

Focus su LE CITTÀ E LA SFIDA DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Qualità dell'ambiente urbano

X Rapporto
Edizione 2014



STATO DELL'AMBIENTE



QUALITÀ DELL'AMBIENTE URBANO

X RAPPORTO
Edizione 2014

Focus su

**LE CITTÀ E LA SFIDA
DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI**

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo Rapporto.

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Stato dell'Ambiente 54/14
ISBN 978-88-448-0686-6

Coordinamento tecnico-scientifico

ISPRA – Domenico Gaudioso, Francesca Giordano, Ernesto Taurino
domenico.gaudioso@isprambiente.it
francesca.giordano@isprambiente.it
ernesto.taurino@isprambiente.it

ARPA Emilia Romagna – Michele Sansoni
michelesansoni@arpa.emr.it

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Editing e Segreteria Tecnica:

ISPRA – Francesca Giordano, Ernesto Taurino
ARPA Emilia Romagna – Michele Sansoni

Elaborazione grafica

ISPRA
Grafica di copertina: Franco Iozzoli
Foto di copertina: Paolo Orlandi

Coordinamento editoriale

ISPRA – Daria Mazzella

Dicembre 2014

PRESENTAZIONE

Sono trascorsi dieci anni dalla presentazione del Primo Rapporto sulla Qualità dell'ambiente urbano e tantissima strada è stata fatta dal 2003, quando venne introdotto tra i compiti istituzionali dell'allora APAT, oggi ISPRA, la preparazione del Rapporto annuale sulla Qualità dell'Ambiente Urbano con l'indicazione che doveva essere realizzato "coordinandosi con i Servizi e i Settori dell'Agenzia".

In sostanza, si chiedeva che l'enorme mole di dati in possesso dell'allora APAT venisse messa a sistema in modo da poter fornire un'informazione istituzionale fruibile, e non solo per gli addetti ai lavori ma anche per il cittadino. Nasceva impellente l'esigenza di tavoli trasversali di confronto, analisi e valutazione del contesto urbano - in costante espansione, e delle reali possibili ricadute sull'ambiente e sulla qualità della vita.

Quell'occasione fu colta e rappresentò il salto di qualità: la consapevolezza del faticoso quanto indispensabile passaggio da tante visioni unilaterali a una condivisione delle conoscenze tecniche e scientifiche, delle esperienze, delle informazioni ambientali non solo all'interno dell'allora APAT ma anche con le Agenzie Ambientali Regionali (ARPA) e delle Province Autonome (APPA), e inoltre con le amministrazioni centrali, territoriali e locali, verso l'elaborazione concertata di un set di indicatori ambientali condiviso e armonizzato per tutto il territorio nazionale: si voleva così rispondere all'esigenza di strategie armonizzate e sinergiche di tutela del territorio.

Nasce così il progetto "Qualità ambientale delle aree urbane italiane" e il Rapporto ne rappresenta il principale prodotto con due obiettivi fondamentali: elaborare un'informazione condivisa e "solida" dal punto di vista tecnico-scientifico, diventare strumento di supporto alla pianificazione e all'amministrazione dell'ambiente urbano.

Il Primo Rapporto valutò otto città, le principali fra le aree metropolitane: Milano, Torino, Genova, Bologna, Firenze, Roma, Napoli, Palermo e fu realizzato con la collaborazione delle ARPA Lombardia, Toscana, Liguria, Emilia Romagna, Basilicata e Sicilia, che sono state le prime Agenzie Ambientali territoriali a partecipare ai lavori, e insieme con OMS Italia, ENEA ed Euromobility.

Ebbe immediatamente un grande riscontro suscitando l'interesse degli addetti ai lavori e dei cittadini (quelli che vivono la città, che vogliono sapere, conoscere, imparare, capire...)

Abbiamo raccolto questi messaggi e di anno in anno abbiamo maturato conoscenze, capacità di coordinamento ma soprattutto consapevolezza della necessità di un coordinamento.

Abbiamo finalizzato nel 2009 un protocollo d'intesa con le ARPA/APPA con l'intento di coinvolgere tutte le Agenzie nell'approccio sistemico dell'analisi urbana condivisa, quale stimolo e obiettivo per una gestione del territorio sostenibile, verso un prodotto che divenisse prodotto di quello che oggi è il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA). Il tavolo interagenziale che ha consentito un confronto vivace, serrato, di crescita culturale, maturando una visuale condivisa di dati ambientali attraverso gli indicatori selezionati, è confluito nelle attività del primo Piano Triennale delle attività del Sistema iniziato nel 2010.

Abbiamo proposto e al tempo stesso accolto suggerimenti e indicazioni per modellare al meglio la struttura del prodotto, per arricchirne i contenuti, per parlare di tematiche sensibili. Ne è un esempio il Focus, introdotto a partire dal 2007 - IV Edizione del Rapporto, un approfondimento specifico su un tema scelto tra quelli che nell'anno di riferimento erano stati considerati di maggior rilievo per l'attenzione dedicata, oltre che dagli addetti ai lavori, dal mondo politico, dall'opinione pubblica e dai media.

Il plurale maiestatis, in questo caso, non è forma, è sostanza. Abbiamo davvero lavorato tutti insieme - ISPRA, le ARPA e le APPA, l'ANCI, l'ISTAT, l'ACI, ma anche le Regioni, il Corpo Forestale dello Stato, le Province e i Comuni - affinché questo prodotto che oggi è alla decima edizione, diventasse un prodotto del SNPA fornendo un quadro di riferimento della situazione ambientale delle città del nostro Paese, e diventasse strumento utile nella mani degli operatori pubblici impegnati nella tutela dell'ambiente per meglio programmare le politiche ambientali per una tutela e uno sviluppo sostenibile del territorio. L'analisi iniziata nel 2004 su otto realtà metropolitane, oggi sviluppa la propria indagine su 73 aree urbane, ovvero tutti i capoluoghi di provincia con più di 50.000 abitanti e tutti i capoluoghi di regione.

Il Consiglio Federale del SNPA, da me presieduto, ha sempre spinto verso questa crescita culturale valorizzando gli sforzi fatti per garantire un governo dell'informazione ambientale funzionale alle strategie di sviluppo sostenibile, e così nel 2012 ha attribuito al Rapporto - Ed. VIII - il nuovo logo rappresentativo del SNPA che contraddistingue i prodotti editoriali frutto di attività a carattere nazionale congiunte di ISPRA e delle Agenzie Ambientali delle Regioni (ARPA) e delle Province

Autonome (APPA). Nel nuovo piano triennale 2014-2016 approvato nel giugno 2014 dal Consiglio Federale del SNPA, ed in particolare in un apposito Gruppo di Lavoro interagenziale, sono state collocate le attività funzionali ad un'ulteriore sviluppo del Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano, per continuare a garantire una costante evoluzione del prodotto e per farlo aderire sempre di più alle sensibilità ed esigenze della nostra società in continua tumultuosa evoluzione.

Prodotti come questo sono espressione tangibile di come le istituzioni pubbliche possano (e debbano) essere collaborative nella realizzazione di obiettivi superiori comuni come la tutela dell'ambiente e della qualità della vita, e la pianificazione e gestione del territorio.

Presidente dell'ISPRA
Prof. Bernardo De Bernardinis

PREMESSA

Sono trascorsi ormai quasi trent'anni da quando per la prima volta il concetto di sviluppo sostenibile fu definito come lo “sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri”. Si chiedeva una crescita capace di coniugare efficienza economica, equità sociale e tutela dell'ambiente, quali elementi indispensabili per garantire la qualità della vita, senza pregiudicare le generazioni future. Oggi le criticità ambientali e sociali che sta attraversando il nostro Paese rendono ancora più attuale e urgente la necessità di ridare forza e gambe a questa visione della crescita, con una strategia di lungo periodo, che abbia l'obiettivo di assicurare qualità al vivere in città, attraverso la messa in essere di progetti e interventi che vadano anche verso la rigenerazione e riqualificazione sostenibile delle aree urbane, con innovazione ed efficienza dei servizi.

Le scelte delle Amministrazioni Comunali assumono un ruolo centrale nella vita dei cittadini e il Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano, che l'ISPRA propone con cadenza annuale sulla base di un importante lavoro di approfondimento tecnico e scientifico, conferma un trend parzialmente positivo di riduzione dei fattori di pressione ambientale nelle città, grazie all'adozione di azioni su scala locale, inserite in un'ottica di programmazione di area più vasta. L'importanza delle azioni locali è ulteriormente confermata nel Rapporto ISPRA 2014, che richiama il Patto dei Sindaci quale valido strumento per migliorare la sostenibilità ambientale delle nostre città. Importanza confermata dalla larga diffusione di questo strumento, che interessa ormai circa il 60% del totale della popolazione europea. La nuova iniziativa della Commissione europea “Mayors adapt” prosegue nella direzione del Patto dei Sindaci, stabilendo un rapporto diretto con gli Enti locali anche per l'attuazione di politiche di adattamento ai cambiamenti climatici.

Sappiamo che per le nostre Città si potrebbe fare di più, ma il quadro di finanza pubblica sta imponendo limiti alla possibilità di liberare le risorse necessarie a contribuire concretamente al rilancio di politiche per la sostenibilità, così come per l'innovazione e l'ammodernamento del nostro Paese. Tra gli effetti provocati dalle recenti manovre economiche a carico del comparto dei Comuni vi è la forte diminuzione degli investimenti, laddove le opere di interesse in ambito urbano riguardano proprio i settori connessi alla qualità della vita e alla sicurezza delle persone, senza contare che non poter investire compromette anche possibilità di sviluppo. Occorre, dunque, tornare a investire in primo luogo sulla qualità del territorio. Oggi, infatti, la competizione non è più solo tra imprese, ma anche tra territori. E, dunque, rendere una città accogliente, attrattiva, “sostenibile” e di alta qualità della vita e di opportunità è condizione per accrescere le possibilità di sviluppo e di lavoro.

Ci aspettiamo che fra i temi che saranno fra le priorità dell'agenda del Governo vi sia il rilancio di politiche e strumenti che permettano alle Città di poter disegnare obiettivi di futuro, proponendosi come accoglienti, attrattive, efficienti, in grado di offrire opportunità a chi vuole investire e qualità della vita e dei servizi a chi vuole insediarsi.

Piero Fassino
Presidente ANCI

CONTRIBUTI E RINGRAZIAMENTI

Il Focus su “Le città e la sfida dei cambiamenti climatici” è stato realizzato dal Servizio Monitoraggio e prevenzione degli impatti sull'atmosfera del Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale di ISPRA (responsabile ing. Domenico Gaudioso).

Alla realizzazione del Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano, del Focus e del volume “L'ambiente urbano: conoscere e valutare la complessità” hanno contribuito:

Dipartimenti e Servizi Interdipartimentali ISPRA:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

Dipartimento Attività Bibliotecarie, Documentali e per l'Informazione

Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine

Dipartimento Difesa del Suolo

Dipartimento Difesa della Natura

Dipartimento Nucleare, Rischio Tecnologico e Industriale

Dipartimento Servizi Generali e Gestione del Personale

Servizio Interdipartimentale per le Certificazioni Ambientali

CRA 16 ex Istituto Nazionale Fauna Selvatica

Rete dei Referenti “Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano”

Nell'ambito delle attività del Comitato Tecnico Permanente di cui si è dotato il Consiglio Federale del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ISPRA/ARPA/APPA) è stata costituita una rete di referenti composta da:

BRINI Silvia – ISPRA

CAPPIO BORLINO Marco – ARPA Valle D'Aosta

CHINI Marco – ARPA Toscana

DARIS Fulvio – ARPA Friuli Venezia Giulia

DI GIOSA Alessandro – ARPA Lazio

IACUZZI Mauro – ARPA Sardegna

DI MURO Ersilia – ARPA Basilicata

FILIPPI Elga – ARPA Liguria

MELZANI Raffaella – ARPA Lombardia

MENEGHINI Francesca – ARPA Veneto

NAPPI Pina – ARPA Piemonte

OREFICINI ROSI Roberto – ARPA Marche

PETILLO Paola Sonia – ARPA Campania

POLUZZI Vanes – ARPA Emilia Romagna

RICCI Cecilia – ARPA Umbria

RUVOLO Vincenzo, CONDÒ Michele - ARPA Sicilia

ROMAGNOLI Giovanni – ARPA Molise

ROMANO Fabio – ARPA Calabria

SCHWARZ Helmut – APPA Bolzano

SGARAMELLA Erminia – ARPA Puglia

TAVA Maurizio – APPA Trento

ZAMPONI Carlo – ARTA Abruzzo.

Hanno preso parte ai lavori: la Rete dei Referenti, BAIOCO Fabio, CIRILLO Mario C., VISENTIN Roberto (ISPRA), BERTI Camillo (ARPA Toscana), MACCONE Claudio (ARPA Emilia Romagna), POLLERO Tiziana (ARPA Liguria), SARTORETTI Velia (ARPA Umbria), SEGATTO Gianluca (Comune di Bolzano), SGORBATI Giuseppe (ARPA Lombardia).

Autori

I contenuti del Focus sono stati forniti dai seguenti esperti ISPRA:

ALBERTARIO Pierpaolo

AMANTI Marco

BERTI Domenico

BOSCHETTO Riccardo

CONGEDO Luca
DE GIRONIMO Vincenzo
DE LAURETIS Riccardo
DE MAIO Francesca
DESIATO Franco
FIORAVANTI Guido
FRASCHETTI Piero
GAUDIOSO Domenico
GIORDANO Francesca
LUCARINI Mauro
MUNAFÒ Michele
NDONG Céline
PERCONTI Walter
PIERVITALI Emanuela
RIZZITIELLO Francesca
SCARAMELLA Antonio
SINISI Luciana
TAURINO Ernesto
TROCCOLI Alessandro
TUSCANO Jessica

e dai seguenti **altri autori**:

BIANCONI Patrizia, ZAPPOLI Anna – Regione Emilia Romagna
TOLLARI Fabrizio, BOSSO Alessandro, CANCELILA Enrico – Ervet
SANSONI Michele, MARCHESI Stefano, LAURIOLA Paolo, BOTARELLI Lucio, TOMEZEIU
Rodica – ARPA Emilia Romagna
ALBERTI Mauro, BOCCARDI Anna, BROLIS Mauro, DE SIMONE Dino, GHIDORZI Stefania –
Finlombarda S.p.A.
LUISE Daniela – Coordinamento Agenda 21
GUERRIERI Maria, SCHIBEL Karl-Ludwig, ZARA Maurizio – Alleanza per il Clima Italia
ROSSI Alessandro, PINCA Giovanna – ANCI Emilia Romagna
CAVALLETTI Alessandra, BARTOLOMEI Michele – CURSA
BOTTONE Cristiano – Transition Italia
COSENZA Emanuele, DEVETTA Marco – SOGESCA s.r.l.
GASPARIN Filippo – ENEL Distribuzione S.p.A.
ORLATI Claudio – Forlì Città Solare
ROSSI Giovanna, BARTOLETTI Enrico – Provincia di Livorno
MONTANARI Laura, FERRARI Giovanni – Comune di Reggio Emilia
ONORATO Luca, RUSCA Luca – ARPA Liguria
AGRILLO Giacomo – CNR ISAC
IVALDI Cristiana, NOASCONE Mauro, CAIAZZO Antonio, PELOSINI Renata, CAGNAZZI
Barbara, BONANSEA Enrico, CARRINO Massimiliano, NICOLÒ Gabriele – ARPA Piemonte
LAPI Mita, TERRÀDEZ MAS Juan – Fondazione Lombardia per l'Ambiente
FILPA Andrea – Università degli Studi di Roma Tre
BARBIERI Lorenzo – Dottorando presso Università degli Studi Roma Tre
MACCHI Silvia, RICCI Liana – Sapienza Università di Roma
PIERANTONELLI Luisa, FASCETTI LEON Nicoletta – MATTM
FINI Giovanni – Comune di Bologna
LUISE Daniela, ZUIN Michele – Comune di Padova

MUSCO Francesco, FREGOLENT Laura, MAGNI Filippo, MARAGNO Denis, FERRO Davide –
Università Iuav di Venezia

BREIL Margaretha – Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

PELIZZARO Piero – Kyoto Club e Climalia srl

Ringraziamenti

Per il contributo “Adattamento ai cambiamenti climatici nelle città italiane: risultati del questionario ISPRA” si ringraziano, in particolare, il Dott. C. Baffioni (Comune di Roma), il Dott. M. Cardinaletti (Eurocube srl), l’Ing. C. Maricchiolo (ISPRA) e la Dott. ssa M. Carotenuto (ISPRA) per aver fornito utili commenti e *feedback* nella fase di predisposizione del questionario sull’adattamento ai cambiamenti climatici.

Si ringrazia il Servizio SINAnet per la realizzazione del questionario on-line.

Si ringraziano i referenti delle 38 città che hanno partecipato attivamente all’indagine, restituendo il questionario compilato: Ancona, Aosta, Asti, Bergamo, Bologna, Bolzano, Cagliari, Como, Ferrara, Firenze, La Spezia, L’Aquila, Lecce, Livorno, Milano, Modena, Novara, Padova, Parma, Perugia, Piacenza, Pistoia, Pordenone, Potenza, Ravenna, Reggio Calabria, Reggio Emilia, Rimini, Roma, Siracusa, Taranto, Torino, Trento, Trieste, Udine, Varese, Venezia, Vicenza.

INDICE

INTRODUZIONE

D. Gaudioso – ISPRA

1 – MITIGAZIONE

<i>L'inventario nazionale delle emissioni: differenze tra inventari nazionali e inventari bottom-up, possibili sinergie e criticità</i>	3
R. De Lauretis, E. Taurino – ISPRA	
<i>L'esperienza di governance multilivello della regione Emilia-Romagna: supporto alle politiche di mitigazione e adattamento e strumenti operativi</i>	13
P. Bianconi, A. Zappoli – Regione Emilia Romagna, F. Tollari – Ervet, M. Sansoni – ARPA Emilia Romagna	
<i>La dimensione energetica dei territori locali: l'esperienza della Lombardia e del progetto Life+ Factor20 al servizio del Patto dei Sindaci</i>	19
M. Alberti, A. Boccardi, M. Brolis, D. De Simone, S. Ghidorzi – Finlombarda S.p.A.	
<i>Fare rete come fattore di successo del PAES</i>	31
D. Luise – Coordinamento Agenda 21	
<i>Il Patto dei Sindaci 2.0: nuove forme di azione e collaborazione per una politica energetica locale sostenibile</i>	41
M. Guerrieri, K.L. Schibel, M. Zara – Alleanza per il Clima Italia	
<i>La funzione energia nei Comuni (e nelle Unioni)</i>	49
A. Rossi, G. Pinca – ANCI Emilia Romagna, A. Cavalletti, M. Bartolomei – CURSA, C. Bottone – Transition Italia	
<i>Il processo di data sharing per il settore elettrico nel contesto dell'iniziativa "Patto dei Sindaci": la best practice definita dal progetto europeo Meshartility</i>	63
E. Cosenza, M. Devetta – SOGESCA s.r.l., F. Gasparin – ENEL Distribuzione S.p.A.	
<i>Azioni locali di adattamento e mitigazione nel settore industriale: le aree produttive ecologicamente attrezzate (APEA)</i>	73
P. Albertario, R. Boschetto – ISPRA, A. Bosso, E. Cancila – Ervet, C. Orlati – Forlì Città Solare	
<i>Il PAES congiunto dell'isola d'Elba: verso un'isola a zero emissioni</i>	85
G. Rossi, E. Bartoletti – Provincia di Livorno	
<i>Dal progetto life "LAKS" ad una rete di piani per l'energia sostenibile: un'opportunità per gli enti pubblici</i>	97
L. Montanari, G. Ferrari – Comune di Reggio Emilia	

2 – IMPATTI E VULNERABILITÀ

<i>Onde di calore e indici di temperature estreme in Italia</i>	109
F. Desiato, G. Fioravanti, P. Frascchetti, W. Perconti, E. Piervitali – ISPRA	
<i>Andamento della temperatura estiva sul periodo 1963-2014 per la stazione di Genova Sestri</i>	117
L. Onorato, L. Rusca – ARPA Liguria, G. Agrillo – CNR ISAC	
<i>Impatto sulla salute delle ondate di calore nel 2013: valutazione preliminare sulla distribuzione della mortalità estiva nell'area urbana di Torino</i>	123
C. Ivaldi, M. Noascone, A. Caiazza, R. Pelosini, B. Cagnazzi, E. Bonansea, M. Carrino, G. Nicolò – ARPA Piemonte	
<i>Clima, salute e benessere in città</i>	135
F. De Maio, L. Sinisi, J. Tuscano – ISPRA	
<i>Indagine preliminare sui trend temporali di indicatori associati alla presenza dei pollini allergenici nella regione Emilia-Romagna in relazione ai cambiamenti climatici</i>	151
S. Marchesi, P. Lauriola – ARPA Emilia Romagna, V. De Gironimo – ISPRA	
<i>Impatti del cambiamento climatico sulla qualità dell'aria negli ambienti urbani</i>	159
M. Lapi, J. Terràdez Mas – Fondazione Lombardia per l'Ambiente	

<i>Eventi estremi di precipitazione e criticità geologico-idrauliche nell'area urbana della Capitale</i>	171
M. Amanti, D. Berti, M. Lucarini, A. Troccoli – ISPRA	
<i>La Carta della vulnerabilità climatica di Roma 1.0</i>	
A. Filpa – Università degli Studi di Roma Tre	187
<i>Consumo di suolo, servizi eco sistemici e adattamento al cambiamento climatico nelle aree urbane</i>	
L. Congedo, M. Munafò – ISPRA, S. Macchi, L. Ricci – Sapienza Università di Roma	199
3 – ADATTAMENTO	
<i>Mayors Adapt – diventare resilienti localmente in Europa</i>	211
M. Guerrieri, K.L. Schibel – Alleanza per il Clima Italia	
<i>L'adattamento climatico delle città, una strategia condivisa e multi-governance</i>	219
L. Pierantonelli, N. Fascetti Leon – MATTM	
<i>Adattamento ai cambiamenti climatici nelle città italiane: risultati del questionario ISPRA</i>	225
F. Giordano, F. Rizzitiello, C. Ndong, A. Scaramella – ISPRA	
<i>Dal Patto dei Sindaci per la mitigazione a quello per l'adattamento: il progetto BlueAP</i>	245
G. Fini – Comune di Bologna, L. Botarelli, R. Tomezeiu – ARPA Emilia Romagna	
<i>Il percorso verso il Piano di adattamento ai cambiamenti climatici del Comune di Padova</i>	259
D. Luise, M. Zuin – Comune di Padova	
<i>Calmierare gli impatti del fenomeno delle isole di calore urbano con la pianificazione urbanistica: esiti e applicazioni del progetto UHI (Central Europe) in Veneto</i>	265
F. Musco, L. Fregolent, F. Magni, D. Maragno, D. Ferro – Università Iuav di Venezia	
<i>L'adattamento ai cambiamenti climatici dei sistemi di trasporto urbano</i>	275
L. Barbieri – Università degli Studi Roma Tre, D. Gaudioso – ISPRA	
<i>Il centro storico di Venezia e i cambiamenti climatici</i>	285
M. Breil – Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici	
<i>Comunicare la resilienza nella società del rischio</i>	291
P. Pelizzaro – Kyoto Club e Climalia srl	

INTRODUZIONE

a cura di Domenico Gaudioso – ISPRA

I cambiamenti climatici sono un fenomeno globale che già oggi affligge le nostre città, provocando conseguenze talvolta anche disastrose.

In assenza di un'inversione nel trend delle emissioni di gas-serra, l'aumento delle temperature globali si tradurrà con elevata probabilità, nei prossimi decenni, in una modifica delle condizioni meteorologiche: maggiore frequenza e intensità di eventi estremi, dalle alluvioni improvvise a periodi siccitosi, aumento della temperatura con il verificarsi di ondate di calore sempre più violente e innalzamento del livello del mare, sono i primi possibili effetti. In tutti i continenti le città sono estremamente vulnerabili a questi fenomeni: ad esempio, tre quarti di tutte le grandi città si trovano sulla costa e più della metà della popolazione mondiale vive entro 60 chilometri dal mare.

D'altra parte, però, le città sono anche causa dei cambiamenti climatici, dal momento che le attività a livello urbano sono la principale fonte di emissioni di gas-serra. Nel 2006, infatti, le aree urbane erano responsabili di una quota compresa tra il 67% e il 76% dei consumi energetici e del 71-76% delle emissioni di CO₂ legate all'energia, anche se con differenze geografiche significative.

Affinchè gli sforzi globali per affrontare il cambiamento climatico abbiano successo, sarà necessario integrare i bisogni delle città e le loro capacità di gestione ambientale. Solo con un approccio coordinato e azioni a livello globale, regionale, nazionale e locale si potrà conseguire un risultato positivo. Molte città stanno già prendendo l'iniziativa per affrontare i cambiamenti climatici.

Sia rispetto alla mitigazione, che agisce sulle cause dei cambiamenti climatici, sia rispetto all'adattamento, che agisce invece sulle conseguenze, con l'obiettivo di ridurre la vulnerabilità dei sistemi ambientali e socio-economici rispetto agli effetti negativi dei cambiamenti del clima e di limitarne i danni, le città hanno un ruolo cruciale da svolgere al fine di gestire ciò che è inevitabile ed evitare ciò che non può essere gestito (*managing the unavoidable and avoiding the unmanageable*).

Le città, dove risiede la maggioranza della popolazione mondiale, sono attori fondamentali per affrontare il cambiamento climatico: è nelle aree urbane che la sfida ai cambiamenti climatici sarà vinta o persa. Città ben pianificate e compatte possono essere estremamente efficienti nell'uso delle risorse e raggiungere obiettivi di minori emissioni di gas-serra pro-capite. Le città, come centri di eccellenza e di innovazione, possono investire per riconvertire verso modelli più ecologici settori quali i trasporti, gli edifici e la gestione dei rifiuti, creando posti di lavoro e sostenendo la crescita economica a lungo termine. Inoltre, quali principali responsabili delle decisioni che riguardano i flussi di beni e servizi, le città possono essere leader nella creazione di domanda di prodotti eco-compatibili e nella promozione del consumo sostenibile.

