image.



EEA - Urban adaptation to climate change in Europe, 2012

It would be very useful to integrate this process into the elaboration of urban plans. This could be done using the tools of environmental assessment.

Through the application of Strategic Environmental Assessment (SEA) it is possible to effectively ground high-level sustainability policies and choices down to the local level, where there is a direct and actual interaction with human lifestyles and consequent population wellbeing.

From this particular point of view, SEA is considered a support tool, sufficiently flexible to be adapted to a wide range of planning circumstances.

The application of SEA criteria may lead to an overall benefit in the effectiveness of urban plans and programmes.

According to the OECD², SEA can "improve decision making <...> and development outcomes by:

1. Supporting the integration of environment and development.
2. Providing environmental-based evidence to support informed decisions.
3. Improving the identification of new opportunities.
4. Preventing costly mistakes.
5. Building public engagement in decision making for improved governance.
6. Facilitating transboundary co-operation".

Basing the conception of plans and programmes upon a set of objectives and related evaluation criteria, it is possible to make climate change and energy efficiency the core of the development of local actions.

SEA thus becomes the coherence framework in which every action finds its place in a more comprehensive sustainability strategy. Through the application of EA techniques for the definition of localized strategies, SEA can perform as a tool of sustainability.

Conversely, when addressing climate changes and energy efficiency in Europe, it is always more urgent to implement strategies and plans for the recovery of previously developed lands, brownfields or even entire parts of cities suffering from a high level of degradation, rather than thinking about entirely new urban settlements.

Planning must respond to new requirements to tackle climate changes and in general to integrate environmental considerations into planning for urban areas. Well-conceived urban settlements and integrated relational systems, for instance, may optimize the mobility-demand, reduce GHG emissions from human settlements and, with the adoption of an overall sustainable land management, may even improve human health through a clever “new” urban design. Energy efficiency on the large scale, not only in association with the housing sector (in Europe, see Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings), must be a part, along with climate changes, of a “new” sustainable urban planning.

In order to make energy efficiency and climate changes more relevant to urban planning in Europe, plans should then include adaptation and mitigation measures.

Basing upon the tools already in use in Europe, such as SEA and SEAP, sustainable urban planning would benefit from an integration between them inside the planning process. Every adaptation and mitigation measure for urban areas should therefore find their framework in a sound sustainable urban planning, assisted by an EA approach.

The EA approach helps this process by integrating specific objectives into the planning framework, and also supporting the systematic involvement of stakeholders during the entire planning process (thus augmenting the level of public-consciousness on development strategies).

“The participation of various stakeholders in urban planning is seen as key to success: governments at the national level can create the overall framework or environment for action, whereas local authorities can focus on the more concrete planning of mass transport and develop a strategy towards sustainable cities. The private sector can provide new technologies and products or services to urban areas”³.

When a SEA process is established, it is possible to set the sustainability and feasibility framework for plans hosting, for instance, large scale requalification and renewal interventions, where the single low-carbon or zero-emission building, both public and private, may benefit from a pre-sustainability assessment made at the planning level, and become part of a thoroughly sustainable design.

The EA approach to planning assists in the simultaneous consideration and assessment of many issues related to climate change and energy efficiency at the local level, and contributes to creating an integrated vision, covering the various aspects –such as housing, infrastructures, transport networks and their sub-systems, etc.- that must inform urban as well as rural sustainable development strategies, and their mutual relationships.

SEA helps to consider all these aspects during the preparation of a plan and, especially for urban plans, as it includes also participation processes, it may be the strongest means to effectively make climate change and energy the major pillars for sustainable urban planning.

NOTE

¹ UN-HABITAT's Global Urban Indicators database, Population in urban areas (% of total population) indicator, which, for instance, foresees a huge growth of population by 2030 (source: UN-Habitat website, last accessed, January 2010).

² Applying Strategic Environmental Assessment, GOOD PRACTICE GUIDANCE FOR DEVELOPMENT CO-OPERATION, DAC Guidelines and Reference Series, OECD 2006

³ UNFCCC, SUBSIDIARY BODY FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL ADVICE Twenty-seventh session Bali, 3–11 December 2007

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Bibliography

Brenna, S., (2012), *Effetti ambientali del consumo di suolo, Rapporto 2012, CRCS a cura di*, pp. 28 – 33.

Castriganò, M., (2004), *La città degli individui*, Franco Angeli, Milano

Castriganò, M., (2008), *Sostenibilità, densità e sviluppo urbano*, in *Sociologia urbana e rurale*, n.85

Cloy, M.J., Rees, R.M., Smith, K.A., Goulding, K., Smith, P., Waterhouse, A., Chadwick, D., (2012), *Impacts of agriculture upon greenhouse gas budgets*. In: Hester, R.E., Harrison, R.M. (Eds.), *Environmental Impacts of Modern Agriculture. Issues in Environmental Science and Technology*, vol. 34. Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp. 57–82.

Daily, G.C., (1997), *Introduction: what are ecosystem services?* In: Daily G.C., editor. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*, Washington D.C: Island Press; P. 1–10.

European Commission CE, (2012), *Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing*, COM(2012) 101 final/2, Luxembourg

Freibauer, A., Rounsevell, M.D.A., Smith, P., Verhagen, J., (2004), *Carbon Sequestration in European Agricultural Soils in Geoderma*, 122 (1), 1–23.

Feliciano, D., Slee, B., Hunter, C., Smith, P., (2013), *Estimating the contribution of rural land uses to greenhouse gas emissions: A case study of North East Scotland*, in *Environmental science policy*, n. 25, pp. 36 – 49.

Gardi C., Dall'Olio N., Cavallo M.C. (2007). *Urbanization Process and Variation of Energy Budget of Land Surfaces*. *Italian Journal of Agronomy*, 2: 119-125

Hasse J. E., Lathrop R. G., (2003), *Land resource impact indicators of urban sprawl in Applied Geography* n. 23, pp. 159–175

Ibanez, J., Burriel, J.A., (2010), *Ocupació del sòl a Catalunya: 3a edició del Mapa de Cobertes (MCSC-3)*, Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF).

Ostman O, Ekbom B, Bengtsson J., (2001), *Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control in Basic and Applied Ecology* n. 2: 365-371.

Rounsevell, M.D.A., Reay, D.S., (2009), *Land use and climate change in UK*, in *Land Use Policy*, 26S, pp 160 – 169

Salata, S., (2012), *Introduzione ai dati sul consumo di suolo, Rapporto 2012, CRCS a cura di*, pp. 43 – 47.

Salata, S., (2012), *Il consumo di suolo nella Provincia di Milano, Rapporto 2012, CRCS a cura di*, pp. 65 – 134.

Satterthwaite, D., (2009), *The implications of population growth and urbanization for climate change in Environment and Urbanization*, pp 545 – 567.

Segreteria generale SG – DATEC, (2013), *Scheda informativa. Revisione della legge sulla pianificazione del territorio*, Confederazione Svizzera.

Stone, B., Hess, J.J., Frumkin, H., (2010), *Urban form and extreme heat events: are sprawling cities more vulnerable to climate change than compact cities?* In *Environ. Health Perspect*, 118, 1425.

L'ISOLA DI CALORE URBANA: STRATEGIE PASSIVE DI MITIGAZIONE

Filippo Spinazzè

Introduzione

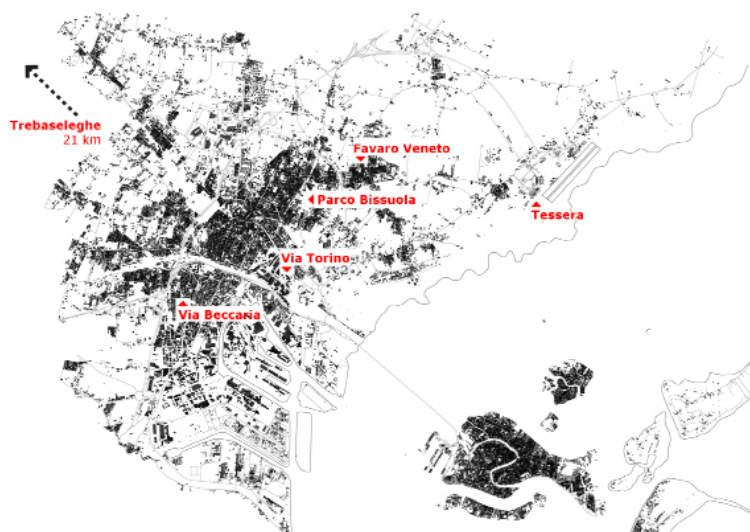
Un recente rapporto presentato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA espone che il Veneto si posiziona al secondo posto nella classifica delle regioni con i più alti tassi di costruzione. In particolare nella zona di Venezia dal 1994 al 2006 la perdita di terreni rurali ammonta a 24,00 km² [1]. Com'è noto in letteratura le condizioni climatiche in un contesto urbano sono molto diverse dall'ambiente rurale circostante. Ciò è dovuto al fatto che le aree urbane sono caratterizzate da edifici, strade e superfici pavimentate che assorbono gran parte della radiazione solare durante il giorno, raggiungendo temperature di 10-40°C superiori alla temperatura dell'aria, provocandone così il surriscaldamento.[2] Tale fenomeno prende il nome di isola di calore urbana, ed è attribuibile a molte differenze fisiche tra aree urbane e rurali, quali ad esempio la maggiore inerzia termica delle superfici, il basso coefficiente di albedo, il basso fattore di vista con il cielo, la bassa evaporazione dell'acqua dal terreno e i maggiori ostacoli al flusso del vento [3]. Le cause dell'aumento della temperatura nel contesto urbano, possono però andare anche al di là delle caratteristiche fisiche del suolo e derivare da una sorgente di calore aggiuntiva denominata calore antropico, ossia il calore derivante dalle attività umane e dai consumi che esse comportano.

Il fenomeno dell'isola di calore atmosferica potrebbe essere ridotto o inesistente durante il giorno, ma sicuramente risulta essere più intenso durante la notte o prima dell'alba con picchi di intensità di 7-12°C [3]. Tali escursioni termiche possono causare una serie di disagi sia legati alla salute umana che per l'aumento dei consumi energetici con conseguenti black-out. Per mitigare il fenomeno dell'isola di calore sono stati condotti diversi studi [ad esempio 4,5,6]. La maggior parte di questi mira ad intervenire sulle caratteristiche della copertura urbana mediante l'inserimento di superfici permeabili, che hanno la caratteristica di aumentare il raffreddamento per evapotraspirazione [7], e intervenendo sul coefficiente di albedo dei materiali, ossia sulla capacità di questi, di riflettere la radiazione solare [8,9].

Lo scopo di questo studio è quello di esaminare l'effettiva entità del fenomeno dell'isola di calore urbana nel contesto urbano di Mestre, mediante l'analisi dei dati climatici raccolti da una serie di stazioni meteorologiche e valutare e quantificare i benefici delle diverse strategie di mitigazione, mediante simulazioni condotte utilizzando il software ENVI-met v3.1 [10,11,12].

STUDI SPERIMENTALI DELL'ISOLA DI CALORE URBANA

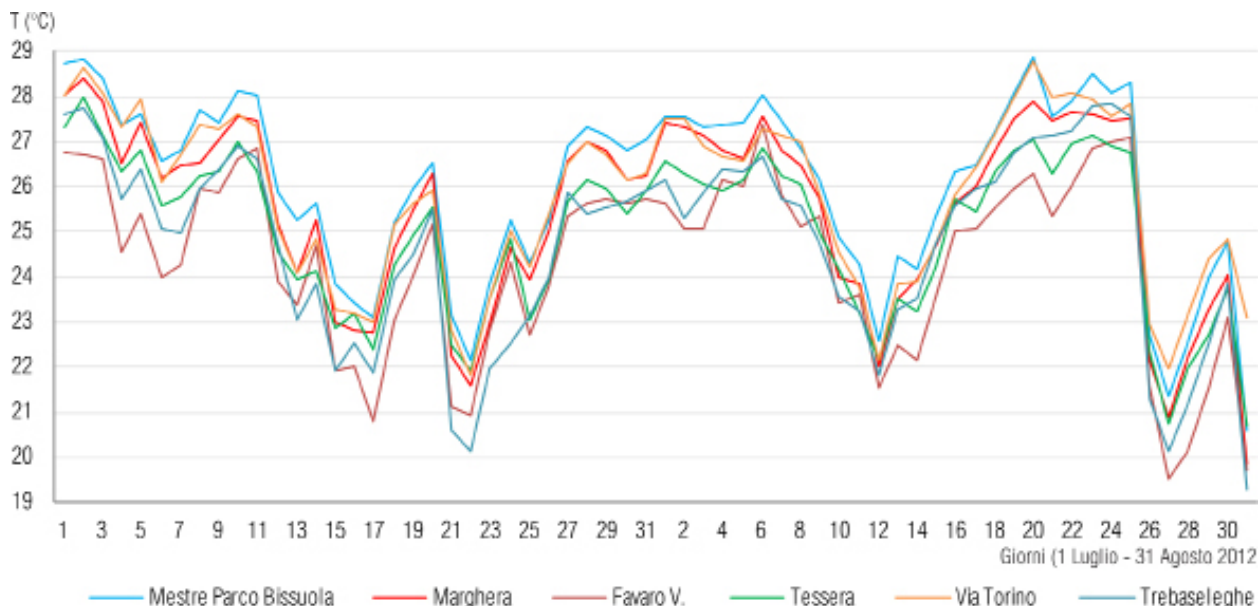
Mestre (45,49 ° N, 12,24 ° E) con i suoi 176.000 abitanti, è una città di media grandezza situata ad un'altitudine di 4 metri sul livello del mare. A sud-est è limitata dalla laguna, mentre nella parte nord e nord-ovest il limite è dato da una serie di centri periferici come Carpenedo, Zelarino e Chirignago. Per quanto riguarda la parte meridionale, il confine è dato dal Canale Industriale Nord di Porto Marghera.



In questa prima parte dello studio vengono osservati i comportamenti della temperatura dell'aria al fine di valutare la presenza e l'entità del fenomeno dell'isola di calore. Le rilevazioni meteorologiche in analisi, riguardano un periodo che va dal 1 luglio al 31 agosto 2012 e sono state ottenute da sei stazioni (di proprietà di Arpa Veneto: l'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto e dell'Aeronautica Militare) dislocate sia in aree urbane che periferiche di Mestre.

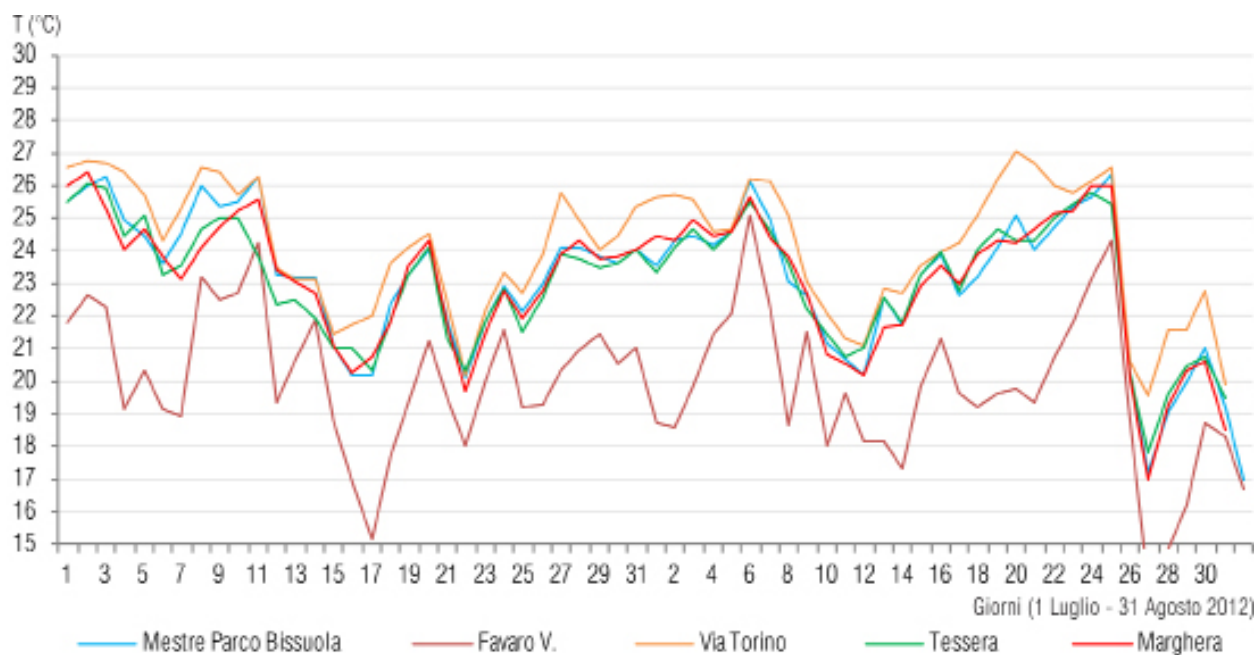
Localizzazione centraline di Mestre

Considerando l'andamento delle temperature medie giornaliere, possiamo notare come questo sia pressoché simile per tutti i siti, e in particolare, come le centraline posizionate in aree più antropizzate (Mestre Parco Bissuola, Via Torino e Marghera) facciano registrare temperature lievemente maggiori rispetto quelle posizionate in aree periferiche (Tessa, Favaro Veneto e Trebaseleghe).



Temperature medie giornaliere 1 Luglio-31 Agosto 2012.

Come noto in letteratura, il fenomeno dell'isola di calore ha però maggiore intensità nelle ore notturne [3] e di conseguenza l'analisi delle temperature medie si è focalizzata nell'intervallo orario tra le 21:00 e le 03:00. In queste circostanze si può notare come la differenza di temperatura massima tra il sito di Favaro Veneto, (zona periferica e in prossimità di un'ampia area verde), e le zone centrali di Mestre sia di 8°C.



Temperature medie giornaliere 1 Luglio-31 Agosto 2012, h 21:00-03:00

Dall'analisi di questi dati possiamo quindi affermare di essere in presenza del fenomeno dell'isola di calore notturna in quanto la temperatura delle aree urbane di Mestre risulta essere di media 4°C più alta rispetto alle aree rurali esterne.

ANALISI NUMERICA

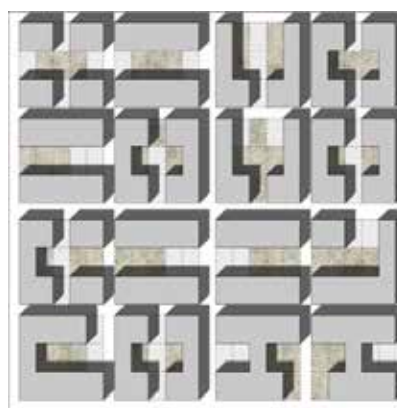
Lo scopo delle seguenti simulazioni, realizzate utilizzando il modello numerico ENVI-met, è quello di valutare e quantificare l'efficacia delle strategie di mitigazione implementate ciascuna in diversi scenari. La prima simulazione è stata condotta in un agglomerato urbano standardizzato in modo da ricavare dei risultati che fossero il più possibile generalizzabili, mentre la seconda in un'area specifica di Mestre.

Contesto urbano standardizzato:

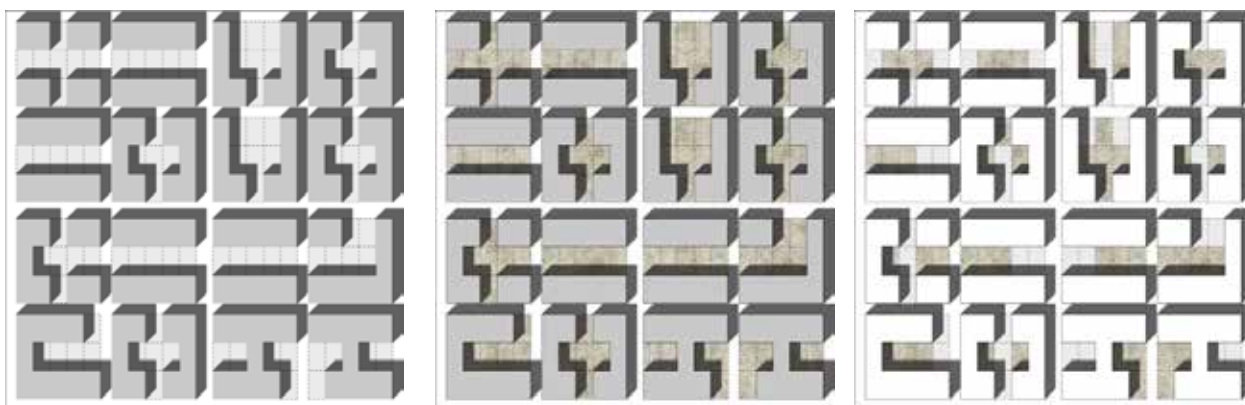
Per costruire il modello ideale, si è utilizzata come mappa di base un'area urbana di Mestre (e) e si sono rispettati i parametri suggeriti da Mestayer [14] per descrivere le proprietà delle superfici urbane rispetto alla percentuale della superficie totale. L'area modello è caratterizzata da una morfologia urbana composta dal 15% di suolo permeabile, il 45% di edifici e il 40% da strade parcheggi e aree pavimentate. Seguendo la differenziazione delle zone climatiche sviluppata da Oke [13] tale zona rispecchia inoltre la classe 2 dell'UCZ (Urban Climate Zone) essendo caratterizzata da una zona intensamente sviluppata ad alta densità urbana con una parte di terreno impermeabile maggiore dell'85%.



(a)



(b)



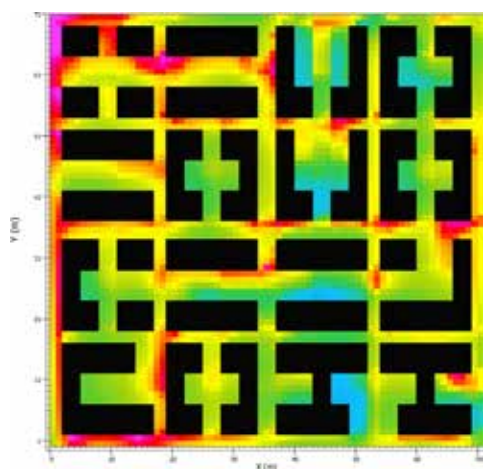
(c)

(d)

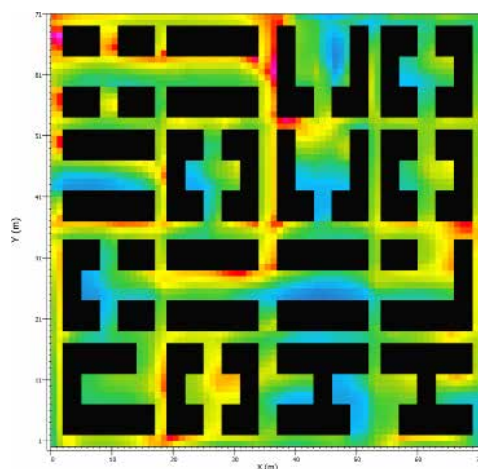
(e)

Una volta definito l'agglomerato urbano standardizzato si sono delineati tre diversi scenari ipotizzando: la completa impermeabilizzazione del suolo (b), l'inserimento di nuove aree verdi (c) e l'impiego di cool material in copertura e sulle superfici a livello del terreno (d). Le nuove aree permeabili sono state inserite in misura tale affinché fosse rispettato l'indice RIE (Riduzione Impatto Edilizio) che in aree urbane deve essere ≥ 4 . In Italia questo indice è utilizzato nei regolamenti edilizi di Bolzano e Bologna al fine di salvaguardare le aree permeabili all'interno della città. L'indice è caratterizzato da una scala che varia da 0 a 10 dove con valori prossimi allo 0 si rappresenta un ambiente completamente impermeabilizzato, con poca o nessuna copertura verde [15,16].

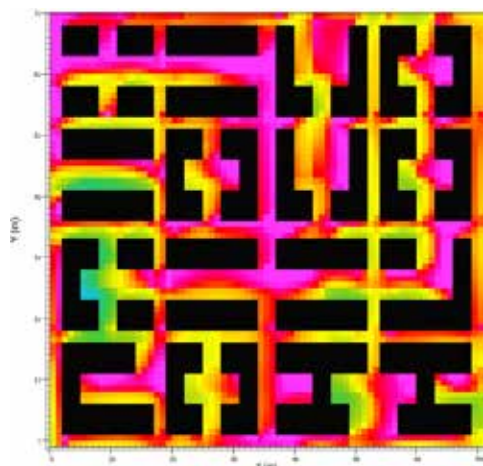
Per svolgere la simulazione si è scelto come giorno di riferimento il 2 Agosto 2012 tarando il modello numerico con i dati delle temperature derivanti dalla stazione meteo di Parco Bissuola.



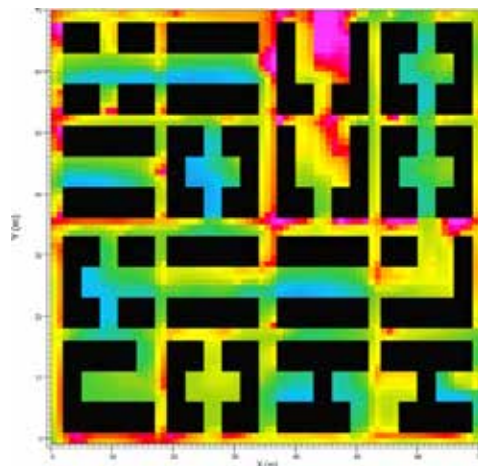
(a)



(b)



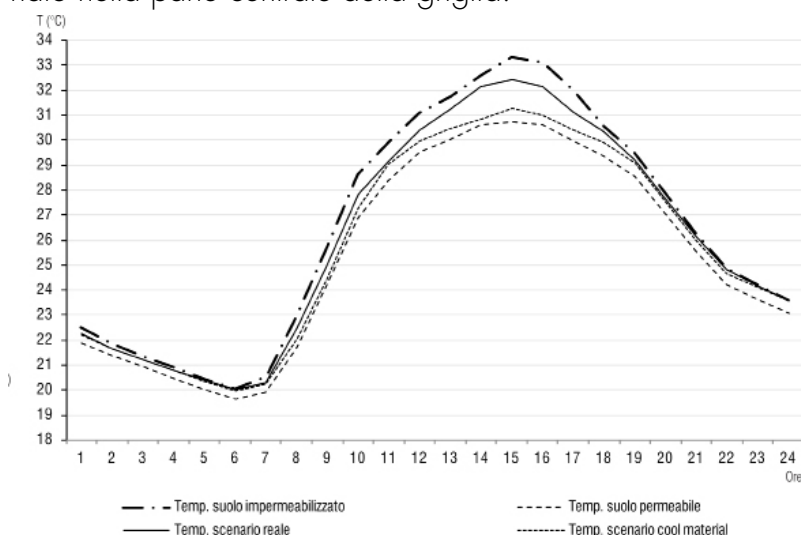
(c)



(d)

Le figure rappresentano i risultati ottenuti, con una “fotografia” dell’area durante il periodo più caldo della giornata (ore 15:00) su un piano a 0,20 metri di altezza da terra. Attraverso la variazione della scala cromatica della temperatura dell’aria esterna, si può dedurre come questa vari a seconda dei casi. Possiamo notare come lo scenario (b) abbia fatto registrare temperature più alte, rispetto al caso base, e come entrambe le strategie di mitigazione abbiano portato invece ad un abbassamento della temperatura, con risultati lievemente migliori per quanto riguarda l’inserimento delle superfici permeabili.

All’interno della mappa è stato posizionato anche un recettore che permette di monitorare la temperatura puntuale dell’aria a diverse altezze da terra. Il sensore è collocato in modo da valutare la temperatura al variare della morfologia del suolo nei diversi scenari ed è posizionato nella parte centrale della griglia.



Temperature orarie nella giornata di simulazione del 2 Agosto 2012, per i quattro diversi scenari ipotizzati, ad una quota di 0,20 m da terra.

Dai risultati del recettore possiamo notare come la massima differenza di temperatura tra i diversi scenari sia riscontrabile nelle ore centrali della giornata (h. 15:00/16:00) quando l’intensità della radiazione solare risulta essere maggiore. Tenendo come riferimento l’andamento della temperatura giornaliera del caso reale, possiamo osservare come nelle ore più calde la temperatura si abbassi rispettivamente di 1,3°C e di 2°C con l’inserimento dei cool material e delle superfici permeabili, e invece si alzi di 1°C ipotizzando la completa impermeabilizzazione del suolo.



Caso studio reale:

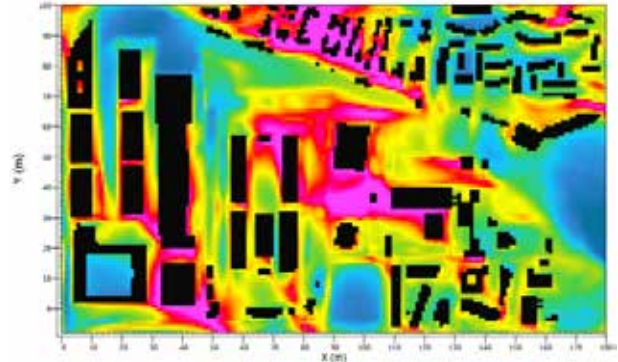
La seconda simulazione è stata condotta nei pressi di Via Torino a Mestre. La scelta è ricaduta in questo sito per via dell’elevata presenza di superfici di copertura piana, che ben si prestano all’installazione delle coperture cool roof, per l’elevata impermeabilizzazione del suolo, e per la presenza di edifici legati al terziario, i quali necessitano di elevate condizioni di comfort.

Area studio di Via Torino

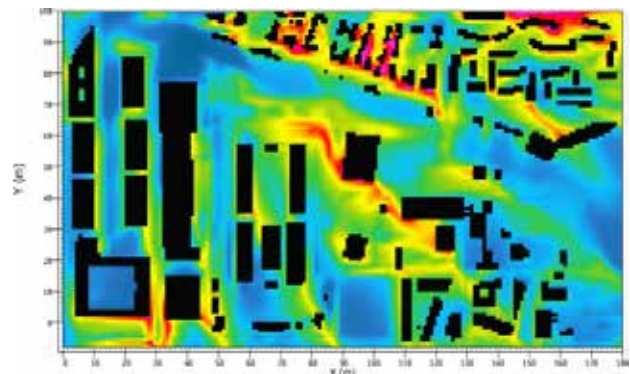
Sono state svolte tre simulazioni: la prima rappresenta lo stato di fatto riproducendo le temperature reali (f), mentre le altre due tengono conto delle diverse strategie di mitigazione. In una si è ipotizzato l'inserimento dei cool material (g), mentre nell'altra all'utilizzo dei materiali riflettenti si è aggiunta un'ampia area verde (h).



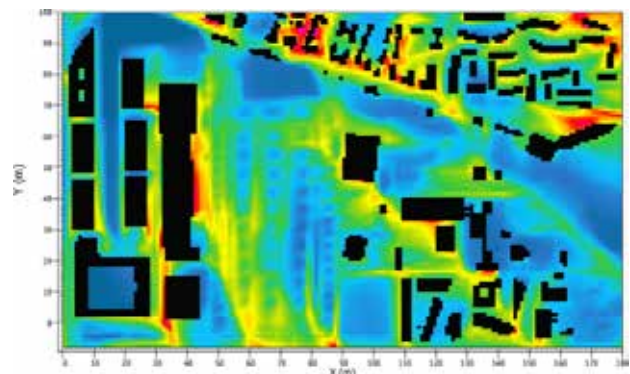
(f)



(g)

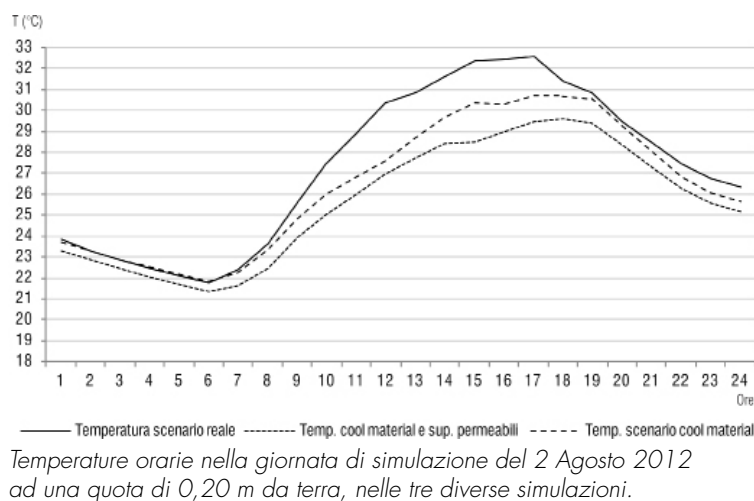


(h)



Dalle immagini rappresentanti la temperatura dell'aria alle ore 15:00 (durante le ore più calde) possiamo vedere come questa vari nelle tre configurazioni. Con l'istallazione dei cool material, si è riscontrato un calo della temperatura dell'aria di circa 2°C rispetto al caso reale, mentre con l'applicazione di entrambe le strategie si è avuta una riduzione di circa $3,5^{\circ}\text{C}$.

Con questo studio si è voluto mettere in luce come mediante l'applicazione a media scala delle opportune strategie di mitigazione si possa giungere ad un raffreddamento complessivo dell'area urbana. Questa mitigazione del microclima si ripercuote su un generale miglioramento del livello di comfort termo-igrometrico della popolazione e sulla riduzione del fabbisogno energetico necessario al condizionamento.



Come già avviene in diversi regolamenti edilizi comunali, è necessario tenere in considerazione l'esistenza del fenomeno dell'isola di calore e i relativi possibili strumenti di calmierazione, proponendo dei vincoli stringenti da rispettare. Un passo avanti in questo senso è stato fatto per ora nei comuni di Bolzano e Bologna attuando l'indice RIE per tutti gli interventi di trasformazione edilizia. Per un'azione efficace, è però necessario che tali problematiche siano recepite anche a livello nazionale intervenendo con opportune leggi.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ISPRA <http://www.isprambiente.gov.it/files/eventi/2013/convegno-consumo-del-suolo-2013/Foccardi.pdf> (accessed on 13 February 2013).
- Taha, H., Sailor D., and Akbari H.: *High-albedo Materials for Reducing Building Cooling Energy Use*, Lawrence Berkeley National Laboratory Report No. 31721, 1992
- Oke T.: *The energetic basis of the urban heat island.*, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108, 455 (1982) 1.
- Taha H., Chang C., and Akbari H.: *Meteorological and air quality impacts of heat island mitigation measures in three U.S. cities*. Lawrence Berkeley National Laboratory Rep. LBL-44222, 2000
- Dandou A., Santamouris M., Tombrou M., Soualakellis N., Synnefa A., *On the Use of Cool Materials as a Heat Island Mitigation Strategy*, *Journal of Applied Meteorology and Climatology* Volume 47, Issue 11, pp. 2846-2856 2008
- Takebayashi H., Moriyama M.: *Study on Surface Heat Budget of Various Pavements for Urban Heat Island Mitigation*, *Advances in Materials Science and Engineering*, Hindawi Publishing Corporation, 2012
- Rosenfeld A. H., Akbari H., Bretz S., Fishman B. L., Kurn D. M., Sailor D., Taha H., *Mitigation of urban heat islands: materials, utility programs, updates*, *Energy and Buildings*, Volume 22, Issue 3, pp 255-265, 1995.
1. Prokop G., Jobstmann H. and Schonbauer A., *Overview of best practices for limiting soil sealing or mitigating its effects in EU- 27*, Environment Agency Austria, Final report on behalf of the Environment Directorate-General of the European Commission, 2011 Available online: <http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/sealing/Soil%20sealing%20-%20Final%20Report.pdf> (accessed on 13 February 2013)
2. Bowler D. E., Buyung-Ali L., Knight T. M., Pullin A. S., *Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence*, *Landscape and Urban Planning*, Volume 97, Issue 3, pp 147-155, 2010.
3. ENVI-met Homepage. Available online: <http://www.envi-met.com> (accessed on 13 February 2013).
4. Huttner, S., Bruse, M., & Dostal, P.: *Using ENVI-met to simulate the impact of global warming on the microclimate in central European cities*, *Ber Meteorol Inst Univ Freiburg*, 18, pp.307-312. 2008
5. Bruse, M. : *Modelling and Strategies for improved urban climates*. Invited Paper. In: *Proceedings International Conference on Urban Climatology & International Congress of Biometeorology*, Sydney, 8-12. Nov, 1999, I.Eliasson, H.Upmanis, *Theoretical and Applied Climatology*, 66, 97-107, 2000.
- Oke TR.: *Siting and exposure of meteorological instruments at urban sites*. Proc. of the 27th NATO/CCMS international technical meeting on air pollution modelling and application, Kluwer, Banff, Canada, 2004.
6. Baklanov A., Mestayer P.; Joffre S.: *The Urban Boundary Layer Structure for NWP and UAQ models*. In *Parameterisation of the nocturnal UBL for NWP and UAQ models*, D4.6 FUMAPEX Report. Danish Meteorological Institute, Copenhagen, Denmark. DMI Scientific Report: #04-08, ISBN nr. 87-7478-510-9, 70 p 2004.
7. RUE 2009 Regolamento Urbanistico Edilizio. Complementi schede tecniche di dettaglio.
8. Regolamento Edilizio Comune di Bolzano, art. 19/bis. Procedura RIE

VERDE URBANO E AZIONI DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI: FATTORI DI SUCCESSO NELLE CITTÀ EUROPEE

Silvia Rebeschini - Dottoranda in Nuove Tecnologie e Informazione Territorio e Ambiente, Università IUAV di Venezia

Riferimenti

Il lavoro si inserisce nel filone di ricerca internazionale che studia le strategie e i sistemi di adattamento ai cambiamenti climatici con approccio ecosistemico (*ecosystem-based approach* - EBA). In particolare, esso prende ispirazione da due fonti: in primo luogo dal progetto *"Ecosystem-based Adaptation and Mitigation: good practice and lessons learnt in Europe"* condotto dall'UNEP con il finanziamento dell'Agenzia Federale per la Conservazione della Natura tedesca (BfN) (1); in secondo luogo dal rapporto *"Assesment of the potential of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and mitigation in Europe"* finanziato dalla Commissione Europea e realizzato dall'Ecologic Institute di Berlino in collaborazione con Environmental Change Institute (ECI), Università di Oxford (2).

Questo approccio (EBA) considera la biodiversità e i servizi ecosistemici parti integranti di una generale strategia di adattamento che permette alla popolazione di fronteggiare gli impatti negativi dei cambiamenti climatici attraverso l'adozione di sistemi di gestione ambientale sostenibili, ma soprattutto di iniziative di conservazione e recupero degli ecosistemi, in grado di produrre benefici collaterali multipli anche a livello sociale, economico e culturale.

Anche il Libro bianco sull'adattamento ai cambiamenti climatici della Commissione Europea (3) classifica i tipi di adattamento. Distingue, infatti, quelli basati sulla costruzione di opere strutturali (*grey infrastructure*) da quelli, ritenuti spesso più efficienti in termini di costi e possibilità di realizzazione, che mirano ad aumentare la resilienza degli ecosistemi, sfruttando i servizi e le funzioni che essi stessi forniscono (*green infrastructure*). In questa prospettiva, il concetto di *green infrastructure* è centrale in tutte le fasi del lavoro, dalla scelta delle fonti consultate per la selezione dei casi studio fino all'analisi e alla valutazione dei risultati.

Esplorazione: pivot e fattori di successo

L'obiettivo della presente ricerca, di carattere esplorativo, è analizzare i fattori di successo di alcune iniziative di adattamento ai CC avviate in ambito europeo, e valutare l'esistenza e la natura delle relazioni tra questi fattori e altre caratteristiche, comuni o peculiari, dei casi studio considerati.

Appare subito evidente come il contesto europeo, ad esclusione di alcuni paesi del Nord Europa, mostri un notevole ritardo nell'implementazione degli strumenti strategici ed operativi di mitigazione e adattamento ai CC rispetto al contesto statunitense, dove sembra già conclusa la prima generazione dei CAP (*Climate Action Plan*) (8).

Nonostante le difficoltà e i limiti conosciuti nel confrontare casi studio molto diversi tra loro per contesto geografico, scala territoriale, tema, periodo temporale, ecc. si ritiene utile per la diffusione della conoscenza e dell'innovazione, confrontare e comparare esperienze diverse, sempre con le dovute contestualizzazioni (8).

Dei 33 casi studio europei selezionati da fonti ufficiali (4) (5) (6) (7), la maggior parte si riferisce al contesto urbano (19), mentre gli altri riguardano ambiti a scala regionale (aree forestali, costiere, golenali) (Tabella 1).

Una prima distinzione dei casi studio riguarda la loro caratteristica "gestionale" (avvio di procedure/processi) o "strutturale" (attuazione di interventi sul territorio). Nonostante questa distinzione non sia sempre applicabile in modo netto, si può affermare che ricadono nelle due macrocategorie rispettivamente 16 e 17 casi studio. I primi interessano soprattutto l'ambito locale, mentre i secondi contesti più ampi.

Area	N.casi	Stato	Città/Regione/Area	Co d	Caso studio	Contesto	Font e
E u r o p a d e l N o r d	1	Finlandia	Finlandia	20	Climforisk - ricerca	regionale	5
	1	Svezia	Malmo	5	EcoCity Augustenborg	urbano	6
	7	UK	Sheffield	10	Tetti verdi su nuovi edifici	urbano	6
		UK	Londra	11	Living roofs	urbano	6
		UK	Manchester	12	I trees Manchester	urbano	6
		UK	Telford and Wrekin	13	Azione comunitaria	urbano	6
		UK	Great Manchester	33	Strategia per i CC	urbano	4
		UK	North West England	6	CAP nel NW England	regionale	6
		UK	Inghilterra centrale	30	National Forest	regionale	7
	1	Olanda	Rotterdam	23	Tiengemetten	regionale	5
E u r o p a c o n t i n e n t a l e C E N T R O e E S T E S T	3	Germania	Stoccarda	1	Corridoi verdi urbani	urbano	6
		Germania	Berlino	4	Biotopo Area Factor	urbano	6
		Germania	Sito Natura 2000 Dessau-Wörlitz, Elba	27	Salvaguardia area golenale	regionale	5
	1	Francia	Lione	29	Rive del Rodano	urbano	7
	1	Svizzera	Basilea	7	Green roofs	urbano	6
	1	Slovacchia	Slovacchia	2	Standards per open space	urbano	6
	1	Repubblica Ceca	Krkonoše and Sumava	31	Recupero forestale	regionale	2
	2	Ungheria	Tatabanya	16	Piano locale per i CC	urbano	4
		Ungheria	Budapest	9	Angeloverde	urbano	6
	1	Polonia	Łódź	15	Riqualificazione fluviale	urbano	4
E u r o p a M e d i t e r r a	4	Italia	Faenza	3	Extracubatura per le aree verdi	urbano	6
		Italia	Mirandola	8	Una città nel bosco	urbano	6
		Italia	Bologna	24	GAIA - Green Areas Inner-city Agreement	urbano	5
		Italia	Marche-Toscana	21	Resilfor - ricerca	regionale	5
	3	Grecia	Kalamaria	14	Predisposizione del CAP	urbano	4
		Grecia	Macedonia, Tessaglia Peloponneso, Attica	18	Adaptfor - ricerca	regionale	5
		Grecia, Cipro	Grammos, Troodos	19	Chalcas - ricerca	regionale	5
n e a S U D e O V E S T O V E S T	5	Spagna	Madrid	17	Gomeznarro Park - Hortaleza	urbano	5
		Spagna	Costa del Garraf	25	Riqualificazione costiera	regionale	5
		Spagna	delta fiume Llobregat	26	ENSAT	regionale	5
		Spagna	Enguera	22	Gestione forestale e bioenergia	regionale	5
		Spagna	Gallecs - Catalogna	28	Conservazione natura	regionale	7
	1	Portogallo	Ria Formosa	32	Working with Nature	regionale	5

Tabella 1: elenco dei casi studio analizzati e distribuzione geografica

Un'altra classificazione riguarda la distinzione in Piani/Programmi/Regolamenti e Progetti; in questo caso la differenza tra le due categorie è maggiore con una netta superiorità dei secondi (22 casi). Anche in questo caso esistono situazioni "ibride" in cui l'avvio di un progetto è legato alla predisposizione di un Piano/Programma.

Analizzando il fattore temporale, i casi studio formalmente conclusi sono meno di un terzo e riguardano progetti di riqualificazione urbana e dell'ambiente costiero, legati alla diminuzione del rischio di inondazioni e alla gestione delle acque (casi studio n. 5, 15, 17, 29 e 23, 26, 28, 32).

La maggioranza dei casi studio selezionati risultano ancora in corso, poiché si tratta di Progetti o Piani/Programmi/Regolamenti che continuano ad esercitare i loro effetti sulla pianificazione e lo sviluppo urbano o che comportano interventi continui di manutenzione delle opere realizzate.

Quest'ultimo aspetto può costituire un fattore critico per il consolidamento dei risultati nel tempo, se in fase di valutazione e quantificazione iniziale delle risorse finanziarie non vengono considerate anche quelle necessarie per le attività di monitoraggio e gestione che, pur costituendo una quota di investimenti finanziari molto limitata se paragonata all'impegno complessivo, risulta cruciale per l'esito favorevole degli interventi di adattamento EB.

Per ciascun caso studio sono state registrate caratteristiche descrittive comuni: ambito/scala, impatti del CC, motivazioni, periodo temporale, ente promotore, finanziamento, partnership, stakeholder, partecipazione, fattori di successo, limiti, risultati. Queste informazioni offrono numerosi spunti per effettuare analisi esplorative in grado di evidenziare connessioni tra diversi aspetti, come ad esempio l'identificazione di:

- elementi principali (*pivot*) attorno ai quali si concentra inizialmente l'azione del progetto/piano e dai quali si attivano le azioni indotte (Tabella 2),

- condizioni che, nelle diverse situazioni, hanno determinato il successo delle iniziative.

Elementi di attivazione	Codici dei Casi studio
Fiumi	15, 26, 27, 29
Tetti verdi	7, 10, 11
Aree e spazi verdi su scala locale	1,2,3,4, 8, 13,24
Green Infrastructure su scala urbana e regionale	6, 9, 12, 28, 30, 33
Vaste aree di bosco e foresta	18, 19, 20, 21, 22, 30, 31
Area costiere	23,25, 32

Tabella 2 Principali punti di attivazione e codici identificativi dei casi studio. In alcuni casi non è stato possibile individuare il punto di attivazione.

Interessante è osservare la sequenza di eventi/azioni che si sviluppano attorno all'elemento *pivot* e rilevare le relazioni di causa/effetto, gli effetti sinergici dei benefici provocati dall'intervento e la somiglianza dei modelli evolutivi in contesti analoghi.

Un esempio interessante è costituito dalle esperienze che riguardano i corsi d'acqua; si tratta di progetti per lo più conclusi che hanno avuto risultati positivi rispetto ai *drivers* iniziali (diminuzione del rischio allagamenti, conservazione della natura e biodiversità attraverso il recupero della vegetazione ripariale, aumento della qualità e della disponibilità idrica). I due progetti su scala urbana, che hanno interessato il fiume principale della città polacca di Łódź e le rive del Rodano a Lione in Francia, mostrano caratteristiche simili anche nell'evoluzione

successiva dell'ambiente urbano riqualificato (Figura 1).

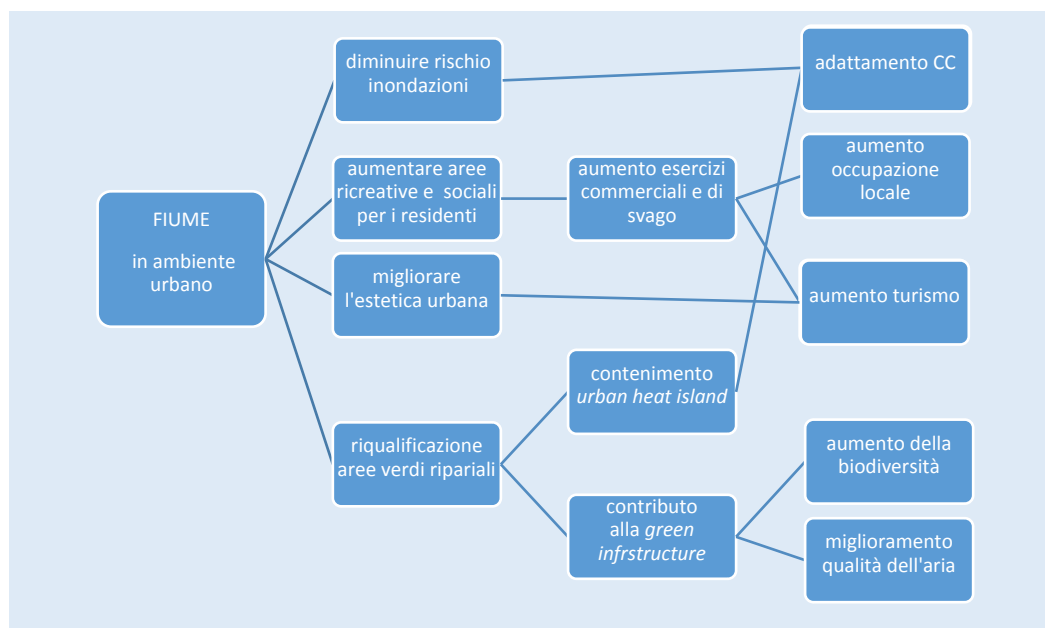


Figura 1: Principali azioni ed effetti della riqualificazione di un fiume in ambito urbano (casi studio 15 e 29)

Un altro elemento importante di attivazione è costituito dai tetti ricoperti da vegetazione (*green roof*) che in alcuni Paesi europei come la Svizzera e il Regno Unito sono impiegati fin dai primi anni '80 e continuano ad avere un grande successo. In questo caso la loro funzione positiva nell'adattamento ai CC in ambito urbano è stata evidenziata solo in tempi recenti. In origine queste tecniche abitative sono state impiegate per scopi di risparmio energetico (Basilea) e conservazione della biodiversità nei centri urbani (Londra).

Anche le aree verdi e gli spazi aperti a scala urbana locale, sia pubblici che privati, (parchi, giardini residenziali, piazze, spazi scolastici, ...) sono elementi attorno ai quali gravitano sia casi studio di tipo "gestionale" che "strutturale". L'importanza di queste aree è legata soprattutto alla qualità della vita dei residenti e questo si riflette sui temi trattati: riqualificazione per la promozione della funzione sociale (Telford), recupero del valore ecologico (Slovacchia), mantenimento dei servizi per l'adattamento ai CC (Stoccarda, Madrid), conservazione del territorio naturale da progressiva urbanizzazione (Faenza, Berlino).

Aumentando l'ampiezza del contesto si scoprono altri elementi di attivazione: la *green infrastructure* a livello di città e area metropolitana, le ampie distese di boschi e foreste, le aree costiere. Semplificando e accorpendo ulteriormente le sei categorie identificate, si possono considerare della stessa famiglia, ma relative scale territoriali diverse, i tetti verdi, le aree verdi locali e la *green infrastructure* su scala più vasta, essendo i primi e le seconde due potenziali componenti della terza (Figura 2)

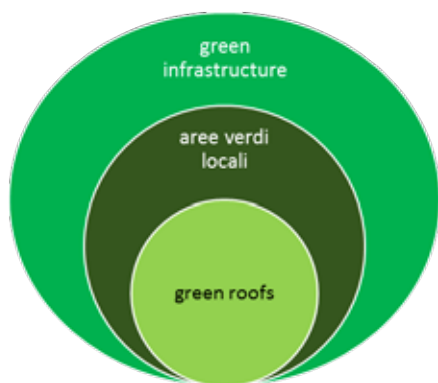


Figura 2 alcuni elementi di attivazione (*pivot*) relativi all'ambito locale, urbano e metropolitano

I fattori di successo, identificati ed esplicitati per ciascun caso studio, sono stati raggruppati in sei tipologie (cluster) con l'obiettivo di facilitare la valutazione e l'interpretazione dei risultati (Tabella 3).

TIPO	FATTORE DI SUCCESSO	NUM	CODICE
INNOVAZIONE	Conoscenza empirica contestuale	11	1, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 24, 25, 31
	Efficacia della ricerca partenariale (es Università, ...)	8	2, 7, 10, 12, 15, 16, 24, 33
	Trasferibilità dei risultati	5	18, 19, 20, 26, 27
	Applicazione tecnologie innovative	2	17, 26
ECOSISTEMICO	Benefici multipli (effetti cumulativi)	11	2, 3, 5, 7, 8, 11, 13, 15, 17, 22, 33
	Approccio ecosistemico	1	25
POLITICO/AMMINISTRATIVO	Impegno politico/amministrativo	9	1, 3, 7, 8, 9, 10, 15, 29, 33
	Supporto alle decisioni operative dell'autorità locale	4	9, 12, 20, 28
COORDINAMENTO	Sperimentazione di diverse forme di partnership	7	13, 15, 19, 21, 24, 25, 33
	Approccio multiattoriale (coinvolgimento <i>stakeholder</i>)	6	6, 7, 14, 16, 23, 28
	Leadership robusta (ruolo <i>lead-partner</i>)	3	5, 7, 11
	Partecipazione comunitaria	2	5, 13
	Collaborazione con enti esterni	2	14, 15
	Approccio misto <i>top-down</i> e <i>bottom-up</i>	1	16
	Gestione decentralizzata (locale)	1	5
	Gestione integrata	1	25
CONDIZIONI	Quadro normativo/regolamentare favorevole	5	1, 4, 6, 10, 33
	Clima collaborativo nell'ente promotore	4	1, 4, 6, 14
	Alta valenza naturalistica/ambientale dell'area	3	25, 27, 32
	Flessibilità della procedura	3	3, 4, 8
€	Consapevolezza benefici economici/finanziari netti	2	6, 32

Tabella 3 Tipologie e fattori di successo (numerosità e codici dei casi studio)

All'interno del gruppo "Innovazione e ricerca" si nota che i rapporti di collaborazione e partnership con le Università e gli enti di ricerca risultano particolarmente efficaci come supporto alle attività di predisposizione e applicazione a livello urbano di norme regolamentari o Piani/Programmi. La trasferibilità dei risultati è invece prerogativa dei progetti di ricerca su scala regionale aventi come principale obiettivo la salvaguardia della biodiversità degli ecosistemi forestali minacciati dai CC, in particolare dall'aumento della temperatura e dai periodi di siccità.

I casi studio che tra i fattori di successo evidenziano in modo esplicito l'effetto cumulativo dei benefici prodotti in ambito ambientale, sociale ed economico, sono la maggioranza, e comprendono soprattutto due tipi di iniziative: a livello locale, quelle che hanno adottato norme o standard per coniugare lo sviluppo urbano con la conservazione delle aree verdi e quelle che hanno previsto interventi strutturali localizzati per migliorare la gestione delle acque e ridurre il rischio di inondazioni.

Anche il supporto delle autorità locali attraverso diversi strumenti, tra i quali la garanzia del sostegno economico-finanziario, è un fattore di successo soprattutto per le iniziative di tipo "gestionale" a scala urbana e gli interventi di riqualificazione ambientale locale.

I fattori di successo appartenenti al cluster "partecipazione e condivisione" sono trasversali a tutte le tipologie di casi studio. Evidentemente, pur nelle sue diverse modalità, questa tipologia di approccio si dimostra vincente sia nell'affrontare un percorso di ricerca, sia nell'avviare un processo per redigere un Piano locale di azione climatica (CAP), sia nel pianificare e realizzare un intervento su un'area vasta.

Infine, beneficiano di un contesto normativo/regolamentare favorevole i Paesi europei che per primi si sono dotati di strumenti adatti a coniugare le esigenze di sviluppo urbano con quelle di conservazione delle aree naturali (UK, Germania, Svizzera). Si osserva, tuttavia, la presenza di contesti favorevoli anche in Paesi dell'area mediterranea che stanno puntando al mantenimento di aree di particolare pregio naturalistico.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Doswald, N. & Osti, M. 2011 "Ecosystem-based Adaptation and Mitigation: good practice examples and lessons learnt in Europe". BfN Skripten.
- (2) Naumann, Sandra, Gerardo Anzaldúa, Pam Berry, Sarah Burch, McKenna Davis, Ana Frelih-Larsen, Holger Gerdes and Michele Sanders, 2011 "Assessment of the potential of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and mitigation in Europe". Final report to the European Commission, DG Environment, Contract no. 070307/2010/580412/SER/B2, Ecologic institute and Environmental Change Institute, Oxford University Centre for the Environment.
- (3) EC, 2009b, "White Paper - Adapting to climate change: Towards a European framework for action" COM(2009) 147/4, 1 April 2009.
- (4) European Environment Agency, 2012 "Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies". ISBN 978-92-9213-308-5 doi:10.2800/41895.
- (5) The European Climate Adaptation Platform CLIMATE-ADAPT.
- (6) Kazmierczak, A. and Carter, J., 2010, "Adaptation to climate change using green and blue infrastructure. A database of case studies". GraBS project, University of Manchester, United Kingdom.
- (7) Naumann, Sandra, McKenna Davis, Timo Kaphengst, Mav Pieterse and Matt Rayment, 2011 "Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects". Final report to the European Commission, DG Environment, Contract no. 070307/2010/577182/ETU/F.1, Ecologic institute and GHK Consulting.
- (8) Musco F., Patassini D. "Mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici: valutazioni di efficacia di piani e politiche in Usa, in Europa e in Italia", in A Pierobon, 2012, Nuovo manuale di diritto e gestione dell'ambiente. Analisi giuridica, economica, tecnica e organizzativa, Maggioli Editore, Rimini, pp.809-827.

STRATEGIE URBANISTICHE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI DELLE CITTÀ

Giuliana Quattrone -Consiglio Nazionale delle Ricerche-Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA)

Abstract

Per effetto dei cambiamenti climatici, nelle aree urbane, sempre più spesso, si registrano effetti negativi e imprevedibili, quali eventi meteorologici devastanti, tropicalizzazione delle piogge, forte instabilità dei suoli, estati torride, abbassamento delle falde acquifere, cambiamento della qualità dell'aria, bolle di calore urbano, riduzione della riserva idrica, processi di desertificazione, erosione delle coste, ecc. ecc..

La pianificazione urbanistica ha un ruolo nel prevenire questi effetti a qualunque scala si intervenga. Così tanto a livello di progetto urbano che di politiche integrate ai piani urbanistici si può protendere verso scelte "clima consapevoli".

Il paper intende presentare alcune esperienze urbanistiche europee ispirate al concetto di decrescita, al miglioramento della gestione delle risorse per ridurre gli impatti dei cambiamenti climatici a livello locale e alla diffusione di stili di vita più sostenibili protendendo verso soluzioni pratiche il più possibile condivise all'interno delle comunità e introducendo pratiche gestionali più efficienti ed efficaci dal punto di vista ambientale per creare città resilienti.

Introduzione

Negli ultimi decenni, il degrado degli ambienti naturali, l'inquinamento dell'aria, il cambiamento climatico, direttamente legate alle attività umane, hanno avuto per conseguenza la domanda di modelli socio-economici da parte dei Paesi industrializzati, che oggi hanno una connotazione "verde" e "sostenibile" rispetto ai Paesi in via di sviluppo e molte misure di adattamento climatico sono state gradualmente messe in opera a diverse scale. Alcuni interrogativi tuttavia rimangono aperti: Come adattare le dinamiche urbane per rendere le città meno vulnerabili alle evoluzioni climatiche e meno generatrici di inquinamento e gas effetto serra? Come pensare la messa in coerenza, e il coordinamento tra le azioni di attenuazione e di adattamento all'interno di una strategia coerente e integrata? Prescindendo da inutili teorizzazioni occorre partire dall'identificazione dei fattori che determinano la capacità di risposta delle società urbane di fronte ai rischi ambientali globali come quelli relativi ai cambiamenti climatici. La capacità di risposta dipende anche dalla percezione dei rischi e dalla loro accettabilità sociale elementi che sono molto variabili a seconda degli interlocutori, degli interessi rappresentati e della scala territoriale di riferimento.

Occorre inoltre formulare delle piste di lavoro e delle proposizioni in vista di contribuire all'emergenza di strategie di adattamento e di attenuazione rinnovate destinate ad accrescere la resilienza urbana.

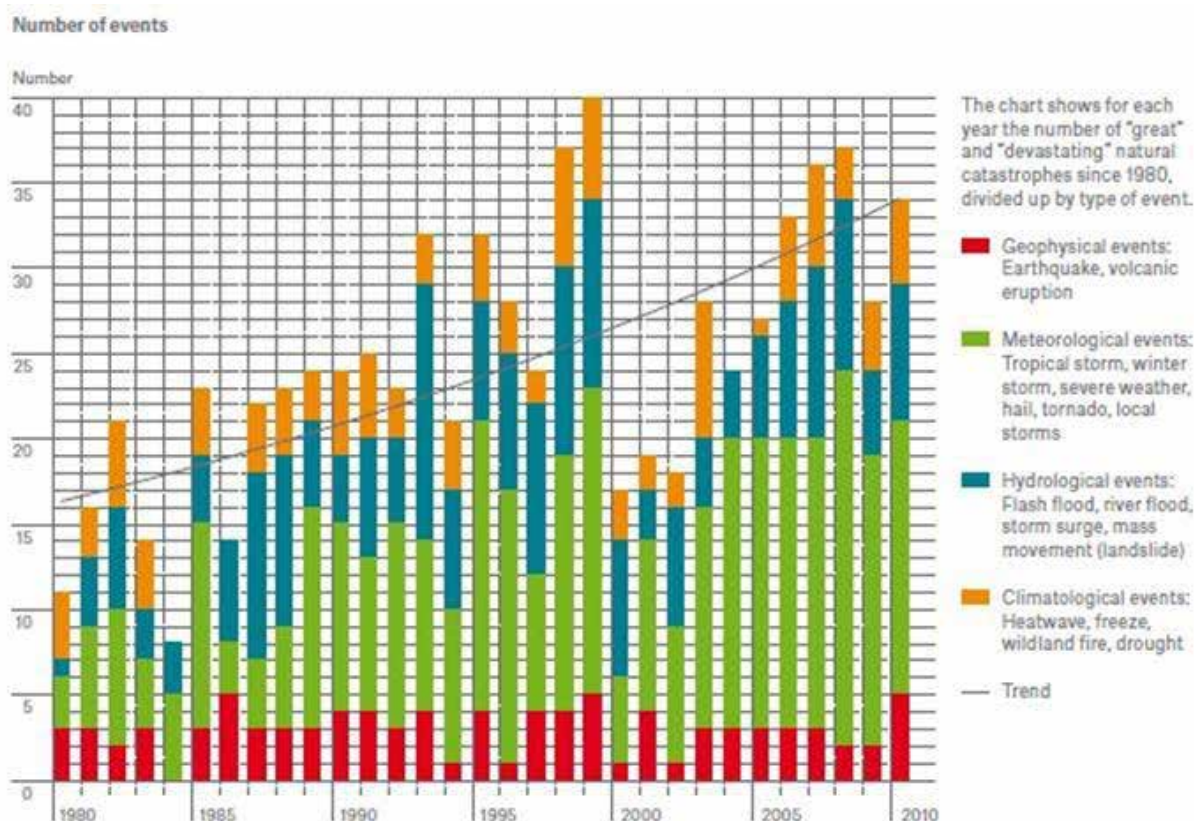


Figura 1: Effetti dei cambiamenti climatici

Le politiche locali di sviluppo sostenibile che sono riuscite ad avere degli effetti concreti sono molto rare. Alcune città hanno ottenuto dei risultati strutturanti riducendo per esempio le emissioni di CO₂ di più del 20% in dieci anni come Heidelberg, Vaxjo, Malmo, Stoccolma, ecc. costruendo dei quartieri in cui l'alimentazione energetica ricade interamente sulle energie rinnovabili. Queste esperienze rispondono a forti volontà politiche locali, in contesti di decentralizzazione avanzata, ma la maggior parte delle città non riesce a fare che avanzamenti parziali perché non trova la forza di mettere in coerenza le proprie politiche e accusa una forte mancanza di capacità di lavorare in trasversalità. Il raggiungimento della sostenibilità richiede un processo di apprendimento molto lungo con risultati che non sono mai immediati.

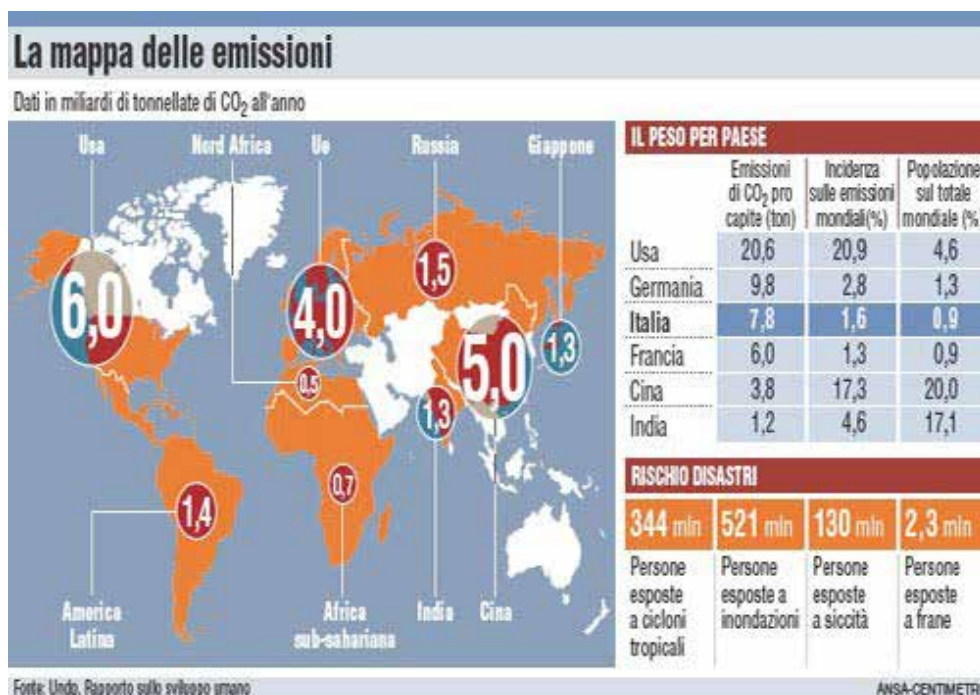


Figura 2: Emissioni di CO₂

Le politiche e gli interventi sperimentati nelle città nell'ottica della sostenibilità, coerenti con gli obiettivi internazionali, hanno privilegiato quattro linee d'azione: le politiche climatiche, l'eco-costruzione, la mobilità "sostenibile" e la pianificazione che rappresenta l'obiettivo più complesso.

Rare sono le collettività che adottano in maniera sistematica tutti e quattro questi registri. Le iniziative sono più aleatorie in funzione delle opportunità, e risentono di una grande frammentazione politica. Le scelte e le misure d'attenuazione sono determinate in funzione delle circostanze sociali, politiche ed economiche di ciascuna città e guidate dall'importanza attribuita localmente alle questioni legate ai cambiamenti climatici, piuttosto che sul criterio della loro efficacia potenziale.

Le tappe internazionali

Il clima ha rappresentato sin dall'inizio uno dei principali obiettivi delle politiche di sviluppo urbano sostenibile. I piani di riduzione di CO₂ urbani lanciati dall'ICLEI nel 1991 e la "Campagna delle città per la protezione del clima" organizzata dall'UNEP a partire dal 1993 sanciscono il debutto della presa di coscienza della problematica. Sono state coinvolte 150 città, di cui una sessantina in Europa, e sono stati redatti i primi piani sul clima in 13 città che si sono fissate l'obiettivo di riduzione del 25% delle emissioni di CO₂ da raggiungere nell'arco temporale dal 1990 al 2005. Nel 2000 la Commissione Europea ha lanciato il primo programma sui cambiamenti climatici e nel 2005 il secondo. Nel 2007 la carta di Lipsia sulle città europee sostenibili e l'anno successivo il Libro verde sulla coesione territoriale segnano altri passi importanti in questa direzione. Diverse conferenze internazionali e europee organizzate dall'ICLEI : "l'Assemblea dei sindaci sui cambiamenti climatici" (Amsterdam 1993) " Come combattere il riscaldamento globale a livello locale?" co-organizzata con l'OCSE e la Commissione europea (Heidelberg 1994) "Il secondo summit dei sindaci sul cambiamento climatico" (Berlino 1995) e in Italia la stesura della "Carta degli impegni delle città e dei territori d'Italia per il clima" e il "Patto dei Sindaci" per realizzare una maggiore efficienza energetica e la mitigazione degli effetti conseguenti al cambiamento climatico, a cui aderiscono 300 comuni italiani, rappresentano altrettante tappe importanti.

Alcuni esempi

Numerose città, soprattutto in Germania e Austria, hanno elaborato dei piani di riduzione di CO₂ urbana. Altre città come quelle della rete delle città climatiche svedese sono più ambiziose e si sono date come obiettivo quello di diventare delle "città senza energia fossile" grazie all'impiego di energia della biomassa e alla decentralizzazione energetica. La città di Vaxjö è stata la prima nel 1996 ad aver votato all'unanimità nel proprio consiglio municipale il primo programma politico locale di uscita dalle energie fossili entro il 2050 per ridurre l'impatto umano sui cambiamenti climatici. A oggi la città detiene una spesa energetica e un consumo energetico che si basa, per metà, sulle energie rinnovabili, mobilità inclusa, ed ha ufficialmente ridotto le emissioni di Ossido di Carbonio del 35% puntando a diventare un Comune a emissioni zero. Il programma integra vari mezzi come l'uso di biomasse per riscaldamento e generazione di energia elettrica, la diffusione privata di elettrodomestici a biomasse, l'illuminazione stradale a basso consumo, edifici a basso consumo energetico, pannelli solari, strade ciclabili, case in legno, auto che vanno a etanolo, parcheggi gratuiti per i veicoli non inquinanti, una centrale elettrica alimentata a biomasse con i trucioli e gli scarti del legname proveniente dalle numerose segherie circostanti, ecc.. Nell'insieme i piani di riduzione di CO₂ urbana hanno permesso d'introdurre le energie rinnovabili nelle città e migliorare l'efficacia energetica degli edifici ma non hanno mantenuto le loro promesse salvo che per qualche collettività pilota. Si rivela estremamente difficile infatti diminuire le emissioni di CO₂ del 25% in dieci anni quando i consumi di energia aumentano (climatizzazione, taglia degli alloggi, alta mobilità ecc.). Questi piani tuttavia hanno avuto il merito di responsabilizzare gli attori locali di fronte ai cambiamenti climatici e hanno cominciato a delimitare i

registri d'azione politica. Se nel campo dell'habitat sono aperte delle prospettive, le emissioni legate al traffico delle persone e delle merci sono in costante aumento e rappresentano il campo d'intervento politico più delicato.

Un altro campo d'azione concerne l'eco-costruzione dove la problematica energetica resta centrale. La concezione e l'utilizzo dell'ambiente costruito rappresenta, infatti, una questione fondamentale per l'attenuazione del cambiamento climatico. L'edificio rappresenta il 40% del consumo finale di energia nell'Unione Europea. Molte metropoli hanno costruito dei quartieri a bassa emissione di CO₂ perseguendo l'autonomia energetica per decine di migliaia di abitanti. I quartieri edificati a Hannover, Malmö e Stoccolma provano che è possibile adoperando le energie rinnovabili far funzionare un quartiere e prelevare pochissime energie fossili se si costruiscono delle micro centrali in cogenerazione. Il quartiere di Kronsberg ad Hannover ha mostrato che la riduzione delle emissioni di CO₂ per il settore dell'abitazione e del terziario dipende di più dalla decentralizzazione energetica che non dalla sostituzione di un'energia con un'altra. Oltre a questo quartiere che emette il 75% di CO₂ in meno rispetto a un quartiere convenzionale nuovo, Hannover ha costruito 90 microcentrali in cogenerazione per la propria rete di calore e esteso gli standard energetici di Kronsberg alle nuove costruzioni. Queste misure hanno ovviamente delle ricadute sociali abbassando i costi sostenuti dagli abitanti. Inoltre il quartiere di Kronsberg ad Hannover ha ideato un sistema di raccolta dell'acqua piovana, riutilizzata per gli scarichi igienici delle scuole e delle abitazioni private, messo a punto con un fitto sistema di drenaggio, comprensivo tra l'altro di 11 km di fossati, mediante i quali si recupera l'acqua proveniente dalle strade, dai giardini privati, dalle grondaie.



Figura 3: Il quartiere di Kronsberg ad Hannover

Questi quartieri edificati nella seconda metà degli anni 90 costituiscono dei prototipi a cui ispirarsi perché l'ecologia di questi quartieri risponde a preoccupazioni ambientali di ordine globale (clima, impronta ecologica, biodiversità) cercando una qualità della vita che si basi su un rapporto rinnovato con la natura ristabilendo una densità relativa al fine di frenare l'espansione urbana. Come nel caso del quartiere Västra Hamnen, della città di Malmö dove le abitazioni a risparmio energetico danno un risparmio in termini di costi di un terzo e i dispositivi per depurare l'acqua con l'aiuto delle piante rappresentano la sfida più grande che ha colto questa città per gestire il trattamento delle acque fognarie, in un Paese dove i fanghi originati nel processo di trattamento devono rispondere a severe regole di qualità per poter essere impiegati come fertilizzanti in agricoltura.



Figura 4: Il quartiere Västra Hamnen a Malmö

Nel quartiere Hammarby Sjöstad a Stoccolma l'acqua rappresenta la principale fonte energetica. Biomasse, biogas, pannelli solari, idrogeno e una centrale idroelettrica garantiscono agli oltre 8 mila appartamenti una copertura quasi totale del fabbisogno energetico. Hammarby Sjöstad dispone di un sistema di riciclaggio a circuito chiuso, in cui gli abitanti "contribuiscono" fino al 50% dell'energia necessaria semplicemente producendo rifiuti, mentre il restante 50 per cento deriva da altre fonti pulite: pannelli solari, centrali idriche e eoliche. Tutti gli scarichi domestici del quartiere sono convogliati in enormi cisterne nel sottosuolo dove, attraverso opportuni trattamenti, i liquami formano biogas immediatamente riutilizzato nelle cucine dei medesimi edifici, mentre i residui solidi vengono successivamente prelevati e trasformati in concime.