A livello europeo, la Commissione europea si è resa conto del grande contributo che le città possono fornire all'attuazione delle strategie di risposta ai cambiamenti climatici e lo sta promuovendo attraverso due iniziative di primaria importanza: il Patto dei Sindaci (*Covenant of Mayors*), che coinvolge e impegna le autorità locali e regionali a raggiungere e superare l'obiettivo europeo di riduzione del 20% delle emissioni di CO₂ entro il 2020 aumentando l'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili nei loro territori, e *Mayors Adapt*, iniziativa con la quale le città si impegnano a contribuire all'obiettivo generale della strategia di adattamento dell'Unione europea, sviluppando strategie a livello urbano o integrando l'adattamento ai cambiamenti climatici nei piani settoriali vigenti in materia.

I comuni e gli altri enti territoriali italiani hanno risposto a queste due iniziative in maniera entusiastica, tanto è vero che le adesioni provenienti dal nostro Paese sono al momento quelle più numerose in entrambi i casi. E' però necessario che questo processo sia indirizzato e supportato a livello tecnico e gestionale, in modo che tutte le adesioni si trasformino in iniziative concrete per la costruzione di una società *low-carbon* basata sul risparmio energetico e sull'utilizzo di energie rinnovabili e caratterizzata da una gestione del territorio ispirata ai criteri della resilienza.

Alla luce delle risposte che i cambiamenti climatici esigono già oggi dalle realtà urbane, il Focus "Le città e la sfida dei cambiamenti climatici" propone una lettura trasversale della tematica dando spazio alle esperienze degli addetti ai lavori, sia pubblici che privati: i 28 contributi che compongono la pubblicazione hanno visto, infatti, il coinvolgimento diretto oltre che dei Dipartimenti dell'Istituto e

del Sistema Agenziale, anche di altri rappresentanti del mondo della ricerca, di enti di governo del territorio, di associazioni *no-profit*.

L'auspicio è quello di aver realizzato una panoramica di quanto viene proposto oggi sia nel campo della conoscenza che in termini di *policy* e *governance* ai differenti livelli.

Il Focus è stato quindi strutturato nelle seguenti tre sezioni:

- 1) Mitigazione
- 2) Impatti e vulnerabilità
- 3) Adattamento

Nella prima parte si affrontano le cause di origine antropica dei cambiamenti climatici, cercando di porre l'accento sugli aspetti relativi al monitoraggio delle emissioni di gas-serra e sulla stretta connessione che queste hanno con la gestione del sistema energetico nelle aree urbane, attraverso un'analisi teorica e degli esempi pratici di pianificazione relativi alle attività che molti enti locali stanno affrontando nell'ambito del Patto dei Sindaci.

La sezione "Impatti e vulnerabilità" apre con un breve zoom sugli aspetti più prettamente climatici, analizzando i trend delle temperature e degli eventi estremi su scala nazionale e locale, per poi approfondirne le conseguenze in termini di salute e benessere, gli effetti sulla qualità dell'aria, i possibili impatti sulla distribuzione dei pollini. Vengono altresì affrontate tematiche quanto mai attuali nelle nostre città relative agli eventi estremi di precipitazione e alle criticità geologico-idrauliche (caso studio di Roma Capitale) ed agli aspetti di vulnerabilità territoriale ad esse connessi.

Nella sezione "Adattamento" si compone, infine, il quadro relativo all'insieme delle iniziative, dei progetti e degli interventi che le amministrazioni comunali stanno implementando per poter rispondere proattivamente alla sfida dei cambiamenti climatici, a beneficio della salute e della sicurezza dei propri cittadini e territori. Partendo dall'iniziativa europea *Mayors Adapt*, lanciata nel marzo di quest'anno dalla Commissione europea, i contributi della sezione offrono alcuni spunti interessanti sui temi della *governance* a livello locale, nonché della pianificazione del territorio più in generale.

Vengono illustrati inoltre i risultati del questionario che ISPRA ha distribuito, per la prima volta in questo ambito, alle amministrazioni comunali sul tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici.

1. MITIGAZIONE

L'inventario nazionale delle emissioni: differenze tra inventari nazionali e inventari bottom-up, possibili sinergie e criticità

R. De Lauretis, E. Taurino – ISPRA

L'esperienza di governance multilivello della regione Emilia-Romagna: supporto alle politiche di mitigazione e adattamento e strumenti operativi

P. Bianconi, A. Zappoli – Regione Emilia Romagna, F. Tollari – Ervet, M. Sansoni – ARPA Emilia Romagna

La dimensione energetica dei territori locali: l'esperienza della Lombardia e del progetto Life+ Factor20 al servizio del Patto dei Sindaci

M. Alberti, A. Boccardi, M. Brolis, D. De Simone, S. Ghidorzi – Finlombarda S.p.A.

Fare rete come fattore di successo del PAES

D. Luise – Coordinamento Agenda 21

Il Patto dei Sindaci 2.0: nuove forme di azione e collaborazione per una politica energetica locale sostenibile

M. Guerrieri, K.L. Schibel, M. Zara – Alleanza per il Clima Italia

La funzione energia nei Comuni (e nelle Unioni)

A. Rossi, G. Pinca – ANCI Emilia Romagna, A. Cavalletti, M. Bartolomei – CURSA, C. Bottone – Transition Italia

Il processo di data sharing per il settore elettrico nel contesto dell'iniziativa "Patto dei Sindaci": la best practice definita dal progetto europeo Meshartility

E. Cosenza, M. Devetta – SOGESCA s.r.l., F. Gasparin – ENEL Distribuzione S.p.A.

Azioni locali di adattamento e mitigazione nel settore industriale: le aree produttive ecologicamente attrezzate (APEA)

P. Albertario, R. Boschetto – ISPRA, A. Bosso, E. Cancila – Ervet, C. Orlati – Forlì Città Solare

Il PAES congiunto dell'isola d'Elba: verso un'isola a zero emissioni

G. Rossi, E. Bartoletti – Provincia di Livorno

Dal progetto life "LAKS" ad una rete di piani per l'energia sostenibile: un'opportunità per gli enti pubblici

L. Montanari, G. Ferrari – Comune di Reggio Emilia

L'INVENTARIO NAZIONALE DELLE EMISSIONI: DIFFERENZE TRA INVENTARI NAZIONALI E INVENTARI *BOTTOM-UP*, POSSIBILI SINERGIE E CRITICITA'

Riccardo De Lauretis¹, Ernesto Taurino¹

¹Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Abstract

Il quarto rapporto di valutazione dell'IPCC trattava il tema degli insediamenti umani e delle aree urbane all'interno dei singoli capitoli relativi ai diversi settori. A seguito del crescente riconoscimento del significativo contributo delle aree urbane alle emissioni di gas serra, il loro ruolo potenziale nella mitigazione e un incremento diffuso della corrispondente letteratura scientifica, il quinto rapporto di valutazione affronta la tematica in un capitolo dedicato che fornisce una valutazione della letteratura e delle opzioni chiave di mitigazione che sono disponibili a livello locale. A partire dai concetti base espressi nel rapporto, vengono discussi gli elementi di differenza e le possibili sinergie tra i sistemi utilizzati per la realizzazione dell'inventario nazionale e quelli locali.

Parole chiave

Emissioni gas serra, gas climalteranti, inventari locali delle emissioni in atmosfera

1. Inquadramento

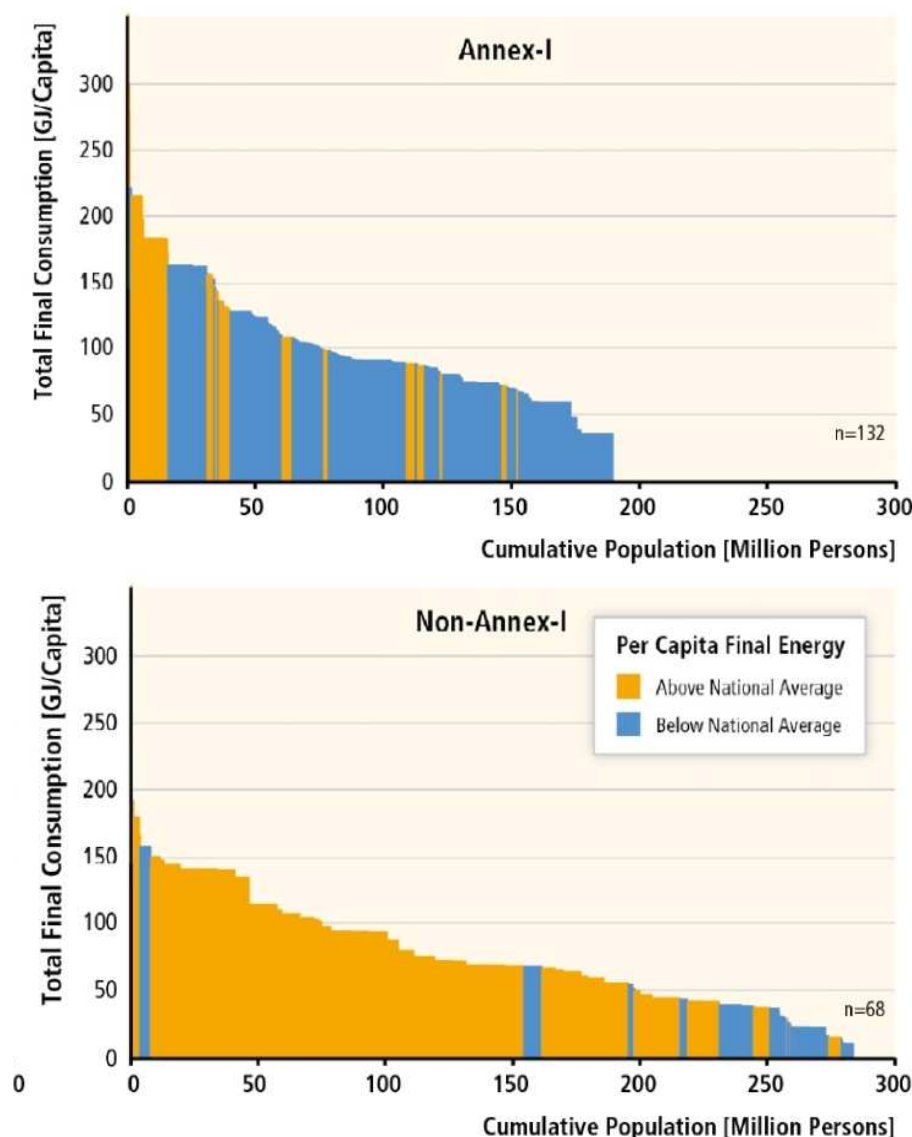
Le politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici proposte a diversi livelli hanno trovato numerose resistenze e ritardi, nonostante obiettivi ambiziosi siano ormai stati riconosciuti da tutti gli Stati (Hare *et al.*, 2008) e sia ormai chiara la rilevanza dello sforzo necessario per contrastare i cambiamenti climatici (Ramanathan e Feng, 2008; Schellnhuber, 2008), che richiedono una rapida conversione delle tecnologie con cui si produce e consuma l'energia, nonché una modifica degli stili di vita più impattanti. L'affermarsi con sempre maggiore chiarezza della gravità della crisi climatica ha portato negli ultimi anni ad un crescente interesse per la contabilizzazione delle emissioni di gas climalteranti (i cosiddetti gas serra) dalle attività umane, nonché degli assorbimenti di anidride carbonica dai cambiamenti di uso del suolo. L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) è l'organismo internazionale *leader* nella valutazione dei cambiamenti climatici. È stato fondato dal Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP) e dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) nel 1988 per fornire al mondo una chiara visione scientifica sullo stato attuale delle conoscenze nei cambiamenti climatici e i suoi potenziali impatti ambientali e socio-economici. Tale organismo esamina e valuta le più recenti informazioni scientifiche, tecniche e socio-economiche prodotte in tutto il mondo e rilevanti per la comprensione dei cambiamenti climatici producendo periodicamente un *Assessment Report* sullo stato delle conoscenze su questa tematica. Recentemente è stato pubblicato il quinto *Assessment Report* (da ora in avanti AR5) consultabile all'indirizzo: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/>.

Il quarto rapporto di valutazione (AR4) dell'IPCC non aveva un capitolo specifico sugli insediamenti umani o sulle aree urbane e questi temi erano affrontati attraverso la lente dei singoli capitoli relativi ai diversi settori. Dopo la pubblicazione dell'AR4, c'è stato un crescente riconoscimento del significativo contributo delle aree urbane alle emissioni di gas serra, il loro ruolo potenziale nella mitigazione e un incremento diffuso della corrispondente letteratura scientifica. L'AR5, conseguentemente, affronta la tematica in un capitolo dedicato che fornisce una valutazione della letteratura e delle opzioni chiave di mitigazione che sono disponibili a livello locale. Di seguito vengono riportati i concetti principali evidenziati nell'AR5, in particolare nel capitolo 12 del volume realizzato nell'ambito delle attività del *Working Group 3* (IPCC, 2013 [a]). La maggior parte di questa letteratura si è concentrata sulle aree urbane e le città dei paesi sviluppati. Con l'eccezione della Cina, ci sono pochi studi sul potenziale di mitigazione o di emissioni di gas serra delle aree urbane nei paesi in via di sviluppo e ciò costituisce un grave ammanco di conoscenza poiché, affrontando il tema dei cambiamenti climatici, non ci si può limitare all'analisi di situazioni locali poiché gli effetti sono su scala globale.

D'altra parte, l'urbanizzazione è un fenomeno anch'esso globale che sta trasformando gli insediamenti umani. Il passaggio da società prevalentemente rurali a società "più urbane" è evidente attraverso la

trasformazione dei luoghi, dei popoli, delle economie e del paesaggio urbano (ambiente edificato). In ciascuna di queste dimensioni, l'andamento è senza precedenti per la sua velocità e la scala: l'urbanizzazione costituisce quello che si dice un megatrend del XXI secolo. Con velocità disorientante, villaggi e città vengono assorbiti da, o si fondono in, grandi conurbazioni urbane e agglomerati. Mentre nel 1950 il 30% della popolazione mondiale viveva in aree urbane, nel 2014 circa il 54% della popolazione mondiale vive in queste aree e si prevede che nel 2050 la frazione di popolazione sarà pari al 66% (UNDESA, 2014). Inevitabilmente questo trend è associato a un maggior consumo di energia e a un aumento delle emissioni di gas serra. Nel 2006, le aree urbane rappresentano tra il 67% e il 76% del consumo di energia (IEA, 2008; Grubler *et al.*, 2012) e il 71-76% delle emissioni di CO₂ legate all'energia (Grubler *et al.*, 2012; IPCC, 2013 [a]) con differenze geografiche significative: città di Paesi Annex I (i Paesi Annex I sono i cosiddetti Paesi industrializzati) hanno generalmente un minor utilizzo di energia pro capite rispetto alle medie nazionali (colore celeste in Figura 1) mentre città in Paesi non Annex I hanno generalmente livelli più elevati di consumo di energia rispetto alla media nazionale (colore giallo in Figura 1).

Figura 1 - Consumi totali finali (diretti) pro capite di energia (GJ) Vs popolazione cumulata nelle aree urbane (milioni).



Fonte: Grubler *et al.*, 2012

Le prossime due decadi presentano una finestra di opportunità per la mitigazione nelle aree urbane, in quanto gran parte delle aree urbane del mondo si svilupperanno nello stesso periodo; infatti,

considerando le tendenze in riduzione delle densità di popolazione e, al contrario, la continua crescita economica e demografica, si prevede che la copertura urbana del suolo crescerà del 56%-310% dal 2000 al 2030 (IPCC, 2013[a]). Strategie di mitigazione efficaci partono, dunque, dalla pianificazione degli spazi e necessitano di politiche che si rafforzino reciprocamente, in modo da ottenere una grande diversità e integrazione di usi del suolo, migliorando l'accessibilità e investendo nel trasporto pubblico e in altre misure di gestione della domanda. Le più grandi opportunità di mitigazione in relazione agli insediamenti umani riguardano soprattutto le aree in rapida urbanizzazione in cui la forma urbana e le infrastrutture non sono già definite e quindi bloccate, ma in queste zone generalmente le capacità di *governance* tecnica, finanziaria e istituzionale sono limitate.

Nei Paesi industrializzati, migliaia di città stanno intraprendendo piani di azione per il clima, ma il loro impatto complessivo sulle emissioni urbane è incerto. C'è stata scarsa valutazione sistematica sulla loro attuazione, la misura in cui gli obiettivi di riduzione delle emissioni sono stati raggiunti, o le emissioni ridotte. Gli attuali piani d'azione per il clima si concentrano in gran parte sull'efficienza energetica. Pochi piani di azione considerano le strategie di pianificazione del territorio e misure intersettoriali per ridurre la proliferazione e promuovere lo sviluppo *transit-oriented* (sviluppo a transito orientato: un'area commerciale o residenziale ad uso misto progettata per massimizzare l'utilizzo del trasporto pubblico). Le strategie di mitigazione dei cambiamenti climatici a scala urbana, invece, se ben pianificate, possono fornire diversi vantaggi tra cui, per esempio, il risparmio pubblico, la qualità dell'aria e i relativi benefici per la salute; anzi, il successo di tali strategie dipende spesso dalla capacità di selezionare gli interventi tra quelli che possono produrre benefici a scala locale ma in ambiti differenti in modo da stimolare le azioni di mitigazione e nel contempo produrre delle situazioni *win-win* per tutti i settori coinvolti.

Questa valutazione mette in evidenza una serie di lacune nelle conoscenze chiave:

- mancanza di dati sulle emissioni coerenti e comparabili a livello locale, il che rende particolarmente difficile valutare la quota urbana delle emissioni globali di gas serra, nonché sviluppare tipologie di urbanizzazione delle quali si conosca il profilo emissivo e come questo si evolverà nel tempo;
- poca comprensione scientifica dell'entità della riduzione delle emissioni al variare della forma urbana e del risparmio di emissioni derivanti dalla realizzazione di infrastrutture integrate e dalla pianificazione territoriale;
- una mancanza di consistenza e, quindi, di comparabilità sui metodi per la stima delle emissioni locali, rendendo i confronti tra le emissioni o i piani di azione di differenti città molto difficile;
- poche valutazioni dei piani d'azione per il clima e della loro efficacia;
- mancanza di comprensione scientifica su come le città possano assegnare le priorità alle strategie di mitigazione, azioni locali e investimenti per dare delle risposte politiche localmente importanti;
- grandi incertezze su quelle che saranno le traiettorie di urbanizzazione, anche se la forma urbana e le infrastrutture giocheranno un ruolo importante nel determinare l'evoluzione delle emissioni nel tempo.

Forma urbana e infrastrutture influenzano in modo significativo le emissioni dirette e indirette di gas climalteranti e sono fortemente legate alla distribuzione di materiali ed energia, ai rifiuti che generano e all'efficienza di sistema della città. Le opzioni di mitigazione variano in base al tipo e al livello di sviluppo della città. Le opzioni disponibili per le città in rapido sviluppo includono la definizione della forma di urbanizzazione e delle traiettorie di sviluppo delle infrastrutture. Per le città mature, già formate, le opzioni di mitigazione si trovano nella rigenerazione urbana (sviluppo compatto, ad uso misto che accorcia i viaggi, favorisce il transito/piedi/in bicicletta, riuso di edifici) e riabilitazione /conversione di progetti di costruzione ad alta efficienza energetica. Una combinazione di infrastrutture integrate sostenibili, pianificazione del territorio, strumenti di mercato e di regolamentazione possono aumentare l'efficienza e ridurre le emissioni di gas serra nelle città già edificate e indirizzare lo sviluppo urbano e le infrastrutture verso la riduzione delle emissioni di gas serra nelle città in rapida espansione nei paesi in via di sviluppo.

2. Inventari delle emissioni di gas climalteranti a differente scala territoriale

Come si desume da quanto detto sopra, uno degli elementi di base per pianificare delle azioni efficaci è la possibilità di quantificare i livelli di partenza e la loro evoluzione. Nel caso dei cambiamenti climatici il punto di partenza è costituito dall'**inventario** o, tecnicamente differente, dal **bilancio** delle emissioni di gas climalteranti, mentre l'aggiornamento periodico di tale strumento consente di monitorarne l'evoluzione. ISPRA è la fonte ufficiale per le emissioni di gas serra nazionali, in ragione del ruolo dell'Istituto come responsabile della realizzazione annuale dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, strumento di verifica degli impegni assunti a livello internazionale sulla protezione dell'ambiente atmosferico, come la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC). In più, come è previsto dalla stessa Convenzione per tutti i Paesi industrializzati, l'ISPRA riporta in uno specifico documento, il *National Inventory Report*, le metodologie di stima utilizzate, unitamente ad una spiegazione degli andamenti osservati. Il *National Inventory Report* facilita i processi internazionali di verifica cui le stime ufficiali di emissione dei gas serra sono sottoposte. In particolare, viene esaminata la rispondenza alle proprietà di trasparenza, consistenza, comparabilità, completezza e accuratezza nella realizzazione, qualità richieste esplicitamente dalla Convenzione suddetta. L'inventario delle emissioni è sottoposto ogni anno ad un esame (*review*) da parte di un organismo nominato dal Segretariato della Convenzione che analizza tutto il materiale presentato dal Paese e ne verifica in dettaglio le qualità su enunciate. Senza tali requisiti, l'Italia sarebbe esclusa dalla partecipazione ai meccanismi flessibili previsti dallo stesso Protocollo, come il mercato delle quote di emissioni, l'implementazione di progetti con i Paesi in via di sviluppo (CDM) e l'implementazione di progetti congiunti con i Paesi a economia in transizione (JI). Le serie storiche dei dati e i *Reports* associati sono disponibili *on-line* all'indirizzo: <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni>. La documentazione prevede una spiegazione degli andamenti osservati, una descrizione dell'analisi delle sorgenti principali (*key categories*) e dell'incertezza ad esse associata, un riferimento alle metodologie di stima e alle fonti dei dati di base e dei fattori di emissione utilizzati per le stime, un'illustrazione del sistema di *Quality Assurance/Quality Control* a cui è soggetto l'inventario e delle attività di verifica effettuate sui dati.

La necessità di redazione, a livello nazionale ed internazionale, di inventari delle emissioni affidabili e congruenti ha portato alla definizione - da parte di organismi internazionali - di linee guida molto particolareggiate per la stima delle emissioni che permettono di quantificare i flussi inquinanti da numerose attività in modo trasparente, secondo criteri periodicamente aggiornati e con livelli di incertezza quantificabili. Le emissioni dei sei gas principalmente responsabili dei cambiamenti climatici sono stimate secondo metodologie definite dall'IPCC (IPCC, 2000; IPCC, 2003, IPCC, 2006). A seguito della ratifica della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC) e del relativo Protocollo di Kyoto, ogni paese membro è tenuto alla preparazione dell'inventario nazionale delle emissioni, adottando la metodologia IPCC per garantire la comparabilità delle stime tra i diversi Paesi. Gli inventari nazionali suddividono le emissioni in 4 settori (Energia, Processi industriali e uso di solventi, Agricoltura e LULUCF¹, Rifiuti). Oltre agli obblighi derivanti dalla Convenzione UNFCCC, in Europa gli inventari delle emissioni di gas serra sono redatti anche in base alle procedure e alle tempistiche previste dal Meccanismo di Monitoraggio dei gas serra della Commissione europea che, con il supporto dell'Agenzia Europa per l'Ambiente, raccoglie i *reports* nazionali, coordina il processo di verifica degli inventari dei paesi membri e cura la compilazione dell'inventario dell'Unione Europea da trasmettere all'UNFCCC.

A seguito delle numerose iniziative intraprese negli ultimi anni per contribuire alla riduzione delle emissioni di gas serra, sono state attivate iniziative anche a livello di amministrazioni locali, tra cui quella promossa dalla Commissione europea nota come "Patto dei sindaci", che richiede ai comuni partecipanti di ridurre le proprie emissioni di gas serra al 2020 verificandole attraverso la preparazione dell'inventario delle emissioni su scala comunale. Purtroppo, la precisione delle stime di emissioni di gas serra decresce tanto più si riduce la scala spaziale e temporale. Questa crescente imprecisione è dovuta, come già accennato, a una molteplicità di fattori concomitanti. Tra questi, la scarsa disponibilità di dati a livello locale, la necessità di competenze su molti settori, di molto tempo e fatica, il livello di affidabilità dei dati di base che può pregiudicare la precisione dell'inventario e quindi il suo utilizzo (ad esempio, se la stima delle emissioni di CO₂ di una provincia ha un'incertezza del 15%, valutare un obiettivo di riduzione del 20 % ha poco senso). Ai fini della valutazione delle politiche intraprese da un'amministrazione locale per ridurre le emissioni di gas serra diventa quindi

¹ Land Use, Land Use Change and Forestry

fondamentale la scelta delle attività da considerare nell'inventario. Infatti parte delle emissioni derivano da attività che non sono governabili da politiche a livello locale. Questo è il caso, ad esempio, delle emissioni da grandi impianti già poste sotto controllo dall'EU-ETS² e le cui riduzioni sono già garantite a livello europeo, oppure le emissioni da attraversamento autostradale sul territorio comunale.

Anche l'AR5 conferma che il numero limitato di stime comparabili è radicato nell'assenza di principi di *accounting* dei gas serra comunemente accettati e nella mancanza di trasparenza sulla disponibilità di dati, così come nelle scelte che sono state fatte nella compilazione di particolari stime:

- scelta dei confini fisici urbani: gli insediamenti umani sono sistemi aperti con confini "porosi". A seconda di come i confini fisici sono definiti, le stime del consumo di energia e le emissioni di gas a effetto serra possono variare significativamente;
- scelta dell'approccio metodologico e degli ambiti di *reporting*: vi è diffuso riconoscimento in letteratura della necessità di comunicare non solo le emissioni di gas serra dirette rilasciate nel territorio di un insediamento. Approcci contabili complementari sono stati pertanto proposti per caratterizzare i diversi aspetti delle prestazioni dei gas serra degli insediamenti umani;
- scelta dei metodi di calcolo: ci sono differenze nei metodi utilizzati per il calcolo delle emissioni, incluse le differenze nei fattori di emissione utilizzati, i metodi di imputazione dei dati mancanti e i metodi di calcolo delle emissioni indirette.