Figura 5: Il quartiere Hammarby Sjöstad a Stoccolma

Altre città hanno condotto esperienze di eco quartieri con degli obiettivi ambientali meno ambiziosi ma con dei giochi di mixité sociale riaffermati. Le metropoli scandinave hanno dato la priorità alle performance ambientali ed ecosistemiche come Stoccolma, Malmö, o Helsinki forse perché la riabilitazione ecologica dell'habitat sociale è divenuta parallelamente una pratica. Mentre la maggior parte dei quartieri tedeschi o olandesi hanno inteso la sostenibilità da parte loro fortemente integrata a una mixité sociale le città olandesi per esempio hanno generalizzato l'integrazione dello sviluppo sostenibile nelle nuove costruzioni nel quadro del piano VINEX mettendo in opera il 4° rapporto sullo sviluppo e la pianificazione spaziale dei Paesi Bassi (1993-2005) e cercando una forte riduzione dei costi; ciò ha ridotto la sostenibilità a un esiguo numero di parametri: gestione delle acque piovane a cielo aperto, mobilità dolce, efficacia energetica, biodiversità. In Francia e in Italia la qualità ambientale e l'eco-condizionalità nelle costruzioni e nel recupero si stanno imponendo progressivamente ma con degli effetti molto variabili da un'operazione all'altra.

Infine la mobilità sostenibile e la pianificazione. Nelle città sono state messe in opera tutta una serie di politiche quali: regolamenti di sosta, l'aumento dell'offerta di trasporti pubblici, la promozione e pianificazione di spostamenti dolci, non motorizzati, la condivisione delle automobili, che hanno permesso di direzionare la crescita e di stabilizzare l'utilizzo delle automobili, laddove la domanda di mobilità privata su gomma aumenta perché la vita urbana si struttura alla scala della regione urbana.

La questione dei trasporti è spesso accoppiata a quella dell'urbanistica. Da qui l'esigenza a prevenire, contenere ed estinguere l'espansione urbana intervenendo sulla struttura territoriale degli insediamenti. Le esperienze europee dimostrano che lo spazio è una risorsa che può essere economizzata. Le città a corta distanza, la densificazione e il compattamento urbano, la mixité delle funzioni, il policentrismo, i tram verdi, il sostegno all'agricoltura periurbana, i corridoi di biodiversità: tutte queste politiche trovano qua e là delle applicazioni senza invertire globalmente le tendenze. Un esempio in questo senso è rappresentato dal quartiere Nancystrasse – Karlsruhe in Germania dove l'idea fondamentale è stata quella di progettare un quartiere urbano senza auto adottando sistemi di mobilità alternativa in treno, tram, bus, car-sharing, taxi, bicicletta, a piedi. Il quartiere costituito da edifici che sfruttano l'energia solare ha una centrale di cogenerazione alimentata con biomassa che copre il fabbisogno elettrico. Per risparmiare acqua, nelle abitazioni sono previsti servizi igienici sottovuoto. Le poche acque reflue sono depurate in un impianto di fitodepurazione. Oppure la città di Stoccolma dove sono stati introdotti le prime automobili ad idrogeno e 160 autobus ad etanolo.

Le esperienze dimostrano che occorre una pianificazione sempre più strategica e basata sulla sostenibilità territoriale, la resilienza energetica e climatica dei territori, con azioni volte a ridurre la vulnerabilità dei sistemi territoriali e della popolazione valutando anche i rischi potenziali. Ma occorre anche e soprattutto una governance urbana basata sull'attenzione ai cambiamenti climatici che si declini attraverso la gestione dei servizi connessi al traffico e agli edifici, attraverso politiche di approvvigionamento energetico sostenibile (energie rinnovabili, carburanti alternativi, basso consumo di energia fossile, ecc), attraverso l'impiego di "buone pratiche" sociali con le collettività, in una visione di sviluppo di azioni congiunte da parte dei governi locali, con le imprese, gli attori della società civile e gli abitanti.

BIBLIOGRAFIA

- Archibugi F., 2002, *La città ecologica Urbanistica e sostenibilità*, Bollati Boringhieri
- Bosio M., 2010, *Strategie per il progetto della città sostenibile*, Marsilio
- Cerrai S., Quarto T., Signoretta G., (ed) 2006, *Buone pratiche per il governo sostenibile del territorio. Strumenti*, Alinea editrice
- Inu, 2007, *Pianificazione energetica e politiche del clima nel nuovo piano. L'integrazione delle politiche locali energetiche e di protezione climatica nei processi di governo del territorio*, Atti convegno nazionale INU, Senigallia
- UE, 2009, *Libro Bianco – L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo*. COM (2009) 147
- UE, 1996, *Rapporto sulle Città Europee Sostenibili (1996)*
- Siti web:
www.ambienteitalia.it
www.legambiente.it

Giuliana Quattrone -Consiglio Nazionale delle Ricerche-Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA),
tel 3937955284, e-mail: g.quattrone@iia.cnr.it

IL PROGRAMMA "GREEN DEAL" NEL REGNO UNITO

Massimo Rossetti - IUAV Venezia

Premessa

Migliorare le prestazioni energetiche degli edifici è pressoché unanimemente considerato il principale ambito di intervento per ridurre i consumi energetici e le emissioni di gas serra; in particolare in considerazione dei fenomeni di inurbamento previsti per i prossimi decenni. In tale ambito, lo sforzo collettivo deve rivolgersi non solo verso la realizzazione di nuovi edifici ad altissimo rendimento energetico, ma anche verso la riqualificazione del patrimonio esistente. Un'attività che coinvolgerà, in particolare, quelle città con edifici più vecchi e con prestazioni energetiche non adeguate ai livelli richiesti. Il presente contributo intende a tale proposito illustrare il programma per la riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare del Regno Unito denominato "Green Deal", entrato in vigore nel gennaio 2013.

Lo scenario europeo

Secondo l'International Energy Agency, gli edifici sono responsabili di circa il 32% dei consumi energetici globali.¹ La domanda di energia proveniente dagli edifici crescerà più del doppio per il 2050, principalmente a causa della richiesta di edifici residenziali e commerciali in conseguenza del crescente inurbamento globale.² Si stima infatti che nel 2050 circa il 70% della prevista popolazione mondiale di 9,3 miliardi di persone³ vivrà in aree urbane.⁴

In ambito europeo, la Direttiva 2010/31/UE indica come il 40% del consumo energetico totale sia dovuto agli edifici, una stima confermata anche da diverse altre fonti.⁵ Sempre nell'Unione Europea, gli edifici sono responsabili di circa il 36% delle emissioni di CO₂,⁶ ed è proprio negli edifici che la Commissione Europea ha individuato il principale ambito d'intervento per il contenimento dei consumi e la riduzione delle emissioni di CO₂.⁷ L'Energy Efficiency Action Plan del 2006 aveva, inoltre, identificato i settori residenziale e commerciale come quelli aventi

il maggiore potenziale in termini di cost-effective savings al 2020, evidenziando come gli interventi di coibentazione delle chiusure e delle coperture negli edifici residenziali e il miglioramento nella gestione dell'energia negli edifici commerciali fossero le aree con le maggiori previsioni di risparmio.⁸ È stato inoltre stimato che, se la Direttiva 2010/31 fosse pienamente applicata, il risparmio energetico potrebbe nel 2020 ammontare a 96 Mtep, pari al 6,5% della domanda complessiva di energia dell'Unione Europea.⁹ Con la nuova Direttiva 2012/27/UE l'Unione Europea ha, inoltre, fissato l'obiettivo di ridurre per il 2050 le emissioni di gas serra dell'85-90% rispetto ai livelli del 1990.¹⁰ È evidente quindi come intervenire sul patrimonio immobiliare sia essenziale per cercare di raggiungere gli obiettivi di riduzione nei consumi e nelle emissioni, a maggior ragione in quei contesti dove il parco edilizio è più vecchio e meno performante.¹¹

In particolare, analizzando l'età degli edifici, più del 40% degli edifici residenziali in Europa è stata costruita prima degli anni '60, quando le normative in tema di energia erano molto limitate.¹² Inoltre, nel 2050 più del 50% degli edifici nel mondo sarà ancora esistente; nelle nazioni OECD tale percentuale sale a circa il 75%.¹³

Assieme a Danimarca, Svezia, Francia, Repubblica Ceca e Bulgaria, il Regno Unito è tra i paesi membri con la percentuale più alta di edifici vecchi,¹⁴ che presentano mediamente consumi molto elevati,¹⁵ mentre il 38% delle emissioni di gas serra totali del Regno Unito derivano da "leaky buildings", ovvero edifici con rilevanti perdite di calore.¹⁶

La riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare è dunque, in ambito di politiche energetiche, uno degli aspetti principali per il Regno Unito. A tale scopo, uno degli strumenti più recenti messi a punto è il programma "Green Deal", entrato in vigore il 28 gennaio 2013.

Il programma “Green Deal”

Il programma “Green Deal” consiste in un’operazione di retrofit energetico che permette ai proprietari o agli inquilini di pagare gli efficientamenti energetici di un edificio attraverso i risparmi sulle bollette. Il Green Deal segue infatti lo schema “pay as you save”: i lavori di retrofit comportano una diminuzione nei consumi e di conseguenza anche nelle bollette; parte del risparmio ottenuto viene quindi utilizzato per ripagare i lavori di energy upgrade.¹⁷ I costi iniziali vengono coperti da un consorzio pubblico-privato di ESCO. L’intero Green Deal si basa sulla cosiddetta “golden rule”, ovvero che il pagamento non può superare l’ammontare dell’investimento iniziale. Non è possibile, infatti, ottenere un finanziamento se il risparmio ottenuto grazie all’efficientamento energetico non raggiunge l’ammontare iniziale dei lavori. Un’altra particolarità consiste nel fatto che il Green Deal non è collegato a una persona, ma all’abitazione. Se questa viene venduta o subentra un nuovo inquilino, il programma passa al nuovo proprietario o al nuovo inquilino. In dettaglio, il programma Green Deal inizia con la visita presso l’edificio di un Green Deal Assessor, che analizza gli usi energetici, verifica quali possono essere i miglioramenti apportabili tramite l’applicazione di una o più delle 45 soluzioni proposte¹⁸ e se tali miglioramenti possono ripagarsi attraverso la riduzione delle bollette. Il Green Deal Assessor produce un Green Deal Advice Report, una valutazione energetica che mette a confronto i consumi attuali con i consumi attesi – in funzione della tipologia di edificio e dello stile di vita – una volta conclusi i lavori di efficientamento. Per tale valutazione viene utilizzato un software approvato, denominato RdSAP.

Una volta scelti gli interventi più adeguati, il Green Deal Provider esegue una stima dei costi e redige un Green Deal Plan, ovvero un contratto che comprende i lavori che verranno effettuati e il calcolo del ritorno economico, comprensivo degli interessi fissi, di durata compresa tra i 10 e i 25 anni.

Sottoscritto il Green Deal Plan, il Green Deal Provider si occupa di incaricare un Green

Deal Installer dell’esecuzione dei lavori, che per poter procedere coi lavori deve esibire il Green Deal Mark. Al termine dei lavori, il Green Deal Provider fornisce un nuovo Green Deal Advice Report che mostra il nuovo energy rating dell’edificio e il key financial terms del piano. Il pagamento viene quindi automaticamente aggiunto alla bolletta dell’elettricità.¹⁹

Come complementari al Green Deal sono anche state lanciate le ECO (Energy Company Obligations), l’obbligo per le sei più importanti compagnie energetiche del Regno Unito di stanziare fondi per la riduzione delle emissioni di CO₂. In particolare, tali ECO si suddividono in tre categorie: ECO Carbon Saving, ECO Carbon Saving Community ed ECO Affordable Warmth.

L’obiettivo principale delle Carbon Saving ECO è di affiancare il Green Deal nel caso di interventi più importanti, in particolare nel caso di SWI (Solid Wall Insulation), per i quali può non essere sufficiente rivolgersi al solo Green Deal. Le ECO Carbon Saving Community, invece, sono focalizzate sulle aree più depresse, occupate da residenti con bassi redditi. Le ECO Affordable Warmth, infine, sono concepite per quei casi in cui un residente non è in grado di riscaldare la propria abitazione nemmeno a un livello minimo di sufficienza. In altre parole, sono pensate per contrastare il fenomeno della fuel poverty, che si verifica quando viene speso più del 10% del proprio reddito per raggiungere un livello accettabile di comfort interno.²⁰

Aspetti di criticità

Una delle principali critiche mosse al Green Deal sono i tassi di interessi applicati in fase di repayment, ritenuti troppo alti, considerando che possono variare tra il 6 e il 9%. Un’altra critica è sull’effettiva sicurezza del ritorno economico: il calcolo del risparmio energetico viene effettuato sulla base dei consumi attuali e passati, ma futuri cambiamenti radicali nei consumi potrebbero alterare i calcoli iniziali. Considerata critica è anche la complessità burocratica del programma, tale da far supporre una difficile partecipazione per i piccoli investitori e le piccole imprese

energetiche, lasciando invece maggiore spazio alle grandi imprese energetiche e di costruzioni. Altri dubbi riguardano l'accuratezza nel calcolo previsionale dei consumi effettuato mediante software e la possibile mancanza di formazione adeguata degli operatori di settore.

Conclusioni

Gli sforzi dell'Unione Europea verso una maggiore efficienza energetica degli edifici implicano anche la necessità di fornire adeguati strumenti per il finanziamento degli interventi di retrofit. BPIE ha rilevato 333 programmi finanziari per interventi di riqualificazione energetica in Europa,²¹ e la stessa Direttiva 2010/31/UE dice che "in considerazione dell'importanza di mettere a disposizione adeguati strumenti di finanziamento e di altro tipo per favorire la prestazione energetica degli edifici e il passaggio a edifici a energia quasi zero, gli Stati membri adottano

gli opportuni provvedimenti per esaminare gli strumenti più pertinenti sulla base delle circostanze nazionali". Allo stesso modo, anche l'Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change prevede la possibilità per i singoli Stati di emanare leggi in materia di contenimento dei cambiamenti climatici.²²

In ultima analisi, il programma Green Deal si inserisce nelle numerose iniziative nate in tutta Europa per favorire la riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare esistente. A fronte delle criticità, che vanno comunque monitorate nel tempo, si può parlare al momento del Green Deal come un tentativo ambizioso ma certamente perfettibile di migliorare le prestazioni di un patrimonio edilizio che presenta forti lacune da un punto di vista energetico. Come è stato detto, "it might not be the answer – but it asks good questions."²³

NOTE

¹ IEA (International Energy Agency) (2012), *Energy Technology Perspectives 2012. Pathways to a Clean Energy System*, OECD/IEA, p. 84.

² IEA (2012), *ibidem*.

³ UN DESA (United Nations Division of the Department of Economics and Social Affairs) (2011), *World population prospects: The 2010 Revision*, DESA, UN, New York.

⁴ UN DESA (2009), *World population prospects: The 2008 Revision*, DESA, UN, New York.

⁵ La percentuale del 40% è riportata anche da BPIE (Building Performance Institute Europe) nello studio *Europe's buildings under the microscope. A country-by-country review of the energy performance of buildings*, (2011), p. 20 (fonte DG ENR); il 33% dei restanti consumi viene assegnato ai trasporti, il 24% all'industria e il 2% all'agricoltura.

⁶ Commissione Europea, *Sostegno finanziario all'efficienza energetica degli edifici*, COM (2013) 225 final.

⁷ Commissione Europea (2011). *Piano di efficienza energetica 2011*, COM(2011) 109 definitivo.

⁸ Commissione Europea, *Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità*, COM (2006) 545 definitivo.

⁹ BPIE (2011), p. 63.

¹⁰ Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio sull'efficienza energetica.

¹¹ Alcuni studi considerano una percentuale media di rinnovo pari all'1% (BPIE (2011), p. 103) o di poco superiore, compresa tra l'1,2 e l'1,5% (Commissione Europea (2011), p. 5).

¹² BPIE (2011), p. 9.

¹³ IEA (2012), p. 458.

¹⁴ BPIE (2011), *ibidem*.

¹⁵ I consumi energetici finali medi (in kWh/m2anno) per il riscaldamento di abitazioni monofamiliari variano a seconda della tipologia e dell'anno di costruzione: casa a schiera antecedente al 1920: 304,70; casa singola antecedente al 1920: 585,00; casa di testa in schiera antecedente al 1920: 430,30; case bifamiliari a bungalow, 1960: 350,20; casa singola, 1980: 268,20; casa a schiera posteriore al 2002: 102,80. (BPIE (2011), p. 47).

¹⁶ Si veda <https://www.gov.uk/government/news/hate-rising-energy-costs-green-deal-with-it>.

¹⁷ In questo caso particolare, il repayment viene automaticamente addebitato sulla bolletta dell'elettricità.

¹⁸ L'elenco delle soluzioni tecnologiche è il seguente: air source heat pumps; biomass boilers; biomass heating (room heaters / biomass system with radiators); cavity wall insulation; cavity wall insulation (hard-to-treat); chillers (i.e. water chillers in business premises)*; cinder thermostats; draught proofing; duct insulation*; energy efficient hot water showers*; energy efficient hot water systems; energy efficient hot water taps*; external wall insulation; fan-assisted replacement storage heaters; flue gas heat recovery devices; gas-fired condensing boilers; ground source heat pumps; heating controls; heating ventilation and air-conditioning controls (including zoning

controls)*; high performance external doors; hot water controls (including timers and temperature control)*; hot water cylinder insulation; internal wall insulation; lighting systems, fittings and controls; loft, loft hatch and loft rafter insulation; mechanical ventilation with heat recovery; micro combined heat and power; micro wind generation; oil-fired condensing boilers; pipe-work insulation*; radiant heating*; replacement glazing; roof insulation; room in roof insulation; sealing improvements (including duct sealing)*; secondary glazing; solar blinds, shutters and shading devices*; solar photovoltaics; solar water heating; transpired solar collectors*; under-floor heating; under-floor insulation; variable speed drives for fans and pumps*; warm-air units; waste water heat recovery devices attached to showers; water source heat pumps. L'asterisco indica tecnologie utilizzabili in edifici non residenziali. (Si veda PlanLoCal, Energy Efficiency and Green Deal, www.planlocal.org.uk).

¹⁹ L'estinzione anticipata dell'investimento, il cosiddetto "early repayment", è possibile ma comporta il pagamento di una penale.

²⁰ In termini di riscaldamento, si assumono come temperature standard 21°C per le parti dell'abitazioni quali il soggiorno e 18°C per le restanti parti, che dovrebbero essere mantenute per un determinato ammontare di tempo ogni giorno, a seconda delle caratteristiche dell'utenza. Le stime più recenti indicano come in Gran Bretagna siano presenti 3,9 milioni di residenti al 2012 colpiti da fuel poverty. L'obiettivo del Governo è di eliminare il fenomeno della fuel poverty per il 2016. Il motivo è anche economico: secondo Age UK, la più grossa organizzazione di beneficenza per anziani nel Regno Unito, la mancanza di un adeguato livello di riscaldamento domestico costa ogni anno 1,36 miliardi di sterline al Servizio Sanitario Nazionale inglese; inoltre, sempre secondo Age UK, si verificano ogni anno circa 27.000 morti nella stagione fredda dovuti a problemi respiratori e attacchi di cuore. Si veda: Wilkinson, Green, G. and Gilbertson, J. (2008), *Warm Front Better Health: Health Impact Evaluation of the Warm Front Scheme*, CRESR; P. et al (2001), *Cold Comfort: the social and environmental determinants of excess winter deaths in England, 1986-96*, Policy Press; The Eurowinter Group (1997). *Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe*, *The Lancet*, 349, pp. 1341-1346; Liddell, C. and Morris, C. (2010), *Fuel Poverty and Human Health: A Review of Recent Evidence*, *Energy Policy*, Vol. 38, Issue 6, pp. 2987-2997; DECC, *Final Stage Impact Assessment for the Green Deal and Impact Assessment (IA) Energy Company Obligation*, 11/06/2012.

²¹ BPIE (2011), p. 91.

²² Recognizing that States should enact effective environmental legislation, that environmental standards, management objectives and priorities should reflect the environmental and developmental context to which they apply, and that standards applied by some countries may be inappropriate and of unwarranted economic and social cost to other countries, in particular developing countries." (Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change, 9 maggio 1992, <http://www.un-documents.net/unfccc.htm#preamble>). Il Green Deal viene citato anche da Katak Malia come esempio di legislazione nazionale, in alternativa ai trattati internazionali: "the UK's coalition government has agreed a legally binding "green deal", committing to two decades of drastic cuts up to 2027, targeting emission cuts of 80 per cent by 2050 compared with the 1990 levels. Stimulating new industries and green technologies, the green deal also aims at securing 40 per cent energy from wind, wave and tide sources by 2030. All three technologies, if developed in Britain, could be major currency earners." (Katak Malia, *The EU and Strategies for New Climate Treaty Negotiations*, Swedish Institute for European Policy Studies, novembre 2011, p. 12).

²³ Kate de Selincourt, *The Green Deal for retrofit*. It might not be the answer – but it asks good questions, in <http://www.katedeselincourt.co.uk>.

MONITORAGGIO E CONOSCENZE DEL CLIMA URBANO IN ERA TECNOLOGICA

Roberto Vittorio Gottardi e Cristina Lavecchia - Climate Consulting S.r.l., Osservatorio Meteorologico Milano Duomo

La città è un organismo in costante trasformazione. A partire dall'era industriale lo sviluppo delle grandi città ha subito un'accelerazione che ha portato all'attuale passaggio da "città" ad "area metropolitana" con un costante aumento della popolazione e del fabbisogno di energia e infrastrutture.

Quest'espansione ha determinato un microclima locale sempre più marcato che si è evoluto non solo in rapporto all'estensione geografica dell'urbanizzato ma anche in rapporto ai materiali e alle tecnologie impiegate, alla pianificazione urbana e in sintesi all'evoluzione sociale ed economica della città.

Esemplificativo è il caso di Milano: per secoli è stato sufficiente un punto di misura meteorologica per caratterizzarne il clima (stazione Osservatorio Meteorologico di Brera), anche per il tipo di utilizzo del dato meteo climatico.

L'area metropolitana dell'era tecnologica è un organismo complesso e per descriverne correttamente sia la sua meteorologia che la sua climatologia, si rendono necessarie più postazioni di misura omogenee e confrontabili tra loro. Una rete così fatta oltre a fornire il dato meteorologico attuale, per impieghi immediati (contabilizzazione calore, certificazioni eventi estremi, fermi cantiere, ...), può servire per caratterizzare il microclima urbano ai fini di studio e progettazione di interventi su molti fronti, tra cui l'adattamento climatico, nonché verifica dell'efficacia degli interventi realizzati.

La carenza di una rete di stazioni meteorologiche dedicate specificatamente al clima delle aree urbane e tra loro omogenee ha dato lo spunto ad un'idea imprenditoriale: CLIMATE NETWORK®.

Si tratta di una rete meteorologica progettata, sviluppata e gestita nell'ottica della qualità del dato e della riferibilità delle misure. Al suo completamento, entro i prossimi 3 anni, coprirà i principali centri urbani nazionali ovvero i capoluoghi regionali e provinciali. Attualmente conta 32 stazioni (figg. 1, 2). Per le città che presentano struttura di area metropolitana saranno costituite le "urban network". Quella milanese conta 19 stazioni, di cui 8 in Milano città, ed è attiva da circa due anni (fig. 2).

Le principali caratteristiche di Climate Network® perseguite sono l'elevato grado di omogeneità, dettaglio e qualità dei dati prodotti:

- analoghi criteri di posizionamento delle stazioni nei centri urbani
- stessi sensori
- stessi riferimenti per la taratura
- stesse procedure di controllo e assicurazione di qualità
- sensore di temperatura ridondato

È stato allestito un Laboratorio Interno di Metrologia dove sono tarate le stazioni della rete utilizzando strumenti di riferimento certificati dall'INRIM Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino.

Partecipiamo come collaboratori al progetto europeo METEOMET "Metrologia in Meteorologia" (www.meteomet.org): Climate Network® e il Laboratorio Interno di Metrologia sono messi a disposizione per sviluppare e validare procedure e bozze di normative nell'ambito del progetto.



FIG. 1 - I capoluoghi di regione e provincia attualmente monitorati

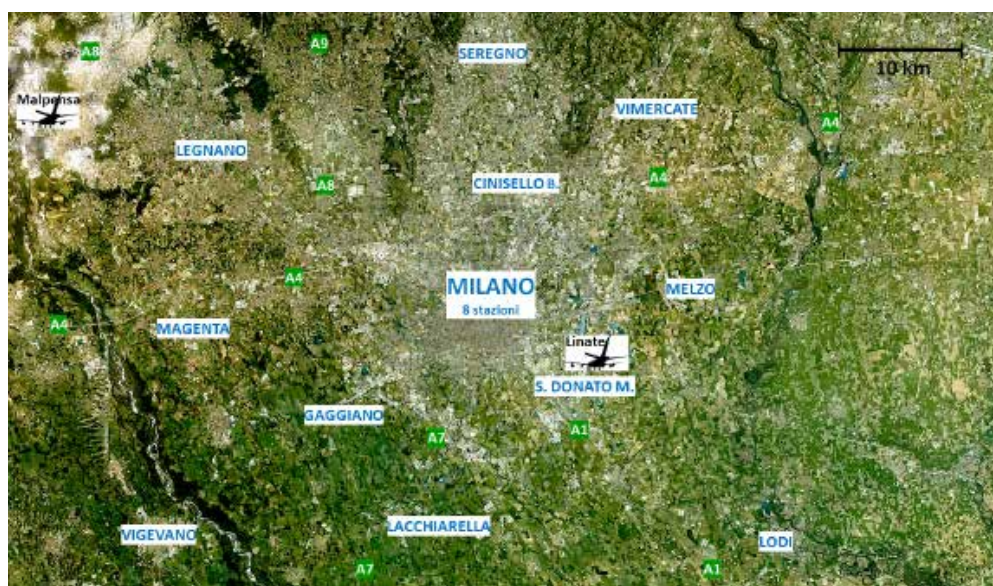


FIG. 2 - Climate Network nell'area metropolitana milanese

Roberto Vittorio Gottardi e Cristina Lavecchia
 - Climate Consulting S.r.l., Osservatorio Meteorologico Milano Duomo
 r.gottardi@climateconsulting.it , c.lavecchia@climateconsulting.it

ADATTAMENTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO E PIANIFICAZIONE: IL CASO DELL'AREA ROMANA

Alessandra Nguyen Xuan

Dottore di ricerca in Tecnica Urbanistica, DICEA, Facoltà di Ingegneria, Sapienza Università di Roma

Cambiamento climatico: adattamento, vulnerabilità e resilienza climatica

Il problema del cambiamento climatico e delle sue conseguenze non rappresenta una questione nuova nell'ambito della disciplina della pianificazione: da sempre gli insediamenti umani hanno dovuto confrontarsi con le mutevoli condizioni del contesto ambientale.

La questione climatica, ed in particolare l'adattamento al cambiamento climatico, evidenziano la necessità di rafforzare la consapevolezza che cambiamento e variabilità sono caratteristiche fondanti dei sistemi umani e naturali e che questi, in quanto sistemi complessi, possono dare luogo a trasformazioni i cui esiti sono carichi di incertezza.

L'adattamento per ridurre i danni attuali o potenziali, o per approfittare di nuove opportunità, si può verificare sia nei sistemi ecologici, sia in quelli umani.

I campi di ricerca cui è legato l'adattamento al cambiamento climatico sono quelli della vulnerabilità¹ (Adger, 2006) e della resilienza dei sistemi socio-ecologici² (SESs) (Holling, 1973; Walker & Salt, 2006).

Se i due sopracitati approcci – vulnerabilità e resilienza – sono riportati in gran parte della letteratura sul cambiamento climatico e l'adattamento, il terzo approccio qui proposto, quello della flessibilità, non lo è. Vengono infatti indicati come sinonimi di resilienza, l'elasticità e la mobilità³, che corrispondono alla capacità di movimento, in una determinata circostanza, per adottare nuovi comportamenti una volta appurato che i precedenti non funzionano.

Un terzo concetto: la flessibilità

Nella letteratura relativa al cambiamento climatico e all'adattamento il richiamo alla flessibilità come approccio, non è esplicito, ma emerge implicitamente, secondo il parere di chi scrive, dall'approccio della resilienza.

Per affrontare il tema della flessibilità si è scelto di contaminare i riferimenti alla flessibilità della letteratura sull'adattamento e l'accezione di flessibilità formulata nell'ambito dell'ecologia della mente di cui il maggior esponente è Gregory Bateson. L'obiettivo finale vuole essere quello di offrire un contributo "disciplinare" al tema, i.e. individuazione nuove possibilità di intendere la flessibilità nella pianificazione per l'adattamento, ma anche nella pianificazione *tout court*.

Estremamente calzante è la definizione data da Bateson (1971, 1977) della flessibilità associata a quella che lui definisce "una civiltà elevata". Per "civiltà elevata" Bateson intende "una civiltà dotata di una grandissima flessibilità, in grado di accordarsi con la flessibilità dell'ambiente per dar luogo a un unico complesso sistema dinamico, aperto a mutamenti graduali di caratteristiche anche fondamentali, cioè piuttosto rigide." (De Bonis, 2004). I concetti di flessibilità e rigidità sono nel pensiero di Bateson non in opposizione, ma complementari: l'uno non esiste senza l'altro. Per spiegare ciò Bateson (2000) porta come esempio la condizione dell'acrobata⁴.

Nel momento in cui un sistema umano esaurisce la sua flessibilità è destinato a morire poiché non è più in grado di accogliere il cambiamento, ossia non è più in grado di esercitare la flessibilità di alcune sue variabili affinché altre possano mantenersi rigide o subire trasformazioni poco rilevanti. La flessibilità del sistema viene dunque vista come una sorta di capacità

di “pre-adattamento” necessaria al cambiamento, e le variabili il cui valore vuole essere mantenuto sostanzialmente costante sono le variabili fondamentali, quelle che nella teoria della resilienza determinano l’identità di un sistema.

Il caso di studio: “l’area romana”

Con la finalità di indagare gli effetti del cambiamento climatico e i possibili contributi della pianificazione all’adattamento al cambiamento climatico è stato scelto un caso di studio – l’“area romana” – analizzato poi secondo uno schema appositamente creato presentato più avanti nel paper.

Con il termine “area romana” si fa riferimento a Roma e all’area di influenza relazionale e interdipendenza economica, sociale ed ambientale, con cui la città interagisce, intendendo in tal modo sottolineare che le conseguenze del cambiamento climatico incideranno sull’area in esame intervenendo sulle condizioni delle singole realtà locali (singoli, comunità, città), ma anche sulle relazioni che le connettono e ne regolano l’esistenza: reti di servizi; flussi materiali e immateriali (flussi economici, dinamiche sociali, spostamenti della popolazione, organizzazione del lavoro, infrastrutture, ecc.); relazioni ambientali (servizi ecosistemici, domanda di risorse); ecc..⁵

Un “inedito” schema analitico-progettuale

L’analisi del caso di studio è tesa, a partire da quanto emerso dalla ricognizione del fenomeno del cambiamento climatico (con particolare riferimento ai suoi effetti sulla risorsa acqua), a mettere in luce la situazione climatica, le problematiche che comporta. L’impostazione generale dell’indagine è stata ricondotta, a posteriori, ad una sovrapposizione (Figura 1) tra il modello DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatto, Risposte) opportunamente riadattato e modificato in alcune sue componenti, e lo IAD framework (Institutional Analysing and Development framework) riconducibile al filone di ricerca sui beni comuni (Ostrom, Burger, Field, Mogaard, Policansky, 1999).

In particolare, l’analisi focalizza l’attenzione sui fattori e gli elementi di vulnerabilità istituzionale⁶ sui quali la pianificazione ha maggiori possibilità di influire e manifestare il proprio “esercizio di flessibilità”⁷.

La vulnerabilità istituzionale è rappresentata infatti dalla (in)capacità delle istituzioni, formali e informali, di gestire gli impatti del cambiamento climatico, attraverso i diversi modi, strumenti, e misure disponibili; è cioè la (in)capacità collettiva della comunità misurarsi con il cambiamento climatico che in questa ricerca viene ricondotta alla dimensione della pianificazione intesa in senso lato, ossia non come strumento di pianificazione, ma come modalità di procedere, di gestire l’interazione, di coinvolgere, di definire i fenomeni territoriali e i soggetti che li riguardano, di costruire le decisioni.

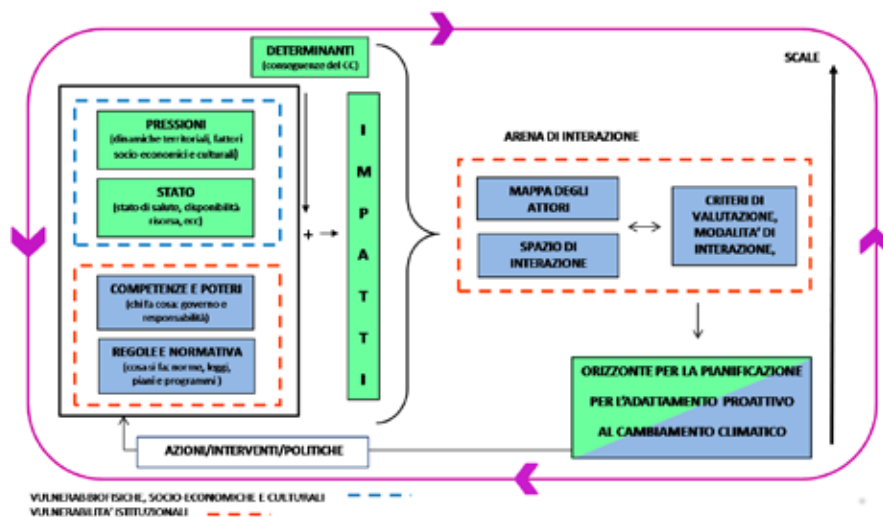


Figura 1. Schema analitico-progettuale per l’analisi di un sistema territoriale ai fini di una pianificazione per l’adattamento

Vulnerabilità istituzionale

Per l'analisi della vulnerabilità istituzionale dell'area romana sono stati presi in considerazione tutti gli elementi riportati nella Figura 1: competenze e poteri, le regole e la normativa vigente (leggi nazionali, regionali e provinciali, strumenti di pianificazione generale e relativi al settore/sistema acqua, ecc.).

L'analisi ha evidenziato la presenza di molti e differenti nodi di criticità che contribuiscono singolarmente e congiuntamente a determinare il quadro della vulnerabilità istituzionale del caso di studio: la distribuzione delle competenze, l'attribuzione di responsabilità, la scala o il territorio di riferimento, il coordinamento verticale e orizzontale di azioni e soggetti, l'arena di interazione, la propensione resistenza/propensione al cambiamento, ecc..

L'impostazione del governo del territorio è ancora fortemente improntata ad una struttura di tipo gerarchico ancorata alla supremazia del soggetto pubblico (accompagnata tra altro anche da una sovrapposizione di competenze, poteri e responsabilità), che mal si coniuga con i principi di collaborazione e cooperazione tra enti territoriali, e di condivisione e interazione con gli altri attori territoriali, principi richiesti dalla natura stessa del territorio e, nel caso specifico del fenomeno climatico dalle ricadute multiscalarie dei suoi effetti e conseguenze.

Dalla ricognizione degli strumenti di pianificazione generale e settoriale riguardanti l'area di studio, appare evidente che la questione climatica è ampiamente trascurata e sottovalutata, e che altrettanto assenti sono i principi di flessibilità e resilienza dei sistemi in relazione alle sollecitazioni e variazioni ambientali, climatiche, economiche e sociali.

Diffusamente scarsa è l'attenzione prestata alla variabilità ambientale e dei sistemi umani; entrambi considerati come sostanzialmente stabili nel tempo e nello spazio, in completa opposizione alla teoria dell'evoluzione e della co-evoluzione dei sistemi promossa dall'approccio della resilienza.

La flessibilità, quando presente, invece di essere associata alla capacità di un sistema socio-ecologico di esercitare la flessibilità di alcune sue variabili attraverso un processo di apprendimento e ripensamento delle sue idee/consuetudini con la finalità di acquisirne di nuove e più favorevoli, è spesso associata alla flessibilità delle procedure di pianificazione o all'efficienza e all'ottimizzazione dei sistemi a rete.

La governance territoriale, le modalità tramite le quali si esplica e il modo in cui trova spazio nei processi decisionali territoriali rappresenta attualmente uno dei principali problemi della risorsa acqua e della gestione e pianificazione del territorio con cui è in relazione.

Il contesto romano risulta quindi, a livello sia di politiche che di pianificazione, ancora complessivamente lontano da una riflessione sistematica e strutturata sui cambiamenti climatici, e questo rappresenta il primo grande ostacolo all'implementazione dell'adattamento.

Conclusioni

A partire dalle considerazioni fatte sopra sono state tratte alcune indicazioni per la pianificazione per l'adattamento che per motivi di spazio vengono qui sintetizzate per punti: risultare indifferente ai confini amministrativamente definiti; superare la settorialità in nome di una profonda unità funzionale, ambientale, economica e sociale propria di alcune aree e delle diffusa intersectorialità di molte questioni e fenomeni; superare le tradizionali impostazioni di governo e governance gerarchiche; ricorrere ad un orizzonte temporale di lungo termine in accordo con la natura di fenomeni come quello climatico; tener conto ed agire contemporaneamente a differenti scale; ricorrere agli scenari (molteplici futuri possibili), a patto che non abbiano un carattere statico; accompagnarsi a misure di altra natura (es. economiche e sociali); abbandonare l'idea di una razionalità assoluta e proveniente dall'alto, ecc.

Le istituzioni – formali e non formali – emergono dal caso di studio come uno dei nodi centrali, se non il "nodo", su cui agire per risolvere la questione territoriale dell'adattamento al

cambiamento climatico: esse rappresentano infatti l'insieme delle strutture, delle modalità e dei meccanismi attraverso i quali una comunità aggiusta e modifica il proprio comportamento, sia al suo interno che nei confronti dell'ambiente esterno, e costituiscono lo spazio, oltre che il mezzo, nel quale, attraverso l'interazione con la realtà fisica e materiale, i bisogni si generano e trovano risposta, si formano le conoscenze e le preferenze, si impongono regole e nascono nuove norme, si formano e si scambiano valori. In una parola costituiscono la variabile, necessariamente flessibile, che definisce la possibilità di cambiamento di una data comunità, sono lo spazio trasformativo di una società. L'accento sulle istituzioni in quanto contesto o ambiente nel quale è immersa una comunità poi, unitamente all'importanza data all'arena di interazione, ai soggetti che vi prendono parte e alle regole in base alle quali si relazionano, evidenzia quale peso abbiano la specificità di ogni comunità e il luogo che abita.

Riassumendo, dall'analisi è emerso che è nella natura e nei legami tra i vari elementi dello schema che costituiscono l'ambiente "istituzionale" (Figura 1) che risiede la capacità di cambiamento di una società, sia come trasformazione dei propri comportamenti ed abitudini, ossia modi di affrontare i problemi che si presentano, ma anche idee sulle variabili/funzioni flessibili e sue quelle da mantenere "rigide", sia come trasformazione delle sue istituzioni formali, attraverso ad esempio una redistribuzione di competenze, poteri e responsabilità e la creazione di una diversa organizzazione della governance territoriale.

NOTE

¹ Esistono molte definizioni di vulnerabilità, ma qualunque sia l'approccio è possibile delineare un insieme di elementi comuni rappresentati da: esposizione, sensibilità alle perturbazioni e capacità di adattamento. La vulnerabilità di una società, e quindi in qualche maniera anche di un sistema urbano o territoriale, è influenzata dal suo percorso di sviluppo, dall'esposizione fisica, dalla distribuzione delle risorse, dalla presenza di stress precedenti, e dalle sue istituzioni governative e sociali (Kelly & Adger, 2000; Smit & Wandel, 2006).

² La resilienza di un sistema è misurata in base alla grandezza del disturbo, ad esempio una perturbazione climatica, che può essere assorbita prima che il sistema cambi la sua struttura modificando le variabili ed i processi che ne controllano il comportamento e che ne rappresentano l'identità (Holling, 2001; Walker & Salt, 2006). La resilienza è in altri termini la capacità di subire un cambiamento e riorganizzarsi continuando ad avere la stessa 'identità' (ovverosia la stessa struttura di base e la stessa modalità di funzionamento).

³ Alcuni autori (Berkes & Folke 1998; Barnett, 2001) definiscono la resilienza non solo in relazione al rischio, ma come la generale capacità di una società che in quanto flessibile è in grado di adattarsi di fronte ad incertezze ed eventi inaspettati e di approfittare delle opportunità positive che può portare il futuro. Nel caso di sistemi urbani e territoriali, la flessibilità non viene associata solo alle loro caratteristiche intrinseche, ma anche al modo in cui sono organizzate. Ugualmente legati alla flessibilità sono secondo Tompkins e Adger (2004) gli approcci di gestione ambientale collaborativa, ritenuti centrali nella riduzione della vulnerabilità e nell'incremento della resilienza di quelle società che dipendono in maniera diretta dalle risorse naturali (ambiente come fonte di sostentamento). In questo caso la flessibilità è la capacità di includere nel sistema di gestione le nuove conoscenze in modo tale che lo stesso sistema di gestione venga trasformato e risulti più conforme alle situazioni in essere.

⁴ L'acrobata riesce a restare in equilibrio (instabile) sulla corda (questa è la condizione che egli vuole mantenere rigida) correggendo però continuamente la posizione di altre parti del suo corpo, come le braccia e il busto, che rappresentano perciò le variabili la cui flessibilità (in questo caso legata al movimento) può essere esercitata. Questo esempio aiuta anche a comprendere il valore non assoluto della flessibilità: l'acrobata non vuole che tutte le parti del suo corpo abbiano libertà di movimento, i piedi infatti devono rimanere posizionati sulla corda.

⁵ Una simile definizione del territorio di riferimento deriva, perciò, sia dalla necessità di ricorrere ad un approccio ecosistemico al sistema urbano-territoriale, la cui esistenza è legata a risorse, dinamiche e funzionamenti che afferiscono al territorio che la circonda – la regione urbana - o addirittura a territori anche molto lontani, sia dal riconoscimento della trasversalità e multiscalarità degli effetti generati dal cambiamento climatico, e, conseguentemente dell'ottica cui far ricorso per ricercare strategie di adattamento.

⁶ Secondo Aall et al. (2005), Adger et al. (2004), e altri, le vulnerabilità di un territorio si possono distinguere in: vulnerabilità di natura biofisica e socio-economica, e vulnerabilità di natura istituzionale. La vulnerabilità biofisica e socio-economica dovrebbe poter essere ridotta, almeno in parte, riducendo la vulnerabilità istituzionale e aumentando la capacità del sistema di esercitare la flessibilità di alcune sue variabili.

⁷ La pianificazione, infatti non solo deve cercare di dar luogo a sistemi materiali flessibili, ma deve rendersi essa stessa deve essere essa stessa flessibile (o resiliente), iniziando quindi da quelle che sono le sue forme e modalità di farsi.

BIBLIOGRAFIA

- Aall, C., Norland, I.T., 2005. Indicators for Local-Scale Climate Vulnerability Assessments, Report no. 6/05, ISBN: 82-7480-152-0, ISSN: 0806-8992;
- Adger, W.N., Brook, N., Bentham, G., Agnew, M. and Eriksen, S., 2004. New Indicators of vulnerability and adaptive capacity. Tyndall Centre for Climate Change Research, Technical Report 7, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich, UK. 123pp
- Adger, 2006
- Barnett, J., 2001. Adapting to Climate Change in Pacific Island Countries. The Problem of Uncertainty. World Development, vol.29, n. 6, pp. 977-993
- Bateson G. 1971, Restructuring the Ecology of a Great City, in Radical Software, n. 3, 1971, pp. 2 – 3.
- Bateson, G., 1977. Verso un'ecologia della mente. Milano: Adelphi; nuova versione ampliata 2000
- Berkes, F., Folke, C. eds., 1998. Linking Social and Ecological Systems. Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. Cambridge: Cambridge University Press
- Holling, C.S., 1973. Resilience and stability of ecological systems. Annual Review Ecology and Systematics, 4, pp. 1-23.
- Holling, C.S., 2001. Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. Ecosystems, 4, pp. 390-405.
- Kelly, M., Adger W.N., 2000. Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. Climate Change, 47
- Ostrom E., Burger J., Field C.B., Morigaard R.B., Policansky D., 1999., Revisiting the Commons: Local lessons, global challenges, in Science, vol. 284, pp.278 - 282.
- Smit, B., Wandel, J., 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. Global Environmental Change, 16, pp. 282–292
- Tompkins, E. L., Adger, W. N., 2004. Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change? Ecology and Society , 9(2): 10.
- Walker, B. e Salt. D., 2006. Resilience Thinking. Sustaining Ecosystems and People in a Changing World. Washington: Island Press

Alessandra Nguyen Xuan

Dottore di ricerca in Tecnica Urbanistica, DICEA, Facoltà di Ingegneria,

Sapienza Università di Roma

a.nguyenxuan@gmail.com

ADATTAMENTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO DELLE INFRASTRUTTURE: RASSEGNA DELLA LETTERATURA

Lorenzo Barbieri - Università degli studi Roma Tre - Dipartimento di Architettura

L'intento di questo documento è proporre una rassegna della letteratura sull'adattamento al cambiamento climatico delle infrastrutture. Dopo una breve introduzione al concetto di infrastruttura, si punta a offrire una panoramica sul tema dell'adattamento avendo particolare attenzione agli impatti potenziali sulle infrastrutture.

Questa rassegna è stata sviluppata nell'ambito della ricerca "Politiche e strategie urbane per l'adattamento climatico" condotta dal dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi Roma Tre e dall'unità UTMEA dell'E-NEA. All'interno di questa ricerca è stato ritenuto utile svolgere un lavoro di riordino e rassegna sia degli articoli peer-reviewed, sia della c.d. grey literature, composta da documenti istituzionali, report e libri.

Un recente documento sull'adattamento prodotto dalla Commissione Europea (2013) dà una definizione completa di infrastruttura:

The term "infrastructure" usually refers to physical assets in a wider range of policy areas, including communications, emergency services, energy, finance, food, government, health, education, civil protection, transport or water (EC, 2013, p.4).

Si tratta di una descrizione ampia che comprende gli edifici e le infrastrutture a rete, che a loro volta includono quelle per l'energia, il trasporto, l'informatica e l'acqua. Secondo questa definizione la rassegna intende ordinare documenti e contributi, ricordando che la letteratura analizzata è molto squilibrata verso le infrastrutture di trasporto.

Gli impatti del cambiamento climatico sono in sintesi: la variazione delle temperature, la variazione delle precipitazioni, la variazione del livello del mare e, conseguentemente agli ultimi due impatti, le alluvioni (Caserini e Pignatelli, 2009; EC, 2013).

I temi che i documenti affrontano sono trasversali alle definizioni date: impatti, modellizzazione e scenari; contesti nazionali e urbani; costi dell'adattamento.

La questione degli impatti del cambiamento climatico è centrale per molti documenti, anche se spesso non riguarda singolarmente uno dei quattro tipi di impatto delineati sopra, poiché gran parte dei contributi riguarda l'adattamento delle infrastrutture in generale. Esistono comunque diversi studi che si riferiscono a uno o due impatti.

Ad esempio il lavoro di Cai et al. (2007) propone un approccio di studio per calcolare l'estensione e la profondità dell'allagamento stradale, determinando l'entità dell'alluvione e individuando le aree allagate lungo i tratti delle strade che attraversano le aree alluvionate.

Il tema delle strade torna in un articolo che studia la vulnerabilità dei ponti rispetto alle esondazioni dei fiumi (Wright et al., 2012). Lo studio si basa sull'analisi di tre scenari di cambiamento climatico fondati su altrettante emissioni di gas serra e individua quali potranno essere vulnerabili nel futuro secondo lo scenario prospettato.

Un articolo riguarda le alluvioni dovute all'innalzamento del livello del mare nell'area metropolitana di Boston (Kirshen et al., 2008b). Il rischio è dovuto alle ondate di piena generate dalle tempeste (storm surge). Lo studio prevede due scenari di innalzamento del livello del mare, uno scenario baseline e quattro possibilità di adattamento: per ciascuna di queste si ipotizzano gli impatti e le azioni adattative.

Uno studio di DOT e ICF (2008) propone una metodologia per l'analisi dell'impatto dell'innalzamento del livello del mare sulle infrastrutture di trasporto.

Un altro articolo studia l'area di Hampton Roads in Virginia (Kleinosky et al., 2007). Gli autori individuano le zone a rischio di allagamento dovuto a storm surge sovrapponendo i dati sugli uragani con il modello digitale di elevazione (DEM).

Un altro documento (Sheng e Wilson, 2009) riguarda le alluvioni nell'area di Los Angeles.

L'articolo dimostra un legame tra l'aumento del rischio di alluvione e l'aumento della popolazione nei distretti idrografici analizzati, probabilmente dovuto all'aumento della superficie impermeabile.

Il rischio di alluvioni nell'area di Mumbai è al centro di un articolo sugli impatti economici (Ranger et al., 2011). Gli autori valutano l'adattamento attraverso l'individuazione delle vulnerabilità del contesto, la quantificazione dei rischi e l'identificazione delle opzioni di adattamento.

Due studi (Sovacool, 2011; 2012) affrontano il tema dell'innalzamento del livello del mare nelle Maldive. L'articolo meno recente propone due strategie di adattamento: una soft, basata su infrastrutture verdi, interventi flessibili, coinvolgimento della cittadinanza; una hard caratterizzata da infrastrutture artificiali, interventi poco flessibili, grandi impatti sulla cittadinanza. L'altro contributo riguarda un programma di adattamento che integra i rischi climatici nelle scelte di pianificazione. Il mantenimento del permafrost sul fondo dei binari della ferrovia Qinghai-Tibet è al centro di uno studio (Cheng et al., 2008) che descrive l'uso di sistemi di raffreddamento del sedime ferroviario per evitare gli impatti dell'innalzamento delle temperature sulla solidità del terreno.

Il cedimento dei binari è l'oggetto di un articolo che ne studia gli effetti sulla rete ferroviaria del sud-est dell'Inghilterra (Dobney et al., 2009). Lo studio analizza la correlazione tra alte temperature e ritardi dei treni e ne calcola i costi.

Altri contributi sull'adattamento si differenziano per il contesto studiato, a livello nazionale e urbano.

Lo stato del Victoria in Australia è l'oggetto di uno studio sulla valutazione del rischio per le infrastrutture (Holper et al., 2007). Sono valutate tutte le infrastrutture: acqua, energia, telecomunicazioni, trasporto, edifici. Lo studio propone due scenari di cambiamento climatico a partire dai quali sono valutati i rischi per ciascuna infrastruttura.

Un altro documento studia l'adattamento delle infrastrutture in Inghilterra (HM Government, 2011) che afferiscono a quattro settori: ener-

gia, telecomunicazioni, trasporto acqua. Il contributo descrive i motivi per intraprendere azioni di adattamento e le opportunità legate all'adattamento, presenta i casi di successo dal mondo, mostra le sfide da affrontare, espone le interdipendenze tra settori ed elenca le possibili azioni di adattamento.

L'accademia di ingegneria britannica (RAE, 2011) affronta l'adattamento delle infrastrutture in quattro ambiti: energia, trasporto, comunicazioni, acqua. Per ciascuno di essi sono elencati gli impatti, le opzioni di adattamento e le interdipendenze. L'adattamento nei singoli settori è approfondito in specifici report contenuti in appendice.

Le infrastrutture di trasporto sono l'oggetto di uno studio (Mills e Andrey, 2002) sugli impatti legati alle variazioni di temperatura, del livello del mare e alle precipitazioni in Canada. Il documento analizza i possibili effetti sul trasporto in termini di sicurezza, mobilità, efficienza economica ed esternalità ambientali.

Uno studio del NRC (2008) si occupa dell'impatto del cambiamento climatico sul trasporto statunitense. Il report descrive gli impatti, le sfide poste dall'adattamento e le opzioni di adattamento.

È incentrato sulle infrastrutture di trasporto francesi uno studio che analizza la loro vulnerabilità al cambiamento climatico e le possibilità di adattamento (Cochran, 2009). Le opzioni proposte riguardano la pianificazione, le azioni fisiche di adattamento e la gestione della domanda.

L'adattamento delle infrastrutture stradali in Scozia è affrontato da un report governativo (Galbraith et al., 2005). La struttura è la seguente: introduzione al contesto climatico storico; studio delle tendenze future del cambiamento climatico; analisi degli impatti sulle strade; raccomandazioni sulle azioni future.

L'adattamento delle ferrovie in Svezia è al centro di un articolo (Lindgren et al., 2009) che studia come il tema è gestito e percepito dall'amministrazione ferroviaria. Ne risulta che le ferrovie sono vulnerabili al cambiamento climatico e che lo stato dovrà migliorare le proprie azioni di adattamento.

Esistono studi specifici sull'adattamento delle

infrastrutture energetiche, come uno sugli impatti del cambiamento climatico sulla produzione e l'uso di energia negli Stati Uniti (Wilbanks et al., 2008). Il report analizza gli impatti e dedica le conclusioni alla possibilità di individuare opzioni di adattamento e di ampliare le conoscenze sugli effetti del clima. La rete infrastrutturale elettrica del Regno Unito è oggetto di un articolo (McColl et al., 2012). Gli autori valutano l'impatto del cambiamento climatico sull'infrastruttura attraverso l'analisi di dati storici ed elaborano proiezioni climatiche per comprendere se la frequenza dei danni alla rete dovuti a eventi atmosferici aumenterà.

Spostando lo sguardo sulle aree urbane è possibile osservare uno studio sull'adattamento infrastrutturale a Londra: un report sul sistema di trasporti e sul cambiamento climatico (Mayor of London, 2005). Il documento descrive quattro casi studio locali di azioni di risposta ad altrettanti impatti.

Nell'area metropolitana di Boston alcuni degli autori già citati sopra (Kirshen et al., 2008a) hanno elaborato uno studio sulle interdipendenze degli impatti sul sistema infrastrutturale locale. Dopo un'analisi degli impatti su ciascun settore gli autori studiano le interdipendenze di questi ultimi e delle azioni di adattamento tra i diversi settori.

Scendendo di scala è di interesse uno studio che analizza l'impatto a lungo termine del cambiamento climatico sulle infrastrutture di Hamilton in Nuova Zelanda (Jollands et al., 2007). Gli autori hanno studiato i dati storici, sviluppato quattro proiezioni e prodotto cinque scenari. Gli impatti sono stati analizzati sia per singoli settori, sia per l'interdipendenza tra questi.

Un altro tema per cui si differenziano i contributi analizzati è l'analisi dei costi dell'adattamento.

A livello continentale uno studio (Chinowski et al., 2013) si occupa dei costi dovuti all'adattamento delle strade in Africa. L'articolo analizza i costi totali e i costi opportunità per il continente africano. Dopo la creazione di un inventario delle strade, sono stati scelti sei modelli climatici per nazione da applicare allo studio degli stati stessi. Gli impatti cal-

colati sono gli effetti della pioggia e delle temperature. La determinazione dei costi prevede una politica con adattamento e una senza azioni. I risultati dimostrano il margine di risparmio con le politiche di adattamento rispetto a quelle in cui è assente, ma sottolineano la difficoltà economica legata all'alto costo di azioni che daranno effetti nel lungo periodo.

L'Alaska è il contesto di un articolo sui costi per le infrastrutture (Larsen et al., 2008).

Combinando un modello di cambiamento climatico con uno di costo del ciclo di vita, gli autori stimano i costi dell'adattamento e formulano indicazioni per le ricerche future. Il costo degli impatti dell'innalzamento del livello del mare a Copenhagen è il tema di un articolo (Hallegatte et al., 2011) che illustra una metodologia di valutazione economica. Si conclude che senza adattamento i costi degli impatti sono molto alti e che la ricerca richiede approfondimenti.

Per quanto riguarda gli impatti e l'adattamento degli edifici una serie di articoli (Auld et al., 2006a; 2006b; Auld e McIver, 2006) affronta il tema da diversi punti di vista: studiando gli impatti e le opzioni di adattamento; individuando possibili opzioni di adattamento; analizzando gli standard e i parametri climatici di progettazione.

Nel complesso il panorama dell'adattamento delle infrastrutture appare vasto ma ancora poco esplorato. La crescente centralità di questo tema, soprattutto a livello europeo, rende ottimisti su un potenziale aumento della ricerca. Purtroppo sono assenti da questo quadro il contributo dell'Italia e documenti che indichino interventi e linee guida di adattamento infrastrutturale.

BIBLIOGRAFIA

- Auld, H., Klaassen, J. e Comer, N. (2006), "Weathering of Building Infrastructure and the Changing Climate: Adaptation Options", *Proceedings of Engineering Institute of Canada: Climate Change Technology Conference*, Ottawa.
- Auld, H. e MacIver, D. (2006), "Changing Weather Patterns, Uncertainty and Infrastructure Risks: Emerging Adaptation Requirements", *Proceedings of Engineering Institute of Canada: Climate Change Technology Conference*, Ottawa.
- Auld, H., MacIver, D. e Klaassen, J. (2006), "Adaptation Options for Infrastructure under Changing Climate Conditions", *Proceedings of Engineering Institute of Canada: Climate Change Technology Conference*, Ottawa.
- Cai, H., Rasdorf, W. e Tilley, C. (2007), "An Approach to Determine Extent and Depth of Highway Flooding", *Journal of Infrastructure Systems*, 13, pp. 157-167.
- Caserini, S. e Pignatelli, R. (2009), "Cambiamenti climatici e trasporti: il contesto e gli impatti" in Castellari, S. e Artale, V. (a cura di), *I cambiamenti climatici in Italia: evidenze, vulnerabilità e impatti*, Bononia University Press, Bologna.
- Cheng, G., Sun, Z. & Niu, F. (2008), "Application of the roadbed cooling approach in Qinghai-Tibet railway engineering", *Cold Regions Science and Technology*, 53, pp. 241-258.
- Chinowsky, P., Schweikert, A., Strzepek, N., Manahan, K., Strzepek, K. e Schlosser, A. (2013), "Climate change: comparative impact on developing and developed countries", *Climatic Change*, 117, pp. 345-361.
- Cochran, I. (2009), "Climate Change Vulnerabilities And Adaptation Possibilities For Transport Infrastructures In France", *Climate Report*, 18, CDC Climat.
- Department of Transport (DOT) Center for Climate Change and Environmental Forecasting e ICF International (2008), *The Potential Impacts of Global Sea Level Rise on Transportation Infrastructure, Part 1: Methodology*, DOT Center for Climate Change and Environmental Forecasting.
- Dobney, K., Baker, C. J., Quinn, A. D. e Chapman, L. (2009), "Quantifying the effects of high summer temperatures due to climate change on buckling and rail related delays in south-east United Kingdom" *Meteorological Applications*, 16, pp. 245-251.
- European Commission (EC) (2013), *An EU Strategy on adaptation to climate change*, European Commission, Brussels.
- Galbraith, R. M., Price, D. J. e Shackman, L. (a cura di) (2005), *Scottish Road Network Climate Change Study*, Scottish Executive, Edinburgh.
- Hallegatte, S., Ranger, N., Mestre, O., Dumas, P., Corfee-Morlot, J., Herweijer, C. e Wood, R. M. (2011), "Assessing climate change impacts, sea level rise and storm surge risk in port cities: a case study on Copenhagen", *Climatic Change*, 104, pp. 113-117.
- HM Government (2011), *Climate Resilient Infrastructure: Preparing for a Changing Climate*, TSO, London.
- Holper, P., Lucy, S., Nolan, M., Senese, C., e Hennessy, K. (eds) (2007), *Infrastructure and climate change risk assessment for Victoria*, CSIRO, Aspendale.
- Jollands, N., Ruth, M., Bernier, C. e Golubiewski, N. (2007), "The climate's long-term impact on New Zealand infrastructure (CLINZI) project—A case study of Hamilton City, New Zealand", *Journal of Environmental Management*, 18, pp. 460-477.
- Kirshen, P., Ruth, M. e Anderson, W. (2008a), "Interdependencies of urban climate change impacts and adaptation strategies: a case study of Metropolitan Boston USA", *Climatic Change*, 86, pp. 105-122.
- Kirshen, P., Knee, K. e Ruth, M. (2008b), "Climate change and coastal flooding in Metro Boston: impacts and adaptation strategies", *Climatic Change*, 90, pp. 453-473.
- Kleinosky, L. R., Yarnal, B. e Fisher, A. (2007), "Vulnerability of Hampton Roads, Virginia to Storm-Surge Flooding and Sea-Level Rise", *Natural Hazards*, 40, pp. 43-70.
- Larsen, P. H., Goldsmith, S., Smith, O., Wilson, M. L., Strzepek, K., Chinowsky, P. and Saylor, B. (2008), "Estimating future costs for Alaska public infrastructure at risk from climate change", *Global Environmental Change*, 18, pp. 442-457.
- Lindgren, J., Jonsson, D. K. e Carlsson-Kanyama, A. (2009), "Climate Adaptation of Railways: Lessons from Sweden", *EJTIR*, 9: 2, pp. 164-181.
- Mayor of London (2005), *Climate change and London's transport systems - Summary Report*, Greater London Authority, London.
- McColl, L., Palin, E. J., Thornton, H. E., Sexton, D. M. H., Betts, R. e Mylne, K. (2012), "Assessing the potential impact of climate change on the UK's electricity network", *Climatic Change*, 115, pp. 821-835.
- Mills, B. e Andrey, J. (2005), *Climate Change and Transportation: Potential Interactions and Impacts*, Disponibile su: <http://climate.dot.gov/documents/workshop1002/mills.pdf> [ultimo accesso 23/07/2012]
- National Research Council (NRC) (2008), *Potential Impacts of CLIMATE CHANGE on U.S. Transportation*, Transportation Research Board, Washington D.C.
- Ranger, N., Hallegatte, S., Bhattacharya, S., Bachu, M., Priya, S., Dhole, K., Rafique, F., Mathur, P., Naville,

N., Henriot, F., Herweijer, C., Pohit, S. e Corfee-Morlot, J. (2005), "An assessment of the potential impact of climate change on flood risk in Mumbai", *Climatic Change*, 104, pp. 139-167.

Royal Academy of Engineering (RAE) (2011), *Infrastructure, Engineering and Climate Change Adaptation – ensuring services in an uncertain future*, Royal Academy of Engineering, London.

Sheng, J. e Wilson, J. P. (2009), "Watershed urbanization and changing flood behavior across the Los Angeles metropolitan region", *Natural Hazards*, 48, pp. 41-57.

Sovacool, B. K. (2011), "Hard and soft paths for climate change adaptation", *Climate Policy*, 11, pp. 1177-1183.

Sovacool, B. K. (2012), "Perceptions of climate change risks and resilient island planning in the Maldives", *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17, pp. 731-752.

Wilbanks, T.J., Bhatt, V., Bilello, D. E., Bull, S. R., Ekmann, J., Horak, W. C., Huang, Y. J., Levine, M. D., Sale, M. J., Schmalzer, D. K. e Scott, M. J. (2008), *Effects of Climate Change on Energy Production and Use in the United States*, U.S. Climate Change Science Program, Washington D.C.

Wright, L., Chinowsky, P., Strzepek, K., Jones, R., Streeter, R., Smith, J. B., Mayotte, J. M., Powell, A., Jantarassami, L. e Perkins, W. (2012), "Estimated effects of climate change on flood vulnerability of U.S. bridges", *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17, pp. 939-955.

Autore: Barbieri Lorenzo

Afferenza: Università degli studi Roma Tre - Dipartimento di Architettura

Contatto: lorbarbieri@hotmail.com

LA MISURAZIONE DELL'INDICE DI PERMEABILITÀ URBANA ATTRAVERSO L'UTILIZZO DI TECNICHE GIS. COSTRUZIONE DI INDICATORI E CONFRONTO CON LE DINAMICHE DI ASSETTO DEI SUOLI. IL CASO DI GENOVA

Dott. Giampiero Lombardini - Ricercatore presso il Dipartimento di Scienze per l'Architettura, Scuola Politecnica di Genova

Arch. Cristina Giusso - Comune di Genova e INU Liguria

Caratteri dell'urbanizzazione genovese

Dei diversi processi di urbanizzazione (o abbandono, che costituisce l'altra faccia della medaglia della metropolizzazione recente, Indovina 2009), si possono distinguere tre dinamiche fondamentali: a) l'urban sprawl, inteso come "il pattern a bassa densità di espansione delle aree urbane nelle aree agricole limitrofe"; b) il land take ossia "le aree consumate dallo sviluppo urbano e dalle infrastrutture", al quale si lega il concetto di soil sealing, che indica la separazione che si instaura tra il suolo e gli altri compartimenti dell'ecosistema, come la biosfera, l'atmosfera, l'idrosfera, l'antroposfera e altre parti della pedosfera per effetto di strati di materiale parzialmente o totalmente impermeabile (EC, 2004); c) l'abbandono del territorio rurale (qui inteso non solo come campagna coltivata ma anche come bosco coltivato o quanto meno mantenuto).

Nel caso del territorio regionale ligure, si può affermare che il fenomeno maggiormente incidente negli ultimi vent'anni (almeno per quanto riguarda la sua dimensione areale) è stato l'abbandono del territorio rurale, che ha comportato una progressiva ri-naturalizzazione non controllata del territorio collinare e montano. Tale dinamica è stata sicuramente in controtendenza rispetto a oltre 20 secoli di storia territoriale, che hanno invece visto le popolazioni liguri mantenere costantemente, a costo spesso di enormi sacrifici, il proprio territorio "artificializzato", si può dire, metro per metro. Fasce terrazzate, ciglionamenti, opere idrauliche di regimazione delle acque piovane, sistemazioni spondali del reticolo idrografico, cura e coltivazione sistematica di boschi e praterie, hanno costituito fino a 60 anni fa l'opera continua nel tempo di costruzione del territorio che ha salvaguardato centri abitati e campagne dai danni potenziali originati dagli eventi climatici estremi, che sono stati una costante della storia meteo-climatica regionale.

Non diversamente dal territorio regionale, nell'area metropolitana di Genova, si sono negli ultimi decenni registrati gli stessi fenomeni: relativamente debole avanzata dell'insediamento diffuso (qui meno che nelle Riviere turistiche, che hanno invece visto l'assalto edilizio spesso incosulto al territorio collinare); concentrazione di vaste aree impermeabilizzate lungo i fondovalle, soprattutto in prossimità delle foci torrentizie, radicale abbandono delle fasce altimetriche più alte, lasciate all'incolto. Questo mix di fenomeni ha determinato i gravi problemi connessi ai grandi eventi alluvionali che hanno colpito storicamente l'area genovese, con intensità e frequenza sempre maggiore a partire dagli anni 70.

Nel caso ligure e, più nello specifico, genovese non è quindi tanto la misurazione dell'incremento edilizio (pur consistente se rapportato alla scarsa disponibilità di suoli morfologicamente idonei ad ospitare funzioni urbane) a costituire un indicatore significativo, quanto piuttosto i modi in cui l'urbanizzazione è avvenuta e si è consolidata. Allo stato attuale, ciò che desta maggiore preoccupazione rispetto agli effetti indotti dal cambiamento climatico sull'area costiera (Carraro, 2008) è la forte impermeabilizzazione e artificializzazione dei suoli nelle (esigue) aree piane di fondovalle e costiere, unitamente alla crisi ecologica indotta dall'abbandono delle terre "alte" lungo i crinali ed i versanti vallivi. I tentativi di rispondere a questa

emergenza ambientale (già critica in condizioni climatologiche standard, ma vieppiù aggravata dalle alterazioni climatiche in atto) con una sempre più spinta artificializzazione della "macchina idraulica" urbana non sono sostenibili nè economicamente ne ambientalmente (in quanto di fatto largamente inefficaci). L'impatto economico che la messa in sicurezza di vaste porzioni del territorio genovese è enorme.

Le azioni possibili nel campo della ri-permeabilizzazione dei suoli

Una risposta alternativa (o integrativa rispetto ad opere idrauliche che comunque in qualche modo dovranno realizzarsi) è costituita dalla modificazione diffusa dell'ambiente urbano, tesa alla progressiva ri-permeabilizzazione dei suoli, ai fini di limitare al massimo i fenomeni di deflusso accelerato delle acque piovane sui suoli impermeabili urbani. Quest'azione, unitamente ad una più efficace organizzazione della protezione civile, costituisce, in prospettiva, una delle risorse di potenziale maggior successo nel campo dell'adattamento ai cambiamenti climatici.

In questo senso, il nuovo strumento urbanistico comunale (PUC) in fase di redazione, costituisce un'occasione importante per tentare di introdurre delle innovazioni negli interventi edilizi diffusi di trasformazione urbana che possono concorrere a limitare i processi di impermeabilizzazione dei suoli, ed anzi invertire la rotta, aumentando in particolare l'indice di permeabilità.

Seguendo la letteratura in materia e le relative buone pratiche, si possono individuare 4 fondamentali azioni per migliorare le prestazioni idrauliche di una superficie urbanizzata: a) contenimento dei deflussi delle acque meteoriche; b) recupero ed utilizzo delle acque meteoriche; c) infiltrazione delle acque meteoriche; d) immissione delle acque meteoriche in acque superficiali. Le azioni concretamente perseguibili riguardano l'impiego sempre più diffuso di superfici permeabili (sterrati e grigliati inerbati, masselli porosi, sterrati), la costruzione di tetti verdi (che comportano vantaggi oltre che nella regolazione del ciclo delle acque anche nel miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici), opere per il recupero ed il riutilizzo delle acque meteoriche (vasche), sistemi d'infiltrazione superficiale delle acque meteoriche (es.: fossi e bacini di infiltrazioni, trincee di infiltrazione, pozzi perdenti). La gamma assai varia (sia in termini qualitativi che dimensionali) di questi interventi possibili, rende basilare valutare i diversi tipi di tessuto urbano, onde poter calibrare delle norme regolamentari idonee ai diversi contesti edilizi, onde indirizzare gli interventi edilizi nella direzione più idonea.

L'indice che sempre più spesso viene utilizzato per valutare la potenziale efficacia delle tecniche di volta in volta impiegate in un intervento di trasformazione edilizia è il R.I.E. (indice di riduzione dell'impatto edilio). Esso è lo strumento che permette di dare un giudizio di sintesi sulla qualità dei progetti che incidono sul territorio, rispetto al grado di regimazione delle acque meteoriche e alla quantità di verde presente sulle superfici e quindi, indirettamente, anche rispetto alla maggiore o minore capacità di evaporazione ed evapotraspirazione.

Concretamente l'indice RIE è un numero compreso tra 0 e 10 che risulta dall'applicazione di un algoritmo nel quale, con riferimento all'area oggetto di valutazione, al numeratore si inserisce la somma di tutte le superfici trattate a verde, presenti nel lotto stesso, ciascuna moltiplicata per il reciproco del proprio coefficiente di deflusso specifico. Al denominatore, invece, viene inserita la somma di tutte le superfici presenti nel lotto, non trattate a verde, ciascuna moltiplicata per il proprio coefficiente di deflusso specifico. Al numeratore compaiono anche le alberature presenti nel lotto trasformate in "superficie equivalente" secondo una procedura di valutazione e trasformazione che si basa sull'attribuzione delle piante a classi dimensionali. Ancora al denominatore viene ripetuta la somma delle superfici trattate a verde per ottenere un valore pesato.

L'insieme di queste tecniche edilizie, che si possono riassumere alla scala edilizia al R.I.E.,

fa riferimento al campo della mitigazione e compensazione ambientale: il passaggio ad un livello ambientalmente più efficiente (quello dell'adattamento) può essere fornito dall'interazione di tali interventi puntuali con interventi di carattere di natura urbanistica, quindi più organici e sistematici sui tessuti edilizi. Se infatti si assomano a tali interventi puntuali (ma diffusi) interventi incisivi sullo spazio pubblico tesi a renderlo maggiormente "resiliente" rispetto ai bruschi cambiamenti climatici, si potrebbe ottenere un'efficace azione di riorganizzazione dell'insediamento ambientalmente più sostenibile. Gli interventi in campo urbanistico-territoriale possono fare riferimento a diversi campi d'azione: ri-naturalizzazione degli alvei fluviali, incremento delle superfici verdi urbane, soprattutto se occupate da essenze ad alto fusto, bilancio idraulico a livello se non di quartiere almeno di solato o comparto urbano (nella logica dell'invarianza idraulica), adeguamento degli impianti di collettamento delle acque meteoriche (fognature bianche), arresto dell'urbanizzazione e riutilizzazione delle aree già urbanizzate (costruire sul costruito), recupero a verde di una quota significativa del brown-field (che a Genova raggiunge livelli di estensione considerevoli).

Dal sistema informativo territoriale (GIS) alle norme urbanistiche

Presupposto per tentare di ottenere almeno in parte questi risultati, è l'analisi puntuale del tessuto urbano, in modo tale da cogliere per ciascuna tipologia di tessuto edilizio sia gli elementi intrinseci di crisi (alta impermeabilizzazione) che gli elementi di potenziale miglioramento. In questo senso si sta procedendo ad una mappatura, sulla base dei dati relativi al sistema informativo di livello comunale: GIS) dei diversi tipi di isolato che danno luogo ad un indice medio di impatto urbano rispetto al fenomeno "impermeabilizzazione". L'idea è quella di utilizzare a scala urbana algoritmi simili a quelli impiegati per il calcolo del R.I.E. a livello edilizio, considerando quindi, in una media ponderata, le superfici di verde esistenti, in base anche alla loro qualità / tipologia, le superfici impermeabilizzate (suddivise per tipo e grado di impermeabilizzazione), la presenza di aree naturali o comunque verdi estensive (che in qualche misura si ricollegano alla rete ecologica), la densità edilizia. L'analisi, svolta per settori urbani, porta ad identificare differenti tipologie di tessuto che a livello urbano comportano diversi gradi di impermeabilizzazione. Se questo livello informativo così ottenuto è poi confrontato con altri dati ricavabili da interrogazioni al sistema informativo territoriale (es.: densità di popolazione, densità di addetti, usi del suolo, carta geologica e idrogeologica) si possono ottenere utili indicazioni circa le azioni in campo urbanistico implementabili nei diversi tessuti edilizi cittadini.





BIBLIOGRAFIA

- Abram P., 2004, *Giardini pensili - copertura a verde e gestione delle acque meteoriche*, Napoli, Esselibri Simone Ed.
- Ashley, R. et al., 2007, "Adaptable Urban Drainage: Addressing Change in Intensity, Occurrence and Uncertainty of Stormwater", *Built Environment*, v.33, n.1, p. 70-84
- Carraro C. (a cura di), 2008, *Cambiamenti climatici e strategie di adattamento in Italia*, Bologna, Il Mulino.
- Charlesworth S., 2010, "A review of the adaptation and mitigation of Global Climate Change using Sustainable Drainage in cities", *Journal of Water and Climate Change*, v.1, n.3, pp. 165-180
- EC, 2004. Final report of the European Commission, directorate general environment, task group 5 on soil sealing, soil in urban areas, Land use and Land Use Planning, European Commission, Essen.
- EC, 2012. Guidelines to limit soil sealing, European Commission, Essen.
- Foster S. et al., 1998, *Groundwater in urban development: assessing management needs and formulating policy strategies*, Washington D.C., World Bank Report N.390.
- Indovina F., 2009, *Dalla città diffusa all'arcipelago metropolitano*, Milano, Farnco Angeli.
- Lindh G., 1993, *Water and the City*, Paris, United Nations Educational.
- Marinoni G., 2007, "Green town, green building", in *Abitare* n. 477, pp.80-87.
- Migliavacca M., Rigamonti L., 2010, *Cambiamenti climatici. Un approccio interdisciplinare per capire un Pianeta in trasformazione*, Bologna, Il Mulino.
- Zheng, J.; Nanbakhsh, H. & Scholz, M., 2006, "Case study: design and operation of sustainable urban infiltration ponds treating storm runoff", *Journal of Urban Planning and Development*, 132, pp. 36-41.

Autori:

Dott. Giampiero Lombardini, Ricercatore presso il Dipartimento di Scienze per l'Architettura, Scuola Politecnica di Genova
Arch. Cristina Giusso, Comune di Genova e INU Liguria

Contatti:

Giampiero Lombardini
g.lombardini@arch.unige.it

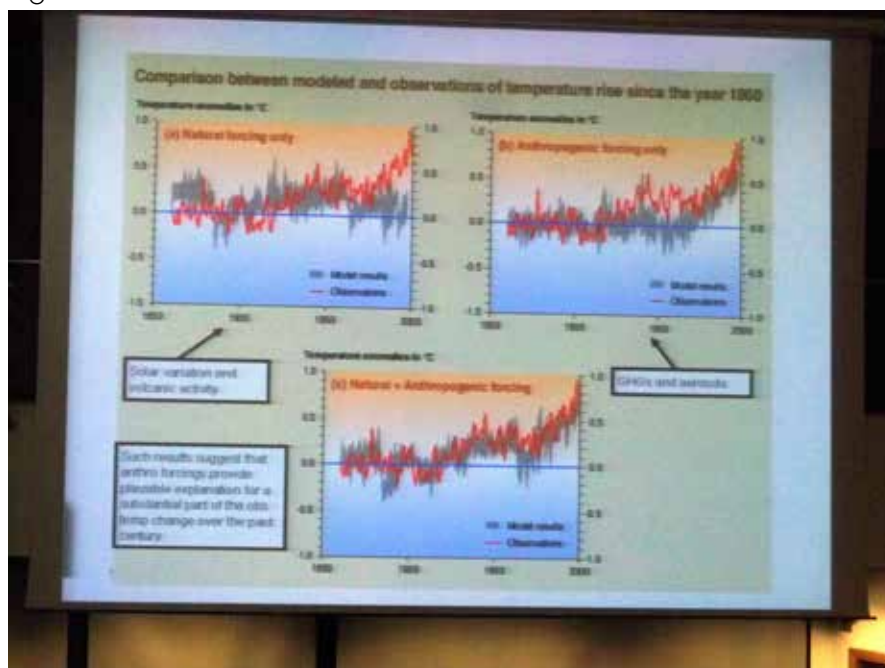
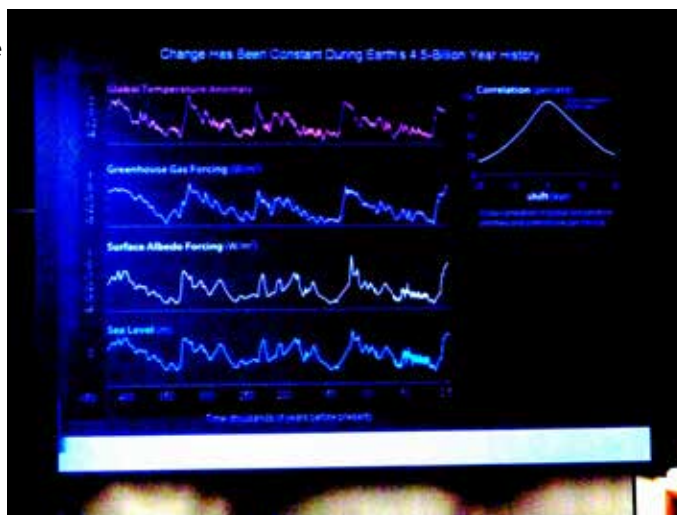
DALLE MUTANTI CONDIZIONI CLIMATICHE GRANDI OPPORTUNITÀ DI COSTRUZIONE DI SENSO DEL TERRITORIO

Stefano Aragona - Dip. Patrimonio, Architettura, Urbanistica
Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria

Mutamenti di clima e possibilità di uno scenario ecologico

Scopo del contributo è quello di considerare le tematiche legate alle risorse naturali, alle condizioni locali - tra cui quelle mutanti climatiche - elementi chiave nella pianificazione e progettazione del territorio e della città. Ribaltando la logica che in gran parte dei casi, soprattutto in Italia, guida le scelte connesse alle opportunità energetiche ed agli effetti disastrosi ambientali e sociali di politiche divenute "sconsiderate". Poiché non considerano quei limiti dello sviluppo, cioè la continua logica espansiva legata al modello di città/società industriale affermatosi dalla prima rivoluzione industriale, già descritti nel Rapporto del 1972 (Meadows et al.) commissionato dal Club di Roma. L'incidenza delle

attività umane sui cambiamenti climatici è ben evidenziata da Einaudi¹ nella Lecture tenuta a Reggio Calabria il 26 marzo 2013: lo scienziato mostra come, pur in una fase di alternanza di fasi di riscaldamento e raffreddamento di migliaia di anni, dall'inizio del '700 vi è stato un incremento della temperatura media di ca. tre volte superiore di quello registrato nei cicli precedenti (Figg. 1,2). Vi è la grande opportunità di avviare un nuovo paradigma, nel senso kuhniano, dei processi di antropizzazione: vivere cioè avere relazioni sociali, lavorare, godere del tempo, richiamandosi ai principi della Carta di Atene del 1932 ma rivedendola in senso ecologico.



1. Indispensabile un approccio ecologico integrato al territorio

I cambiamenti climatici assieme alle questioni delle risorse naturali rinnovabili e non rinnovabili, acqua, suolo, etc., richiedono una più forte attenzione alla pianificazione del territorio. Pianificazione che deve andare oltre il progetto urbano e di architettura poiché occorre una filosofia, quindi una prassi operativa, che integri lo spazio con il sociale. Serve un approccio multicriteria che consideri in modo complessivo e complesso le varie componenti naturali ed antropiche così come detto ne La Carta di Lipsia (2007) dove sono espressamente richieste "...strategie della politica di sviluppo urbano integrato... coordinate a livello locale e di città - regione più vasto... un partenariato tra città e zone rurali e anche tra città piccole, medie e grandi e città all'interno di città-regioni e aree metropolitane". Questa linea politica, cioè l'arte della gestione della polis - ma in senso più vasto, del territorio nel suo insieme - è stata ribadita nel 2008 e 2010 con il Patto dei Sindaci. La strategia metodologica deve puntare a pianificare e progettare bio-territori, quindi fare bio-urbanistica, evitando ambigue e rischiose - socialmente ed ambientalmente - soluzioni tecnocratiche ed invece costruendo e facendo riferimento ad una tecnologia colta come richiede Del Nord (1991).

Quindi, in continuità operativa, deve esserci bio-architettura, e bio-edilizia per dare concretezza all'alleanza tra uomo e natura di cui parla Scandurra dal 1995. Tale finalità e linea di pensiero nel 2012 è alla base della proposta comunitaria di Smart City. L'obiettivo di questa iniziativa infatti è costruire Comunità sostenibili - socialmente e fisicamente - ed inclusive: la tecnologica nella creazione e gestione dei flussi di energia e nelle comunicazioni immateriali (cioè la telematica) e fisiche, deve servire ad avviare processi sostenibili di antropizzazione così come illustrato da Aragona nel 2012 al Forum Internazionale di Pechino. Tutto ciò richiede strategie, quindi, politiche chiare di supporto sia a scala nazionale che locale. Ovvero sostegno alla messa in sicurezza dei territori, alle energie rinnovabili costruendo filiere produttive evitando l'assurdo che il fotovoltaico in Italia sia quasi tutto d'importazione e facendo in modo che i Comuni godano di gran parte dei vantaggi economici degli incentivi, che si impediscano incongrue costruzioni in aree a rischio come quelle per l'esondazione dei fiumi, che tutte le indicazioni e prescrizioni dei piani siano rispettate cosa che spesso non accade per le aree R3 o R4 dei Piani di Assetto Idrogeologico, etc.

Invece nel nostro paese le scelte, formali od informali, di trasformazione del territorio vanno in un senso opposto. Il cosiddetto "piano casa" ne è un chiaro esempio: d'altronde nell'incipit della legge la finalità vera è dichiarata ovvero rilanciare l'edilizia mediante nuove costruzioni e/o espansioni con la "scusa" del miglioramento delle prestazioni energetiche. Quello che sta accadendo è un relevantissimo aumento della congestione veicolare, aumento degli inquinamenti, consumo di suolo. Esito anche di scelte risalenti al 1992, ovvero il "taglio dei rami secchi" delle ferrovie associato alla logica privatistica di molti servizi pubblici quali le poste, etc., hanno portato all'allontanamento di chi era vicino, cioè i piccoli e piccolissimi centri, spingendo ad un loro forzato abbandono ed esodo verso le grandi città (Aragona, 1993) mentre con l'alta velocità c'è stato e c'è l'avvicinamento chi era distante. Il tutto aggravato da una globalizzazione incontrollata (Rodrik, 2011) che ha reso sempre meno possibile la sopravvivenza di stili di vita agrari. Così il territorio non più curato dalla presenza continua di comunità locali ha accresciuto la sua fragilità. Eppure le esperienze avviate da anni in altri paesi, come nel sud dei Paesi Bassi con Ecolonia, iniziata la costruzione nel 1989 e terminata nel 1993, oppure più recentemente Copenhagen Sustainable City mostrano che sono possibili diversi ed auspicabili scenari. Ma perché vi sono diverse e condivise visioni dello spazio e dei cum-cives.

2. Sostenibilità sociale e partecipata: un'occasione per la città "bene comune"

L'efficienza ed efficacia devono essere non solo finalizzate a mitigare gli impatti dei cambiamenti climatici od alla questione energetica (De Pascali, 2008), ma essere anche di tipo sociale. Se l'urbanistica moderna ha un senso, un'utilità, deve essere quella di partecipare alla formazione di spazi collettivi, pubblici, considerando l'intera città come un bene comune. La morfologia dello spazio antropizzato, nuovo od esistente, deve ad essere letta attraverso gli elementi naturali, cioè acqua, aria, sole, suolo, vegetazione al fine di verificarne il rapporto tra ambiente e sostenibilità. Secondo la filosofia che già nel 1969 proponeva McHarg, ove è il contesto che disegna il piano/progetto. Questo sia che l'oggetto di piano o progetto sia nuovo o da trasformare. Ma soprattutto deve esserci la consapevolezza che il territorio è un bene comune. Nei Paesi Bassi dopo la grande tragedia del 1953 si avviarono opere molto importanti per aumentare il livello di sicurezza (Figg. 3, 4). La gente ancor di più comprese l'importanza della tutela del bene comune territorio, fu realizzato un Museo in ricordo di tale evento¹. Lo stesso anno un altrettanto disastroso evento pure originato dall'acqua accadde in Calabria con decine di paesi e località danneggiate con oltre 100 vittime ma la memoria di tutto ciò è scomparsa². Rimane soltanto un dato statistico poco significativo per gli abitanti. I quali affidano al soggetto pubblico - comune, provincia, regione o stato - la propria sicurezza. Occorre che da parte di tali attori ci sia la capacità culturale, scientifica e tecnica, e la volontà politica di agire per il bene della comunità e non solo per l'interesse nel breve dei singoli individui. Da sottolineare che sono però gli abitanti a decidere chi li debba tutelare. Questa la grande differenza tra la possibilità di tutelare e pensare il territorio in relazione ai cambiamenti climatici e non solo o non farlo e poi inseguire l'emergenza. Grande differenza che implica in/formazione sia dei decisori che degli abitanti. Solo tale passaggio consente di spiegare le varie conseguenze delle scelte sia strategiche che operative¹.



3. Spunti conclusivi, distanze e luoghi



E' veramente imbarazzante stare ancora a precisare e chiarire scelte e posizioni da prendere per mitigare gli impatti dei cambiamenti climatici quando ormai la gran parte della Comunità scientifica concorda sulle cause e le conseguenze. Per molte delle regioni meridionali già sarebbe un successo se si riuscissero a fare avere le ordinarie opere di urbanizzazione - rete fognaria, idrica, etc. - e si evitasse di costruire, legalmente o meno, in zone ad elevato rischio

idrogeologico (Fig. 5) ma voglio anche aggiungere sismico. Basterebbe applicare la formula del Rischio che è funzione della pericolosità (idrogeologica, sismica etc. a macro e micro scala), della vulnerabilità (quindi di tecniche e materiali costruttivi, epoca, etc.), della esposizione (di persone, beni storico-artistici, funzioni a nodo e/o rete, etc.) per essere già ben attrezzati! Questo, associato alla cultura del contesto, all'utilizzo il più possibile alla filosofia del km.0, non solo offrirebbe un valido strumento "di lavoro" ma anche darebbe occasione di costruire o ricostruire luoghi: la grande opportunità di riqualificarli ridandone un senso (Aragona, 2012b).

NOTE

¹ Negli ultimi dieci anni il dott. Franco Einaudi ha diretto l'“Earth Sciences Division” della NASA, Goddard Space Flight Center, presso Greenbelt, in Maryland (USA): si tratta di una struttura con oltre 1000 scienziati provenienti da ogni parte del mondo.

² Quattro mega-strutture in calcestruzzo nel vecchio mare diga vicino Ouwerkerk in Schouwen-Duiveland, la cassoni Phoenix, accogliere la collezione unica del Watersnoodmuseum recentemente ristrutturato. Non era fino a nove mesi dopo l'alluvione che l'ultima violazione in gli argini della parte sud-ovest dei Paesi Bassi è stato chiuso fuori con questi cassoni. Questo sito storico, con questi testimoni silenziosi del diluvio e la successiva ricostruzione, e il circostante zona sono stati dichiarati Monumento Nazionale cinquant'anni dopo. Il museo rimane un luogo per ricordare gli eventi del 1953, ed è anche il punto esatto di guardare avanti, con la esperienza del passato e la tecnologia attuale nel mente. Passeggiata attraverso il museo, vedere i quattro cassoni e sperimentare tutta la storia tragica del diluvio, la dopo la ricostruzione e la nostra consapevolezza del ambiente e gestione delle risorse idriche, ora e in futuro (<http://www.watersnoodmuseum.nl/UK/exhibitions/>).

³ Documenti : La Stampa del 23-25-28/10/1953, Gazzetta del Mezzogiorno del 24-25-28/10/1953, Il Gazzettino del 23-24-25-26-29/10/1953, Il Tempo del 23-24-25-26-27-28-28-30-31/10/1953, La Nazione del 23-24-26-27-28/10/1953, Il Mattino del 23-24-25-27-29-30/10/1951. Annali Idrologici Parte II pagg. 57-64, “Le alluvioni in Calabria dal 1921 al 1970”, Caloiero-Mercuri pagg. 106-112 (http://www.camilab.unical.it/volumi/Indgen/Proavi/Scheda_A053.html).

⁴ Che per molti decenni ha mostrato Paolo Soleri con l'esperienza di Arcosanti (www.arcosanti.org)

BIBLIOGRAFIA

- . Aragona S., Infrastrutture di comunicazione, trasformazioni urbane e pianificazione: opzioni di modelli territoriali o scelte di microeconomia?, in Atti della XIVa Conf. Italiana di Scienze Regionali, vol.2, Bologna, 1993
- . Aragona S., The integrated City as renewable common good, paper presentato al Pechino Forum 2012 The Harmony of Civilizations and Prosperity for All, Challenges and Opportunities: New Thinking in New Reality, The 5th International Workshop of RSAI in China, Sez. Inheritance of the World Cities Spirit: Experience and Innovation, Pechino, Cina, 2 - 4 Novembre, 2012a
- . Aragona S., Costruire un senso del territorio. Spunti, riflessioni, indicazioni di pianificazione e progettazione del territorio, Cangemi, Roma Reggio Calabria, 2012b
- . Einaudi F., Cambiamenti climatici. Questioni scientifiche e pratiche, Lectio Margistralis, Università Mediterranea di Reggio Calabria, 26 marzo 2013
- . Del Nord R., Presentazione, in Mucci E., Rizzoli P. (a cura di) L'immaginario tecnologico metropolitano, Milano, Franco Angeli, 1991
- . De Pascali P., Città ed energia. La valenza energetica dell'organizzazione insediativa. Franco Angeli, Milano, 2008
- . Kuhn T, The Structure of Scientific Revolutions, Chicago University Press, Chicago, 1962, 1970 tr. it della II ed. La struttura delle rivoluzioni scientifiche, Torino, Einaudi, 1979
- . McHarg I.L., Design with Nature, J. Wiley & Sons, Inc., New York, 1969
- . Meadows H. D (et al.), I limiti dello sviluppo, Club di Roma, Mondadori, 1972
- . Rodrik D., La globalizzazione intelligente, Bari, Laterza, 2011
- . Scandurra E., L'ambiente dell'uomo, Verso il progetto della città sostenibile. Etas Libri, 1995
- . Ue, La Carta di Lipsia, 2007
- . Ue, Smart City, 2012
- www.arcosanti.org (ultima consultazione il 2013.05.15)
- http://www.camilab.unical.it/volumi/Indgen/Proavi/Scheda_A053.html (ultima consultazione il 2013.05.18)
- www.Copenhagen.TheSustainableCity.it (ultima consultazione il 2013.05.09)
- www.ecolonia.com (ultima consultazione il 2013.05.14)
- <http://www.milisanmarco.it/messinadisplayimage.phpalbum=17&pos=2> (ultima consultazione il 2013.05.19)
- www.nationaalarchief.nl (ultima consultazione il 2013.05.15)
- <http://www.watersnoodmuseum.nl/UK/exhibitions/> per foto e commenti (ultima consultazione il 2013.05.18)

Stefano Aragona
Dip. Patrimonio, Architettura, Urbanistica
Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria
email: stefano.aragona@gmail.com

MORFOTIPOLOGIE URBANE E VULNERABILITÀ CLIMATICA

Federica Benelli, Valeria Pellegrini - Università degli studi Roma Tre - Dipartimento di Architettura

Il paper nasce nell'ambito di una ricerca in corso all'interno del Dipartimento di Architettura di Roma Tre, in collaborazione con ENEA, e riguardante la vulnerabilità della città agli effetti dei cambiamenti climatici, le relative politiche e strategie di intervento¹.

In base alle conclusioni del rapporto della EEA, le città sono le protagoniste del cambiamento climatico e la scienza deve puntare ad approfondire il legame tra cause intrinseche al tessuto urbano ed impatti conseguenti per agire sulla vulnerabilità (EEA, 2012).

Partendo da questo assunto, la ricerca si propone di indagare la sensibilità dell'ambiente costruito rispetto ad una serie di possibili impatti che colpiscono direttamente il tessuto urbano e la popolazione.

Una delle linee di ricerca programmate riguarda la sperimentazione di una metodologia finalizzata alla redazione della "Carta di Vulnerabilità Climatica" di un insediamento urbano, ed ha assunto come campo di applicazione il Comune di Roma. La prima fase di lavoro prevede la definizione in ambiente GIS di alcuni tematismi significativi e la loro combinazione attraverso un processo di overlay mapping.

L'area individuata per la messa a punto della metodologia corrisponde al transetto urbano compreso tra le vie consolari Prenestina e Appia, dalla riva sinistra del fiume Tevere al confine comunale orientale². La scelta dell'area è motivata dalla necessità di definire delle perimetrazioni omogenee al loro interno, complessivamente significative di un'ampia gamma di forme insediative da mettere in relazione a differenti performance climatiche e ambientali, ma abbastanza ristretta da garantire un certo controllo empirico. Parte dell'interesse per questo quadrante urbano è legato anche a prospettive di trasformazione più significative e margini di intervento potenzialmente maggiori rispetto ad altre aree della città.

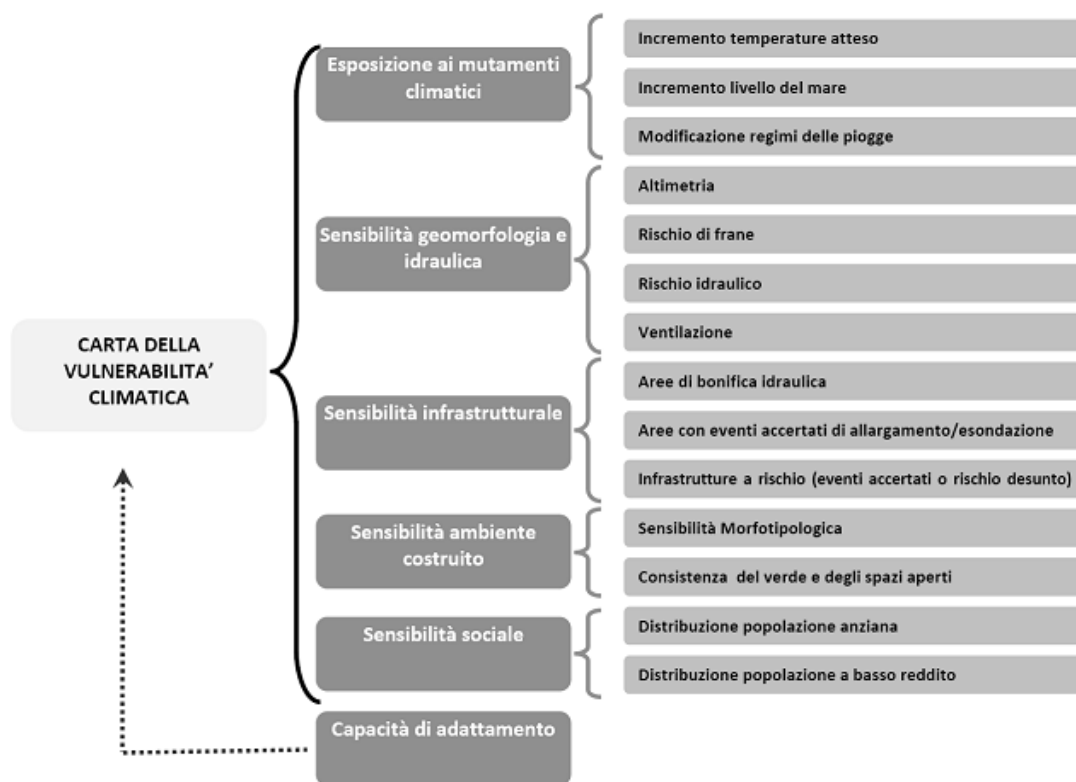


Figura 1 - Individuazione preliminare dei tematismi da utilizzare per la redazione della Carta della vulnerabilità climatica del Comune di Roma



Figura 2 - L'area di studio corrispondente al transetto orientale di Roma

Il presente contributo si propone di riferire in merito ad un lavoro di verifica delle relazioni tra caratteristiche morfo-tipologiche dell'edificato e "risposta climatica" alla scala intra-urbana, con particolare riferimento ai rischi connessi all'aumento di temperatura e all'accentuazione dell'isola di calore (Urban heat Island - UHI).

Questo tipo di impatto climatico è diretta conseguenza dell'innalzamento delle temperature nelle aree urbane ed ha un legame diretto nella sua estensione, frequenza ed intensità con componenti proprie della realtà urbana; la città è infatti caratterizzata da un'alta percentuale di superfici impermeabili (edificazione, strade, piazze e superfici di interconnessione) che trattengono il calore assorbito e lo concentrano causando un aumento localizzato delle temperature³. Il fenomeno dell'isola di calore dipende direttamente dalle caratteristiche del tessuto urbano che possono essere gestite per ridurre la vulnerabilità, per esempio attraverso la pianificazione degli spazi aperti e delle aree verdi.

Attraverso foto-interpretazione, i tessuti urbani nel settore orientale della città sono stati suddivisi in unità di analisi omogenee, poi classificate in base a criteri qualitativi, per funzione e tipologia edilizia prevalenti, livelli di compattezza dell'edificato e presenza di superfici verdi e permeabili (attributi descrittivi)⁴. Sulla base delle combinazioni di tali caratteristiche, intese come fattori capaci di influenzare sensibilità e capacità adattiva rispetto agli stimoli climatici, sono state formulate ipotesi in merito a "morfotipi urbani" più o meno vulnerabili.



Figura 3 - Individuazione delle unità di analisi omogenee sulla Carta tecnica Regionale (Stralcio dell'area di studio)

Questa metodologia di analisi basata sulla definizione di più tematismi che riassumono le caratteristiche del territorio e del costruito è stata già utilizzata con successo per la definizione della mappa climatica di diverse grandi città a livello mondiale tra cui Hong Kong (Ng et alii, 2009), e Berlino (SDUDE, 2013)

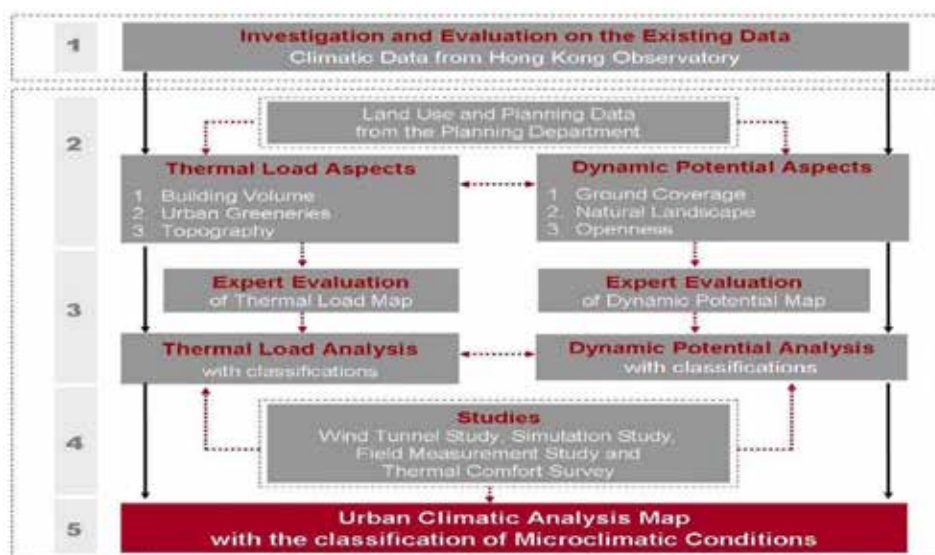


Figura 4 - The layering structure of Hong Kong's Urban Climatic Map (Ng et alii, 2009)

Al fine di confermare/falsificare gli assunti originali, nonché al fine di sviluppare metodi di analisi speditivi - in grado di essere agevolmente estesi/replicati - si è avviato un percorso di validazione e calibrazione del modello tramite dati di Earth observation e climatologici, attivando una collaborazione diretta con l'Unità di modellistica tecnica energetica e ambientale⁵ di ENEA.

È stato quindi avviato il raffronto con le immagini multi spettrali prodotte dai satelliti Landsat⁶ e Modis⁷ allo scopo di verificare se ai diversi morfotipi corrispondesse una firma spettrale omogenea e se fosse possibile effettivamente mettere in relazione la distribuzione spaziale delle temperature (inclusa la loro dinamica giornaliera) con i parametri utilizzati per descrivere i tessuti urbani. Lo scopo era quello di individuare, a partire delle aree interpretate come morfo-tipologicamente omogenee, alcuni tasselli campione (training areas) la cui firma spettrale sarebbe stata usata per "tarare" il modello, secondo un procedimento di "classificazione" comunemente applicato alle immagini satellitari⁸.



Figura 5 - Landsat 7 ETM ripresa del 06/02/2000, restituzione true color (Stralcio dell'area di studio)

Il primo raffronto non ha dato tuttavia gli esiti sperati: tessuti interpretati come omogenei mostravano caratteristiche radiometriche dissimili, non interpretabili secondo una scala di maggiore o minore sensibilità termica, in particolare la banda termica dell'immagine Landsat (banda 6), non forniva dati significativi per rappresentare il fenomeno dell'isola di calore con il livello di dettaglio cercato, in quanto esito di un passaggio satellitare nel corso della mattina⁹.

Si è quindi ipotizzato che i parametri utilizzati per caratterizzare i morfotipi (tipologia, compattezza, permeabilità) non fossero sufficientemente "semplici", in quanto non corrispondenti a caratteristiche fisiche "pure" in grado di produrre risposte radiometriche univoche¹⁰.

Nella fase successiva del lavoro si è provato a riconsiderare separatamente i 3 attributi in base ai quali erano stati definiti i morfotipi e a verificare l'omogeneità delle diverse categorie del tessuto urbano considerando – oltre alle informazioni spettrali semplici - alcuni indici consolidati, in particolare gli indici di urbanizzazione (U1, U2) e di vegetazione (NDVI)¹¹. Inoltre, al fine di lavorare con immagini di più facile interpretazione e comprendere meglio come le relazioni tra caratteristiche fisiche urbane e la lettura che ne produce il satellite sono state prodotte anche alcune classificazioni automatiche (Unsupervised classification) basate su algoritmi statistici (es. Maximum likelihood).

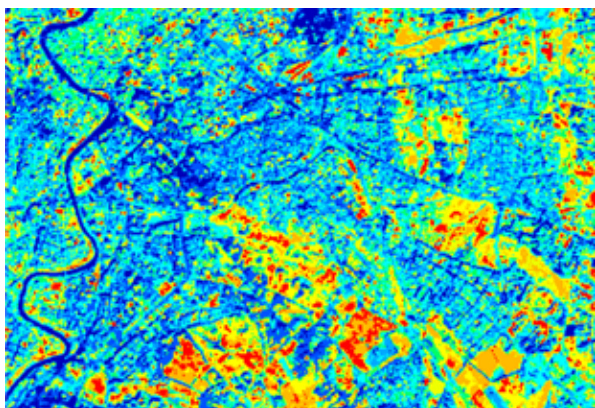


Figura 6 - Landsat 7 ETM ripresa del 06/02/2000 – classificazione unsupervised a 20 classi (Stralcio dell'area di studio)

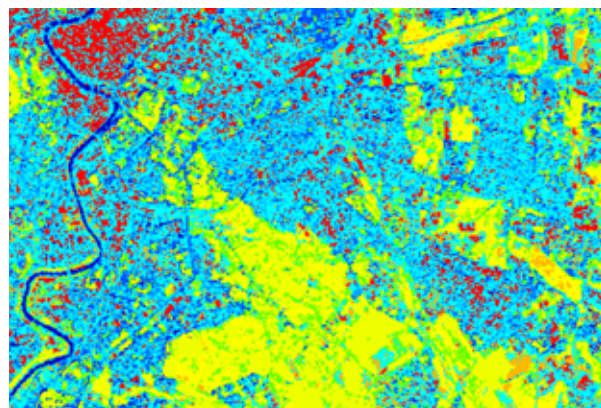


Figura 7 – Immagine raster di elaborazione propria derivata da Landsat 7 ETM ripresa del 06/02/2000 costituita da tre bande spettrali significative degli indici NDVI, U1 e U2 – classificazione unsupervised a 10 classi (stralcio dell'area di studio)

Questo secondo approccio ha permesso di far emergere con una certa chiarezza elementi riconoscibili della struttura urbana ed evidenziare in qualche misura alcuni "ambiti caratteristici", corrispondenti a porzioni di città riconoscibili ("nominabili"), dove, anche empiricamente, è possibile riscontrare omogeneità nelle caratteristiche fisiche quali densità edilizia, tessitura della maglia viaria, presenza di verde.

Questi esiti da una parte hanno permesso di evidenziare qualche errore di valutazione pregresso¹², suggerendo una revisione delle categorie morfotipologiche che si ritiene indispensabile che il modello basato sulle immagini satellitari sia "attrezzato" a identificare. In particolare è emerso come una lettura morfotipologica eccessivamente dettagliata rischia di essere superflua in relazione all'interpretazione della sua influenza sulla risposta climatica, in altre parole sembra consigliabile considerare un numero ridotto di morfotipi, meglio se chiaramente identificabili anche attraverso "esempi" riferiti a determinati quartieri o contesti urbani "riconoscibili".

Parallelamente constatati i limiti intrinseci del procedimento di "classificazione" dell'immagine a partire dalle sole proprietà spettrali di radianza e riflettenza dei singoli pixel, si è avviata la sperimentazione di tecniche e strumenti più avanzati di foto-interpretazione assistita (Computer aided photo-interpretation) detti di "segmentazione". Tali tecniche, disponibili anche software open source¹³ sono in grado, attraverso algoritmi complessi di compiere "analisi ad oggetto",

ovvero di identificare gli “oggetti fisici” in base a caratteristiche geometriche - di tessitura e di scala - oltre che radiometriche, a partire da aree omogenee costituite da gruppi di pixel contigui tra loro (Multispectral object classification).

Per concludere, questa esperienza, pur ancora in corso, ha già messo in luce due aspetti di grande interesse dal punto di vista metodologico: da un lato ha evidenziato alcuni significativi elementi di complessità da affrontare nell'applicazione di strumenti e metodi di analisi quantitativa alla descrizione dei contesti urbani, dall'altro ha confermato l'utilità e la necessità di un approccio interdisciplinare per trattare il problema climatico alla scala urbana.

L'utilizzo delle immagini satellitari e le tecniche di telerilevamento e foto interpretazione semi automatica, pur essendo ampiamente sperimentate alla scala territoriale, richiedono, infatti, “affinamenti” notevoli alla scala infra-urbana affinché sistemi e modelli siano “addestrati” a evidenziare elementi minuti o localizzati e variazioni di proprietà – nel caso specifico radiometriche - apprezzabili su range ridotti.

Non ci si riferisce solo alla necessità di utilizzare immagini ad elevata risoluzione, quanto piuttosto all'esigenza di mettere a punto strumenti interpretativi dei dati multi spettrali efficaci a cogliere la complessità dei sistemi urbani ad una scala appropriata allo sviluppo politiche di intervento con un reale riscontro operativo, non genericamente riferite al contesto urbano, né concentrate sul singolo complesso edilizio.

Rispetto all'utilità di un approccio interdisciplinare, nella ricerca si è scelto di adottare un metodo ricorsivo di continua e reciproca verifica tra lettura semi automatica e foto interpretazione, l'integrazione tra strumenti di analisi quantitativi - basati su criteri fisici e metodi qualitativi - basati su criteri percettivi, l'integrazione tra dati satellitari, informazioni statistiche/censuarie e conoscenze non derivate dalle scienze pure – come sono quelle a cui fa normalmente riferimento il governo del territorio.

Entrambe le questioni sopra menzionate, rappresentano un'occasione di arricchimento e una sfida per la pianificazione urbana e territoriale a mantenere la propria prospettiva operativa e progettuale pur essendo capace di integrare nuove competenze tecniche, insieme alle nuove problematiche connesse alla gestione degli impatti dei cambiamenti climatici.

NOTE

¹ Nel 2012 è stata avviata una collaborazione quadriennale tra ENEA e il DiPSu (ora DIPSA) della Università di Roma Tre per lo svolgimento della ricerca “Politiche e strategie urbane per l'adattamento climatico”.

² L'area di studio coincide con i fogli della carta tecnica regionale serie 1:10.000 contraddistinti dai numeri: 374100, 374110, 374120, 375090.

³ cfr. EPA (2013): <http://www.epa.gov/climatechange/basics/>

⁴ Tali unità di analisi sono state perimetrate attraverso la lettura della carta tecnica regionale del Lazio in scala 1:5000 (2003) e 1:10000 (1990), accompagnata da una simultanea consultazione di immagini satellitari zenitali e in 3D (Google Map, Google Earth e similari). Il risultato è uno shape file poligonale (*.shp) originale comprensivo di 375 elementi di superficie minima di 0,5 ha. Sotto il profilo dimensionale, si è puntato ad individuare ambiti di consistenza assimilabile a quella delle unità di vicinato in quanto garanti sia di una apprezzabile omogeneità (spesso si tratta di parti di città realizzate in tempi e modi simili), sia di poter essere – nelle successive fasi della ricerca – assunti come ambiti di riferimento per proposte relative a interventi di adattamento.

⁵ L'unità di ricerca opera presso il centro de La Casaccia a Cesano di Roma, sotto la direzione del Dott. V. Artale, il gruppo che collabora direttamente con il DIPSA è coordinato dal Dott. F. Borfecchia e fa parte del Laboratorio di Analisi e Osservazioni sul Sistema Terra (UTMEA-TER).

⁶ Landsat 7 ETM: contiene informazioni relative a 1 banda pancromatica e 7 bande spettrali, 3 delle quali riferite allo spettro visibile (R – G – B), 3 allo spettro del vicino infrarosso (1 NIR, 2 SWIR) e 1 alla radiazione termica (TIR), la risoluzione a terra del dato è variabile a seconda della banda tra 15 e 60 m, il satellite effettua cicli di 16 giorni, il passaggio su Roma corrisponde alle ore 10 circa. Per motivi legati alla qualità delle immagini disponibili la ripresa utilizzata in via definitiva è quella del 06/02/2000.

⁷ MODIS: contiene informazioni relative a 36 bande spettrali, la risoluzione a terra del dato è variabile a seconda della banda tra 250 e 1000 m, il satellite effettua cicli di 12 ore, pertanto giornalmente sono disponibili una immagine notturna e una diurna, i passaggi su Roma corrispondono alle ore 10 e 21,15 circa. Considerata la scarsa risoluzione a terra, il dato Modis è stato utilizzato prevalentemente per effettuare delle calibrazioni sull'immagine Landsat e per le informazioni di carattere termico.

⁸ Tra le applicazioni di questo tipo (Computer aided photo-interpretation) vale la pena citare, in quanto consultata nel corso

della ricerca, la mappa della permeabilità urbana elaborate dall'EEA e disponibili nella sezione interactive maps sul sito dell'Agenzia: Soil sealing v.1 (risoluzione 100 m) e v.2 (risoluzione 20 mt), su: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/explore-interactive-maps#>.

⁹ Purtroppo il dato termico Landsat con risoluzione a 60 mt corrisponde circa ad un passaggio del satellite alle ore 10 pertanto non può essere considerato rappresentativo né dell'isola di calore notturna né diurna. il dato termico di origine Modis, pur se maggiormente significativo in quanto corrispondente a passaggi delle ore 10 e delle ore 21, non lo è per la risoluzione scarsa, pari a 1000 mt.

¹⁰ La risposta radiometrica delle superfici può essere influenzata da molteplici fattori: dal colore, dal materiale, dall'umidità etc., pertanto la disomogeneità fisica tipica dei contesti urbani restituisce spesso un quadro di difficile interpretazione.

¹¹ NDVI = Indice spettrale normalizzato di vegetazione, definizione : $(R4-R3)/(R4+R3)$; UI1= Indice di urbanizzazione, definizione : $(R4-R5)/(R4+R5)$; UI2= Indice di urbanizzazione, definizione : $(R4-R7)/(R4+R5)$.

¹² Si tratta in particolare di alcuni episodi in corrispondenza dei quali la fotointerpretazione ha evidenziato i limiti dei criteri di classificazione adottati, qualitativi e dunque implicitamente "soggettivi" e più in generale di alcune ipotesi non del tutto corrette in merito al grado di influenza dei 3 fattori considerati conformazione dell'isola di calore (es. maggiore importanza delle condizioni di ombreggiamento rispetto alla ventilazione o alla permeabilità, rilevanza di fattori quali la distanza dal centro).

¹³ In particolare con il supporto del gruppo di lavoro di ENEA si sta sperimentando il plug-in GEODMA - Geographic Data Mining Analyst, all'interno del software GIS Terraview.

BIBLIOGRAFIA

EEA (2012), "Urban adaptation to climate change in Europe, Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies", EEA Report No 2/2012; su: <http://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change> (Maggio 2013)

Ng E., Ren C., Katzschner L. (2009), "Urban Climatic Mapping in Hong Kong", in Second international Conference on Countermeasures to urban Heat Island - Conference papers, Berkeley CA, 21/09/2009, su: <http://heatland2009.lbl.gov/papers.html> (Maggio 2013)

SDUDE - Senate Department for Urban Development and the Environment (2013), "Berlin Environmental Atlas", topic 04 Climate, su: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/edua_index.shtml (maggio 2013)

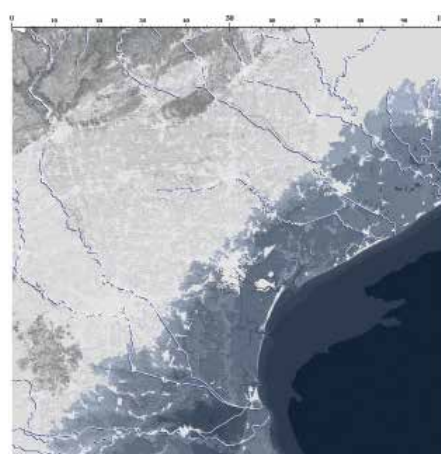
Benelli Federica, Pellegrini Valeria
Università degli studi Roma Tre - Dipartimento di Architettura
Contatti: fed.benelli@gmail.com, vale.urbanlab@gmail.com

Più dell'11% della popolazione mondiale vive in aree costiere. L'aumento del livello del mare, e quindi il rischio cui questi territori sono esposti è la variabile più incognita tra gli impatti del cambiamento climatico. Dalla letteratura emergono infatti scenari di innalzamento contrastanti che variano dai 50 cm ai 5 metri. L'incertezza delle previsioni si riflette in una sorta di paralisi non solo politica ma anche metodologica. La lettura del rischio si appoggia su di un supporto cartografico spesso insufficiente a descrivere le continue variazioni dei suoli. Allo stesso tempo la dimensione processuale del fenomeno si estende per un tempo talmente ampio da renderlo impercettibile. Questa ricerca tenta di mettere in luce le potenzialità di un'analisi profonda dei suoli applicata al caso studio della bassa pianura veneta, utilizzando lo strumento del disegno per uscire dal paradosso dell'uso di una linea per descrivere la costa, poco idonea a descrivere uno spazio di transizione.

Strategie senza processi

Il territorio veneto è un caso esemplare in materia di impatti dei cambiamenti climatici. L'innalzamento del livello del mare potrebbe disegnare geografie di sommersione talmente estese da rendere il caso dell'altoadriatico comparabile con i maggiori casi studio a livello globale. L'eustatismo è un processo, lento e graduale. Processo che questo testo analizza attraverso la rappresentazione, all'interno di una sezione di territorio veneto compresa tra i fiumi Sile e Piave, nell'ipotesi che il mare entro il 2100 subisca un innalzamento di 5 metri.

Il tema della difesa costiera viene affrontato dalla letteratura disciplinare definendo una triplice linea guida –protection, accomodation, retreat- detta anche delle «three R's», che esprime chiaramente il ventaglio di possibilità di intervento. Si tratta dunque di difendere il territorio dall'acqua, accoglierla all'interno di esso, o infine dichiararsi vinti nei confronti della natura e spostare le città in luoghi più sicuri. Questa tripartizione ha il merito definire quelli che sono stati atteggiamenti storici dell'uomo nei confronti dell'acqua, e di mettere in luce le relazioni di potere tra uomo e ambiente nel corso del XX secolo. Allo stesso tempo però, quest'abaco di strategie rischia di lasciare in disparte alcuni aspetti della questione altrettanto importanti.



REGIONE VENETA + 5m
Fonte: dati Regione Veneto, Sit,
Copertura del Suolo, Carta Tecnica
Regionale, Corine Land Cover, EEA, Geo
monitoring 2000

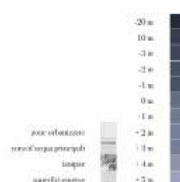


Fig. [1]. Regione Veneto. Sea Level Rising + 5m.
fonte dei dati: Regione Veneto, Sit; Copertura del Suolo; Carta Tecnica Regionale; Corine Land Cover; EEA 5 meter contour line

Lo spazio-tempo dell'acqua

In primo luogo gli enunciati canonici delle strategie –IPPC– non prendono in considerazione la dimensione spazio-temporale del fenomeno di innalzamento delle acque e quindi le conseguenze che questo può comportare in luoghi e tempi differenti.

Le esplorazioni progettuali sul tema, ormai numerose, costruiscono immagini del presente e immagini del futuro senza interrogarsi sui mutamenti spaziali in termini di reciproche e progressive relazioni tra spazi differenti. Spesso l'applicazione predeterminata delle strategie –previa una valutazione economica– mira a costruire una condizione finale simile o radicalmente differente da quella iniziale, tralasciando le fasi di costruzione di quello stesso futuro che è oggetto di indagine. Fasi di costruzione che costituiscono il vero oggetto di indagine poiché restituiscono, momento per momento, geografie di luoghi in continua mutazione. Le esplorazioni cartografiche dovrebbero dunque, non solo ricostruire tanti scenari quanti sono i momenti di transizione, ma anche confrontare gli stessi momenti in luoghi differenti.

L'ossimoro della linea di costa

In secondo luogo è necessario ridefinire il concetto di costa, spostando l'accezione spaziale da statica a dinamica. La stessa espressione linguistica "linea di costa" costituisce una contraddizione: la costa è quello spazio di interazione tra terra e acqua che, in virtù della sua stessa definizione, non può essere rappresentata da una linea, più idonea a rappresentare confini geopolitici che uno spazio in continuo mutamento. Questa semplificazione ha contribuito a diffondere un'idea di costa limitata a quei territori che, oggi, si affacciano alle acque, dimenticando quelli in cui le acque hanno transitato in tempi passati e sono stati prosciugati dall'opera antropica di bonifica; un'idea di costa che si sposta in maniera lineare con l'innalzarsi delle acque e che lascia noncurante dietro di sé territori la cui condizione è in continuo mutamento.

Lecture trasversali

Infine, spostando l'accezione di costa dall'idea di una linea all'idea di uno spazio dotato di un suo spessore dimensionale, diviene evidente come la descrizione di questi luoghi debba avvenire attraverso una lettura non più parallela alla tradizionale costa, quanto piuttosto trasversale, attraverso un diverso strumento rappresentativo: una sezione territoriale che permetta, attraverso un unico tratto, di descrivere tutti i punti del processo, questa volta in maniera statica e non contraddittoria, in virtù del fatto che ogni punto del territorio è associato a una quota di suolo- caratteristica intrinseca-, e a uno specifico tempo del processo di innalzamento delle acque – caratteristica estrinseca-.

Disegnare un processo

Le questioni appena accennate assumono significato e aprono nuove strade di riflessione se rappresentate nello spazio della carta, del disegno, spazio statico per eccellenza, nel quale rappresentare qualcosa di dinamico costituisce la chiave di interpretazione per immaginare futuri diversi. L'ipotesi è che il tentativo di rappresentare il costante mutamento delle acque e del paesaggio in relazione ai processi di cambiamento climatico possa rivelare nuove geografie e nuove strade di accesso per un'idea e un progetto del futuro che, seppur lontano, è composto di fasi di modificazione che divengono l'oggetto stesso di indagine. In altre parole si propone uno spostamento di prospettiva in cui la condizione dinamica diviene quella di normalità, stravolgendo il modo in cui siamo abituati a pensare. Ci è molto caro infatti il concetto di stato equilibrio.

Mappe del tempo

La prima operazione cartografica per rappresentare un processo è introdurre la dimensione temporale all'interno del disegno. Ogni mappa, così come stabilisce un rapporto univoco con lo spazio della realtà –attraverso coordinate geografiche e scala metrica–, deve individuare precisi istanti, o intervalli temporali lungo l'asse temporale, che diviene così elemento essenziale per codificare il disegno.

Immaginiamo una mappa come una fotografia istantanea di un luogo in un preciso istante temporale. Questa operazione ci permette di considerare una singola immagine come statica. Sovrapponendo diverse immagini istantanee si ottiene una carta che mette in evidenza uno spazio di mutazione, ovvero le fasi di un processo entro un intervallo temporale stabilito in maniera univoca dall'asse temporale.

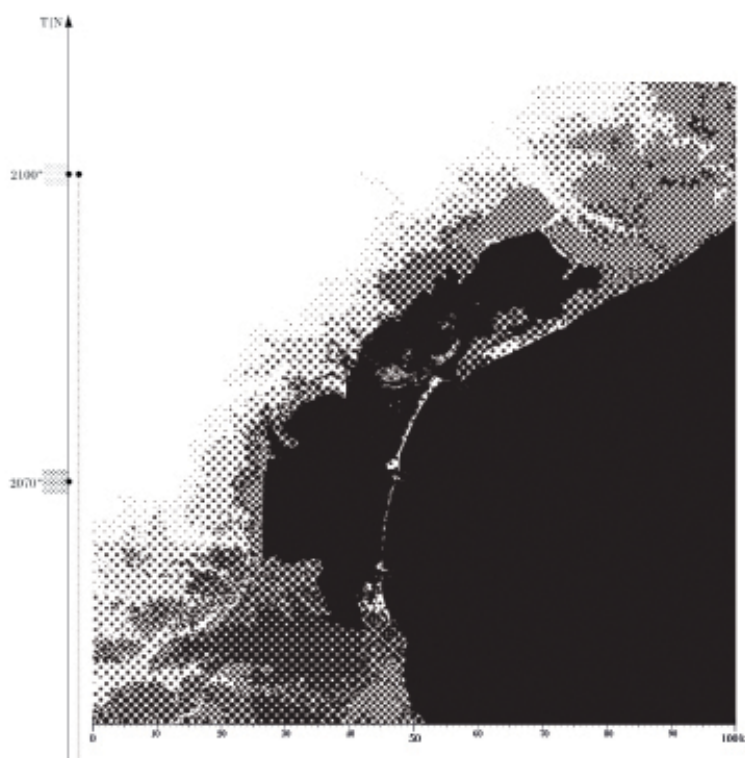


Fig. [2]. Geografie di transizione: futuro.
Scala T: 2010 | 2100.sovrapposizioni

*: ipotesi

fonte dei dati: Regione Veneto, Sit, Copertura del Suolo, Carta Tecnica Regionale; Piano di Tutela delle Acque -PTA; Unione Veneta Bonifiche; Corine Land Cover -CLC-

Microtopografia

L'introduzione di un codice di codifica temporale permette dunque di risolvere, almeno formalmente, la contraddizione insita nel concetto di linea di costa. La seconda operazione cartografica si concentra nella rappresentazione della topografia dei suoli, in modo da poter associare a diverse elevazioni di suoli diversi punti nell'asse temporale. La mappa microtopografica, risultato dell'elaborazione delle singole quote di suolo rivelate nella carta tecnica regionale, rivela una complessità talmente articolata da rendere impossibile tracciare linee continue che separano altezze di suolo differente. Questo fenomeno è dovuto al fatto che la porzione di suolo in analisi, così come tutta la bassa pianura alto-adriatica, ha subito profonde trasformazioni e alterazioni: a cominciare dalle diversioni dei corsi dei fiumi che ne costituiscono i confini –Sile e Piave– ad opera della Serenissima, per proseguire poi con le stagioni di bonifica che –soprattutto nel primo decennio del XX secolo– ne hanno prosciugato le acque sino a renderli terreni fertili per l'agricoltura, cancellando in qualche misura la memoria del passato.

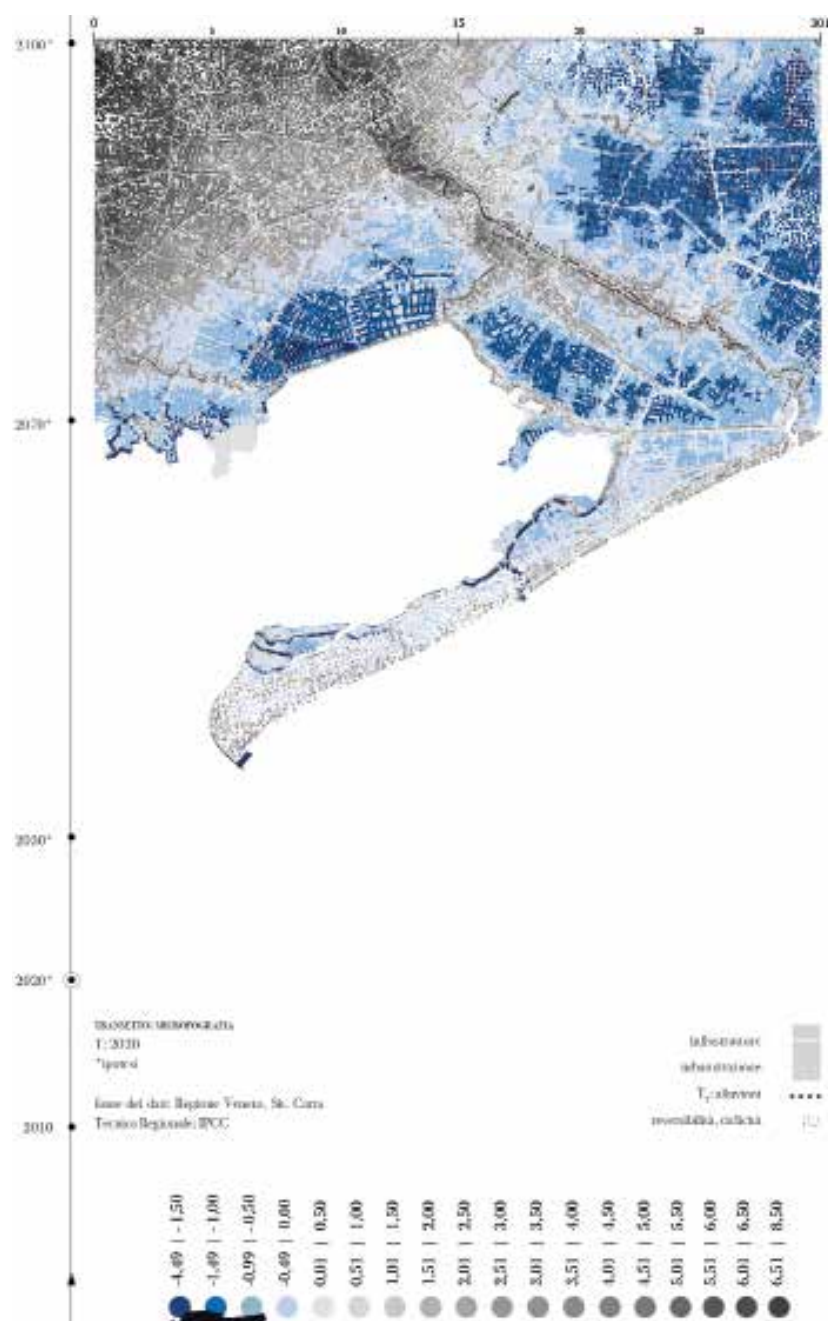


Fig. [3]. Transetto: micropografia. T: 2020 *ipotesi
 fonte dei dati: Regione Veneto, Sit, Carta Tecnica Regionale; IPCC

Sezioni di territorio

L'ultima operazione cartografica, resa possibile dai disegni precedenti, consiste nella costruzione di una sezione che attraversa la pianura del Basso Piave e restituisce una sequenza –ampia 30km– di luoghi che un domani potrebbero essere raggiunti dalle acque del mare . Il disegno che ne risulta è un oggetto complesso, poiché tiene insieme tempi e luoghi, precise relazioni tra spazi lontani e differenti usi dei suoli. Si tratta di una sezione "ideale", costruita a partire da una serie di carotaggi in posizione sequenziale e decrescenti verso il mare. Questo disegno permette l'osservazione sincronica dei fenomeni ad una scala territoriale e la possibilità di formulare alcune considerazioni. In altre parole, osservando l'innalzarsi delle acque, emergono quali sono i territori sempremersi, e quali, e in quale momento, quelli emersi, ipotizzando alcune regole implicite di costruzione di questi suoli.

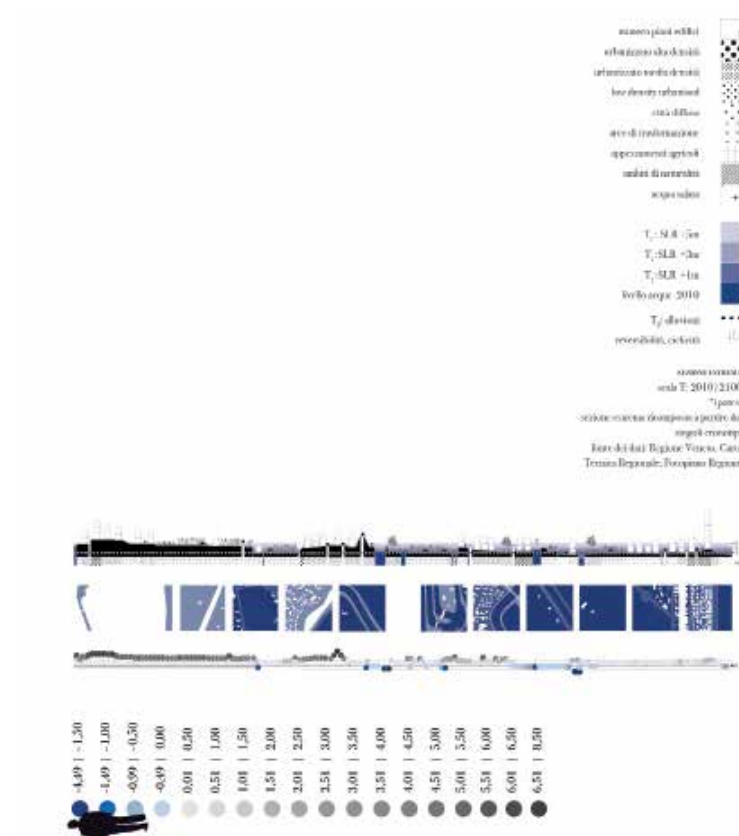
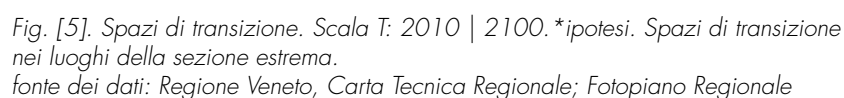


Fig. [4]. Sezione Estrema. Scala T: 2010 | 2100. *ipotesi.
fonte dei dati: Regione Veneto, Carta Tecnica Regionale; fotopiano Regionale

Geografie in transizione

Anzitutto i territori dell'agricoltura sono i primi ad essere colpiti, anche in virtù del fatto che spesso giacciono al di sotto del livello del mare. Molti dei territori di prossima edificazione –secondo le previsioni dei piani urbanistici vigenti- si trovano in zone a rischio idraulico. D'altra parte invece, le infrastrutture principali –che spesso si identificano con le arginature dei corsi d'acqua- sono luoghi in sicurezza, che soltanto lo scenario più catastrofico potrebbe mettere in crisi. I territori dell'urbanizzato si comportano in maniera non uniforme: se le urbanizzazioni lineari tipiche della città diffusa si allineano lungo le infrastrutture principali e i nuclei storici sono costruiti nei punti più alti, le espansioni più recenti –dal secondo dopoguerra in poi- hanno oltrepassato i limiti di sicurezza idraulica rispettati invece in epoche passate. È infine del tutto evidente, che sovrapponendo alla sequenza spaziale quella temporale, ovvero immaginando di percorrere questa stessa sezione in diversi momenti del futuro, il paesaggio continua a variare, nello spazio e nel tempo, in maniera non lineare, costruendo nuove geografie e rovesciando il paradigma di ordine e equilibrio che ha guidato la costruzione di questo territorio. Emergono nuove relazioni che antepongono bracci di mare a frammenti di città, individuando chiaramente i luoghi della transizione, i luoghi da adattare, i cui limiti attraversano e superano -spazialmente e temporalmente- gli strumenti urbanistici vigenti.



97

NOTE

¹ Il valore di 5m scelto come riferimento manifesta la volontà di esplorare uno scenario estremo, per definire un preciso campo di indagine e immaginando come possibile tutti i valori possibili tra il livello del mare attuale e quello di 5 metri. L'ipotesi dei 5 metri come campo nel quale indagare le conseguenze dei cambiamenti climatici è dell'EEA. Cfr. www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/five-meter-elevation-contour-line

² IPCC, 1990b, *Strategies for Adaptation to Sea Level Rise*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Den Haag

³ retreat, resistance, resilience, cfr. Carbonell A., Zogran M., Sijmons D., 2011, *Climate Change, Water, Land Development and Adaptation: Planning with Uncertainty* (Almere, the Netherlands), in Mostafavi M., Doherty G. (a cura di), 2010 *Ecological Urbanism*, Hup, Harvard University Press

⁴ cfr. McNeill J. R., 2002, *Qualcosa di nuovo sotto il sole. Storia dell'ambiente nel XX secolo*, Einaudi, Torino

⁵ cfr. la riflessione di Anuradha Mathur e Dilip Da Cunha «The line, as can be expected, privileges land over sea for it is drawn with the firmness of terra firma» in Da Cunha D., Mathur A., 2009, *SOAK: Mumbai in an Estuary*, Rupa and Co, New Delhi.

⁶ cfr. Bevilacqua P., Rossi-Doria M. (a cura di), 1984, *Le bonifiche in Italia dal '700 a oggi*, Laterza, Roma

⁷ i disegni di questo testo sono tratti dalla mia ricerca per la tesi di dottorato, di cui un estratto è pubblicato in Chiara Cavalieri, 2012, *Acqua e Asfalto. Scenari per l'area metropolitana Veneta*, in Assouline M., Di Domenico A., Casarotto L., Cavalieri C., Radomirovic A., *Formazione alla ricerca nell'ambito della Scuola dottorale dell'Università Iuav di Venezia*, IUAV, Venezia

⁸ cfr. Colucci A., 2010, *Dimensioni temporali dell'approccio alla resilienza*, Bossi P., Moroni S., Poli M. (a cura di), 2010, *La città e il tempo: interpretazione e azione*, Maggioli Editore, Milano: pp.162-167

⁹ per una storia locale e dettagliata della costruzione di questo territorio, cfr. Consorzi di Bonifica Riuniti del Basso Piave, Unione Nazionale Bonifiche, Ist. Fed. delle Casse di Risparmio delle Venezie, 1956, *Le prime bonifiche consorziali del Basso Piave*. Consorzio Ongaro Superiore e Consorzio Cavazuccherina, Officine Grafiche Ferrari, Venezia

¹⁰ secondo l'ipotesi estrema che l'innalzamento del livello del mare potrebbe avere effetto sino alla quota di 5m

¹¹ grazie alle opere di bonifica e al fenomeno di subsidenza. Cfr. glossario lagunare, www.SalVe.it

¹² Cosgrove D., Daniels S., 1988, *The iconography of landscape*, Cambridge University Press

Chiara Cavalieri - IUAV Dipartimento di Culture del Progetto
chiaracavalieri.cc@gmail.com

TOWARDS MAPPING THE RISK FOR URBAN HEAT ISLAND: NEW METHODS FOR THE ANALYSIS OF THE URBAN ENVIRONMENT

VERSO UNA GEOGRAFIA DEL RISCHIO PER LE ISOLE DI CALORE: NUOVE METODOLOGIE D'ANALISI URBANE

F. Busato, R.M. Lazzarin, M. Noro - Department of Management and Engineering - University of Padua

Urban environment is characterized by some typical features: high density of population and buildings, high energy consumption and shortage of green areas. A main consequence is the Urban Heat Island phenomenon (UHI) that is the systematic higher air temperature of urban environment with respect to rural one. Depending on the climate type, UHI may be welcome (in winter it may reduce heating loads) or, conversely, in warmer climate may increase cooling loads and also mortality rates. The main outcomes are [1]:

- a deterioration of the summer outdoor thermal comfort conditions;
- an increase of buildings energy consumption for cooling;
- a consequent increase of polluting emissions.

Urban Heat Island effect results from a lot of causes that interact each other, according to the particular situation of every city. Briefly, the main factors are:

- the structure of urban canyons that affect the infrared radiation heat exchange capacity of the urban surfaces towards the sky;
- the typically high albedo of the urban surfaces that increase the heat absorbed by buildings, pavements, roads and roofs;
- the anthropogenic heat produced by heat engines and chillers condensation heat;
- the greenhouse effect that is amplified by the higher pollutants concentration in urban atmosphere;
- the shortage of green areas that increases the sensible heat exchange with air and decreases the evaporative cooling effect due to the lack of evapotranspiration of trees and grass.

UHI has been studied worldwide (Athens, London, Berlin, Vancouver, Montreal, New York, Tokyo, Hong Kong for example) since the sixties of the past century [2]. In Italy, only few studies are available for some big cities like Bologna [3], Milan [4], Florence [5-7] and Rome [8]. Very few data are available concerning the presence of the urban heat island phenomenon in medium size cities, the most diffuse in Italy (Modena [9] and Trento [10-11] for example), none in the Veneto Region in the North East of Italy. In this paper the very first activities directly developed by the authors' research group of the University of Padua within the frame of the European Project "UHI" are described, concerning both experimental measurements, data analysis and simulation.

METHODS: DATA ANALYSIS AND MOBILE SURVEYS

In this study we used two methods for data acquisition:

two fixed meteorological stations, situated in urban and rural zones of the territory, that acquire and store data at fixed time steps during a long time period;

mobile surveys, installing the instrumentation on a vehicle and running through the territory from the rural to the urban zone, in order to measure data continuously.

The first method allows to identify daily and seasonal recurrence of the phenomenon and it is useful for a first macroscopic analysis. The second method gives a more accurate study and it

makes it possible the mapping of the phenomenon (even if lots of runs might be required). Data supplied by ARPAV (Regional Agency for Environment Protection in Veneto) concern hourly mean values of d.b. air temperature and wind velocity at 2 m above the ground along the period 01/01/1994÷12/31/2011. The two meteorological stations are the Orto Botanico (urban zone of the city) and Legnaro (rural zone, 8.5 km far). Yearly averages of the monthly average values of the maximum, mean and minimum daily temperatures are respectively 0, 0.5 and 1.5 °C higher in the Orto Botanico station (city centre) with respect to the Legnaro station (countryside). As minimum values typically refer to night, it can be deduced that urban heat island in Padua is most intense at night. Such a difference in temperatures is present every month but is more evident in summer (around 2 °C in July) (Figure 1).

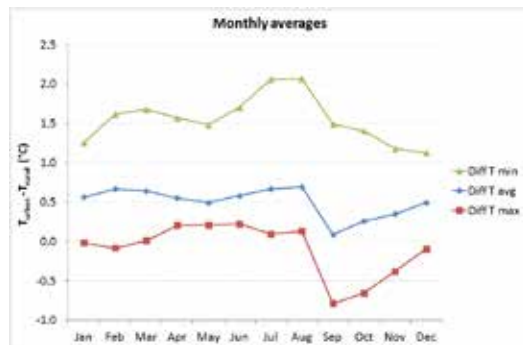


Figure 1 – Monthly average values of the daily average, minimum and maximum temperatures in the period 1994÷2011 (data collected from the Orto Botanico (urban) and Legnaro (rural) ARPAV meteorological stations)

During 2012 summer an experimental campaign of measurements has been done in order to collect data to evaluate the spatial variability of the UHI in the city of Padua. The selected path (23+26 km long) started and terminated in the North-East zone of Padua, crossing the city centre and going till the countryside (Legnaro). Data have been acquired during 07/26/2012÷09/08/2012 period, mainly during nightly sessions (between one and four hours after the sunset in order to investigate the phenomenon during its potentially maximum extent). The measurements have been carried out with stationary weather conditions (no wind, clear sky). Dry bulb air temperature, relative humidity and solar global radiation on the horizontal, with a time step of 5 s, are the main variables measured by the mobile station equipped on a vehicle. In some characteristic sites of the fabric of the city the mean radiant temperature (by a globothermometer and only during nightly mobile surveys) and wind speed have been measured.

UHI intensity has been determined by the difference between mobile measured air temperature and the value recorded at the same time by the reference ARPAV fixed meteorological station of Legnaro. Generally speaking, nightly runs show a more regular and accurate behaviour of the variables with respect to daily ones thanks to more steady atmospheric conditions (lower convective currents, wind velocity and shading). Concerning air temperature, a remarks like the previous paragraph can be done: urban heat island intensity is mostly present during nightly sessions in the range of 3÷6 °C, while daily sessions pointed out a much less significant effect (1.2÷2 °C) (Figure 2).



Figure 2 – UHI intensity during one nightly mobile survey. The vertical broken line indicates the U-turn during the survey

In situ measurements have been performed in some characteristic sites of the city area along the path (that differ for the decreasing H/W ratio (height of buildings to width of street) and for the increasing SVF (sky view factor)), in order to measure air temperature and humidity, wind velocity and mean radiant temperature. Consequently these data have been processed using the RayMan model [12-13] in order to calculate some outdoor thermal comfort index (for example the Predicted Mean Vote, PMV), calculated on the basis of the knowledge of the mean radiant temperature. RayMan model is a simulation tool for the estimation of radiation fluxes and other variables compatible with Windows® that can analyse complex urban structures and other environments.

The analysis of the different sites highlighted that going from an urban canyon in the historic centre of the city (with street pavement realized by porphyry, buildings by brick walls and tiled roofs and characterized by a relative high H/W ratio and a small SVF) till two residential zones and till a rural zone (with decreasing H/W ratios and increasing SVFs) causes the mean radiant temperature to be higher or similar to air temperature in the first case and to be always lower in the other cases. In the rural zone the mean radiant temperature is $2\div3$ °C lower than air temperature, due to the very high SVF and the lower temperature of the agricultural surface (characterized by higher emissivity, lower thermal inertia and higher water storage capacity with respect to urban surfaces). These results affect the thermal comfort indexes that highlight more comfortable situations going from the historic centre to the residential zones and to the rural zone (Table 1).

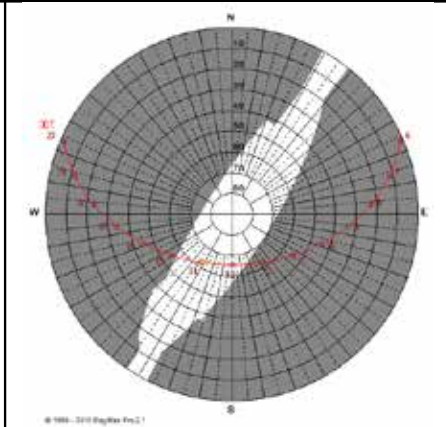
Via Rinaldi (H/W = 1.8 - SVF = 0.18)					
					
Date	27-Jul	30-Jul	31-Jul	2-Aug	9-Aug
Hour	21:53	21:28	21:49	16:01	16:11
Temperature (°C)	29.1	27.9	28.0	34.5	31.7
UHI Intensity (°C)	4.2	4.5	5.5	0.8	0.4
Relative humidity (%)	57.1	45.6	41.9	33.4	33.1
Humidity ratio (g _v kg _a ⁻¹)	14.5	10.7	9.9	11.4	9.7
Wind velocity (m s ⁻¹)	0.3	0.2	0.2	0.9	0.5
T globe (°C)	28.9	28.5	28.4		
T radiant mean (°C)	28.7	29.0	28.9		
PMV	1.4	1.2	1.2		
PET (°C)	28.8	28.3	28.2		
SET* (°C)	23.1	23.1	23.0		
Global radiation (W m ⁻²)				622	182

Table 1 – Data obtained in measurement sessions in via Rinaldi (historic centre). The “X” refer to the point of measurement. Thermal comfort indexes refer to a person with summer clothing (0.5 clo) and slight activity level (80 W above the basal metabolism) (Google Earth-RayMan)

UHI MITIGATION STRATEGIES BY SIMULATIONS

RayMan model has been used in order to quantify possible increasing in thermal comfort as a consequence of some possible mitigating measures. Main inputs of the model relate to the outdoor environment conditions: d.b. air temperature and RH, wind velocity, Bowen ratio (fixed at 1.5) and cloud cover (fixed at 1 okta). Other inputs are the albedo and emissivity of surfaces, fixed respectively at 0.30 and 0.95, typical values of urban environment.

Some simulations concerning topology modifications only (height and distance of buildings, presence of green) have been run; obviously these are mitigation strategies that can be implemented during the design and planning stage only. Every simulation has been repeated using the same values of environmental variables (air temperature and RH, wind velocity) as measured during the experimental sessions. Results show an increase in SVF thus allowing a more effective nightly cooling of surfaces and a decrease of mean radiant temperature. For example, limiting the maximum height of buildings to 6 m or doubling the street width to 11 m allow nearly the same results (a decrease by 1 °C in mean radiant temperature and by 0.1 in PMV) because the increase of the SVF is quite the same (respectively 0.31 and 0.35). A significant increase in SVF tripling the street width allows a decrease of mean radiant temperature by about 2.5 °C.