Dal punto di vista tecnico, dall'analisi dell'AR5, sono emersi tre approcci principali per le emissioni di gas serra da insediamenti umani, ognuno dei quali utilizza diversi confini e unità di analisi:

1. ***l'accounting (contabilità) territoriale o basato sulla produzione*** comprende tutte le emissioni di gas serra provenienti da attività all'interno di una città o territorio di insediamento. La contabilizzazione territoriale delle emissioni è, per esempio, comunemente applicata dai Paesi nell'ambito della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC). Tuttavia, gli insediamenti umani sono in genere più piccoli delle infrastrutture in cui sono incorporati e le fonti di emissioni importanti possono quindi essere ubicate al di fuori del limite territoriale della città. Inoltre, gli insediamenti umani scambiano beni e servizi che sono spesso prodotti in uno stabilimento, ma vengono consumati altrove, creando così le emissioni di gas serra in diversi luoghi geografici associati al processo di produzione di questi materiali di consumo. Due ulteriori approcci sono stati così sviluppati in letteratura, come indicato di seguito;
2. ***gli approcci contabili territoriali + catena di approvvigionamento*** partono dalle emissioni territoriali aggiungendovi un insieme ben definito di emissioni indirette che si svolgono fuori del territorio dell'insediamento. Questi includono le emissioni indirette dal consumo di energia elettrica acquistata, calore e vapore e altre attività;
3. ***gli approcci contabili basati sui consumi*** comprendono tutte le emissioni dirette e indirette di attività finali di consumo connesse con l'insediamento, che di solito includono il consumo da parte dei residenti e delle istituzioni. Questo approccio esclude tutte le emissioni derivanti dalla produzione di esportazioni nel territorio urbano e comprende tutte le emissioni indirette che si verificano al di fuori del territorio di insediamento per la produzione dei beni di consumo finali.

In molti casi, una gran parte delle differenze tra diversi territori sarà correlata ai *drivers* di base delle emissioni come le strutture urbane economiche (equilibrio tra edificazione e settore dei servizi), il clima e la geografia locale, lo stadio di sviluppo economico, il *mix* energetico, lo stato del trasporto pubblico, la forma urbana e la densità e molti altri. Normalizzare le emissioni aggregate a livello di città per abitante, pertanto, non comporta necessariamente robusti confronti tra differenti città, dal momento che la funzione economica di ogni città, la tipologia del commercio e l'equilibrio *imports/exports* possono variare ampiamente. Utilizzando quindi diversi metodi contabili si può giungere a differenze sostanziali nelle emissioni comunicate. Pertanto, la comprensione delle

² European Emission Trading Scheme

differenze negli approcci contabili è essenziale al fine di trarre conclusioni significative da confronti tra le emissioni di diverse città.

Nonostante le difficoltà oggettive nella realizzazione degli inventari locali delle emissioni, il consolidamento delle metodologie di stima e una maggiore fruibilità dei dati, anche grazie ad un più diffuso utilizzo di statistiche e banche dati *on-line*, e un progressivo sviluppo di competenze presso le regioni, le agenzie ambientali ed enti privati, hanno favorito l'avvio e l'aggiornamento di inventari delle emissioni a scala regionale. Una maggiore offerta e disponibilità di dati provenienti dagli inventari è stata accompagnata da una crescente richiesta di tali informazioni diversificata per tipo di utenza (università, amministrazioni, società private, associazioni, cittadini, etc.) ma anche per scopi di utilizzo.

Nella disaggregazione su scala comunale dei risultati di inventari redatti su scala più ampia (provincia, regione, nazione) vi sono numerose criticità relative all'utilizzo dei dati, che perdono di significatività per comuni o aree troppo piccole. Negli ultimi anni è cresciuto l'interesse per gli inventari delle emissioni alla scala locale (regionale, provinciale e comunale), per supportare le politiche di risanamento della qualità dell'aria e valutare il contesto di interventi di riduzione o compensazione delle emissioni dei gas climalteranti. Il motivo è da un lato il ruolo assegnato ai Paesi Membri dalla nuova Direttiva quadro sulla qualità dell'aria (recepita dal D.Lgs. 155/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"), dall'altro la crescita della consapevolezza sui possibili danni legati al surriscaldamento del pianeta, così come il ruolo determinante legato alle emissioni delle attività umane (IPCC, 2013 [b]).

Allo scopo di facilitare la comprensione dei temi legati alla realizzazione degli inventari locali delle emissioni di gas climalteranti, di seguito verranno forniti degli elementi di validità generale prima di affrontare nel dettaglio le problematiche connesse alla natura "locale" degli inventari relativi alle aree urbane. Le emissioni antropogeniche di interesse per il loro effetto climalterante sono principalmente quelle di CO₂ (biossido di carbonio), CH₄ (metano), N₂O (protossido di azoto) e gas fluorurati, principalmente HFC (idrofluorocarburi), PFC (perfluorocarburi) e SF₆ (esafluoruro di zolfo). Oltre a questi 6 inquinanti, considerati ai fini delle rendicontazioni degli impegni del Protocollo di Kyoto, l'AR5 sottolinea l'effetto climalterante di altre sostanze, come l'ozono (O₃) e il materiale particolato (PM), che impattano sullo sbilanciamento energetico del pianeta. Queste ultime possono avere sia un effetto raffreddante, tipicamente il materiale particolato di dimensioni maggiori, che riscaldante, legato al particolato fine di origine carboniosa, denominato "fuliggine" o "*black carbon*" (BC). Ci sono inoltre altre sostanze, come ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), composti organici volatili non metanici (COVNM), ossidi di zolfo (SO_x) che pur avendo un effetto indiretto sul clima del pianeta, in quanto influiscono sulla presenza delle sostanze principali, non sono state inserite nei totali nazionali relativi agli obblighi di riduzione previsti dalla Convenzione e dal Protocollo di Kyoto ma solo nell'obbligo di reporting da parte dei Paesi anche al fine di considerare tali stime nei modelli. Da ricordare, perché spesso motivo di malintesi, è che sebbene il vapore d'acqua sia un gas serra, non viene considerato nelle stime delle emissioni e nella contabilità ambientale perché la climatologia mostra come l'entità del vapore acqueo in atmosfera dipenda dalla temperatura dell'atmosfera stessa; in altre parole il vapore acqueo è un *feed-back*, non una forzante climatica, ossia agisce come amplificatore di una forzante esterna, veramente perturbatrice dell'equilibrio energetico del pianeta (Caserini, 2008).

Negli inventari delle emissioni e nei sistemi di contabilizzazione ambientale, per aggregare le emissioni di più gas climalteranti, viene utilizzato il *Global Warming Potential* (GWP), un coefficiente che esprime il potenziale riscaldante di un dato inquinante con riferimento all'unità di massa della CO₂. I valori di GWP proposti nel Quinto Rapporto IPCC sono mostrati in Tabella 1. Per capire il significato del GWP, che gioca un ruolo rilevante quando CO₂ e altri gas serra hanno variazioni differenziate, è necessario ricordare come viene quantificato il potere riscaldante dei diversi inquinanti. Il modo più semplice è quello di sommare l'energia aggiunta (intrappolata per effetto serra) nell'atmosfera da un inquinante in un certo periodo e confrontarla con l'energia aggiunta nello stesso periodo da una medesima quantità di CO₂. Il rapporto fra questi due integrali è appunto il GWP, un numero adimensionale che esprime il potere riscaldante di un inquinante, durante un certo periodo, rispetto alla CO₂, tenendo conto dei tempi di residenza in atmosfera della CO₂ e dell'inquinante stesso. I gas serra hanno infatti tempi di residenza molto differenti in atmosfera: la CO₂ è stabile (un quinto di quanto viene emesso persiste in atmosfera anche dopo 1000 anni), mentre CH₄ e N₂O hanno un tempo medio di residenza in atmosfera rispettivamente di 12 e 121 anni a differenza di altre sostanze, come il

materiale particolato, che sono facilmente rimosse dall'atmosfera (nel giro di pochi giorni o un paio di settimane). Il periodo su cui fare il confronto è scelto generalmente pari a 100 anni. Se si considerano tempi più brevi (es. 20 anni) le sostanze con minori tempi di vita (CH₄) contano di più (Tabella 1); se si considerano tempi lunghi (500 o 1000 anni) le sostanze più stabili (CO₂) sono più importanti. Il *Global Temperature change Potential* (GTP), invece, rappresenta la variazione di temperatura superficiale globale che deriva da una emissione di gas serra avvenuta oggi rispetto a quella che sarebbe dovuta a una emissione di CO₂. Qualora si prendesse in considerazione il GTP100, per esempio, considerando che un chilogrammo di metano emesso oggi durerebbe in atmosfera solo 12 anni, avrebbe un impatto minimo sulla temperatura superficiale globale tra 100 anni e quindi un valore basso di GTP.

Tabella 1 - GWP e GTP proposti dall'AR5

Sostanza	Formula chimica	GWP – 20 anni	GWP – 100 anni	GTP – 20 anni	GTP – 100 anni
Anidride carbonica	CO ₂	1	1	1	1
Metano	CH ₄	84	28	67	4
Protossido di azoto	N ₂ O	264	265	277	234

Fonte: IPCC, 2013 [c]

3. Punti critici

La realizzazione di inventari delle emissioni a scala comunale presenta numerose criticità e incertezze. La scarsa disponibilità e la mancanza di coordinamento dei molti soggetti che gestiscono i dati utili per gli inventari delle emissioni, rendono faticosa la realizzazione di un inventario alla scala locale, che comporta un grande dispendio di risorse umane e di tempo, per via delle complicazioni burocratiche e degli immancabili ritardi nella consegna dei dati che sono richiesti. Anche per i comuni più grandi (es: > 100.000 abitanti), spesso mancano i dati basilari per un inventario delle emissioni comunale, quali la disponibilità di dati di traffico, di consumi energetici, delle produzioni industriali diffuse. In definitiva, la carenza di dati è tale che le stime possono risultare incomplete e imprecise. Mentre stimare l'effetto di specifici progetti di riduzione delle emissioni può essere relativamente semplice, quantificare il contesto di riferimento, il totale delle emissioni comunali, risulta un'attività affetta da notevoli incertezze, spesso paragonabili all'entità delle riduzioni attese. Nel caso in cui l'inventario locale origini da una disaggregazione *top down* di un inventario di scala superiore (nazionale o regionale) la scelta delle metodologia e delle variabili *proxy* con cui viene effettuata la disaggregazione (popolazione, reddito, superficie, ecc) è determinante, per cui una loro variazione, ad esempio da un anno all'altro, rende non confrontabili i due inventari e non consistente il *trend*. In altre parole, mentre il *trend* delle emissioni a scala nazionale è valutato con margini di precisione ben quantificati (ISPRA, 2014), le variazioni alla scala locale possono essere spesso dovute più alla qualità dei dati disponibili e ad assunzioni metodologiche differenti che a reali effetti delle politiche intraprese.

Il dato comunale di un'emissione diffusa di gas climalteranti da combustioni (ad esempio da riscaldamento domestico o traffico) dipende dalla precisione della stima dell'indicatore di attività, ossia il consumo di carburante, che viene stimato a livello locale con tecniche indirette, spesso a partire da dati noti ad un livello territoriale più elevato e, per questo motivo, con un grado di incertezza maggiore del dato aggregato provinciale o regionale da cui deriva. Una ricerca condotta nell'ambito del Progetto Kyoto Lombardia (Caserini *et al.*, 2008) ha identificato le criticità legate alle stime dei consumi necessari per la redazione dei bilanci energetici a diverse scale territoriali. Si tratta di difficoltà legate in particolare ai prodotti petroliferi, derivanti dalle modalità statistiche di elaborazione dei dati delle stime delle vendite fornite dal Bollettino Petrolifero predisposto dal Ministero dello Sviluppo Economico (MSE), che potrebbero essere superati solo tramite accordi diretti tra gli enti territoriali (es. le Regioni) e gli enti che dispongono di dati utili (es. Agenzia delle Dogane, raffinerie, depositi petroliferi privati e depositi fiscali a servizio delle compagnie petrolifere) finalizzati alla creazione di *data base* mirati per una corretta valutazione dei consumi. A titolo di esempio, se si considerano i combustibili e i carburanti maggiormente utilizzati in Italia, i margini percentuali di incertezza relativi delle stime dei consumi a diversi livelli territoriali, si noterà come alla scala provinciale e soprattutto comunale le stime di consumo dei combustibili, e di conseguenza le corrispondenti emissioni di gas serra, risultino nettamente più incerte (Caserini *et al.*, 2008). Un altro

settore caratterizzato da notevoli incertezze alla scala comunale è quello del traffico veicolare; la stima delle emissioni comunali, infatti, a volte può derivare da una modellizzazione del traffico extraurbano ed urbano, con un bilancio del combustibile stimato su scala sovracomunale. Altre volte viene effettuata come disaggregazione a scala comunale, sulla base di variabili *proxy* come la popolazione o il parco immatricolato, dei dati delle vendite di carburante. Si tratta di due approcci molto diversi che possono condurre a stime sensibilmente diverse, in grado di nascondere l'effetto di eventuali politiche di riduzione.

Nel definire i “confini” del sistema oggetto di valutazione, risulta di grande importanza la suddivisione fra emissioni dirette, generate internamente al territorio considerato, e le emissioni indirette, prodotte all'esterno per la produzione di beni e servizi importati e consumati all'interno del territorio stesso (es. energia elettrica, acciaio, cemento, ecc). Le emissioni indirette, chiamate anche emissioni “ombra”, o “*Carbon footprint*”, sono utili per meglio confrontare le emissioni pro-capite di gas climalteranti con quelle di altri territori, per meglio valutare quindi obiettivi di riduzione delle emissioni basati sul “principio di responsabilità”. Sono però emissioni più difficilmente quantificabili, in quanto non solo dipendono da informazioni, spesso carenti, sulla provenienza dei prodotti importati, ma richiedono anche metodologie molto complesse derivanti dagli studi condotti nel settore delle analisi del ciclo di vita (LCA – *Life Cycle Assessment*). Più facile è la stima delle emissioni indirette riferite alla sola produzione dell'energia elettrica importata, che può basarsi sui dati di consumo e di produzione di energia noti con adeguato dettaglio. Considerare le emissioni indirette porta a un bilancio di emissioni peggiorativo (aumentano le emissioni attribuite al territorio) in termini assoluti ma più coerente nonché rappresentativo del reale contributo da parte della popolazione residente su un territorio al problema dei cambiamenti climatici.

Un obiettivo di riduzione può essere raggiunto sia con misure “domestiche”, ossia riduzioni reali all'interno del territorio o del sistema considerato, sia con riduzioni “esterne”, relative a riduzioni causate dalle politiche intraprese, ma che avvengono all'esterno del territorio considerato. Le riduzioni esterne possono essere causate direttamente da azioni decise all'interno del territorio, oppure possono essere progetti indipendenti di cui si acquisiscono i “crediti” generati dalle riduzioni avvenute. Un esempio di riduzioni esterne sono quelle derivanti da progetti CDM (*Clean Development Mechanism*) o JI (*Joint Implementation*), previsti dal Protocollo di Kyoto, che possono essere conteggiate acquisendo i Certificati di Riduzione delle Emissioni nel caso dei progetti CDM oppure ottenendo Unità di Riduzione Emissioni (ERU) per i progetti JI.

4. Conclusioni

L'obiettivo principale di questo contributo è quello di evidenziare i problemi che si possono incontrare nella realizzazione di un inventario delle emissioni ma anche le possibili sinergie tra inventari a differente livello territoriale.

Innanzitutto, occorre avere strumenti che definiscano bene in ogni componente la dimensione energetica locale; la realizzazione di Bilanci Energetici Regionali (BER) che siano in grado di contestualizzare e descrivere condizioni locali di maggior dettaglio è quindi un punto di partenza molto importante anche nell'ottica di misure integrate tra territori diversi della stessa regione.

Per ottenere dei buoni risultati è indispensabile la condivisione di informazioni, statistiche e fattori di emissione in modo da assicurare la confrontabilità dei diversi inventari locali ma anche tra inventari di livello territoriale differente ed è altrettanto fondamentale il processo di *data sharing* tra gli enti pubblici che devono realizzare l'inventario (ad esempio i comuni) con le *utilities* che gestiscono il vettore energetico sul territorio.

Infine, dal punto di vista tecnico, è bene porre adeguata attenzione all'individuazione delle attività che si ritiene debbano essere oggetto del piano, in modo da distinguere quelle che possono essere effettivamente influenzate dalle politiche locali da quelle che sono già gestite da provvedimenti legislativi di ordine superiore.

In merito alla condivisione delle informazioni ISPRA pubblica il materiale relativo alle stime delle emissioni all'indirizzo <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/inventaria>

Bibliografia

Boccardi A., Ghidorzi S., De Simone D., Brolis M., Maffei G. 2007. *Un approccio integrato per i Bilanci Energetico-Ambientali Regionali: il caso della regione Lombardia*. Disponibile su http://www.cestec.it/pianificazione_energetica/sirena.

Caserini S., 2008. *A qualcuno piace caldo. Errori e leggende sul clima che cambia*. Edizioni Ambiente, Milano.

Caserini S. et al., 2008. *Le emissioni di gas serra*. In “Progetto Kyoto Lombardia”, Ed. Fondazione Lombardia per l’Ambiente. ISBN 978-8134-067-5.

Cerutti A.K., Iancu A., Janssens-Maenhout G., Melica G., Paina F., Bertoldi P., 2013. *The Covenant of Mayors in Figures 5-Year Assessment*. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environmental Sustainability. Publications Office of the European Union, Luxembourg. Disponibile su http://www.pattodeisindaci.eu/IMG/pdf/com_in_figures_jrc.pdf.

EEA, 2013. *Technical report No 12/2013 EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013 Technical guidance to prepare national emission inventories*.

Grubler, A., X. Bai, T. Buettner, S. Dhakal, D. J. Fisk, T. Ichinose, J. E. Keirstead, G. Sammer, D. Satterthwaite, N. B. Schulz, N. Shah, J. Steinberger and H. Weisz, 2012. *Chapter 18 - Urban Energy Systems*. In *Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, pp. 1307-1400.

Hare W.L. et al., 2008. *Climate hotspots: key vulnerable regions, climate change and limits to warming*. *Regional Environmental Change*, 11, S1-S13.

IEA, 2008. *World Energy Outlook 2008 Edition*. International Energy Agency, Paris, France, 578 pp.,

IPCC, 2000. *Good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories*.

IPCC, 2003. *Good Practice Guidance for LULUCF*. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpگلulucf/gpگلulucf.html>

IPCC, 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/

IPCC, 2013 [a]. *Human Settlements, Infrastructure and Spatial Planning*. In: *Climate change 2013: Mitigation of Climate Change. Final Draft. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Final draft, 17 dicembre 2013.

IPCC, 2013 [b]. *IPCC, 2013: Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2013[c]. *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

ISPRA, 2014. *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2012. National Inventory Report 2014*.

Magnani F., Grassi G., Tonon G., Cantoni L., Ponti F., Vicinelli E., Boldregghini P., Nardino M., Georgiadis T., Facini O., Rossi F., 2005. “*Quale ruolo per l’arboricoltura da legno italiana nel Protocollo di Kyoto? Indicazioni da una “Kyoto-forest” della pianura emiliana*”, *Forest@*, 2 (4), 333-344

Ramanathan V., Feng Y., 2008. *On avoiding dangerous anthropogenic interference with the climate system: Formidable challenges ahead*. *PNAS*, 105, pp. 14245-14250

Schellnhuber H.J., 2008. *Global warming: Stop worrying, start panicking?* *PNAS*, 105, pp. 14239-14240.

UNDESA, 2014. *World urbanization prospects – highlights*. United Nations 2014

L'ESPERIENZA DI GOVERNANCE MULTILIVELLO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA: SUPPORTO ALLE POLITICHE DI MITIGAZIONE E ADATTAMENTO E STRUMENTI OPERATIVI

Patrizia Bianconi¹, Anna Zappoli¹, Fabrizio Tollari², Michele Sansoni³

¹Regione Emilia-Romagna, ²Emilia-Romagna Valorizzazione Economica del Territorio,

³Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente dell'Emilia-Romagna

Abstract

Le politiche di mitigazione e adattamento hanno carattere trasversale rispetto alle competenze settoriali in cui è suddivisa la struttura organizzativa dell'ente locale. Per questo motivo la Regione Emilia-Romagna ha ritenuto necessario sperimentare l'applicazione sistematica di processi condivisi e strumenti di riferimento comune costruiti su basi tecnicamente valide che potessero sostenere in modo efficace la capacità degli enti di poter pensare, organizzare, monitorare, comunicare ed eventualmente rendicontare, le proprie politiche per i cambiamenti climatici. L'adozione di strumenti e procedure di aggregazione delle politiche climatiche degli enti locali si è rivelata non solo efficace ma anche potenzialmente utile per orientare con efficacia le strategie regionali in tema di cambiamenti climatici.

Parole chiave

Cambiamento Climatico, Patto dei Sindaci, Governance, Mitigazione, Adattamento, Piani Clima

1. Introduzione: politiche di mitigazione e adattamento in Emilia Romagna

Il tema del cambiamento climatico non cessa di essere prioritario e urgente, come viene confermato dai contenuti del quinto rapporto dell'IPPC-Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013), pubblicato a fine settembre 2013. Il rapporto ha confermato i dati sul cambiamento in atto (l'aumento delle temperature e il suo persistere nel tempo ormai inevitabile, la frequenza degli eventi estremi, la velocità dei disgeli e l'incremento del livello dei mari), constatato l'aggravarsi dello scenario che si prospetta nei prossimi decenni e aumentato la consapevolezza del ruolo determinante svolto dalle attività antropiche.

Questa urgenza non diminuisce, evidentemente, nonostante la perdurante crisi economica che nei paesi "stabilmente" industrializzati ha comportato negli ultimi anni un temporaneo stop al trend crescente delle emissioni climalteranti, così come permane il concetto che a ogni livello (nazionale, regionale, locale) debbano essere pensate e attuate politiche che consentano al territorio di riferimento di contribuire per la propria necessaria parte al raggiungimento degli obiettivi definiti a livelli più alti (comunitario, internazionale). In Emilia-Romagna, quindi i piani regionali competenti per settore (in primis PER-piano energetico, PRITT-Piano regionale integrato dei trasporti, PRAP-Programma Regionale per le Attività Produttive e PRRITT-Programma regionale per la ricerca industriale, l'innovazione e il trasferimento tecnologico, PSR-Piano di sviluppo rurale) hanno come riferimento gli obiettivi comunitari al 2020 in termini di riduzione delle emissioni climalteranti (meno 20%) così come, eventualmente, gli altri obiettivi più specifici collegati al tema dell'energia (raggiungimento della quota del 20% della produzione di energia da fonti rinnovabili sul totale e aumento del 20% del livello di efficienza energetica, sempre al 2020). Gli stessi numeri sono di riferimento per le amministrazioni provinciali, e sempre gli stessi obiettivi sono adottati da tutti i Comuni che aderiscono al Covenant of Mayors-Patto dei Sindaci in Emilia-Romagna così come in tutta l'Unione Europea, essendo un requisito di base dell'iniziativa.

Le politiche di mitigazione, ovvero mirate alla riduzione delle emissioni climalteranti generate dal territorio hanno di fatto carattere trasversale rispetto alle competenze settoriali in cui è suddivisa la struttura organizzativa dell'ente locale. Per questo si è ritenuto utile sperimentare in Emilia-Romagna l'applicazione sistematica di modalità che potessero sostenere in modo efficace la capacità degli enti di poter pensare, organizzare, monitorare, comunicare ed eventualmente rendicontare, le proprie politiche per i cambiamenti climatici.

2. L'esperienza dei Piani Clima

La proposta è stata rivolta agli enti territoriali che hanno un più ampio territorio di riferimento (e quindi una correlata complessità delle politiche interessate) e una struttura organizzativa più articolata, ovvero le province e i comuni capoluogo. Tra gli obiettivi, la costruzione di modalità strutturate per la gestione delle politiche contro i cambiamenti climatici e anche l'utilizzo di uno strumento di pianificazione apposito, il Piano Clima, da intendersi non come sovraordinato ai piani settoriali di competenza dell'ente, ma di aggregazione degli obiettivi, delle azioni interessate e dei risultati conseguiti ed eventualmente, di coordinamento. Il coinvolgimento sia delle province che dei comuni, chiamati a lavorare a stretto contatto con le strutture regionali, ha permesso di sperimentare a tutti gli effetti una forma di governance multilivello.

L'iniziativa sviluppata, chiamata "Piani Clima in Emilia-Romagna³", è stata finanziata nell'ambito del "Piano di Azione Ambientale per un futuro sostenibile della Regione Emilia-Romagna 2008-2010". Il progetto si è concluso dopo due anni alla fine di marzo 2013 con l'ultimazione dei Piani Clima da parte di otto province e otto comuni capoluogo, sulla base del lavoro svolto dai singoli enti collegati per territorio (ogni provincia ha sviluppato il proprio progetto congiuntamente con il comune capoluogo) e degli strumenti sviluppati dalla Regione Emilia-Romagna insieme agli enti locali nell'ambito del gruppo di lavoro regionale appositamente predisposto, cui Ervet e Arpa Emilia-Romagna hanno partecipato come supporto tecnico.

Elementi caratterizzanti l'iniziativa sono stati infatti l'utilizzo di un modello comune di riferimento per il percorso di costruzione del Piano e lo sviluppo di una serie di strumenti regionali di supporto sia alla preparazione del Piano sia alla gestione delle azioni ivi incluse, al monitoraggio che verrà condotto, e al coordinamento delle politiche secondo le competenze dei diversi livelli amministrativi e dei loro risultati.

Il percorso di costruzione del piano si è basato su uno schema di per sé consolidato la cui applicazione alle politiche per il clima è stato studiato negli ultimi anni dalla Regione Emilia-Romagna insieme ad altre regioni italiane nell'ambito delle Rete Cartesio⁴, che ha prodotto apposite linee guida metodologiche (Rete Cartesio, 2011). Ogni step ha utilizzato o sviluppato ex novo strumenti regionali di supporto agli enti locali.