Anyway, effects of increasing the SVF during night are probably underestimated by RayMan, because it calculates mean radiant temperature and so thermal comfort indexes by knowledge of air temperature (input) that actually decreases when SVF increases. Also the effect of having the green is probably underestimated because the model does not consider the cooling effect due to evapotranspiration. For these reasons a future development of this work could be to implement similar simulations with ENVI-met © model.

REFERENCES

- 1 Lazzarin R. Le isole di calore nelle aree urbane (Urban heat islands). *Casa&Clima* 2011; 34:34-40.
- 2 Santamouris M. *Advances in Building Energy Research: v1*. Earthscan Ltd. ISBN-13: 978-1844073894. 2007.
- 3 Zauli Sajani S, Tibaldi S, Scotto F, Lauriola P. Bioclimatic characterisation of an urban area: a case study in Bologna (Italy). *Int J Biometeorol* 2008; 52:779-785. doi 10.1007/s00484-008-0171-6.
- 4 Bacci P, Maugeri M. The urban heat island of Milan. *Il Nuovo Cimento C* 1992; 15(4):417-424. doi: 10.1007/BF02511742.
- 5 Petralli M, Prokopp A, Morabito M, Bartolini G, Torrigiani T, Orlandini S. Ruolo delle aree verdi nella mitigazione dell'isola di calore urbana: uno studio nella città di Firenze (The role of green areas in UHI mitigation: a study in the city of Florence). *Rivista Italiana di Agrometeorologia* 2006; 1:51-58.
- 6 Petralli M, Massetti L, Orlandini S. Air temperature distribution in an urban park: differences between open-field and below a canopy. *The seventh International Conference on Urban Climate*, Yokohama, Japan. 2009.
- 7 Petralli M, Massetti L, Orlandini S. Five years of thermal intra-urban monitoring in Florence (Italy) and application of climatological indices. *Theor Appl Climatol* 2011; 104:349-356. doi 10.1007/s00704-010-0349-9.
- 8 Fabrizi R, Bonafoni S, Biondi R. Satellite and Ground-Based Sensors for the Urban Heat Island. *Analysis in the City of Rome*. *Remote Sens* 2010; 2:1400-1415. doi:10.3390/rs2051400.
- 9 Bonafè G. (edited by) (ARPA Emilia-Romagna). *Microclima urbano: impatto dell'urbanizzazione sulle condizioni climatiche locali e fattori di mitigazione* (Urban micro-climate: urbanization impact on the local climatic conditions and mitigation factors). 2006.
- 10 Lora C, De Franceschi M, Sitta M, Zardi D. Determinazione dell'effetto "isola di calore urbana" in una città alpina mediante l'utilizzo di reti di sensori a basso costo (Determination of the "urban heat Island" effect in an Alpine city by using low cost sensors). *XXXth Conference on hydraulic and hydraulic constructions-IDRA*. 2006.
- 11 Giovannini L, Zardi D, De Franceschi M. Analysis of the Urban Thermal Fingerprint of the City of Trento in the Alps. *J Appl Meteor Climatol* 2011; 50:1145-1162.
- 12 Matzarakis A, Rutz F, Mayer H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments - application of the RayMan model. *Int J Biometeorol* 2007; 51:323-334.
- 13 Matzarakis A, Rutz F, Mayer H. Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Basics of the RayMan model. *Int J Biometeorol* 2010; 54:131-139.

F. Busato (busato@gest.unipd.it), R.M. Lazzarin (renato@gest.unipd.it), M. Noro (marco.noro@unipd.it)

Department of Management and Engineering - University of Padua - Stradella S. Nicola, 3 - 36100 Vicenza – ITALY

AEROPORTI E CAMBIAMENTI CLIMATICI. 'FLOATING' VS 'FLOODED' AIRPORT URBANISM

*Laura Cipriani - Università degli Studi di Trento
DICA - Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale*

Gli studiosi in materia concordano come il mutamento del clima stia avvenendo con dinamiche ormai irreversibili. Alluvioni ricorrenti, innalzamento dei mari, impoverimento dei suoli, eventi meteorologici estremi come tempeste invernali, turbolenza, vento-nebbia, ceneri dei vulcani possono compromettere temporaneamente o permanentemente reti e spazi della mobilità. Molti sono gli effetti che avranno conseguenze sul territorio, sulle città e sulle infrastrutture stesse, tra le quali non da ultimi sono da considerare gli aeroporti e il fondamentale ruolo che il trasporto aereo oggi ricopre. Gli aeroporti sono, infatti, infrastrutture ad alta vulnerabilità che richiedono precise strategie di adattamento e mitigazione nelle diverse scale territoriali di intervento.

Questo contributo intende riflettere sulla tematica 'aeroporti ed acqua', ponendo attenzione al rapporto tra elementi infrastrutturali ed impatti sul ciclo idrogeologico, sulla risorsa idrica in generale, sugli ecosistemi marini e sulle zone costiere. Ad oggi, infatti, molti scali in Italia, in Europa e nel mondo, sono localizzati lungo le coste o in pianure ad elevato rischio idraulico. Altre infrastrutture aeroportuali sono dotate di una pista costruita su terreno artificiale o su imbonimenti protesi lungo il mare. L'innalzamento del livello marino potrebbe determinare pertanto in futuro una riconfigurazione delle reti: possono urbanistica e paesaggio pensare strategie di adattamento per aeroporti e città? Cosa si intende per 'Floating' e 'Flooded' Airport Urbanism? E' possibile integrare paesaggio ed infrastrutture aeroportuali secondo criteri ecologici? Quali dispositivi progettuali utilizzare? Come coniugare le necessità tecnologiche attuali con inaspettate nuove funzioni per il futuro?

Floating vs Flooded Airport Urbanism

Recenti episodi hanno mostrato la fragilità dei nodi aeroportuali in occorrenza di eventi estremi ed inaspettati.

Gli aeroporti di J.F.K. a New York, Don Muang a Bangkok, Sendai in Giappone, Brisbane in Australia sono solo alcuni scali resi inagibili dall'acqua negli ultimi anni a causa di diversificati fenomeni meteorologici estremi. A questa lunga lista vanno aggiunti numerosi altri aeroporti internazionali localizzati lungo le coste o in pianure ad elevato rischio idraulico: Amsterdam Schiphol, London Heathrow, Venezia Marco Polo solo per menzionarne alcuni.

A partire da una serie di casi-studio, il lavoro ha inteso approfondire la complessa relazione tra aeroscali, paesaggi e cambiamento climatico grazie ad un approccio metodologico progettuale di tipo integrato e transcalare basato sulla ricerca e conoscenza del territorio.

Sebbene vari, complessi e localizzati in ambienti paesaggistici ed urbani diversi tra loro, gli aeroporti e le città prese in considerazione – New York, San Francisco, Bangkok, Melbourne, Brisbane, Sendai, Venezia, Amsterdam, Londra, Lisbona, Atene – spesso possiedono alcuni denominatori comuni. Gli scali, tutti di notevoli dimensioni, occupano ampie porzioni di territorio, spesso attraversano molteplici bacini idrografici ed emerge in modo univoco come gli eventi estremi siano in prevalenza episodi prevedibili, talvolta caratterizzati da una periodicità ciclica. L'uragano Sandy che ha sconvolto New York (ottobre 2012), le singolari precipitazioni monsoniche thailandesi (giugno-novembre 2011), il terremoto e il successivo tsunami che hanno devastato Sendai in Giappone (marzo 2011), gli allagamenti di Brisba-

ne in Australia (gennaio 2011) sono tutti episodi presenti nel passato dei luoghi sebbene in precedenza si siano manifestati con minore intensità.

L'evidenza mostra come le autorità amministrative siano quasi sempre consapevoli di quali e quanti siano i rischi potenziali per le regioni urbanizzate, nonostante sussista in presenza di eventi estremi una mancanza di coordinamento tra gli enti coinvolti. In molti casi, i danni si estendono alla rete di mobilità nel suo complesso: aeroporti ma anche metropolitane, ferrovie, strade sono invasi dall'acqua con diversi gradi di inefficienza. Se però una infrastruttura stradale, ad esempio, permette di optare per un percorso alternativo dotando il sistema di una qualche flessibilità, gli aeroscali in quanto "nodi" si rivelano punti deboli della rete causando una ulteriore paralisi per la città durante il periodo emergenziale.

Se da un lato l'acqua in determinate condizioni climatiche può rappresentare una minaccia per il funzionamento delle infrastrutture, dall'altra una serie di aeroporti nel mondo sono stati definiti tecnicamente, a torto o a ragione, come 'aeroporti galleggianti', ossia come floating airports. Benché in realtà insistano su isole artificiali, gli esempi di Kansai International Airport ad Osaka in Giappone e Hong Kong International Airport ad Hong Kong divengono il simbolo di un adattamento tecnologico alla natura.

Inizialmente progettate come basi di rifornimento per le traversate transoceaniche negli anni '20 ed in seguito per allontanare la movimentazione aerea dalla terraferma riducendo così gli impatti acustici ed ambientali, oggi esse divengono il simbolo di un nuovo connubio tra architettura, paesaggio ed acqua.

Sia ben chiaro che i floating airports non devono essere interpretati in senso letterale come banale soluzione tecnica-tecnologica ma devono essere percepiti in senso traslato per adottare vecchie e nuove strategie di interazione con il territorio. Le opere di difesa non possono costituire una soluzione univoca per contrastare l'acqua perché prima o poi le forze della natura, inarrestabili, riprenderanno il dominio dei luoghi.

Radicale è, infatti, il cambiamento di paradigma nell'affrontare il tema: l'acqua non costituisce più una minaccia da cui difendersi ma invece diviene lo stimolo per potersi adattare a vivere con l'acqua e sull'acqua (living with water and on the water), 'galleggiando'.

Da sempre alcune città hanno cercato di adattarsi e convivere con la risorsa idrica dando vita ad un vero e proprio floating urbanism, un urbanismo fluttuante. Basti pensare ad una città anfibia come Venezia, agli insediamenti olandesi, ai giardini galleggianti in Myanmar, ai moltissimi esempi di palafitte e ai prototipi di aeroporti galleggianti costruiti a partire dalla metà degli anni '70 in prevalenza nel Sud-Est Asiatico.

Sebbene il quadro dei fenomeni meteo climatici in ambito urbano sia complesso e debba essere studiato negli elementi e nelle scale regionali appropriate, anche i sistemi e le strutture aeroportuali possono essere ricondotti all'interno di un quadro di strategie complessive e di precisi interventi di adattamento nelle diverse scale. Piste, coperture dei terminali, strade ed ampie distese pavimentate impediscono ad esempio la percolazione dell'acqua piovana nel sottosuolo, contribuendo inoltre all'inquinamento idrico vista la forte concentrazione di metalli pesanti, olii, grassi, liquidi antigiacco.

Fine ultimo della ricerca è stato quindi l'individuazione di possibili interventi di integrazione tra strutture aeroportuali, paesaggio, acqua e tecnologia proponendo una serie di dispositivi, scenari e visioni a breve, medio, lungo periodo che orientassero la progettazione di un sistema aeroportuale flessibile, resiliente, a ridotto impatto ambientale e con un'alta capacità di adattamento.

In un'epoca dominata dall'incertezza verso il domani e dalla corsa ad una sostenibilità – reale o presunta che sia – le infrastrutture devono essere ripensate non solo per accomodare funzioni tecnologiche odierne o necessità contingenti, ma devono essere concepite per un eventuale ri-uso futuro, dando vita ad una vera e propria modalità di re-invenzione del paesaggio e divenendo così il terreno fertile dell'inaspettato.

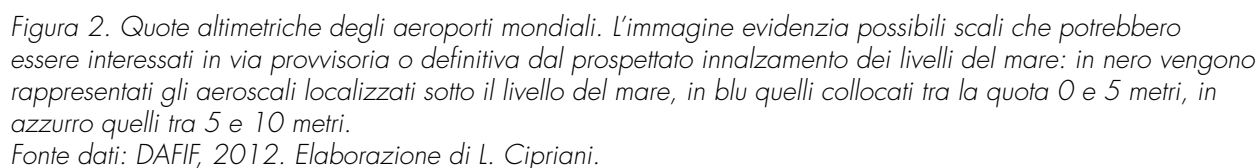
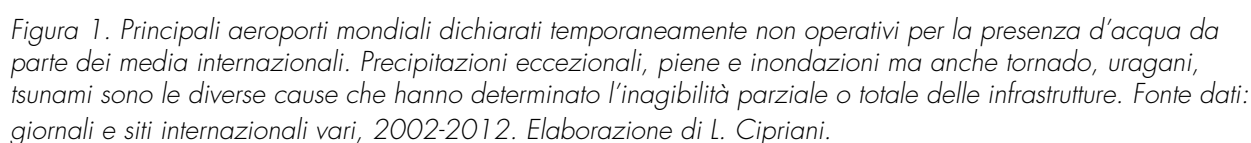




Figura 3. L'aeroporto di Don Muang a Bangkok in Thailandia allagato nell'ottobre 2011. Foto di T. Claytor.

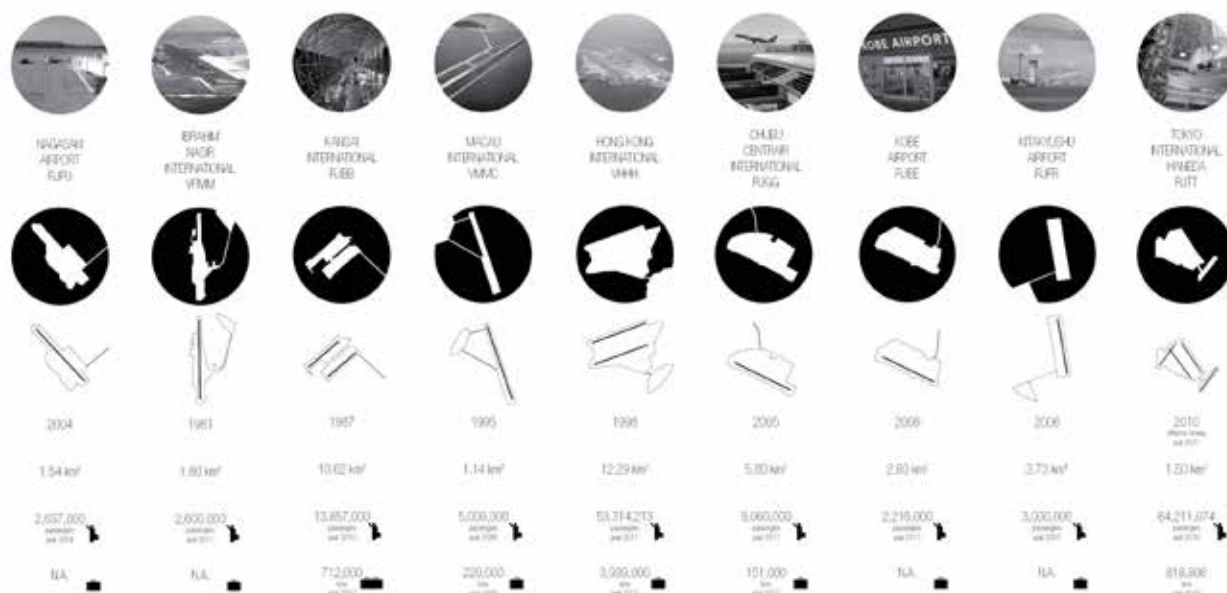


Figura 4. Aeroporti galleggianti del mondo. Elaborazione degli studenti: E. Isidoro, P. Marangoni, F. Marcato, A. Marinelli, N. Mascotto (docente: L. Cipriani).

BIBLIOGRAFIA

- Cipriani L. (2007), "Airport Urbanism. Low cost Airports and New Landscapes", in *The European tradition in urbanism – and its future*, International Forum on Urbanism, IFoU-Papirroz, Delft, pp. 143-153.
- Cipriani L. (2012a), *Airport Urbanism. Aeroporti low cost e nuovi paesaggi*, Aracne, Roma.
- Cipriani L. (2012b), *Ecological Airport Urbanism. Airports and landscapes in the Italian Northeast*, Università degli Studi di Trento, Trento.
- Cipriani L. (2012c), *Towards an "Ecological Airport Urbanism". Indagini e scenari per l'aeroporto di Venezia*, in *Planum. The Journal of Urbanism*, no. 25, vol. 2, Milano, pp. 1-7.
- Eurocontrol, Omega, Manchester Metropolitan University, MetOffice (2010), "Challenges of Growth" Environmental Update Study. January 2009, Eurocontrol, Bruxelles.
- Eurocontrol (2013), *Challenges of Growth 2013. Task 8: Climate Change Risk and Resilience*, Eurocontrol, Bruxelles.
- Giordano T. (2012), "Adaptive planning for climate resilient long-lived infrastructures", in *Utilities Policy*, no. 23, pp. 80-89.
- IPCC (2007), *Climate Change 2007: Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- IPCC (2012), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, MA.

*Laura Cipriani**
Università degli Studi di Trento
DICA - Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale
Email: lauracipriani@post.harvard.edu

**Il ricercatore beneficia del sostegno della Comunità Europea e della Provincia Autonoma di Trento nell'ambito di un'azione Marie Curie (co-funded by Marie Curie Actions). Il lavoro che ha portato a questa pubblicazione ha beneficiato di un finanziamento del Settimo programma quadro della Comunità Europea 7 PQ/2007-2013 e della Provincia Autonoma di Trento nell'ambito della convenzione di sovvenzione n. 226070 (bando "researcher post-doc 2010 Incoming CALL 1" - progetto "Trentino - PCOFUND-GA-2008-226070").*

MITIGAZIONE DELL'UHI COME CRITERIO PER LA COSTRUZIONE DELLA COMPONENTE STRATEGICA DEL PIANO STRUTTURALE.

Gerundo Roberto, Grimaldi Michele - Università degli studi di Salerno

Le scelte di governo del territorio, influenzano sensibilmente la struttura fisica degli ambienti urbani, producendo significativi impatti ambientali, tra cui il fenomeno dell'Urban Heat Island (UHI) (Oke, 1973; et.al). Nel presente contributo si propone un metodo che individua nelle azioni di mitigazione dell'UHI, il criterio per selezionare nuove azioni di sviluppo del sistema insediativo.

La metodologia proposta parte dalla classificazione dell'agglomerato urbano in Urban Climate Zone (UCZ), proposta da Oki (WMO, 2006), incentrata sulla contiguità tra gli edifici, sulla loro altezza e tipologia. Mediante tecniche di analisi spaziale, a partire da un database generalmente costruito per la redazione di un piano urbanistico comunale, si individuano ambiti critici, ai fini dell'UHI, della struttura urbana. Il riconoscimento di tali ambiti e la loro mitigazione, consente di individuare dei punti cardine su cui innestare strategie di sviluppo, da definire in sede di piano strutturale.

*Gerundo Roberto - Università degli studi di Salerno. r.gerundo@unisa.it
Grimaldi Michele - Università degli studi di Salerno. migrimaldi@unisa.it*

ECOSYSTEM BASED MANAGEMENT UNDER CLIMATE CHANGE: ISSUES AND QUESTIONS TOWARDS THE GOVERNANCE OF THE VENICE LAGOON (ITALY)

Elena Gissi, Federica Appiotti - Department of Design and Planning in Complex Environment, University Iuav of Venice

The Venice Lagoon is one of the well-known and well-studied transitional environments, by definition of Water Framework Directive 2000/60/EC, with a long history of changes and modifications since its formation. In addition, Venice's ecotone and geopolitical position, since ancient times, have made the lagoon an enviable laboratory to develop and implement adaptive management that goes well beyond its contemporary meaning.

The Venice lagoon stretches roughly 550 sq km, its ecosystem is morphologically definable as estuarine which receives freshwater inflow and sediments from river through river mouth, communicates with the sea through 3 inlets and, according to the tidal excursions (with a micro- to meso-tidal regime), exchanges with Adriatic sea water and sediments. The inflow of saltwater throughout the whole basin occurs by means of an intricate network of canals, through which tidal currents can propagate. In some inner areas, where waves are actually more important than the tides for the hydrodynamics (for instance in terms of sediment entrainment), the 'tidal breath' induced by the inflow/outflow through the lagoon mouths also assumes a fundamental ecological role by controlling the emersion/submersion ratios in salt marshes (barene) through changes in sea-level height (Zanchettin et al., 2007).

The spatial distribution of salt marshes helps to prevent and to reduce the wave motion caused by winds, and it helps to favor the flow orientation along the channels. Furthermore, salt marshes serve to keep sediment re-suspension and to protect the ecological habitats of bird and fish species, becoming their habitat in migration periods, ensuring food and as a base for their reproduction (Bonometto, 2005).

Substantially, the lagoon morphology and functionality depends on the sedimentary budget between inputs and outputs deriving from the rivers and the sea exchanges, and from processes of erosion, deposition and transport of sediments due to waves and tidal movement. In the past five centuries, Venetians have made hydraulic works, such as diverted the water courses of the main rivers originally directly into the lagoon in order to change water fluxes and conserve the lagoon system (Zuliani et al., 2005) but altering the sediment balance (Day et al., 1998).

Finally, the lagoon water dynamics act directly in spatial distributions and time variability of the Venice lagoon productivity acting on its biogeochemical properties (Solidoro et al., 2005a). At present the lagoon receives approximately 5.5×10^6 kg of nitrogen and 0.4×10^6 kg of phosphorus per year from the drainage basin which is highly urbanized and intensively farmed. In addition, port and industrial activities located on the lagoon shores have a negative impact on the water and sediment quality of this ecosystem (Suman et al., 2005).

Climate change will have several effects on lagoon ecosystem and its dynamics. General projection and forecast of change of global climate parameters suggest that in the incoming years Venice lagoon will be likely exposed to changes in water temperature, modification in river runoff (due to changes in precipitation patterns) with consequent effects in terms of seasonal sediment and nutrient transportation, lagoon water quality and seasonal trophic state (Eisenreich, 2005; Cossarini et al., 2008).

In addition, global fluctuations in sea levels, resulting from the thermal expansion of oceanic waters, could affect the relative sea level at local and regional scale with significant conse-

quences in terms of seawaters input, frequency and intensity of floods, variations in sediment balance and changes in lagoon substrate morphology (Zanchettin et al., 2007; Cossarini et al., 2008). Considering that the bed of the lagoon is the substrate upon which biodiversity is dependent, will likely be changes in species distribution and abundance and ecosystem functioning and services.

The high variability of lagoon's systems, their high resilience and buffering capacities made difficult to predict exactly climate change effects in these ecosystems.

Ecosystem based management could be an effective approach for a complex, dynamic and transitional system, such as the Venice lagoon, under the framework of climate change.

The Ecosystem-based management (EBM) is an improved form of process which recognize the importance of maintaining ecosystem services (provisioning, supporting, regulating and cultural) (focus of EBM) by viewing the ecosystem as a whole. It has a wider focus, aiming to recognize how components interact with each other and taking into account all sources of impacts from all sectors (Curtin et al., 2010).

Several barriers and uncertainties arise when framing the EBM approach towards the Venice Lagoon, if comparing the current management practices with the EBM principles. EBM practically consists in an adaptive process, learning-based, that applies the principles of the scientific method to the process of management, based on the key phases of visioning, planning and implementation (UNEP, 2011).

With respect to the phase of visioning and its components, the identification of the examination area poses a relevant problem in defining boundaries of the lagoon ecosystem as transitional environmental, according to the definition given by the Water Framework Directive 60/2000. According to the bioregional approach (Olsson et al., 2004), which takes into consideration the boundaries based on environmental dynamics and their evolution, the area of interaction should include the lagoon, its watershed and the sea at once.

On the contrary, the current systems of planning and management of the Venice Lagoon is organized according to different and mismatching boundaries' definitions.

It gives place to an articulated geography of competences and powers between Authorities, agents and actors. In fact, there are different rules and regulations at three different jurisdictional levels: an ordinary jurisdiction run by the municipal, provincial and regional administration, a special one implemented by the Special Law (171/73 and subsequent) and the related institution of a sole Concessionaire for the Lagoon works, and finally commissioners on sectoral issues, and during the time have been developed different plans.

If Stakeholders and key actors can be mapped, mechanisms of integration and dialogue between them are currently managed individually, according to contingencies that might arise from the extemporal confrontation of specific topics.

Moreover, from the side of the planning phase of EBM, currently the Lagoon is characterized by environmental protection targets (established by PALAV with respect to general environmental objectives, and by the PD for water quality), conflicting with the current uses, as well as by the forecasts derived by planning tools under revision (as the Regional Territorial Plan).

With respect to the implementation phase, monitoring, assessment and strategy' revision are crucial aspects of the adaptation process in EMB. In the Venice lagoon the initial moves towards the implementation of a monitoring system dates back to the Seventies (Pastres and Solidoro, 2011) and well documents since then the evolution of the most well-studied lagoon in the world (Pignatti and Seminara, 2009). However, the mechanism of orienting planning strategies and actions according to the results of the monitoring phases is still not in place, nor an emergency plan in case of extreme events.

To overcome this structural and operational inertia, a common understanding of the lagoon

ecosystem might be discussed and reaffirmed, as a base to found the EBM of the Venice Lagoon.

The Special Law for the safeguard and conservation of Venice Lagoon (L. 171/1973) established the safeguard of the Lagoon within the contermination. The proposal for the a new unified Law on the safeguard of the Venice lagoon, currently under discussion, affirms the general principle that Venice and its lagoon constitutes an worldwide environmental, historical and artistic heritage, specifying that the hydraulic, physical and morphological balance should be safeguarded. Beside the fact that the definition of the "balance" of environmental dynamics might be reconsidered under the uncertain projections with respect to Climate Change, the discussion on the Special Law might be the right occasion to share long term priorities and goals, towards which to orient targets of each sectoral policy insisting on the Venice lagoon.

References

- Bonometto, L., 2005. Functional characteristics of salt marshes (barene) in the Venice lagoon and environmental restoration scenarios. In: Fletcher, C.A., Spencer, T. (Eds). *Flooding and Environmental Challenges for Venice and its Lagoon: State of Knowledge*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 473–486.
- Cossarini, G., Libralato, S., Salon, S., Gao, X., Giorgi, F., Solidoro, C., 2008. Downscaling experiment for the Venice lagoon. II. Effects of changes in precipitation on biogeochemical properties. *Climate Research* 38, 43–59.
- Curtin, R., Prellezo, R., 2010. Understanding marine ecosystem based management: A literature review. *Marine Policy* 34, 821–830.
- Day Jr., J.W., Scarton, F., Rismondo, A., Are, D., 1998. Rapid deterioration of salt marsh in Venice Lagoon, Italy. *Journal of Coastal Research* 14, 583–590.
- Eisenreich, S.J., Bernasconi, C., Campostrini, P., De Roo, A., George, G., Heiskanen, A.S., Hjorth, J., Hoepffner, N., Jones, K.C., Noges, P., Pirrone, N., Runnalls, N., Somma, F., Stilanakis, N., Umlauf, G., van de Bund, W., Viaroli, P., Vogt, J., Zaldivar, J.M., 2005. *Climate Change and the European Water Dimension. A Report to the European Water Directors 2005*.
- Olsson, P., Folke, C., Berkes, F., 2004. Adaptive co-management for building resilience in social ecological systems. *Environmental Management* 34(1), 75–90.
- Pastres, R., Solidoro, C., 2011. Monitoring and modeling for investigating driver/pressure – state/impact relationships in coastal ecosystems: Examples from the Lagoon of Venice. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, doi:10.1016/j.ecss.2011.06.019.
- Pignatti, S., Seminara, G., 2009. The future of coastal ecosystems: learning from Venice, *Rendiconto della Classe di Scienze Fisiche dell'Accademia dei Lincei* 20, 85–90.
- Solidoro, C., Pastres, R., Cossarini, G., Ciavatta, S., 2005a. Seasonal and spatial variability of water quality parameters in the Venice lagoon. *J Mar Syst* 51:7–18.
- Suman, D., Guerzoni, S., Molinaroli, E., 2005. Integrated coastal management in the Venice lagoon and its watershed. *Hydrobiologia* 550:251–269.
- UNEP, 2011. *Taking Steps toward Marine and Coastal Ecosystem-Based Management - An Introductory Guide*. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 189. ISBN: 978-92-807-3173-6.
- Zanchettin, D., Traverso, P., Tomasino, M., 2007. Observations on future sea level changes in the Venice lagoon. *Hydrobiologia* 577, 41–53.
- Zuliani, A., Zaggia, L., Zonta, R., 2005. Freshwater discharge from the drainage basin to the Venice Lagoon (Italy). *Environment International* 31(7), 929–938.

Elena Gissi, Federica Appiotti
Department of Design and Planning in Complex Environment
University luav of Venice
Santa Croce 1957
30135 Venezia

LE CITTÀ COME LABORATORI DI INNOVAZIONE PER AFFRONTARE LE SFIDE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO: STRATEGIE, POLITICHE, SPERIMENTAZIONI

Gabriella Pultrone & Alessandra Barresi & Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria

Il cambiamento climatico tra dimensione globale e locale

Il cambiamento climatico costituisce una priorità per governi, istituzioni e organismi internazionali impegnati ad elaborare strategie idonee a fronteggiare un problema difficile nelle possibili previsioni, in ragione dell'enorme quantità di fattori chiamati in causa. e dell'equilibrio sempre più fragile fra l'esistenza umana e la possibilità dell'ambiente stesso di offrire un ecosistema vitale. La crescente attenzione sul tema già nel 1988 aveva portato l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO-World Meteorological Organization) e il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP-United Nations Environment Program) ad istituire il Comitato intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change) con compiti di valutare le informazioni disponibili nei campi scientifico, tecnico e socio-economico legati ai cambiamenti climatici, ai possibili impatti e alle opzioni di adattamento e di mitigazione, due possibili strategie che necessitano di essere integrate per ottenere risultati più efficaci. In particolare, gli interventi di mitigazione perseguono l'obiettivo di eliminare o ridurre progressivamente le emissioni di gas che incrementano l'effetto serra naturale, mentre attraverso l'adattamento ai cambiamenti climatici si prevede l'elaborazione di piani, programmi, azioni e misure in grado di minimizzare le conseguenze negative e i danni causati agli ecosistemi e ai sistemi sociali. Aumentare o favorire l'adattamento di un sistema ai cambiamenti climatici determina la riduzione della vulnerabilità dei sistemi, limitando le conseguenze dei cambiamenti climatici, ma il successo delle politiche dipende, oltre che dai governi, anche dall'impegno attivo e costante delle diverse parti interessate, istituzioni e organizzazioni nazionali, regionali, internazionali e multilaterali e organizzazioni, pubbliche e private, l'intera società civile.

La sfida obbligata del cambiamento climatico assume particolare rilevanza nelle città e nei territori maggiormente urbanizzati, luoghi di concentrazione di intense attività antropiche, irresponsabili quando superano di gran lunga la capacità di carico e le possibilità di rigenerazione delle risorse vitali primarie (acqua, suolo, aria) (Pultrone, 2010). A livello europeo, la strategia UE per la crescita economica Europa 2020 e le indicazioni della EU 2050 Roadmap sull'energia (European Commission, 2012) evidenziano la necessità di integrare l'adattamento nelle varie politiche settoriali e di rafforzare la ricerca sulle tecnologie per l'adattamento fondamentali per aumentare l'efficienza nell'uso delle risorse.

Molte città già si confrontano con fenomeni quali la scarsità di acqua, le inondazioni e le ondate di calore, che diventeranno sempre più frequenti con il previsto innalzamento della temperatura terrestre. L'interconnessione con altre città e regioni, inoltre, rende l'adattamento una questione che va oltre la dimensione locale nell'applicare strategie di adattamento al fine di ridurre, nel lungo periodo, i rischi per i cittadini e i costi economici. (EEA, 2012a). Il costante aumento della popolazione nelle aree urbane tenderà poi ad aumentare sempre più l'energia necessaria al funzionamento delle città, incrementando l'impatto delle stesse aree urbane rispetto ai cambiamenti climatici (Musco, 2011; Barresi & Pultrone, 2012 e 2013). In definitiva, le aree urbane rappresentano gli ambiti più a rischio per i cambiamenti climatici, in quanto laddove è più alta la densità abitativa maggiori sono i rischi ambientali e sociali, e richiedono strategie, politiche e azioni specifiche a livello locale per aumentarne la resilienza al cambiamento.

Da luoghi di accumulazione di problemi ambientali e socio-economici esse possono però trasformarsi in laboratori di creatività e innovazione dove sperimentare nuove forme di partecipazione ed avviare azioni orientate ad uno sviluppo durevole ed equo, così come sta avvenendo in molte realtà urbane di differenti Paesi (ISPRA, 2009; UNISDR, 2012).

L' "adattamento" necessario all'interno di più ampie strategie di sostenibilità urbana

Le strategie adattamento sono quelle più direttamente connesse alla sfera urbanistica e del governo del territorio perché, a differenza della mitigazione che interviene sulle cause, operano per attenuare gli effetti negativi a scala locale o regionale attraverso il contenimento dei rischi associati al ciclo delle acque e alla difesa del suolo e la previsione di criteri più cautelativi nelle norme connesse al rischio idraulico, al dissesto idrogeologico o alla franosità (Properzi, 2009).

A livello europeo, la prima azione politica strutturata sul tema dell'adattamento al cambiamento climatico è il Libro Verde adottato dalla Commissione Europea nel 2007, seguito dopo due anni dal Libro Bianco (Commission of the European Communities, 2007 e 2009). Pur riconoscendo all'UE un ruolo fondamentale nel fornire un quadro generale per l'azione e il supporto agli Stati membri, le politiche e le esperienze a livello nazionale e locale costituiscono le dimensioni privilegiate per attuare il passaggio dalla formulazione di direttive alla loro concreta attuazione (ISPRA, 2009). In ogni caso, sono necessarie misure di adattamento a tutti i livelli, locale, regionale, nazionale fino a quello comunitario, l'unico in grado di coordinare e integrare politiche e azioni in una strategia unitaria necessaria, poiché l'inattività e le inadempienze dei singoli Stati membri possono avere effetti negativi sugli Stati Paesi vicini e perché le misure di adattamento hanno spesso un carattere transnazionale. In particolare, la recente "Strategia dell'Unione Europea sull'adattamento al cambiamento climatico" (EC, 2013), prevista dal Libro Bianco dal 2009, è fondata su tre obiettivi fondamentali: 1) promuovere e supportare l'azione da parte degli Stati Membri, incoraggiando quelli che non l'abbiano fatto ad adottare Piani di adattamento climatico, mettendo a disposizione fondi per aiutarli a migliorare le loro capacità di adattamento, sostenendo nel contempo gli sforzi delle città, invitate a sottoscrivere un impegno su modello del "Patto dei Sindaci"; 2) promuovere l'adattamento nei settori particolarmente vulnerabili in modo che l'Europa possa contare su infrastrutture più resilienti; 3) assicurare processi decisionali informati, colmando le lacune nelle conoscenze in fatto di adattamento e dando maggiore impulso alla piattaforma europea sull'adattamento ai cambiamenti climatici (Climate-ADAPT, <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>).

Più in generale, attraverso l'adattamento si può contribuire ad affrontare obiettivi politici comuni alla scala europea e la transizione verso un'economia sostenibile, efficiente dal punto di vista delle risorse, ecologica e a basse emissioni di carbonio, avendo a disposizione gli strumenti disponibili nell'ambito dei fondi di coesione, dei fondi per l'agricoltura, dei fondi infrastrutturali e quelli provenienti dal programma LIFE+ (EEA, 2012b).

Dall'esame dei casi di studio a livello europeo si evince l'importanza della pianificazione territoriale e di un approccio integrato nel contribuire a rendere operative ed efficaci le politiche di adattamento climatico. Alle strategie europee e nazionali deve far seguito, infatti, il recepimento a livello locale con la definizione di strategie specifiche per i differenti territori, in quanto le politiche di adattamento sono tra quelle meno generalizzabili che richiedono una definizione "su misura" rispetto alle aree su cui ne viene richiesta l'implementazione (Musco, 2011).

Di particolare interesse il Report *Adaptation to Climate Change. Policy instruments for adaptation to climate change in big European cities and metropolitan areas* che, commissionato dal Comitato delle Regioni (CoR) e pubblicato nel 2011, valuta le migliori pratiche basate di

venti città europee (tra cui Vienna, Copenaghen, Venezia) per fornire delle linee guida agli amministratori locali e agli stakeholders interessati, dopo un esame preliminare della letteratura sul tema dell'adattamento.

Questi i principali elementi evidenziati: il cambiamento climatico interagirà con i problemi urbani peggiorando quelli esistenti e facendone emergere di nuovi; la vulnerabilità al cambiamento climatico è concentrata nelle città; le strategie di adattamento devono essere integrate in modo trasversale con le agende urbane esistenti; sono necessarie innovazione e nuova governance; è indispensabile il coinvolgimento di una varietà di stakeholders nell'ideazione, progettazione e implementazione delle strategie di adattamento urbano; è necessaria una "rinascita" nella progettazione urbana e nella gestione per creare città sostenibili e resilienti. Gli aspetti considerati nell'esame del livello di adattamento delle città esaminate sono: l'approccio complessivo; il grado di preparazione; l'identificazione delle sfide da parte delle città; la spinta per lo sviluppo di strategie di adattamento; il ruolo delle valutazioni e dei differenti strumenti di supporto alle strategie; l'integrazione dell'adattamento all'interno delle strategie e strutture esistenti; il coinvolgimento e consultazione degli stakeholders; la condivisione delle conoscenze; le barriere e sfide per la pianificazione dell'adattamento e specificità delle strategie di sviluppo nell'Europa centro-orientale (Committee of the Regions, 2011: 26). In conclusione, la sfida del cambiamento climatico può trasformarsi, da minaccia in imperdibile opportunità se le città riusciranno attraverso la loro agenda dell'adattamento a cogliere la possibilità di rendere i propri sistemi e servizi più efficienti e flessibili, con benefici anche sotto il profilo economico. Le possibilità di trasformazione presentate da città a basso impatto energetico e ad alto grado di resilienza sono in funzione di forme innovative di pianificazione spaziale, di mobilità sostenibile, di ecologia urbana e di progettazione di spazi urbani che offrono una elevata qualità della vita tale da superare i noti problemi della città del XX secolo, congestionata e frammentata anche dal punto di vista sociale, e generare straordinari benefici ambientali, economici e sociali.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Barresi A. & Pultrone G. (2012), "Nuove energie e governo delle trasformazioni per la costruzione della smart city: problemi e prospettive di una relazione complessa", in Loreto C. (a cura di), *Città energia*, Le Pensur, Brienza (PZ).

Barresi A. & Pultrone G. (2013), "European Strategies for Smarter Cities", in TeMA. Smart Cities: Researches, Projects and Good Practices for the City, 6, 1:61-72, <http://www.tema.unina.it/index.php/tema/article/view/1455>.

Castellari S. (2012), "L'Europa verso l'adattamento ai cambiamenti climatici", in *Ecoscienza*, n° 2, pp.8-11.

Commission of the European Communities (2007), Green paper. Adapting to climate change in Europe – options for EU action, COM(2007) 354 final, Brussels, 29.6.2007
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007_0354en01.pdf

Commission of the European Communities (2009), White Paper. Adapting to climate change: Towards a European framework for action, COM(2009) 147/4, 1 April 2009,
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:EN:PDF>

Committee of the Regions-CoR (eds., 2011), *Adaptation to Climate Change. Policy instruments for adaptation to climate change in big European cities and metropolitan areas*, Report elaborated by Ecologic Institute, Berlin/Vienna con AEA group, ICLEI - Local Governments for Sustainability, European Secretariat and the Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (REC), http://documents.rec.org/topic-areas/Adaptation_to_Climate_Change.pdf

EEA-European Environment Agency (2012a), *Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, <http://www.eea.europa.eu/>

EEA (2012b), Adattamento al cambiamento climatico in Europa. Affrontare i rischi e le opportunità del cambiamento climatico nel quadro degli sviluppi socio-economici, <http://www.eea.europa.eu/it/publications/adattamento-al-cambiamento-climatico-in>

European Commission (2012), Energy Roadmap 2050, http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2012_energy_roadmap_2050_en.pdf

European Commission (2013), 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, Brussels, 16.4.2013, http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/com_2013_216_en.pdf

ISPRA (2009), L'adattamento ai cambiamenti climatici: strategie e piani in Europa, Rapporti 94/2009, http://www.ftsnet.it/documenti/705/adattamento%20ai%20cambiamenti%20climatici%20-%20strategie%20e%20piani%20in%20europa_ISPRA.pdf

Musco F. (2011), "Città resilienti. L'adattamento dei sistemi urbani al cambiamento climatico", in Città resilienti. L'uso del suolo, il piano urbanistico e l'adattamento, TERRAFUTURA, Firenze 20 maggio 2011, http://ag21.comune.fi.it/export/sites/agenda21/materiali/cittasostenibile/attivita/atti_terrafutura/FIRENZE_musco.pdf

Properzi P. (2011), "Energia e ambiente urbano", in Properzi P. (a cura di), Rapporto dal Territorio 2010, INU Edizioni, Roma, pp. 381-386

Pultrone G. (2010), "Tourism for a Sustainable Redevelopment of Towns and Territories", in Sustainable building, revitalising and renovation of districts: an urgent and essential step, SB10MAD. 2010 International Sustainable Building Regional Conference, Madrid, 28-30 aprile 2100, <http://www.sb10mad.com/ponencias/archivos/d/D003.pdf>

WWF (2007), Per un piano di adattamento climatico in Italia. Prime indicazioni, http://www.consumieclima.org/download/adattamento_ai_cambiamenti_climatici.pdf

UNISDR-The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2012), Making Cities Resilient Report 2012, My city is getting ready! A global snapshot of how local governments reduce disaster risk, www.unisdr.org/files/28240_rcreport.pdf.

NOTA

All'interno del presente contributo, pur frutto di una riflessione comune rispetto a esperienze di ricerca in corso, si distinguono le seguenti attribuzioni ai singoli autori: Il cambiamento climatico tra dimensione globale e locale (A. Barresi); L' "adattamento" necessario all'interno di più ampie strategie di sostenibilità urbana (G. Pultrone).

*Gabriella Pultrone & Alessandra Barresi &
Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria
e-mail: gabriella.pultrone@unirc.it; alessandra.barresi@tin.it*

HEATWAVES AND UHI: MODELING THE INTER-RELATIONSHIPS BETWEEN CLIMATE EFFECTS AND THE BUILT ENVIRONMENT FOR DESIGNING RESILIENT CITIES

Aldo Treville, *Department of Architecture and Urban Studies (DAStU), Politecnico di Milano*

ABSTRACT

The aim of the paper is to show preliminary results of research focused on providing a system-scale understanding of the inter-relationships between climate change effects (specifically, heat waves and Urban Heat Islands, UHI) and the built environment (urban morphology, land use, energy and mobility) and to use this understanding to design cities that are more resilient. Core part of the research are analyzing key factors involved (agents related to the urban surface energy balance) and building a GIS+Digital Urban Model (case study: Milan area) for the (effectiveness and feasibility, synergies and contrasts, smartness and sustainability) assessment and simulation of adaptation measures. Analysis of the results will lead to reasonable recommendations and suggestion for policy makers, planners and designers to implement, measure and monitor city response to UHI and climate change

1. Introduction

Climate change is happening, projected to continue and poses serious challenges for cities. Extreme weather events resulting in such as heatwaves, floods and droughts are expected to happen more frequently. At the same time three quarters of the population of Europe live in urban areas and this is where climate change will be most apparent in everyday life. and will have stark impact on cities economy and wealth. In particular, of those natural disasters occurring in recent decades, heatwaves have caused the most human fatalities. During the summer of 2003 the heatwave in Central and Western Europe was estimated to have caused up to 70000 excess deaths over a four-month period (EEA,

2012).

Both experimental and modeling studies have found that high temperatures are associated with factors such lack of green space, high building mass, and high production of anthropogenic heat per area.

On the one hand, over the last two decades, a large number of studies have found variable combination of tree planting and vegetation cover (including green roofs), albedo enhancements, and reduction in waste heat emissions to reduce city-wide temperature by between 1 and 7°C (Stone et al., 2012). On the other hand, while several studies have focused their attention at the urban canyon level, few studies have estimated the contribution of those measures (on urban design, on land use) at the neighbor level (Grimmond et al., 2010). Additionally, synergies exist between measures designed to control greenhouse emissions and measures designed to limit the UHI effect, but they are currently underestimated (Stone et al., 2012).

2. The research questions

The aim of the research here presented is to provide a system-scale understanding of the inter-relationships between climate effects and the built environment (urban morphology, land use, energy and mobility) and to use this understanding to design cities that are more resilient and contribute to climate change mitigation.

A specific objective is to analyze key factors and build a GIS+Digital Urban Model for the assessment and simulation of measures to cope with climate change, and therefore building a spatial planning support system for monitoring and designing the "Responsive City".

What are the key planning and design factors that influence CC at the urban level? (i.e. spatial configuration, urban morphology, land

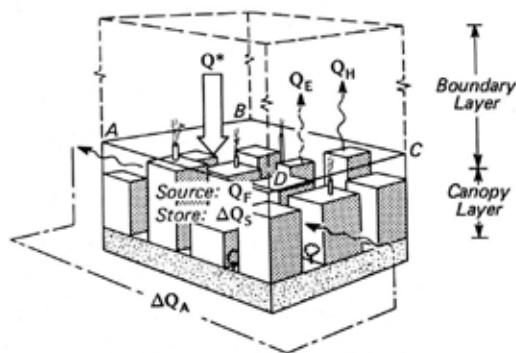
use planning, mobility planning) How can we estimate their relevance in contribution to CC mitigation and adaptation? (i.e. urban energy balance) What are the interactions between climate impacts and the functioning of the urban system? (i.e. UHI)

What are the most effective measures that can be implemented to cope with CC at the urban level? At what cost can they be effective? (i.e. refurbishment of existing areas) Are there win-win synergies that work with both adaptation and mitigation? (i.e. green infrastructure) Are they coherent with smartness and sustainability? (i.e. improving quality of life)

Which strategies and tools are most promising for policy makers, planners and designers to implement, measure and monitor city response to climate change? Is it possible to provide an integrated assessment model for urban simulation in order to manage urban environment quality? (i.e. GIS+DEM)

3. Theoretical model: Surface urban energy balance, radiation budget and selection of factors

Urban temperature and UHI can be understood as result of the equation ruling "surface urban energy balance" (Oke, 1987) at ABCD level (see image 1):



where: $Q^* = R_n$ (net wave radiation), and comes from the "radiation balance" of longwave (L) and shortwave (K) radiation:

Therefore, the temperature of in an urban "frame" is function of a complex relationship among factors involved in the equations: urban morphology (sky view factor, etc.) acts

on radiation (R_n), energy consumption (anthropogenic heat, Q_F), advection heat (ΔQ_A) climatic data (cloud cover, wind, etc.) act on net radiation (R_n) and on sensible heat (Q_H) urban material proprieties (thermal and radiation: albedo, emissivity) act on heat storage (ΔQ_S) and on net radiation (R_n)

land use (green and blue areas) act on latent heat (Q_E)

urban mobility and urban energy consumption (emissions, combustion and waste heat) act on anthropogenic heat (Q_F)

The international urban energy balance models comparison project A based on Grimonard, 2010).

Additionally, besides urban energy balance, some factors affect other "climate change-related" aspects, such as water scarcity, air pollution, CO₂ emissions. For example, energy consumption from summer air conditioning during heat waves can significantly contribute to urban temperature increase (anthropogenic heat, Q_F), though generating a vicious cycle. See the first tentative Map (attached, fig. 5) explaining the complex relationship and first assumptions of indicators selected to describe the model (drivers, outcomes, input and output, and urban balances involved).

4. Calculation of factors/indicators (Milan case)

Milan area is a good case for studying "climate modification by urban area" because is a place of those with lack of "extraneous effects due to topography", "water bodies", "and the downwind effect" (Oke, 1987)

The research aimed at calculating some indicators previously selected for all city areas divided into a number of frames that are related to the neighborhood level (see figure 2).



Field data: monitoring temperature in a transect

Collecting measurement of environmental data is an issue for cities like Milan since only a few weather-environmental stations are available.

A planned direct monitoring of a "Transect" (June 2013), will measure the temperature in different parts of the city, from rural/suburban to urban areas, during summer days (temperature will be measured in significant and representative frames).

5. Data analysis

Indicators are calculated, visualized and overlaid on a GIS base (see figure 3).

First step. A Multi-Dimensional Analysis on the indicators explores the relationships among its elements (rows and columns) by recognizing (i.e., by suitably constructing) a limited number of new underlying variables sufficient to summarize the more relevant aspects of the description, with a tolerable loss of details. Principal Component analysis (PCA) is done to "urban morphology" indicators, as well as to other indicators.

Second step is the calculation of the surface energy balance for each frame.

After PCA analysis, a fewer number of indicators is being connected with proper "coefficients" to the heat fluxes (Q) of the energy balance. Coefficient estimation and relationship type with equation formula at first attempt is taken from literature (see Mariani et al, 2005; Ratti et al., 2005 and 2006). Afterwards, the energy balance equation will be tested for each frame, calculating and verifying the coefficients.

Besides temperature increase/decrease, thanks to the management of the complex relationship among the variables, the model also allows to calculate other factors, useful for the simulation of urban interventions to the city (to the frames):

the amount of CO₂ emission and absorption
the economic cost (related to energy consumption; see next paragraph).

6. Towards a system/tool to implement, measure and monitor city response to Climate

Change over time

Once the model has reached a general understanding of the contribution of the main urban factors to temperature and emissions increase in Milan, most critical areas can be displayed.

Different urban planning and design measures can be implemented in order to cope with climate change and urban climate: at the neighborhood level, they can both be mitigation or adaptation strategies, policies, tools.

The main focus of the measures is their action on existing urban areas (refurbishing/ redevelopment), but also measures for new development areas can be considered (see fig. 4). Based on the model previously created, with its complex inter-relations structure, a simplified version can be analyzed, based on Milan data (geography, climate, costs); it gives outputs in terms of UHI (temperature increase) and Emissions (CO₂ and pollutants increase) according to different inputs introduced (measures, see figure 4, and next paragraph).

7. Action on climate change: definition and assessment of mitigation and adaptation urban measures

First step is the definition of the measures and the framework (actions on CC causes, CC effect, influence on the urban energy balance); CC measures are commonly found in "Climate Actions Plan", "Energy Plan", "Building Code" (see box n. 1).

Next steps are going to be:

each measure will be represented by modified values of specific indicators (i.e.: increase of 1 mq of green area inside a frame);

using the Model, calculation of the "new situation" in terms of UHI (°C) and emissions (-CO₂);

analysis of effectiveness (action/-C°, action/-CO₂) and cost-benefit (-C°/€, -CO₂/€):

estimation of unit effects (i.e.: 1 mc of a specific tree and calculation of its cost and CO₂ absorption; i.e. by LCA), unit cost and others environmental effects (air quality improvement, storm water management, etc.);

assessment of the data and outcomes (Multi-Criteria Analysis, Multi-Dimensional Analysis).

8. Preliminary results and considerations

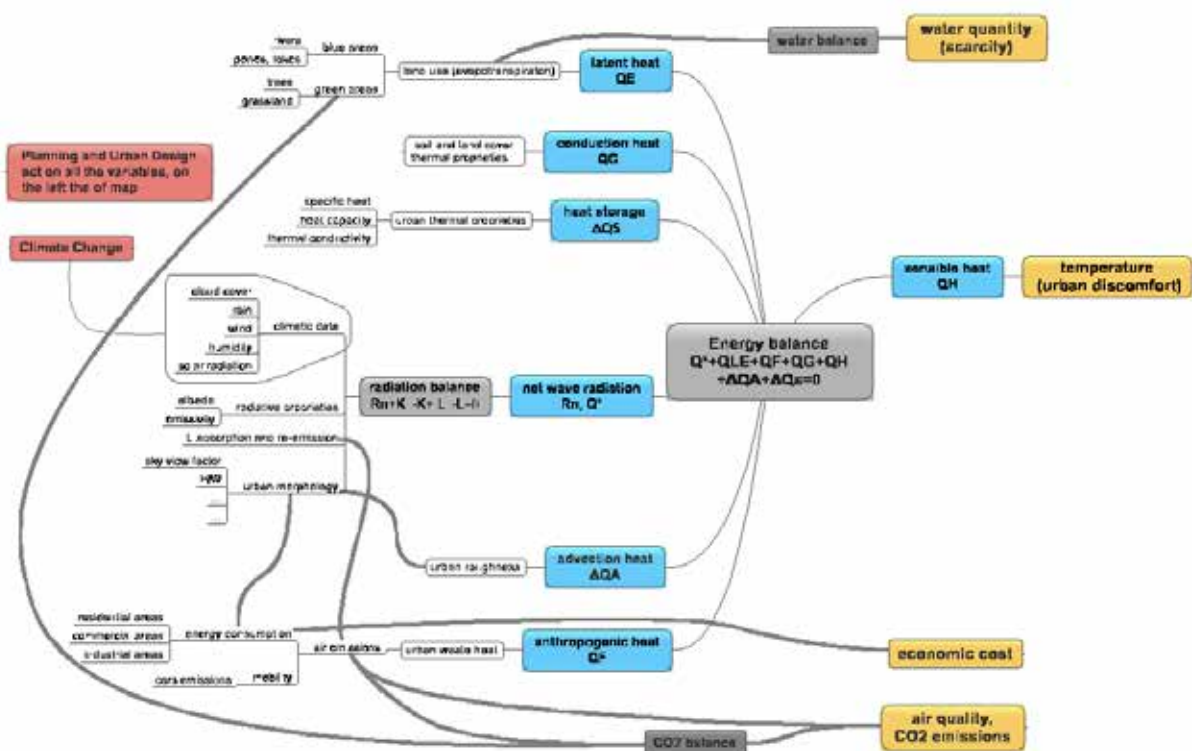
The model showed its potential in providing a system-scale understanding of the inter-relationships between urban temperature and the built environment (urban morphology, land use, energy and mobility), at the neighbor level. It is possible to quantitative estimate the contribution of various factors to UHI; consequently analysis of measures effectiveness by simulation through the model will lead to reasonable recommendations and suggestion for policy makers, planners and designers to implement, measure and monitor city response to UHI and climate.

In addition to positive first results achieved, further improvement could be made to the mo-

del. A first critical point is the coefficients and equations estimation for the energy balance. It will be appropriate to refine the model with algorithms based on both more empirical data and literature data.

Dealing with uncertainty is a second issue; a possible upgrade of the model is the use of alternative scenarios in the model.

A final consideration, depending on the model and on the energy balance factors, is the confirmation of the potential of GIS and DEM for exemplifying UHI and CC outputs; DEM, in particular, is a quick tool for policy makers, planners and designers to implement, measure and monitor city response to climate change.



References

- European Environment Agency (EEA) (2012) Urban adaptation to climate change in Europe. <http://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change>.
- GRIMMOND, C.S.B., et al., 2010. The international urban energy balance models comparison project: First results from phase 1. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 49(6), pp. 1268-1292.
- MARIANI, L. and PANGALLO, G.S., 2005. Approccio qualitativo all'analisi degli effetti urbani sul clima. *Rivista Italiana di Agrometeorologia*, 2, pp. 31-36.
- OKE, T.R., 1987. *Boundary Layer Climates*. 2nd ed. Routledge edn. London and New York.
- RATTI, C., BAKER, N. and STEEMERS, K., 2005. Energy consumption and urban texture. *Energy and Buildings*, 37(7), pp. 762-776.
- RATTI, C., DI SABATINO, S. and BRITTER, R., 2006. Urban texture analysis with image processing techniques: Winds and dispersion. *Theoretical and Applied Climatology*, 84(1-3), pp. 77-90.
- STONE B., Vargo J., Habeeb D. 2012. Managing climate change in cities: Will action plans work?. *Landscape and Urban Planning*, 107, 263-271.

INFRASTRUTTURA PAESAGGIO, NUOVE ECOLOGIE URBANE PER UN TERRITORIO SICURO

Paola Cannavò

Nel fabbricare le mura d'una città sarà questo l'incominciamento; cioè, che prima si scelga un luogo d'ottima aria,...; e oltre a ciò se si schiverà la vicinanza de' luoghi paludosi.¹

VITRUVIO POLLIONE M., *Dell'architettura* - Tomo I, capo IV

Vitruvio aveva già capito l'importanza del rapporto tra territorio urbanizzato e natura, gli antichi erano consapevoli che solo una urbanizzazione rispettosa della natura del luogo è in grado di garantire uno spazio urbano sano e sicuro.

La città, espressione più alta della capacità di adattamento del genere umano e della sua abilità organizzativa e gestionale, ha stimolato, fin dai tempi antichi, la necessità di sviluppare e sperimentare soluzioni sempre più evolute per poter risolvere tutti i problemi che l'aggregazione di più individui in uno spazio ristretto determina.

Le molteplici problematiche che i cittadini da sempre hanno dovuto affrontare per vivere negli agglomerati urbani sono state ripagate dai grandi vantaggi che la concentrazione di idee ed individui apporta all'evolversi della cultura e della tecnica. La città, per la sua capacità di generare idee e progresso, è infatti una delle più grandi creazioni del genere umano.²

Oggi le aree urbane sono il luogo che maggiormente contribuisce al cambiamento climatico ed allo stesso tempo il luogo che principalmente ne subirà le conseguenze negative: l'inquinamento continuerà ad aumentare, il traffico sarà sempre più congestionato e le isole di calore saranno sempre più insopportabili.³ I cittadini, ed in particolare quelli che abitano nelle aree più povere e vulnerabili della terra, non sono solo i principali responsabili per le emissioni di gas serra nell'atmosfera, ma sono anche tra coloro che maggiormente subiscono gli effetti negativi dei cambiamenti climatici causati dal surriscaldamento globale.

La sfida attuale per la città è di attivare politiche e progetti mirati sia a ridurre le emissioni delle aree urbane che ad aumentarne la resilienza. Le città dovranno contribuire a "mitigare" il cambiamento climatico e allo stesso tempo "adattarsi" al cambiamento climatico. Mentre la mitigazione è un'azione globale che richiede sostanziali cambiamenti del comportamento individuale ed importanti innovazioni tecnologiche, l'adattamento ha un impatto principalmente alla scala locale ed è legato allo specifico contesto di intervento. Una politica efficace per la città dovrà necessariamente includere sia la mitigazione che l'adattamento, affrontando le due problematiche in maniera integrata.

Come dovrà essere la forma della città per affrontare le nuove condizioni che inevitabilmente il cambiamento climatico determinerà? Quale spazio urbano potrà contribuire a mitigare gli effetti sgradevoli e a volte disastrosi dell'innalzamento della temperatura?

I flussi di vento, l'assorbimento della radiazione solare e il ciclo dell'acqua sono gli elementi su cui agire per migliorare la resilienza degli spazi dell'abitare alle conseguenze del cambiamento climatico.

ARIA_ L'aria, in forma di vento, è il miglior mezzo naturale per regolare la temperatura nello spazio urbano, oltre ad essere una delle fonti primarie di energia rinnovabile.

Già Camillo Sitte nell'Ottocento rilevava come la forma della città dovesse essere progettata in modo da evitare la canalizzazione delle correnti fredde, evitando le lunghe strade rettilinee e gli edifici troppo alti.⁴

Proprio l'altezza degli edifici è oggi uno dei problemi nelle downtown nord americane, la

forza del vento arriva infatti anche a raddoppiarsi nei piani alti dei grattacieli ed in caso di uragani, oggi sempre più frequenti, questo fenomeno crea condizioni elevate di pericolo ai piedi degli edifici.

La forma urbana può influenzare notevolmente gli effetti del vento ed attraverso essi regolare la temperatura dello spazio urbano. Orientando in maniera opportuna le strade si possono selezionare i venti che penetrano all'interno della città, favorendo quelli miti e proteggendo da quelli più freddi. Il progetto, definendo le altezze degli edifici, l'ampiezza delle strade e il loro orientamento, la collocazione dei vuoti delle piazze, può controllare il microclima urbano. Mentre in condizioni di temperatura e umidità elevate è necessario favorire il passaggio del vento per rendere le condizioni termiche all'interno dello spazio urbano più confortevoli, nei climi rigidi il vento contribuisce ad abbassare la temperatura ed è quindi necessario studiare la forma dello spazio urbano in modo da abbattere la velocità del vento e disperdere i flussi d'aria fredda. Tracciati urbani sinuosi, inclinazione dei manufatti rispetto alla direzione del vento prevalente, barriere frangivento opportunamente posizionate sono tutti possibili accorgimenti per mitigare situazioni di disagio termico nelle stagioni fredde.

L'aria è inoltre anche il vettore di trasporto del rumore e dell'inquinamento, uno spazio urbano non sufficientemente areato può trasformarsi facilmente in una zona di stagnazione dell'inquinamento atmosferico.

SOLE_ Il sole è fonte primaria di vita e di energia, ma gli effetti che il calore del sole può causare nelle aree urbane possono essere devastanti. L'onda di calore che ha colpito l'Italia nell'estate 2003 è stato, tra i disastri naturali, quello che ha causato il maggior danno economico al nostro paese nell'ultimo decennio (pari a ca. 3.4mld di Euro), in Francia, durante la stessa estate, furono 20.000 i decessi causati dalla temperatura eccessiva.⁵

Il pericolo, durante le andate anomale di calore, è maggiore negli spazi urbani, nelle aree edificate si creano infatti le così dette "isole di calore". La città assorbe infatti più calore, è stato rilevato che nei periodi caldi la temperatura è mediamente di 0,5 - 3,00 °C maggiore nelle aree urbane rispetto a quella delle campagne circostanti. Tra i molteplici fattori che contribuiscono a questo fenomeno, i principali sono l'impermealizzazione delle superfici e la capacità di assorbimento del calore dei materiali utilizzati per le costruzioni.

Le superfici assorbono la radiazione solare e la immettono nuovamente nello spazio urbano sotto forma di calore, maggiore è la quantità di radiazione assorbita maggiore sarà quindi il calore emesso. L'attitudine ad assorbire calore di un materiale dipende dalla sua capacità riflettente se colpito dai raggi solari, questo valore viene misurato dal valore dell'albedo, un albedo minore indica una maggiore attitudine del materiale ad assorbire la radiazione solare. Sono quindi le distese di superfici asfaltate (albedo 0,10), le facciate intonacate degli edifici (albedo 0,22), i tetti e le terrazze impermealizzate con il bitume (albedo 0,13) a contribuire in maniera determinante all'aumento della temperatura negli spazi urbanizzati.⁶

Gli edifici, le strade ed i parcheggi accumulano calore durante le ore più calde e lo rilasciano poi lentamente determinando un notevole innalzamento della temperatura, a questo bisogna aggiungere il calore emesso all'esterno degli edifici dagli impianti di condizionamento dell'aria, la dissipazione di tutto questo calore accumulato viene poi ostacolata dalla cappa creata dall'inquinamento dovuto al traffico veicolare, il risultato è l'isola di calore urbana con un innalzamento notevole delle temperature rispetto alle zone agricole.

Ridurre la quantità di radiazione assorbita dall'ambiente urbano è uno degli accorgimenti fondamentali per evitare le isole di calore, questo obiettivo può essere raggiunto attraverso una maggiore attenzione per i materiali utilizzati negli edifici, ma soprattutto inserendo ampie superfici verdi e sterrate, tetti verdi e piantumazioni. La presenza delle alberature crea inoltre ampie zone d'ombra e le aree verdi contribuiscono anche alla mitigazione termica regolando l'umidità dell'aria.

ACQUA_ Elemento fondante degli insediamenti umani, l'acqua ha determinato nei secoli il fiorire e la disfatta di grandi civiltà. Oggi, grazie al cambiamento climatico, sono moltissime le realtà urbane che soffrono per i continui allagamenti o per la scarsità delle risorse idriche. I corsi d'acqua che attraversano le città storiche si trasformano sempre più spesso in pericolosi invasi superando gli alti argini che fino a qualche decennio fa si pensava avessero potuto mettere fine per sempre alla violenza rovinosa degli straripamenti.

L'aumento di intensità delle precipitazioni mette ormai regolarmente in crisi i sistemi di raccolta delle acque piovane la cui realizzazione risale ad epoche in cui la quantità di acqua da convogliare era notevolmente inferiore rispetto ad oggi e questo non solo perchè le precipitazioni sono notevolmente aumentate di intensità e quantità come effetto del cambiamento climatico, ma anche perchè la percentuale di superfici impermeabilizzate negli spazi urbani è quasi raddoppiata nell'ultimo secolo. E' necessario intervenire per riequilibrare il rapporto tra superfici drenanti e impermeabilizzate favorendo dove possibile la riattivazione dei processi naturali del ciclo dell'acqua. Questo può avvenire aumentando le superfici verdi creando aree in cui convogliare l'acqua piovana e zone di filtro ai bordi delle strade, inserendo tetti verdi sugli edifici che contribuiscano, assorbendo una buona percentuale di acqua piovana, a diminuire il carico convogliato nelle canalizzazioni.

I corsi d'acqua, cementificati negli argini nell'illusione di addomesticarli, possono oggi essere rinaturalizzati ricreando l'equilibrio perduto col territorio, in alcune zone gli argini potrebbero essere rimossi creando in prossimità aree predisposte per l'esondazione delle acque in caso di piena.

L'acqua contribuisce inoltre a regolare il microclima urbano, le piazze storiche sono spesso caratterizzate dalla presenza di fontane che contribuiscono a rendere il clima più gradevole durante i mesi caldi. Molti progetti contemporanei hanno recuperato questa tradizione inserendo negli spazi pubblici fontane a getto e nebulizzatori che hanno un effetto immediato sui livelli di temperatura e di umidità dell'aria.

Vegetazione, acqua e superfici sono quindi i principali fattori di riequilibrio ambientale, intervenendo su di essi si possono mitigare gli effetti dell'isola di calore e migliorare la resilienza dello spazio urbano in caso di eventi naturali estremi.

E' necessario quindi intervenire sui vuoti urbani (strade, piazze, aree verdi) attraverso un progetto paesaggistico-ambientale che inserendo superfici verdi e pavimentazioni drenanti, tetti verdi e alberature e riattivando dove possibile i processi naturali del ciclo dell'acqua, trasformi i luoghi funzionali all'attraversamento e alla sosta in una infrastruttura paesaggistica che contribuisca a regolare la temperatura e ad assorbire l'acqua piovana.

L'intervento sulla città, finalizzato all'adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici, può essere concepito con un duplice scopo paesaggistico-ambientale determinando così un notevole incremento della tanto auspicata qualità dello spazio urbano. Alcune città si stanno già orientando in questa direzione, i pochi esempi realizzati dimostrano come un progetto mirato alla mitigazione ed all'adattamento al cambiamento climatico determini un miglioramento della qualità degli spazi urbani e renda le città più sostenibili.

Lo studio sviluppato nel Comune di Fiumicino dall'Option Studio 1402 condotto dall'autore presso la Harvard Graduate School of Design nel 2010, ha dimostrato come sia possibile costruire nuove ecologie urbane capaci di risolvere i problemi ambientali propri dei contesti di intervento.

Il gruppo di studenti dell'Harvard Graduate School of Design ha elaborato una serie di proposte progettuali che, confrontandosi col contesto ambientale esistente, costruiscono nuove ecologie per il territorio, programmate per interagire con lo stato attuale e per innescare nuovi equilibri in grado di dialogare con i cambiamenti futuri.

Innalzamento del livello del mare, erosione costiera, inondazioni, sono alcune delle conseguenze del surriscaldamento globale, questi eventi possono mettere a rischio la sicurezza delle aree urbanizzate. La prassi consolidata è di affrontare questi problemi attraverso la realizzazione di sistemi di difesa: si costruiscono barriere a protezione delle coste e si realizzano argini sempre più alti.

Può il progetto costruire un dialogo con questi eventi naturali?

Lo studio propone progetti capaci di contribuire a creare spazi urbani in grado di risolvere, attraverso la loro stessa forma, i problemi determinati dai cambiamenti climatici a livello globale, quartieri capaci di produrre endogenamente le risorse necessarie per il proprio sostentamento, città fatte di spazi urbani di qualità.

NOTE

¹ ORSINI B. (a cura di), Dell'architettura di M. Vitruvio Pollione libri dieci : tomo I, Perugia 1802

² GLASER E., Triumph of the city: how our greatest invention makes us richer, smarter, greener, healthier, and happier - New York 2011

³ URBAN DEVELOPMENT SERIES KNOWLEDGE PAPERS - Cities and Climate Change: an urgent Agenda, December 2010, Vol. 10 - The World Bank, Washington 2010

⁴ SITTE C., Der Städte-Bau nach seinen Künstlerischen Grundsätzen, Vienna 1889

⁵ Fonte: EM-DAT the International Disaster Database (www.emdat.be)

⁶ norma UNI 8477

LA MISURAZIONE DELL'INDICE DI PERMEABILITÀ URBANA ATTRAVERSO L'UTILIZZO DI TECNICHE GIS. COSTRUZIONE DI INDICATORI E CONFRONTO CON LE DINAMICHE DI ASSETTO DEI SUOLI. IL CASO DI GENOVA

Dott. Giampiero Lombardini, Ricercatore presso il Dipartimento di Scienze per l'Architettura, Scuola Politecnica di Genova
Arch. Cristina Giusso, Comune di Genova e INU Liguria

Caratteri dell'urbanizzazione genovese

Dei diversi processi di urbanizzazione (o abbandono, che costituisce l'altra faccia della medaglia della metropolizzazione recente, Indovina 2009), si possono distinguere tre dinamiche fondamentali: a) l'*urban sprawl*, inteso come "il pattern a bassa densità di espansione delle aree urbane nelle aree agricole limitrofe"; b) il *land take* ossia "le aree consumate dallo sviluppo urbano e dalle infrastrutture", al quale si lega il concetto di *soil sealing*, che indica la separazione che si instaura tra il suolo e gli altri compartimenti dell'ecosistema, come la biosfera, l'atmosfera, l'idrosfera, l'antroposfera e altre parti della pedosfera per effetto di strati di materiale parzialmente o totalmente impermeabile (EC, 2004); c) l'abbandono del territorio rurale (qui inteso non solo come campagna coltivata ma anche come bosco coltivato o quanto meno mantenuto).

Nel caso del territorio regionale ligure, si può affermare che il fenomeno maggiormente incidente negli ultimi vent'anni (almeno per quanto riguarda la sua dimensione areale) è stato l'abbandono del territorio rurale, che ha comportato una progressiva ri-naturalizzazione non controllata del territorio collinare e montano. Tale dinamica è stata sicuramente in controtendenza rispetto a oltre 20 secoli di storia territoriale, che hanno invece visto le popolazioni liguri mantenere costantemente, a costo spesso di enormi sacrifici, il proprio territorio "artificializzato", si può dire, metro per metro. Fasce terrazzate, ciglionamenti, opere idrauliche di regimazione delle acque piovane, sistemazioni spondali del reticolo idrografico, cura e coltivazione sistematica di boschi e praterie, hanno costituito fino a 60 anni fa l'opera continua nel tempo di costruzione del territorio che ha salvaguardato centri abitati e campagne dai danni potenziali originati dagli eventi climatici estremi, che sono stati una costante della storia meteo-climatica regionale.

Non diversamente dal territorio regionale, nell'area metropolitana di Genova, si sono negli ultimi decenni registrati gli stessi fenomeni: relativamente debole avanzata dell'insediamento diffuso (qui meno che nelle Riviere turistiche, che hanno invece visto l'assalto edilizio spesso incosulto al territorio collinare); concentrazione di vaste aree impermeabilizzate lungo i fondovalle, soprattutto in prossimità delle foci torrentizie, radicale abbandono delle fasce altimetriche più alte, lasciate all'incolto. Questo mix di fenomeni ha determinato i gravi problemi connessi ai grandi eventi alluvionali che hanno colpito storicamente l'area genovese, con intensità e frequenza sempre maggiore a partire dagli anni 70.

Nel caso ligure e, più nello specifico, genovese non è quindi tanto la misurazione dell'incremento edilizio (pur consistente se rapportato alla scarsa disponibilità di suoli morfologicamente idonei ad ospitare funzioni urbane) a costituire un indicatore significativo, quanto piuttosto i modi in cui l'urbanizzazione è avvenuta e si è consolidata. Allo stato attuale, ciò che desta maggiore preoccupazione rispetto agli effetti indotti dal cambiamento climatico sull'area costiera (Carraro, 2008) è la forte impermeabilizzazione e artificializzazione dei suoli nelle (esigue) aree pianeggianti di fondovalle e costiere, unitamente alla crisi ecologica indotta dall'abbandono delle terre "alte" lungo i crinali ed i versanti vallivi. I tentativi di rispondere a questa

emergenza ambientale (già critica in condizioni climatologiche standard, ma vieppiù aggravata dalle alterazioni climatiche in atto) con una sempre più spinta artificializzazione della "macchina idraulica" urbana non sono sostenibili nè economicamente ne ambientalmente (in quanto di fatto largamente inefficaci). L'impatto economico che la messa in sicurezza di vaste porzioni del territorio genovese è enorme.

Le azioni possibili nel campo della ri-permeabilizzazione dei suoli

Una risposta alternativa (o integrativa rispetto ad opere idrauliche che comunque in qualche modo dovranno realizzarsi) è costituita dalla modificazione diffusa dell'ambiente urbano, tesa alla progressiva ri-permeabilizzazione dei suoli, ai fini di limitare al massimo i fenomeni di deflusso accelerato delle acque piovane sui suoli impermeabili urbani. Quest'azione, unitamente ad una più efficace organizzazione della protezione civile, costituisce, in prospettiva, una delle risorse di potenziale maggior successo nel campo dell'adattamento ai cambiamenti climatici.