Per lo sviluppo del quadro conoscitivo (inventario delle emissioni di gas serra a livello territoriale e inventario delle emissioni proprie dell'ente) sono stati utilizzati i dati dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera 2007, realizzato da Arpa Emilia-Romagna nel 2010 su incarico della Regione Emilia-Romagna. L'inventario è stato realizzato con l'ausilio del software INEMAR, realizzato e mantenuto dal 2006 da un consorzio di regioni con capofila la Lombardia e partecipanti Piemonte, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Puglia e le province autonome di Trento e di Bolzano e la Regione Marche (dal 2009). Gli algoritmi di calcolo implementati in INEMAR integrano le metodologie internazionali e nazionali (EMEP-CORINAIR, IPCC GHG, Database dei fattori emissivi) garantendo coerenza tra i vari livelli territoriali nella valutazione delle emissioni. Per rispondere alle esigenze degli enti impegnati nei Piani Clima, Arpa ha reso disponibile uno strumento per la costruzione degli inventari locali, a partire da quanto già realizzato in ottica dimostrativa nell'ambito del progetto LIFE+ Laks (Local Accountability for Kyoto Goals). I dati di emissione locali sono stati calcolati top-down a livello settoriale sulla base di una banca dati regionale appositamente adeguata a livello locale che ogni ente locale ha avuto la possibilità di completare con la descrizione del quadro locale tramite dati bottom-up, in particolare per quanto riguardava i consumi degli enti. Il quadro conoscitivo è stato integrato con la costruzione per ciascun settore emissivo di uno scenario tendenziale regionale al 2020 tramite elaborazione dei dati derivati dal sistema GAINS, sviluppato a livello europeo e poi nazionale. Gli scenari tendenziali regionali sono stati quindi riferimento comune per gli enti locali nella definizione degli obiettivi al 2020 per ciascun settore emissivo.

Complessivamente, gli enti locali sono stati quindi chiamati a definire sulla base del quadro conoscitivo gli obiettivi strategici di lungo termine delle proprie politiche di mitigazione, tenendo conto di tutti i piani e degli strumenti di gestione del territorio di competenza dell'ente e degli indirizzi già in essi previsti. Passo successivo è stata l'organizzazione delle misure di mitigazione identificate

³ <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/sviluppo-sostenibile/temi/piani-clima>

⁴ Rete Cartesio, rete di regioni per la gestione sostenibile di cluster, aree territoriali e sistemi di impresa omogenei, www.retecartesio.it

per ciascun settore e nell'ambito di ciascuna misura, delle azioni, ovvero degli specifici progetti, interventi o gruppi di interventi attraverso cui raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni. L'organizzazione si è resa possibile attraverso la definizione di un quadro standard delle misure e delle tipologie di azione entro cui collocare tutti gli interventi, in modo da poter opportunamente classificare a livello regionale secondo criteri standard tutte le azioni pianificate, programmate e realizzate. Per ciascuna tipologia di azione sono state condivise dal Gruppo di Lavoro regionale le metodologie di calcolo comuni per la valutazione ex ante dei risultati delle azioni e per il loro monitoraggio successivo⁵. Il lavoro svolto dagli enti è stato quindi sintetizzato nel Piano Clima, documento snello e di carattere allo stesso tempo tecnico e divulgativo, preparato secondo un format comune, destinato ad essere approvato dal consiglio provinciale o comunale.

Per la gestione delle azioni pianificate e per il monitoraggio dei risultati è stata attivata una piattaforma web regionale, chiamata CLEXi che gli enti locali possono utilizzare nel tempo per mantenere aggiornato nel tempo il Piano Clima e per poter calcolare, comunicare e rendicontare la realizzazione delle azioni e i risultati ottenuti. L'utilizzo di un quadro standard regionale delle misure e delle azioni permette l'analisi dei piani di azione locali a medio e lungo termine e l'ottimizzazione degli strumenti attuativi delle politiche regionali a supporto degli interventi pianificati sul territorio. Permette inoltre l'utilizzo di dati ambientali, tecnici ed economici consistenti a livello territoriale. L'utilizzo di metodologie comuni per la quantificazione dei risultati (le riduzioni di emissioni climalteranti ottenute da ciascuna azione) permette di realizzare attraverso il monitoraggio realizzato da ciascun ente un sistema consistente e omogeneo sul territorio regionale.

3. Il supporto al Patto dei Sindaci

La Regione Emilia-Romagna, in attuazione dell'Asse 7 del secondo Piano Attuativo 2011-2013 (P.T.A.) del Piano Energetico Regionale, ha sviluppato azioni di programmazione e promozione a livello locale di politiche per il clima e l'energia sostenibile, in particolare promuovendo dal 2012 esperienze positive come il Patto dei Sindaci.

Al fine di attuare l'iniziativa europea, è stata avviata, in linea con il modello di governance proposto dall'Europa, un'azione coordinata tra i diversi livelli di governo del territorio interessati, per stimolarne la compartecipazione attraverso un approccio integrato, attivando specifici meccanismi e modalità di lavoro in coerenza con le esperienze precedentemente avviate nell'ambito del progetto Piani Clima locali in Emilia Romagna.

L'adesione volontaria al Patto dei Sindaci è stata promossa attraverso l'emanazione di bandi per la concessione di contributi per la redazione del Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES); i bandi si sono rivolti, in prima battuta, alle forme associative di Comuni (Unioni o Associazioni), impegnando gli Enti ad individuare il livello istituzionale più efficace per avviare e sostenere azioni integrate di area vasta, ottenendo il coinvolgimento di 39 Unioni per un totale di 224 Comuni.

In un secondo momento sono stati coinvolti i Comuni singoli ancora non aderenti, portando così il numero totale di Comuni firmatari del Patto sul territorio regionale a 296 sul totale di 340, che in termini di abitanti corrisponde al 94% della popolazione.

Ai firmatari si sono affiancate le strutture di Supporto e coordinamento territoriali, Anci Emilia-Romagna e le Province, impegnate, a seguito della sottoscrizione del Patto dei Sindaci, in azioni di coinvolgimento, informazione, formazione dei diversi attori interessati. Dal marzo 2014 la Regione è stata riconosciuta come struttura di coordinamento dall'Ufficio del Covenant of Mayors, con cui ha attivato una proficua e continuativa collaborazione.

⁵ Per la definizione del modello sono stati formati sette Gruppi di Lavoro settoriali (Produzione Locale di Energia, Residenziale e Terziario, Industriale, Rifiuti, Agricoltura e Zootecnia, Assorbimenti ed Altre Sorgenti e Trasporti) che hanno definito 38 metodologie di calcolo che consentono di stimare ex ante e monitorare, con dati normalmente a disposizione delle amministrazioni comunali e/o provinciali, le riduzioni di CO₂ (esprese in tonnellate di CO₂ equivalenti) correlate a 38 tecnologie suddivise per i sette settori di attività sopra richiamati. Le metodologie su cui si basano i calcoli delle riduzioni di emissioni coprono la maggior parte delle azioni normalmente messe in campo dagli Enti Locali, ed escludono, ovviamente, quelle che non sono quantificabili (ad esempio azioni di educazione ambientale). Tutte le schede metodologiche sono collegate ad azioni macro-tecnologiche (ad esempio installazione di pannelli fotovoltaici) e prevedono, quando opportuno, particolari parametri di calcolo definiti in base alle specifiche tecniche/di prodotto messe in atto con l'azione. Le metodologie, inoltre, rispondono ad esigenze di standardizzazione, definendo, per la valutazione ex ante, ed in assenza di dati di progetto, parametri di calcolo "condivisi" desunti da fonti bibliografiche o da esperienze locali, rimandando alla fase di monitoraggio il reperimento di parametri di calcolo "misurati".

Con la finalità di favorire i Comuni impegnati nell'elaborazione del PAES e di contribuire a realizzare un sistema regionale omogeneo, grazie alla collaborazione tra le strutture regionali competenti (DG Attività Produttive, Commercio, Turismo e DG Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa) e al supporto tecnico di ARPA Emilia-Romagna ed Ervet, sono stati sviluppati e resi disponibili per i Comuni specifici strumenti.

Gli strumenti facilitano sia la fase di predisposizione del quadro conoscitivo e dell'Inventario di base delle emissioni (IBE), sia la costruzione, la gestione e il monitoraggio dei Piani locali, implementando ed adattando alle finalità del Patto dei Sindaci quanto già elaborato nell'ambito di altre strategie regionali di riduzione delle emissioni di gas climalteranti (Piani Clima), garantendo così la coerenza tra le metodologie sviluppate e una possibile integrazione tra le politiche settoriali.

L'elaborazione degli strumenti sul territorio è stata una occasione per condividerne con il sistema degli Enti Locali le funzionalità e potenzialità, permettendone il miglioramento e proponendone l'utilizzo, attraverso il coinvolgimento in un Tavolo di confronto coordinato da Anci Emilia Romagna, dei Servizi competenti e delle Strutture Tecniche regionali (Arpa Emilia-Romagna ed Ervet), delle Province, delle Unioni, dei Comuni e dei consulenti.

Il Tavolo è stato attivato all'interno del Gruppo di Lavoro Energia, istituito da tutte le Associazioni regionali degli Enti Locali nel 2012, all'avvio delle misure del Piano Energetico Regionale – PTA 2011-2013 quale luogo di incontro e discussione aperto a tutti i soggetti politici e tecnici che, all'interno degli Enti Locali, sono impegnati nel percorso del Patto dei Sindaci.

L'attività di comunicazione e promozione degli strumenti sul territorio da parte delle strutture di supporto regionali, ne ha stimolato l'utilizzo ed ha permesso di evidenziare come l'uso di strumenti comuni permetta di aprire un ulteriore canale di comunicazione, favorendo una effettiva ed efficace governance multilivello, valorizzando il PAES come strumento di programmazione locale, coinvolgimento degli attori e animazione sul territorio, direttamente collegabile con le politiche regionali.

Nell'ambito di analoghe iniziative, attraverso una azione congiunta tra le strutture di supporto e coordinamento, i Comuni aderenti al Patto sono stati incoraggiati a coordinarsi in gruppi di lavoro che permettessero l'ottimizzazione operativa ed economica delle azioni sui territori, promuovendo processi di sviluppo dei PAES a livello di Unione di Comuni.

In parallelo la Regione attraverso un accordo con Anci Emilia Romagna ha sostenuto, tra altre azioni, la progettazione di un percorso di definizione della "Funzione Energia" rivolto a Comuni ed Unioni per focalizzare sia gli aspetti di definizione di politiche energetiche locali trasversali e inclusive (finalizzate a favorire la transizione verso un'economia a basso contenuto di carbonio), sia l'organizzazione adeguata a sostenerle.

L'azione di stimolo coordinata e la risposta del territorio hanno permesso lo sviluppo di diverse esperienze da segnalare come buone pratiche, tra cui la creazione in alcuni casi di un "Team Energia" costituito da una rete stabile di politici e tecnici dei singoli Comuni che, all'interno dell'Unione di Comuni, lavorano in modo coordinato per portare avanti gli impegni presi con il Patto dei Sindaci; in altri casi la creazione o il trasferimento in Unione dell'Ufficio Energia con competenze e compiti finora non previsti negli assetti organizzativi comunali.

Da segnalare inoltre, come risultato del lavoro fatto sul territorio il passaggio del numero di assessori comunali con delega all'energia da poche unità a 80.

4. Gli strumenti operativi sviluppati dal Gruppo di Lavoro Energia

Per il reperimento dei dati sui consumi energetici i Comuni firmatari del Patto dei Sindaci hanno a disposizione:

- un set di dati consumo pubblici: attraverso le proprie attività istituzionali, la Regione dispone ed è in grado di fornire una serie di dati di consumo energetico riferiti a diverse scale territoriali e temporali; le principali fonti consistono nei dati di consumo di gas naturale e di energia elettrica a livello comunale, nell'inventario regionale INEMAR (Inventario delle

Emissioni in Aria), nel Sistema Informativo Energetico Regionale e nei dati forniti da SNAM Rete Gas e da TERNA.

- **dati di consumo dei distributori:** nell'ambito di protocolli d'intesa sottoscritti dalla Regione Emilia-Romagna con i distributori di gas ed energia elettrica del territorio regionale la Regione dispone dei dati di consumo attraverso le reti di distribuzione locale. I dati di consumo pubblici sono scaricabili dal portale <http://energia.regione.emilia-romagna.it>. I dati non pubblicati sul portale sono comunque resi disponibili ai Comuni interessati attraverso una procedura di richiesta alla Regione tramite l'invio per posta elettronica (energia@regione.emilia-romagna.it) di un apposito modulo di richiesta, scaricabile dallo stesso portale web.

Per la costruzione dell'Inventario di Base delle emissioni (IBE) i Comuni possono utilizzare:

- **IPSI (Inventario delle emissioni serra per il Patto dei Sindaci)**, strumento di facile utilizzo, realizzato per rispondere alle esigenze dei comuni che vogliono costruire un l'IBE per il proprio PAES in maniera coerente a quanto richiesto dalle linee guida europee (Bertoldi *et al.*, 2010). IPSI rappresenta l'evoluzione e l'aggiornamento di due precedenti metodologie (progetto LAKS di LIFE+ e Piani Clima Locali in Emilia-Romagna) ed è sviluppato come un foglio elettronico che assiste in modo efficiente e rapido gli Enti Locali nella preparazione e realizzazione dell'IBE per il Patto dei Sindaci promuovendo, a livello regionale, un metodo omogeneo e confrontabile per la sua realizzazione. La progettazione del modello è stata condivisa con numerosi enti locali per rispondere alle loro esigenze specifiche di semplicità d'uso e gestione dei risultati⁶. IPSI è diviso in schede che richiamano i settori del PAES (Edifici, attrezzature/impianti comunali, Edifici, attrezzature/impianti terziari, Edifici residenziali, Illuminazione pubblica comunale, Industrie, Parco auto comunale e Trasporti pubblici, Trasporti privati e commerciali, Rifiuti) e che guidano l'utente nella realizzazione dell'IBE. Il modello può ricevere in input dati di consumo energetico riferiti ai principali combustibili e all'energia elettrica, in diversi formati (dati puntuali, dati disaggregati da dati regionali/provinciali, dati raccolti da bollette energetiche) e in differenti unità di misura: IPSI infatti trasforma automaticamente i dati inseriti in MWh, che è l'unità di riferimento scelta per il Patto dei Sindaci. I dati di consumo energetico (e produzione di rifiuti) inseriti sono convertiti automaticamente in emissioni serra (CO₂ equivalente) utilizzando opportuni fattori di emissione, coerenti con quelli utilizzati a livello nazionale e regionale. IPSI, infine, compila automaticamente il modulo IBE del Patto dei Sindaci (richiesto dal Joint Research Centre per la presentazione del PAES).

Per la preparazione e il monitoraggio dei PAES sono a disposizione dei Comuni:

- Un catalogo regionale delle azioni: si tratta di un elenco, organizzato per categorie coerenti con quelle previste dal PAES, di oltre 200 azioni, funzionale a indirizzare la costruzione dei piani e a classificare le azioni locali, comunque costruite, secondo una struttura identificativa comune con cui Regione, Province, Unioni e Comuni possono coordinarsi. Di particolare rilevanza le azioni relative al coinvolgimento dei cittadini e quelle che afferiscono alla sfera degli assetti organizzativi del Comune rilevanti per logiche interne di funzionamento e per la gestione dei rapporti con gli stakeholders. Il catalogo delle azioni è implementato nel software gestionale Clexi.
- **CLEXi (Emilia-Romagna Cross Platform for CLimate and Energy policies monitoring and accounting)**, un software gestionale gratuito web based, che consente di gestire la costruzione e l'implementazione dei PAES. Consente pertanto di inserire le singole azioni, comporre il piano e produrre i template e i report richiesti dall'Ufficio del Covenant. CLEXI è online e disponibile all'indirizzo web <http://clexi.ervet.it> o accessibile dal portale energia della Regione <http://energia.regione.emilia-romagna.it>.
- Metodologie e strumenti di calcolo per la quantificazione dei risultati delle azioni dei PAES, che consentono di quantificare ex ante e monitorare le riduzioni di CO₂, i risparmi energetici e la produzione di energia rinnovabile derivanti dalle azioni inserite nei PAES, organizzate

⁶ IPSI è liberamente scaricabile dal portale regionale <http://energia.regione.emilia-romagna.it/entra-in-regione/politiche-europee/patto-sindaci/strumenti-operativi-per-il-paes> in formato excel (97 e 2007)

secondo tipologie standard e le diverse opzioni tecnologiche possibili. Sono utilizzabili per definire gli obiettivi del piano e per attuarne il monitoraggio.

5. Conclusioni

L'iniziativa della Regione Emilia-Romagna, nel suo complesso, ha finora dimostrato che la possibilità di adottare in modo sistematico a copertura del territorio regionale processi condivisi e strumenti di riferimento comune costruiti su basi tecnicamente valide ai fini del supporto agli enti locali e all'ottimizzazione delle politiche locali e regionali, e' non solo possibile ma anche necessaria. L'adozione di strumenti e procedure di aggregazione e, potenzialmente, di coordinamento delle politiche di mitigazione dell'ente locale si è rivelata efficace negli enti di maggiori dimensioni quali le province e i comuni capoluogo e si sta rivelando adesso coerente e integrabile con gli strumenti di programmazione che vengono adottati ad un livello più basso o a copertura di territori più piccoli, primo fra tutti il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile che i comuni si impegnano a realizzare e presentare aderendo al Patto dei Sindaci.

La Regione Emilia Romagna impegnata nella definizione di una Strategia regionale per i cambiamenti climatici, volta a valorizzare le azioni già in atto in termini di mitigazione ed adattamento, potrà comunque avvalersi degli strumenti di coordinamento già testati a livello locale e delle informazioni in essi contenute per orientare con ancora maggior efficacia politiche che conducano ad una riduzione effettiva delle emissioni di gas serra nonché decise e razionali azioni di adattamento, volte a limitare i "danni" e possibilmente a sfruttare le opportunità di tale cambiamento.

Bibliografia

Arpa Emilia-Romagna, 2010, *Inventario delle emissioni in atmosfera*, http://www.arpa.emr.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/ambiente/inventario_emissioni_2007.pdf

IPCC, 2013, *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Rete Cartesio, 2011, *Linee guida per la definizione e attuazione di una strategia di riduzione delle emissioni di gas serra da parte delle pubbliche amministrazioni*, http://www.retecartesio.it/download/listbox/pagina_clima/GHG_linee_guida.it.pdf

Bertoldi P., Bornás Cayuela D., Monni S., Piers de Raveschoot R., 2010, *Come sviluppare un piano di azione per l'energia sostenibile - PAES*", Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, http://www.pattodeisindaci.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_it-2.pdf

LA DIMENSIONE ENERGETICA DEI TERRITORI LOCALI: L'ESPERIENZA DELLA LOMBARDIA E DEL PROGETTO LIFE+ FACTOR20 AL SERVIZIO DEL PATTO DEI SINDACI

Mauro Alberti¹, Anna Boccardi¹, Mauro Brolis¹, Dino De Simone¹, Stefania Ghidorzi¹

¹Direzione Energia, Finlombarda S.p.A.

Abstract

La possibilità di dare obiettivi praticabili di sostenibilità energetica ad un territorio locale dipende in gran parte dalla capacità di organizzare nel tempo un solido ed affidabile sistema di conoscenza dei flussi e delle dinamiche che caratterizzano la dimensione energetica di quel territorio. La chiave sta nella organizzazione di un bilancio energetico che, all'interno di un contesto regionale, definisca quadri di riferimento locali conosciuti nei diversi aspetti che oggi, attraverso l'esperienza del Patto dei Sindaci, possono fruttuosamente essere interessati da una concreta politica di cambiamento. Il progetto LIFE+ Factor20 e con esso l'evoluzione del Sistema Informativo Regionale Energia e Ambiente (frutto del lavoro congiunto della Direzione Generale Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile di Regione Lombardia e della Direzione Energia di Finlombarda) rappresentano, nello scambio proficuo di strumenti ed esperienze con altre Regioni (qui nella fattispecie rappresentate dalla Basilicata e dalla Sicilia), una duplice buona pratica che ha affermato un nuovo modo di analizzare ed utilizzare i dati relativi ai sistemi energetici locali.

Parole chiave

Bilancio energetico, Patto dei Sindaci, SIRENA, Factor20

1. Il Bilancio energetico elaborato in Regione Lombardia

Elaborare il Bilancio energetico di un territorio vasto significa mettere in atto una ricca esperienza di conoscenza di quello stesso territorio, arrivando ad indagare anche elementi apparentemente poco collegati ai temi energetici. Di certo il bilancio energetico è lo strumento basilare ed irrinunciabile per programmare un rapporto equilibrato e sostenibile tra il territorio, i suoi abitanti, le sue attività sociali ed economiche ed il sistema energetico, fatto di tecnologie e modi di produrre e distribuire l'energia, di consumi e di impatti ambientali oltre che sociali ed economici legati a quegli stessi consumi⁷.

In *Lombardia*, la metodologia di bilancio energetico regionale⁸ è stata sviluppata nell'ambito dei lavori di predisposizione del Piano d'Azione per l'Energia, approvato nel 2007. La metodologia è stata successivamente aggiornata nell'ambito del Progetto Factor20⁹. L'obiettivo del progetto, che ha coinvolto le Regioni Lombardia, Basilicata e Sicilia, è stato quello di ottimizzare e contestualizzare una metodologia di bilancio energetico che, ai diversi livelli territoriali e per i diversi settori, possa garantire attendibilità delle stime dei consumi e delle emissioni dei gas climalteranti, ovvero un'unica metodologia, chiara, ripercorribile e funzionale all'utilizzo dei dati organizzati secondo opportune banche dati. La base di partenza per lo sviluppo della metodologia è stata la procedura elaborata da Regione Lombardia nell'ambito del progetto di sistema informativo SIRENA (<http://sirena.finlombarda.it>). Il modello dei flussi di energia viene ricostruito considerando gli schemi riportati in **Figura 1** e consente la compilazione della **Tabella 1**, che riporta lo schema semplificato dei dati raccolti.

⁷ L'elaborazione dei bilanci a livello regionale è richiesta, in Italia, in modo cogente dalla legge 10 del gennaio 1991, ai fini della stesura e della realizzazione dei piani regionali relativi all'uso delle fonti energetiche rinnovabili. La formulazione degli obiettivi della politica energetica regionale prevede: promozione del risparmio energetico e dell'uso razionale dell'energia, anche tramite contributi e incentivi a sostegno; localizzazione e realizzazione degli impianti di teleriscaldamento; sviluppo e valorizzazione delle risorse endogene e delle fonti rinnovabili, anche tramite contributi e incentivi a sostegno; certificazione energetica degli edifici; promozione dei fattori di competitività, sicurezza, affidabilità e continuità degli approvvigionamenti regionali; conseguimento degli obiettivi di limitazione delle emissioni di gas serra fissati dal Protocollo di Kyoto.

⁸ A livello nazionale, l'ENEA – Dipartimento Energia ha elaborato una metodologia per la redazione dei bilanci energetici regionali che è stata adottata da diverse regioni italiane.

⁹ Il progetto, coordinato da Regione Lombardia, è stato co-finanziato dalla Commissione europea nell'ambito del Programma Europeo LIFE+ e dal Ministero per l'Ambiente (www.factor20.it).

RISORSE ENERGETICHE INTERNE E IMPORT

Per quanto riguarda l'offerta energetica, sono indicate separatamente le risorse energetiche interne (A) e le importazioni (B), suddivise per vettori energetici.

Fra le risorse energetiche interne, la quota di fonti rinnovabili (FER, a11) è data dalla somma di biomasse (a4), biogas (a5), bio-liquidi (a6), il 50% dei rifiuti (percentuale considerata per convenzione di origine biologica) (a3), geotermia (a7), solare termico (a8), energia idroelettrica, comprensiva dell'energia elettrica prodotta tramite pompaggio (a9), energia fotovoltaica (a10).

TRASFORMAZIONE

Sotto la voce "trasformazioni" sono considerati i processi di produzione di energia elettrica effettuati sul territorio regionale. Non sono invece conteggiati i processi di raffinazione.