In questo senso, il nuovo strumento urbanistico comunale (PUC) in fase di redazione, costituisce un'occasione importante per tentare di introdurre delle innovazioni negli interventi edilizi diffusi di trasformazione urbana che possono concorrere a limitare i processi di impermeabilizzazione dei suoli, ed anzi invertire la rotta, aumentando in particolare l'indice di permeabilità.

Seguendo la letteratura in materia e le relative buone pratiche, si possono individuare 4 fondamentali azioni per migliorare le prestazioni idrauliche di una superficie urbanizzata: a) contenimento dei deflussi delle acque meteoriche; b) recupero ed utilizzo delle acque meteoriche; c) infiltrazione delle acque meteoriche; d) immissione delle acque meteoriche in acque superficiali. Le azioni concretamente perseguibili riguardano l'impiego sempre più diffuso di superfici permeabili (sterrati e grigliati inerbati, masselli porosi, sterrati), la costruzione di tetti verdi (che comportano vantaggi oltre che nella regolazione del ciclo delle acque anche nel miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici), opere per il recupero ed il riutilizzo delle acque meteoriche (vasche), sistemi d'infiltrazione superficiale delle acque meteoriche (es.: fossi e bacini di infiltrazioni, trincee di infiltrazione, pozzi perdenti). La gamma assai varia (sia in termini qualitativi che dimensionali) di questi interventi possibili, rende basilare valutare i diversi tipi di tessuto urbano, onde poter calibrare delle norme regolamentari idonee ai diversi contesti edilizi, onde indirizzare gli interventi edilizi nella direzione più idonea.

L'indice che sempre più spesso viene utilizzato per valutare la potenziale efficacia delle tecniche di volta in volta impiegate in un intervento di trasformazione edilizia è il R.I.E. (indice di riduzione dell'impatto edilio). Esso è lo strumento che permette di dare un giudizio di sintesi sulla qualità dei progetti che incidono sul territorio, rispetto al grado di regimazione delle acque meteoriche e alla quantità di verde presente sulle superfici e quindi, indirettamente, anche rispetto alla maggiore o minore capacità di evaporazione ed evapotraspirazione.

Concretamente l'indice RIE è un numero compreso tra 0 e 10 che risulta dall'applicazione di un algoritmo nel quale, con riferimento all'area oggetto di valutazione, al numeratore si inserisce la somma di tutte le superfici trattate a verde, presenti nel lotto stesso, ciascuna moltiplicata per il reciproco del proprio coefficiente di deflusso specifico. Al denominatore, invece, viene inserita la somma di tutte le superfici presenti nel lotto, non trattate a verde, ciascuna moltiplicata per il proprio coefficiente di deflusso specifico. Al numeratore compaiono anche le alberature presenti nel lotto trasformate in "superficie equivalente" secondo una procedura di valutazione e trasformazione che si basa sull'attribuzione delle piante a classi dimensionali. Ancora al denominatore viene ripetuta la somma delle superfici trattate a verde per ottenere un valore pesato.

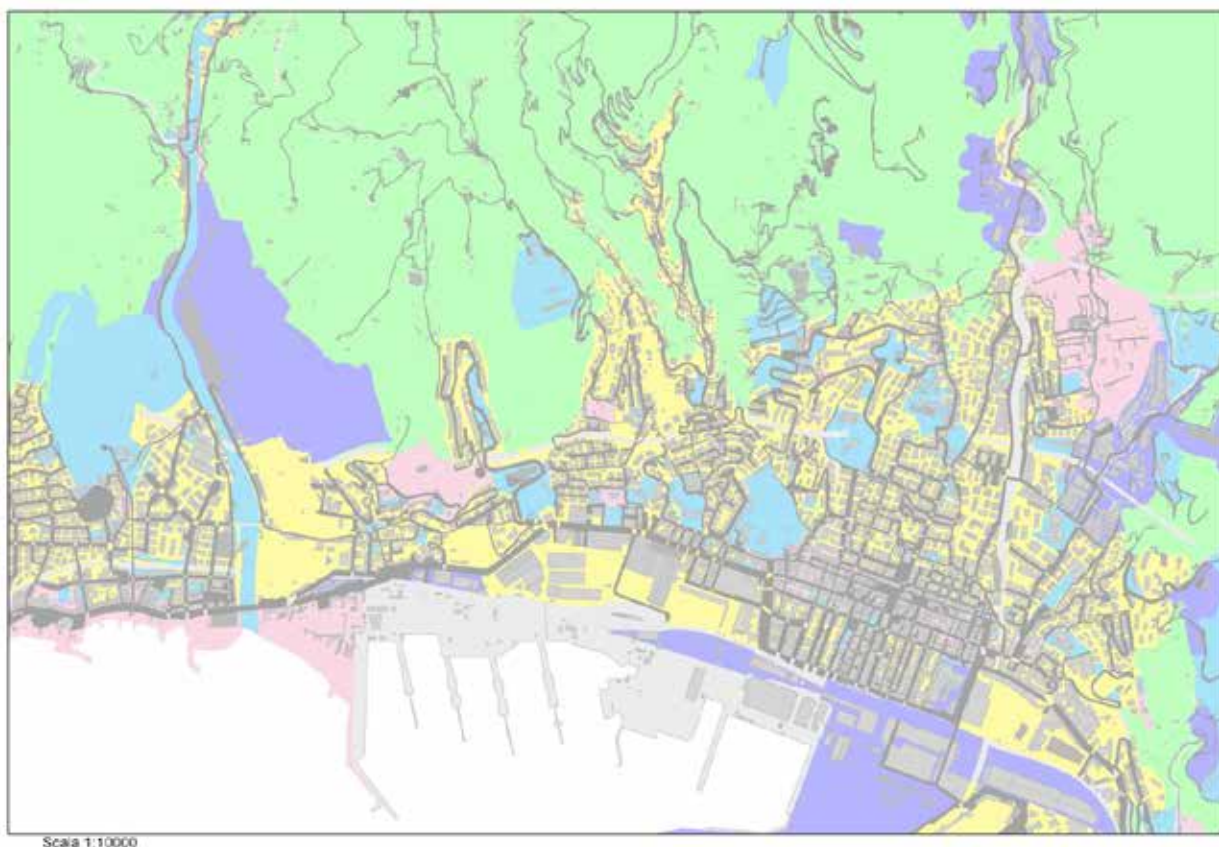
L'insieme di queste tecniche edilizie, che si possono riassumere alla scala edilizia al R.I.E.,

fa riferimento al campo della mitigazione e compensazione ambientale: il passaggio ad un livello ambientalmente più efficiente (quello dell'adattamento) può essere fornito dall'interazione di tali interventi puntuali con interventi di carattere di natura urbanistica, quindi più organici e sistematici sui tessuti edilizi. Se infatti si assomano a tali interventi puntuali (ma diffusi) interventi incisivi sullo spazio pubblico tesi a renderlo maggiormente "resiliente" rispetto ai bruschi cambiamenti climatici, si potrebbe ottenere un'efficace azione di riorganizzazione dell'insediamento ambientalmente più sostenibile. Gli interventi in campo urbanistico-territoriale possono fare riferimento a diversi campi d'azione: ri-naturalizzazione degli alvei fluviali, incremento delle superfici verdi urbane, soprattutto se occupate da essenze ad alto fusto, bilancio idraulico a livello se non di quartiere almeno di solato o comparto urbano (nella logica dell'invarianza idraulica), adeguamento degli impianti di collettamento delle acque meteoriche (fognature bianche), arresto dell'urbanizzazione e riutilizzazione delle aree già urbanizzate (costruire sul costruito), recupero a verde di una quota significativa del brown-field (che a Genova raggiunge livelli di estensione considerevoli).

Dal sistema informativo territoriale (GIS) alle norme urbanistiche

Presupposto per tentare di ottenere almeno in parte questi risultati, è l'analisi puntuale del tessuto urbano, in modo tale da cogliere per ciascuna tipologia di tessuto edilizio sia gli elementi intrinseci di crisi (alta impermeabilizzazione) che gli elementi di potenziale miglioramento. In questo senso si sta procedendo ad una mappatura, sulla base dei dati relativi al sistema informativo di livello comunale: GIS) dei diversi tipi di isolato che danno luogo ad un indice medio di impatto urbano rispetto al fenomeno "impermeabilizzazione". L'idea è quella di utilizzare a scala urbana algoritmi simili a quelli impiegati per il calcolo del R.I.E. a livello edilizio, considerando quindi, in una media ponderata, le superfici di verde esistenti, in base anche alla loro qualità / tipologia, le superfici impermeabilizzate (suddivise per tipo e grado di impermeabilizzazione), la presenza di aree naturali o comunque verdi estensive (che in qualche misura si ricollegano alla rete ecologica), la densità edilizia. L'analisi, svolta per settori urbani, porta ad identificare differenti tipologie di tessuto che a livello urbano comportano diversi gradi di impermeabilizzazione. Se questo livello informativo così ottenuto è poi confrontato con altri dati ricavabili da interrogazioni al sistema informativo territoriale (es.: densità di popolazione, densità di addetti, usi del suolo, carta geologica e idrogeologica) si possono ottenere utili indicazioni circa le azioni in campo urbanistico implementabili nei diversi tessuti edilizi cittadini.





BIBLIOGRAFIA

- Abram P., 2004, *Giardini pensili - copertura a verde e gestione delle acque meteoriche*, Napoli, Esselibri Simone Ed.
- Ashley, R. et al., 2007, "Adaptable Urban Drainage: Addressing Change in Intensity, Occurrence and Uncertainty of Stormwater", *Built Environment*, v.33, n.1, p. 70-84
- Carraro C. (a cura di), 2008, *Cambiamenti climatici e strategie di adattamento in Italia*, Bologna, Il Mulino.
- Charlesworth S., 2010, "A review of the adaptation and mitigation of Global Climate Change using Sustainable Drainage in cities", *Journal of Water and Climate Change*, v.1, n.3, pp. 165-180
- EC, 2004. Final report of the European Commission, directorate general environment, task group 5 on soil sealing, soil in urban areas, Land use and Land Use Planning, European Commission, Essen.
- EC, 2012. Guidelines to limit soil sealing, European Commission, Essen.
- Foster S. et al., 1998, *Groundwater in urban development: assessing management needs and formulating policy strategies*, Washington D.C., World Bank Report N.390.
- Indovina F., 2009, *Dalla città diffusa all'arcipelago metropolitano*, Milano, Farnco Angeli.
- Lindh G., 1993, *Water and the City*, Paris, United Nations Educational.
- Marinoni G., 2007, "Green town, green building", in *Abitare* n. 477, pp.80-87.
- Migliavacca M., Rigamonti L., 2010, *Cambiamenti climatici. Un approccio interdisciplinare per capire un Pianeta in trasformazione*, Bologna, Il Mulino.
- Zheng, J.; Nanbakhsh, H. & Scholz, M., 2006, "Case study: design and operation of sustainable urban infiltration ponds treating storm runoff", *Journal of Urban Planning and Development*, 132, pp. 36-41.

*Dott. Giampiero Lombardini, Ricercatore presso il Dipartimento di Scienze per l'Architettura, Scuola Politecnica di Genova
Arch. Cristina Giusso, Comune di Genova e INU Liguria*

Contatti:

Giampiero Lombardini

g.lombardini@arch.unige.it

Tel. Dipartimento: 010.209.51.828

Mobile 335.80.26.155

LE ONDE DELL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA E LO TSUNAMI DELLA SOSTENIBILITÀ

M.A. Barucco

I fenomeni naturali, le questioni di geopolitica internazionale e l'evoluzione delle conoscenze naturalistiche portano alla formazione del concetto di sostenibilità, da cui la necessità di individuare, formulare e gestire processi decisionali e strumenti operativi per rendere ecocompatibili¹ le attività umane. Anche il comparto edilizio è chiamato a operare nel rispetto dell'ecosistema e, per fare ciò, è inevitabile oltre che necessario modificare il ciclo di ideazione, progettazione, costruzione, uso e dismissione degli edifici.

Costruire in rapporto con il contesto ambientale (ma anche storico, economico e sociale) implica la comunicazione tra progettisti, enti appaltanti, organi di governo e utenti finali. Il mercato, spinto da domanda e offerta, si è accorto dell'esigenza diffusa di sostenibilità in edilizia e solo l'informazione e la comunicazione di concetti chiari e condivisi può agevolare l'innovazione sostenibile che trasforma il significato di ciò che si costruisce, non solo la sua consistenza materiale. Urgono indirizzi e, nella storia recente, è possibile riconoscere alcune tappe per la definizione di strategie condivise.

Il 1962 può essere considerato l'anno in cui la necessità di un buon equilibrio tra uomo e natura trovò per la prima volta formulazione scientifica e ampio riconoscimento. Rachel Carson, biologa, con il libro "Silent Spring"² denunciò i danni che gli insetticidi e i prodotti chimici producono sull'ambiente: i dati erano inconfutabili e ricavati non solo da analisi di laboratorio ma anche dall'osservazione diretta dell'ecosistema. In questo modo Carson arrivò a stimare i danni per la salute dell'umanità e della natura. Precedentemente solo pochi documenti di relativa diffusione affrontarono la questione dell'inquinamento, perciò "Silent Spring" ebbe una forte risonanza sull'opinione pubblica e fece guadagnare all'autrice l'inimicizia di multinazionali della chimica e dell'industria agroalimentare che operavano attraverso procedure inquinanti. Silent Spring riporta anche alcune riflessioni sulle trasformazioni dell'ecosistema a breve termine, quel futuro descritto è un tempo ormai superato e oggi non possiamo negare che quegli scenari e quelle previsioni che negli anni '60 furono tacciate di catastrofismo si rivelano oggi meno gravi rispetto all'effettivo bilancio tra uomo e ambiente: i danni ambientali previsti si sono rivelati sottostimati rispetto a quanto in realtà accadde e ancora oggi viene spesso perpetuato.

Grazie a questo libro di denuncia in pochi anni i temi dell'ambientalismo entrarono all'interno delle politiche e degli intenti delle amministrazioni che gettarono le basi e perseguirono le convinzioni del nuovo pensiero culturale e scientifico legato all'ecologia. Su tali basi nacquero dibattiti legati a fronti di pensiero opposti: chi invocava il ritorno ad una vita più semplice, in riferimento alla parabola del "buon selvaggio" in cui è la natura a guidare ogni scelta (anche a detrimento dell'uomo), e chi prevedeva che l'evoluzione tecnica potesse sopperire a qualunque carenza dell'ecosistema o errore dell'uomo, proseguendo lo sviluppo umano secondo le indicazioni di un moderno "illuminismo". Sono anche anni in cui si susseguono una serie di catastrofi naturali di cui l'uomo è diretto responsabile, non solo in Italia ma anche nel resto del mondo: inquinamenti causati da sversamenti di benzene e anidride solforosa (a Savona nel '62 e poi ancora in Brianza nel '76), di cloruro di vinile (a Porto Marghera nel '70) e di metile (a Bhopal in India nel 1984), vanno ricordati anche gli incidenti nucleari (nel '79 alla centrale di Three Miles Island e poi nel '86 a Chernobyl), e le vicende legate al petrolio (guerre, fluttuazioni di valore e sversamenti dovuti ad equilibri geopolitici e ad incidenti nell'estrazione e nel trasporto).

In questo l'edilizia, soprattutto in Europa, ha vissuto storie legate all'emergenza (fig. 1) prima della quantità (nella ricostruzione postbellica) e poi nella qualità (intesa soprattutto come

efficienza energetica): i bombardamenti della seconda Guerra Mondiale portarono alla realizzazione del maggior numero di abitazioni al minor costo possibile (sono gli anni '60), gli scontri attorno al canale di Suez (la guerra arabo-israeliana dello Yom Kippur che scoppiò nel 1973) mostrarono che il petrolio può essere utilizzato come un'arma per creare pressione a livello internazionale e insegnarono che le fonti energetiche di origine fossile sono un bene prezioso, esauribile e in funzione dell'oscillazione del costo delle quali l'equilibrio di molti Paesi può essere sconvolto.



Figura 1

Fu dunque chiara l'esigenza di regime di equilibrio tra uomo e ambiente. La prima riconosciuta invocazione di tale equilibrio è il testo "Our Common Future": la relazione che nel 1987 tenne Gro Harlem Brundtland, incaricata dalle Nazioni Unite come presidente della Commissione Mondiale sull'Ambiente e Sviluppo. Brundtland definì lo sviluppo sostenibile come lo "sviluppo che è in grado di soddisfare i bisogni della generazione presente, senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri"¹: viene messo a fuoco il problema dell'impatto che le società producono sull'ambiente e le conseguenze a medio-lungo termine che ne derivano, inclusa la valutazione del danno provocato alle generazioni future dalla riduzione del patrimonio naturale necessario ad alimentare il processo di crescita.

Un anno dopo le dichiarazioni di Brundtland, nel 1988, l'International Council for Research in Building and Construction (CIB)² istituì la Commissione W0823 al fine di analizzare e interpretare le esternalità dei fattori effettivi dello sviluppo sostenibile nel campo delle costruzioni. Poco dopo furono pubblicati i primi protocolli per guidare i progettisti alla realizzazione di edifici meno impattanti sull'ambiente: nel 1990 il BRREAM danese (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), nel 1993 il LEED americano (Leadership in Energy and Environmental Design), nel 1996 il Sustainable Building Tool (sviluppato a livello internazionale dell'iiSBE) e molti altri.

Mentre il Quinto programma d'azione in materia di ambiente dell'Unione Europea (1993) si poneva l'obiettivo di "assicurare la continuità dello sviluppo economico e sociale senza compromettere l'ambiente e le risorse naturali la cui qualità condiziona la continuità delle attività umane e il loro sviluppo futuro" il CIB organizzava la prima conferenza mondiale, tenutasi a Tampa nel 1994. L'avvicinarsi di Summit Mondiali (su temi socio-economici) e conferenze CIB (orientate allo studio della tecnica e del logos delle costruzioni) racconta del sempre maggior rilievo che la tematica ambientale acquista anche agli occhi dell'opinione pubblica, sensibilità alla quale non corrispondono altrettanto rapidi accordi internazionali.

Il clamore sui ritardi delle politiche fu catalizzato dalla pubblicazione dello studio che Gordon Brown (allora ministro delle finanze britannico) commissionò a Sir Nicholas Stern: l'obiettivo era di analizzare gli impatti economici, sociali e ambientali dei mutamenti climatici, il risultato fu un rapporto di 700 pagine contenenti la descrizione di uno scenario mondiale infausto (fig.2). Il dibattito che seguì fu ricco anche di detrattori ma, a distanza di soli pochi anni, i

dati mostrano che le trasformazioni previste da Stern sono di 20 volte sottostimate rispetto a quanto accade in realtà. Nel 1997, un anno dopo la pubblicazione del Rapporto Stern e poco prima dell'Earth Summit di Rio, la Terra mostrò la criticità dell'equilibrio cogente: è l'anno del disastro ecologico e dell'altrettanto devastante shock finanziario provocato in Asia da El Niño, fenomeno climatico che distrusse beni per tre miliardi di dollari e che provocò una fortissima ondata di speculazioni nelle borse di tutto il mondo. L'attenzione del vasto pubblico è orientata sul cambiamento climatico ed è catalizzata dal documentario di Al Gore "An Inconvenient Truth" che, con la forza di uno slogan mediatico, afferma che "sono le nostre capacità di sopravvivenza ad essere in gioco".

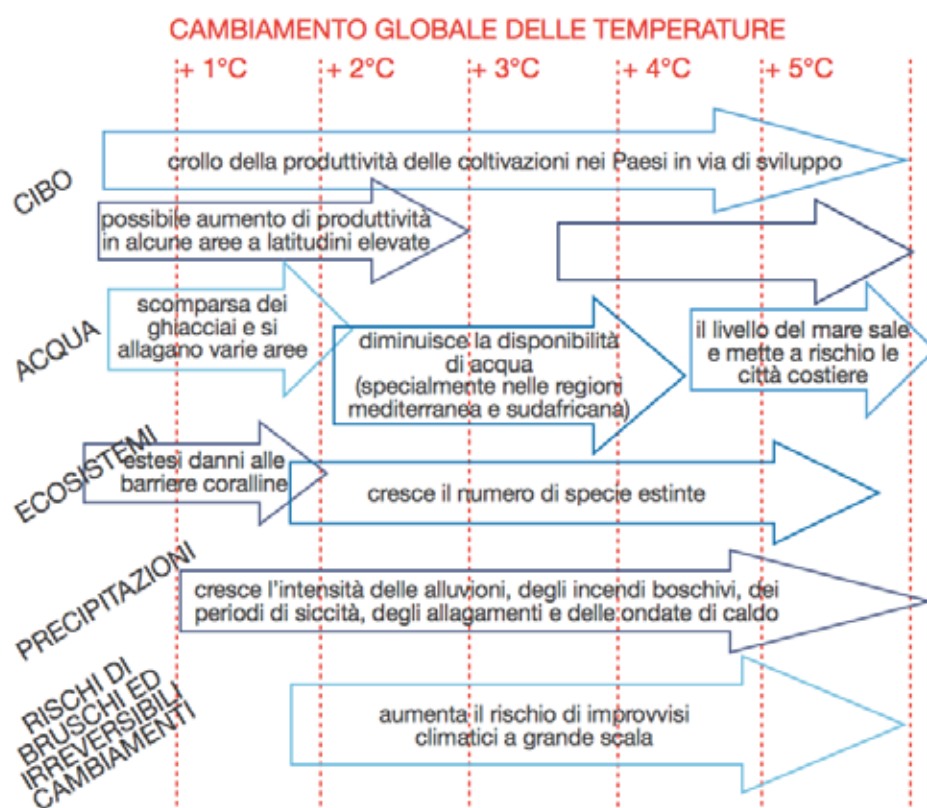


Figura 2 Rielaborazione della tabella 3.1 al capitolo 3 del Rapporto Stern. Si vuole dare l'idea dei possibili mutamenti che saranno causati dall'innalzamento della temperatura. Si tratta di ipotesi e stime approssimate ma che probabilmente, come spiegato nello Stern Review Report, andranno viste al rialzo in quanto non si tiene del tutto conto dell'effetto sistema che ognuna di queste variabili ha sulle altre.

Nella progettazione degli edifici appare chiaro che i vincoli imposti dai tempi, dai costi e dalla qualità non sono più sufficienti per il confronto con l'esigenza di ecocompatibilità: l'Agenda 21 per le costruzioni, stilata nel 1999 dal CIB, spiega il progetto legato alle risorse naturali a disposizione, alle emissioni in acqua, nel terreno ed in atmosfera e il modo in cui la costruzione incide sulla biodiversità dell'ambiente. La terna "costi-tempi-qualità" descrive una realizzazione edilizia di per se stessa, senza considerare il contesto in cui questa viene svolta, nasce dunque la terna di riferimenti "risorse-emissioni-biodiversità", parti integranti il progetto e questioni necessarie per ragionare ad una scala ancora più ampia e che considera gli aspetti socioculturali, i vincoli economici e la qualità ambientale che trasformano la sostenibilità in un valore per l'ambiente e per l'uomo (fig.3).

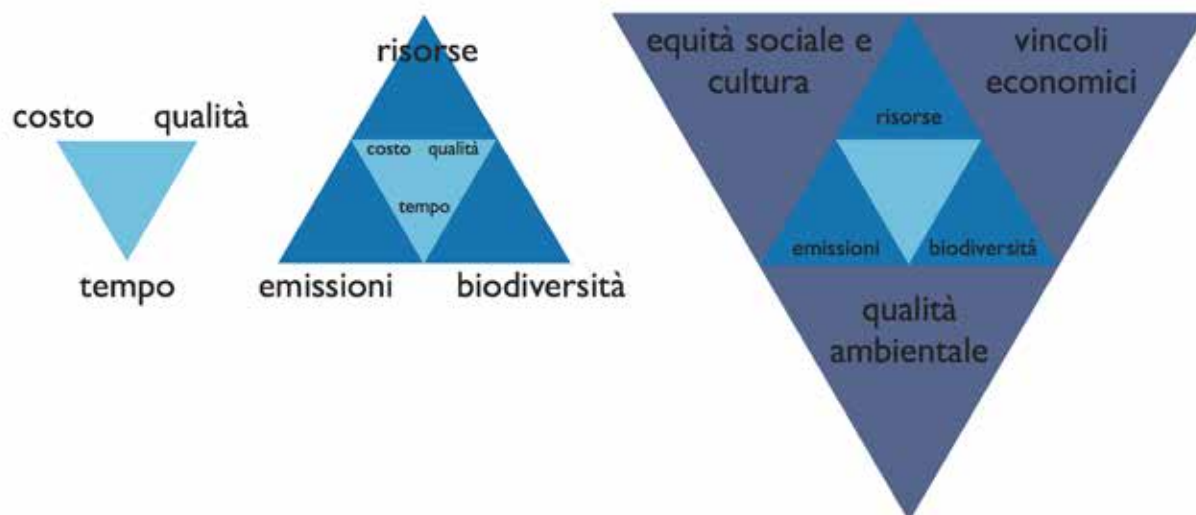


Figura 3 Le tradizionali variabili considerate per valutare costi e benefici di ciascuna delle attività umane si ampliano quando è presa in considerazione la domanda ambientale. Lo schema è una rielaborazione dei quanto proposto dall'Agenda 21 del CIB in merito all'evoluzione del processo costruttivo.

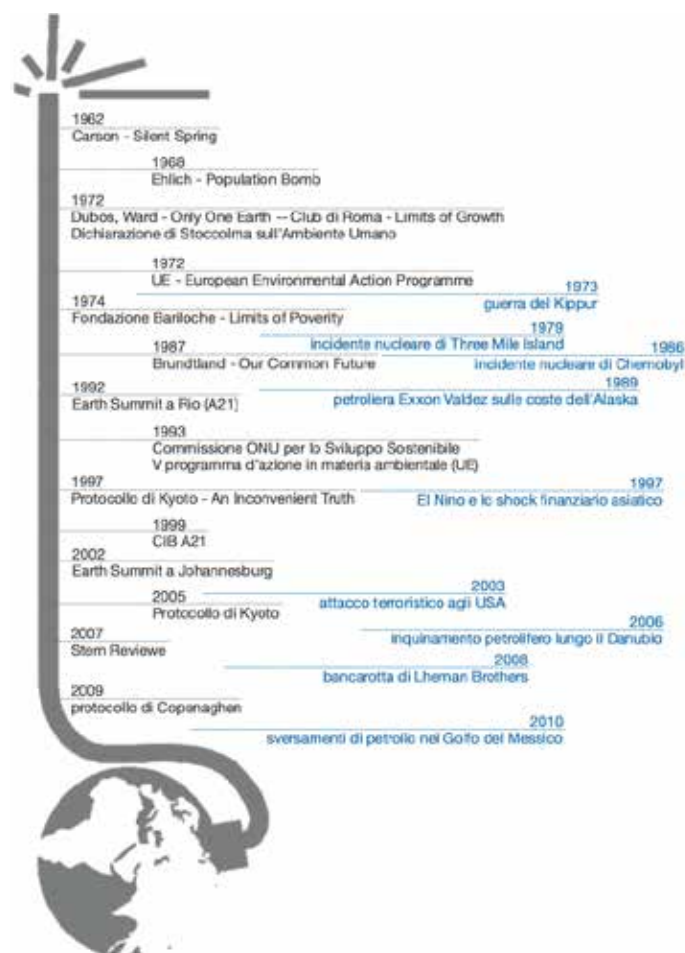


Figura 3 Cronologia riassuntiva dei disastri ambientali e degli eventi legati ai cambiamenti climatici letti in raffronto con i testi e i patti che scandiscono le politiche e il pensiero dell'edilizia sostenibile.

L'onda che viviamo oggi è sospinta dal cambiamento climatico e tale onda sarà tanto alta e travolgente quanto sarà alto il livello di comprensione del problema. Se vogliamo che l'onda della domanda di sostenibilità travolga ed innovi il settore edile, la tecnologia dell'architettura deve contribuire ad illustrare il senso del cambiamento, l'innovazione semantica (Barucco,), e deve utilizzare gli strumenti di quella che fu chiamata "tecnologia invisibile" (Sinopoli, 1997).

Le onde dell'innovazione nella recente storia dell'edilizia: al diminuirsi dell'ondata quantitativa si sviluppano domande qualitative e quando si assolve un'esigenza ne appaiono delle nuove da soddisfare. Lo schema è realizzato sul modello delle ondate lunghe dell'innovazione di Kondratieff e alimentato dalle lezioni del prof. Longhi (Architettura per la Sostenibilità - Università IUAV di Venezia), del prof. Manfron (Architettura per la Sostenibilità - Architettura per la Costruzione - Università IUAV di Venezia) e dai testi del prof. Sinopoli (2002).

BIBLIOGRAFIA

Barucco M. A., "Il pensiero della tecnica e l'innovazione. Attuali e controversi strumenti di comunicazione del pensiero", in Perriccioli M. (a cura di), Incontri dell'Annunziata. Ricerca tecnologica per progettare nel contesto post-industriale, Gangemi, 2012

Carson Rachel, "Silent Spring", Houghton Mifflin, 1962

CIB, Agenda 21 on Sustainable Construction, CIB Report Publication 237, Amsterdam - Parigi, CIB, 1999

Sinopoli N., Tatano V. (a cura di) (2002), Sulle tracce dell'innovazione: tra tecniche e architettura, Serie di Architettura, FrancoAngeli, Milano

Stern, Nicholas Herbert, Stern Review on the Economics of Climate Change, Cambridge, Cambridge University Press, 2006

UNI 11277:2008 - Sostenibilità in edilizia - Esigenze e requisiti di ecocompatibilità dei progetti di edifici residenziali e assimilabili, uffici e assimilabili, di nuova edificazione e ristrutturazione

World Commission on Environment and Development (WCED) (1987), Our Common Future, Oxford University Press, Oxford; trad. it. (1988) Il futuro di noi tutti, Bompiani, Milano

CLIMA, POLITICA E LUNGA DURATA

prof.arch. Benno Albrecht

Direttore del Corso di laurea magistrale in Architettura e culture del progetto – IUAV.

Vi sono due convinzioni correlate e ricorrenti nella cultura occidentale: che l'ambiente fisico, immagine ridotta di una forma d'ordine complessivo, influenzi in un qualche modo le condizioni e le istituzioni umane; la seconda certezza è che le azioni degli uomini possono trasformare nel bene, ma anche nel male, l'ambiente in cui essi stessi vivono.

Jean-Baptiste Moheau (1745-1794) ha portato all'estremo il concetto del rapporto di dipendenza tra scelte umane, istituzioni e clima. Moheau afferma che "dipende dal governo se cambia la temperatura dell'aria e il clima migliora; le acque stagnanti che defluiscono, le foreste piantate o bruciate, le montagne distrutte dal tempo o dalla coltura intensiva formano un suolo e un clima nuovi". Moheau, con una chiara definizione del determinismo climatico, afferma che gli interventi politici mutano il corso delle cose e del clima. Il sovrano può modificare anche la natura a proprio scopo, e può di conseguenza anche determinare il carattere stesso del popolo: "se il principio sconosciuto che forma il carattere e gli spiriti dipende dal clima, dal regime alimentare, dagli usi, dall'abitudine a certe azioni, si può dire che i sovrani, attraverso leggi sagge, istituzioni utili, la soppressione delle imposte che mortificano le capacità umane e, infine, attraverso l'esempio che essi danno, governano l'esistenza fisica e morale dei loro sudditi. Forse un giorno si potrà trarre profitto da tali mezzi per modificare a piacimento i costumi e lo spirito della nazione". La sovranità è inseparabile dalla condizione dell'ambiente ed ha un'implicazione sulla geografia, sul clima e sulla natura fisica dell'uomo. E' un'inquietante prefigurazione di un controllo globale, o di un'incapacità di tale controllo, che ha la possibilità di investire tutti gli ambiti della vita dell'uomo, del territorio, fino ai comportamenti e le istituzioni.

La più grande trasformazione cui assistiamo sono i cambiamenti climatici che rischiano di mettere in profonda discussione l'ecosistema planetario, così come oggi lo conosciamo. E' evidente che si profila una scelta strategica e progettuale a scala planetaria, che tenga conto del bilancio tra costi causati dai cambiamenti climatici e i benefici indotti dalle eventuali misure di mitigazione e di adattamento a questi cambiamenti.

L'immanenza dei dati della "catastrofe ambientale" supera il concetto di architettura, intesa come bisogno, conseguenza o manifestazione di qualcosa d'altro, e porta la disciplina inevitabilmente a partecipare come parte integrante alla risoluzione di un problema "politico ambientale" globale.

Bisogna allora ricordare che il controllo deliberato del clima a scala planetaria è programma "progressista" già oggi ben presente nelle agende internazionali. Il progetto a scala globale sottende ed è applicato nel protocollo di Kyoto, e in quelli per la conversione dai CFC ad altri prodotti, per non ridurre lo strato di ozono atmosferico. Sono progetti di geoengineering planetaria e previsioni di scala vasta che lasciano aperto da una parte il problema della rappresentanza democratica su scelte di ambito globale, collettivo, esteso e di tempo lungo, e dall'altra aprono la critica alle politiche locali di breve periodo.

La formulazione contemporanea dell'idea di "Sostenibilità" implica differente concezione temporale. Una differente concezione dei tempi delle trasformazioni coinvolge necessariamente differenti strumenti culturali, di giudizio, di progetto, amministrativi, perché il progetto è una tecnica politica, che riguarda la trasformazione dell'ambiente.

Nella concezione sostenibile sono contrapposti il tempo della trasformazione veloce, che è spesso non cosciente, a quello progressivo della trasformazione lenta, della metamorfosi, che è inerente e fa parte della natura di quanto viene trasformato.

Il tempo della sostenibilità riunisce storia umana e storia naturale all'interno di uno stesso pro-

cesso e permette di intenderle come unità, e si contrappone al tempo progressivo che vede non collegati gli accadimenti ambientali e quelli antropici.

I tempi delle metamorfosi sono lunghi e sul lungo periodo si misura e si è misurata storicamente la costruzione del territorio e l'adeguamento delle città. Il tempo dà valore alla stratificazione, fisica e dei saperi, ad una cultura dello spazio non omogeneizzante. Il tempo lungo, diventa cultura progettuale, cultura dello spazio localizzato, con tutte le implicazioni, strategiche, amministrative, tecniche, che questo comporta. L'adeguamento ed il perfezionamento, dell'ambiente, del territorio e della città, diventa un processo progettuale da innescare, una strategia progettuale da percorrere. La sostenibilità in architettura ha proprio come presupposto, concettuale e tecnico, quello di varare strategie e progetti di lunga durata, pensati sul lungo periodo.

Ogni oggetto fisico o organismo che a causa della sua azione e della sua esistenza deteriora il proprio ambiente fisico, distrugge se stesso. La sua azione sull'ambiente deve essere di lunga durata e permettere, durevolmente, la coesistenza d'altri abitanti dello stesso ambiente. La ricerca di un tempo "durevole", di una *longue durée*, è uno dei presupposti della Sostenibilità. *Nachhaltigkeit* è Sostenibilità in tedesco, letteralmente durevole, esprime la capacità di controllo nel corso del tempo, come il termine francese *durabilité* e l'olandese *duurzaamheid*. Se il tempo lungo è quello che descrive le trasformazioni dell'ambiente, oggi si avverte una collisione tra questo ed il tempo breve degli uomini e della loro capacità di previsione.

Sono i cittadini a costruire, conservare e fare il territorio, questa "città", una *Urbe-Orbe* ormai sviluppata su tutta la terra, attualizza la nota di Rousseau del Contratto sociale, "Non sanno che le case fanno l'agglomerato urbano, ma sono i Cittadini a fare la Città". Il pensiero progettuale contemporaneo deve produrre un sistema concettuale adatto a prevedere le strategie di controllo dinamico della città globale futura. E' un progetto all'interno della disciplina, non da riformatori sociali o da politici attivi, ma è politico perché riguarda la città. La città che è argomento della scienza dell'architetto che contribuisce alla costruzione di un futuro migliore o solamente percorribile.

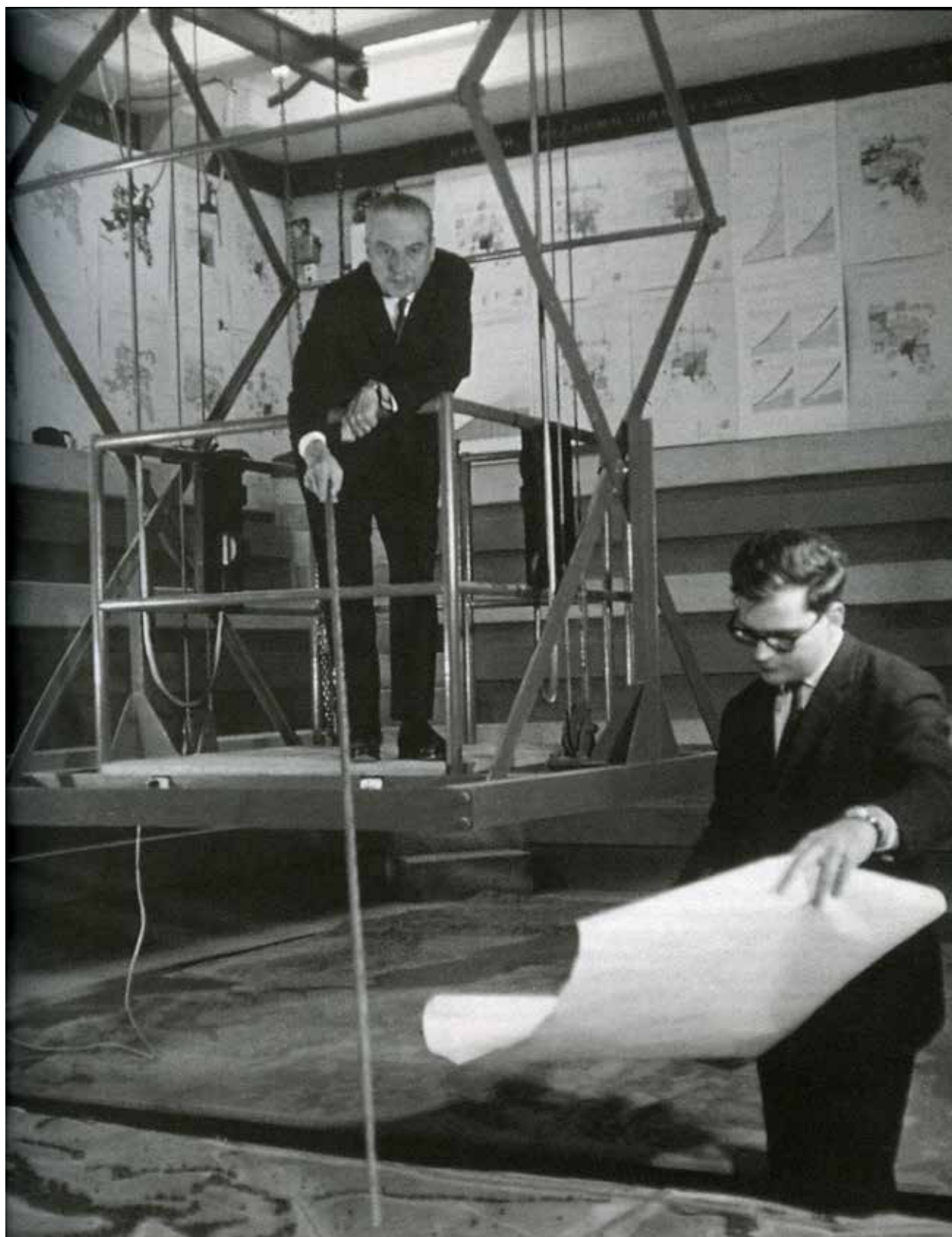
In questi anni abbiamo visto che la democrazia rappresentativa non riesce a produrre progetti di lungo periodo, è miope e non permette di inquadrare obiettivi e sforzi di lunga durata, ed è evidente lo sfasamento tra il tempo del territorio e quello della politica. L'idea di un nuovo orizzonte temporale legato al tempo lungo del territorio, esula necessariamente dal tempo veloce della politica rappresentativa.

Questa rottura può essere superata sul piano tecnico, togliendo ai politici eletti la giurisdizione del territorio, e restituendola a quelle strutture che nella nostra legislazione esistono proprio per la gestione dei Beni Comuni, Magistrature del territorio, Soprintendenze. Queste istituzioni nel bene o nel male, con i loro alti e bassi, dal dopoguerra in avanti hanno fornito una forma diffusa di tutela del patrimonio ambientale e artistico italiano.

Il territorio è un bene prezioso che è eredità delle generazioni passate e che dobbiamo riconsegnare a quelle che verranno domani. Non possiamo più permettere che persone poco competenti, legate ad interessi particolari di tempo breve, trattino ed abbiano voce su problemi così complessi e di tempo tanto lungo.

Non occorre andare molto lontano per comprendere la distinzione, e l'insanabile differenza, tra il pensiero di tempo lungo legato alle scelte tecniche dell'ambiente e quello di breve profitto allacciato alle scelte politico-amministrative, e cosa bisogna necessariamente cambiare. Bisogna ricordare gli studi di Adolfo di Béranger dove mostra che fin dal VII secolo, la Repubblica di Venezia doveva intrattenere complesse relazioni per garantire la salvaguardia e lo sfruttamento dei suoi boschi. Béranger ci rammenta che "l'antico regime dei veneziani non considerava i boschi oggetto di centrale amministrazione bensì centrale di direzione tecnica, e questa superiore a quella; a differenza del metodo ed uso odierno, in cui, posposta la direzione tecnica delle foreste, questa soggiace alla pressione amministrativa; le quali non di

rado procedono in senso di mire che lottano fra loro; stante che la direzione tecnica mira ad operazioni di spesa e di lontano profitto; e l'amministrativa a risparmi di spesa, ed a profitti solleciti", (Adolfo di Béranger , Saggio storico della legislazione Veneta forestale dal sec. VII al XIX, Venezia, 1863, Libreria della Fenice Giusto Ebhardt, pag. 85). Sul frontespizio del libro compaiono i versi di Orazio, "Quid leges sine moribus vanae proficiunt", (Odi, Libro III, 24, vv 35-36), a che servono le leggi se non portano giovamento ai costumi, domanda che dobbiamo porre politicamente anche noi oggi.





1. Doxiadis - Constantinos Apostolou Doxiadis con il modello di Islamabad.

2. Tennessee Valley Authority – Tennessee Valley Authority (TVA). Cherokee Dam, una delle gru.

ANALISI MULTICRITERIALE E SCENARI DI EFFICIENZA ENERGETICA PER IL SETTORE RESIDENZIALE: IL CASO DELLA REGIONE VENETO

Alessandro Salvatia, Giuseppina Siciliano, Margherita Emma Turvani, Università IUAV di Venezia, Dipartimento di Progettazione e pianificazione in ambienti complessi IUAV, Ca' Tron, Santa Croce

ABSTRACT

L'Unione Europea ha ratificato il pacchetto clima-energia con l'obiettivo di incoraggiare il risparmio energetico e ridurre le emissioni di gas serra entro il 2020. In seguito a questo l'Italia si è dotata di 2 piani d'azione per l'efficienza energetica ed ha promosso un programma di incentivazione fiscale ad hoc (comunemente noto come "programma -55%"), il quale sembrerebbe aver raggiunto un discreto successo nel corso degli ultimi 5 anni.

Il nostro lavoro analizza alcuni potenziali traiettorie di consumo termico nel settore residenziale della Regione Veneto -una delle regioni più ricche e a maggiore intensità nei consumi finali d'energia dell'intero paese- nella quale, tuttavia, il programma di incentivazione in atto ha accelerato moderatamente il processo di riqualificazione energetica dello stock abitativo. L'articolo descrive la struttura dello stock residenziale, i suoi profili prestazionali in termini energetici, definendo uno scenario tendenziale allo scopo di rilevare in che modo alcuni fattori in gioco potrebbero determinare la disponibilità di alloggi e i consumi finali di energia termica al 2020. Da ciò vengono definiti 5 scenari di medio periodo che a partire da differenti ipotesi di miglioramento (di natura tecnologica/politica)- costituiscono degli scostamenti dal trend. Gli scenari sono infine valutati mediante un'analisi multi-criteriale tecnica, con lo scopo di determinare un ordine di preferenza a partire da criteri di: risparmio energetico, costo, la creazione di posti di lavoro, emissioni di biossido di carbonio e coerenza con gli obiettivi istituzionali prefissati.

1 INTRODUZIONE

Le attuali evidenze circa l'aumento delle emissioni di gas a effetto serra (GHG) e i loro effetti sul clima globale [1], unitamente alle crescenti preoccupazioni per la scarsità di risorse non rinnovabili di importanza strategica, rende ancor più urgente la ricerca di alternative sostenibili all'attuale regime energetico. E' noto, inoltre, che la riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di gas serra connesse, non possa essere perseguita unicamente mediante la sostituzione delle attuali fonti energetiche con altre più sostenibili, ma rende indispensabile uno sforzo di riduzione dei consumi finali [2]. Il piano italiano per il risparmio energetico del 2011 (PAEE), in accordo con gli obiettivi fissati da livello comunitario, punta ad una riduzione del consumo totale di energia entro il 2020 di circa il 14% [3], attribuendo al settore residenziale un ruolo di primo piano nell'abbattimento dei consumi. La Regione Veneto -la quale rappresenta l'area oggetto d'analisi in questo lavoro- mostra il terzo più alto livello di consumo di energia in Italia: stando agli obiettivi definiti a livello regionale e mantenendo intatte le proporzioni definite dal PAEE per la suddivisione degli oneri di riduzione tra settori, la Regione Veneto dovrebbe ridurre i consumi finali nel settore residenziale di 8 punti percentuali al 2020, di cui 7 dovrebbero provenire da una riduzione del consumo di energia termica (CET). Sempre secondo il PAEE, il raggiungimento degli obiettivi dovrebbe essere guidato da un marcato rinnovamento delle componenti edilizie in un'ottica di maggiore efficienza. Di conseguenza, la scelta delle migliori soluzioni non dovrebbe prescindere dal considerare la tecnologia disponibile e le attuali dinamiche nel consumo di energia. In questo senso, il lavoro cerca di far luce sulle possibili evoluzioni dei consumi finali mediante l'elaborazione di più ipotesi di scenario. L'analisi mostra con che intensità, alcune differenti combinazioni di

soluzioni rispondano agli obiettivi fissati a livello nazionale e comunitario, cercando inoltre di definire lo "spazio delle possibilità" [4] per la tecnologia attuale come driver per la riduzione dei consumi finali di energia. La bontà degli scenari energetici è infine valutata attraverso un'analisi multi-criteriale (AMC) in grado di restituire un ranking delle alternative plausibili a partire da criteri di valutazione di carattere ambientale, socio-economico ed istituzionale.

2 METODOLOGIA: SCENARI E ANALISI MULTICRITERIALE

Gli scenari sono rappresentazioni di futuri alternativi che aiutano a esplorare lo spazio delle possibilità pur considerando i limiti strutturali posti dall'incertezza [5]. Essi si basano su una serie di ipotesi, teorie e modelli riguardanti i rapporti tra i potenziali driver di cambiamento, e generalmente costruite dalla comprensione del passato e del presente [4]. La costruzione di scenari ha una lunga tradizione nel campo dei processi decisionali nel settore dell'energia [6, 7, 8, 9], mentre studi esplicitamente incentrati sul settore civile e residenziale sono più recenti [9, 10, 11]. La letteratura in merito distingue tra scenari normativi, tendenziali e scenari esplorativi. Questa ricerca segue un approccio semi-esplorativo, poiché –con la parziale eccezione dello scenario tendenziale–, le ipotesi alla base di tutte le alternative sono di natura qualitativa. Il lavoro si basa inizialmente sul tentativo di modellare la dinamica dei consumi termici del settore residenziale: un esercizio che pur rappresentando una riduzione della realtà, fornisce comunque un riferimento per la comprensione dei numeri in gioco. Gli scenari finali sono stati sviluppati attraverso cinque fasi. In primo luogo, utilizzando i dati ISTAT [12] e CEAV [13], per classificare lo stock abitativo in 27 gruppi di abitazioni (archetipi [9], d'ora in avanti) suddivisi per tipologia edilizia (3) ed età di costruzione (8+1) considerando per gli anni a venire (2011-2021) delle previsioni di offerta edilizia elaborate a partire dai dati ISTAT [14] sulle famiglie future. In secondo luogo si è passati al calcolo de "l'intensità [9] dei CET" - ovvero un indice di consumo medio per ogni archetipo - considerando le caratteristiche morfologiche e tecnologiche degli archetipi individuati¹. In seguito sono stati stimati i tassi di rinnovamento di 5 importanti elementi costruttivi dal cui ammodernamento si suppone sarà possibile ottenere dei risparmi sui consumi finali², la distribuzione degli interventi di rinnovamento tra gli archetipi (attività) e i risparmi connessi ad ogni singolo intervento per archetipo (intensità). Infine, i 5 scenari sono stati valutati mediante un'analisi multi-criteriale in grado di restituire un ordine di preferenza delle alternative. L'analisi multi-criteriale, qui affiancata alla costruzione degli scenari [4], è un metodo di valutazione che ha lo scopo di supportare le decisioni in contesti di incertezza dove sono presenti più interessi e più obiettivi [16]. Essa consente una valutazione di insieme delle alternative, al fine di ottenere una classifica delle migliori soluzioni di compromesso, dato un insieme di criteri (quantitativi o qualitativi), di solito riferiti a diverse sfere di analisi. L'AMC qui sviluppata è di tipo "tecnico", in quanto la definizione dei criteri e degli scenari ha coinvolto una platea di circa 20 esperti provenienti da Università, Istituti di ricerca e istituzioni governative. Il software NAIAD è stato il software utilizzato per l'elaborazione dei risultati finali³.

3 CRITERI

I criteri considerati all'interno dell'analisi multi-criteriale sono 5, ovvero: il risparmio percentuale conseguibile (TCS), il totale dei costi fissi (IC), le unità lavorative annuali (ULA) generabili, le emissioni di CO₂ evitate e la congruenza con gli obiettivi fissati a livello nazionale e comunitario.

I valori per i primi tre criteri si sono ottenuti come già descritto in precedenza⁴ (cfr paragrafo 2.); il calcolo delle emissioni di CO₂ è stato invece ottenuto dividendo il risparmio energetico per un coefficiente fisso di conversione, mentre la capacità di rispondere agli obiettivi energe-

tici è stata valutata per mezzo di una scala qualitativa. Il TCS è dato da:

$$\frac{\sum_{j=1}^{j=7} (N_{i,j} * S_{i,j}) + C_f}{C_{05-07}} * 100 \quad (1)$$

$$\forall S_{i,j} = Sp_{i,j} * cu_{i,j}$$

dove:

$N_{i,j}$ è il numero complessivo di interventi di efficienza energetica (attività)

$S_{i,j}$ è il risparmio nei consumi termici (kWh/anno) conseguibile da ogni singola attività

$Sp_{i,j}$ è il risparmio percentuale connesso con le attività

$cu_{i,j}$ è il consumo termico annuale delle abitazioni (kWh/a) (intensità)

C_f è il consumo termico annuale delle future abitazioni stimate (2011-2021) (kWh/a)

C_{05-07} è il consumo termico medio delle abitazioni nel periodo compreso tra il 2005 e il 2007 (kWh/a)

Il costo (IC) e le ULA fanno capo esclusivamente al processo di *retro-fitting* e sono date da:

$$\sum_{j=1}^{j=7} (N_{i,j} * E_{i,j}) \quad (2)$$

e:

$$\sum_{j=1}^{j=7} (N_{i,j} * L_{i,j}) \quad (3)$$

dove:

$E_{i,j}$ è il costo connesso ad ogni attività (in €)

$L_{i,j}$ sono le ULA connesse ad ogni attività

I 5 scenari sono stati elaborati considerando diverse ipotesi di combinazioni di attività di retro-fitting come risultato sia di specifiche politiche di incentivazione, sia di dinamiche di mercato.

Di particolare aiuto nel definire quali combinazioni di interventi privilegiare è stata una tavola illustrativa⁵ dell'intensità di risparmio energetico, costi, o unità lavorative connessa ad ognuno degli interventi di retro-fitting per ognuno degli archetipi considerati.

Le variabili modificabili nella creazione delle diverse ipotesi di scenario sono state il numero complessivo e il tipo di attività. Al contrario, l'intensità del risparmio energetico (e quindi la tecnologia sottostante) è stata considerata come un parametro statico per il periodo di tempo preso in considerazione. In questo modo, lo scopo è stato quello di definire una sorta di frontiera al potenziale ottenibile dalla tecnologia attuale, una volta dati i tassi di rinnovo delle componenti. Lo scenario Business as usual (BAU) cerca da un lato di esplorare cosa accadrebbe se la tendenza attuale di rinnovamento non dovesse cambiare fino al 2020, anche considerando gli incentivi statali (programma -55%). Dall'altro lato, lo scenario Best actual technology (BAT), mostra quali risultati sarebbero conseguibili nel caso in cui tutte le attività di rinnovo edilizio rispettino gli standard di efficienza energetica fissati dal programma -55%⁶. Gli scenari intermedi, viceversa, testano gli effetti di tre diverse ipotesi: 1) Che il numero di attività di risparmio energetico aumenti di un volume pari al 50%, attraverso l'implementazione delle politiche di incentivazione in corso (Scenario +50% - 2); che le attività con il miglior rapporto tra costi di investimento e risparmio energetico generabile raddoppi, rafforzando una tendenza verosimile in un'ottica di mercato (Scenario di massima efficienza - 3) infine che l'insieme delle attività a maggiore intensità di lavoro, aumenti di un fattore 5 (Scenario occupazionale). Tutte le attività considerate rispettano gli standard prestazionali stabiliti dal programma di -55% e comprendono l'installazione di: infissi e impianti di riscaldamento più efficienti (generalmente caldaie a condensazione), collettori solari termici e isolamento delle pareti esterne verticali e orizzontali⁷.

4 RISULTATI

I risultati (tab. e fig. 1) mostrano che lo scenario BAT (E) riesce a soddisfare meglio i criteri socio-economici, ambientali e istituzionali selezionati, seguito dallo scenario di efficienza, quello occupazionale (D), lo scenario +50% (B) e lo scenario BAU (A). I risultati evidenziano la necessità di attuare politiche più incisive al fine di intensificare gli sforzi in corso per ridurre i consumi termici nel settore residenziale. Continuando con il ritmo attuale, le misure messe in atto porterebbero verosimilmente a una riduzione minima dei TEC (qui di circa lo 0,42%). All'estremo opposto, i risparmi realizzabili in uno scenario BAT (5) sarebbero di circa il 10%, 3 punti in più rispetto all'obiettivo derivato dal PAEE [3], ma ben lontani dalle direttive UE. Va in ogni caso sottolineato il fatto che gli output degli scenari sono in un certo senso "conservativi": tutte le ipotesi sono state fatte senza tener conto del potenziale di miglioramento delle nuove abitazioni. Se ipotizzassimo che tutte le nuove abitazioni vengano costruite rispettando il più elevato degli standard prestazionali migliore (meno di 30 kWh /m²/ anno, ovvero la classe "A", già obbligatoria in altri contesti), si potrebbero generare risparmi per ulteriori 2,5 punti percentuali. Questo potrebbe essere un obiettivo realistico ed efficace nel breve termine, in grado di compensare alcune delle ipotesi di difficile realizzabilità che caratterizzano invece il migliore degli scenari (E). Lo scenario +50% (B) mostra quanto possa essere ragionevole rafforzare il meccanismo di incentivazione attuale, dal momento che un ulteriore aumento del volume degli interventi potrebbe essere ricompensato con risparmi e ricadute occupazionali più che proporzionali. Lo scenario C e D rilevano altri due aspetti: 1) l'aumento delle attività con un miglior rapporto tra costi e risparmi, determina migliori risultati rispetto allo scenario B, a fronte di una spesa minore: 2) Viceversa un aumento delle attività a maggiore intensità di lavoro, non sembra in grado di produrre impatti significativi in termini di risparmio generabile.

5 CONCLUSIONI

I risultati ottenuti indicano che non ci sono sentieri privilegiati, ma più soluzioni che possono contribuire all'abbattimento dei consumi nel settore residenziale. Gli scenari intermedi non sembrano dare un valido contributo al raggiungimento degli obiettivi di risparmio dei consumi, pur essendo capaci di generare altri effetti, quali la minimizzazione dei costi o l'aumento della forza lavoro. Gli obiettivi fissati a livello nazionale ed europeo appaiono troppo ambiziosi, soprattutto alla luce di tre aspetti: l'imminenza del termine dato (2020), la tecnologia attualmente in uso e le tendenze storiche di rinnovamento degli edifici esistenti nel settore residenziale. Gli scenari sono tuttavia conservativi nel valutare il contributo delle future abitazioni, cui è attribuito un indice di consumo standard (Classe "C"), in linea con quanto fissato dalla normativa. Il raggiungimento di standard di consumo più elevati riguardo la nuova offerta abitativa, comporterebbe un aggravio dei costi, così come nuove politiche e nuove regole: tuttavia, è ampiamente riconosciuto come la ristrutturazione del patrimonio edilizio esistente sia generalmente più costosa e meno efficace rispetto alla progettazione-costruzione da zero di un edificio efficiente [19]. Inoltre, i nuovi edifici, quando non pensati per ridurre i loro consumi finali, finiscono per essere un'occasione mancata che passa sulle spalle delle generazioni future, l'onere di contenere l'aumento dei consumi. Un secondo aspetto emerso è la necessità di promuovere più programmi di incentivazione⁸ che alleggeriscano il ruolo giocato oggi dal programma di detrazione fiscale, -55%, tra i cui limiti vi è quello di agire unicamente attraverso la leva fiscale: poiché tanto il gettito fiscale, quanto gli investimenti dipendono strettamente dall'andamento del PIL, l'attuale congiuntura economica in Italia non sembra essere in grado di sostenere una domanda stra-ordinaria di rinnovamento [18]. Gli scenari tracciano anche un contributo non particolarmente rilevante sull'occupazione e gli output ottenuti differiscono

al ribasso rispetto a studi analoghi [20]. Inoltre, i dati prodotti non considerano le ULA già impiegate nel settore delle costruzioni, potenzialmente re-impiegabili⁹. Infine, l'aspetto forse più importante –nonché uno dei limiti più evidenti del lavoro- è che non vi è alcuna garanzia che i suddetti miglioramenti tecnologici, produrranno effetti certi e determinati sui consumi finali. Come noto, i consumi dipendono non solo dalla tecnologia impiegata, ma soprattutto dall'utilizzo che se fa, richiamando così anche aspetti inerenti la sfera comportamentale, oltre a variabili sociali ed economiche. Inoltre, la letteratura rileva quanto siano ricorrenti in queste circostanze gli "effetti rimbalzo" (noto anche come paradosso di Jevons), in grado di aumentare i consumi complessivi pur diminuendo quelli unitari [21, 22].

I risultati ottenuti possono fornire un utile supporto ai decisori politici per l'attuazione delle politiche di contenimento dei consumi di energia, fornendo loro una migliore comprensione delle possibili evoluzioni dei consumi. Tuttavia molti sono gli aspetti qui meno considerati e su cui si potrebbe continuare a lavorare. Questi comprendono la valutazione delle variabili comportamentali e i loro effetti sui consumi, l'inclusione nell'analisi dei consumi di energia elettrica e – non meno importante – l'estensione dei criteri e della platea di stakeholders coinvolti nel processo di AMC.

Tabella 1: Matrice d'Impatto

	Unità di misura	Obiettivo (max/ min)	BAU scenario (A)	BAU +50% scenario (B)	Cost minimization scenario (C)	Labour intensive scenario (D)	Maximum effectiveness scenario (E)
Risparmi (consumi finali di energia)	%	Max	0,42	1,78	2,32	1,33	10,23
Costi	€ (Miliardi)	Min	2,5	3,8	4,1	3,7	12,8
Unità lavorative annuali	ULA (migliaia)	Max	44	66	75	98	293
CO2 evitata	Tonn	Max	8,3	70,0	87,0	39,8	439,0
Aderenza agli obiettivi nazionali e UE	Qualitativo	Max	Molto bassa	Bassa	Moderata	Bassa	Molto alta

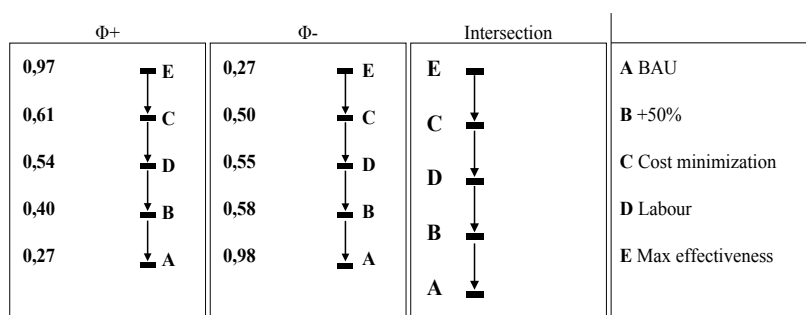


Figura 1: Ranking - AMC

NOTE

- ¹ Sia la modellazione del consumo per archetipo, sia l'intensità del risparmio energetico connesso ad ogni attività di retro-fitting, sono stati sviluppati in Righi e Salvati (15)
- ² Così come altri impatti qui considerati come l'aumento della forza lavoro totale e dei costi fissi legati ad ogni intervento.
- ³ Per ulteriori informazioni sul software si veda Munda (17)
- ⁴ Le attività di retro-fitting e il risparmio connesso sono stati calcolati per ciascuno degli archetipi.
- ⁵ Cfr Righi e Salvati (15).
- ⁶ Questo programma di incentivi consente la detrazione dalle tasse del 55% della spesa sostenuta per interventi di efficienza energetica (18).
- ⁷ Un bilancio ottimale tra costi e risparmio appartiene alle prime 3 attività elencate, le quali risultano estremamente più convenienti quando messe in opera in appartamenti collocate all'interno di condomini. Al contrario le soluzioni tecnologiche riguardanti l'involucro sono quelle caratterizzate da una maggiore intensità di lavoro connessa.
- ⁸ In questo senso il governo italiano ha recentemente lanciato un ulteriore programma di incentivi con l'obiettivo di ridurre i consumi di energia termica. Per maggiori informazioni si veda <http://www.gse.it/it/Conto%20Termico/Pages/default.aspx>. Inoltre si sta discutendo di portare l'attuale quota detraibile dalle tasse dal 55 al 65%.
- ⁹ Questa è una delle ragioni per cui l'incremento netto dei lavoratori impiegati nel settore potrebbe essere ancora meno significativa. Ad ogni modo, incentivare il processo di rinnovamento edilizio rappresenta comunque un tentativo di rivitalizzare un settore attualmente in crisi.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Solomon, S., et al. (2007). Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the IPCC
- [2] Imboden, D., Jaeger, C., (1999). Towards a sustainable energy future, in: Energy: the Next Fifty Years. OECD, Paris
- [3] MSE (Ministero dello Sviluppo Economico) (2011), Piano d'Azione Italiano per l'Efficienza Energetica 2011, Ministero per lo Sviluppo Economico, Dipartimento per l'Energia, Roma
- [4] Kowalski, K., Stagl, S., Madlener, R., & Omann, I. (2009). Sustainable energy futures: Methodological challenges in combining scenarios and participatory multi-criteria analysis. *European Journal of Operational Research*, 197(3), 1063-1074
- [5] Wilson, I. (2000). From scenario thinking to strategic action. *Technological forecasting and social change*, 65(1), 23-29.
- [6] Bunn, D. W., & Salo, A. A. (1993). Forecasting with scenarios. *European Journal of Operational Research*, 68(3), 291-303.
- [7] EEA, (2004). Cloudy Crystal Balls – An assessment of recent European and global scenario studies and models. Experts' corner report, Prospects and scenarios No 4.
- [8] Van der Veer, J. (2005). Shell global scenarios to 2025. The Hague: Royal Dutch/Shell Group.
- [9] Sartori, I., Wachenfeldt, B. J., & Hestnes, A. G. (2009). Energy demand in the Norwegian building stock: Scenarios on potential reduction. *Energy Policy*, 37(5), 1614-1627.
- [10] Johansson, P., Nylander, A., & Johnsson, F. (2007). Primary energy use for heating in the Swedish building sector—current trends and proposed target. *Energy Policy*, 35(2), 1386-1404.
- [11] Siller, T., Kost, M., & Imboden, D. (2007). Long-term energy savings and greenhouse gas emission reductions in the Swiss residential sector. *Energy Policy*, 35(1), 529-539.
- [12] ISTAT (2001), 14esimo Censimento generale delle Abitazioni e della Popolazione, Istituto Nazionale di Statistica, Roma
- [13] CEAV (2008), Il mercato delle costruzioni nel Veneto: ottavo Rapporto Congiunturale, Cassa Edile Artigiana Veneta, Venice
- [14] ISTAT (2012), Previsioni della popolazione residente in Italia al 2051, Istituto Nazionale di Statistica, Roma
- [15] Righi A., Salvati A. (2012), Analisi integrata di scenari di miglioramento dell'efficienza energetica del settore civile e commerciale della Regione Veneto, IUAV DoDo, Venice
- [16] Stagl, S., (2006), Multicriteria evaluation and public participation: The case of UK, energy policy. *Land Use Policy* 23 (1), 53-62.
- [17] Munda, G. (2008). Social multi-criteria evaluation for a sustainable economy. Springer.
- [18] ENEA (Ente per le nuove tecnologie l'Energia e l'Ambiente) (2011), Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente nel 2010, Rapporti ENEA, Roma

- [19] European Union (2010), Energy-efficient buildings PPP – Multi-annual roadmap and longer term strategy, Directorate-General for research, Industrial Technologies unit G2, Lussemburgo
- [20] Beccarello et. Al. (2010), Proposte di Confindustria per il Piano Straordinario di efficienza energetica, Centro studi Confindustria, Rome
- [21] Greening, L., Greene, D. L., & Dfiglio, C. (2000). Energy efficiency and consumption—the rebound effect—a survey. Energy policy, 28(6), 389-401.
- [22] Sanders, C., & Phillipson, M. (2006). Review of differences between measured and theoretical energy savings for insulation measures. EST Report December.

Alessandro Salvati, Giuseppina Siciliano, Margherita Emma Turvani
 Università IUAV di Venezia, Dipartimento di Progettazione e pianificazione in ambienti complessi IUAV, Ca' Tron, Santa Croce 1957, 30135 Venice, Italy
 bFondazione ENEL, Via Arno 64, 00198, Rome, Italy
 * Alessandro Salvati, e-mail: alsalvati@iuav.it Tel: +39 0412572305

Tabella 1: Matrice d'Impatto

	Unità di misura	Obiettivo (max/ min)	BAU scenario (A)	BAU +50% scenario (B)	Cost minimization scenario (C)	Labour intensive scenario (D)	Maximum effectiveness scenario (E)
Risparmi (consumi finali di energia)	%	Max	0,42	1,78	2,32	1,33	10,23
Costi	€ (Miliardi)	Min	2,5	3,8	4,1	3,7	12,8
Unità lavorative annuali	ULA (migliaia)	Max	44	66	75	98	293
CO2 evitata	Tonn	Max	8,3	70,0	87,0	39,8	439,0
Aderenza agli obiettivi nazionali e UE	Qualitativo	Max	Molto bassa	Bassa	Moderata	Bassa	Molto alta

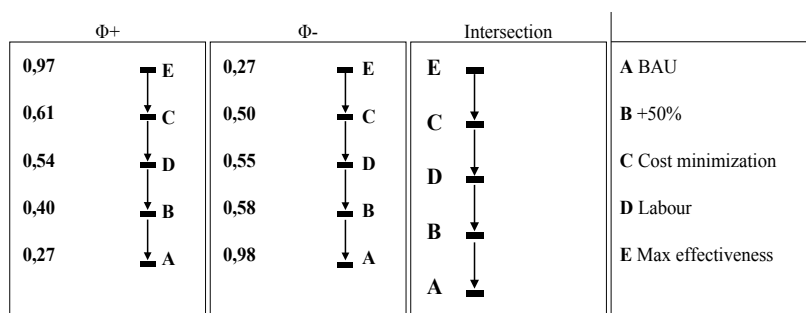


Figura 1: Ranking - AMC

POSSIBILI STRATEGIE PER UNA PIANIFICAZIONE “AMICA” DEL CLIMA E DELL’AMBIENTE

Prof. Michela Tiboni, Ing. Silvia Rossetti - Università degli Studi di Brescia DICATAM - Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica

Abstract

La pianificazione urbanistica può aiutare a ridurre le emissioni di gas serra, in particolar modo quelle legate ai trasporti? Come?

Il paper intende indagare il possibile ruolo del governo del territorio all'interno di una strategia a lungo-termine di riduzione degli impatti ambientali derivanti dai trasporti, evidenziando la necessità di approcci integrati tra la pianificazione urbanistica e la gestione della mobilità a scala urbana.

A partire da questo obiettivo verranno presentati alcuni possibili approcci di pianificazione, in particolar modo legati al concetto di accessibilità, in grado di incentivare forme di mobilità più climate-friendly, sia in un ottica di mitigazione che di adattamento ai cambiamenti climatici.

Le città devono adattarsi ai cambiamenti climatici

A partire dagli anni '90, la presa di coscienza globale sulle problematiche connesse ai cambiamenti climatici ha iniziato ad affermarsi. Nel 1992 è stata definita la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sul tema dei cambiamenti climatici (UNFCCC) e cinque anni dopo, nel 1997, è stato ratificato il protocollo di Kyoto.

A livello Europeo, nel 2009, è stato pubblicato il libro bianco “*L’adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d’azione europeo*” (European Commission, 2009), che fissa gli obiettivi e le linee d’azione che l’Unione Europea intende perseguire. E tra questi, l’UE ricorda che «sarà necessario un approccio maggiormente strategico e di più lungo termine alla pianificazione territoriale, in particolare nelle politiche in materia di trasporti, sviluppo regionale, industria, turismo ed energia» (European Commission, 2009).

Per dare una risposta al tema dei cambiamenti climatici, due approcci, tra loro tradizionalmente indipendenti tanto da essere considerati dicotomici (Biesbroek, Swart & Van der Knaap, 2009), si sono sviluppati. Da un lato vi sono le strategie di *mitigazione*, intesa come riduzione delle emissioni di gas serra, meccanismo chiave per il rallentamento dei cambiamenti climatici, e dall’altro le politiche di *adattamento*, che nascono dalla presa di coscienza della sostanziale irreversibilità dei cambiamenti climatici, e che quindi fanno riferimento ad azioni tese a contrastarne gli impatti e a ridurre la vulnerabilità dei sistemi ecologici e sociali. Ma alla scala urbana questa distinzione è in realtà molto sottile, e sia mitigazione che adattamento devono essere al centro degli interessi locali.

Infatti, è soprattutto nelle aree urbane, particolarmente vulnerabili rispetto ai cambiamenti climatici in quanto luoghi dove persone e infrastrutture si concentrano, che mitigazione e adattamento devono rappresentare due facce di un’unica strategia urbana tesa alla neutralità climatica (United Nations Economic Commission for Europe, 2011). Tale strategia suggerisce che le città debbano muoversi verso l’obiettivo di zero emissioni nette di gas serra, riducendo il più possibile le emissioni stesse o sviluppando meccanismi di *trade-off* per bilanciare le emissioni non evitabili e, contemporaneamente, debbano diventare *climate-proof* o resilienti agli impatti negativi dei cambiamenti climatici, aumentando quindi le loro capacità di adattamento.

Per poter dare una risposta concreta, è dunque necessario integrare il più possibile approcci di mitigazione con strategie di adattamento.

Mobilità urbana, pianificazione urbanistica e cambiamenti climatici

I cambiamenti climatici avranno ripercussioni su diversi settori, tra cui, alla scala urbana, anche quello delle infrastrutture e dei sistemi di trasporto.

Il libro bianco UE in materia di trasporti "*Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti - Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile*" (Commissione Europea, 2011), ricorda come il settore dei trasporti rappresenti una fonte significativa e crescente di emissioni di gas serra. Per questo fissa l'obiettivo di ridurre di almeno il 60% le emissioni di gas serra legate ai trasporti entro il 2050 (rispetto ai livelli del 1990), e l'obiettivo intermedio di diminuirle, entro il 2030, del 20% rispetto ai livelli del 2008. Sempre secondo il libro bianco però «ridurre la mobilità non è un'opzione praticabile», quindi «la sfida consiste nell'interrompere la dipendenza del sistema dei trasporti dal petrolio, senza sacrificarne l'efficienza e compromettere la mobilità» (Commissione Europea, 2011: 6).

Per quanto riguarda l'ambito urbano riveste inoltre un ruolo fondamentale l'idea, proposta da Busi (2012) della città amica come luogo della discrezione nei rapporti con l'ambiente, dove «si possono conseguire livelli di vita senz'altro dignitosi perseguendo obiettivi di contenimento dei consumi e degli utilizzi delle risorse» (Busi, 2012: 151). Sempre secondo Busi «le discipline della città e del territorio devono - e possono! - mettere a punto modelli di assetto dei luoghi e di gestione dei tempi che consentano il raggiungimento degli obiettivi di contenimento» (Busi, 2012: 152).

Il legame tra la pianificazione urbanistica e della mobilità diviene quindi cruciale all'interno di un processo che porti avanti politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici.

L'accessibilità come strategia "amica" del clima

Ma quali sono le possibili strategie che possono essere messe in campo? Come possono la pianificazione urbanistica e dei trasporti, insieme, concorrere agli obiettivi di contenimento di cui sopra?

Negli ultimi decenni molte ricerche hanno dimostrato come le forme urbane compatte, le densità medio-alte e gli usi del suolo misti contribuiscano fortemente a ridurre la lunghezza degli spostamenti e l'uso del mezzo individuale motorizzato (si vedano, a titolo di esempio, Wegener & Fürst, 1999 e Williams, 2005).