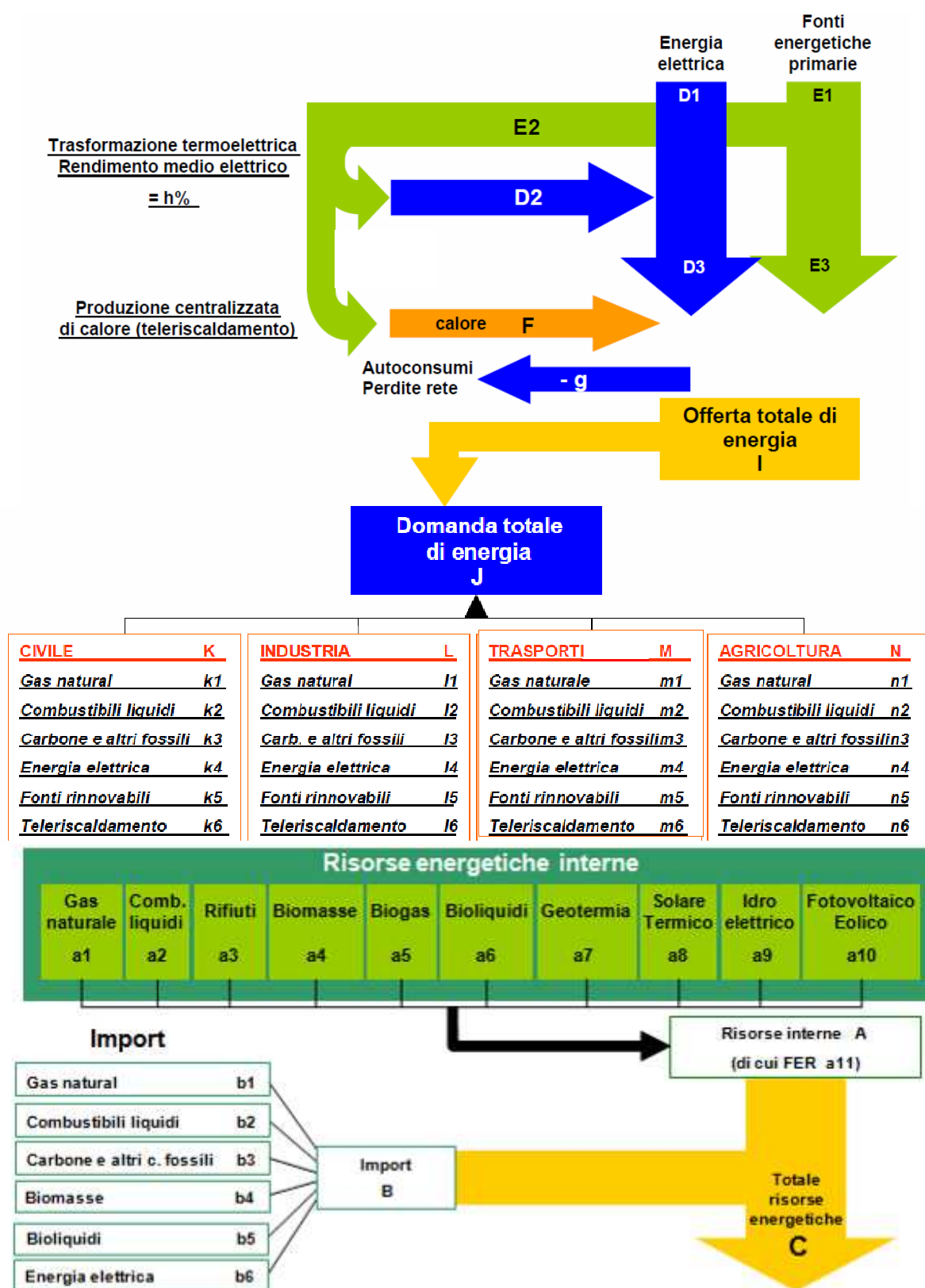
Le risorse energetiche totali in ingresso (la voce "C" del lato offerta) si dividono in energia elettrica (D1, somma di a9, a10 e b6) e fonti energetiche primarie (E1); una parte di queste ultime viene avviata alla trasformazione in energia elettrica (D2) e/o termica (in impianti centralizzati, con destinazione del calore a reti di teleriscaldamento) (F).

L'offerta totale di energia destinata agli usi finali (I) è data dalla somma dell'energia elettrica importata e prodotta (D3), al netto degli autoconsumi e delle perdite (- g), del calore prodotto in sistemi centralizzati e delle fonti energetiche primarie al netto delle trasformazioni energetiche (E3).

DOMANDA DI ENERGIA NEGLI USI FINALI

L'ultima voce del bilancio è costituita dalla domanda di energia negli usi finali, ovvero l'energia elettrica e i vettori energetici primari utilizzati nei settori civile (K) - costituito a sua volta da residenziale, terziario e servizi - industria (L), trasporti (M) e agricoltura (N).

Figura 1 – Rappresentazione dei flussi nel bilancio energetico regionale



Fonte: Regione Lombardia, Finlombarda, SIRENA20

1.1 Le fonti dati utilizzate

Il quadro delle fonti dati per un bilancio energetico rappresenta la progettazione esecutiva di una complessa operazione di conoscenza e di monitoraggio evolutivo. Non basta riconoscere le fonti, a volte è necessario effettuare un profondo lavoro di ricostruzione di fonti che possono anche semplicemente essere state in qualche modo “dimenticate” in qualche punto oscuro del sistema di generazione e di archiviazione dei dati.

Nel prospetto si riporta il dettaglio delle fonti dati utilizzate per la elaborazione del BER, con riferimento alla domanda (Tabella 2), all’offerta e alle trasformazioni.

Tabella 1 - Schema di bilancio energetico semplificato

	Comb. fossili solidi	Comb. fossili liquidi	Prodotti petroliferi	Comb. gassosi	Idro	Eolico e FV	Biomasse e rifiuti	En. Elettr.	Calore	Totale
PRODUZIONE										
Saldo import/export										
CONSUMO INTERNO LORDO										
Trasformazioni in impianti termoelettrici / CHP										
Trasformazioni in impianti TLR										
Trasformazioni in raffinerie										
Perdite (trasformazione, usi propri e trasporto)										
CONSUMI FINALI										
AGRICOLTURA										
INDUSTRIA										
RESIDENZIALE										
TERZIARIO										
TRASPORTI										

Fonte: Progetto LIFE+ Factor20

Tabella 2 – Fonti dati relative alla domanda di energia considerate nella metodologia di bilancio energetico

	SNAM	ETS	INEMAR	MSE – DG Energia	AEEG	Federgas	SI Agricoltura	Agenzia Dogane	Auton. D.lgs 387/03	Autorizzazioni	Bandi e registri reg.	Misura fiscale 55%	Associazioni categ.	AIRU	TERNA
Gas naturale	X	X	X	X	X	X									
Gasolio		X	X	X			X	X							
GPL		X	X	X				X							
Olio combustibile		X	X	X											
Benzina				X			X	X							
Carbone		X	X	X											
Altre fonti fossili		X	X												
Biomassa		X	X						X						
Biogas									X						
Bioliquidi				X				X	X						
Rifiuti		X	X						X						
Solare termico											X	X	X		
Pompe di calore geotermiche										X	X	X	X		
Teleriscaldamento (rinnovabili)											X			X	
Teleriscaldamento (fonti fossili)		X												X	
Energia elettrica															X

Fonte: Progetto LIFE+ Factor20

Per quanto concerne le fonti dati della parte relativa all'offerta di energia, poiché il bilancio energetico regionale adottato si basa fundamentalmente sulla domanda di energia, le fonti dati sono le medesime precedentemente descritte.

Fanno eccezione l'offerta di energia elettrica e le informazioni relative alla disponibilità interna di gas naturale.

Per ricostruire il quadro completo della trasformazione in energia elettrica per fonte, è necessario incrociare le informazioni riportate da TERNA e dal Gestore dei Servizi Energetici relative a:

- produzione termoelettrica da fonti fossili, ottenuta sottraendo alla produzione termoelettrica (TERNA) quella derivata da biomasse, bioliquidi, biogas ed il doppio di quella prodotta a partire dai rifiuti¹⁰ (tutte informazioni a cura del GSE);
- produzione elettrica da fonte idrica, data dalla somma della quota rinnovabile (non prodotta da pompaggio), fornita dal GSE, e della quota non rinnovabile (corrispondente alla produzione idroelettrica fornita da Terna a cui viene sottratta la produzione idroelettrica fornita dal GSE);
- l'energia destinata ai pompaggi, che viene conteggiata come "autoconsumi e perdite di rete".

Per ricostruire il quadro completo dell'energia primaria destinata alla produzione elettrica, la principale sorgente informativa è il data base del sistema Emission Trading Scheme (ETS)¹¹, ma informazioni dettagliate sui consumi dei principali impianti di produzione termoelettrica sono riportate nei Rapporti di Sostenibilità Ambientale (previsti nella procedura della certificazione EMAS) che la maggior parte degli impianti di grossa taglia predispongono.

Per quanto riguarda i termovalorizzatori di rifiuti, informazioni puntuali (anche sulla produzione elettrica per singolo impianto) sono reperibili a partire dai Rapporti e dalle Banche Dati di ISPRA e delle ARPA regionali.

Per quanto concerne le trasformazioni in calore in impianti centralizzati, destinato a reti di teleriscaldamento, attraverso l'Associazione Italiana Riscaldamento Urbano (AIRU), integrata con i dati ricavati dai bandi di finanziamento regionali e da informazioni dirette (reperibili su web o per richiesta diretta) fornite dai gestori degli impianti, sono noti sia i dati di energia termica prodotta, sia i dati di fonti primarie (fossili e rinnovabili) utilizzate nelle centrali di produzione.

Per quanto riguarda i termovalorizzatori di rifiuti, le fonti sono identiche a quelle considerate per l'energia primaria.

1.2. La gestione dei dati puntuali

In alcuni casi sono disponibili dati puntuali riferiti a utenze specifiche, industriali, civili o riferite a impianti di trasformazione termica o elettrica. In genere si tratta di dati noti a seguito dell'adempimento di un obbligo normativo. La loro analisi comporta diverse criticità riguardanti in particolare:

- la numerosità di utenze puntuali;
- l'incompletezza delle informazioni a livello territoriale e temporale;
- la gestione dei dati provenienti da differenti banche dati, che in alcuni casi possono essere in contraddizione.

Rispetto a questo ultimo punto, spesso accade che siano disponibili più fonti dati riferite alla medesima utenza¹². Ad esempio, sul lato domanda, il data base ETS e quello delle Autorizzazioni Ambientali integrate. Sul lato dell'offerta di energia elettrica accade con le Autorizzazioni ex d. lgs.

¹⁰ Il dato di produzione elettrica da rifiuti GSE si riferisce alla sola parte convenzionalmente considerata rinnovabile, pari al 50% della produzione elettrica totale. Nel Bilancio Energetico Rinnovabile, pur adottando la medesima convenzione per il calcolo della % di FER l'energia elettrica prodotta da rifiuti è conteggiata al 100%.

¹¹ <http://ec.europa.eu/environment/ets/allocationComplianceMgt.do?languageCode=en>

¹² In questi casi, laddove sono presenti delle discrepanze, i criteri da utilizzare per elaborare il dato sono: l'autorevolezza della fonte; la completezza delle informazioni; il confronto dei consumi registrati.

387/03, la banca dati degli Impianti Alimentati da Fonte Rinnovabile (IAFR) gestita dal GSE, i bandi regionali di incentivazione e le informazioni pubblicate sul web da parte di gestori/costruttori di impianti. Anche sul versante delle trasformazioni, si affiancano il data base ETS e i Rapporti di sostenibilità EMAS. A valle della validazione e della verifica dei dati, i consumi relativi alle utenze puntuali sono assegnati al territorio comunale in cui si trova l'utenza, per il vettore e il settore di competenza.

Regione Lombardia ha realizzato poi un catasto regionale contenente gli impianti a fonte rinnovabile¹³ soggetti ad autorizzazione, distinti per tipologia impiantistica. Nella banca dati sono inseriti sia gli impianti soggetti ad autorizzazione sia quelli non soggetti, classificati in base alle tipologie impiantistiche. Per ogni impianto inserito sono indicate la potenza elettrica complessiva oltre a dati tecnici specifici della tecnologia installata.

1.3. Metodologia di stima dei dati non disponibili

Per i consumi “diffusi” (settore residenziale, terziario e servizi, agricoltura, piccola industria, traffico; comunque tutti gli usi energetici non monitorati puntualmente), si opera rispetto alla scala locale tramite il ricorso a modelli di stima. Le fonti dati riportano dati con dettaglio spaziale comunale e con una ripartizione per settori in generale differente da quella adottata nel bilancio energetico.

I dati a livello comunale possono essere di tre tipi:

- **dati “calcolati”** come aggregazione di dati disponibili a livello puntuale (es. dati domanda di combustibili in industria ETS, dati di teleriscaldamento nei vari settori¹⁴);

- **dati “stimati”** ottenuti per:

- o *disaggregazione di tipo “semi-statistico”* di dati disponibili a livello provinciale (es. domanda di energia elettrica nei vari settori) attraverso parametri rilevanti (es. abitanti, addetti, superficie agricola utile, ecc.);

- o *ricostruzione (aggregazione¹⁵ e successiva disaggregazione¹⁶)* di dati a livello comunale a partire da dati a livello puntuale che non sono direttamente associabili al singolo comune (es. dati gas metano ai punti di riconsegna SNAM; consumi nel settore dei trasporti);

- dati ottenuti attraverso una **combinazione dei due metodi precedenti** (es. domanda di energia solare termica per i settori residenziale, terziario, industria non ETS).

2. Estensione della metodologia di bilancio energetico regionale e comunale ad altre regioni – il caso della Sicilia

Al fine di estendere la metodologia alla Regione Sicilia, si è applicato il principio di suddivisione del territorio in “**aree intercomunali omogenee**”, individuate a partire da quelle che ISTAT definisce come “regioni agrarie”, con alcune correzioni determinate in base a fattori geomorfologici, comunque sufficientemente omogenee da un punto di vista climatologico e sotto il profilo urbanistico ed edilizio. I consumi sono stati quindi considerati per unità di superficie residenziale e per addetto nei vari settori produttivi simili nei Comuni inclusi nella medesima area intercomunale omogenea. In Sicilia si è poi scelto di declinare il concetto in “**area energeticamente omogenea**”, intendendo così aree “virtuali”, ovvero prive di corrispondenza o analogia con raggruppamenti territoriali reali o riconosciuti dalla normativa, che accorpino Comuni, appartenenti alla stessa provincia, caratterizzati da comportamenti (più che i soli consumi) energetici simili a prescindere dal vettore energetico di riferimento.

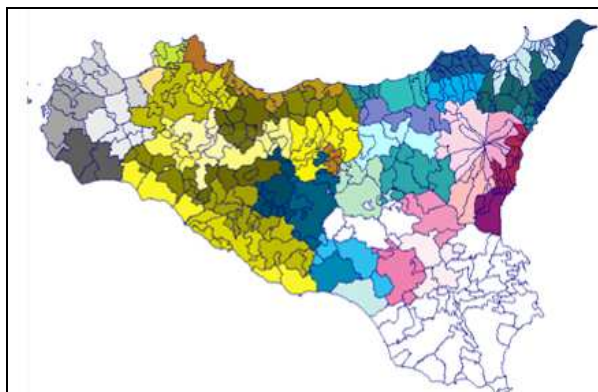
¹³ A livello nazionale il GSE ha sviluppato un sistema di monitoraggio statistico sulle fonti rinnovabili (settore elettrico, riscaldamento, raffrescamento, trasporti), denominato SIMERI. Lo scopo primario è quello di controllare gli obiettivi intermedi e al 2020 previsti dal PAN di cui al D. lgs. 28/11.

¹⁴ I dati puntuali possono essere ovviamente in parte stimati da parte di chi gestisce tale fonte dati.

¹⁵ Es. basata su considerazioni di tipo geografico-statistico.

¹⁶ Es. anch'essa basata su parametri statistici.

Figura 2 – Rappresentazione delle aree energeticamente omogenee individuate in Regione Sicilia per la disaggregazione dei dati a livello comunale



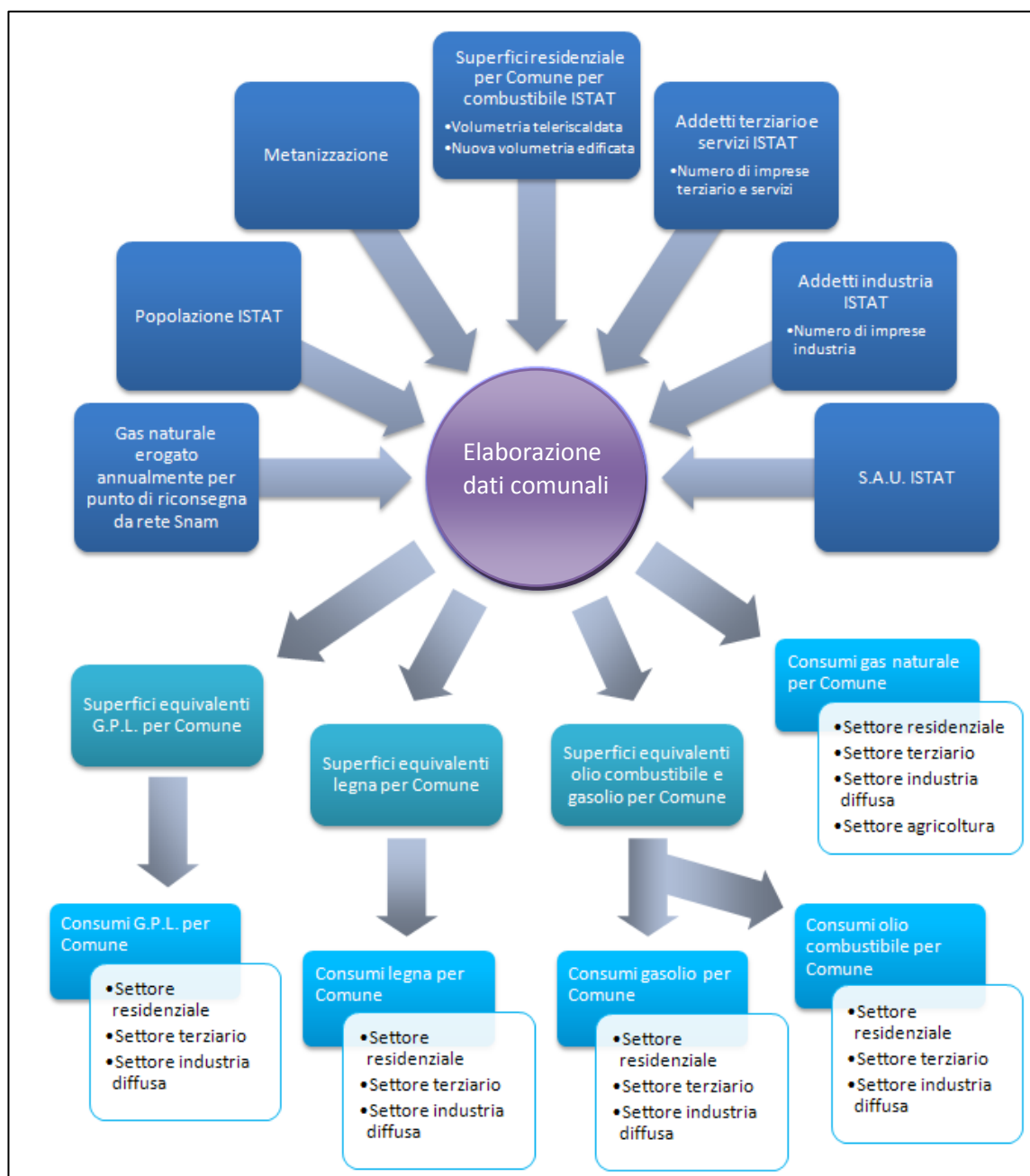
Il metodo, oltre a calcolare i consumi di gas metano legati ai settori residenziale, terziario e servizi, industria diffusa e agricoltura, utilizza un dato di superficie residenziale annuale anche per gli altri vettori (gasolio, gpl, olio combustibile e biomassa), a partire dai dati registrati nel censimento ISTAT 2001 e agli aggiornamenti sulle nuove edificazioni pubblicati da ISTAT. Grazie a queste superfici per vettore “attualizzate”, al rendimento medio per impianti di riscaldamento alimentati con i diversi vettori, e al consumi specifico annuo per unità di superficie residenziale annui per comune di gas naturale è possibile stimare il consumo nel residenziale per i vettori sopra indicati.

Il metodo considera anche altri fattori: la differente percentuale di utilizzo dei combustibili per gli usi riscaldamento e acqua calda sanitaria e cottura, valutata sulla base dei valori nazionali indicati da ENEA all’interno del Rapporto Energia e Ambiente, e l’andamento annuale dei consumi totali e per settore rispettivi di olio combustibile e gasolio (indicatori nazionali, regionali e derivanti dall’adeguamento alle normative).

In sintesi, attraverso questo modello è stato possibile ottenere i consumi annuali dei settori civile (residenziale e terziario), agricolo (esclusi i consumi legati ai trasporti) e di una quota parte dell’industria (il cosiddetto “industriale diffuso”, ossia i consumi propri delle piccole e medie imprese) per gas metano, gasolio, gpl, olio combustibile e legna.

Il metodo adottato permette pertanto di ricavare sulla base di dati di gas naturale erogato e di indicatori sia la ripartizione per settori sia la disaggregazione per comune dei consumi.

Figura 3 – Rappresentazione del processo di disaggregazione dei dati di consumo a livello comunale

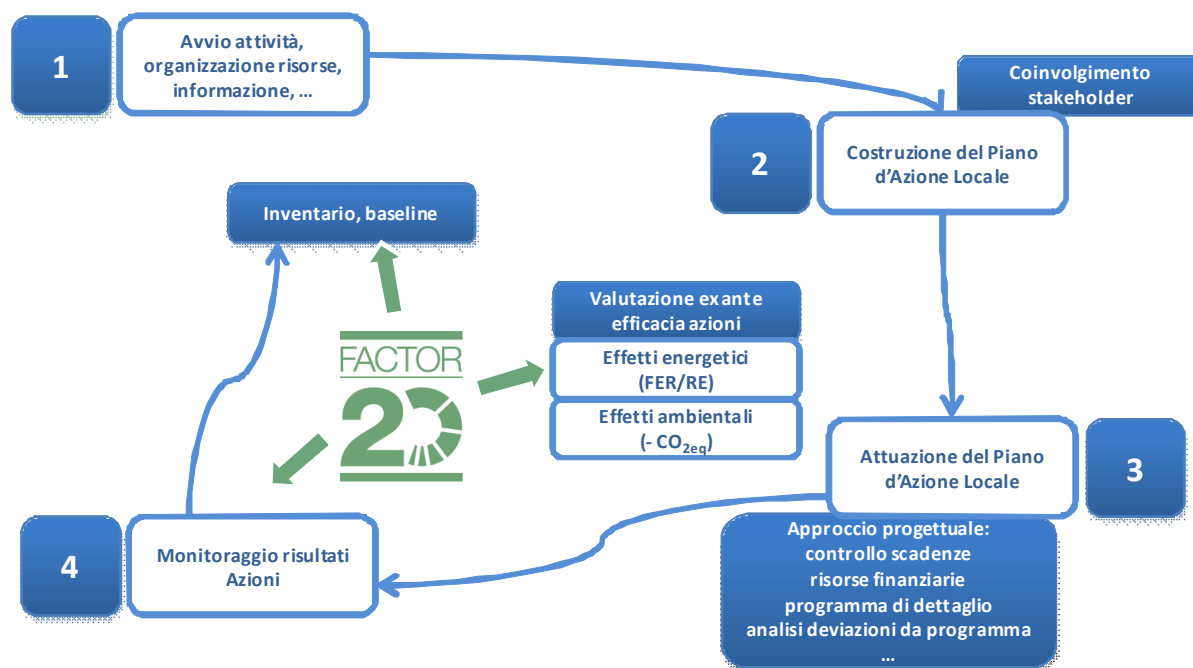


3. SIRENA20 ed il supporto alla pianificazione comunale per l'energia sostenibile nel Patto dei Sindaci

SIRENA20 supporta un approccio integrato finalizzato alla costruzione di un sistema di contabilizzazione e di programmazione delle politiche energetiche regionali e locali finalizzate al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità stabiliti dall'Unione Europea al 2020 .

In particolare, FACTOR20 supporta l'intero percorso di pianificazione locale nell'ambito del percorso previsto dall'iniziativa del Patto dei Sindaci per una riduzione del 20% delle emissioni dei gas serra dei comuni aderenti.

Figura 4 – Rappresentazione del processo di pianificazione, attuazione e monitoraggio delle azioni per l'energia sostenibile nel Patto dei Sindaci.



Il sistema SIRENA20 costituisce la banca dati di riferimento che può essere utilizzata da tutti i Comuni lombardi per definire il sistema energetico ed ambientale locale in termini di:

- domanda di energia negli usi finali che caratterizza il proprio territorio;
- emissioni di CO₂ equivalente associate a quegli usi (le cosiddette “emissioni energetiche”)¹⁷.

In SIRENA20 sono riportati i consumi energetici finali a livello comunale, suddivisi per i diversi settori d'uso (residenziale, terziario, agricoltura, industria non ETS – ossia l'industria che non è soggetta al Sistema europeo dell'*Emission Trading*, trasporti urbani) e per i diversi vettori di energia impiegati (gas naturale, energia elettrica, energia immessa in reti di teleriscaldamento, ecc.), con l'esclusione della produzione di energia elettrica.

SIRENA consente ai Comuni che già hanno sottoscritto o che intendono sottoscrivere il Patto dei Sindaci di calcolare il proprio contributo in termini di energia consumata e di emissioni di gas serra correlate. Da questa “linea di partenza” (baseline) i Comuni devono prevedere una quota di riduzione di emissioni legata ad azioni concrete, da includere in un Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile.

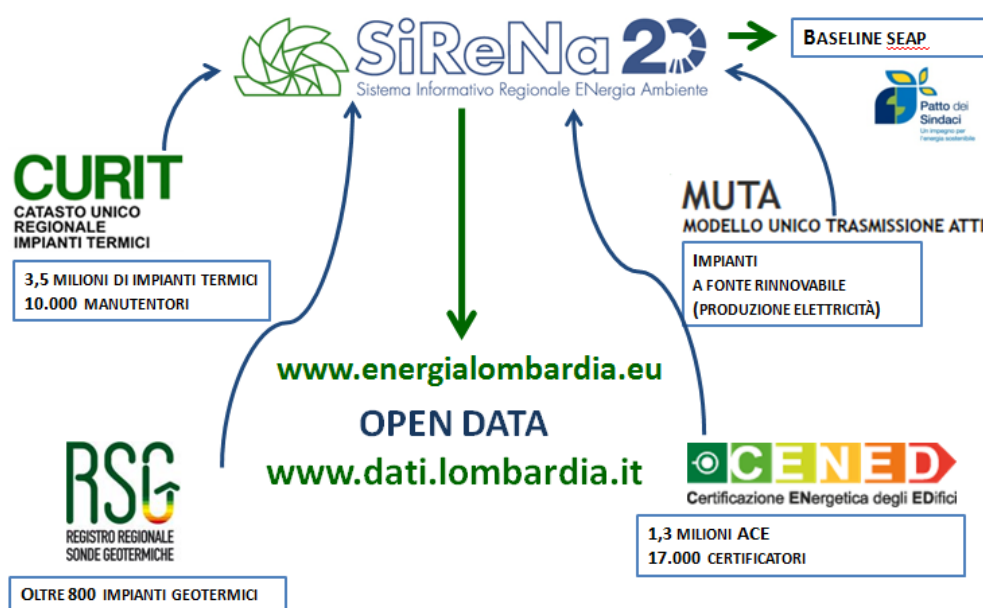
4. Le opportunità di sviluppo del sistema di supporto alla pianificazione locale

Regione Lombardia dispone di un sistema di Catasti (Figura 5), ideato e strutturato a partire dal biennio 2007-2008 in attuazione del Piano d'Azione per l'Energia, che oggi consente di disporre di un importante patrimonio di dati ed informazioni per poter compiere analisi approfondite sul patrimonio edilizio lombardo.

Tali strumenti di conoscenza rappresentano una interessante prospettiva di sviluppo del sistema dei servizi da realizzare a supporto degli Enti Locali, grazie al ruolo strategico che assumono nell'orientare scelte di intervento di sostenibilità energetica molto più consapevoli e una valutazione più efficace degli stessi in termini di costi – benefici.

¹⁷ SIRENA mette quindi a disposizione le emissioni di gas serra connesse agli usi energetici finali, considerando in questo modo le emissioni legate ai consumi di energia elettrica e non quelle prodotte dagli impianti di produzione elettrica. Trattandosi dei soli usi energetici, le emissioni non tengono conto di altre fonti emissive (ad es. emissioni da discariche e da allevamenti zootecnici).

Figura 5 – Sistema dei Catasti informativi regionali relativi alla pianificazione energetica



Fonte: Regione Lombardia, Finlombarda

Altra importante linea di sviluppo riguarda la capacità degli Enti Locali di monitorare nel tempo i risultati dell'implementazione dei propri strumenti di pianificazione locale.

Il Sistema Regionale consente già di monitorare le prestazioni dei territori comunali (così come richiesto dal Patto dei Sindaci) attraverso la costruzione di indicatori di sostenibilità energetica comunale (in Tabella 3 si riporta per l'ambito relativo agli edifici una prima ipotesi di indicatori).

Tabella 3 – Dati per la costruzione di indicatori di sostenibilità energetica comunale

INDICATORI	REPERIBILITA' DEI DATI (*)	RACCOLTA DATI	TREND
N° e % di edifici per classe energetica ¹⁸	2	Comune, Agenzie Regionali, Catasti edifici, ecc.	
N° e % classi energetiche edifici nuovi	1	Comune, Agenzie Regionali, Catasti edifici, ecc.	
N° e potenza impianti a fonte rinnovabile in edifici certificati (escluso solare termico)	2	Comune, Agenzie Regionali, Catasti edifici, ecc.	
Consumo totale energia edifici pubblici ¹⁹	2	Comune	
N° e superficie collettori solari installati	3	Comune, Agenzie e Amm.ni Regionali, Catasti edifici, indagini statistiche, ecc.	
N° e potenza installata di impianti a fonte rinnovabile su edifici pubblici	2	Comune, Agenzie Regionali, Catasti impianti FER, ecc.	
Consumo totale di energia elettrica delle famiglie	2	Comune, Agenzie Regionali, basi dati nazionali, indagini statistiche, ecc.	
Consumo totale di gas naturale delle famiglie	2	Comune, Agenzie Regionali, basi dati nazionali, indagini statistiche, ecc.	

* 1-Facile, 2-Media, 3-Difficile

La stessa pianificazione urbanistica delle città (i Piani di Governo del Territorio) dovrebbe essere impostata tenendo in sempre maggior conto la chiave energetico-ambientale. L'approfondimento a

¹⁸ Vi possono poi essere degli ulteriori approfondimenti sulle prestazioni. Es. fabbisogno medio degli edifici certificati; fabbisogno medio coperto da rinnovabili (rif. a nuovo decreto FER); trasmittanza media pareti, trasmittanza media copertura, trasmittanza superfici/chiusure trasparenti; rendimento medio degli impianti di generazione; ecc.

¹⁹ Anche in questo caso vi possono essere ulteriori approfondimenti sulle prestazioni. Inoltre le prestazioni potrebbero essere analizzate in riferimento a parametri che permettono di analizzare i consumi specifici (per impiegato nel caso di edifici di tipo amministrativo; per utente / alunno / degente, in caso di scuole, residenze per anziani, ecc.; per cliente / utente in caso di piscine, centri sportivi, biblioteche, ecc.)

livello comunale della conoscenza delle dinamiche energetiche (dalla distribuzione degli edifici in classe A e A+, fino alla penetrazione delle fonti rinnovabili in edilizia) apportata da SIRENA20 potrà diventare strategica nel supporto al decisore che si ponga il fine di rigenerare la propria città tramite l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio.

4.1. Approfondimento sui dati relativi alle fonti rinnovabili

Tema di grande attenzione è quello relativo alla disponibilità di dati connessi alla diffusione di impianti a fonti rinnovabili.

Questa esigenza di conoscenza assume un valore ancora più importante se valutata rispetto ad un territorio locale (regionale o comunale), nell'ambito del quale trovano compimento le azioni di pianificazione (compresa l'attività di redazione del PAES prevista dal Patto dei Sindaci), programmazione degli investimenti, informazione e orientamento a cittadini e imprese.

In Lombardia, grazie ad importanti attività di semplificazione e dematerializzazione o digitalizzazione delle procedure amministrative per l'autorizzazione di alcune tipologie di impianti a fonte rinnovabile (principalmente di produzione di energia elettrica), sono state sistematizzate le informazioni a garanzia di un costante monitoraggio.

L'attuale sistema di conoscenza relativo alle fonti rinnovabili si compone di un Registro regionale delle Sonde Geotermiche²⁰, strumento disponibile sul web per cittadini e operatori che devono assolvere agli obblighi autorizzativi per l'installazione di impianti a pompa di calore geotermica a bassa entalpia, e di una piattaforma MUTA FER che gestisce digitalmente gli iter autorizzativi degli impianti rinnovabili di produzione elettrica (fotovoltaico, biomasse, biogas, ecc.) normati dal D.Lgs. 387/2003, Autorizzazione Unica e, dal D.Lgs. 28/2011, relativamente ai titoli abilitativi, CEL (Comunicazione di Inizio Lavori per Attività in Edilizia Libera) e PAS (Procedura Abilitativa Semplificata).

Se sul fronte delle rinnovabili elettriche il percorso avviato consente di disporre di un patrimonio significativo di dati puntuali, in tema di diffusione di impianti termici alimentati a fonti rinnovabili gli elementi di conoscenza risultano ancora molto limitati.

Importanti risultati si attendono dall'estensione dell'ambito di applicazione della normativa regionale in materia di impianti termici (d.g.r. 1118/2013). A partire dal 15 ottobre 2014 si attua la regolamentazione delle operazioni di installazione e manutenzione periodica anche degli impianti a pompa di calore e alimentati a biomassa.

Il Catasto degli impianti termici regionale (CURIT), che attualmente consente di effettuare in tempo reale il censimento delle tecnologie utilizzate negli edifici lombardi per riscaldare e raffrescare, specificando informazioni, ad esempio, sulla tipologia di combustibile utilizzato, sulla vetustà e la taglia degli apparecchi e che conta ad oggi circa 3,5 milioni gli impianti, consentirà quindi di mappare anche la reale diffusione degli impianti a fonti rinnovabili e a monitorarne l'evoluzione in termini di prestazioni energetiche.

Attraverso poi la sistematizzazione di queste informazioni, SIRENA20 rende disponibili dati puntuali ai diversi livelli di aggregazione (fino al livello puntuale laddove possibile) e la loro rappresentazione cartografica.

4.2. L'Energy management del patrimonio pubblico

La normativa nazionale di riferimento (L. 10/91) prevede che entro il 30 aprile di ogni anno l'Energy Manager, nominato dalla singola organizzazione privata o pubblica soggetta a tale obbligo (obbligatorio in tutte le aziende e gli enti dell'industria caratterizzati da consumi superiori ai 10.000 tep/anno e nelle realtà del settore civile, terziario e pubblica amministrazione con una soglia di consumo di 1.000 tep/anno), comunichi alla Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia (FIRE), in un formato prestabilito, i consumi di energia dell'organizzazione.

²⁰ Il Registro è disponibile al sito www.rinnovabililombardia.it

Per le Pubbliche Amministrazioni l'obbligo di raccogliere sistematicamente i dati di consumo energetico può risultare particolarmente significativo e utile ai fini di attuare misure di efficientamento energetico del proprio patrimonio edilizio.

A supporto dei Comuni è ipotizzabile ricorrere all'utilizzo di uno strumento informativo che Regione Lombardia ha sviluppato da alcuni anni. Tale strumento, accessibile tramite web, consente di dematerializzare le informazioni inerenti i consumi energetici (termici, elettrici e legati al parco veicolare) di molteplici utenze, permettendo la facile estrapolazione dei dati necessari per la comunicazione annuale alla FIRE e consentendo al contempo all'Energy Manager nominato di analizzare criticamente i dati raccolti al fine di individuare politiche di efficientamento energetico degli edifici amministrati.

Il sistema informativo per l'Energy Management della PA è strutturato in modo da richiedere un set ridotto di dati contenuti all'interno delle bollette/fatture relative ai consumi termici, elettrici e/o del parco veicolare. I dati preferibilmente dovrebbero essere raccolti sia in termini di consumi effettivi (i metri cubi di metano effettivamente consumato, i kWh di energia elettrica, i litri di gasolio o benzina, ecc...), sia in termini di costi economici (euro pagati per singola fonte di costo), suddivisi per singola utenza (il singolo edificio, il singolo automezzo, ...).

Il sistema informativo permette quindi di ottenere in maniera automatica il documento finale richiesto per la comunicazione annuale alla FIRE, ma soprattutto consente l'analisi dei consumi, l'estrazione di report e grafici, con vari livelli di aggregazione/disaggregazione dei dati raccolti, consente inoltre l'analisi dei trend di consumo nel tempo.

L'accrescimento della consapevolezza dei propri usi e consumi finali di energia, per un Comune, è alla base della diffusione della cultura dell'energia e dell'efficientamento energetico. Figure come quella dell'Energy Manager comunale dovrebbero affiancare i Dirigenti ai Lavori Pubblici o all'Ambiente nell'espletamento delle loro attività istituzionali.

Il passaggio evoluto dovrebbe essere quello di applicare un Sistema di Gestione per l'Energia (SGE) a livello di singola Amministrazione pubblica. Nel settore privato si stimano riduzioni di consumi energetici tra il 5 e il 10% grazie alla sola applicazione corretta del SGE, mentre per la Pubblica Amministrazione presumibilmente tale contributo potrebbe essere inferiore in funzione dei minori margini di autonomia decisionale rispetto a soggetti privati. Nonostante ciò è fondamentale diffondere la cultura dell'efficienza energetica anche a livello pubblico sia in funzione di revisione della spesa sia rispetto all'effetto esemplare di buona pratica verso i cittadini e le imprese.

Bibliografia

Un approccio integrato per i Bilanci Energetico-Ambientali Regionali: il caso della Regione Lombardia. Boccardi A., Brolis M., De Simone D., Ghidorzi S., Maffei G., Perina N. – 2012. http://sirena.finlombarda.it/sirena/download/Metodologia_Bilancio.pdf

Metodologia di Bilancio Energetico - Ambientale Regionale. [Documento di Progetto Factor20](#) – 2011

Armonizzazione Database Regionali Energia & Ambiente. [Documento di Progetto Factor20](#) – 2010

Sorgenti dati per Bilanci Energetici Regionali. [Documento di Progetto Factor20](#) – 2011

"Come sviluppare un Piano di Azione per l'Energia Sostenibile-PAES". Bertoldi P., Bornás Cayuela D., Monni S., Piers de Raveschoot R. – 2010 http://www.pattodeisindaci.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_it-2.pdf

Linea-guida per la valutazione ex-post dei piani d'azione locale nelle regioni Factor20. [Documento di Progetto Factor20](#) – 2013

FARE RETE COME FATTORE DI SUCCESSO DEL PAES

Daniela Luise¹

¹Coordinamento delle Agende 21 Locali

Abstract

Il Patto dei Sindaci indica obiettivi generali e specifici da tradurre con il Piano in misure ed azioni concrete, misurabili e verificabili a scala locale e utili ai territori e alle comunità. L'uso intelligente di energia e la riduzione dei gas climalteranti sono azioni e progetti che la comunità deve promuovere e saper mettere in atto coinvolgendo tutte le realtà locali. Per evitare che si tratti di un esercizio limitato che dia risultati difficili da attuare, l'unica soluzione è fare rete a livello internazionale, nazionale e locale.

L'esperienza del Coordinamento delle Agende 21 Locali Italiane – direttamente come Associazione e attraverso l'esperienza dei suoi soci a partire dal 2007 – ha dimostrato capacità progettuali avanzate ed esperienze citate a livello internazionale e nazionale.

Parole chiave

Collaborazione, azioni concrete, partecipazione, PAES, formazione

1. Dal Patto al Piano: condivisione e metodologie per le città

I grandi numeri del Patto dei Sindaci sono noti: oltre 6.000 Comuni aderenti di cui più della metà italiani, 159 coordinatori accreditati e 91 sostenitori.

Il Coordinamento delle Agende 21 Locali Italiane è sostenitore dal 2009 quando a Bruxelles l'allora Presidente Emilio d'Alessio ha sottoscritto l'accordo con il Covenant of Mayors. Le attività del Coordinamento e della rete di città afferenti è iniziata in realtà già nel giugno 2007 con l'istituzione del Gruppo di lavoro "Agende 21 locali per Kyoto" quale momento di lancio della Campagna del Coordinamento che ha individuato nel tema dell'energia e dei cambiamenti climatici una delle priorità nell'agenda dei lavori del Coordinamento stesso.

Il gruppo di lavoro, il cui ente capofila è il Comune di Padova, ha come obiettivo la messa a punto di strumenti utili alla predisposizione e all'attuazione di strategie locali per la sostenibilità energetica, tramite la costituzione di una rete di scambio e supporto per la diffusione di strategie energetiche sostenibili e di Piani d'azione locali per il clima. Le attività sono:

- creazione di una rete di scambio e supporto per la diffusione di strategie e piani d'azione locali per il clima;
- definizione di approcci e strumenti per strutturare una politica energetica: requisiti minimi di qualità, la sistematizzazione di strategie locali per il clima;
- definizione di una serie di azioni dirette ed indirette attuabili dagli enti locali per la riduzione delle emissioni di gas climalteranti a livello locale;
- lo sviluppo di una metodologia di calcolo per quantificare il risparmio energetico, le emissioni evitate ed il risparmio economico anche in relazione ai costi economici delle esternalità ambientali;
- assunzione degli obiettivi da parte delle Pubbliche amministrazioni con atti pubblici, dibattito e atti formali di Giunta o Consiglio).

I risultati del gruppo di lavoro sono dimostrati dalle attività realizzate e dalla sua continuità del tempo:

- hanno partecipato alle attività 40 enti;
- sono state rilevate 24 buone pratiche già nel 2007;

- individuazione dei settori di intervento: mobilità e trasporti; edifici, pianificazione territoriale, informazione e formazione;
- censimento delle esperienze di contabilizzazione, valutazione e apertura della discussione per individuare la standardizzazione delle attività;
- messa a punto di una metodologia di calcolo replicabile, semplice, graduabile alle dimensioni dell'ente, affidabile ed applicabile a tutti gli enti, scientificamente attendibile.

Il gruppo di lavoro ha prodotto il documento “Verso Copenhagen: linee guida per la contabilizzazione delle riduzioni di CO₂ degli enti locali” che conteneva i risultati del lavoro del gruppo e il modello di contabilizzazione delle riduzioni delle emissioni per gli enti locali riguardanti le azioni di mitigazione standardizzate e catalogate; il documento è scaricabile dal sito www.a21italy.it.

Le 20 schede prodotte sono diventate la base di riferimento per gli enti locali che nel frattempo avevano iniziato ad aderire al Patto dei Sindaci, che trovano un prodotto agevole nella compilazione, standardizzato e rispondente alle attività che un ente locale realizza. Il documento è stato presentato come progetto all'avanguardia ad Amburgo il 17 novembre 2009 al Congress Center Hamburg (CCH) and City Hall nell'ambito di una delle conferenze preparatorie al Summit di COP 15.

Dal 2010 il Gruppo di Lavoro ha concentrato le attività sul Patto dei Sindaci proponendo alle città supporto e formazione su: redazione dell'inventario delle emissioni, individuazione delle azioni da inserire nel piano, contabilizzazione della CO₂.

Organizza ogni anno, in collaborazione con il gruppo di lavoro "Contabilità ambientale degli Enti locali" il corso di formazione "L'accountability negli Enti locali" che propone la formazione agli enti locali soci e non soci del Coordinamento Agende 21 Locali un approfondimento su strumenti quali: contabilità ambientale e piano d'azione per l'energia sostenibile oltre che l'utilizzo dei due strumenti per iniziare a monitorare le azioni del PAES.

Le Agende 21 locali per il Patto dei Sindaci e i Piani d'azione per il clima

La rete di città afferenti al Coordinamento lancia nel 2007 la “Carta e impegni delle città e dei territori per il clima” in collaborazione con ANCI e UPI, quale contributo all'azione del Tavolo nazionale delle strutture di supporto, che sintetizza e pone in evidenza gli obiettivi di transversalità e collaborazione delle strutture di supporto nazionali a sostegno dei percorsi delle città che hanno sottoscritto il Patto dei Sindaci. Oltre alla collaborazione e al confronto con le strutture di supporto – aderendo a vari progetti europei - si mettono a disposizione informazioni, percorsi e metodi oltre che finanziamenti per realizzare a scala locale una vera pianificazione climatica ed energetica: South EU Urban Enviplans, LAKS, CHAMP, LACRe, Sustainable NOW, IDEMS, MUSEC sono tutti progetti di reti locali ed internazionali che vedono il Coordinamento protagonista nell'elaborare metodologie, strumenti e nel mettere in rete e a confronto città nel percorso di elaborazione del proprio PAES.

Progetto LAKS - Local Accountability for Kyoto Goals (2009-2011)

Il progetto LAKS ha sviluppato una metodologia standard di misurazione dell'impatto delle politiche sulle emissioni climalteranti per orientare le politiche strategiche delle città europee per la lotta ai cambiamenti climatici.

Si è trattato del primo strumento (inventario delle emissioni) a disposizione delle città italiane per rispondere all'impegno sottoscritto con il Patto dei Sindaci.

I partners del progetto: Reggio Emilia, Padova, Girona (ES), Bydgoszcz (PL). Partner Tecnico del Progetto è Arpa Emilia-Romagna con il supporto di ICLEI Local Governments for Sustainability ed Indica srl.

Obiettivi:

- contribuire localmente al raggiungimento degli obiettivi di Kyoto, del Pacchetto 20-20-20 e del Patto dei Sindaci utilizzando il principio di sussidiarietà per rendere gli enti locali attori di misure ed Azioni per il Clima;

- dotare le amministrazioni locali di strumenti e mezzi per favorire l'adozione degli obiettivi di riduzione delle emissioni climalteranti nelle diverse politiche del Comune;
- sviluppare una metodologia standard di misurazione dell'impatto delle politiche sulle emissioni;
- aumentare la trasparenza e il livello di accountability degli enti locali sui temi ambientali, ed in particolare sulle emissioni di gas serra.

Le Linee Guida prodotte dal progetto aiutano le amministrazioni a redigere l'inventario delle emissioni ed il proprio Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile integrandolo con un sistema di monitoraggio per valutare annualmente lo stato di attuazione del Piano ed i risultati ottenuti attraverso la metodologia della Contabilità Ambientale (CLEAR). Oltre ai Comuni coinvolti nel progetto, altri enti utilizzano la metodologia proposta: il primo ad aver utilizzato tale opportunità è il Comune di Copparo (FE). Gli strumenti prodotti dal progetto permettono agli enti di redigere il proprio inventario delle emissioni e il PAES prima ancora dell'uscita delle linee guida della Commissione Europea; oggi lo strumento continua ad essere aggiornato da Arpa Emilia Romagna e viene utilizzato da molti enti locali.

Sito: www.comune.re.it/laks

Local **A**ccountability
for **K**yoto goal **S**



2. La Partecipazione: dai forum locali alle PPP

La predisposizione del Piano e la sua implementazione richiedono una forte adesione e partecipazione dei cittadini. Il loro coinvolgimento e quello di tutte le realtà locali economiche e sociali, richiamato espressamente dal Patto, è fondamentale per individuare e condividere gli obiettivi e le azioni più coerenti con il proprio contesto territoriale. Percorsi partecipativi che garantiscano un reale risultato di ascolto e condivisione sono fondamentali in ogni processo di partecipazione ma in questo caso sono una delle leve essenziali per raggiungere gli obiettivi della Comunità Europea.

L'impatto delle azioni dell'ente locale incide in genere per il 5% (al massimo) sulla riduzione delle emissioni mentre un forte ruolo è giocato dagli impianti di riscaldamento, dal trasporto privato, dalle attività commerciali e gli impianti industriali. L'ente pubblico è quindi chiamato a svolgere un ruolo di promotore degli interventi dei cittadini e delle organizzazioni economico-sociali ed in tal senso di farsi promotore nella condivisione degli obiettivi e nell'individuazione delle azioni da realizzare.

Il Piano e la sua attuazione implicano processi di adeguamento della *governance* locale che da tempo **l'Agenda 21 locale** promuove. Le città che utilizzano percorsi, metodi e prassi sperimentate si trovano facilitate nel promuovere questi nuovi progetti e nel proporre forme partecipative di nuova generazione quali le Partnership Pubblico Private che si sono dimostrate essere una buona chiave di svolta per raggiungere gli obiettivi del PAES. Le Partnership Pubblico Private sono sistemi che hanno la capacità di rafforzare la fiducia tra i diversi attori perché si basano sulla collaborazione, sulla costruzione di una comune metrica e di un comune obiettivo da raggiungere. Le partnership sono collaborazioni che nascono tra "persone e organizzazioni provenienti dal settore pubblico, privato e dalla società civile, che si impegnano volontariamente e reciprocamente in relazioni innovative per perseguire obiettivi condivisi attraverso la messa in comune delle loro risorse e competenze" (Copenhagen Center).

Le PPP rappresentano sicuramente per il governo locale un modo alternativo di perseguire obiettivi di crescita nel rispetto dei principi dello sviluppo sostenibile: nella pratica della costruzione e attuazione del PAES, un approccio di partnership dovrebbe caratterizzare l'intero percorso.

La partnership può svilupparsi con diversi e progressivamente più impegnativi livelli di interazione tra soggetti:

- scambio di know-how tra i diversi soggetti;

- realizzazione di progetti e iniziative congiunte;
- aggregazione della domanda e offerta di servizi energetici;
- gestione congiunta di servizi pubblici;
- partecipazione finanziaria ed investimenti infrastrutturali o per l'efficienza energetica²¹.

L'esperienza del Comune di Bologna

Il PAES di Bologna, approvato nel giugno 2012, nasce come attuazione degli impegni assunti dal Comune con l'adesione al Patto dei Sindaci.

Le azioni del PAES sono raggruppate in 6 ambiti, il principale dei quali riguarda gli interventi sugli edifici residenziali in ottica di risparmio energetico: in città l'88,4% delle case ha consumi troppo elevati. Per le caratteristiche della città di Bologna, non essendo individuabili soggetti che per interventi solo sui propri usi consentano di raggiungere una consistente riduzione delle emissioni, gran parte delle misure e azioni hanno carattere di tipo diffuso, coinvolgendo la cittadinanza e i diversi operatori economici del mondo del Commercio, dei Servizi e dell'Industria.

Il PAES è stato costruito con un approccio di collaborazione pubblico-privata che ha coinvolto direttamente – in un percorso di incontri tecnici con i diversi portatori di interesse – i soggetti che rappresentano le principali funzioni/servizi della città (es. Università, Fiera, Aeroporto, ecc.) e molte associazioni che aggregano imprese, operatori e soggetti che a vario titolo possono realizzare o promuovere iniziative in campo energetico.

Questa collaborazione è stata formalizzata, dopo l'approvazione del Piano, attraverso il “Protocollo di intesa per l'attuazione del PAES” sottoscritto il 26 ottobre 2012 dal Sindaco di Bologna e dai rappresentanti di 26 organizzazioni che si sono impegnati a collaborare per rendere possibili gli obiettivi del Piano.

Per agevolare la comunicazione e la condivisione delle informazioni è stato creato il sito ad hoc www.paes.bo.it che raccoglie le iniziative dei partner del protocollo.

Figura 1 - Avvio della fase di concertazione del PAES



Per questo approccio partecipativo il PAES ha ricevuto il premio A+Com nell'ambito della seconda edizione del concorso promosso da Alleanza per il Clima in collaborazione con Kyoto Club.

²¹Energoclub Onlus (a cura di), 2014, Questa svolta tocca a noi, edizione Altreconomia, p. 77

Protocollo PAES: Gli impegni del Comune di Bologna	Protocollo PAES: Gli impegni dei firmatari
▪ Coordinare le attività. ▪ Divulgare le informazioni ai soggetti partecipanti. ▪ Pubblicizzare le iniziative realizzate nell'ambito del presente Protocollo. ▪ Rendicontare periodicamente alla Città e alla Commissione Europea lo stato di attuazione del PAES e i risultati ottenuti nell'ambito del presente Protocollo. ▪ Promuovere la discussione sulle azioni del PAES nell'ambito del Piano Strategico Metropolitano per estendere l'iniziativa sui temi energetici alla scala metropolitana. ▪ Facilitare l'aggregazione dei soggetti e il reperimento delle risorse finanziarie.	▪ Collaborare con il Comune e gli altri soggetti coinvolti per la realizzazione e il buon fine delle iniziative convenute. ▪ Contribuire all'attuazione delle azioni previste dal PAES sulla base delle proprie potenzialità. ▪ Promuovere la consapevolezza e la conoscenza sui temi dell'accordo presso i propri interlocutori. ▪ Misurare e rendicontare annualmente le attività svolte, coerentemente con gli indicatori di monitoraggio individuati dal PAES, ai fini dell'attività di monitoraggio richiesta dall'Unione Europea. ▪ Partecipare alle attività del Piano Strategico Metropolitano relative ai temi energetici.

3. Formazione: strumenti per la creazione di competenze

Un aspetto da non sottovalutare è la formazione dei politici e dei funzionari che dovranno occuparsi della redazione e dello sviluppo del Piano: si tratta di mettere a disposizione competenze tecniche e relazionali che non sono tipiche all'interno della pubblica amministrazione.