Ma la chiave di lettura che il presente contributo vuole proporre risiede piuttosto nel concetto di *accessibilità* alle funzioni urbane. Il concetto di accessibilità fa riferimento alla facilità di raggiungere beni, servizi, attività e destinazioni, che nell'insieme vengono definite opportunità (Litman, 2011). Quindi, una destinazione risulta maggiormente accessibile se può essere raggiunta con un maggior numero di modalità di trasporto, anche (e soprattutto!) competitive al mezzo individuale motorizzato. Una città in cui le diverse funzioni sono maggiormente accessibili è una città che concorre al raggiungimento della riduzione delle emissioni legate ai trasporti, in quanto è in grado di trasferire quote consistenti di spostamenti dal mezzo individuale motorizzato verso forme di mobilità più *climate-friendly*.

Pianificare in un'ottica di accessibilità piuttosto che focalizzarsi solo sulla mobilità significa inoltre rafforzare il legame esistente tra urbanistica e trasporti (Bertolini, le Clercq, Kapoen, 2005). Una città accessibile è una città caratterizzata da un sistema di trasporto competitivo, con un'offerta al pubblico attrattiva ed integrata. Ciò significa che chi pianifica i trasporti deve tener conto dell'intera sequenza di spostamenti che compongono il viaggio di un passeggero, individuando soluzioni appropriate in stretta sinergia con l'urbanistica. Particolare

attenzione va poi posta ai percorsi e agli spazi utilizzati dai passeggeri, approfondendo le interazioni tra la mobilità pedonale e ciclabile e i vari sistemi di trasporto pubblico. Inoltre, laddove possibile, bisogna cercare di favorire l'accessibilità pedonale e ciclabile in toto. Come ricordato da Tolley (2003), infatti, l'imperativo non deve essere soltanto l'adottare modalità di trasporto più sostenibili, ma per una buona parte degli spostamenti adottare quelle più sostenibili in assoluto: andare a piedi e in bicicletta.

L'accessibilità come forma di adattamento al clima?

Tra i diversi benefici che una corretta gestione dell'accessibilità urbana può apportare troviamo dunque la riduzione delle emissioni di gas serra prodotte dai trasporti e, quindi, la mitigazione dei cambiamenti climatici da questi indotti.

Ma aumentare l'accessibilità urbana non rappresenta soltanto una strategia di mitigazione: per alcuni aspetti può essere considerata infatti anche una forma di adattamento ai cambiamenti climatici.

Una città accessibile, in cui le diverse opportunità possono essere raggiunte tramite più d'un mezzo di trasporto è infatti una città caratterizzata da una maggiore resilienza, in grado di ridurre la vulnerabilità del sistema urbano in caso di eventi inattesi legati ai cambiamenti climatici in atto: garantire un numero maggiore di alternative di spostamento per raggiungere le diverse destinazioni è un modo per aumentare la possibilità che queste siano sempre raggiungibili, anche in condizioni estreme.

Incentivare la pedonalità e la ciclabilità, inoltre, significa abituare i cittadini a modalità di spostamento *climate-proof*, e sempre disponibili, anche in assenza di fonti combustibili.

BIBLIOGRAFIA

- Bertolini L., le Clercq F., Kapoen L. (2005), Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward, *Transport Policy*, Elsevier, 12 (2005): 207–220.
- Biesbroek G.R., Swart R.J., Van der Knaap W.G.M. (2009), The mitigation–adaptation dichotomy and the role of spatial planning, *Habitat International*, Elsevier, 33 (2009): 230–237
- Busi R. (2012), Buona tecnica urbanistica per l'insostenibile habitat umano, in Colombo L., *Città Energia*. Atti del convegno Nazionale. Napoli 20 - 21 gennaio 2012, Edizioni Le Penseur, Napoli.
- European Commission (2009), White Paper. Adapting to climate change: towards a European Framework for Action, Commission of the European Communities, Brussels. COM(2009) 147.
- European Commission (2011), White Paper. Roadmap to a single European transport area: Towards a competitive and resource-efficient transport system, Commission of the European Communities, Brussels. COM (2011) 144.
- Litman T. (2011), *Evaluating Accessibility for Transportation Planning*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria.
- Tolley R. (ed.) (2003), *Sustainable Transport. Planning for walking and cycling in urban environments*, Woodhead Publishing, Cambridge.
- United Nations Economic Commission For Europe (2011), *Climate Neutral Cities. How to make cities less energy and carbon intensive and more resilient to climatic challenges*, United Nations, Geneva.
- Wegener M., Fürst F. (1999), *Land-Use Transport Interaction: State of the Art*, Institut für Raumplanung, Dortmund.
- Williams K. (ed.) (2005), *Spatial Planning, Urban Form and Sustainable Transport*, Ashgate Publishing Ltd, London.

Prof. Michela TIBONI, Ing. Silvia ROSSETTI

michela.tiboni@ing.unibs.it; silvia.rossetti@ing.unibs.it

Università degli Studi di Brescia

DICATAM - Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica

IL RUOLO DELLE CITTÀ NELLA GOVERNANCE MULTILIVELLO DELLE POLICY PER IL CAMBIAMENTO CLIMATICO. FATTORI DI SUCCESSO E TRASFERIBILITÀ DELLE BUONE PRATICHE

Antonella Valitutti, Dipartimento DATA, Sapienza Università di Roma

Abstract

Efficaci e coerenti politiche di adattamento richiedono un alto grado di consenso e di raccordo tra i diversi livelli di governance. A tale riguardo bisogna considerare la necessità di strumenti e metodologie che permettono di sostenere il processo d'integrazione delle azioni di adattamento nelle politiche in atto, viste le tante sinergie e sovrapposizioni. Nell'ambito delle diverse linee di attività comunitarie, i casi e le esperienze europee indirizzate a elaborare e sperimentare modelli di pianificazione e gestione climatica nelle città e territori possono offrire, in diversa misura, un quadro particolarmente ampio di riferimenti operativi e opportunità. Alla luce di queste considerazioni, il paper si propone di delineare una prospettiva di lavoro fondata su un'analisi comparativa finalizzata a:

- come interpretare le buone pratiche ed estrarre i "fattori di successo"*
- come definire le condizioni di trasferibilità delle buone pratiche per garantire un approccio strategico e definire linee guida per gli interventi.*

Premessa

I sistemi urbani sono i drivers principali del cambiamento climatico e allo stesso tempo, sono gli ambienti più vulnerabili ai loro effetti, ma anche il punto chiave da cui partire essendo luoghi strategici per il progresso economico e l'innovazione. È nelle città, che si ha la necessità di risolvere le sfide legate all'esclusione sociale e alla povertà. Ed è anche nelle aree urbane, che si trova una grande potenziale di risparmio energetico. La politica economica di una città può essere uno strumento importante per plasmare una politica del clima urbano, se si è in grado di seguire gli obiettivi e i principi della green economy e rafforzare l'economia locale basata sulle risorse locali. Pertanto la questione del cambiamento climatico sottolinea chiaramente la necessità di un approccio olistico e coordinato, ed è fondamentale creare sinergie tra sviluppo economico, questioni sociali, sostenibilità ambientale e le città costituiscono un ambito di sperimentazione di pratiche innovative in cui questo triangolo diventa più visibile.

Livelli del processo decisionale: approcci coerenti, flessibili e partecipativi

Una sfida connessa alla politica di adattamento dell'UE è assicurare l'efficacia, l'efficienza e la coerenza dell'azione nei vari livelli di governance. Gli interventi delle politiche di adattamento dovranno essere elaborati caso per caso, per poter rispondere alle diverse necessità e condizioni regionali e locali, evitando di adottare un unico approccio valido per tutti i contesti. Tali interventi dovranno prendere in considerazione fattori contestuali quali i processi socio-economici, tecnologici, culturali, ambientali e politici. Il coinvolgimento di parti interessate (responsabili politici, ONG, aziende, cittadini) è importante per creare un senso di responsabilità sulle politiche di adattamento climatico, un fattore fondamentale affinché l'attuazione delle misure di adattamento siano portate avanti con successo (EEA, 2013¹). L'analisi del livello di successo delle azioni intraprese dipende oltre che dalle assunzioni di responsabilità decisionale dei policy maker, anche dalla capacità di identificare le risposte necessarie da parte della pianificazione territoriale a tutti i livelli ai cambiamenti climatici, prevenendo così gli aumenti dei conflitti nel settore. Ad esempio valutare l'adeguatezza degli strumenti di pianificazione territoriale a gestire le sfide poste dai cambiamenti climatici, identificando punti di forza e di debolezza nelle performance di adattamento e le relative opzioni di miglio-

mento, costituisce una pratica di revisione necessaria per garantire che i piani, i programmi, le strategie e i relativi investimenti siano resilienti e adattabili agli impatti presenti e futuri dei cambiamenti climatici (CLISP, 2007-2013)².

La resilienza urbana nuovo paradigma di sviluppo

La resilienza evolutiva sfida l'idea di equilibrio e sostiene che la natura stessa dei sistemi può cambiare nel tempo, con o senza disturbo esterno (Scheffer, 2009³) senza un rapporto proporzionale o lineare tra causa ed effetto. Proprio come il clima e le proiezioni su di esso la costruzione della resilienza deve essere intesa come un continuo processo evolutivo. La resilienza non è bene fisso delle città ma è un continuo processo iterativo. La resilienza evolutiva promuove la comprensione dei luoghi non come unità di analisi o contenitori neutri, ma come sistemi socio-spaziali complessi e interconnessi con processi di feedback imprevedibili che operano a scale e tempi diversi (Davoudi, 2012⁴).

L'Urban Climate Resilienza Planning Framework (UCRPF), parte del programma Asian Cities Climate Change Resilience Network (ACCCRN⁵), rappresenta un modo pratico di tradurre sistematicamente le conoscenze scientifiche relative alla pianificazione della resilienza urbana. Focalizzando l'attenzione sui centri urbani, l'UCRPF si concentra sui sistemi, agenti e istituzioni (Fig. 1). che caratterizzano le aree urbane e il modo in cui ciascuno di essi sono esposte alle conseguenze del cambiamento climatico. Il modello operativo valuta la vulnerabilità sistemica e sottolinea l'importanza dell'apprendimento condiviso nella costruzione della resilienza (Fig. 2).

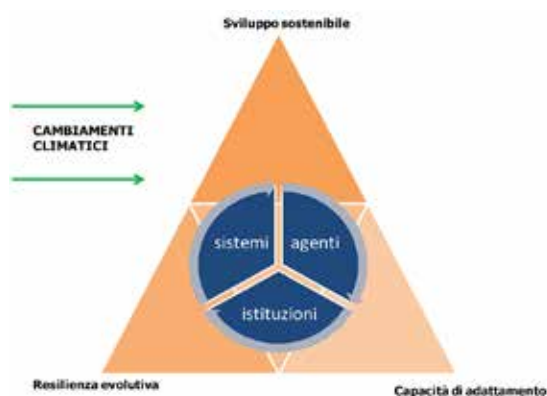


Fig. 1 Gli elementi del sistema urbano esposti ai cambiamenti climatici

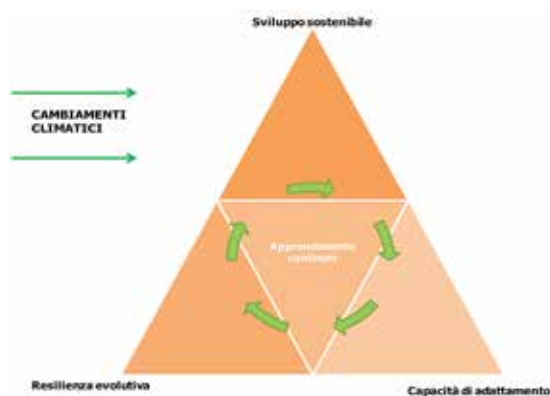


Fig. 2 Le dimensioni dell'adattamento

Come misurare l'adattamento di successo

Considerata l'estrema incertezza e la natura a lungo termine dei cambiamenti climatici, è essenziale che l'adattamento sia concepito come un processo continuo, flessibile e sottoposto a revisione periodica. Una strategia di adattamento deve essere monitorata, valutata periodicamente e rivista in termini di validità e adeguatezza dei progetti, delle politiche e dei programmi, compresa la loro efficacia, efficienza e utilità complessiva. In questo contesto, lo studio intrapreso dall'Ecologic Institute, AEA, ICLEI, e REC⁶, propone di valutare le migliori pratiche esistenti, a livello di strategia e di misura, di venti città europee. Le misure analizzate sono raggruppate per "cluster" e corrispondono alle sfide più rilevanti dell'adattamento (perdita di biodiversità, effetto isola di calore e ondate di calore, inondazioni fiumi, innalzamento del livello del mare, ecc.). A ogni misura corrisponde una tabella di controllo dell'applicabilità, in cui sono inseriti criteri come l'efficacia di adattamento, l'efficienza/costi e benefici, aspetti procedurali e condizioni di trasferibilità. Sulla base delle schede di sintesi, le singole misure sono integrate da altre aventi caratteristiche e tecniche analoghe, obiettivi condivisi, creando così un sistema replicabile per le altre città e paesi.

Nell'ambito della valutazione degli impatti previsti e nella stesura delle misure di adattamento deve essere prevista la pubblicazione periodica di specifiche relazioni di monitoraggio delle

azioni intraprese che dovrà essere aggiornata periodicamente. A questo riguardo la definizione di un sistema di indicatori di adattamento appare come uno strumento fondamentale per assicurare un certo grado di riproducibilità della strategia. Gli indicatori si basano sui processi (per misurare i progressi nell'attuazione delle misure) e sui risultati (per misurare l'efficacia dell'intervento).

I tipi di indicatori utilizzati dall' UNDP⁷ (Fig.3) per misurare il successo di progetti di adattamento riguardano:

l' ambito di applicazione: la misura in cui i progetti coinvolgono i gruppi vulnerabili (persone fisiche, imprese, agenzie governative, ecc)

l' impatto: la misura in cui i progetti riducono la vulnerabilità e migliorano la capacità di adattamento

la sostenibilità: la capacità dei soggetti interessati di continuare i processi di adattamento al di là della durata del progetto, sostenendo in tal modo i benefici per lo sviluppo

la replicabilità: la misura in cui i progetti generano e diffondono i risultati in altri contesti analoghi.

Il monitoraggio e la valutazione dei progetti, delle politiche e dei programmi costituisce una parte importante del processo di adattamento. L'adattamento di successo sarà misurato dal modo in cui misure diverse contribuiranno a ridurre in modo efficace la vulnerabilità. Lessons learned, good practices, informeranno le misure future, creando un processo iterativo e un adattamento evolutivo (UNFCCC, 2010⁸).



Fig.3 Una proposta di monitoraggio e valutazione – UNDP, 2008

NOTE

¹ Cfr. "Adaptation in Europe: addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments" (2013), Report EEA.

² Cfr. "Adattamento ai Cambiamenti Climatici attraverso la Pianificazione Territoriale nello Spazio Alpino" nel contesto del Programma di Cooperazione Territoriale Europea Spazio Alpino.

³ Carpenter, S. R., C. Folke, M. Scheffer, and F. R. Westley (2009), Resilience: accounting for the non computable. *Ecology and Society* 14(1): 13. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art13/>

⁴ Simin Davoudi, Keith Shaw, L. Jamila Haider, Allyson E. Quinlan, Garry D. Peterson, Cathy Wilkinson, Hartmut Fünfgeld, Darryn McEvoy, Libby Porter & Simin Davoudi (2012), Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? "Reframing" Resilience: Challenges for Planning Theory and Practice Interacting Traps: Resilience Assessment of a Pasture Management System in Northern Afghanistan Urban Resilience: What Does it Mean in Planning Practice? Resilience as a Useful Concept for Climate Change Adaptation? The Politics of Resilience for Planning: A Cautionary Note, *Planning Theory & Practice*, 13:2, 299-333

⁵ Moench, M., S. Tyler, et al. (2011), Catalyzing Urban Climate Resilience: Applying Resilience Concepts to Planning Practice in the ACCCRN Program (2009–2011), 306 pp, ISET- Boulder: Bangkok.

⁶ Ecologic Institute, Berlin/Vienna, AEA group, ICLEI - Local Governments for Sustainability, European Secretariat and the Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (REC) (2011), "Adaptation to Climate Change Policy instruments for adaptation to climate change in big European cities and metropolitan areas"

⁷ Brooks, N and J. Frankel Reed (2008), Proposed framework for monitoring and evaluating adaptation to climate change. United Nations Development Programme, Paper for the GEF International Workshop on Evaluating Climate Change and Development.

⁸ UNFCCC, 2010: Synthesis report on efforts undertaken to monitor and evaluate the implementation of adaptation projects, policies and programmes and the costs and effectiveness of completed projects, policies and programmes, and views on lessons learned, good practices, gaps and needs, <http://unfccc.int/resource/docs/2010/sbsta/eng/05.pdf>

*Antonella Valitutti, Dipartimento DATA, Sapienza Università di Roma,
antonella.valitutti@uniroma1.it*

GLI IMPATTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI A PESCARA. VERSO L'INTEGRAZIONE DELLE STRATEGIE DI ADATTAMENTO NE- GLI STRUMENTI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Michele Manigrasso e Edoardo Zanchini

Questo contributo è un estratto della tesi di dottorato di Michele Manigrasso, in cui Edoardo Zanchini è stato correlatore in Urbanistica, e pubblicata in 'Città e Clima. Verso una nuova cultura del progetto' (2013).

Pescara, che rispecchia i caratteri della **città moderna, mediterranea e costiera**, **attraversata dal fiume da cui prende il nome**, è stata banco di prova di sperimentazione dell'adattamento anche perché negli ultimi anni non ha saputo rispondere ad alcuni eventi che si sono verificati, e ne ha subito inerte l'impatto. Ciò, unitamente all'inadeguatezza degli strumenti di governo, a scala territoriale e locale, ha invitato ad un'indagine relativa a tre rischi: l'allagamento per piogge intense, il rischio esondazione del fiume Pescara, il verificarsi di ondate di calore in maniera sempre più frequente.

L'ADATTAMENTO AL RISCHIO ALLAGAMENTO_ A livello climatico, il problema più frequente a Pescara è l'allagamento per piogge intense che paralizzano la quasi totalità della città, rendendo difficoltosi gli spostamenti dei cittadini, il funzionamento dei servizi, causando spesso problemi nei piani bassi di edifici pubblici e privati. Analizzando i dati meteorologici a disposizione, dal 1990 al 2009, (come si può vedere dai grafici in figura 1.1), si individuano nei mesi di novembre e dicembre, rispettivamente, le mensilità con un numero maggiore di giorni di pioggia, e con maggiore intensità. E' evidente come sia aumentata la media mensile di precipitazioni, anche se i dati più utili e interessanti ci vengono dalla cronaca: infatti è stato ricostruito un palinsesto di eventi verificatisi negli ultimi 15 anni, che consente di mappare le aree in cui si sono presentati i principali problemi (vedi figura 1.2), con l'intento di mostrare, da un lato, la diffusione del disagio nel tessuto, dall'altro, i punti critici, ragionando sulle principali cause. Questo quadro consente di comprendere che **non è tanto l'aumento delle precipitazioni a mettere in crisi il sistema fognario della città, quanto la concentrazione delle piogge in alcune ore della giornata (in prevalenza quelle del primo pomeriggio)**; intensità insostenibile per l'intero sistema, al quale si possono riconoscere diverse criticità:

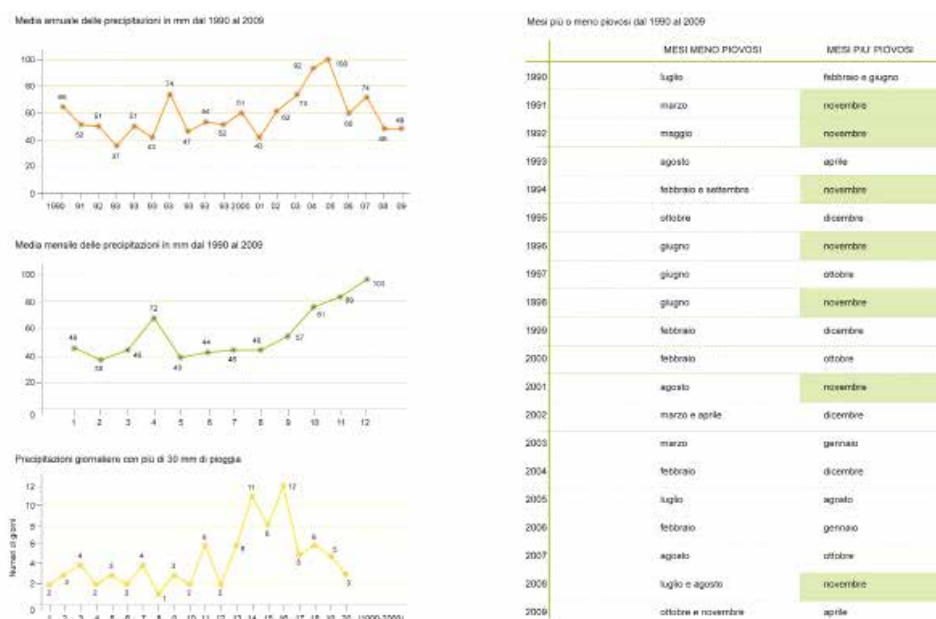


Figura 1.1

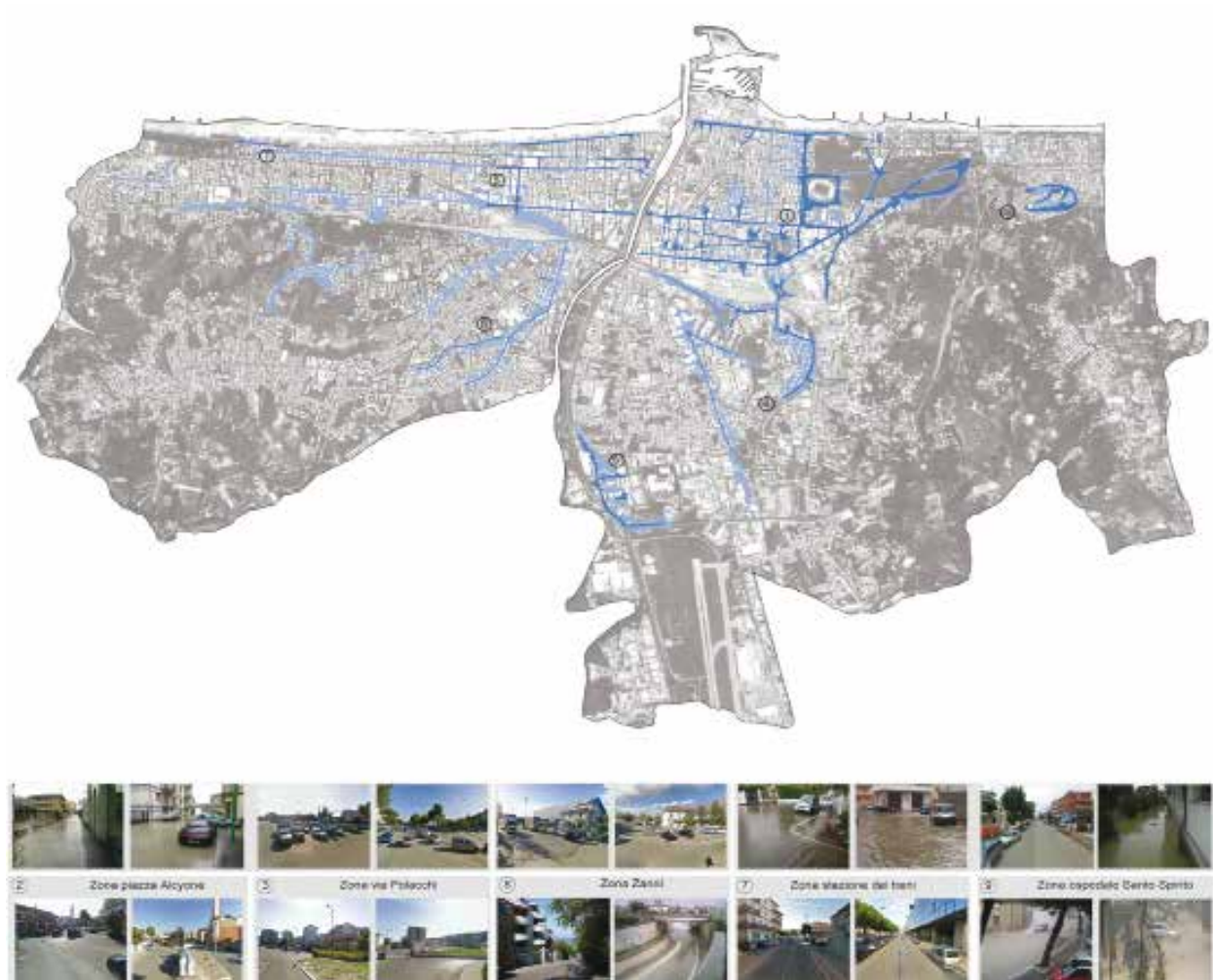


Figura 1.2

- **strutturali e morfologiche:** parte della città è nata su aree paludose, poi bonificate, come ci dimostra la carta del '500 (in figura 1.3). Ciò ha inciso fortemente sulla realizzazione della rete fognaria, oggi decisamente insufficiente nella sua capacità di incamerare e incanalare tutta l'acqua al depuratore.



Figura 1.3

- **di cattiva manutenzione** perché molto spesso, in occasione di eventi di pioggia, molti tombini risultano intasati e quindi non svolgono la loro funzione.

- **di insufficiente funzionamento del depuratore.** Il sistema è dotato di due depuratori: quello principale, posizionato a ridosso della circonvallazione, in un'area industriale quasi completamente dismessa e il secondo, più piccolo, sul confine tra Pescara e Francavilla, ma non funzionante. Ed è risaputa l'inadeguatezza del depuratore principale, che non riesce in tempi idonei a filtrare tutto il carico d'acqua che riceve.

- **quantità di superfici impermeabili nettamente superiore a quelle permeabili:** come si mostrerà in seguito, analizzando il rischio isola di calore, le superfici permeabili nel tessuto urbano sono nettamente inferiori a quelle impermeabili e quindi, nei giorni di pioggia intensa, la quantità di acqua restituita alla falda è irrisoria, generando un flusso tale da mettere in crisi il sistema.

Per affrontare questo problema a Pescara, è necessario verificare e valutare le effettive condizioni del sistema fognario, rispetto ai valori di portata massima e ai picchi di pioggia in particolari momenti, per poi strutturare una strategia che colmi il "deficit" del sistema fognario, attraverso una serie di azioni a diversi livelli.

- Andrebbero risolti alcuni problemi esclusivamente tecnologici, come l'insufficiente funzionamento del depuratore, mentre gli ostacoli strutturali e geomorfologici rappresentati dai suoli, potrebbero essere risolti con operazioni complementari: affiancando ad operazioni di manutenzione e di possibile revisione del sistema, vasche di raccolta per alleggerire il carico sulla rete fognaria, come dispositivi di "sfogo" durante gli eventi estremi.

- Si dovrebbero aggiornare il P.R.G. e il R. E. con accorgimenti per gli interventi sul costruito esistente, ma soprattutto sulle aree di completamento e di nuova espansione. Per gravare il meno possibile sul sistema esistente, riducendo il flusso di ruscellamento verso la rete fognaria, si potrebbero stabilire regolamenti più specifici per gli interventi nelle aree di espansione, da realizzare attraverso dispositivi e tecnologie sostenibili che, aumentando il tempo di ruscellamento (il "tempo di ritardo"), mitigherebbero gli impatti.

Il caso del progetto di rigenerazione del quartiere Augustenborg a Malmö, per anni colpito da alluvioni che lo avevano ridotto in condizioni di forte degrado urbanistico, economico e sociale, è un esempio efficace e calzante, al quale guardare, perché dimostra come il problema dell'allagamento sia stato risolto in maniera non tecnicistica ed evitando anche opere costose (vedi figure 1.4). Se l'intervento avesse interessato esclusivamente il sistema fognario esistente, ormai insufficiente ad accogliere il flusso delle acque, probabilmente, oltre a creare movimenti di terra importanti, sarebbe stato molto più dispendioso, rimanendo soluzione di sola risposta idraulica, e non avrebbe inciso sul disegno e sulla nuova qualità dello spazio. La scelta di realizzare un sistema di ruscellamento e di raccolta delle acque, in parallelo al sistema tradizionale esistente, riattivando i suoli impermeabilizzati, ha risolto il problema e, al tempo stesso, ha dato un senso nuovo allo spazio che fa della provvisorietà occasione di mutazione continua, formale e funzionale.



Figura 1.4

IL RISCHIO ESONDAZIONE Il fiume Pescara non fa eccezione rispetto ai fiumi italiani, e più in generale mediterranei, molto artificializzati, privati del ruolo ecologico originario, e questo aspetto si riflette negativamente sul rapporto, ormai debolissimo, con la città. Il fiume attraversa la sua valle e piccoli centri, ma proprio nel suo ultimo tratto, prima di riversarsi in mare, viene canalizzato e perde quasi completamente il suo valore d'infrastruttura ambientale ed ecologica; quella del fiume è una presenza muta che lo rende spazio quasi dimenticato. La città lo pressa, lo priva del suo valore ambientale, sottraendolo alla possibilità di essere asse portante del sistema degli spazi pubblici urbani; gli dà le spalle, e pone nella stretta distanza che li separa, l'asse attrezzato, ulteriore e più evidente ostacolo anche percettivo, quasi a testimonianza di una destrutturante "paura del rischio". Il risultato è lo scorrere di un fiume quasi mai raggiungibile.

Il grado di artificializzazione delle sponde è elevatissimo, ormai è un fiume canalizzato e lungo il suo percorso, sono tanti gli episodi di costruzione, anche in zone di pericolo. Il suo stato geo-morfologico pone tra i vari problemi di tipo ambientale, quello del rischio esondazione, fenomeno verificatosi più volte nella storia, anche recente. Sovrapponendo le fasce di pericolosità idraulica delle mappe del P.S.D.A al tessuto (vedi l'immagine 2.1), risultano tantissime le superfici urbanizzate in aree a rischio: edifici commerciali, artigianali, industriali, e anche diversi edifici residenziali, per una cubatura totale di 544.226 mc, una superficie di 14.44 ha, con 410 abitanti a rischio. Il piano di bacino risulta essere tarato attraverso parametri sottostimati, che non tengono conto dell'evoluzione del regime delle piogge; ed è realizzato con metodi puramente idraulici, indifferenti alle condizioni attuali e future dei suoli. Una sua revisione, dovrebbe mettere a sistema un diverso valore di portata, con un differente stato dei suoli attraversati, più o meno capaci di resistere alle eventuali piene. In questo modo, si traccerebbe una geografia del rischio più ampia, che coinvolgerebbe un numero maggiore di edifici e strutture. Ciò sarebbe propedeutico per valutare possibili modifiche nelle prescrizioni del P.R.G. e nel R.E., per regolare i futuri interventi in maniera più restrittiva e flessibile, e indicazioni per i manufatti esistenti: si potrebbe incentivare la sostituzione di materiali, infissi e applicare sistemi e dispositivi di sicurezza, evitando il più possibile la delocalizzazione degli stessi.

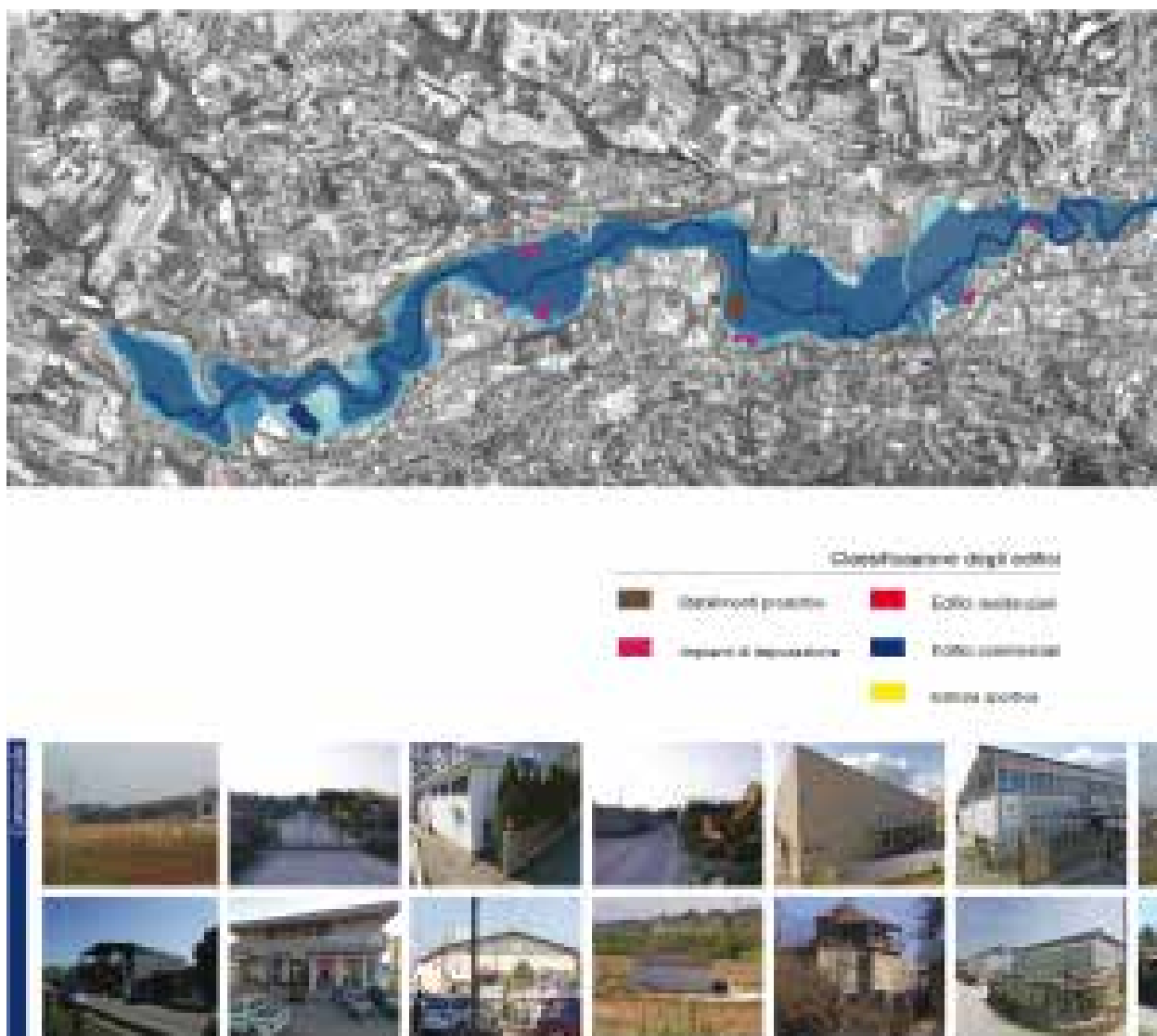


Figura 1.4

Evitando la realizzazione di sistemi di sicurezza propriamente ingegneristici, che allontanerebbero ancora di più la città dal fiume, si potrebbero spendere delle energie più creative per la realizzazione di un progetto urbano, un progetto di parco, che partendo da Popoli, desse continuità ecologica all'attraversamento del fiume, fino alla foce, e che fungesse da "area di sfogo" per le possibili esondazioni (vedi le immagini 2.2-2.3-2.4). Il recupero del lungofiume con il sistema degli spazi e delle superfici a rischio, potrebbe coniugare alla necessità "di mettere in sicurezza", la possibilità di farsi "progetto per la città", utile a fini ecologici, funzionali e ludici, come asse principale, nel più ampio telaio di spazi aperti della città. Un progetto di parco urbano che accetti l'esondazione. La governi. La reinterpreti come occasione per realizzare nuovi e mutevoli paesaggi.



Figura 2.2

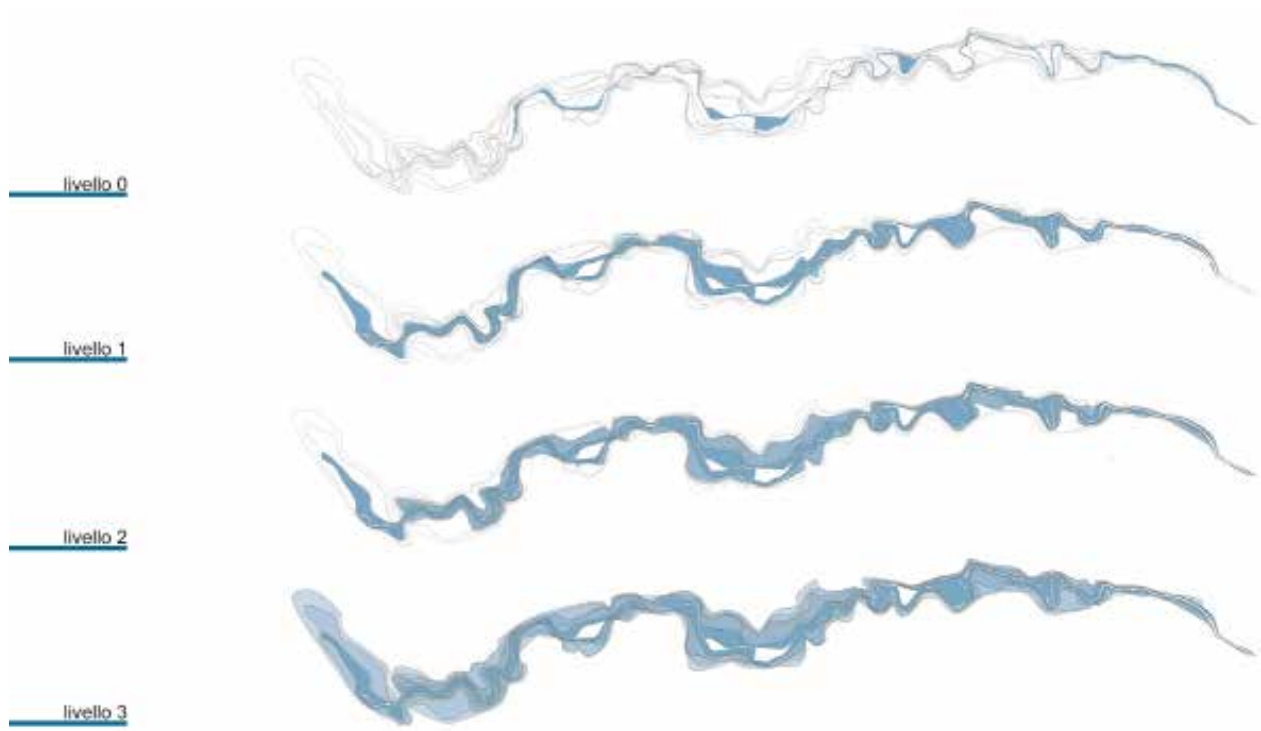


Figura 2.3

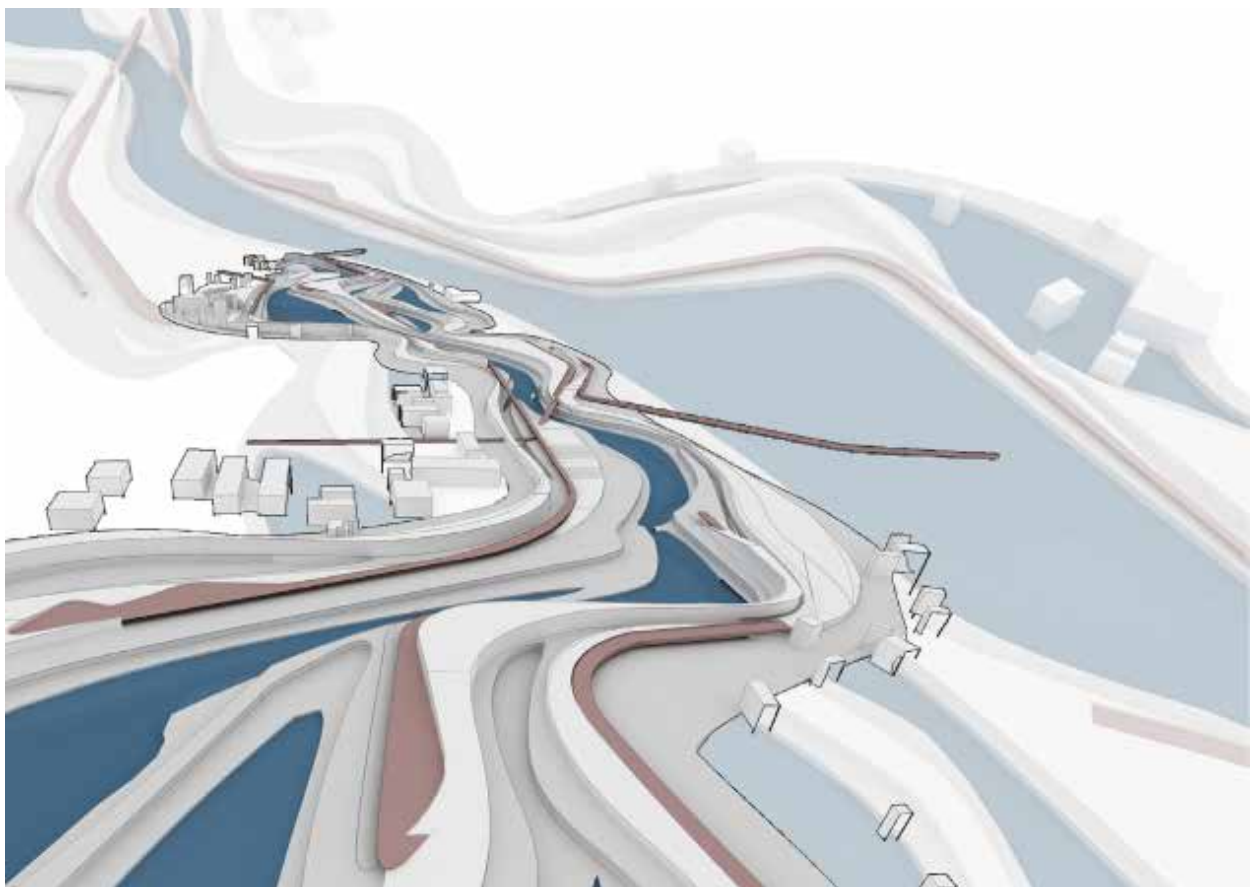


Figura 2.4

Il progetto di riqualificazione di un tratto del lungofiume Schelda, ad Anversa (vedi le immagini 2.5 e 2.6), ci consegna una prefigurazione spaziale coerente con quanto si sta prefigurando. La realizzazione di opere di difesa dall'esondazione, opere fisse di protezione, sarebbe stata operazione più che mai sconveniente, e non solo rispetto al rapporto tra città e fiume che sarebbe stato ancor più negato. L'uso di tecnologie probabilmente più onerose, forse capaci della risoluzione tecnica rispetto ad una minaccia, non avrebbe contribuito alla qualità di uno spazio importante e flessibile, negando il potenziale valore di paesaggio iscritto in quel luogo. Il progetto riesce a porre in relazione il centro storico con il fiume impostando tutto l'intervento sull'ispessimento di una linea che, acquistando in tal modo la seconda dimensione, permette alla città di avanzare verso il fiume, definendo un paesaggio dinamico e variabile in funzione delle maree e delle possibili inondazioni. La linea di divisione tra la città e il fiume è la linea sulla quale lavora e si costruisce tutto il progetto; questa non è un muro ma uno spazio attrezzato che su un lato stabilisce le aree inondabili, fondamentali per un'utilizzazione temporanea; mentre, sul fronte città, le piattaforme asciutte per funzioni permanenti, infrastrutture, arredo urbano, edifici o aree verdi. Dunque uno spazio che offre un duplice sguardo: sulle attività che si svolgono lungo il fiume e su quello che accade in città.

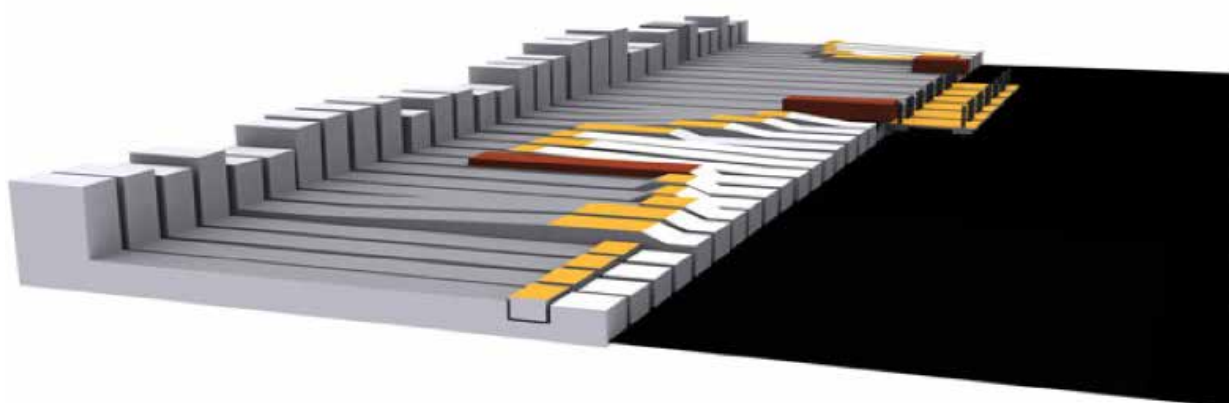


Figura 2.5



Figura 2.6

IL RISCHIO INASPRIMENTO DELL'EFFETTO ISOLA DI CALORE_ Saldata ai tessuti di Francavilla al Mare a sud, e Montesilvano a nord, senza soluzione di continuità, la città si espande nell'entroterra, lungo la valle del Pescara e negli ultimi decenni ha colonizzato anche le colline che la abbracciano da nord-ovest a sud-est. L'aumento delle temperature, dell'umidità e della frequenza delle ondate di calore, sono fattori di stress per una città come questa, che nei mesi estivi fa registrare temperature tra le più alte in Italia.

Una lettura dello stato di occupazione dei suoli ha permesso l'individuazione e il calcolo delle superfici impermeabili e permeabili: rispetto al territorio comunale, esteso per 33,6 kmq, 21,17 Kmq (il 63%) risultano impermeabili, i restanti 12,43 kmq (il 37%), sono invece suoli permeabili. A queste considerazioni, sullo stato fisico dei suoli e del sistema del verde, si aggiungono aspetti riguardanti il costruito, diffusamente omogeneo, da nord a sud, in termini morfologici e di densità. Non ci sono pause. Fanno eccezione l'area di risulta della stazione, tra l'altro completamente impermeabile, il fiume, con il suo scarso effetto di raffrescamento sul tessuto, e la Pineta D'Avalos. Anche la Strada Parco, realizzata sul vecchio tracciato della ferrovia, presenta i fronti ormai quasi completamente occupati, negando il significato stesso della sua denominazione.

Le immagini 3.1 e 3.2 simulano l'effetto isola di calore, ottenuta incrociando le informazioni sullo stato di impermeabilizzazione dei suoli, con la densità edilizia e i fattori climatici locali. **La lettura del tessuto, da questa angolazione, produce una nuova struttura urbana, un'inedita geografia del rischio, un buon punto di partenza per realizzare analisi e studi più specifici**, incrociando la lettura dello stato di fatto con i trend di temperatura e le possibili indicazioni sulle proiezioni climatiche. **L'aspetto straordinario di questo tema, e la mappa lo dimostra in maniera inequivocabile, è che dona un carattere di forte eterogeneità al tessuto. Un sistema urbano che solitamente consideriamo pressoché uniforme, abbastanza omogeneo e che negli strumenti di governo viene trattato come tale, acquista un aspetto a "macchia di leopardo".**

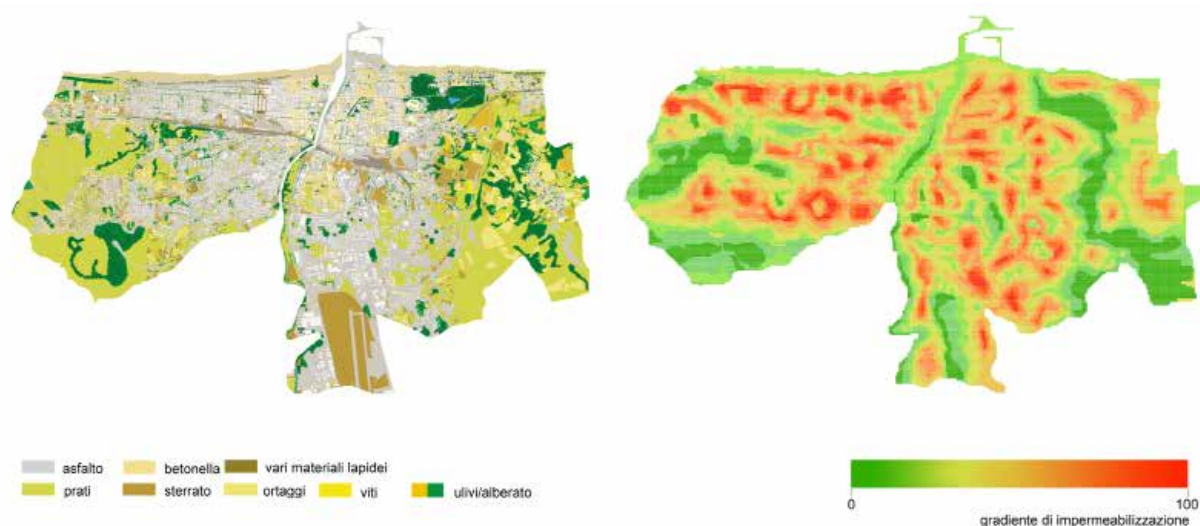


Figura 3.1

dispositivi di adattamento che oltre a mitigare il surriscaldamento, diminuiscano e rallentino il flusso delle acque piovane;

- politiche urbane per la riduzione di tutte le forme di consumo di combustibili fossili: nuova gestione del traffico incentivando l'uso della bici e dei mezzi pubblici, a svantaggio delle automobili private, con una programmazione più organica di giornate di chiusura al traffico e di aree in cui realizzare il traffic calming;

- un sistema più attivo per lo stato d'allerta e per l'emergenza sanitaria in giornate di picchi di temperature.

NOTE CONCLUSIVE

L'esperienza di ricerca sulla città di Pescara ci consegna delle analisi inedite, primissime indicazioni, rispetto alle quali avviare un 'processo di adattamento' della città, che veda da un lato, l'aggiornamento degli strumenti di governo alla scala territoriale e urbana, dall'altro, la messa in cantiere di idee per la realizzazione di progetti che metabolizzando questi nuovi rischi, modifichino, in tempi più o meno brevi, gli assetti spaziali e funzionali della città. Il confronto tra esperienze di adattamento, le condizioni fisiche e di pianificazione del nostro territorio, inducono a riflettere su un approccio operativo differente rispetto alle esperienze di città americane ed europee che hanno realizzato specifici piani dedicati: **essendo un processo, l'adattamento non necessiterà di un "piano clima"** ma si dovranno introdurre le strategie direttamente negli strumenti di pianificazione esistenti, alle diverse scale, territoriali e urbane, traslandoli da una condizione di staticità, verso uno scenario di mutazione delle condizioni climatiche, quindi anche idrogeologiche, e più in generale, ambientali.

L'apparato delle conoscenze acquisite attraverso questo studio, sarà un buon viatico per operare a due livelli, ai quali corrisponderanno due velocità di "trasformazione" della città. Si dovranno aggiornare gli strumenti di pianificazione urbana, quindi i Piani Regolatori Generali e i Regolamenti Edilizi e, coscienti dei tempi molto lunghi attraverso cui i piani solitamente trasformano la città, bisognerà affidarsi a progetti mirati su aree a rischio, capaci di riqualificare la città in tempi più brevi, introiettando il rischio come vincolo che indirizzi alcune scelte, ma anche come occasione per reinterpretare spazialmente l'incertezza di "contesti provvisori" in cui si opera.

DIDASCALIE MANIGRASSO-ZANCHINI

1.1 Dati sul regime delle precipitazioni a Pescara. Fonte: Meteo.it

1.2 Mappa delle principali aree soggette ad allagamento. Elaborazione degli autori rispetto alla cronaca.

1.3 Carta realizzata tramite le informazioni tratte dalla carta del '500 che mostra la presenza di aree paludose in zona Portanuova, l'area più vulnerabile agli allagamenti, e un'area umida in corrispondenza della stazione centrale. Elaborazione degli autori.

1.4 Viste del quartiere ed in primo piano il sistema di canalizzazione delle acque

2.1 Individuazione delle aree e degli edifici a rischio rispetto al P.S.D.A. Elaborazione degli autori.

2.2 Proposta progettuale per il parco fluviale del Pescara. Elaborazione degli autori.

2.3 Ipotesi di innalzamento delle acque del fiume Pescara. Elaborazione degli autori.

2.4 Una nuova 'geografia del rischio' si fa 'geografia dello spazio pubblico'. Elaborazione degli autori.

2.5 - 2.6 Progetto di riqualificazione di un tratto del lungofiume Schelda ad Anversa. PROAP, Wit Architects, Directa, Idroessee.

3.1 Mappa dello stato di impermeabilizzazione del territorio comunale pescarese e simulazione dell'effetto isola di calore. Elaborazione degli autori.

3.2 Attribuendo un valore altimetrico al gradiente di impermeabilizzazione, un territorio pianeggiante come quello pescarese, assumerebbe una nuova morfologia. Elaborazione degli autori.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA.VV, La città oltre la forma, Di Baio Editore, Milano, 2008.
- Bettini V., Elementi di ecologia urbana. Einaudi, Torino, 1996.
- Bossi P. et al. (a cura di), La città e il tempo: interpretazione e azione, Maggioli Editore, Milano, 2010.
- Bulkeley H., Schroeder H., Janda K., Zhao J., Chu S. Y., & Ghosh, S., Cities and Climate Change : The role of institutions , governance and urban planning Report prepared for the World Bank Urban Symposium on Climate Change, 2009.
- Farinelli F., I caratteri originali del Paesaggio Pescarese, Edizioni Menabò, Ortona, 2004.
- Gisotti G., Introduzione all'ecologia urbana. Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2007.
- Manigrasso M., Città e clima. verso una nuova cultura del progetto, Sala Editori, Pescara, 2013.
- Vatterini L., Città sostenibile e spazi aperti, Pitagora Editrice, Bologna, 2005.
- Mostafavi M., Ecological Urbanism, Lars Muller Publishers, Harvard, 2010.

Michele Manigrasso

Dottore di Ricerca in Architettura e Urbanistica,

Dipartimento di Architettura, Università G. d'Annunzio, Pescara.

e-mail michelemanigrasso@gmail.com

STRATEGIE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DELLE ISOLE DI CALORE IN AMBITO URBANO

Valeria Tatano, Elisabetta Carattin, Antonio Musacchio

Dipartimento di Culture del Progetto, Università IUAV di Venezia

INTRODUZIONE

Recenti studi sull'atmosfera e le relazioni tra questa e la distribuzione del costruito sulla superficie della terra pongono in evidenza la criticità del fenomeno che va sotto il nome di UHI, Urban Heat Island, e che interessa in particolare gli ambienti metropolitani densamente urbanizzati.

Il fenomeno dell'isola di calore è ormai presente a tutte le latitudini (comprese quelle dei paesi del Mediterraneo) e durante tutto il periodo dell'anno. I valori giornalieri possono variare tra i 2 °C e i 6 °C, fino ad arrivare a picchi di intensità di gran lunga superiori ai 10 °C come ad Atene¹ e in California².

La riduzione di tale fenomeno trova una possibile risposta nell'applicazione delle tecnologie "cool roof" e "green roof" ai sistemi di copertura degli edifici.

Due ricerche, svolte parallelamente, restituiscono qualitativamente e quantitativamente i vantaggi esogeni ed endogeni di tali tecnologie, ascrivibili tanto alla scala dell'edificio quanto a quella territoriale.

METODO

La prima riguarda lo studio, la raccolta e la messa a sistema di una serie di valutazioni sull'efficienza energetica di rivestimenti a elevata albedo quali cool roof e cool pavement nell'ipotesi in cui queste vengano collocate nelle aree urbane di due città tipiche del territorio veneto: Padova e Mestre.

La seconda ricerca, sul piano metodologico, ha imposto un approccio multiscalare e si avvale di conoscenze provenienti da altri settori (fisica tecnica, agronomia, idrologia) al fine di cogliere le opportunità che si celano in un sistema in virtù delle sue proprietà organiche.

L'interdisciplinarietà, alla base dell'approccio analitico adottato, si svolge su due livelli: il primo, di carattere induttivo, attiene allo studio delle soluzioni tecnologiche e del funzionamento complessivo degli elementi tecnici osservati; il secondo, di tipo deduttivo, riguarda la verifica sperimentale di dati ottenuti dall'analisi di un campo di prova opportunamente allestito, con lo scopo di implementare i modelli numerici di calcolo delle proprietà fisiche di componenti complessi come, appunto, le coperture verdi.

Simulazioni svolte mediante software permettono la comparazione dei risultati con la ricerca parallela e sono state svolte su casi scelti nelle città di Padova e Bologna.

Per quanto riguarda l'analisi dell'efficacia dell'impiego di superfici altamente riflettenti è stata compiuta una valutazione, sulle due città campione, comprensiva di aree limitrofe a destinazione d'uso industriale, residenziale e agricola. Lo studio è stato effettuato mediante un apposito software di simulazione ambientale, a seguito di una preliminare fase di valutazione dell'effettiva entità del fenomeno di isola di calore nelle due città.

Le rilevazioni meteorologiche hanno compreso il periodo dal 18 luglio al 6 settembre 2009, per quanto riguarda Padova (fig. 1) e dal 1 luglio al 31 agosto 2012, per quanto riguarda Mestre (fig. 2). In particolare, sono state analizzate le temperature medie notturne, dal momento che l'entità del fenomeno risulta notoriamente più marcata in questa fase della giornata.

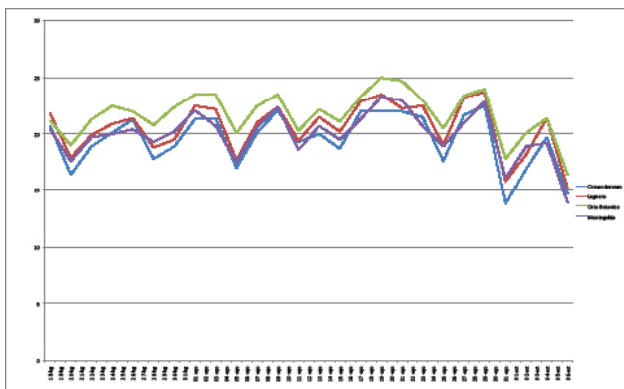


Figura 1. Andamento delle temperature medie notturne (h 0.00-6.00) dal 18 luglio al 6 settembre 2009 presso Padova e zone limitrofe



Figura 2. Andamento delle temperature medie notturne (h 21.00-03.00) dal 1 luglio al 31 agosto 2012 presso Mestre e zone limitrofe

Dall'analisi dei grafici emerge che il fenomeno dell'isola di calore è presente, nelle ore notturne, sia nel centro di Padova che di Mestre.

In particolare, il differenziale tra le temperature medie dei due centri cittadini in rapporto a quelle delle zone limitrofe è:

- Padova / zone limitrofe, $\Delta t = +2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Mestre / zone limitrofe, $\Delta t = +6\text{ }^{\circ}\text{C}$

Dal confronto risulta che a Padova il fenomeno è meno rilevante di quanto accade a Mestre. Si è deciso, quindi, di procedere con la simulazione ambientale delle strategie di mitigazione, tramite l'applicazione di rivestimenti ad alta riflettanza quali cool roof e cool pavement solo nell'ambito di quest'ultima città, in quanto rappresentativa della situazione più problematica³.



Figura 3. Individuazione dell'area di intervento nella città di Mestre. L'area, compresa tra via Cappuccina e corso del Popolo, è stata scelta in quanto zona residenziale degli anni '60, meno soggetta a vincoli architettonici che ridurrebbero l'applicazione dei cool material. Inoltre, l'area è rappresentativa della maggior parte del tessuto urbano di Mestre e ha molte affinità con le aree densamente edificate della città di Padova.

Il modello urbano ipotetico (fig.4) è stato ricostruito con le seguenti caratteristiche:

- Rapporto di verticalità dei canyon: $\lambda S = 1,6$
- Percentuale di suolo impermeabilizzato sull'area piana totale = 85%, di cui:
 - 40% strade, parcheggi, aree pavimentate
 - 45% edifici
- Suolo permeabile (spazi verdi): 15%

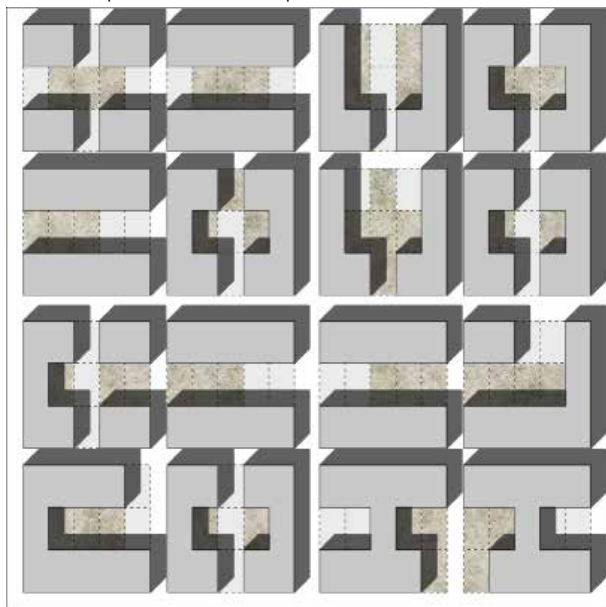


Figura 4. Realizzazione del modello urbano ipotetico base per le simulazioni.

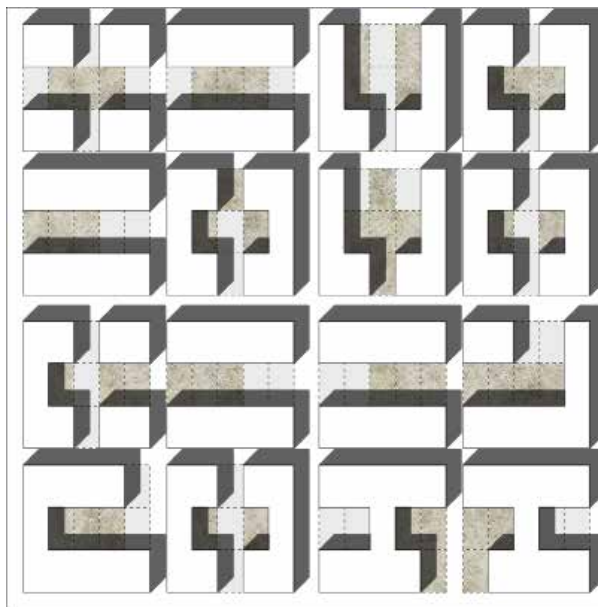


Figura 5. Realizzazione del modello urbano ipotetico con rivestimenti a elevata riflettanza.

Per misurare l'influenza dei materiali ad elevata riflettanza si è proceduto all'applicazione, sul modello (fig.5), dei seguenti rivestimenti:

- Coperture: rivestimenti cool color corrispondenti ai colori tradizionali del contesto edificato come il rosso mattone o il grigio chiaro (albedo variabile da 0,40 al 0,50, emissività 0,90), al fine di evitare problemi di natura architettonica e di riverbero luminoso.
- Pavimentazioni: calcestruzzo additivato e tinta apposita per asfalti (albedo 0,35, emissività 0,90)

RISULTATI

Si riportano, di seguito, i risultati derivanti dalla simulazione con cool color. In particolare, il confronto tra le temperature dell'aria esterna tra la simulazione reale (fig.6) e quella cool (fig.7).

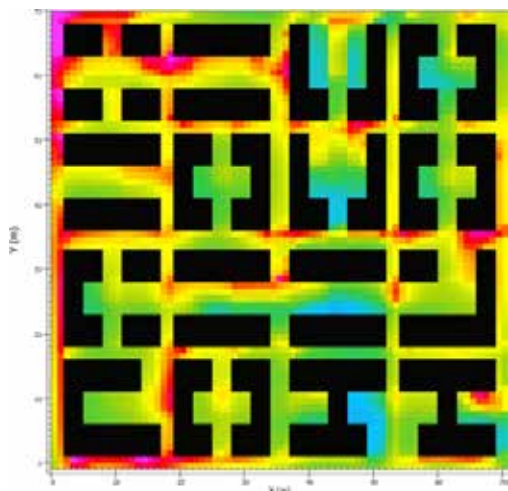


Figura 6. Temperature dell'aria nella situazione di simulazione reale.

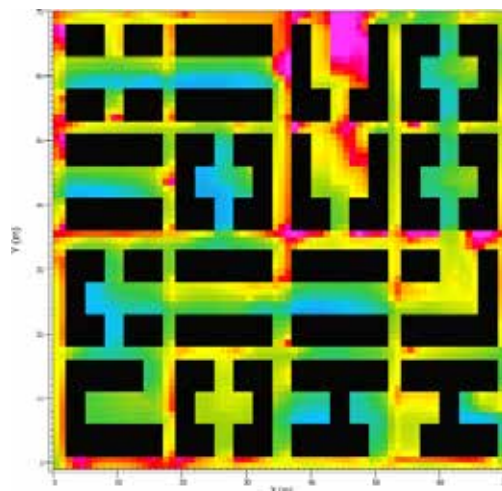


Figura 7. Temperature dell'aria nella situazione di simulazione con cool material.

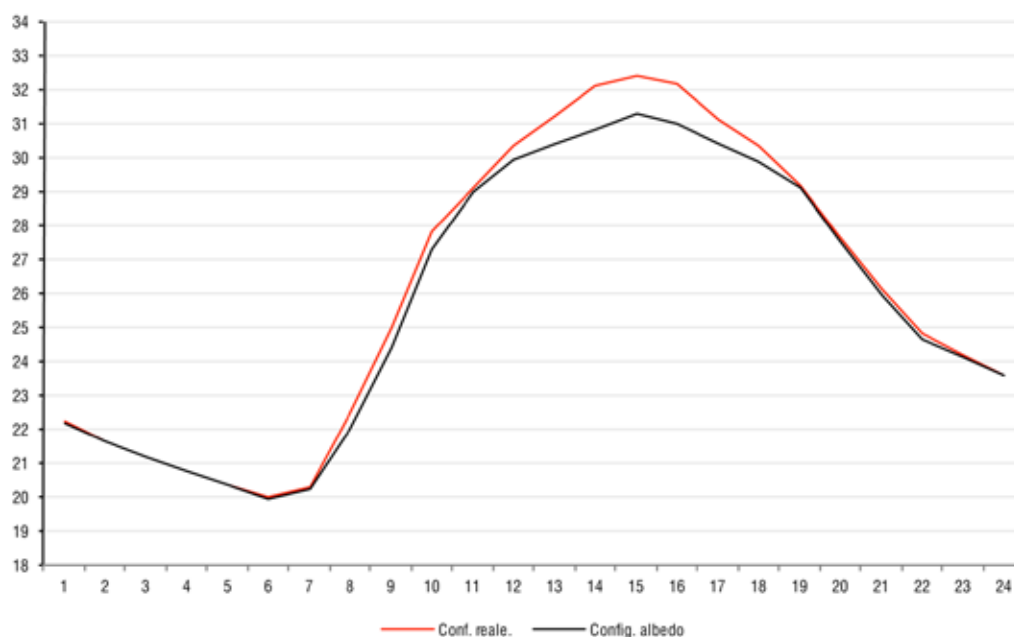


Figura 8. Temperatura media oraria giornaliera reale e di simulazione con rivestimenti a elevata riflettanza. L'utilizzo di materiali a elevata albedo permette la riduzione di 1 °C della temperatura dell'aria, nelle ore di maggior soleggiamento, rappresentando un potenziale espediente per la mitigazione dell'isola di calore.

Analoghe simulazioni⁴ sono state condotte su modelli corrispondenti ad aree scelte nelle città di Bologna e Padova, onde verificare l'influenza tanto dei cool roof e greenroof (nel primo caso) quanto delle pareti vegetali (nel caso veneto), implementando così la base di dati raccolta.

I rilevamenti simulati a Bologna (tre casi a confronto scelti tra area periferica, area interna ai Grandi Viali, area del centro storico) mostrano una differenza delle temperature che variano dai 0,27°C ai 0,55°C per le applicazioni cool roof e differenze fino a 5,7°C per le applicazioni green roof.

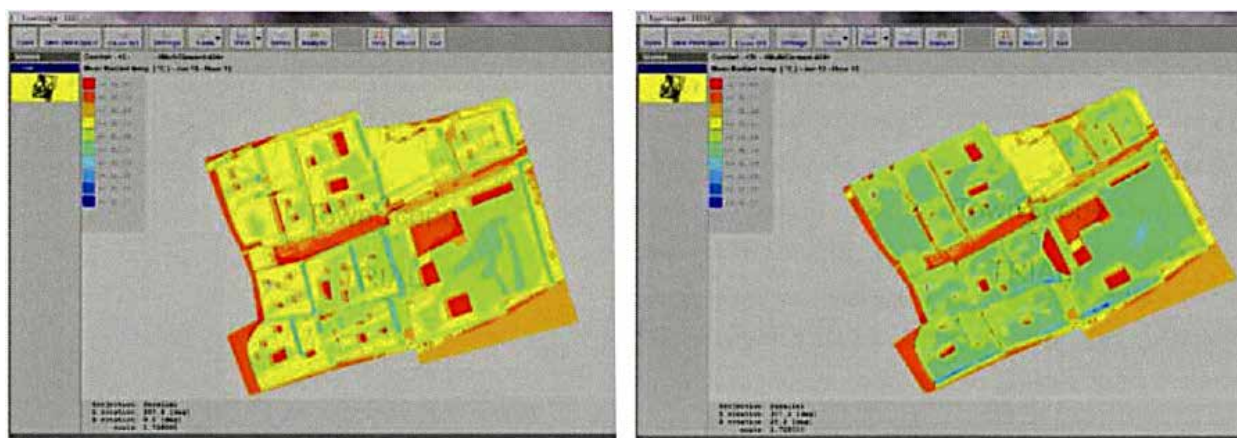


Figura 9. Esempio di simulazione su area del centro storico di Bologna

Per il caso di Padova:

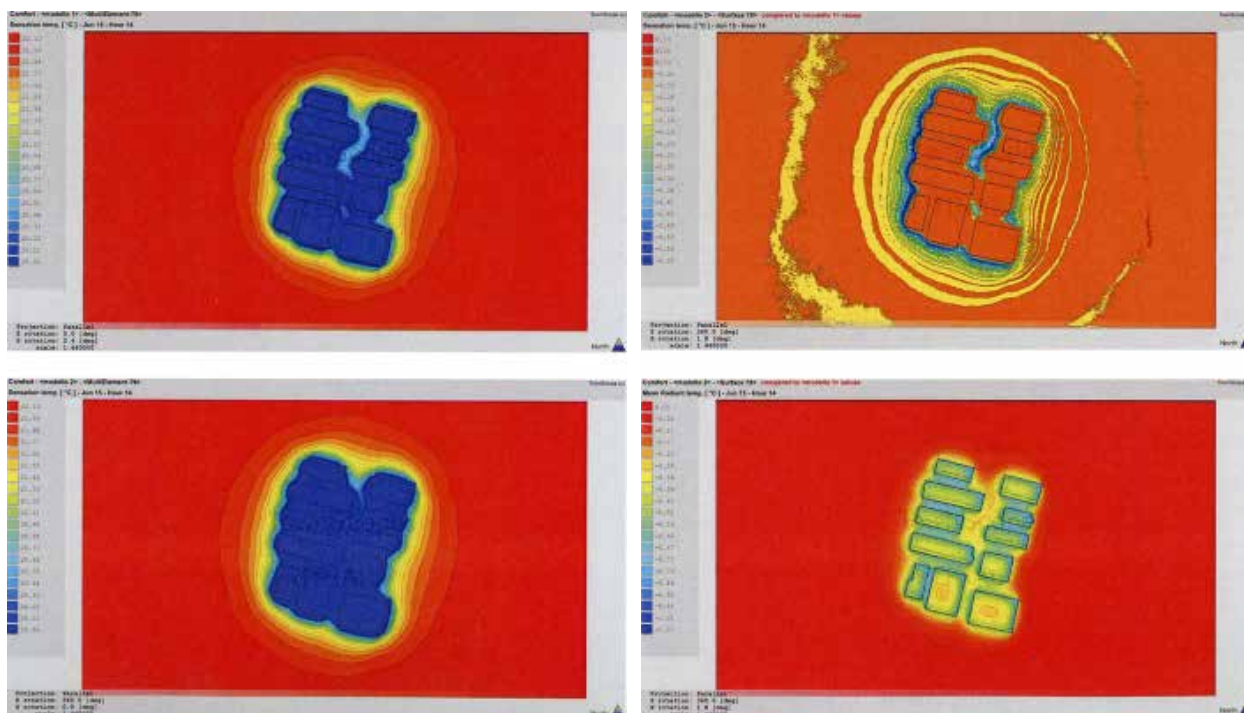


Figura 10. Simulazione di "canyon urbano" su di un lotto di area industriale.

La differenza massima di temperatura è risultata essere di $0,6^{\circ}\text{C}$, laddove la differenza di temperatura media radiante si è attestata sul valore massimo di $1,07^{\circ}\text{C}$.

Sul piano della sperimentazione sul campo, la collaborazione con il gruppo TeMa, divisione per lo sviluppo e la ricerca dell'azienda Tegola Canadese, ha permesso uno studio analitico del comportamento energetico di un sistema di copertura a verde estensivo. Tale operazione è stata svolta dopo aver sviluppato e reso operativo il progetto del sistema di misurazione delle variabili termiche e igrometriche di un campo di prova che prevedeva tre zone di monitoraggio: la parte centrale del tetto verde, una parte laterale dello stesso tetto e un'area limitrofa del solaio di copertura, impiegata come "punto di controllo".

Sono state impiegate sonde di temperatura PT100 (a livello terreno, sotto lo strato di terreno, a livello del solaio e nell'intradosso interno del solaio) e due termoflussimetri.

Per completare i dati microclimatici sono stati posizionati sensori di temperatura dell'aria e rilevatori temperatura-umidità Tinytag Ultra all'esterno e all'interno del locale. I dati della radiazione solare sono stati ricavati dal sito dell'Arpav della stazione meteo di Conegliano (TV). Al fine invece di analizzare la caratterizzazione termoigrometrica del tetto verde sono stati installati sensori temperatura-umidità Hobo a livello del terreno e a 30 cm circa di altezza nonché rilevatori igrometrici per terreno.

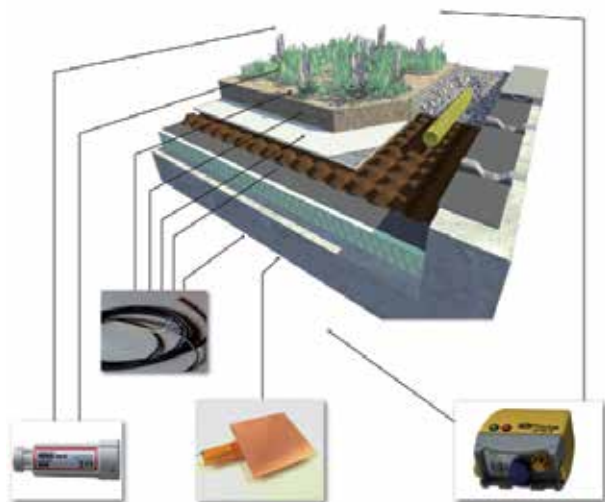


Figura 11 schema sensori



Figura 12 la centralina del campo di prova

L'attività di monitoraggio del campo di prova si è protratta per un periodo di circa un anno e ha consentito una dettagliata proiezione dei dati rilevati.

La comparazione con altre sperimentazioni analoghe ha permesso poi il confronto dei dati, mettendo a sistema una notevole mole di informazioni riguardanti sia gli aspetti energetici che quelli idrologici dei tetti verdi.

In sintesi, con particolare riferimento al tetto verde, l'inerzia termica e l'evapotraspirazione riducono i flussi energetici che attraversano la stratigrafia della copertura. Durante l'inverno le temperature misurate all'intradosso dello strato di coltura (dello spessore medio di 10 cm) sono relativamente costanti e presentano oscillazioni massime di circa 10°C. Per comparazione le oscillazioni misurate in corrispondenza del punto di controllo riportano picchi di 40°C mentre, per ciò che concerne il cool roof, la variazione massima è di circa 20°C. Durante l'estate tali oscillazioni aumentano fino a 60°C per il manto bituminoso e 30°C per le soluzioni cool roof e green roof.

Di certo interesse poi sono i dati direttamente riscontrati in concomitanza di precipitazioni atmosferiche.

In tal frangente le temperature relative al substrato di coltura (1-3°C) risultano molto più prossime (e con picchi minori) alla temperatura superficiale ed esterna.

CONCLUSIONI

Alla luce delle più recenti acquisizioni scientifiche i cool roof e i green roof possono dunque essere considerati parti di una sofisticata schermatura dalla radiazione solare, con effetti più o meno rilevanti a seconda delle applicazioni e del contesto entro cui sono inserite e che implicano vantaggi tanto alla scala urbana quanto a quella del singolo edificio.

NOTE:

¹ Synnefa A., Dandou A., Santamouris M., Tombrou M., On the Use of Cool Materials as a Heat Island Mitigation Strategy, in Journal of applied Meteorology and Climatology, vol 47, 2008, pp. 2846 – 2856.

² Akbari H., Shea Rose L., Taha H., Characterizing the Fabric of the Urban Environment: A Case Study of Sacramento, California, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, California, 1999.

³ La simulazione è tratta dalla tesi di Filippo Spinazzè, L'isola di calore urbana. Strategie passive di mitigazione. Università IUAV di Venezia, a.a. 2011-2012. Relatori: Valeria Tatano e Fabio Peron. Il software utilizzato è ENVI-MET.

⁴ Le elaborazioni sono state svolte con il software TownScope da Paolo Guidolin e Anna Paola Zulian per le rispettive tesi di laurea.

LO STRUMENTO PIANO DEL CLIMA E LE BIOENERGIE: POTENZIALITÀ E CRITICITÀ DI SVILUPPO NELLE METROPOLI ITALIANE

Benedetto Nastasi, Dottorato di Ricerca in "Energy Saving and Distributed Micro-generation", Dipartimento DPDTA, Sapienza Università di Roma

Abstract

L'articolo, mettendo in evidenza i processi decisionali e i margini di miglioramento propri dei piani del clima, pone l'attenzione sui loro limiti di applicazione e sull'assenza di alcune tematiche che minano il concretizzarsi delle loro finalità. Nell'attuale contesto di transizione energetica da un modello novecentesco di generazione centralizzata, ove il cittadino è consumer, ad un modello del prossimo futuro di generazione distribuita dove egli è anche produttore, quindi prosumer, urge la necessità di riconsiderare la produzione da fonti energetiche rinnovabili, in particolare dalle bioenergie, nella pianificazione per la mitigazione del cambiamento climatico in ambito urbano. Vengono dunque delineati i margini di compatibilità in termini di energia rinnovabile offerti dallo sfruttamento delle aree potenzialmente bioenergetiche urbane e periurbane. L'auspicio per il futuro è la presa di coscienza delle comunità urbane e la successiva azione attraverso la riappropriazione di parti della città abbandonate, attualmente non concorrenti al benessere del cittadino ma potenzialmente adatte, per una conversione delle stesse alla produzione bioenergetica.

Keywords: urban management, bioenergy, climate change, SEAP, participatory planning

1. La transizione energetica e le aree urbane

Nelle previsioni di scenario della European RoadMap al 2050, quando la quota parte di popolazione che vivrà negli ambienti urbani toccherà l'80%, ed aumenteranno in maniera esponenziale le richieste di energia e di derrate alimentari, la grandezza delle economie nazionali ed il relativo peso sulle politiche mondiali si misureranno quantificando il grado della loro sovranità energetica ed alimentare.

Il territorio urbano è dunque, giocolforza, il delicato ecosistema ove intervenire. In esso si manifesta la stretta relazione tra ricchezza di una città e contestuale abbondanza produttiva dell'area rurale limitrofa (Braudel, 1998). Questo antico intreccio tra società urbana e società rurale è rileggibile, all'oggi, attraverso lo stretto rapporto di feedback tra produzione e consumo di energia e di trasformazione tra il bene energetico ed il bene agricolo (Nastasi, 2013). L'ambiente città, luogo di relazioni e di scambio di beni materiali e immateriali, è diventata oggi sede di transizione energetica. Alcuni settori economici, nell'evoluzione strutturale dei Comuni italiani, si sono alternati nel ruolo di "settore strategico" per l'ambiente urbano.

Il settore agricolo, storicamente, ha sempre tenuto posizione dominante, nonostante le due rivoluzioni industriali; in quanto la rendita urbana, basata in primo luogo sull'estensione del possedimento, ed in secondo luogo sulla capacità di trasformazione fino a quella di edificazione, ha costituito il vero controvalore finanziario del bene area.

Solo dopo le grandi crisi finanziarie legate all'andamento dei mercati delle fonti energetiche fossili contemporaneamente ai conflitti bellici, scatenati dal bisogno di affrancarsi dalle dipendenze energetiche verso i paesi dell'OPEC, si è andato determinando un nuovo metro di stima del valore di un bene urbano: la plusvalenza energetica. Nei paesi cosiddetti industrializzati, si dà ormai per scontata la presenza dell'elemento di sussistenza, vocazione primaria del settore agricolo, per cui lo sviluppo, la creazione di differenziale nel tempo, è associato alla quantità di produzione del bene energia dedicata al sistema artificiale (De Santoli,

Nastasi, 2013). Si è venuta a creare, così, una situazione di forti squilibri anche nella produzione alimentare ove, senza le grandi operazioni di importazione dall'estero, non se ne soddisferebbe il fabbisogno (Istat, 2012).

L'attuale scenario di crisi economico-finanziaria richiede la riformulazione dei rapporti relativi alla gestione del territorio e alle sue relazioni con il settore energetico. Ciò è in parte percorribile sulla base delle concertazioni finora approvate in materia di mitigazione dei cambiamenti climatici ed ambientali.

Le criticità evidenziate dall'attuale declino del modello produttivistico, il cui core-business è ancora vincolato alla seconda rivoluzione industriale del secolo scorso (Rifkin, 2011), e dalla crisi economico-sociale in atto negli stati di tutto il cosiddetto mondo sviluppato, rendono tale attenzione ancora più urgente.

Soprattutto in Italia, è necessario un cambio di passo, poiché, durante il XX secolo, al crescente sviluppo economico è corrisposto un crescente abuso del territorio (Martinelli, 2012), visto come l'ostacolo per l'espansione e la connessione delle città e delle infrastrutture. Questo conflitto, acuito dalla legislazione concorrente in materia di governo del territorio sancita dalla riforma del titolo V della Costituzione del 2001, urge massima attenzione ed idonei strumenti di pianificazione a supporto di tutte le scale decisionali e di intervento.

2. I sistemi energetici e i livelli di impatto sulla morfologia urbana

Il percorso di integrazione dei sistemi di produzione e consumo di energia a servizio delle città ha scandito il ritmo di trasformazione dell'ambiente urbano. Esso, ripercorrendone la trasformazione attraverso il rilievo della dislocazione sul territorio urbano delle infrastrutture energetiche, è costituito essenzialmente da due elementi morfologico-funzionali: un sistema puntuale ed un sistema lineare. Analizzati sotto l'aspetto della produzione e dell'immissione dell'energia, i sistemi sono così composti:

- il sistema puntuale è costituito dai poli di generazione centralizzata dell'energia;
- il sistema lineare è costituito dalle linee di connessione e trasporto del bene energetico.

La gerarchia di tale struttura risulta leggibile per ciò che riguarda l'aspetto del consumo, più che per la produzione. Le infrastrutture di trasporto, come gli elettrodotti o i metanodotti, non lasciano un segno leggibile nel territorio urbano, perché nella maggior parte dei casi sono allocate in vie sotterranee e si palesano fuori terra solo nei territori peri-urbani. Invece per ciò che riguarda gli elementi puntuali dei poli del consumo, essi non sono altro che le volumetrie edificate fuori terra delle nostre città, dunque concorrenti alla definizione dello spazio urbano e della sua percezione. Concorrendo questi ultimi alla morfologia urbana, si nota come è possibile classificarli contemporaneamente in funzione della scala del fabbisogno energetico e della scala di impatto sul disegno dell'ambiente urbano.

L'importanza assunta dall'analisi in chiave morfologica è rimarcata dal rapporto di quasi linearità tra estensione di un bene immobile e ammontare del fabbisogno di energia per la sua conduzione.

A valle di ciò, sono individuabili tre livelli scalari di impatto morfologico sulla città:

- il livello delle grandi utenze, alle quali corrispondono grandi funzioni di livello metropolitano, consistenti in parchi immobiliari ad alta densità con destinazione d'uso a terziario, ad esempio il centro città o la city delle grandi metropoli, le cosiddette cittadelle dei servizi e degli affari. Esse richiedono nel complesso un monte di energia equivalente alla produzione di centrali di grossa taglia, dell'ordine delle centinaia o migliaia di MWh;
- il livello delle medie utenze, alle quali corrispondono le attrezzature di livello urbano o inter-quartiere, consistente nei grandi edifici di funzioni pubbliche con destinazione d'uso a servizi per l'interesse generale, ad esempio gli ospedali, le università, le caserme.

Esse richiedono singolarmente un monte di energia equivalente alla produzione di centrali di media taglia, dell'ordine delle decine di MWh;

- il livello delle piccole utenze, alle quali corrispondono i servizi di livello locale, consistente in singoli edifici o porzioni di essi con funzione aggregativa di piccola scala, ad esempio le scuole dell'obbligo, i luoghi di aggregazione sociale di quartiere ed infine i condominii. Esse richiedono, valutate nel complesso, un monte di energia equivalente alla produzione di centrali di piccola taglia, dell'ordine delle centinaia di kWh.

In alcuni casi, si nota che la scala di impatto morfologica è minore rispetto a quella dell'impatto funzionale: ne è un caso esemplare quello delle università. Esse rivestono una funzione di livello metropolitano, generando flussi economici e sociali, di beni e persone, molto spesso più estesi rispetto all'area metropolitana ove sono allocate. Ma a livello morfologico incidono su di una piccola porzione di città assimilabile ad un quartiere.

I casi di grandi estensioni dei campus universitari, i cosiddetti "campus in the city", non trovano applicazione in contesti metropolitani, ma in piccole cittadine ove le università rappresentano il maggior richiamo dei flussi materiali e immateriali nell'ambiente urbano.

3. Il ruolo del territorio per l'energia sostenibile per le città

La risorsa che le città attualmente chiamano in causa solo nelle dinamiche immobiliari, ma che potrebbe concorrere a rendere sostenibile l'energia urbana, è l'area peri-urbana.

Alla luce infatti dell'attuale andamento di domanda e offerta nel settore energetico da fonti rinnovabili, si nota come la progressiva attenzione all'aspetto del consumo nei contesti urbani è divenuta magna pars della discussione in sede scientifica. La ricerca di aree idonee alla produzione limitrofa dell'energia, che i comparti urbani richiedono per il consumo, ha generato forte attrattività per le aree peri-urbane. Esse, a metà strada fra i contesti urbani densificati e attrezzati in termini di infrastrutture e i contesti rurali non edificati ed ecologicamente ricchi, sono il territorio di esplorazione per uno sviluppo sostenibile delle città.

Nel rispetto del protocollo di Kyoto, al quale l'Italia ha aderito, e come previsto dal documento programmatico European RoadMap 2050 già citato, il settore di produzione di energia da fonte rinnovabile diventa protagonista delle dinamiche urbane che si appresta a servire. Le ricadute però di questo settore, per non risultare nocive all'attuale apparato economico-sociale delle città italiane, necessitano una policy di controllo e monitoraggio in grado di quantificarne e qualificarne pro e contro, all'interno delle diverse fattibilità tecniche nell'uso dei suoli peri-urbani.

L'effettiva concretizzazione di questa visione e di una sua sostenibilità richiede, altrettanto, nuovi approcci delle politiche territoriali. L'incipit di tale processo diventa dunque la considerazione del ruolo centrale del territorio per le scelte che in seguito avranno ricadute sullo stesso. Rapportarsi con il territorio, significa dotarlo di infrastrutture di produzione, trasporto e consumo della componente energetica, rielaborando un concetto di diffusione e di distribuzione, oggi poco associato alla parola infrastruttura. Nel gergo mediatico, infatti, infrastruttura è sinonimo di costruzione di manufatti sul territorio a scapito del territorio che attraversa e delle sue popolazioni, a beneficio soltanto dei terminali territoriali che essa collega.

La nuova formulazione considera l'energia veicolo integrato di benessere, all'interno di una nuova impostazione di società basata sulle comunità dell'energia (De Santoli, Nastasi, 2012). Si dà vita così ad un virtuoso sistema economico fondato sui beni materialmente offerti dal territorio.

Il territorio viene dunque riportato in un ruolo di centralità, ed analizzato come un organismo, la cui rete linfatica ha qualità energetiche in termini di spendibilità di risorse rinnovabili per il miglioramento del benessere sociale e di sovranità energetica a livello territoriale.

4. Le bioenergie come veicolo energetico sostenibile

La creazione della filiera dell'energia in un dato territorio non deve naturalmente entrare in contrasto con la vocazione dello stesso. Non si intende per vocazione, solo l'accezione pro-

duttiva in termini agricoli, ma l'effettiva possibilità di fruizione di un bene, ai fini del benessere del singolo e della comunità che ne fanno uso.

Per le aree verdi di servizio per l'Edilizia Residenziale Popolare oppure per le aree di proprietà comunale non soggette a trasformazione, si può proporre un nuovo uso energetico se quest'ultimo non contrasta con la funzione per la quale queste aree erano state progettate oppure oggi sono realmente utilizzate (Nastasi, 2013). Si può dar luogo a processi di riappropriazione che mirano al soddisfacimento di bisogni concreti, come la richiesta di energia. L'obiettivo è affiancare lo spazio di produzione energetica ad uno standard qualitativo urbanistico, per non offrire al cittadino solo quote di servizi in mq ma un vero e proprio mezzo di sostentamento per la vita quotidiana.

A valle di queste considerazioni, si può volgere lo sguardo al tema della produzione delle bioenergie, individuate come possibile fonte energetica compatibile con gli obiettivi asseriti. Per bioenergie si intendono quelle forme di energia ottenute da biomasse nelle varie fasi della materia: solida, liquida e gassosa. Queste vengono utilizzate per la produzione di energia termica, energia elettrica o per la cogenerazione di entrambe.

La penetrazione delle biomasse nel mercato dell'energia dipende, però, non solo da un'adeguata valorizzazione della componente energetica dei prodotti e dei sottoprodotti agricoli, ma anche da una puntuale pianificazione territoriale che tenga conto di fattori: quali le caratteristiche geologiche e pedoclimatiche della zona considerata, le risorse potenziali, i costi economici delle colture e i loro benefici sia economici che ambientali, il mercato dei combustibili alternativi alla biomassa con destinazione energetica, le esigenze energetiche locali e l'accettabilità sociale.

La pianificazione deve diventare il mezzo strutturale della decisione.

La convenienza territoriale, svolta attraverso un'analisi costi-benefici non può identificare nella remunerazione, dovuta al sistema incentivante delle fonti energetiche rinnovabili, il solo discriminante per la scelta di una specifica bioenergia per un dato territorio.

Limitarsi a considerare la sola remunerazione finanziaria come metodologia risulta poco efficiente ed efficace, molto spesso dannoso alla componente sociale, alla componente ambientale e al comparto produttivo dell'agricoltura in termini di sleale concorrenza.

5. L'ingresso delle bioenergie nel mercato energetico italiano e le attese

Il sistema di incentivazione della produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili è intervenuto in prima istanza sul settore elettrico. Il settore elettrico è dunque il primo ambito di confronto tra i consumi cittadini e la produzione da bioenergie.

Con i dati disponibili fino al 2011, e la previsione formulata nel Piano di Azione Nazionale per lo scenario 2020, la biomassa, rintracciabile nelle varie fasi della materia come solida, liquida e gassosa, è stata oggetto di una precisa strategia di sviluppo (Mse, 2010).

All'interno del documento programmatico denominato Piano di Azione Nazionale, redatto nel 2010, sono state elaborate le stime per l'approvvigionamento energetico da biomasse nelle varie fasi, in prospettiva 2020 all'interno della strategia di adesione al Protocollo di Kyoto. Emerge da queste proiezioni (vedi figura 1) il differenziale di produzione energetica da colmare entro il 2020, ma soprattutto l'incoerenza delle stime nell'articolazione delle previsioni nelle varie fasi della biomassa. Si nota, infatti, che in alcune fasi come nei bioliquidi e nei rifiuti solidi urbani la crescita storica è coerente con gli obiettivi posti, mentre per quel che riguarda ad esempio il biogas, si è già superato l'obiettivo del 2020, quest'ultimo stimato soltanto un anno prima del sorpasso avvenuto nel 2011.

In evidente incoerenza la quota parte della biomassa solida non sembra rispettare le attese di andamento per poter raggiungere gli obiettivi prefissati: si richiede, infatti, che la consistenza di questa fase della biomassa arrivi ad un ammontare di quattro volte superiore all'attuale produzione energetica, da 461 MW a 1900 MW di potenza installata.

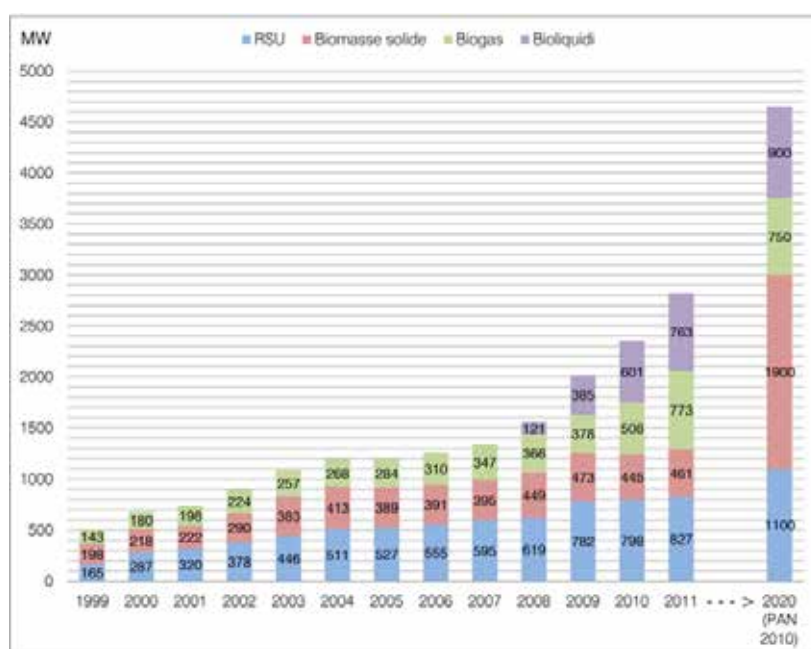


Figura 1 – Ripartizione della potenza installata di impianti per tipologia di biomassa con previsione al 2020
Fonte: elaborazioni su dati PAN 2010

L'evolversi di queste incoerenze, parallelamente alla codificazione legislativa vincolante delle diverse quote-obiettivo al 2020, provoca serie preoccupazioni. Nel rischio di essere sanzionati come Governo Italiano per lo sfioramento dei limiti precisati nel protocollo di Kyoto, si aprono ampi spiragli a situazioni di cosiddetta emergenza, e quindi di una conseguente deregolamentazione, potenzialmente nociva per il territorio. Il ruolo della politica energetica urbana può essere decisivo nell'allineamento agli obiettivi prefissati. Ad esempio per ciò che riguarda le biomasse solide, un regolamentato uso degli sfalci da potature del verde urbano e la razionalizzazione dei CSS da rifiuti possono essere supporto essenziale per centrare gli obiettivi nazionali e migliorare l'efficienza dei processi energetici urbani.

6. I primi interventi e le lacune nella pianificazione energetica

La ricerca ed il monitoraggio di diverse soluzioni impiantistiche ubicate in diverse tipologie di aree urbane trovano ampio spazio nell'applicazione di tecnologie a biomassa come approvvigionamento energetico di un'assortita varietà di porzioni urbane: aree ad uso residenziale, produttivo, terziario e misto. In particolare le politiche tendenti all'indipendenza energetica fino all'autosostentamento globale, dal livello globale a quello locale, spingono la produzione di studi e di ipotesi di pianificazione che oltre al settore industriale, e tecnologico vero e proprio, coinvolgono anche le discipline della gestione del territorio. Tale attenzione diventa rilevante nelle aree delle città attualmente non abitate, ove molto spesso le uniche attività che si svolgono sono l'agricoltura spontanea e la discarica abusiva. Ciò avviene, nel seguito di alcune lacune nell'attuale strumentazione di gestione urbana.

Un primo passo è stato portato avanti dalla costituzione della Covenant of Mayors (il Patto dei Sindaci) che ha promosso l'elaborazione per ogni ente comunale dello strumento SEAP: Sustainable Energy Action Plan. A questo strumento di recente si è affiancato il Piano del clima, originariamente diverso dal primo, ma, nella prassi legislativa, confuso ed assimilato al SEAP. Attraverso questi strumenti si è costituita soltanto la ricognizione di elementi già presenti nel panorama urbano e poche volte si sono indicate precise scelte da intraprendere per la sostenibilità energetica delle città. Poche metropoli si sono dotate anche di un Master Plan per una visione strategica dell'energia: la Capitale d'Italia è uno di questi rari casi, dotatasi del "Master Plan per la Terza Rivoluzione Industriale", redatto da Jeremy Rifkin, per trasformare Roma nella prima città del mondo dell'epoca della biosfera e del post-petrolio.

È necessario porre attenzione all'impatto ambientale, in primo luogo per ragioni storiche, trovandosi, le nostre città, a recuperare i forti scompensi provocati dalla città industriale e

dall'industria della città.

È necessario rivolgere l'attenzione nazionale italiana, in particolar modo, in ampie porzioni di territorio, al recupero di quei suoli energeticamente produttivi, interni ai territori comunali, limitrofi alla fascia propriamente urbanizzata, ma abbandonati da una precisa pianificazione, perché non dotati di conveniente edificabilità fondiaria. Riconoscere la consistenza di queste risorse materiali, i suoli, costituisce una fase propedeutica di valutazione.

L'impatto da valutare nel contesto urbano, infatti, riguarda non solo il consumo di suolo ma anche gli effetti economici che queste "plusvalenze energetiche" provocano sul delicato sistema socio-economico urbano. Si segna un passo decisivo verso l'orientamento della strategia energetica comunale e del suo indotto economico-sociale ed occupazionale. L'attività di pianificazione non si relaziona, infatti, su questi meccanismi per la formulazione di soluzioni efficaci nella gestione energetica della città, nella strada tracciata dall'Unione Europea.

Le spinte partecipative, della cosiddetta Urbanistica 2.0, devono concentrarsi anche sulla disciplina energetica. La partecipazione alla redazione della via energetica di una data città, rientra nei compiti della comunità che la abita e consente loro di esercitare il diritto-dovere di cittadino in un ambito, che, sempre più, sta diventando vitale per la prosperità delle città.

7. Auspici per il futuro

Le comunità che appartengono ad un dato territorio dovrebbero, dunque, diventare non solo consapevoli consumatori, ma anche giusti produttori attraverso meccanismi partecipativi e processi decisionali inerenti la propria scelta energetica. Si fa largo così la figura del prosumer, inaugurata dalla diffusione, opportunamente incentivata dalla politica energetica nazionale, di sistemi di microgenerazione: dai pannelli fotovoltaici sui tetti delle case unifamiliari alle sonde geotermiche nelle fondazioni degli edifici plurifamiliari, ai collettori solari termici per l'acqua calda sanitaria.

Ci si apre alla possibilità di autoprodursi l'energia che si consumerà. Così facendo se ne razionalizza l'utilizzo, se ne calibra la produzione in funzione delle esigenze e ci si rende coscienti del valore del bene energia.

La produzione energetica si può svincolare dalle logiche di mercato di massima redditività, dal mero investimento finanziario per accedere al sistema incentivante; dunque si può calibrare sul giusto uso del territorio e sull'autosufficienza energetica pulita, rinnovabile e giusta.

Un nuovo apparato sociale, determinato da un nuovo modello energetico di generazione distribuita non solo, si diffonde capillarmente sul territorio, ma rende ogni cittadino più libero sul mercato e più partecipe di una strategia del proprio Comune, avvertito in maniera più incisiva come propria comunità.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Braudel F. (1998), *Les memoires de la mediterranee*, Editions De Fallois, Parigi

De Santoli L, Nastasi B (2012). Biomasse, reti energetiche e sistema rurale. *SLOWFOOD*, vol. 54, p. 86-88, ISSN: 1825-876X

De Santoli L, Nastasi B (2013). Modello energetico ed agricoltura. *NUTRIRSI*, vol. 13, p. 63-66, ISSN: 2240-7537

Istat (2012), *Serie storiche. Consumi e condizioni economiche delle famiglie 2011*, Roma

Martinelli L. (2012), *Salviamo il paesaggio!*, Altreconomia edizioni, ISBN: 978-88-651-6065-7

Mse (2010), *Piano di Azione Nazionale 2010*, Ministero dello Sviluppo Economico, Roma

Nastasi B. (2013). Ruralità urbana nei quartieri ERP: processi agricoli di partecipazione. in Lambertini, Metta, Olivetti. *CITTÀ PUBBLICA/PAESAGGIO COMUNI*. p. 174-176, ISBN: 978-88-492-2674-4

Rifkin J. (2011), *La terza rivoluzione industriale. Come il potere laterale sta trasformando l'energia, l'economia e il mondo*. Mondadori, Milano

Benedetto Nastasi

Dipartimento DPDTA- Dipartimento Pianificazione Design Tecnologia dell'Architettura Sapienza Università di Roma
mailto: benedetto.nastasi@uniroma1.it

LE MAPPE TERMICHE DELLA CITTÀ DI FIRENZE: LA RICERCA ALLA BASE DELLE STRATEGIE DI ADATTAMENTO E MITIGAZIONE DEGLI ESTREMI TERMICI IN CITTÀ – THERMAL MAPS OF FLORENCE: RESEARCH SUPPORTS URBAN PLANNERS AND POLICYMAKERS TO TAKE ACTION TOWARDS URBAN TEMPERATURE MITIGATION.

Martina Petralli^{1,2}, Luciano Massetti³, Giada Brandani^{1,2}, Alessandro Messeri^{1,2}, Simone Orlandini^{1,2}

¹CIBIC - Centro Interdipartimentale di Bioclimatologia – Università degli Studi di Firenze

²DISPAA - Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente – Università degli Studi di Firenze

³IBIMET - Istituto di Biometeorologia – Consiglio Nazionale delle Ricerche

Abstract

The growth of urban populations means that most people will experience urban climate, that is significantly different from the rural one. Urban climate is a very complex field of study because of the great number of characteristics that affect weather variables in the urban environment and because of the different kind of morphologies and materials used in cities all over the world. There is a need to increase the climatic knowledge of urban areas all over the world and to translate it into a planning language in order to facilitate the design of more sustainable cities.

The aim of this work is to show how thermal maps can be used by urban planners and policy-makers to take action towards urban temperature mitigation.

A network of air temperature sensor was used to quantify the thermal variability of Florence and to analyze the relationship between air temperature and some urban indicators, such as green cover ratio, street cover ratio and building volume. All those studies were used to create different kind of thermal maps of Florence. These maps can have several applications, such as phenology, urban planning and human health: for example these maps can be used to create other maps, such as biometeorological maps for plant flowering, or biometeorological maps for human health studies used to classify areas at higher risk during the heat waves or cold spells.

Le città sono i luoghi dove si concentra la gran parte della popolazione mondiale: già nel corso del 2008 la percentuale di popolazione che vive in città ha eguagliato quella che vive in campagna, e tale percentuale è destinata ad aumentare, tanto che nel 2030 il 60% della popolazione vivrà in città. Tutto questo fa sì che la conoscenza del clima urbano e delle sue peculiarità siano un settore di studio strategico per la pianificazione dello sviluppo urbanistico futuro. E' riconosciuto da molti studi a livello internazionale che la concentrazione della popolazione e degli edifici in una ristretta porzione di territorio ne alterino le caratteristiche al punto da creare un clima locale significativamente diverso dalle aree rurali circostanti (Oke, 1972). I risultati della letteratura internazionale mostrano che l'effetto isola di calore è più forte durante l'inverno e prevalentemente nelle ore del tardo pomeriggio – inizio serata per effetto del maggior assorbimento di calore e del più lento raffreddamento da parte delle superfici edificate (Oke, 1981). Tuttavia, un incremento delle temperature si riscontra anche nelle altre stagioni ed è durante l'estate che, alle nostre latitudini, questo effetto può avere conseguenze negative sulla salute umana: nella stagione estiva, in corrispondenza delle ondate di calore, la temperatura dell'aria in città, oltre a raggiungere valori più elevati rispetto alle aree rurali circostanti nelle ore diurne, si mantiene elevata anche nelle ore notturne, riducendo la capacità di ripresa dell'organismo umano dalle condizioni di estremo calore a cui è stato sottoposto

durante il giorno (Kalkstein e Davis, 1989). Questo incremento di temperature, che rafforza l'effetto del riscaldamento globale registrato negli ultimi anni (IPCC, 2007), fa sì che si possano creare situazioni particolarmente rischiose per la salute, per cui si registrano incrementi delle chiamate al 118 nelle giornate più calde (Petralli et al., 2012), ma anche aumenti nella mortalità delle persone anziane in concomitanza di eventi estremi (Conti et al., 2005). La particolarità dell'ambiente urbano determina anche tutta una serie di variazioni termiche all'interno delle città stesse, per cui ci sono delle zone della città caratterizzate da temperature più alte o più basse rispetto al resto del territorio cittadino. Tali variazioni di temperatura sono dovute principalmente al tipo di materiale utilizzato, alla presenza di aree verdi o di alberature stradali, al numero ed all'altezza degli edifici ed alla distanza tra questi (Bottyan e Unger, 2003; Oke, 1972; Unger, 2004). Studi in questo settore sono stati svolti anche a Firenze grazie all'impegno dei ricercatori del Centro Interdipartimentale di Bioclimatologia dell'Università degli Studi di Firenze (CIBIC – Università di Firenze) e dell'Istituto di Biometeorologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IBIMET - CNR): oltre 40 sensori di temperatura ed umidità dell'aria sono stati posti in zone della città caratterizzate da diverse distanze dal centro, altezza e numero degli edifici e presenza di aree verdi (Figura 1). E' stato così possibile quantificare le differenze termiche registrate all'interno delle varie zone della città di Firenze e realizzare mappe termiche della città (Petralli et al, 2011; Petralli et al, 2013).

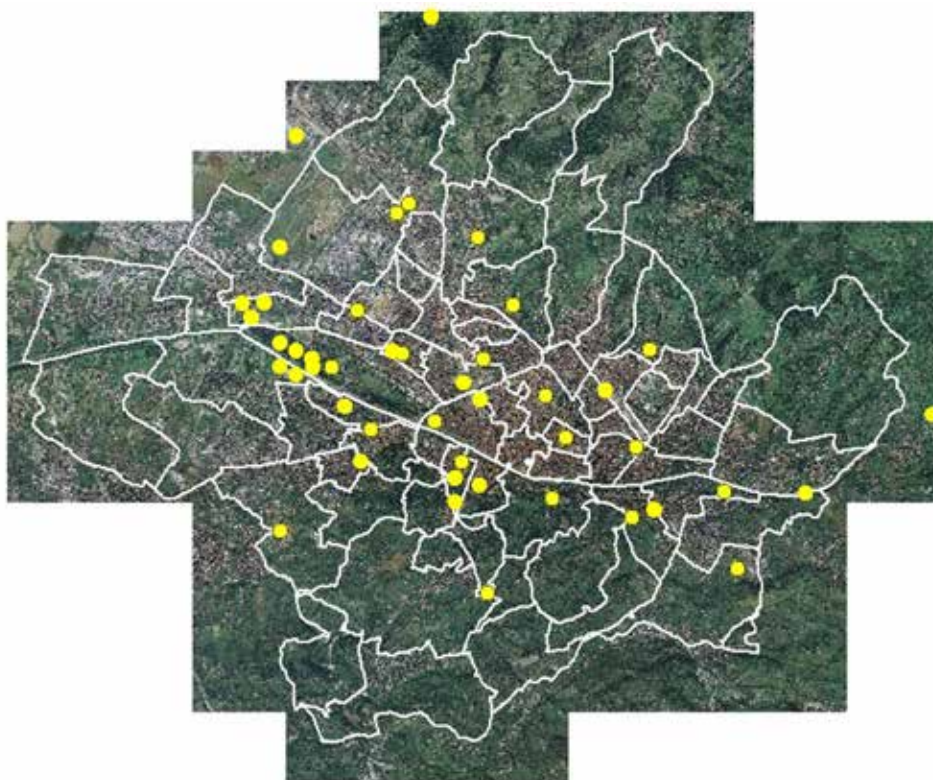


Figura 1: Distribuzione dei sensori di temperatura ed umidità dell'aria sul territorio fiorentino

Dall'analisi dei dati è emerso che la variabilità termica della città è molto elevata, dell'ordine di circa 3 °C considerando i dati medi stagionali di temperatura massima, minima e media, ma in grado di raggiungere differenze anche di oltre 4 – 5 °C prendendo in considerazione i valori orari giornalieri (Petralli et al., 2011). È durante il periodo estivo che le differenze tra le stazioni tendono ad aumentare: la differenza maggiore si ha valutando la media delle temperature minime, con un valore di 3,4 °C variando tra 16,2 °C e 19,6 °C, seguita dalla variazione della media delle temperature massime, con una differenza di 3,2 °C (da 29 °C a 32,2 °C), mentre la differenza nelle temperature medie è leggermente più contenuta e dell'ordine di 2,7 °C (da 22,6 °C a 25,3 °C). Prendendo in considerazione indici climatici che hanno effetti negativi sulla salute, si è visto che, ad esempio, la differenza che si riscontra all'interno della città di Firenze nel periodo invernale dell'indice "giorni di gelo", giorni in cui

la temperatura minima scende al di sotto di 0 °C (frost days), è di circa 18 giorni, mentre in estate, la differenza tra le varie zone della città di Firenze dell'indice "notti tropicali", notti in cui la temperatura minima non scende al di sotto dei 20 °C (tropical nights), raggiunge i 36 giorni, variando tra un minimo di 6 ed un massimo di 42 notti tropicali, indicando che ci sono aree della città in cui, per 42 notti su un totale delle 92 presenti nella stagione estiva, la temperatura dell'aria non scende al di sotto dei 20 °C. Questo dato è molto importante perché evidenzia come le persone, soprattutto se anziane, siano più esposte agli effetti del caldo durante le ondate di calore, con evidenti rischi sanitari.

Oltre alla quantificazione delle differenze termiche all'interno della città di Firenze, sono state elaborate delle vere e proprie mappe termiche. Lo sviluppo di queste mappe ha previsto una prima fase di studio delle relazioni esistenti tra temperature, sottoforma di indici (temperatura media, massima minima, giorni di gelo, notti tropicali, ecc..) e le caratteristiche urbanistiche espresse come percentuale di aree verdi (totali e suddivise in base alla tipologia di soprassuolo in aree erbose e aree alberate), percentuale di edifici, percentuale di strade, volume medio degli edifici. Tali caratteristiche urbanistiche sono state calcolate su cerchi concentrici di raggio variabile tra 10 e 500 metri centrati su ogni stazione di temperatura ed umidità dell'aria già presente sul territorio comunale.

Grazie alle relazioni individuate con questo tipo di studi, è stato possibile creare le mappe termiche della città di Firenze (Figura 2).



Figura 2: Esempio di mappa termica della città di Firenze relativa alla temperatura minima estiva

Le mappe delle temperature di una città possono essere strumenti utili per le amministrazioni comunali in quanto, oltre a fornire una valutazione della distribuzione delle temperature in città, contribuiscono ad identificare le aree più critiche e quindi quelle in cui intervenire al fine di migliorare le condizioni ambientali e il benessere dei cittadini. Le mappe termiche possono essere della tipologia più idonea (ad esempio temperatura minima o massima estiva) rispetto agli scopi di mitigazione che l'amministrazione comunale si prefigge. Le mappe termiche possono avere anche altre applicazioni: possono, ad esempio, servire ad individuare le zone più critiche durante le ondate di calore, combinando la mappa termica elaborata in base all'indice climatico "giorni caldi" (Temperatura massima maggiore di 34 °C) o "notti tropicali", con

la mappa relativa ai residenti anziani. Oppure è possibile utilizzare le mappe termiche per identificare i periodi di fioritura di alcune piante, per ottenere così delle mappe che diano delle informazioni a carattere estetico (se si prendono in considerazione piante ornamentali) oppure sanitario, se si prendono in considerazione piante con polline allergenico. Le applicazioni delle mappe delle temperature delle città sono quindi molteplici e possono servire per la pianificazione di interventi volti al miglioramento dell'ambiente urbano e del benessere e della salute dei cittadini.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Conti S., Meli P., Minelli G., Solimini R., Toccaceli V., Vichi M., Beltrano C., Perini L, (2005). Epidemiologic study of mortality during the Summer 2003 heat wave in Italy. *Environ Res.* Jul; 98(3): 390 – 399
- IPCC (2007). *Climate change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II.* In: *Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds. Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L.), Cambridge University Press, Cambridge.
- Kalkstein L.S., Davis R.E. (1989). Weather and human mortality: An evaluation of demographic and interregional responses in the United States. *Annals of the Association of American Geographers*, 79: 44-64
- Neil K, Landrum L and Wu J. (2009). Effects of urbanization on flowering phenology in the metropolitan phoenix region of USA: Findings from herbarium records. *Journal of Arid Environments*. 74(4): 440-444
- Oke, T.R. 1972 – *Boundary layer climates*, Methuen, London: 372 pp
- Oke, T.R., 1981 – Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. *International Journal of Climatology*, 1, 237-254
- Petralli M, Massetti L, Orlandini S. (2011). Five years of thermal intra-urban monitoring in Florence (Italy) and application of climatological indices. *Theor Appl Climatol* 104(3-4) 349-356.
- Petralli M, Morabito M, Cecchi L, Crisci A, Orlandini S. (2012). Urban morbidity in Summer: ambulance dispatch data, periodicity and weather. *Central European Journal of Medicine*, 7(6): 775-782
- Petralli M, Massetti L, Brandani G., Orlandini S. (2013). Urban planning indicators: useful tools to measure the effect of urbanization and vegetation on summer air temperatures. *International Journal of Climatology*, in press
- Unger J. 2004. Intra-urban relationship between surface geometry and urban heat island: review and new approach. *Climate Research*. 27:253-264

USARE SENZA SFRUTTARE: IL FOTOVOLTAICO E LA CITTÀ

Orio De Paoli - Politecnico di Torino – DAD (Dipartimento di Architettura e Design)

Emanuele Poli - Università degli Studi di Pavia- Dipartimento di Studi Umanistici (Sez.di Sc. Storiche e Geografiche)

Anna Rosa Candura - Università degli Studi di Pavia- Dipartimento di Studi Umanistici (Sez.di Sc. Storiche e Geografiche)

Abstract

La rapida diffusione (in Italia) negli ultimi anni, della tecnologia solare ha prodotto, oltre ad indubbi vantaggi sotto il profilo energetico, una sorta di deformazione nella cultura ambientale. Tale deformazione consiste nell'approccio che parte dei progettisti ha adottato, occupandosi esclusivamente della funzionalità e della resa delle strutture di produzione energetica; ciò sta inducendo studiosi e cultori della materia ambientale a ri-considerare l'aspetto estetico e l'impatto dei dispositivi captanti sul paesaggio. Il presente contributo cerca di fornire spunti per ragionare sugli esempi sia di ciò che già esiste sia di ciò che, attualmente, è solo in progetto, allo scopo d'individuare elementi di equilibrio fra aspetto e funzione.

1- Premessa

«La rapidità dell'evoluzione del settore fotovoltaico sta avendo la forza di un terremoto. Lo sconvolgimento ha colpito il mondo stesso del solare perché mette in crisi produttori europei e statunitensi non in grado di competere con i prezzi cinesi. Ma sta creando un'onda che per la sua ampiezza allarma anche i produttori di altre tecnologie. I primi a risentirne sono stati i fornitori di centrali a solare termodinamico che, negli Stati Uniti, hanno visto molti progetti convertiti a favore del fotovoltaico. La concorrenza toccherà però anche altri comparti, considerato che i costi dell'elettricità solare sono ormai allineati ai valori dell'eolico offshore.»(Scognamiglio, Bosisio e Di Dio, 2013, p. 11). Le scelte condizionate da momenti storici difficili (ciò che, pressoché sempre, significa crisi economica) non sono necessariamente foriere di errori e danni; spesso, anzi, contribuiscono a ri-conoscere valore a ciò che il benessere tende a dimenticare. Molti, inoltre, sono i farisei che si stracciano le vesti in pubblico e si sfregano le mani in privato, in particolare coloro che possono trarre vantaggio da scelte o azioni dannose per la società, giustificandosi con la scusa della crisi economica. Altri pensano che non si possa produrre alcunché di buono senza sconfinare risorse economiche. La pur breve storia della produzione di energia elettrica da fotovoltaico(2) infila parecchi bastoni in varie ruote filistei. «È facile riscontrare come il tema del ricorso alle energie rinnovabili abbia assunto negli ultimi anni una centralità del tutto nuova nel panorama culturale contemporaneo. Visti i drastici aumenti del costo dell'energia, e anche i recenti disastri ambientali causati dal petrolio e dal nucleare, l'attenzione generale del pubblico si è infatti concentrata sul tema del risparmio energetico come mai prima d'ora, e l'interesse verso nuove fonti energetiche più economiche e più sicure dal punto di vista della salute collettiva ha assunto dimensioni sempre maggiori. Se si restringe il campo di osservazione agli edifici, rispetto al contesto nel quale si sono mosse le ricerche in questi anni, la maggiore novità è costituita dalla recente direttiva europea che impone che a partire dal 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione debbano essere a consumo energetico quasi zero, mentre già dal 2018 debbano esserlo quelli di proprietà pubblica (European Directive on the Energy performance of buildings 2010/31/EU del 19 maggio 2010 (Official Journal of the European Union). All'art. 9, "Nearly zero-energy buildings", si legge: "1. Member States shall ensure that: (a) by 31

December 2020, all new buildings are nearly-zero energy buildings; and (b) after 31 December 2018, new buildings occupied and owned by public authorities are nearly zero-energy buildings. Member States shall draw up national plans for increasing the number of nearly zero-energy buildings. These national plans may include targets differentiated according to the category of building“.). Tale prescrizione normativa comporterà implicazioni considerevoli sul modo in cui gli edifici vengono concepiti e realizzati, ma anche, potenzialmente, sull’aspetto che gli edifici assumeranno.» (Scognamiglio, Bosisio e Di Dio, 2013, p. 13).

2 – Recenti sviluppi in Italia

Nonostante l’Italia abbia primeggiato in Europa per quanto riguarda l’installazione di FV nell’ultimo biennio, proprio l’aspetto della grande e rapida diffusione del sistema ha generato una sorta di deformazione culturale legata non tanto alla funzionalità quanto alle implicazioni paesaggistiche. Nel nostro Paese, questa tecnologia si è diffusa negli ultimi 10 anni, mentre in gran parte del Nord Europa è in uso già da lungo tempo; l’impiego di tali tecnologie, peraltro, in Italia è differente rispetto a gran parte degli altri Paesi. Ciò è dovuto ad un’eccessiva convenienza economica degli incentivi, che si sono rivelati un business per chi avesse i mezzi per creare grandi impianti, arrecando al territorio modifiche negative per l’ambiente. Tale situazione deriva da un corpo normativo antiquato, relativo alla prima fase della diffusione del FV, durante la quale era necessario imprimere un forte impulso alla tecnologia. Gli interessi che hanno spinto i governi ad incentivare le fonti rinnovabili sono legati all’adempimento del protocollo di Kyoto. Rispetto alla Germania, leader da oltre un decennio nel mercato FV, l’Italia nel 2011 ha installato il triplo della potenza; sono, infatti, stati superati i 10.000 MW di potenza FV installata sul territorio nazionale, grazie agli incentivi del Conto Energia(3). Ove molto diffuso, il FV, oltre ad incidere negativamente sulla produttività agricola, potrebbe ridurre l’attività fotosintetica e la biodiversità, con un impoverimento del tenore di carbonio nel suolo e di biomassa emergente; la conseguenza sarebbe l’emissione, anziché la fissazione, di CO₂ (il suolo rappresenta il maggior pozzo di assorbimento di carbonio). Il nostro paesaggio è già molto compromesso, pertanto è necessario individuarne le porzioni già irrimediabilmente pregiudicate, così che possano essere destinate ad ospitare nuovi impianti FV.

3 – Considerazioni sull’impatto ambientale del fotovoltaico

Nel processo produttivo dei pannelli vengono utilizzate sostanze che richiedono adeguati sistemi per evitarne la tossicità e che necessitano la presenza di sistemi di sicurezza e attrezzature specifiche per tutelare la salute dei lavoratori. In caso di guasti, il danno all’ambiente può essere notevole, ma locale, poiché l’inquinamento prodotto in caso di malfunzionamento della produzione incide soprattutto sul sito nel quale è posta la produzione stessa. Un pannello solare ha una durata di vita stimata di circa 25 anni; oltre tale periodo, non smette di funzionare, ma la sua resa diminuisce. Al termine del loro ciclo di vita, i pannelli divengono un rifiuto speciale da trattare. I moduli dei pannelli sono composti da numerosi elementi, fra i quali anche sostanze tossiche come il rame, il piombo, il gallio, il selenio, l’indio, il cadmio e il tellurio. Giunto alla fine della propria vita, il pannello richiede uno specifico metodo di riciclaggio. La vendita dei pannelli FV sta trovando negli ultimi anni un forte riscontro commerciale; è molto probabile che, negli anni venturi, le stesse aziende produttrici sviluppino un interesse diretto a costruire pannelli che consentano il recupero dei materiali. Durante l’utilizzo, il pannello FV non comporta rischi per la salute umana; in questa fase, può essere considerato critico soprattutto l’impatto sul paesaggio. Si pensi, ad esempio, alle città d’arte italiane o al suolo agricolo. La tutela del paesaggio sarebbe garantita dall’integrazione architettonica dei pannelli negli edifici di nuova costruzione e dalla diffusione dei pannelli a film sottile. Un impiego strategico dei pannelli potrebbe essere l’installazione in aree marginali non utilizzate (terrazze, tetti di capannoni o pensiline)(4). L’impatto sul paesaggio ha un legame molto forte

con la cultura e la percezione della collettività, ma il danno visivo dei pannelli FV, confrontato con l'enorme quantità di energia fossile risparmiata in 25 anni di vita, si traduce in un notevole passo verso la tutela ambientale, con svariate tonnellate di Co2 non emesse a parità di energia prodotta.

4 – Aspetti negativi del fotovoltaico a terra

Il 5% circa del territorio italiano è urbanizzato, quindi, ove s'iniziasse a coprire una parte dei tetti col FV, si produrrebbe abbondante energia; la domanda energetica è in costante crescita e saranno sempre necessari nuovi impianti. Attualmente, accanto alla creazione di piccoli impianti sui tetti degli edifici, proliferano le richieste di autorizzazione alla creazione d'impianti a terra, detti 'parchi FV'; si tratta di schiere di pannelli, in file parallele con adeguato orientamento, sopraelevati rispetto al piano di campagna. Queste strutture hanno un impatto sul paesaggio visibilmente maggiore rispetto a quello dei pannelli integrati nei tetti. I contributi per le energie rinnovabili provengono da una quota che tutti paghiamo sulla bolletta elettrica (CIP6); forse sarebbe più corretto stabilire piccole quote per finanziare impianti familiari, stimolando la consapevolezza e l'acquisizione di stili di vita energeticamente sostenibili(5).

5 – Collocazione del fotovoltaico: fabbricati, ponti e passerelle pedonali, barriere fonoassorbenti, discariche e cave dismesse

Grande importanza deve essere data all'individuazione di territori nei quali sia più indicata l'installazione del FV, evitando l'alterazione eccessiva del paesaggio. Come si accennava sopra, si tratterebbe di sfruttare aree già compromesse. Osservando il paesaggio urbanizzato, è possibile fare un computo delle superfici impiegabili a tale scopo, evitando le coperture nei centri storici, nei borghi montani e nei terreni agricoli.



- I fabbricati

Tipiche dell'edilizia industriale, presenti soprattutto nelle nostre aree periferiche, sono le coperture a shed, a falda e piane. Diversi sono gli interventi già realizzati in Italia, ma si tratta ancora di casi sporadici. Le coperture a falda, ad esempio, sono potenzialmente adattabili all'integrazione fotovoltaica, a patto che siano correttamente orientate rispetto alla radiazione solare. Un buon esempio italiano è la cascina Menozzi di Landriano (Pavia)(6).



DATI TECNICI

Impianto fotovoltaico da **19,44 kWp**

Località: **Landriano (PV)**

Caratteristiche tecniche:

n. 108 moduli fotovoltaici **Trina Solar** da 180 Wp;

n. 3 inverter **Fronius IG60 HV**

Posa: integrato

Emissioni di CO2 evitate: i 108 pannelli fotovoltaici installati permettono di evitare l'emissione in atmosfera di circa 210,46 t di CO2 all'anno. www.enerpoint.it/sistem/pannelli-fotovoltaici-esempio-7.php

– Ponti e passerelle pedonali

Nel caso del FV applicato come copertura di ponti e passerelle, non sempre i risultati estetici sono apprezzabili. Il collocamento va pianificato attentamente nella posizione e nella forma, onde evitare di compiere gravi errori e compromettere il paesaggio. Un esempio rilevante è costituito dall'intervento realizzato sul ponte ferroviario londinese della stazione di Blackfriars, sull'omonimo ponte vittoriano sul quale stati installati 4.400 pannelli FV.

Altro esempio si trova in Australia ed è la passerella Kurilpa di Brisbane. Lungo 470 metri, con i suoi 84 pannelli rappresenta una fonte di energia FV (circa 100KWh al giorno, una media annuale di 38 MWh all'anno) che abbatta l'emissione di carbonio di 37,8 tonnellate l'anno. È un esempio positivo d'integrazione architettonica dei pannelli.

– Le barriere fonoassorbenti

Un progetto pilota è stato realizzato sulla A22, l'autostrada del Brennero, in corrispondenza di Marano d'Isera, in provincia di Trento. Le barriere antirumore sono state realizzate con pannelli FV, così che possano produrre energia elettrica. La lunghezza complessiva della barriera è di 1041 metri per un'altezza di 5,60 metri; la superficie FV totale è di 4907 metri quadrati. L'energia prodotta viene in parte utilizzata per il fabbisogno dell'autostrada, mentre l'eccedenza viene immessa nella rete pubblica.

Il generatore ha una produttività annua pari a 680.000 KWh.

- Discariche e cave dismesse

Sono abbastanza diffusi gl'interventi promossi da regioni e comuni per il riutilizzo degli spazi compromessi dal punto di vista ambientale, ad esempio cave esaurite e discariche sature. Un esempio è la cava di Balangero, ex miniera di amianto a 30 chilometri da Torino. Il territorio è montuoso ed ha un'estensione di circa 400 ettari, con un complesso industriale dismesso di 40 mila metri quadrati. All'interno della cava, si trova un bacino lacustre che raccoglie acqua per 2 milioni di metri cubi. Nel 2010 è stato presentato, al ministero dell'Ambiente, un progetto per la realizzazione di 5 campi FV ove saranno installati 21.300 moduli da circa 170 Watt cadauno. Le opere interesseranno essenzialmente i gradoni pianeggianti del versante Sud, lato Balangero, della miniera, con insolazione ottimale. Il profilo del pendio e la conformazione dei gradoni consentirà di mascherare gl'impianti. La superficie netta dell'intero campo, ad opera completata, dovrebbe essere di 95mila metri quadrati. (Strazzullo, 2010, www.dailyenmoveme.com).

6 – Osservazioni conclusive

Nella storia dell'insediamento umano, il tetto ha subito trasformazioni a seconda dei territori, dei materiali disponibili e delle conoscenze acquisite dall'Uomo. La sperimentazione tecnologica può suggerire nuove forme che trascendano le esperienze consolidate. Il tetto inclinato (forma primordiale) è stato, quindi, diversamente progettato in base alle necessità costruttive, energetiche ed estetiche: alle tradizionali tegole in laterizio, ardesia, legno e metallo, si sono aggiunte le tegole fotovoltaiche, in cemento anti-smog e trasparenti. L'installazione di pannelli FV sui tetti a falda esistenti è dovuta ad esigenze energetiche. L'obiettivo di efficienza energetica edile si scontra, tuttavia, con l'architettura e la memoria storica e paesaggistica delle città italiane. Non tutte le soluzioni studiate hanno riscosso il medesimo successo, nonostante la cogente necessità di autosufficienza energetica. La ragione principale risiede nell'estetica delle forme, che spesso non sono un'innovazione, ma sono un semplice compromesso tra ciò che è già stato accettato dalla nostra cultura e ciò che rappresenta la vera innovazione. Tegole e losse fotovoltaiche sono solo alcuni degli esempi di dubbia resa estetica. Non va dimenticato, infine, che per quanto ben integrato, il fotovoltaico (nella sua configurazione di base) si presenta di un colore tra il blu e l'azzurro, variabile in base alle forme ed ai materiali che lo costituiscono. Ciò rappresenta un evidente problema, soprattutto ove l'oggetto vada installato in contesti storici o rurali. Il contrasto di colori, tra le coperture tradizionali ed il modulo del fotovoltaico, potrebbe essere tollerato in determinate condizioni, con l'arrivo del modulo FV colorato, che risolve alcuni problemi dei vincoli paesaggistici, in particolare nelle regioni caratterizzate da identità storico-paesaggistiche. Si ricordi, infine, il caso delle unità spaziali minime «L'autosufficienza è la caratteristica principale di alcune unità spaziali minime che utilizzano impianti fotovoltaici non connessi alla rete per soddisfare i fabbisogni di energia elettrica legati alla loro funzione. Queste unità possono essere progettate per essere inserite in ambienti urbani o naturali, così come in situazioni di emergenza; di conseguenza tecnologie e materiali possono variare in funzione del sito e dell'impiego. La caratteristica dell'autosufficienza delle unità spaziali minime crea una relazione molto stretta tra la loro domanda energetica e la produzione del generatore fotovoltaico, e cioè, in ultima analisi, tra architettura e fotovoltaico. Infatti, un'importante implicazione di questa condizione di autosufficienza è che l'aspetto (l'estetica) del progetto architettonico è fortemente condizionato dal fotovoltaico. Più in dettaglio, la dimensione del generatore (area) deve essere commisurata alla domanda energetica; e, inoltre, la producibilità dell'impianto deve essere massimizzata (in modo da non richiedere un'area troppo grande). Questi parametri influenzano notevolmente il progetto architettonico; infatti, come è noto, la producibilità del fotovoltaico dipende dal posizionamento dei moduli e dalle loro caratteristiche tecniche. Così, da una parte, il corretto posizionamento del generatore fotovoltaico influenza la forma dell'unità spaziale, dall'altra le caratteristiche tecniche dei moduli (per esempio opacità, semitrasparenza, tecnologia impiegata) limitano la variabilità formale del fotovoltaico, poiché la loro scelta deve essere orientata alla massima produzione ed efficienza.»(Scognamiglio, Bosisio e Di Dio, 2013, p. 22).

MODULO CAPA
Matosinhos,
Portogallo.
Progetto Cannata
& Fernandes.



Fonte: Scognamiglio, Bosisio e Di Dio, 2013, p. 22.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Bagliani M., Dansero E. e Puttilli M.G. (edited by), *Territory and energy sustainability: the challenge of renewable energy sources*, Lille (France), Université de Lille, 2008 (a).
- Bagliani M., Dansero E. e Puttilli M.G., "Energia e fonti energetiche rinnovabili: quali vocazioni per la regione Piemonte?", in *Ires Piemonte* (a cura di) *Ires Scenari - Terzo rapporto triennale sugli scenari evolutivi del Piemonte*, TORINO, Ires Piemonte, 2008 (b), pp. 138-149.
- BAGLIANI M. e PIETTA A., *Territorio e sostenibilità: gli indicatori ambientali in geografia*, Bologna, Pàtron, 2012.
- Bianchi E., Perussia F. e Rossi M., *Immagine soggettiva e ambiente*, Milano, Unicopli, 1985.
- BIANUCCI M., BONCI L., BOSIO A., LENTI C., ROMEO A. e ROMEO N. (a cura), *Tecnologie a film sottile per moduli fotovoltaici e prospettive di una start up*, Atti Conv. Restauro, Paesaggio e Sostenibilità, Rimini, 2005.
- Candura A.R e De Paoli O., "Conservazione del futuro: fotovoltaico e tradizione paesaggistica mediterranea", in *Atti della 16a Conferenza Nazionale ASITA*, Vicenza, 6-9 novembre 2012, pp. 353-358.
- CANDURA A.R e DE PAOLI O., "Classificazione di aree periurbane per interventi ambientali", in *Atti 15a Conf. Naz. ASITA*, 2011, pp. 581-590.
- Castiglioni B. e De Marchi M. (a cura di), *Paesaggio, sostenibilità, valutazione*, collana "Quaderni del Dipartimento di Geografia", 24, Università di Padova, 2007.
- DE PAOLI O. e CANDURA A.R., "Aree periurbane ed espansione edilizia", in *Boll. AIC*, 143 (2011), pp. 111-126.
- DE PAOLI O. e RICUPERO M., *Sistemi solari Fotovoltaici e Termici. Strumenti per il progettista*, Torino, Celid, 2007.
- Magrini A. e Ena D., *Tecnologie solari attive e passive*, Roma, EPC libri, 2002.
- Marano A., *Design solare. Tecnologia fotovoltaica e linee guida per l'innovazione del prodotto*, Roma, Gangemi, 2013.
- MERLO F., *Energie rinnovabili ed integrazione architettonica: un difficile compromesso*, Politecnico di Torino, 2012.
- Pagliaro M., Palmisano G. e Ciriminna R., *Il nuovo fotovoltaico. Dal film sottile alle celle a colorante*, Palermo, Flaccovio, 2008.
- Pardi G. e Lucci A., *Architettura energetica. Soluzioni sperimentali per il risparmio nell'housing*, Firenze, Alinea, 2010.
- Pardi G., "Introduzione alla ricerca", in Pardi e Lucci (2010, cit.), pp. 5-8.
- Puttilli M. e Vitale Brovarone E., "I paesaggi energetici come paesaggi culturali: in cerca di nuove immagini della sostenibilità", in *Architettura del paesaggio*, 18 (2008), pp. 638-653.
- Righini G. e Nebbia G., *L'energia solare e le sue applicazioni*, Teramo, Edizioni Savine, 2010.
- Scognamiglio A., Bosisio P. e Di Dio V., *Fotovoltaico negli edifici. Dimensionamento, progettazione e gestione degli impianti*, Collana "Manuali di progettazione sostenibile", Milano, Edizioni Ambiente, 2013.
- Sick F. and Erge T. (ed. by), *Photovoltaics in Buildings: a Design Handbook for Architects and Engineers*, London, James & James Ltd, 1996.
- Vallega A., *Le grammatiche della geografia*, Bologna, Pàtron, 2004.
- Vitale Brovarone E. e Puttilli M.G., "Territorialità, sostenibilità, rappresentazioni: i paesaggi energetici / Energy landscapes: territoriality, sustainability, representations", in *Agribusiness Paesaggio & Ambiente*, vol. 11, n. 3 (2008), pp. 199-206.
- Vitale Brovarone E., "Strumenti di indirizzo per gli impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili", in A. Peano (a cura di) *Fare paesaggio: dalla pianificazione di area vasta all'operatività locale*, Firenze, Alinea, 2011, pp. 81-86.

SITOGRAFIA:

www.gridparityproject.it/
www.enplusitalia.eu/v2/index.php/it/energia-rinnovabile/sole
www.enerpoint.it/sistemi/pannelli-fotovoltaici-esempio-7.php
www.cadoringroup.it/
www.lavorincasa.it/articoli/in/progettazione/aziende-green-italiane/
www.behance.net/gallery/Esempio-di-impianto-fotovoltaico-su-copertura-piana/3934691
www.dailyenmoveme.com/it/news/amianto/addio-amianto%E2%80%A6benvenuto-fotovoltaico
www.ilsole24ore.com/art/economia/2011-05-26/sorge-sole-agrovoltico-134639.shtml?uuid=AanS7daD

NOTE:

¹ Il lavoro è frutto di stretta collaborazione; si possono, tuttavia, attribuire i parr. 1 e 6 ad Anna Rosa Candura; i parr. 2 e 4 ad Emanuele Poli; i parr. 3 e 5 a Orio De Paoli.

² D'ora in poi, anche FV.

³ Conto Energia è il nome comune assunto dal programma europeo d'incentivazione della produzione di elettricità da fonte solare mediante impianti fotovoltaici connessi alla rete elettrica. Per approfondimenti, si veda, fra gli altri, il sito http://it.wikipedia.org/wiki/Conto_energia.

⁴ Si veda il progetto di analisi delle aree peri-urbane (DE PAOLI, CANDURA, 2011).

⁵ Argomento importante, in materia di fotovoltaico, è la cosiddetta Grid Parity (GP); si tratta di un insieme di condizioni economiche, caratterizzate dalla coincidenza del costo del kWh del fotovoltaico con il costo del kWh prodotto da fonti convenzionali per tutte le categorie di utenti e per tutte le fasce orarie. Ormai, è dimostrato come, per il traguardo della Grid Parity, non si debbano attendere decenni. Il Conto Energia, l'attuale sistema di sostegno al settore (che in altri Paesi dura da circa dieci anni) dev'essere visto come una condizione transitoria per permettere al fotovoltaico di entrare nel mercato dell'energia elettrica a pieno titolo. (Si veda, fra gli altri, anche il sito www.gridparityproject.it/).

⁶ «Sono ben 108 i pannelli fotovoltaici installati sulla copertura Sud Est della cascina Menozzi. Si tratta di un'azienda agricola didattica sperimentale, sede distaccata della Facoltà di Agraria dell'Università di Milano. [...] L'impianto fotovoltaico è stato [...] dimensionato in modo tale che la corrente elettrica prodotta vanga totalmente utilizzata per lo svolgimento delle attività produttive interne[...].» (Enerpoint); per approfondimenti, si veda il sito www.enerpoint.it/sistemi/pannelli-fotovoltaici-esempio-7.php

STRUMENTI E POLITICHE DI ADATTAMENTO PER UHI NELL'AREA CENTRALE VENETA

Davide Ferro, Laura Fregolent, Filippo Magni, Denis Maragno, Davide Martinucci, Francesco Musco

I cambiamenti climatici e l'Urban Heat Island

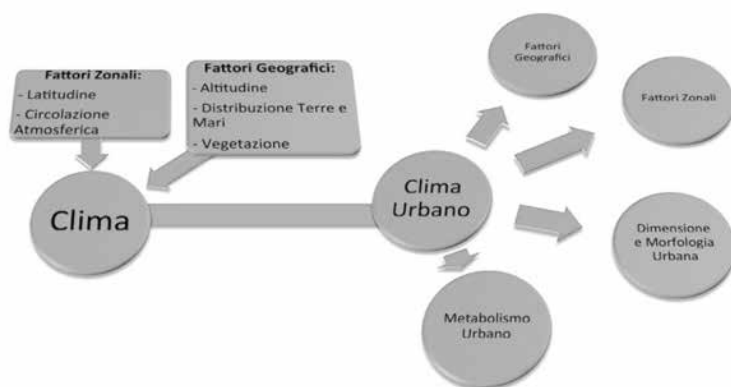


Fig. 1. Clima e il microclima urbano.

Per Urban Heat Island s'intende quel fenomeno fisico che si sviluppa nei maggiori agglomerati urbani determinando un microclima più caldo all'interno delle aree urbane rispetto alle zone rurali circostanti.

Il microclima urbano è dato dall'interazione dei fattori climatico geografici locali con la città¹ (Fig. 1); la dimensione urbana, la sua morfologia e le attività umane che in essa si sviluppano, modificano i naturali

andamenti dei fenomeni climatici della zona geografica di riferimento. I problemi che ne conseguono sono molteplici. Il fenomeno UHI provoca nelle città una peggior vivibilità, riduce la dispersione dell'inquinamento atmosferico e idrico, aumenta i costi energetici per il raffrescamento degli edifici², riduce la biodiversità urbana³ e funge da fattore di amplificazione alle ondate di calore generate dal Global Warming⁴, aumentando i rischi di salute per le fasce di popolazioni a rischio⁵. Le cause dell'UHI sono intrinseche al funzionamento delle città, al modo in cui esse sono state costruite e dal rapporto tra superficie impermeabile e permeabile⁶.

Le conseguenze del fenomeno UHI e in generale gli effetti sul territorio del cambiamento climatico, implica la costruzione di una strategia di approccio all'adattamento, in grado di indirizzare le future trasformazioni alla molteplicità di fattori connessi al cambiamento climatico stesso, ma combinandola con le complessità insite nelle attuali forme di governo del territorio. Risulterà fondamentale orientarne gli ambiti e le priorità di intervento, definendone costi e strumenti d'azione.

Intervenire sul territorio delle città, perseguendo una riduzione delle temperature urbane e adattando le zone maggiormente a rischio alle nuove incidenze atmosferiche, obbliga inoltre ad agire attraverso un approccio ecosistemico capace di considerare, da una parte, i processi di trasformazione indotti dall'uomo e dall'altra, il reintegro e il ripristino dei sistemi naturali.

Il contesto di studio: Il progetto UHI e la città di Padova come laboratorio per l'area centrale veneta

Lo studio è stato reso possibile dalla partecipazione del gruppo di lavoro dell'Università Iuav di Venezia al progetto europeo "UHI- Development and application of mitigation and adaptation strategies and measures for counteracting the global Urban Heat Islands phenomenon" (3CE292P3). Il progetto UHI è finanziato nell'ambito del Programma di Cooperazione Territoriale Central Europe 2007/2013 e ha come obiettivo generale lo studio del fenomeno delle "Isole urbane di calore", si propone di analizzare tale fenomeno e trovare le misure volte alla sua mitigazione attraverso una più efficace gestione del rischio per la salute

umana, l'inserimento di misure preventive di allerta nei sistemi di protezione civile vigenti e di riduzione e contenimento del fenomeno. La fase progettuale ha avuto inizio nel maggio 2011 ed ha una durata prevista di tre anni. Le città partner partecipanti al progetto rappresentano otto tra le maggiori aree metropolitane della regione centrale europea. Si rimanda al sito del progetto per maggiori ragguagli. (<http://uhi.met.hu/>)

Il lavoro parte da alcuni presupposti legati alle specificità territoriali della pianura veneta per lo più caratterizzato da pochi centri storici di piccole dimensioni e da un sistema insediativo diffuso sviluppatosi fortemente in anni recenti. Si tratta quindi di un territorio già intensamente antropizzato, contraddistinto da poche tipologie insediative caratterizzanti e per il quale nel prossimo futuro sono prevedibili sviluppi prevalentemente legate alla trasformazione dei tessuti esistenti. Come evidenziato precedentemente, la Regione Veneto come partner del progetto UHI Central Europe intende far fruttare l'esperienza condotta in questo specifico ambito progettuale per approfondire gli aspetti che legano: clima locale, struttura degli insediamenti e formazione dell'effetto isola di calore; con l'obiettivo di orientare, nel prossimo futuro, le linee di indirizzo dei propri strumenti di pianificazione e gestione del territorio.

Su questo quadro di riferimento è stato scelto il territorio dell'area metropolitana della città di Padova, come ambito "laboratorio" per condurre gli approfondimenti, cui risultati, saranno in seguito trasferiti al resto dell'area centrale veneta.

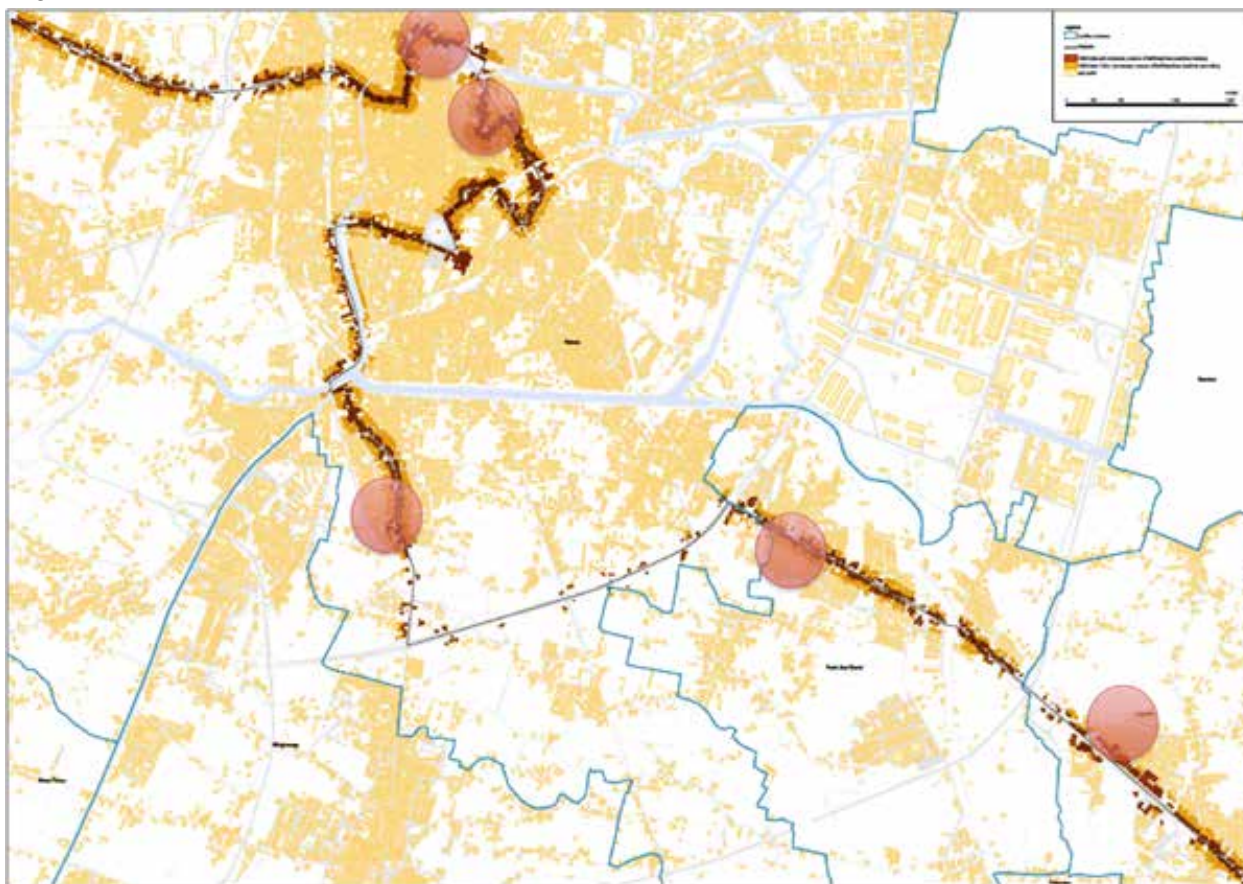


Fig. 1. Clima e il microclima urbano.