L'Associazione ha sempre lavorato su questo punto, al proprio interno si trovano infatti gli enti locali che sperimentano e per primi si trovano ad aderire a campagne internazionali, inoltre attraverso lo sviluppo di progetti europei propongono nuove metodologie e metodi di lavoro.

Vari sono i progetti di soci o nei quali ha partecipato direttamente l'Associazione coinvolgendo poi i soci che in questi anni hanno affiancato il percorso degli enti locali; tutti i materiali e le esperienze sono stati diffusi e messi a disposizione.

MUSEC (Multiplying Sustainable Energy Communities – A Blueprint for Action)

Il progetto, finanziato nell'ambito del programma Intelligent Energy Europe, ha elaborato alcune Strategie di Comunità Energeticamente Sostenibili in sette città europee tra cui Asti, Foggia e Ravenna in Italia, che cooperano per sviluppare produzione di energia rinnovabile a livello locale accompagnando con l'applicazione consapevole di efficienti misure energetiche.

Ulteriori informazioni su www.a21italy.it



CHAMP Local Response to Climate Change

Il progetto è stato realizzato da 7 partner con base nei 4 Paesi coinvolti (Italia, Germania, Finlandia e Ungheria), tutti con una lunga e significativa esperienza di affiancamento delle autorità locali nell'applicazione di strumenti e percorsi per la sostenibilità locale. L'obiettivo principale è quello di offrire alle autorità locali un'intensa attività di formazione e affiancamento sull'applicazione dei sistemi di gestione integrata per costruire o consolidare, sia nell'ambito delle proprie strutture interne sia nella comunità locale, le competenze e capacità di gestione necessarie ad affrontare con efficacia la sfida per la sostenibilità locale e la lotta al cambiamento climatico.

Ulteriori informazioni su www.a21italy.it



Energy for Mayors

Il progetto Energy for Mayors ha contribuito all'implementazione del Patto dei Sindaci attraverso il rafforzamento dei Coordinatori del Patto (precedentemente definite Strutture di Supporto). I Coordinatori del Patto giocano un ruolo fondamentale nell'implementazione del Patto dei Sindaci ma hanno bisogno di una guida per essere un supporto realmente efficiente per i firmatari del Patto, in particolare per le piccole e medie città che non hanno le capacità e le risorse necessarie per soddisfare i requisiti del Patto. Il progetto prevede la formazione dei Coordinatori attraverso l'organizzazione di incontri di formazione specifici, lo sviluppo e disseminazione di una cassetta degli attrezzi, lo scambio di esperienze e attività di networking.

Con il progetto sono state supportate anche le città. I partner di progetto hanno assistito circa 70 municipalità nello sviluppo e nell'implementazione del loro PAES, coinvolgendo gli stakeholder locali e organizzando una serie di workshop in ciascuna delle regioni.

Ulteriori informazioni su www.energyformajors.eu



▪ ***SustainableNow***

Il progetto mira a rafforzare il ruolo dei governi locali e regionali nel guidare le loro comunità durante il periodo di transizione all'energia sostenibile. Scopo ultimo del percorso di assistenza è creare strumenti di supporto allo sviluppo dei PAES e accompagnarne l'attuazione nelle comunità selezionate.

Ulteriori informazioni su www.a21italy.it



Covenant capaCITY

Il progetto IEE Covenant CapaCITY - coordinato da ICLEI Europe ha avuto nel Comune di Padova il punto di riferimento nazionale e si è avvalso della proficua collaborazione del Coordinamento delle Agende 21 Locali Italiane nella disseminazione degli strumenti che ha sviluppato.

In particolare, attraverso la collaborazione del Coordinamento delle Agende 21 Locali Italiane il progetto ha proposto 4 momenti di formazione sulle tematiche relative al PAES in 4 diverse aree geografiche nazionali.

Figura 2 - Un momento della formazione che il progetto Covenant CapaCity ha proposto e realizzato



Il progetto IEE Covenant CapaCITY ha inoltre sviluppato una piattaforma di Formazione online di libero uso per rappresentanti politici di amministrazioni locali e funzionari comunali. La piattaforma fornisce agli enti locali moduli formativi brevi e semplici che toccano otto temi chiave relativi alla pianificazione delle azioni energetiche su scala locale. Sviluppato da esperti nei settori dell'energia, degli enti locali e dell'educazione per adulti, la piattaforma è ora disponibile in 12 diverse versioni nazionali (Bulgaria, Croazia, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Italia, Polonia, Romania, Slovenia, Svezia e Regno Unito), in aggiunta alla versione Europea generale.

La piattaforma si rivolge a comuni ed enti locali che desiderino realizzare un PAES di 2a generazione, così come alle città che hanno da poco iniziato ad esplorare possibili azioni locali per l'energia ed il clima.

I moduli offrono una guida, idee, suggerimenti e strumenti su come gestire gli stakeholders, le strutture ed i processi. Con il completamento del programma di formazione online CapaCITY, gli amministratori ed i funzionari locali acquisiscono le conoscenze necessarie a sviluppare un PAES.

Il progetto CapaCITY mette inoltre a disposizione in lingua italiana tutti gli strumenti formativi ed informativi che sono stati prodotti nel corso del progetto, inviando richiesta ai contatti del Coordinamento o del Comune di Padova, Ufficio Agenda 21. Grazie a CapaCITY, oltre 80 municipalità europee hanno avuto la possibilità di realizzare o migliorare il proprio PAES e di realizzarne e misurarne alcune azioni.

www.covenant-capacity.eu

Facebook: <https://www.facebook.com/pages/Covenant-capacity/224888744350525>

Twitter: <https://twitter.com/CovenantCapacity>



4. Il PAES d'area

Il tema che i cambiamenti climatici non siano relegati nell'ambito dei confini territoriali è apparso fin da subito uno dei limiti della progettazione e realizzazione dei PAES locali: gli enti locali hanno quindi pensato a progetti e sperimentazioni che permettessero di realizzare il PAES e nel contempo di effettuare interventi d'area coordinati.

Il confronto nell'ambito dell'Associazione ha permesso di amplificare la portata dei diversi progetti e di diffonderne i risultati e sperimentazioni.

Conurbant – Covenant for conurbation

An inclusive peer-to-peer approach to involve EU CONURBation and wide areas in participating to the CovenANT of Mayor

Il coinvolgimento delle conurbazioni è il tema principale affrontato dal progetto e pone le principali città aderenti al progetto nell'ottica di allargare ai piccoli comuni contermini lo stimolo allo sviluppo di un programma di azioni per le energie sostenibili che risulti omogeneo e coerente per una vasta area del territorio locale.

Il progetto Conurbant è stato coordinato dalla città di Vicenza, che in cordata con il Comune di Padova ha raggiunto lo scopo di accompagnare alla firma del Patto dei Sindaci le diverse città coinvolte a livello europeo e le loro conurbazioni; non solo, le medesime città, grandi e piccole, sono state accompagnate nella stesura del proprio PAES e nell'implementazione di almeno due delle azioni previste dal documento redatto.

Tale percorso ha raggiunto lo scopo di formare comunità locali nelle quali politici, promotori, attori del mercato e cittadini cooperano attivamente per sviluppare elevati gradi di erogazione decentrata di energia, favorire l'utilizzo delle fonti rinnovabili, nonché l'adozione di misure sull'efficienza energetica in tutti i consumi finali d'energia.

Il progetto ha coinvolto 10 comunità e le loro rispettive conurbazioni, di 5 paesi europei.

Lo scopo del progetto di percorrere il cammino di adesione al Patto dei Sindaci al fine di accrescere, attraverso la successiva stesura dei PAES, l'utilizzo razionale dell'energia e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili attraverso la definizione di specifiche metodologie e strumenti, è stato raggiunto anche attraverso l'organizzazione di training session e workshop, sia a livello internazionale sia locale, e lo scambio di linee guida sulle politiche energetiche.

L'esperienza di questo progetto si è rivelata particolarmente proficua per i Comuni di Padova e Vicenza, che contando sulla contiguità delle due rispettive province, hanno agito in modo coordinato coinvolgendo le proprie conurbazioni in modo mirato, ovvero nell'ottica della creazione di un corridoio, un trait d'union, che permettesse di massimizzare la realizzazione di PAES indirizzati a politiche energetiche sostenibili "congiunte" e simili. In questo modo la collaborazione tra municipalità ha permesso di porre le basi per lo sviluppo di politiche energetiche locali pressoché omogenee e di conseguenza maggiormente efficaci su larga scala.

Sito: www.conurbant.eu



5. Conclusioni

Il Coordinamento delle Agende 21 Locali Italiane mette a disposizione informazioni, percorsi e metodi per realizzare a scala locale una vera e propria pianificazione climatica: grazie all'impegno e all'esperienza diretta degli enti associati, all'elaborazione dei propri gruppi di lavoro e dei soci

nell'ambito di progetti nazionali ed europei produce e rende disponibili numerosi strumenti di pianificazione ambientale, partecipativi e formativi.

La collaborazione ha dimostrato che mettendo in rete le proprie esperienze queste vengono arricchite da esperienze successive e ampliate oltre che dal punto di vista tecnico anche comunicativo e relazionale.

Molti degli enti che hanno iniziato il percorso collaborativo, anche internazionale, stanno continuando a realizzare progetti ed attività all'avanguardia che vengono messi a disposizione di tutti attraverso le attività dell'Associazione.

Bibliografia

AA.VV., 2009 *Verso Copenhagen: linee guida per la contabilizzazione delle riduzioni di CO₂ degli enti locali*. Coordinamento delle Agende 21 Locali Italiane <http://www.a21italy.it/medias/0F1857B29AA70097.pdf>

AA.VV., 2010. *Dal Patto al Piano-La pianificazione climatica locale*. Coordinamento delle Agende 21 Locali Italiane. <http://www.a21italy.it/medias/4BEC00F5A95DA194.pdf>

AA.VV., 2011 *Città resilienti*. Coordinamento delle Agende 21 Locali Italiane. http://www.comune.modena.it/ilclimadellecitta/documenti/citta-resilienti-2011/modena/documento_indirizzi

EnergoClub Onlus. *Questa svolta tocca a noi*. Altreconomia Edizioni

Lumicisi A., 2013. *Il Patto dei Sindaci. Le città come protagoniste della Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.

IL PATTO DEI SINDACI 2.0

Maria Guerrieri¹, Karl-Ludwig Schibel¹, Maurizio Zara¹

¹Alleanza per il Clima Italia

Abstract

Il Patto dei Sindaci è un movimento di massa senza precedenti. Più di seimila enti locali hanno firmato l'impegno con la Commissione europea di cui già quattro mila hanno elaborato un Piano d'Azione Energia Sostenibile (PAES o SEAP). Mentre l'iniziativa continua a crescere (e va promossa in modo da mantenere tale trend), nel contempo si sta entrando nella nuova fase di monitoraggio dell'attuazione dei Piani e di rafforzamento dei modelli di governance multi livello. Le sfide sono immense, ma il futuro energetico dell'Europa dipenderà dal successo di questa grande mobilitazione dal basso.

Parole chiave

Patto dei Sindaci, Piani d'Azione Energia Sostenibile, politica energetica e del clima a livello locale, attuazione e monitoraggio dei PAES, governance multilivello

1. Introduzione: Patto dei Sindaci, una iniziativa rivoluzionaria

Il Patto dei Sindaci è un'iniziativa rivoluzionaria dell'Unione Europea che non ha eguali. Nata su impulso di alcune grandi città e reti di città, tra di loro Alleanza per il Clima, il Patto stabilisce un rapporto diretto tra la Commissione Europea e gli enti locali dell'Unione. Questi ultimi prendono l'impegno volontario di ridurre entro il 2020 le proprie emissioni di CO₂ del 20% o più. L'iniziativa è partita nel 2008 e ha trovato una grande risonanza innanzitutto in Italia e in Spagna. Mentre dei 234 Comuni che aderivano nel 2008 solo 19 erano italiani, nel 2009 erano 308 di 1.116 e nel 2010 793 di 1.165. Oggi dei 6.690 Comuni europei che hanno firmato il Patto dei Sindaci 3.518, più della metà, si trovano in Italia. Nel 2013 le adesioni erano 1.206 di cui 723 in Italia e nei primi nove mesi del 2014 delle 555 adesioni 281 erano Comuni italiani²².

I firmatari del Patto dei Sindaci prendono l'impegno di elaborare, entro 12 mesi dalla delibera di adesione del Consiglio Comunale, un Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) secondo una metodologia messa a punto dal Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea (Bertoldi *et al.*, 2010). Ad oggi più di duemila Piani sono stati elaborati in Italia, un patrimonio immenso di progettualità a livello locale per un futuro energetico sostenibile. I Comuni vengono affiancati da coordinatori territoriali, una novantina in Italia, perlopiù Province, e da 15 sostenitori, associazioni come Alleanza per il Clima Italia o Borghi Autentici d'Italia. I coordinatori in questi anni hanno avuto un ruolo cruciale per sostenere i loro Comuni con fondi per l'elaborazione del PAES e, in parte, anche per la realizzazione delle azioni. Tra gli altri la Provincia di Milano attraverso *infoenergia* sta seguendo 98 Comuni; la Regione Abruzzo e le quattro Province (l'Aquila, Chieti, Pescara e Teramo) stanno lavorando con la totalità dei 305 Comuni del territorio regionale; la Provincia di Roma coordina 44 Comuni, ha sostenuto 31 Comuni nell'elaborazione del PAES e ha accompagnato nel 2014 22 comuni nel monitoraggio dei loro Piani elaborati nel 2012 o prima (Vesselli, 2014).

Da parte della Commissione Europea il Patto dei Sindaci viene gestito da un consorzio che sostiene il CoMO (Covenant of Mayors Office) con un gruppo di una ventina di esperti, tra di loro una responsabile per l'*helpdesk* italiano per i Comuni e un responsabile per l'*helpdesk* per i coordinatori.

2. Strumento di politica energetica locale

Chiamare il Patto dei Sindaci rivoluzionario non è un'esagerazione, ma una caratterizzazione corretta dell'importanza dell'iniziativa e dei rischi che corre. Perché la storia delle rivoluzioni non è una storia di soli successi. Anzi. Il Patto apre un campo d'azione che sulla carta esiste in Italia al più tardi dalla

²² Il conteggio tiene anche conto dei Comuni sospesi per non aver rispettato i termini di presentazione del PAES (dati rilevati il 23/10/2014)

legge 10 del 1991, appunto, che prevedeva l'obbligo per i Comuni sopra i 50.000 abitanti di elaborare dei Piani Energetici Comunali (PEC) che dovevano addirittura includere una progettazione per l'uso delle fonti energetiche rinnovabili. Solo un piccolo gruppo di Comuni ha attuato questa legge elaborando un PEC, che quasi sempre ha sofferto il destino di essere presentato in una bella iniziativa pubblica per poi raccogliere polvere in qualche scaffale; questo per due ragioni principali. (1) Manca un Piano energetico nazionale e la Strategia nazionale energetica, presentata nel 2013 dai ministri Passera e Clini, considera in modo arrogante e miope gli Enti locali un'entità residuale del sistema di *governance* che devono essere coordinati *“con l'obiettivo di offrire un quadro di regole certe e una significativa semplificazione e accelerazione delle procedure autorizzative.”* Gli Enti locali come protagonisti della svolta energetica non fanno parte della visione gerarchica *top down* del governo nazionale, e di un Piano energetico nazionale che dovrebbe prevedere misure, allocazione di fondi, monitoraggio e valutazione d'implementazione non c'è traccia. Un Piano che, appunto, dovrebbe basarsi su un riconoscimento del ruolo importante della politica energetica locale e del ricco patrimonio dei PAES esistenti che dovrebbero costituire una colonna portante di una politica energetica delle Regioni e di quella nazionale, in un vero modello di *governance* multi-livello. Questo però presupporrebbe - anche a causa dei problemi pressanti di sicurezza energetica e di riduzione delle emissioni - il superamento dell'ottusità e delle delusioni di poter governare il processo in un approccio *top-down*. (2) Purtroppo ciò corrisponde all'incapacità di attivare una vera *governance* multi-livello da parte delle Regioni e del governo nazionale, un'arretratezza culturale diffusa a livello locale dove è scarsa la consapevolezza degli spazi d'azione per la politica energetica locale. Ancora oggi gli Enti locali considerano in larga misura i propri costi energetici una variabile fissa (qualcosa si muove per quanto riguarda l'illuminazione pubblica) mancando qualsiasi visione del proprio ruolo di progettare, coordinare, incentivare una politica energetica tra gli *stakeholder* del territorio.

Il Patto dei Sindaci ha il merito inestimabile di promuovere piccolo passo per piccolo passo a livello locale la consapevolezza e le attività a favore di una politica energetica intelligente con il coinvolgimento degli stakeholder. La metodologia unica e coerente, la verifica dei Piani da parte del Centro Comune di Ricerca (CCR) e il monitoraggio dell'attuazione fanno entrare, per quanto lentamente, la politica energetica nella quotidianità delle Amministrazioni locali. Il fatto che di 6.690 firmatari il 15%, cioè 991 nell'ottobre 2014, siano sospesi per non aver consegnato il PAES nei tempi prestabiliti (proroga inclusa) è un segnale negativo; è però anche testimonianza di un processo che potrebbe gradualmente cambiare la mentalità di aderire alle iniziative in modo superficiale senza prendere sul serio gli impegni assunti.

3. Il premio A+CoM

Per incoraggiare e stimolare le amministrazioni comunali a dotarsi di PAES che siano effettivi strumenti di lavoro ambiziosi, qualificati e operativi, Alleanza per il Clima Italia e Kyoto Club hanno promosso il Premio A+CoM, che seleziona ogni anno i 4 “migliori” PAES (per ciascuna delle 4 categorie di dimensioni dei Comuni) elaborati e deliberati, nei 12 mesi precedenti, nell'ambito del Patto dei Sindaci. L'obiettivo del premio è quello di promuovere l'alta qualità di questi piani, in modo che possano servire come validi e utili documenti di partenza di un percorso verso un territorio comunale a basso contenuto di carbonio.

La grande tentazione degli enti locali è infatti spesso quella di appaltare il proprio PAES ad esperti specializzati nell'elaborazione di questo tipo di documenti, e di per sé non ci sarebbe nulla di male nell'appoggiarsi al sapere esterno, soprattutto quando non si dispone di adeguate competenze interne. Diventa problematico però quando questa esternalizzazione determina una mancata corrispondenza di processo all'interno dell'amministrazione. Il piano a questo punto diventa un prodotto importato dall'esterno che corre il pericolo di essere più che altro un esercizio vuoto, che non precede, ma prende il posto dell'azione, con all'origine la sbagliata sensazione di aver concluso il proprio compito una volta che il Piano d'azione per l'energia sostenibile viene votato dal Consiglio Comunale. Da qui l'importanza e la necessità di promuovere Piani che siano il più possibile il riflesso di un processo di riorganizzazione, di partecipazione e di sviluppo di un percorso orientato alla sostenibilità energetica.

Per poter partecipare ad A+CoM, nell'elaborazione dei loro PAES i Comuni devono aver previsto azioni concrete nel settore municipale (analizzando ed efficientando in primis gli edifici e le strutture comunali) e nei settori residenziale, del terziario e del trasporto, considerati campi di intervento fondamentali per una politica di riduzione della CO₂ che sia realmente efficace a livello locale. Allo

stesso tempo, il Piano deve includere anche interventi concreti in almeno 3 tra questi ambiti, ugualmente essenziali: produzione locale di energia, pianificazione territoriale, acquisti pubblici e coinvolgimento della cittadinanza, degli stakeholder e del settore produttivo.

Le prime tre edizioni del Premio hanno messo in evidenza elementi interessanti che sottolineano lo sforzo che molti Comuni stanno sostenendo al fine di ridurre le emissioni di gas serra del proprio territorio.

Tabella 1 - Le cifre delle prime tre edizioni di A+CoM

ANNO	NUMERO CANDIDATURE	VINCITORI
2012	55	Montaione, Palena, Castelnuovo del Garda, Villasanta, Castelfranco Emilia, Lodi, Genova (menzione: Bari, Firenze)
2013	88	Loceri, Sasso di Castalda, Torri di Quartesolo, Treviso, Bologna, Pesaro (menzione: Foiano della Chiana, Unione Comuni Entroterra Idruntino, Vigonovo)
2014	64	Sardara, Fivè, Castrolibero, PAES congiunto Isola d'Elba (Campo nell'Elba, Capoliveri, Marciana, Marciana Marina, Porto Azzurro, Portoferraio, Rio nell'Elba, Rio Marina) Novara

Fonte: Alleanza per il Clima Italia, anno 2014

Non è possibile analizzare in questa sede i singoli PAES selezionati come vincitori e si coglie quindi l'occasione per evidenziare alcuni degli elementi che hanno orientato il Comitato tecnico e scientifico del Premio nella selezione:

- *l'organizzazione metodologica nel rilevamento dei consumi comunali* con l'eventuale introduzione delle certificazioni ambientali ed energetiche quali strumenti di controllo e monitoraggio dell'attuazione del proprio PAES (ad esempio la certificazione ISO 14001 e la ISO 50001);

- *il ruolo guida del Comune*: diversi Comuni hanno scelto di inserire nel proprio PAES molte azioni che coinvolgono direttamente l'Amministrazione locale per sottolineare il ruolo di guida che esso deve avere nei confronti della cittadinanza. Interessante anche come molti Comuni intendono presentare il proprio PAES quale "biglietto da visita" per gli aspetti turistici, vista la vocazione di molti dei territori italiani, introducendo quindi gli elementi della sostenibilità ambientale ed energetica tra quelli da "offrire" al potenziale turista: un ruolo importante viene quindi assegnato agli aspetti della comunicazione;

- *la visione strategica e il coinvolgimento degli stakeholder*: alcuni Comuni, per lo più di grandi dimensioni, hanno sfruttato l'occasione del PAES per impostare un lavoro di lungo periodo e, non ultimo, sfruttare le occasioni che si sono presentate dal punto di vista finanziario, ad esempio con il programma comunitario sulle Smart Cities; un ulteriore elemento strategico è la capacità di coinvolgere soggetti interni al territorio, ma esterni all'Amministrazione Comunale, che giocano però un ruolo importante come consumatori o produttori di energia o semplicemente come soggetto portatore di interesse che raccoglie un numero discreto di persone e perciò diventa importante per il raggiungimento degli obiettivi del Piano.

- *le azioni dimostrative di eccellenza*: molti Comuni iniziano ad orientarsi anche su azioni che non possono definirsi standard ma che per alcuni versi risultano pioniere in quel territorio. Ad esempio, il ricorso al teleriscaldamento da biomassa o la promozione di impianti di trigenerazione rappresentano senz'altro, in alcuni contesti territoriali, delle interessanti innovazioni.

Un punto di particolare interesse è, come anticipato, quello legato al coinvolgimento dei soggetti portatori di interesse di un territorio, siano essi aziende, associazioni, enti locali, comitati o gruppi informali di cittadini, che nella logica del Patto sono componenti essenziali a realizzare gli ambiziosi obiettivi di riduzione delle emissioni. Se da una parte per i comuni di grandi dimensioni tali soggetti sono più facilmente raggiungibili e più naturalmente vengono coinvolti, è per i Comuni di medie dimensioni che tale operazione diventa una modalità nuova di affrontare le tematiche ambientali e dove il valore aggiunto di tale operazione diventa strategicamente fondamentale.

Alcuni Comuni che hanno aderito al Patto e che si stanno cimentando con l'implementazione o con la costruzione del Piano, come ad esempio i comuni umbri di Narni e Città di Castello, stanno felicemente sperimentando questa nuova modalità di coinvolgimento degli attori locali, soprattutto

economici, con indubbio successo e reciproco vantaggio, sia perché l'amministrazione accresce la propria capacità di accompagnare e facilitare lo sviluppo economico e sociale secondo la direzione della sostenibilità della propria comunità, sia perché tale comunità assume un ruolo attivo e partecipa nella costruzione di tale pianificazione.

4. Patto 2.0 Implementazione e Monitoraggio

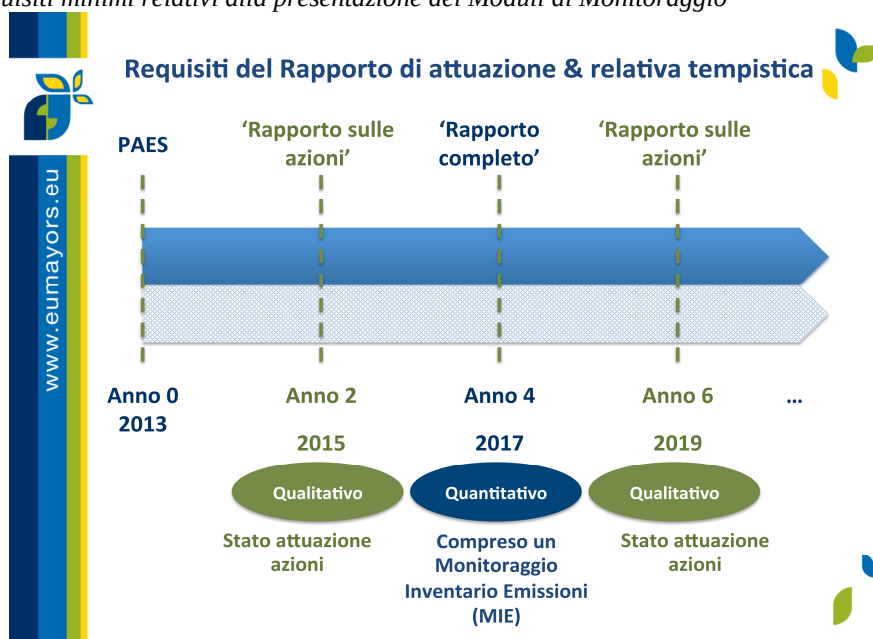
Il Patto dei Sindaci continua a essere una delle iniziative europee più di successo sia sui temi dell'energia e della lotta ai cambiamenti climatici sia come modello di multi-level governance. Quello che doveva essere un programma appannaggio più che altro delle grandi città più virtuose, sta man mano diventando l'opportunità e la sfida di tantissime città in tutta Europa e in Italia in particolare. Dall'avvio dell'iniziativa, che risale al 2008, da subito i più cinici e disincantati osservatori delle italiane vicende hanno stigmatizzato tale successo con il "tanto una firma a un accordo o un patto non si nega a nessuno", o comunque immaginando che all'iniziale impegno formale non avrebbe poi fatto seguito alcun impegno concreto, reale. Al contrario, nonostante un certo numero di Comuni italiani (545) siano attualmente sospesi dal Patto, sono stati molti (2.118) i Comuni che hanno dato seguito alla firma con la realizzazione di un primo basilare impegno, la redazione di un proprio PAES, per dare concretezza ai propri impegni di qui al 2020 per risparmio energetico, produzione di energia da fonti rinnovabili e in generale riduzione delle emissioni locali di anidride carbonica. Ora occorre però una nuova fase, un Patto dei Sindaci 2.0 appunto, per proseguire, dare ulteriore concretezza agli obiettivi posti dal Patto, lavorando sulla loro implementazione e verificandone i risultati; per questo è previsto ogni due anni un monitoraggio delle attività pianificate nei PAES secondo una metodologia che, seppur da poco tempo, è stata resa ufficiale ed operativa dall'ufficio europeo del Patto.