La prima fase di approfondimento è avvenuta scegliendo cinque aree pilota all'interno della città di Padova, aree sulle quali compiere le analisi urbanistiche e le rilevazioni sulla presenza dell'effetto isola di calore urbano, tali aree sono state selezionate sulla base della loro collocazione rispetto ad un transetto di rilevazione che attraversa la città di Padova lungo l'asse nord-ovest, sud-est e rispetto a caratteristiche intrinseche legate alla loro struttura insediativa.

- Ambito 1 - Un'area urbana densa posta all'interno del centro storico di origine medievale;

- Ambito 2 - Un'area d'uso misto, situata a ridosso del principale corso d'acqua cittadino e un grande parcheggio (ex stazione autobus);
- Ambito 3 - Un'area residenziale, definita ad "alta densità", realizzata negli anni 60/70;
- Ambito 4 - Un'area residenziale, definita a "bassa densità", realizzata anch'essa negli anni 60/70, posta nel primo anello esterno alla città e composta da edifici isolati di 1/2 piani;
- Ambito 5 - Un'area produttiva, localizzata all'esterno del comune di Padova.

Aree Pilota

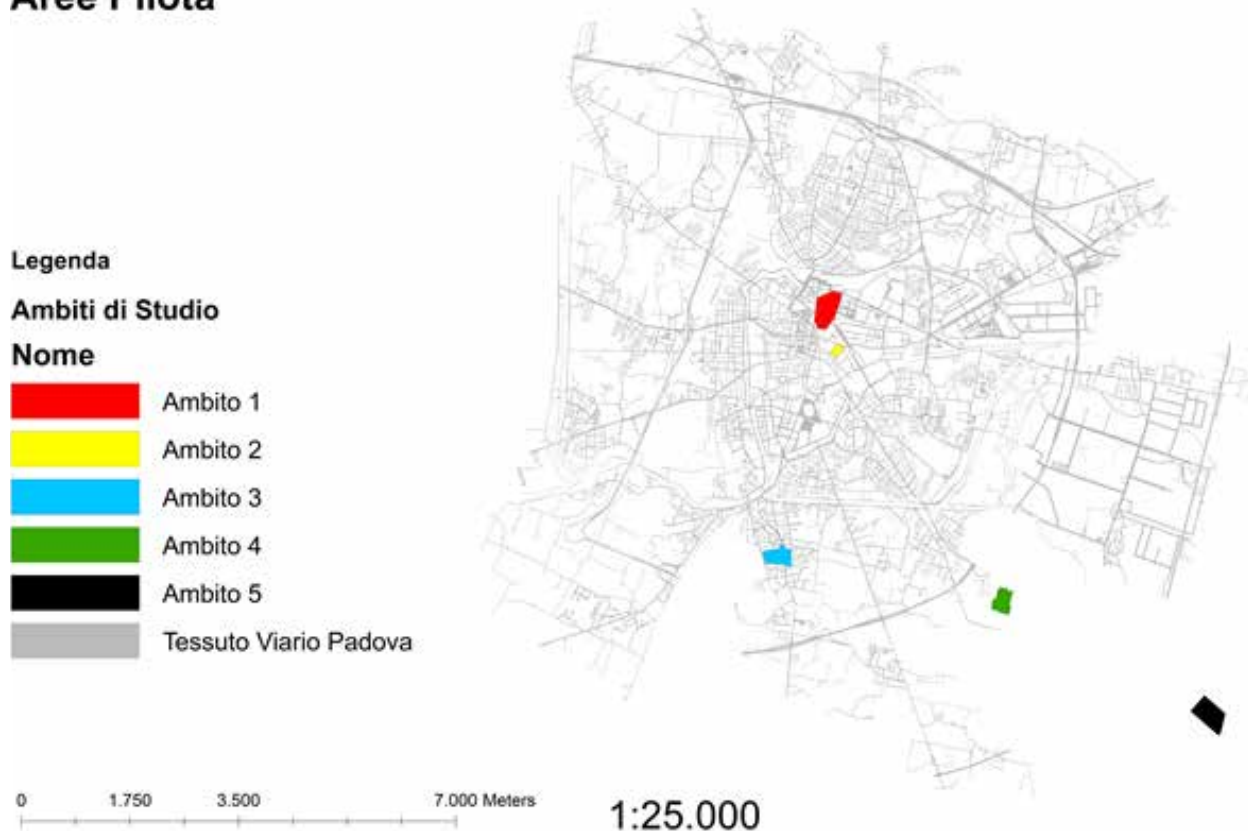


Fig.3. Carta della dislocazione delle aree pilota individuate dal gruppo lavoro

Le metodologie di analisi: Cartografia tradizionale e Remote Sensing. L'area pilota di via Guizza e via Pindemonte

Sulle cinque aree pilota scelte inizialmente è stato selezionato l'ambito "3" Residenziale (anni 60/70) ad alta densità, come ambito per le analisi di dettaglio. L'area in oggetto, dei cinque ambiti inizialmente selezionati, contiene la varietà più ampia di tipologie insediative potenzialmente esistenti anche in altre aree della pianura veneta.

Il lavoro di analisi sul tessuto urbano esistente è avvenuto tenendo in considerazione le linee guida dettate dalla Technische Universität di Vienna (partner di progetto, Resp. Scientifico prof. A. Mahdavi) e si sono sviluppate utilizzando una doppia metodologia di raccolta dei dati: una prima usando il metodo tradizionale di analisi sul campo, classificando nel dettaglio le diverse tipologie di copertura del suolo oltre che di altezza e classe tipologica degli edifici (Fig.4). La seconda metodologia si è affidata invece ai sistemi di Remote Sensing e di elaborazione di dati tridimensionali LIDAR (Figure 5 - 11).



Fig.4. Analisi dell'ambito 3. Rilevazioni eseguite sul campo (elaborazione luav – D. Martinucci, 2013)

Elaborando dati i LIDAR e sovrapponendoli alle ortofoto ad altissima risoluzione è stato possibile ricavare in forma automatica informazioni territoriali indispensabili nell'implementazione delle strategie di adattamento ai cambiamenti climatici. Questa metodologia ha offerto la possibilità di conoscere, per ogni area selezionata, i m2 di vegetazione (distinti per altezza, verde a terra e alberature), il rapporto tra superficie permeabile e impermeabile e l'irradiazione solare incidente.

Ambito "3" Residenziale (anni '70) ad alta densità

-Remote Sensing-



Fig.5. Analisi delle superfici orizzontali urbane. La tecnica utilizzata ha permesso la suddivisione delle superfici dell'area selezionata attraverso una procedura automatica. La possibilità di scomporre e misurare le tipologie di copertura della città con un dettaglio di 0,5 m2, ha permesso la creazione di un atlante delle superfici di grande dettaglio utile non solo agli studi concernenti l'isola di calore urbana, ma adatto anche a supportare le analisi riguardanti il rischio idrologico e valutare i servizi ecosistemici urbani.

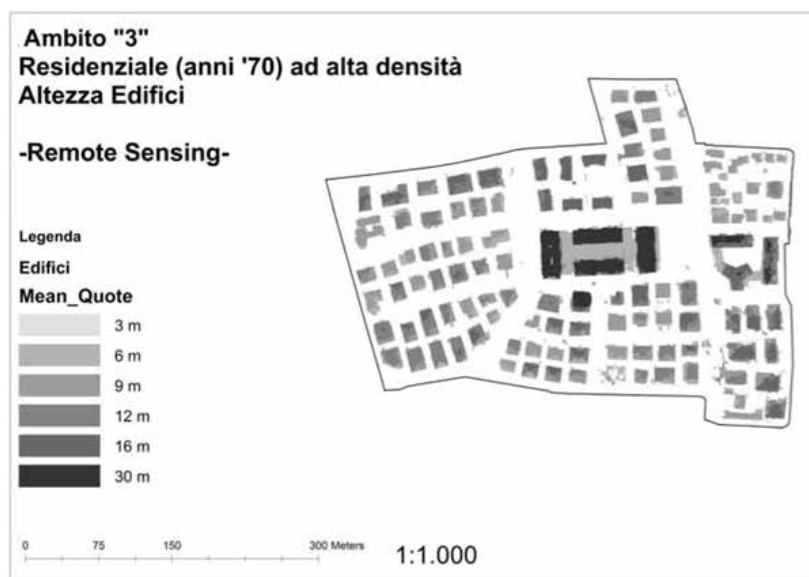


Fig.6. Analisi degli edifici eseguita utilizzando metodologia Remote Sensing descritta nella figura 5. I dati ricavati dall'analisi dei dati LiDAR e le ortofoto ad altissima risoluzione (0.2 m) possono essere elaborati da qualsiasi software GIS e trasformati in dati vettoriali. In questo modo è possibile sapere non solo il rapporto tra superficie permeabile e superficie impermeabile, ma anche l'altezza di ogni singolo oggetto riconosciuto dalle analisi di Remote Sensing come "permeabile" o "Impermeabile" (elaborazione luav – D. Maragno 2013)

Tecnicamente la fase di analisi avviene mediante la creazione di modelli tridimensionali del terreno espressi in forma digitale, come DSM (Digital Surface Model) e DTM (Digital Terrain Model) i quali permettono di identificare e di seguito catalogare le superfici orizzontali urbane con un livello di dettaglio molto elevato. Unendo i DEM (Digital Elevation Model) ottenuti attraverso l'elaborazione dei dati LIDAR con le ortofoto multispetrali (contenente la banda dell'infrarosso vicino) si ha la possibilità di suddividere in forma automatica le superfici orizzontali delle città per tipologia e altezza; ottenendo così un atlante delle superfici composto da alberi con relativa altezza, erba e spazi impermeabili (edifici, strade, parcheggi) (Fig. 5-7). Ulteriori analisi, formulate attraverso software Open Source (Saga Gis, Lastools e Grass), permettono infine la creazione di successive elaborazioni cartografiche, utili a indirizzare le azioni di mitigazione e adattamento, quali lo Sky View Factor e mappa dell'irraggiamento solare (Figure 9-11).

La forza di queste tecniche di analisi risiede nella loro replicabilità in aree urbane molto estese, le quali richiederebbero mesi per raggiungere un simile dettaglio con analisi di tipo tradizionale.

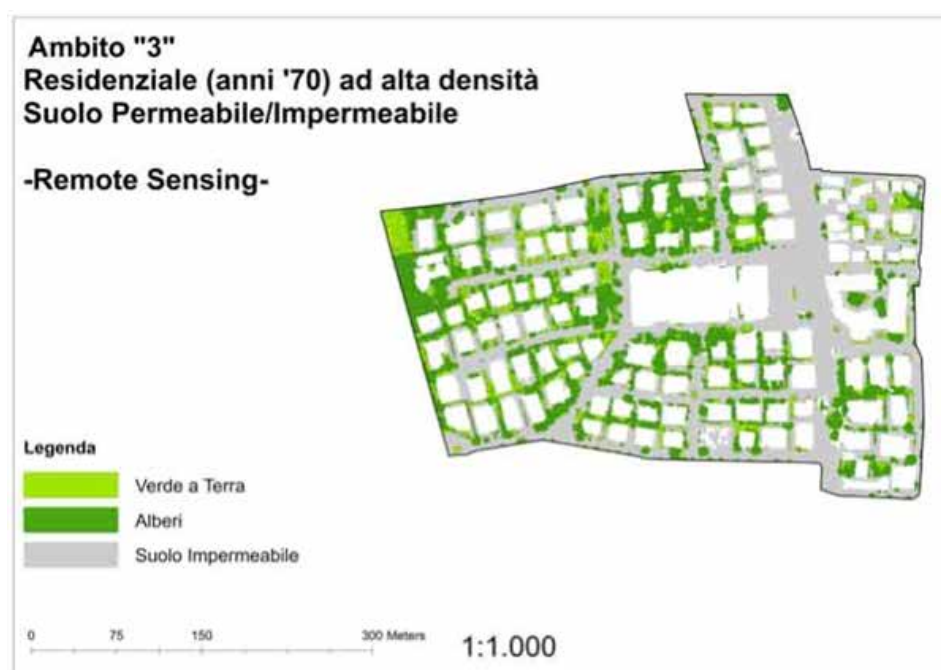


Fig.7. Atlante delle superfici "a terra". La figura illustra il rapporto tra superfici verdi e pavimentate al nudo degli edifici. Le informazioni tradotte in forma vettoriale, contenenti le quote di ogni singolo elemento individuato, permettono di interrogare il dato e scomporre la città in tutte le tre dimensioni (elaborazione luav – D. Maragno 2013).

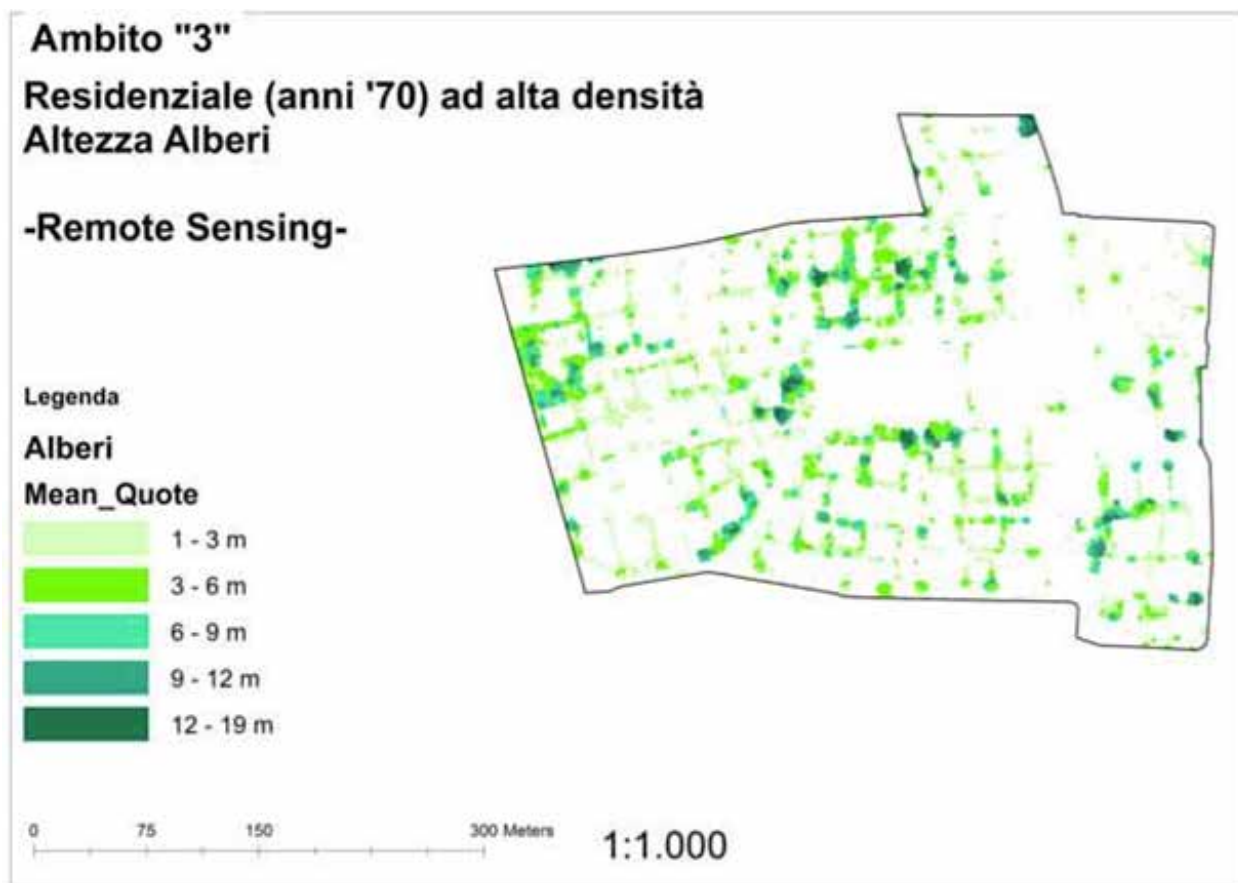


Fig.8. Atlante del verde urbano (elaborazione luav – D. Maragno 2013)

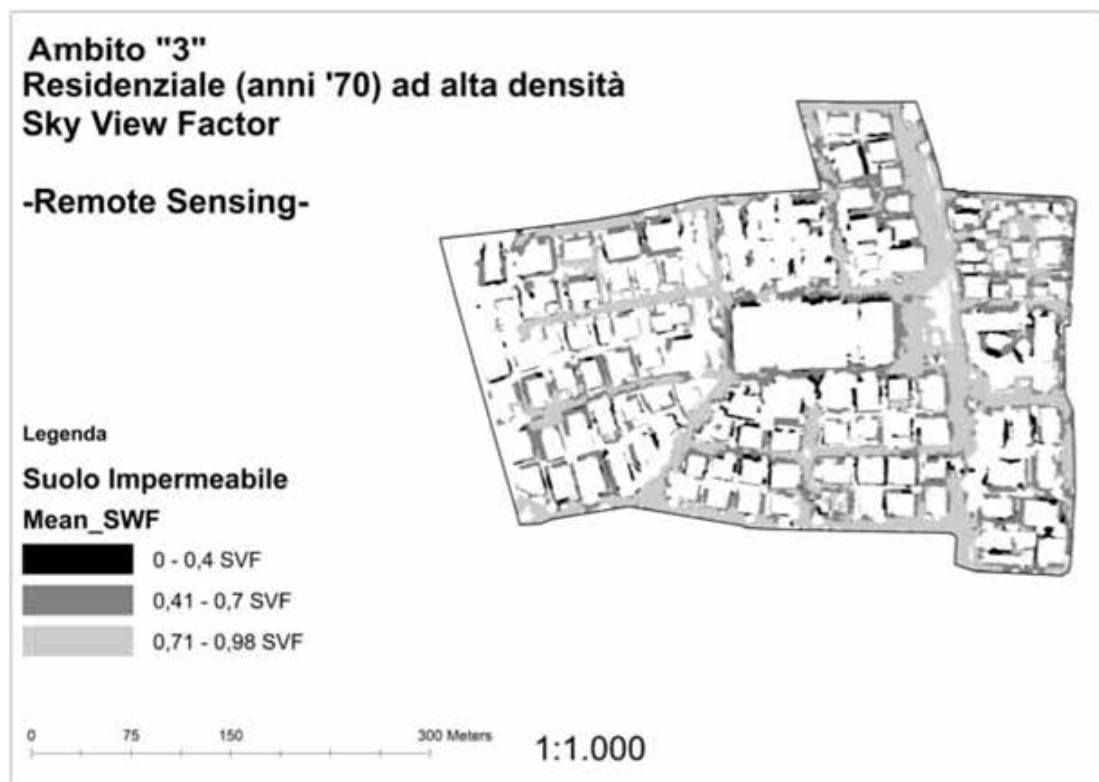


Fig.9. Analisi Sky View Factor. Lo SVF, o fattore vista cielo, misura l'apertura angolare della vista cielo dalla quota 0 dei Canyon Urbani. Calcolare lo SVF senza avere un modello digitale della città espresso forma tridimensionale è molto dispendioso in termini di tempo e risorse, impensabile poterlo eseguire su un'area urbana intera. Poter disporre del calcolo dello SVF, nello studio dell'isola di calore urbana, è molto importante in quanto permette di identificare le superfici verticali degli edifici maggiormente predisposte ad accumulare calore (elaborazione luav – D. Maragno 2013).

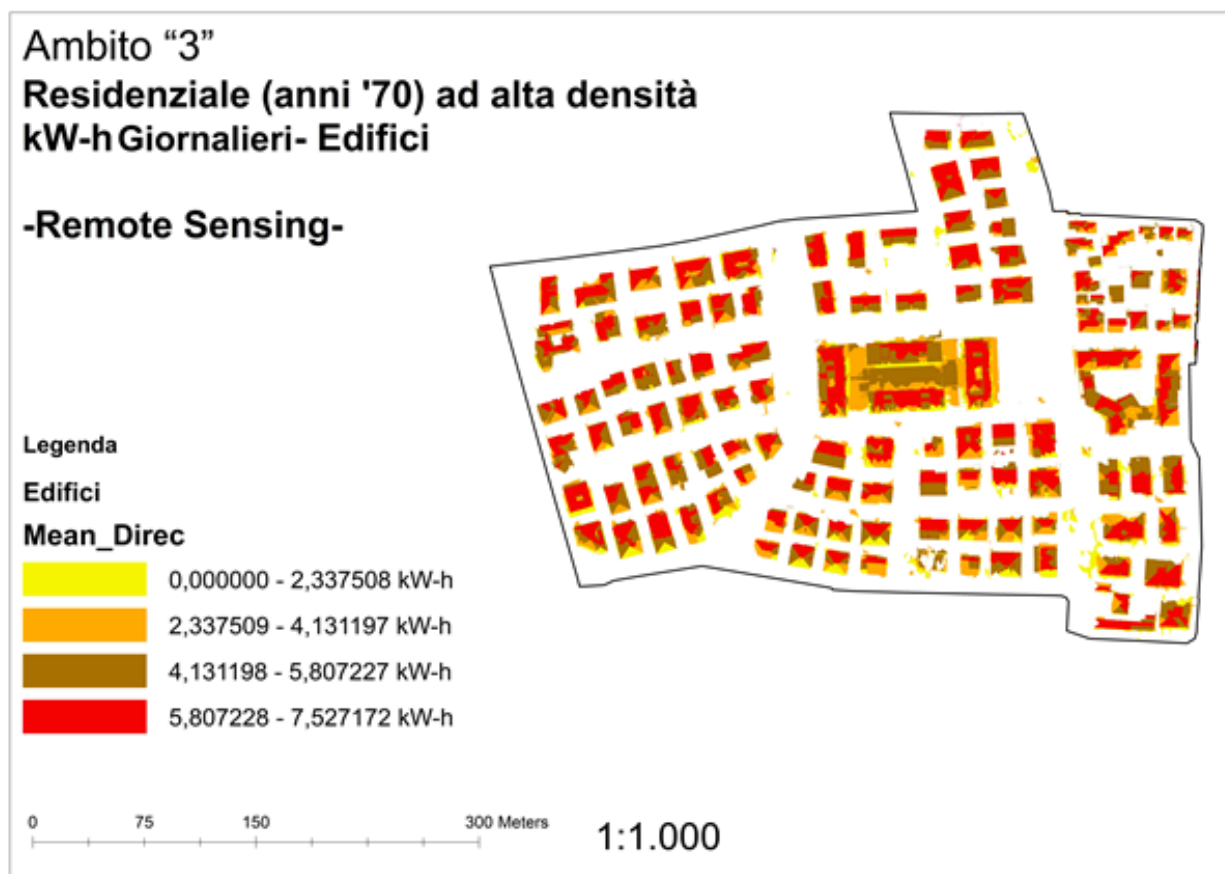
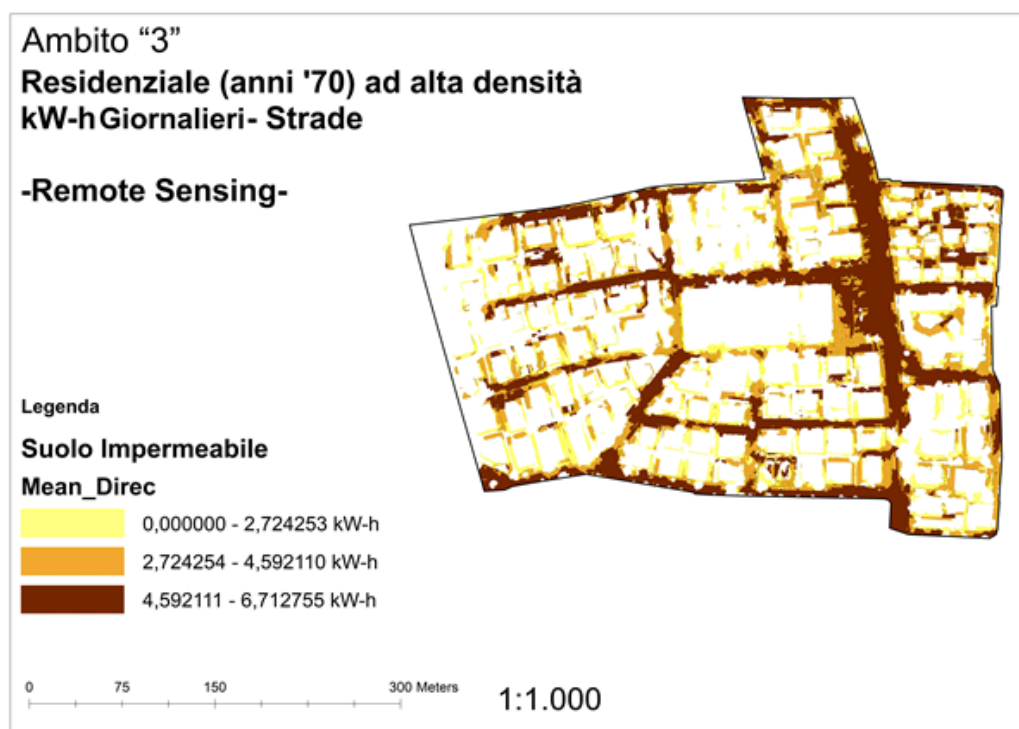


Fig. 10. La figura illustra l'analisi dell'irraggiamento solare compiuto sugli edifici all'interno dell'area di studio. Il vantaggio di disporre del modello digitale del terreno in tre dimensioni permette ai software gis di calcolare l'irraggiamento solare di ogni superficie attraverso complessi algoritmi che simulano il percorso solare e la conseguente proiezione delle ombreggiature degli oggetti urbani. In questo modo l'analisi restituita, oltre essere di grande dettaglio permette di quantificare l'irraggiamento accumulato in un dato periodo di tempo di ogni elemento urbano in termini di ore e Kwh (elaborazione luav – D. Maragno 2013).



Il lavoro di analisi sugli aspetti morfologici del tessuto urbano ha condotto alla costruzione di quattro differenti scenari progettuali di trasformazione dell'area ai fini della mitigazione dell'effetto isola di calore:

- a) "green ground": scenario in cui si ipotizza di aumentare la superficie permeabile dell'area (dal 18% al 23%) mediante conversione di un parcheggio asfaltato in superficie erbosa e piantumazione di alberi alti 10 m lungo le principali strade della zona;
- b) "cool pavements": sostituzione del tradizionale asfalto (albedo 0,2) e cemento (albedo 0,4) utilizzato su strade e marciapiedi con materiali "freddi", cioè con elevato albedo (0,5);
- c) "cool roofs": sostituzione dei tradizionali tetti a tegola o piani rivestiti con materiali "freddi" (albedo da 0,3 a 0,6);
- d) "green ground + cool pavements": scenario dato dalla contemporanea adozione delle due azioni di mitigazione descritte.

I quattro scenari sono stati utilizzati dal gruppo di lavoro dell'Università di Padova⁷ per le simulazioni riguardanti l'efficacia in termini di riduzione di temperatura delle differenti azioni di mitigazione.

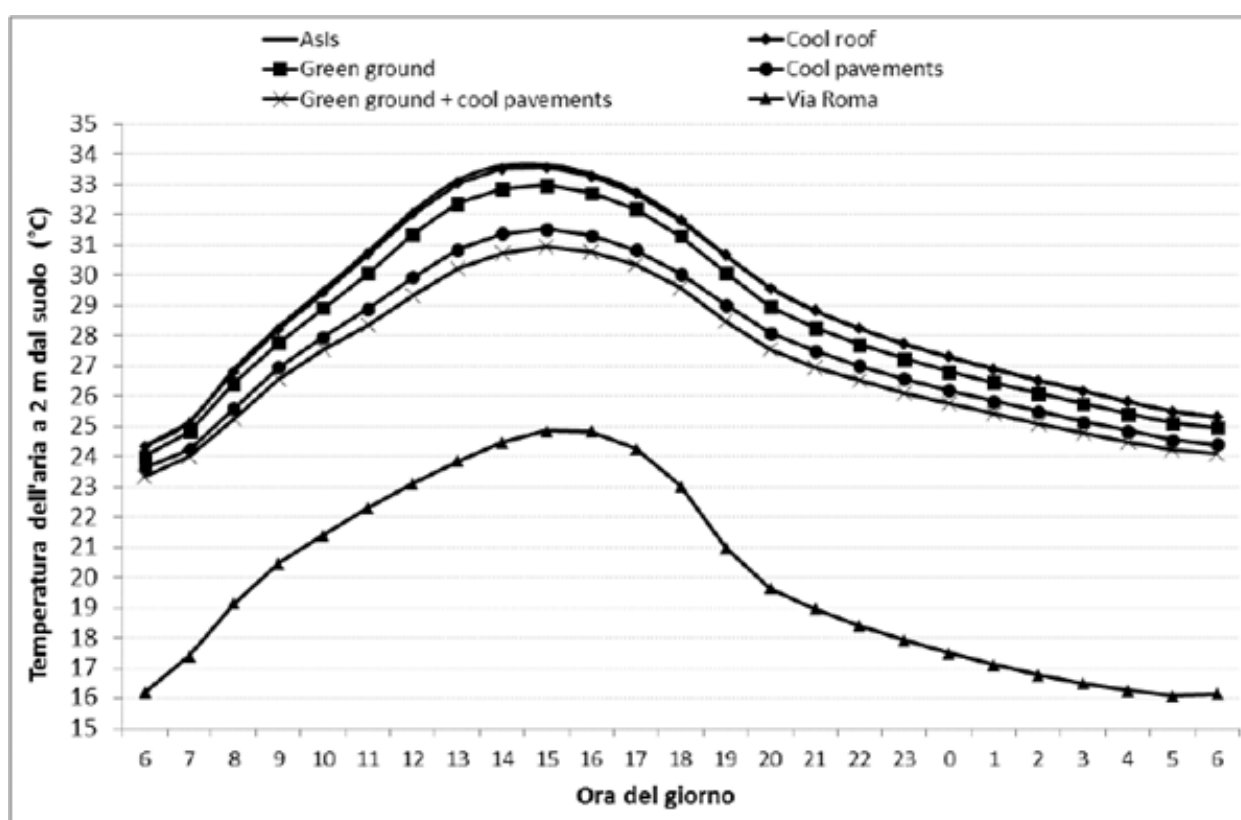


Fig.12 (Elaborazione prodotta da gruppo di lavoro Università di Padova Marco Noro, Filippo Busato, Renato M.Lazzarin), Andamento della temperatura a 2 m sopra il suolo durante le 24 ore della giornata estiva per un punto caratteristico dell'area pilota modellizzata in ENVI-met (parcheggio asfaltato di fronte a condominio) e per il punto in via Roma rappresentativo della zona rurale (aperta campagna). La differenza tra le curve superiori e quella relativa a via Roma indica l'intensità del fenomeno UHI per le diverse azioni di mitigazione ipotizzate, a partire dallo scenario attuale ("AsIs")

Dalle tecniche di mitigazione agli strumenti di pianificazione e gestione del territorio

Ognuno dei cinque ambiti di intervento scelti per questo progetto, sono frutto di un diverso palinsesto di trasformazioni fisiche avvenute nell'arco di diversi anni, sulla base di esigenze o emergenze particolari e orientate da strutture amministrative presenti in determinati periodi storici. In questa fase storica, sarà necessario comprendere, in quale modo, le nuove priorità o emergenze dovute al cambiamento climatico potranno diventar parte del *modus operandi* quotidiano della macchina amministrativa pubblica oltre che del modo di vivere dei cittadini. Nel caso specifico dell'area pilota di progetto, ci si trova ad operare in un ambito di città realizzato tra gli anni 60 e gli anni 70 del secolo scorso, edifici e infrastrutture pubbliche costruite su standard urbanistici ed esigenze sociali dell'epoca. Se gli edifici non hanno subito grandi trasformazioni, rimanendo per lo più identici, lo spazio urbano è stato al centro di sensibili modificazioni, innescate per lo più dall'evolversi delle esigenze di locomozione. In una prima fase, non ancora del tutto terminata, le trasformazioni sono avvenute assecondando la spinta della conquista dello spazio urbano da parte delle automobili, dando una forte priorità alle aree a parcheggio, togliendo superfici utilizzate per il verde e per le alberature; in tempi più recenti (anni 2000), le trasformazioni più importanti sono avvenute per dare spazio a forme alternative di viabilità: la nuova sede tranviaria e le piste ciclabili. Questo scenario rappresenta la base di riferimento, per qualsiasi proposta realistica di trasformazione di spazi ed edifici, sia pubblici che privati.

Il lavoro, ancora in fase di elaborazione, è consistito nel comprendere la metodologia per connettere l'eventuale azione di mitigazione, con la politica o strumento di governo del territorio, oltre che ovviamente con il settore comunale competente (fig. 12-13). Le tecniche di mitigazione, precedentemente testate dal punto di vista prestazionale dalle simulazioni condotte con il gruppo di lavoro dell'Università di Padova, può trovare così un percorso pratico di potenziale applicazione. I risultati evidenziano, su quali strumenti dover lavorare oltre che gli interessi in gioco di ciascun settore. Le misure che troveranno la convergenza di più settori saranno con molta probabilità le più facili da applicare.

Proprietà	Oggetto	Misure di Mitigazione	Politica/ Strumento	Settori Coinvolti
Pubblica	Strada	Albedo coperture e permeabilità pavimentazione	Programma di riasfaltatura	Settore manutenzioni
	Parcheggio			
	Marciapiedi	Apertura nuove aiuole	Progetti specifici di riqualificazione spazi pubblici	Settore verde pubblico Settore infrastrutture
	Piazza			
	Alberature	Manutenzione Esistente	Piano del verde	Settore verde pubblico
		Nuove piantumazioni	Progetti specifici di riqualificazione	Settore infrastrutture
	Edificio	Albedo tetti/facciate	Progetti specifici di riqualificazione/ nuovi edifici	Settore edilizia pubblica

Fig. 12. Proprietà pubbliche e strumenti di mitigazione di UHI

Proprietà	Oggetto	Misure Mitigazione	Politica/ Strumento	Settori Coinvolti
Privata	Edificio	Riflettanza e tipologia del tetto Riflettanza delle pareti	Regolamento edilizio	Settore Edilizia Privata
	Spazio aperto	Estensione e tipologia spazi aperti	Regolamento edilizio Informazione/ formazione Regolamentazione ente gestore servizi idrici	Settore Edilizia privata Settore Ambiente
	Alberature	Manutenzione Esistente Nuove piantumazioni	Regolamento edilizio, piano del verde Informazione/ formazione	Settore Edilizia privata Settore Ambiente

Fig. 13. Proprietà private e strumenti di mitigazione di UHI

Per le porzioni di città ricadenti all'interno della proprietà pubblica, gli interventi con più alto grado di efficacia ricadono sotto le competenze del settore della manutenzione pubblica, il quale detiene la responsabilità sulle trasformazioni, di tutte le superfici esistenti della città, con la possibilità di modificarne l'albedo e quindi l'assorbimento di calore su grande scala. Per le proprietà private esistenti, gli ambiti d'azione normativa si riducono alla regolamentazione delle trasformazioni attraverso lo strumento del regolamento edilizio, al quale può essere aggiunto un lavoro capillare di formazione della cittadinanza che può condurre ad una serie di azioni realizzabili volontariamente dai cittadini all'interno dello loro proprietà.

Conclusioni

Il fenomeno del surriscaldamento delle aree urbane rappresenta un problema sempre più rilevante in termini di qualità della vita nelle città e di salute pubblica. In particolare se messo in relazione ai complessivi fenomeni evidenziati dai cambiamenti climatici, può rientrare all'interno della casistica degli eventi climatici estremi a cui le aree urbane sono sempre più soggette. Integrare nella pianificazione urbanistica norme e misure atte alla calmierazione dei fenomeni dell'isola di calore, può sicuramente orientare gli strumenti di governo della città a garantire una maggiore capacità adattiva delle aree urbane. La sperimentazione in corso con il progetto europeo UHI ha proprio l'obiettivo di garantire indicazioni operative sul fronte della tecnica urbanistica per contrastare i picchi di calore in termini di progettazione e forma urbana, oltre che nel più consolidato approccio tecnologico (su materiali e superfici).

Bibliografia

Berdahl P., Bretz., (1997), Preliminary Survey of the Solar Reflectance of Cool Roofing Materials.

Bonafè G., (2006), Microclima urbano: impatto dell'urbanizzazione sulle condizioni climatiche locali e fattori di mitigazione, Area Meteorologica Ambientale, Servizio IdroMeteorologico, ARPA, Emilia Romagna.

De Sherbinin A., Schiller A., Pulsipher A., (2007), "The vulnerability of Global Cities to Climate Hazards" in Environment and Urbanization, New York.

Iacomussi P., Rossi G., (2010), Proprietà ottiche e termiche dei manti stradali e condizioni di applicazioni nell'illuminotecnica e nell'analisi dell'isola di calore urbana, ENEA.

Oke T. R., (2006), Initial Guidance to obtain Representative meteorological observations at urban sites, World Meteorological Organization, Ginevra.

Papadopoulos A., (2001), The influence of street canyons on the cooling loads of buildings and the performance of air conditioning systems, Energy and Buildings, vol 33.

Stern N., (2009), Clima è vera emergenza, Francesco Brioschi Editore, Milano

NOTE:

¹ Bonafè G., (2006), Microclima urbano: impatto dell'urbanizzazione sulle condizioni climatiche locali e fattori di mitigazione, Area Meteorologica Ambientale, Servizio IdroMeteorologico, ARPA, Emilia Romagna

² Papadopoulos A., (2001), The influence of street canyons on the cooling loads of buildings and the performance of air conditioning systems, Energy and Buildings, vol 33

³ Oke T. R., (2006), Initial Guidance to obtain Representative meteorological observations at urban sites, World Meteorological Organization, Ginevra

⁴ Intergovernmental Panel on Climate Change. Nel 1990 pubblicò il suo primo rapporto sui cambiamenti climatici, dal quale è entrato nel linguaggio comune il termine "global warming".

⁵ Stern Review on the Economics of Climate Change. Si tratta di una dettagliata analisi dei cambiamenti climatici in corso, dei loro impatti e delle misure economiche e politiche che devono essere adottate per mitigare le cause di tali cambiamenti e facilitare l'adattamento dei nostri sistemi economici e sociali. Lo studio richiese due anni di lavoro e fu redatto da Nicholas Stern e da un gruppo di ricercatori inglese nel 2005-06.

⁶ Oke, 1981 - Oke, T.R., Urban Climates and Global Environmental Change, 1997 - Berdahl P. and S. Bretz., 1997 - Oke, 2003

⁷ Marco Noro, Filippo Busato, Renato M.Lazzarin

GEO-ICT E CONOSCENZA CONDIVISA PER CITTÀ INTELLIGENTI E RESILIENTI

Borga Giovanni, Picchio Stefano, Università Iuav di Venezia

Keywords: geo-ICT, quadri di conoscenza dinamici, resilienza, multi-attorialità, telerilevamento, LiDAR

Abstract

L'evoluzione delle città negli ultimi decenni ha evidenziato una crescente difficoltà nella comprensione dei fenomeni urbani. I processi di degrado sembrano aver seguito percorsi e logiche indipendenti dagli strumenti di governo, aggravando le conseguenze di eventi naturali straordinari e rendendo critica l'impostazione di azioni di mitigazione dei rischi.

La UE da alcuni anni sta promuovendo un approccio strategico all'adattamento al rischio e verso l'utilizzo di strumenti innovativi di conoscenza per il quale riteniamo necessaria un'adeguata analisi di criticità e attori coinvolti, lo sviluppo di tecnologie e metodi per il supporto decisionale e l'integrazione dei dati misurati con la conoscenza esperta e il sapere diffuso. Si propongono tre casi di studio relativi alle dinamiche agro-forestali, alla costruzione di una banca dati per la contabilizzazione del verde urbano utile per la protezione dalle acque, la valutazione del fabbisogno energetico e delle emissioni di CO₂ in ambito urbano. I casi di studio valorizzano dati acquisiti da moderne piattaforme di Telerilevamento con sensori multi-spettrali e LiDAR.

Parte I

Città e cambiamenti climatici, complessità, dinamiche e resilienza

L'osservazione del territorio mediante integrazione di dati telerilevati e set di dati storici georiferiti ci restituisce oggi una fotografia da cui emerge una condizione di sostanziale divergenza tra le trasformazioni effettivamente avvenute e le prescrizioni dettate dall'apparato pianificatorio negli anni. La complessità è diventato un elemento che caratterizza non solo le dinamiche urbane e naturali ma anche, e purtroppo, il palinsesto di norme, regolamenti, direttive, e pratiche che i diversi soggetti tenuti a governare il territorio e la città hanno nel tempo costituito. E' ormai piuttosto evidente come questa complessità non possa essere affrontata se non migliorando qualità, coerenza e accessibilità delle informazioni necessarie ad agire.

I temi correlati alla resilienza ai cambiamenti climatici sono diversi; le problematiche vanno dalla gestione della risorsa idrica, al dissesto idrogeologico e idraulico, dall'erosione delle coste alla diminuzione della produttività agricola, agli effetti sulla salute umana e animale e qualità della vita, la diminuzione del valore paesaggistico e dell'attrattività turistica fino a modificazioni strutturali negli equilibri domanda/offerta di energia. Nessuno di questi temi, seppur verticale, può di fatto essere trattato singolarmente o affrontato ad un solo livello di governo come anche chiaramente espresso nel Libro Bianco stesso nel momento in cui si afferma che occorre "un approccio più strategico per garantire che le misure di adattamento necessarie siano adottate per tempo e siano efficaci e coerenti tra i vari settori e livelli di governo interessati"¹.

Intelligenza e resilienza

Oggi disponiamo di moltissimi dati sul nostro territorio e le nostre città, tuttavia si ha spesso la sensazione che essi non siano valorizzati, integrati, analizzati e siano poco accessibili. Il Libro Bianco su questo aspetto non usa mezzi termini auspicando la realizzazione di un "meccanismo di scambio di informazioni sotto forma di strumento IT e di database"². Nello stesso paragrafo il testo sottolinea inoltre la necessità di formare per sviluppare competenze nel settore IT e di realizzare metodi, modelli, set di informazioni e strumenti di previsione per "comprendere e prevedere gli impatti del clima in evoluzione, a individuare i punti vulnerabili e a predisporre le misure di adattamento opportune"³.

Oggi si parla sempre più frequentemente di Smart Cities. In questo contesto intelligenza implica la necessità di integrare conoscenze a più livelli, sia in forma di nuove informazioni (cfr. community sensing), sia in forma di cooperazione multi-attore sulla base di un quadro di riferimento condiviso. Un approccio ispirato alla Smart Governance dichiaratamente mirato a favorire un clima di trasparenza, fiducia e cooperazione tra cittadinanza e istituzioni.

Elementi significativi nella strategia UE

Nella strategia UE la consapevolezza delle dinamiche evolutive assume una particolare rilevanza; si afferma infatti che "Il quadro non è statico ed evolverà in funzione dei dati via via disponibili (...)"⁴. E' chiara anche l'importanza data alla migliore conoscenza del territorio e del clima oltre che degli strumenti di supporto alle decisioni a disposizione del legislatore: "I legislatori e i politici hanno pertanto il compito di capire i vari impatti dei cambiamenti climatici per formulare e mettere in atto politiche in grado di garantire un livello di adattamento ottimale."⁵

Un ulteriore elemento che possiamo ritenere di interesse nella strategia è l'affermazione delle potenzialità offerte dalle aree naturali in termini di contributo all'assorbimento o controllo degli impatti nelle zone urbane⁶ che evidenzia di fatto la necessità di conoscere, interpretare e agire nei contesti naturali per meglio gestire quelli urbani e mitigare quindi gli effetti degli eventi eccezionali sulle zone più vulnerabili.

Risvolti economici nell'approccio UE

Le connessioni tra strumenti di conoscenza e strumenti di valutazione sono in questo contesto tanto evidenti quanto ben delineati dalla letteratura di riferimento. Diversi studi evidenziano come i costi stimati degli interventi di adattamento siano sensibilmente inferiori a quelli del mancato intervento⁷ e su questo tema il Libro Bianco evidenzia chiaramente l'importanza di disporre di dati e informazioni su costi e benefici delle diverse soluzioni di adattamento⁸ e quindi di impostare i processi di acquisizione ripetuta di informazioni con campagne di monitoraggio permanenti e recursive.

L'adattamento ai cambiamenti climatici ha di fatto importanti connessioni con la dimensione economica e con la congiuntura attuale ovvero con il "piano europeo di ripresa economica". Secondo il Libro Bianco infatti "Il rafforzamento della capacità di resilienza dell'UE agli impatti dei cambiamenti climatici è anche un'opportunità di investimento in un'economia a basse emissioni di carbonio che promuova, ad esempio, l'efficienza energetica e la diffusione di prodotti ecologici" prospettando dunque una possibile sinergia tra processi di miglioramento della resilienza attraverso una migliore conoscenza del territorio e ripresa economica; "un'economia creativa, basata sulla conoscenza"⁹.

Approccio GeolCT e Community Sensing

Gli elementi di strategia UE sopra esposti costituiscono una importante griglia di messa a punto di una filiera di produzione di informazioni territoriali basata sulle ICT articolata in fasi: dall'acquisizione dei dati all'elaborazione e analisi che fornisce l'informazione utilizzabile, alla condivisione delle informazioni che sviluppa conoscenza, all'adozione di meccanismi di controllo e valutazione mediante monitoraggio di aree e fattori critici.

La struttura logica di integrazione delle informazioni digitali su base geografica si ispira alla vision della "Digital Earth"¹⁰ ed è un modello che chiamiamo City Model / City Sensing. City Model / City Sensing è un modello costituito da un lato di un set di dati che restituisce col massimo grado di dettaglio e in 3D il contesto fisico del territorio (City Model), dall'altro un secondo insieme di dati sulle dinamiche che si sviluppano sul territorio ottenuti sia per mezzo di misure effettuate con sensori sia mediante contributi inviati dai membri di web communities opportunamente attivate.

Parte II

Una soluzione progettuale orientata al monitoraggio delle dinamiche nell'uso del suolo

Il tema delle trasformazioni territoriali emerge sempre più come domanda di conoscenza all'interno dei sistemi di supporto alle decisioni nelle scelte di Governo del Territorio. La messa a sistema delle informazioni relative ai cambiamenti e sui processi in corso rappresenta una base imprescindibile per poter configurare i futuri assetti di un territorio in quanto quadri di conoscenza dinamici in grado di rappresentare le dinamiche in atto, i trends e la velocità dei cambiamenti tra gli usi nel tempo. Nel nostro paese la dinamica più evidente è rappresentata dalla sottrazione di aree agricole per far posto alla cementificazione delle aree urbane e all'impermeabilizzazione dei suoli generando spesso impatti sul deflusso delle acque, gli effetti isola di calore e riducendo il grado di resilienza delle nostre città¹¹. Parallelamente sempre maggiore interesse sta rivestendo le dinamiche in atto nel sistema naturale, dove l'abbandono delle pratiche agro-silvo-pastorali ha favorito la ricrescita spontanea di boschi nei territori montani minacciando, da un lato, quegli ambienti ad elevato valore per habitat e biodiversità e favorendo, dall'altro, la cattura di CO₂ contribuendo in determinati territori in termini positivi al calcolo nei bilanci di riduzione delle emissioni di gas serra.

I livelli informativi a disposizione per studiare i processi nel tempo sono numerosi: le riprese aerofotogrammetriche sono disponibili nel nostro paese a partire dal secondo dopoguerra e le immagini da satellite dagli anni settanta, con risoluzione e qualità sempre crescente. Questo caso di studio analizza i cambiamenti nell'uso del suolo avvenuti in un arco temporale compreso tra il 1955 e il 2007 sfruttando la disponibilità dei fotogrammi aerei storici acquisiti dall'IGM (1955), dalla Regione Veneto (1978) e CGR (2007) nell'area urbana di Mestre su una porzione di territorio di 25 Km². Il processo di elaborazione principale in questo caso di studio è la classificazione di una serie temporale di immagini aeree, opportunamente ortorettificate, effettuata utilizzando una legenda tematica omogenea utile per valutare il confronto tra classi di uso del suolo (Urbano denso, urbano discontinuo, aree industriali e commerciali, infrastrutture viarie e ferroviarie, verde urbano, aree agricole, aree boschive, aree umide costiere, acque interne, acque marittime, zone di riporto o abbandonate). Il dataset finale è costituito da una struttura di elementi geografici vettoriali generata dall'intersezione spaziale dei tre livelli informativi prodotti dalla classificazione delle rispettive immagini in serie temporale.

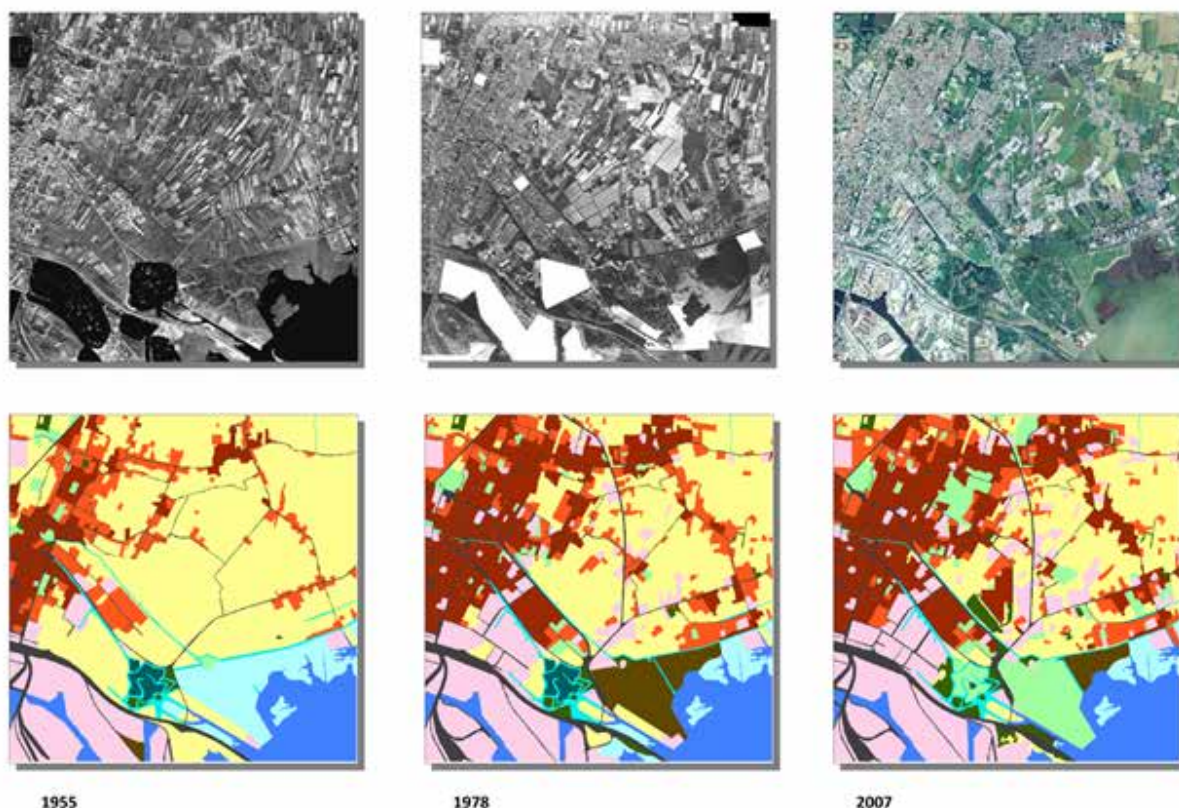


Fig. 1 La classificazione delle immagini in serie temporale

ID	LEGENDA	SUPERFICIE 1955 (ettari)	SUPERFICIE 1978 (ettari)	SUPERFICIE 2007 (ettari)
		1955	1978	2007
1	Urbano denso	143,06	406,20	474,59
2	Urbano discontinuo	222,22	228,48	209,75
3	Aree industriali e commerciali	236,93	408,22	457,95
4	Infrastrutture viarie e ferroviarie	116,75	174,74	189,49
5	Verde urbano	28,40	44,17	224,63
6	Aree agricole	1280,23	756,31	549,56
7	Aree boschive	13,19	23,49	52,04
8	Aree umide costiere	165,76	63,16	46,12
9	Acque interne	44,71	43,39	42,25
10	Acque marittime	215,92	215,20	215,55
11	Zone di riporto o abbandonate	5,73	109,55	29,29
12	Zone militari	19,07	19,07	0,77
	TOTALE	2491,99	2491,99	2491,99
13	Aree impermeabilizzate	721,27	1221,57	1336,07

Tab. 1 Il risultato del calcolo delle superfici in serie temporale per ciascuna classe

I trend più evidenti mostrano l'aumento considerevole della classe urbano denso (cioè quella componente di edificato con scarsa presenza di siepi, filari e verde privato), delle aree industriali e commerciali e delle infrastrutture viarie. Parallelamente si evidenzia una forte contrazione delle aree agricole periurbane e delle aree umide costiere, mentre l'aumento di verde urbano e rimboschimenti artificiali sono il frutto di scelte di amministrazione del territorio messe a frutto nel periodo considerato. Il territorio impermeabilizzato nell'arco temporale considerato è praticamente raddoppiato (fig.2) e rappresenta più della metà dell'intera scena con evidenti conseguenze riguardo al rischio di crisi idrauliche, la presenza di effetti isola di calore e più in generale l'indebolimento del grado di resilienza della città di Mestre.



Fig.2 La dinamica del territorio impermeabilizzato

Una soluzione progettuale orientata al monitoraggio del verde in città

Nelle nostre città il verde urbano assolve varie funzioni legate alla qualità dell'aria, alla piacevolezza del paesaggio, alla mitigazione delle isole di calore, attutisce i rumori e gli inquinanti, rende il suolo meno impermeabile mitigando quindi il rischio idrogeologico e contribuendo a rendere le città più resilienti ai cambiamenti climatici. Disporre di una base di conoscenza aggiornata che rappresenti con accuratezza la presenza e la qualità del Verde nelle nostre città significa non solo conoscere la numerosità degli esemplari, specie o dimensioni ma anche la loro qualità e il loro stato di salute. La contabilizzazione del Verde è un'operazione che può consentire ad esempio ai Comuni di calcolare indici di volume del verde (come l'Urban Green Volume Index), elaborare un'analisi dello stato di salute della vegetazione sfruttando i dati multispettrali acquisiti dalle moderne piattaforme di telerilevamento e quindi descriverlo in termini di potenziale beneficio per la popolazione. Recentemente è entrata in vigore la Legge n. 10 del 14 Gennaio 2013 "Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani" che impone ai Comuni di redigere il "Catasto del Verde", un importante passo verso la sostenibilità intesa come valorizzazione dell'ambiente e del patrimonio arboreo e boschivo, delle politiche per la riduzione delle emissioni, della prevenzione del dissesto idrogeologico, della protezione del suolo, del miglioramento della qualità dell'aria, della vivibilità degli insediamenti urbani.

Questa soluzione si basa sulla mappatura della copertura vegetazionale su un territorio di riferimento e la classificazione per estensione e differenti quote di altezza, grazie al contributo dei dati telerilevati dalle diverse piattaforme, sfruttando da un lato le immagini multispettrali generate dai moderni sistemi di Osservazione della Terra e dall'altro l'elevato contenuto informativo tridimensionale contenuto nei rilievi LiDAR¹². Le piattaforme aeree e satellitari consentono oggi di acquisire dati su vaste aree dai quali estrarre una base aggiornata delle coperture vegetazionali applicando tecniche di classificazione delle immagini utili per discriminare in maniera efficace le diverse coperture di vegetazione sfruttando la massima riflettanza che questa presenta nella banda dell'infrarosso vicino. Il contributo dei dati LiDAR consente di ottenere prodotti geoinformativi a valore aggiunto permettendo di integrare l'informazione tridimensionale all'interno dello stesso processo di classificazione delle immagini multispettrali, contabilizzare le aree verdi in base all'altezza rispetto al terreno, il numero di alberi, l'estensione della chioma, restituire un indicatore analitico per valutare uno dei parametri della qualità ambientale in ambito urbano e allo stesso tempo base per monitorare nel tempo il grado di resilienza della città.

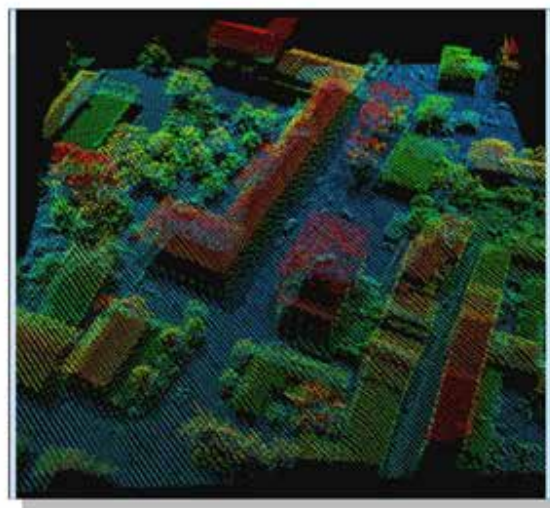


Fig.3 A sinistra un'immagine ad alta risoluzione acquisita da piattaforma aerea; a destra la stessa area in una visualizzazione "3D cloud point" generata dal rilievo LiDAR



VERDE URBANO	
Classificazione sulla base del valore Z	
	oltre 20 m
	da 5 m a 20 m
	da 1 m a 5 m
	da 0 a 1 m

Z_MEAN:	12,03
Z_STDEV:	2,95
Z_MIN:	5,67
Z_MAX:	19,86
NDVI_MEAN:	0,46
STDEV:	0,04
NDVI_MIN:	0,37
NDVI_MAX:	0,67
AREA:	263,84254824251
CS_ID:	14.829
CODE_NUM:	14.100
CS_LEGENDA:	14100 - Aree verdi urbane
PERC_BP:	7,42
PERC_EDI:	0,07
NDVI_AVG:	0,41

Fig.4 Il geo-database consente di contabilizzare ed interrogare la vegetazione con grande accuratezza. Nell'esempio in figura il gruppo di alberi selezionati hanno un'altezza di 12 m e un'estensione della chioma pari a 263 m².

In questo senso è quindi possibile aggiornare banche dati esistenti o creare un vero e proprio "Catasto del Verde" classificando e contabilizzando la vegetazione arborea, gli arbusti, le siepi ma anche il verde privato, considerando di includere nell'insieme del verde urbano tutti gli oggetti, anche piccoli, che rappresentano aree vegetate all'interno delle città e che contribuiscono a rendere più resiliente il territorio ai cambiamenti climatici. Come afferma Virginio Bettini "la città dovrebbe avere in sé tutta una sequenza di ecotoni legati da canali biologici l'uno all'altro che possono salvare l'ecosistema urbano e che possono fornire un equilibrio maggiore".¹³

Una soluzione progettuale in tema di energia

Lo scenario in cui si inserisce quest'ultimo caso di studio evidenzia come, parallelamente all'evoluzione tecnologica, si assista ad un sempre maggiore interesse nel costruire nuove applicazioni in tema di Energia. Questa soluzione progettuale mira a costruire nuovi modelli di conoscenza ispirati alle nuove direttive comunitarie come ad esempio Europa2020 nella quale la comunità si prefigge obiettivi come riduzione di gas serra, produzione di energia da fonti rinnovabili e riduzione dei consumi energetici globali attraverso la predisposizione di piani per l'efficienza energetica.

In questo caso l'approccio del progetto si fonda sulla realizzazione di una struttura di dati correlati alle tematiche dell'Energia. Le componenti del sistema di informazioni sono sostanzialmente tre: in primis la contabilizzazione di parametri per la stima del fabbisogno energetico ad uso domestico delle famiglie residenti su ciascun edificio (in assenza di dati sui consumi reali) e delle associate emissioni di CO₂ in atmosfera, in seconda battuta la stima della capacità di produrre energia da fotovoltaico riferita a ciascun edificio ottenuta grazie al modello tridimensionale Lidar, infine il calcolo di un indice sintetico di autosufficienza energetica espresso per singolo edificio.

Il flusso delle elaborazioni inizia con l'unione delle banche dati dell'anagrafe e del censimento dei numeri civici mediante correlazioni di attributi. Il risultato di questa operazione è il conteggio delle persone residenti da associare a ciascun edificio (che costituisce un nuovo attributo del layer vettoriale "edifici"). Successivamente è possibile associare alle persone residenti il consumo di energia per uso domestico che, per abitante all'anno, è pari a 1132 kWh (media in Italia). In questo modo è possibile stimare il fabbisogno energetico per ogni edificio e le equivalenti emissioni di CO₂. In via conservativa si assume che 1 kWh produce 0,5 Kg di emissioni di CO₂.

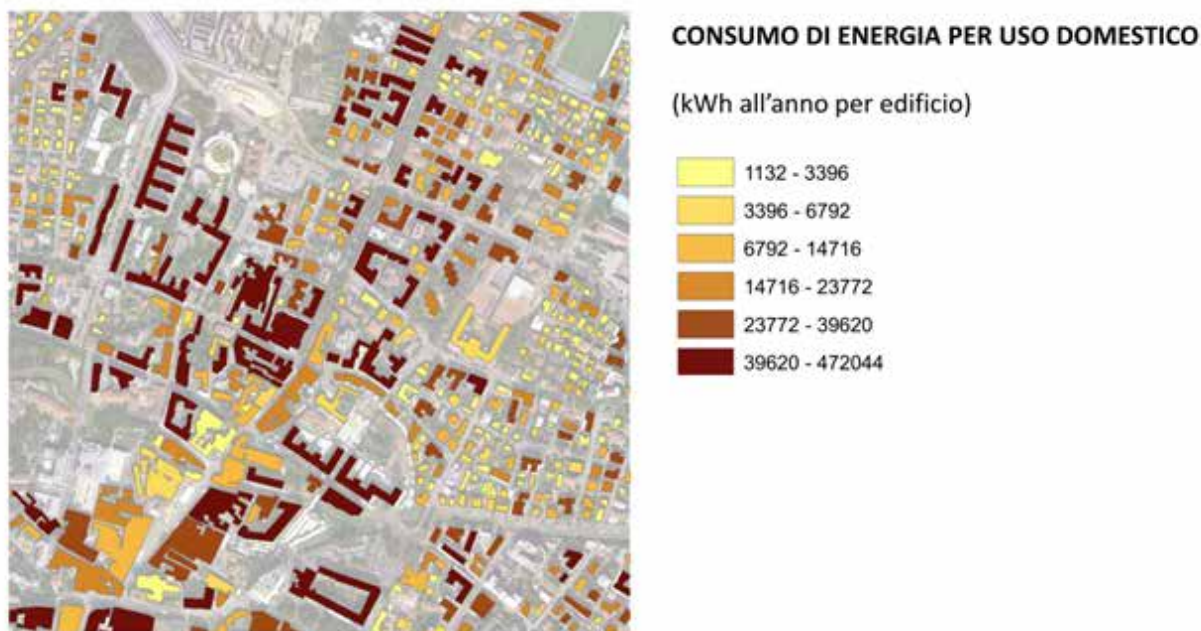


Fig.5 La stima dei consumi energetici per uso domestico

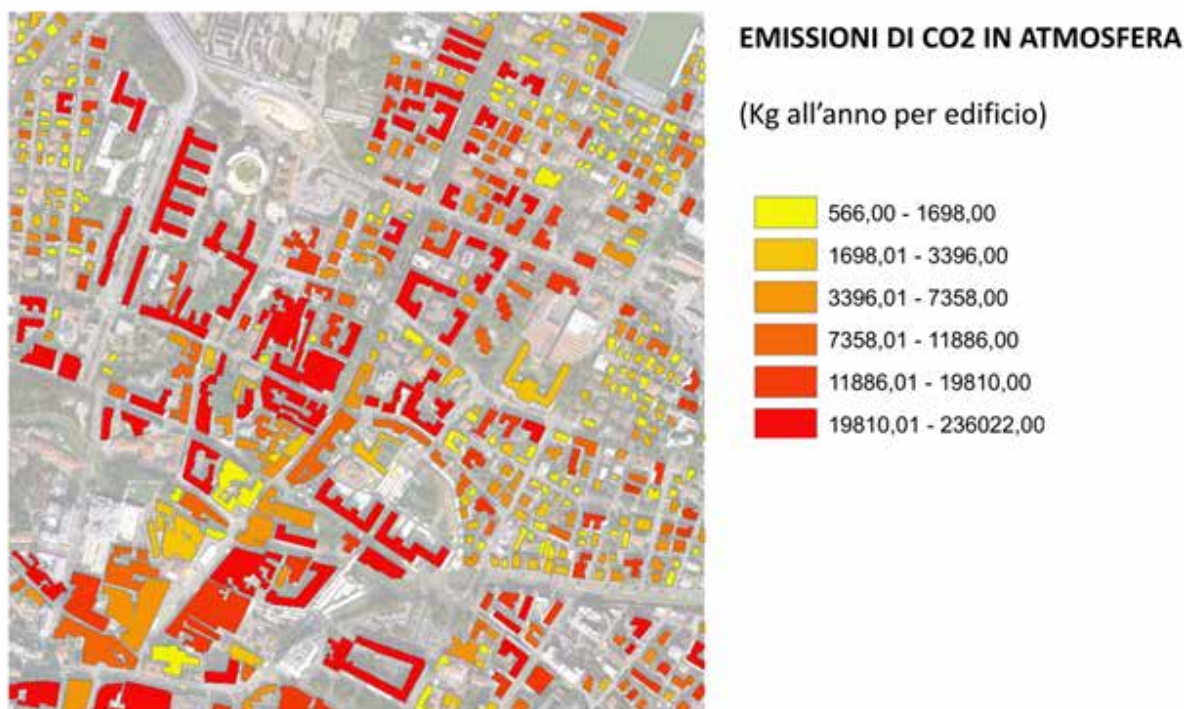


Fig.6 La stima delle emissioni di CO₂ in atmosfera

Successivamente, grazie alla disponibilità del dato Lidar è possibile modellare con grande accuratezza le superfici relative alle coperture degli edifici riguardo all'esposizione e alla pendenza delle falde rispetto all'irraggiamento solare annuo. La produzione di energia da fotovoltaico dipende infatti da due fattori: l'angolo di inclinazione rispetto al suolo a cui i pannelli vengono montati, e l'angolo di azimut rispetto alla direzione Sud. Questi valori si possono pertanto calcolare applicando algoritmi di processing specifici al modello digitale delle superfici generato dal dato Lidar. L'operazione successiva è il calcolo della radiazione solare su ciascun edificio (Potential Incoming Solar Radiation) tenendo conto della latitudine, della geometria degli edifici, della morfologia dei luoghi, dei coni d'ombra generati nel corso dell'anno da alberi e altre opere e della copertura nuvolosa media annua. Il rapporto tra la capacità produttiva da fotovoltaico e la stima del fabbisogno energetico per ciascun edificio consente di produrre una classificazione tematica degli edifici in base all'indice di autosufficienza energetica potenziale. Si noti nella figura 7 in toni di verde quegli edifici che, installando pannelli fotovoltaici sulle coperture, consentono di soddisfare il fabbisogno energetico delle persone residenti all'interno passando contemporaneamente ad emissioni CO₂ pari a zero. In rosso gli edifici che consumano comunque più di quello che riuscirebbero a produrre.

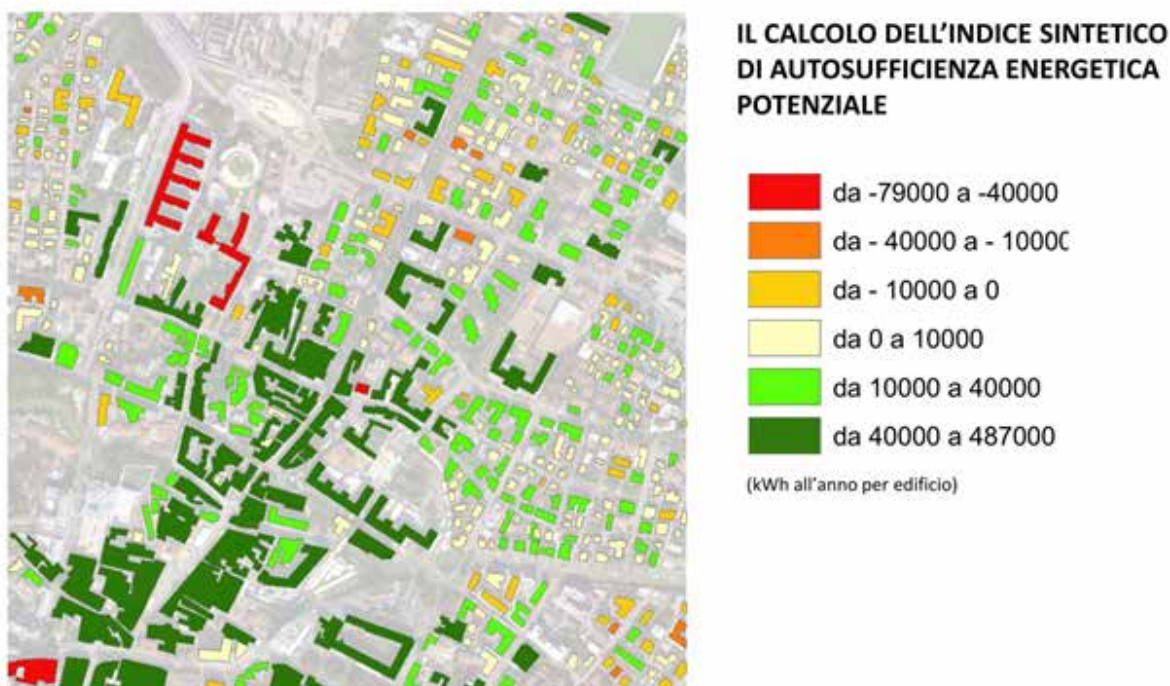


Fig.7 Il risultato del calcolo dell'indice sintetico di autosufficienza energetica potenziale

Riflessioni conclusive

I processi di adattamento, o di miglioramento della resilienza, non sono azioni risolutive ma operazioni condotte a più livelli con il supporto di un quadro di conoscenze esaustivo e mirato ad aumentare la capacità di un territorio e di una comunità di rispondere ad eventi critici. In questi processi occorrono meccanismi valutativi basati su informazioni quanto più oggettive e condivise e modelli di integrazione delle conoscenze che permettano la stima di costi e benefici connessi a scenari diversi. Su questo aspetto, le tecniche e gli strumenti per la quantificazione e parametrizzazione di dati e indici su grandi dataset a base geografica sono una risorsa di grandissimo interesse su cui è opportuno sviluppare ricerca e formazione di competenze professionali.

E' opinione diffusa il fatto che la conoscenza (e l'intelligenza?) sia prodotta dalla condivisione delle informazioni tra più soggetti. Su questo aspetto è indispensabile cogliere le opportunità offerta dalla rete Internet e dal dato georiferito. Come si evince da molte ricerche condotte al Senseable City Lab del MIT (cfr. Real Time Rome¹⁴), rete e città fisica sono di fatto due layers paralleli ma innervati da una fittissima rete di connessioni che forniscono preziosissime informazioni utili a comprendere le dinamiche che si realizzano nelle realtà urbane.

Le soluzioni descritte evidenziano come le risorse delle ICT applicate al territorio non solo consentano di migliorare la qualità dei quadri di conoscenze, ma forniscano diverse soluzioni innovative e di grande efficacia nello sviluppo di processi interpretativi, collaborativi, di comprensione dei fenomeni, nella comunicazione e condivisione di dati e scenari complessi.

Bibliografia

- Commissione delle Comunità Europee (2009), LIBRO BIANCO L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo, Bruxelles
- Goodchild M. F. (2007), Citizens as sensors: the world of volunteered geography, Springer
- Craglia M., Goodchild M. F., Annoni A., Camara G., Gould M., Kuhn W., Mark D., Masser I., Maguire D., Liang S., Parsons E. (2008), Next-Generation Digital Earth, International Journal of Spatial Data Infrastructures Research
- Martino M., Calabrese F., Di Lorenzo G., Andris C., Liu L., Ratti C. (2010), Ocean of Information: Fusing Aggregate & Individual Dynamics for Metropolitan Analysis, Boston, MIT press
- Ratti C., Rojas F., Calabrese F., Dal Fiore F., Krishnan S. (2007), Real Time Rome, Boston, MIT press
- Rifkin J. (2002), Economia all'idrogeno, Milano, Mondadori
- Giovanni Borgia (2011), City Sensing, Venezia, tesi di dottorato Università luav di Venezia
- Alberto Cottica (2010), Wikicrazia, Palermo, Navarra Editore
- Michele Vianello (2013), Smart Cities, Gestire la complessità urbana nell'era di Internet, Rimini, Maggioli Editore
- Virginio Bettini (1996), Elementi di ecologia urbana, Torino, Einaudi

NOTE:

¹ UE – Libro Bianco, Cap. 1, Pag. 3

² UE – Libro Bianco, Par. 3.1, pag. 8

³ UE – Libro Bianco, Par. 3.1, pag. 8

⁴ UE – Libro Bianco, Cap. 1, pag. 3

⁵ UE – Libro Bianco, Par. 2.1, pag. 4

⁶ UE – Libro Bianco, Par. 2.1, pag. 6

⁷ UE – Libro Bianco, Par. 2.2, pag. 6

⁸ UE – Libro Bianco, Par. 3.1, pag. 8

⁹ UE – Libro Bianco, Cap. 1, Pag. 4

¹⁰ www.isde5.org/al_gore_speech.htm, The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century (Al Gore)

¹¹ Bozza di delibera del CIPE "Linee strategiche per l'adattamento ai cambiamenti climatici, la gestione sostenibile e la messa in sicurezza del territorio" punto 3.b

¹² Il Lidar (Light Detection And Ranging) è definito come un sistema aviotrasportato e utilizzato per acquisire coordinate x, y, z del terreno e delle sue caratteristiche (sia naturali che di origine antropica).

¹³ V. Bettini (1996), Elementi di ecologia urbana, Torino, Einaudi

¹⁴ Ratti et al, Real Time Rome; Craglia et al, Next-Generation Digital Earth

NOTE

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

© Tutti i diritti sono riservati
Lo studio o parti di esso non possono essere riprodotti in nessuna forma, senza
l'approvazione scritta di IUAV, LEGAMBIENTE o CORILA