Il monitoraggio

I firmatari del Patto dei Sindaci si sono impegnati – oltre alla presentazione del PAES - ad inviare regolarmente un Rapporto di attuazione per mostrare sinteticamente i risultati raggiunti, sia in termini di misure attuate sia di emissioni di CO₂.

Il Patto dei Sindaci ha indicato un time frame obbligatorio che i comuni devono rispettare per i Rapporti di attuazione: dopo due anni dalla presentazione del PAES un rapporto "qualitativo" sullo stato di attuazione delle azioni, dopo quattro anni dalla presentazione del PAES un rapporto "quantitativo" che comprenda anche un Inventario di Monitoraggio delle Emissioni (IME) e così via.

Figura 1 - Requisiti minimi relativi alla presentazione dei Moduli di Monitoraggio



Il Modulo di Monitoraggio (insieme ad una versione revisionata del Modulo PAES) è stato pubblicato online nella sezione extranet del sito web del Patto dei Sindaci lo scorso giugno grazie al lavoro dell'Ufficio del Patto dei Sindaci (CoMO) e del Centro Comune di Ricerca (CCR). Sono state parallelamente pubblicate le "Reporting guidelines" (CoMO, 2014a) complete che includono regole comuni, consigli pratici ed esempi concreti, che guideranno i firmatari attraverso le nuove interfacce. È altresì disponibile una breve guida (CoMO, 2014b) che spiega cosa è cambiato nel Modulo PAES a seguito della fase di migrazione dei dati.

Analogamente al Modulo PAES in fase di presentazione del Piano, il Modulo di Monitoraggio costituisce il Quadro del rapporto di attuazione del Patto che deve essere compilato dai firmatari in fase di monitoraggio.

Dato il ritardo nella pubblicazione, la prima scadenza per la presentazione da parte dei Comuni che devono inviare il rapporto di attuazione nel 2014, è stata fissata al 23 febbraio 2015. Entro questa data i Comuni dovranno appunto inviare il primo rapporto di attuazione "qualitativo" sullo stato delle azioni, volendo possono procedere anche presentando un report completo di MIE.

Del Modulo PAES e del Modulo di Monitoraggio non sono ancora disponibili le versioni excel, ma le sole versioni pdf, dove sono evidenziati i nuovi campi e caratteristiche. Entrambi sono disponibili nella Biblioteca (CoMO) del sito web del Patto dei Sindaci.

Il Modulo di Monitoraggio online – composto di tre parti "Overall Strategy", "Emission Inventory" e "Sustainable Energy Action Plan" – si presenterà ai firmatari in parte precompilato con le informazioni inserite al momento dell'invio del PAES. Nella sezione "Overall Strategy" dovranno essere inserite in più informazioni relative alla natura dello staff allocato per l'attuazione del PAES, al budget totale speso finora per l'attuazione del PAES, alle barriere all'attuazione del PAES identificate. Nella sezione "Sustainable Energy Action Plan" per ogni azione del PAES andranno indicati obbligatoriamente (se non già fatto nel Modulo PAES) l'area di intervento e lo stato di attuazione, altre informazioni saranno invece facoltative (le celle verdi identificano quelle obbligatorie) come ad esempio il costo di attuazione. Si dovrebbero anche aggiornare le stime degli impatti al 2020 nel caso di azioni completate. Sarà inoltre possibile in questa fase aggiungere o eliminare delle azioni.

Analogamente alla relazione di sintesi del PAES, una relazione di sintesi del monitoraggio sarà generata in automatico al completamento del modulo. I grafici risultanti faciliteranno il follow-up dell'attuazione e mostreranno i risultati già raggiunti. Una semplice funzione di selezione della casella di controllo relativa ne permetterà la visualizzazione nel profilo pubblico del firmatario.

Sarà infine necessario indicare un minimo di tre azioni come esempi di eccellenza (pena l'impossibilità di inviare il modulo monitoraggio causa blocco del sistema), interessante per formare un catalogo di esempi da condividere con altri firmatari.

Tabella 2 – Descrizione dei due approcci per il monitoraggio dell'attuazione del PAES

Approccio	Quando?	Parte	Cosa?
Rapporto sulle azioni	Almeno ogni 2 anni	Parte I. 'Overall Strategy' - Strategia Generale	Specifica eventuali modifiche alla strategia generale e fornisce dati aggiornati sulla attribuzione di personale e capacità finanziarie.
		Parte III. 'Sustainable Energy Action Plan' - Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile	Delinea lo stato di attuazione delle azioni e dei loro effetti.
Rapporto completo	Almeno ogni 4 anni	Part I. 'Overall Strategy' - Strategia generale	Specifica eventuali modifiche alla strategia generale e fornisce dati aggiornati sulla attribuzione di personale e capacità finanziarie.
		Part II. 'Emission Inventory' - Inventario delle Emissioni	Fornisce un Inventario di Monitoraggio delle Emissioni (IME).
		Part III. 'Sustainable Energy Action Plan' - Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile	Delinea lo stato di attuazione delle azioni e dei loro effetti.

Fonte: Reporting Guidelines on Sustainable Energy Action Plan and Monitoring, 2014

L'esperienza pilota del monitoraggio di un gruppo di comuni nella Provincia di Roma

La Provincia di Roma ha aderito nel giugno 2009 all'iniziativa europea scegliendo di dare supporto tecnico ai comuni aderenti al Patto e mettendo loro a disposizione consulenti e strumenti tecnici in grado di agevolare la redazione dei piani. Adesso, di fronte alla sfida della "continuità" dell'impegno, ha deciso di proseguire il supporto mettendo a disposizione dei comuni un aiuto e una guida tecnica nelle attività di monitoraggio. I Comuni della provincia che hanno approvato il PAES nel 2011 e nel 2012 sono: Nazzano, Allumiere, Anguillara Sabazia, Bracciano, Canale Monterano, Carpineto Romano, Cave, Formello, Genazzano, Genzano di Roma, Guidonia Montecelio, Ladispoli, Magliano Romano, Morlupo, Olevano Romano, Riano, Rocca Priora, Sacrofano, San Vito Romano, Segni, Torrita Tiberina, Zagarolo. Come definito dall'Ufficio europeo del Patto dei Sindaci nel processo di monitoraggio, con la prima scadenza biennale dopo 2 anni a partire dalla consegna dei Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile, è previsto il "Report di Implementazione delle Azioni", un report qualitativo sullo stato di attuazione delle azioni previste dal PAES.

La Provincia, tramite un partner tecnico di supporto, collabora attivamente con i Comuni e con i loro referenti tecnici per fare il punto sullo stato dell'arte delle attività inserite nei singoli PAES e per quantificare investimenti realizzati, risparmi di energia da fonte fossile e riduzione delle emissioni delle singole azioni.

Raccogliere e ordinare dati e informazioni, permettere la condivisione orizzontale degli stessi tra uffici e settori diversi dell'Amministrazione Comunale e strutturare il monitoraggio nei prossimi anni in modo da agevolarne l'acquisizione. Questo in estrema sintesi il lavoro intrapreso, che pur potendo sembrare "ordinario" o semplice, ha in effetti tutti i caratteri della sfida e della straordinarietà per chi conosce da dentro i meccanismi di funzionamento delle amministrazioni comunali, ed è strettamente funzionale alla reale attuazione dei Piani.

Uno dei primi firmatari del Patto dei Sindaci nella Provincia di Roma, il comune di Guidonia Montecelio, da tempo è attivo sui temi dell'efficienza energetica e delle fonti rinnovabili. Ora con il Patto ha trovato un quadro ordinato dove programmare, organizzare e rendicontare la propria attività orientata allo sviluppo sostenibile. Guidonia insieme a tanti altri comuni romani ha dato seguito al proprio lavoro di redazione del PAES con la realizzazione o l'avvio di alcune delle azioni individuate nel Piano e messe in campo per la riduzione del 20% delle emissioni di CO₂ dell'intero territorio comunale.

Tra le azioni già ultimate, che erano inserite nel PAES, vanno citati certamente gli interventi per la sostituzione degli impianti di pubblica illuminazione con sistemi a risparmio energetico su un parco di oltre 8.000 punti luce e un investimento di circa 10 milioni di euro; l'intervento relativo all'adozione del nuovo Regolamento Edilizio Comunale che recepisce tutte le direttive, nazionali e regionali in tema di efficienza energetica e che tra l'altro obbliga le nuove costruzioni a dotarsi di impianti solari fotovoltaici e termici, impone i limiti di legge sulla trasmittanza termica di superfici opache e trasparenti, orizzontali e verticali, nonché dei serramenti, definisce nel contempo, l'orientazione dell'edificio, il recupero delle acque, le schermature, etc. È stata inoltre data attuazione alla normativa nazionale sulla Certificazione Energetica degli edifici, con premi di cubatura agli edifici energeticamente più efficienti. Per gli interventi più cospicui, che hanno richiesto un finanziamento corposo, Guidonia, come d'altra parte quasi tutti i Comuni italiani, non aveva libertà di spesa per via del Patto di Stabilità che vincola la spesa dei Comuni a rigidi parametri e che di fatto impedisce investimenti importanti seppur orientati alla sostenibilità e al risparmio. Perciò Guidonia come altri Comuni, tra cui citiamo Pesaro nelle Marche, sono ricorsi al finanziamento tramite terzi, siano essi ESCO (Energy Service Company) o altri soggetti privati, tramite piani finanziari con formule *win-win*, ovvero con reciproco vantaggio economico. E' con questa modalità che Pesaro ha potuto realizzare diversi impianti fotovoltaici su strutture ed edifici comunali, ed è con questa formula che Guidonia ha realizzato la sostituzione del parco lampade della pubblica illuminazione.

5. Dati affidabili per finanziamenti tramite terzi

La realizzazione di partenariati pubblico privati, la ricerca di finanziamenti extra bilancio e il ricorso alle ESCO prevedono uno step fondamentale e il più delle volte necessario ad attivare questo tipo di

accordi: la realizzazione di un business plan finanziario che parta dalla conoscenza dei consumi energetici dei propri edifici e strutture e dal loro monitoraggio.

Il lavoro di reperimento e organizzazione dei dati sui consumi energetici comunali è un lavoro certamente necessario, opportuno da un punto di vista energetico, economico e ambientale, ma si tratta quasi sempre di un lavoro “straordinario” per i dipendenti comunali. Intendiamo nel senso della non ordinarietà, della mancanza di abitudine a raccogliere e analizzare queste informazioni. Quanto metano consumano le scuole di un Comune, a quanto ammonta la bolletta energetica per la pubblica illuminazione di un certo anno, quanto carburante consumano i veicoli comunali, sono tutti esempi di domande che talvolta gli enti locali si pongono per la prima volta dopo molti anni in maniera così organica, e per quanto possa apparire strano non c’è affatto banalità e semplicità nel reperire queste informazioni. Ci si deve al contrario ingegnare ogni volta per capire quale ufficio possiede l’informazione giusta, talvolta non si riesce nemmeno ad ottenerla, e tutto questo rende ancora più preziosa, anche se purtroppo poco visibile, la collaborazione dei dipendenti comunali nella costruzione del PAES, perché proprio quest’ultima può essere occasione per iniziare questo lavoro. Un’ulteriore possibile sostegno e significato a questo impegno notevole potrebbe essere dato dalle strutture di supporto o in generale dagli enti locali di livello superiore (province e regioni), come ha fatto ad esempio la Provincia di Chieti, in Abruzzo, che, tramite un programma ELENA, ha assistito venti Comuni della provincia coinvolti nel progetto “Chieti Towards 2020” a censire i propri impianti di pubblica illuminazione. I censimenti consentono di conoscere lo stato di attuale consistenza degli impianti di illuminazione pubblica, con la contestuale individuazione di punti critici tecnico-funzionali, e di raccogliere i dati dei relativi consumi storici; da questi dati è stato poi possibile formulare bandi per la raccolta di 5 milioni di euro di investimenti da parte di ESCO per efficientare gli impianti di illuminazione. In precedenza ulteriori investimenti da 4 milioni di euro erano stati raccolti con metodo analogo per l’efficientamento di oltre 130 edifici pubblici comunali (Di Nunzio, 2014).

L’attuazione dei PAES è dunque strettamente connessa al loro monitoraggio, dato che l’acquisizione e la gestione delle informazioni energetiche è basilare per poter realizzare molte delle azioni che vengono inserite negli stessi Piani. Resta tuttavia vero che molte realtà comunali necessitano di un adeguato supporto per predisporre strutture in grado di acquisire e gestire dati e informazioni utili a monitorare lo stato energetico locale, alcuni soggetti si stanno muovendo con successo in questa direzione e la speranza è che sempre di più lo faranno.

6. Conclusioni

Il Patto dei Sindaci è aperto alle città europee di qualsiasi dimensione, ma ovviamente le città o i Comuni che non dispongono di risorse sufficienti per elaborare, implementare e monitorare il proprio Piano d’Azione dovrebbero poter ricevere il sostegno fornito dalle Amministrazioni di livello superiore che dispongono di tali capacità. Sono in alcuni casi proprio le Pubbliche Amministrazioni più grandi, in veste di “Coordinatori del Patto”, a fornire orientamento strategico e assistenza finanziaria e tecnica ai Comuni che si impegnano politicamente ad aderire al Patto dei Sindaci ma che risultano carenti nelle competenze e nelle risorse necessarie per soddisfarne i requisiti, ovvero preparare, attuare e monitorare i Piani d’Azione per l’Energia Sostenibile.

In Italia al momento si contano 89 Enti Pubblici accreditati come Strutture di Supporto, di cui la maggior parte sono Province. Con la riorganizzazione istituzionale in atto molti responsabili nelle amministrazioni provinciali si preoccupano delle future possibilità di dare assistenza ai Comuni. Un indebolimento delle strutture di coordinamento molto probabilmente indebolirà significativamente il Patto dei Sindaci in Italia. Per quanto la storia del Patto dei Sindaci in Europa e in Italia rappresenti un’esperienza di successo e innovazione e di rafforzamento delle capacità di futuro a livello locale, crescono le sfide mentre l’iniziativa avanza. La consapevolezza dei rischi e dei punti deboli è un primo passo per affrontare queste sfide in modo deciso, ognuna e ognuno sfruttando appieno i propri spazi d’azione.

Bibliografia

ASSET Camera, 2013. *Gli impianti di pubblica illuminazione in partenariato pubblico privato – Manuale operativo*, Azienda Speciale della Camera di Commercio, Roma.

Bertoldi P. et al., 2010. *Linee Guida “Come sviluppare un Piano di Azione per l’energia sostenibile – PAES”*, Consultazione del 2 ottobre 2014 da: http://www.pattodeisindaci.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_it-2.pdf

CoMO, *Biblioteca*, Consultazione del 2 ottobre 2014 da: <http://www.pattodeisindaci.eu/Biblioteca.html>

CoMO, 2014a, *Reporting Guidelines on Sustainable Energy Action Plan and Monitoring*, Consultazione del 2 ottobre 2014 da: http://www.pattodeisindaci.eu/IMG/pdf/Reporting_Guidelines_SEAP_and_Monitoring.pdf

CoMO, 2014b, *Cosa è cambiato nel modulo PAES, Breve guida alla fase di trasferimento*, Consultazione del 2 ottobre 2014 da: http://www.pattodeisindaci.eu/IMG/pdf/SEAP_migration_quick_guide_IT.pdf

Di Nunzio A., 2014. *ELENA e l’Attuazione dei PAES della Provincia di Chieti*, Consultazione del 2 Ottobre 2014: http://www.climatealliance.it/allegati_content/Di%20Nunzio_Chieti.pdf

Lumicisi A., 2013. *Il Patto dei Sindaci. Le città come protagoniste della Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.

PAES del Comune di Narni, Consultazione del 2 ottobre 2014 da: <http://www.paesnarni.net>

Progetto Meshartility, Consultazione del 2 ottobre 2014 da: <http://www.meshartility.eu/>

Qualenergia.it, (a cura della redazione) 2013. *Il fotovoltaico tra vincoli di bilancio e Patto di Stabilità. Il caso del comune di Pesaro*. Consultazione del 2 ottobre 2014 da:

<http://www.qualenergia.it/articoli/20131206-il-fotovoltaico-tra-vincoli-di-bilancio-e-patto-di-stabilit%C3%A0-il-caso-del-comune-di-pesaro>

Vesselli C., 2014. *Il monitoraggio dei PAES per uno sviluppo territoriale intelligente*, Consultazione del 2 ottobre 2014 da: http://www.climatealliance.it/allegati_content/Vesselli_1.pdf

LA FUNZIONE ENERGIA NEI COMUNI E NELLE UNIONI

Alessandro Rossi¹, Giovanna Pinca¹, Alessandra Cavalletti², Michele Bartolomei², Cristiano Bottone³

¹Associazione Nazionale Comuni Italiani Emilia-Romagna, ²Consorzio Universitario per la Ricerca Socioeconomica e per l'Ambiente, ³Transition Italia

Abstract

L'energia non è altro che la continuazione della politica con altri mezzi

I tre ingredienti della de-carbonizzazione - Efficienza Energetica, Produzione da Fonti Rinnovabili, Risparmio - “succedono” sul territorio e non altrove. L'esercizio di politiche locali in materia di energia è riconosciuto come fattore di innovazione dell'attività di governo esercitata dai Comuni. La politica energetica locale, per definizione rivolta al territorio e alla comunità, non è pertanto concorrente rispetto a quelle nazionali, ma trasversale: ri-orienta e contamina, modificandone le priorità, le politiche tradizionali degli Enti Locali. Su molte politiche innovative (es: infrastrutture e servizi digitali... fino all'ampio concetto di smart city) molto è stato fatto sul piano culturale e operativo, per definire e diffondere modelli di approccio e di intervento. Non altrettanto per le politiche energetiche locali. Per questo abbiamo ritenuto necessario definirne il dominio e fornire strumentazione per una loro attuazione operativa adeguata alla attuale condizione di scarsità di risorse. Se tutti concordiamo sui limiti del modello su cui abbiamo basato il nostro sviluppo per decenni, allora dobbiamo prendere atto che servono nuovi strumenti per arrivare a definire un modello diverso. Diverso e coerente con una situazione globale che ha già trasformato drasticamente il nostro tessuto socio-economico. Prenderne atto e cominciare partendo dal territorio e dalle comunità che lo vivono è una precisa strategia.

Parole chiave

Politiche energetiche locali, transizione energetica, de-carbonizzazione economia, Patto dei Sindaci, PAES, Funzione energia, capitale sociale, innovazione amministrativa, innovazione sociale, citizen empowerment

1. Executive Summary

In un mondo globale in profonda trasformazione l'energia assume una valenza strategica anche per il governo locale. Senza energia il nostro sistema si ferma. La vulnerabilità energetica degli stati europei è già un fatto consolidato nell'agenda politica europea che sta definendo, non con poche difficoltà e contraddizioni, misure orientate alla progressiva de-carbonizzazione del sistema economico e sociale. La de-carbonizzazione si ottiene mixando tre ingredienti: Efficienza Energetica, Produzione da Fonti Rinnovabili, Risparmio (modifica delle abitudini). I tre ingredienti della de-carbonizzazione “succedono” sul territorio e non altrove. Per questo le politiche energetiche locali hanno una loro autonomia e dignità disgiunta dalle politiche energetiche nazionali e sono quindi politiche territoriali a tutti gli effetti: governo del territorio e sviluppo economico locale sono le principali leve ed opportunità che oggi sono in mano ai Sindaci per facilitare la transizione energetica (e viceversa: la transizione energetica è una leva per riorientare le politiche di governo del territorio e di sviluppo economico locale). Ma l'esercizio di politiche energetiche locali è pressoché una novità per i Comuni che non hanno mai esercitato, tranne pochi episodi isolati nel tempo e nello spazio, una tale funzione. La definizione del dominio di applicazione della **funzione energia comunale** (funzione è il termine utilizzato dalla nostra Costituzione per assegnare i compiti alle diverse articolazioni dello Stato) è il prerequisito per un esercizio sistematico, continuativo e attivo di politiche energetiche locali.

Con questo lavoro si è cercato di definire cosa è la funzione energia comunale, come la si esercita in relazione alle politiche ordinarie, fornendo un quadro concettuale ampio e producendo strumentazione operativa utile nell'attività quotidiana. L'impostazione è basata sul concetto che la de-carbonizzazione è un processo di transizione di un sistema complesso che ha implicazioni multidisciplinari: sociali,

economiche, tecnologiche e regolatorie. E pochi aspetti di tale processo sono sotto il diretto governo del Comune. Il Comune pertanto assume il ruolo di facilitatore del processo di transizione energetica. Non si è trattato di uno studio a tavolino, ma di una combinazione di attività teorica e di continuo confronto con il territorio della durata di oltre un anno. I primi frutti di tale attività sono riassunti da alcuni indicatori sintetici: in Emilia-Romagna dopo la tornata elettorale della primavera del 2014 sono 80 i nuovi assessori comunali con una delega esplicita all'energia (prima erano poche unità) e diverse sono le unioni di Comuni che stanno procedendo alla istituzione del servizio energia come esercizio associato delle politiche energetiche²³.

Lo schema utilizzato è inoltre applicabile as-is ad altre politiche innovative emergenti a livello locale: pensiamo al ruolo dell'ICT, alle smart cities, alle politiche di welfare sostenibile.... E'applicabile in quanto è basato sul concetto che per introdurre innovazione in un sistema complesso, quale il tessuto socio-economico di un territorio, è necessario incidere sulle relazioni che costituiscono quel sistema, modificando, ri-orientando e ricostruendo il capitale sociale di quella comunità verso nuove direttrici in grado di generare nuovo valore condiviso (e distogliendolo da quelle che non sono più in grado di farlo)²⁴.

2. Perché

Gli enti locali, pur non avendo competenze amministrative in materia di energia, sono i soggetti più vicini al territorio che possono ri-orientare le politiche tradizionali assumendo l'energia come strategia innovativa. In tale contesto il Patto dei Sindaci ha assunto il ruolo di "trigger", ovvero di evento scatenante una nuova consapevolezza: è possibile modificare le politiche locali, e conviene farlo, generando sviluppo economico locale.

L'adesione massiccia dei Comuni della regione Emilia-Romagna al Patto dei Sindaci (quasi 300 comuni su 340 pari a circa il 95% della popolazione) ha fatto emergere la necessità di dare continuità all'adesione e conseguente redazione dei PAES, in modo da garantire il consolidamento di politiche energetiche locali attive ed efficaci.

Ma nessuna politica è efficace senza una delega politica, senza un'organizzazione adeguata, senza conoscenze in grado di attuarla. Che fare in un momento di scarsità di risorse economiche pubbliche, di turbolenta evoluzione normativa che genera disorientamento, di carenza di una diffusa consapevolezza sulla ineluttabilità della de-carbonizzazione? Serve quindi una azione di sistema orientata a profilare e definire una funzione energia che, al pari delle funzioni tradizionali assegnate agli enti locali, possa dare sostanza all'esercizio di una delega politica esplicita e alla sua attuazione operativa. Lo abbiamo fatto partendo da tre assunti:

- l'energia non è una politica di settore ma una politica trasversale a tutte le politiche ordinarie;
- il processo di transizione energetica locale interviene sulla modifica di un sistema complesso che è il tessuto socio-economico di quel territorio;
- il Comune non ha strumenti coercitivi né disponibilità di risorse per garantire la transizione energetica del proprio territorio: può esercitare quindi un ruolo attivo fungendo da "facilitatore" del processo di de-carbonizzazione locale.

3. Come

L'impostazione implementata è fortemente ispirata dagli studi sulla dinamica dei sistemi complessi²⁵ e finalizzata alla gestione di un processo più che alla riproduzione di un modello predefinito. Il fine non è quindi creare una "buona pratica" che possa essere replicata tal quale, ma fornire gli strumenti di

²³ Esempio di istituzione del servizio energia: <http://attirg.renogalliera.it:8071/albo/DATI/20140057G.PDF>

²⁴ Sulla necessità di investire su un nuovo sistema di relazioni si veda (5'): <http://youtu.be/sv7GHYyYcU>

²⁵ La letteratura in materia di dinamica di sistemi complessi è ampia. Qui si trova una buona sintesi: <https://www.ids.ac.uk/files/dynamics.pdf>

governo della complessità che possano essere efficacemente adattati alle differenti situazioni di contesto locale, stimolando un cambiamento nella cultura amministrativa degli enti locali.

Le aziende, e più in generale le organizzazioni, dispongono da tempo di strumenti che consentono di definire politiche di sostenibilità energetica: esistono sistemi di gestione (es: EMAS, ISO 50001), esistono strumenti di accountability (es: carbon footprint), esistono certificazioni professionali (es: Energy Manager, EGE) e di prodotto (es: Ecolabel....). Sono adeguati per una amministrazione comunale?

La considerazione di fondo è che il perimetro delle “organizzazioni”, per cui sono stati disegnati tali strumenti, non coincide con quella di un Comune. Il Comune è una organizzazione atipica che si occupa istituzionalmente e primariamente di: governo del territorio e tutela e sviluppo della propria comunità (famiglie e imprese). Nessuna impresa, profit e non profit, come nessun'altra organizzazione ha all'interno del proprio perimetro di influenza tali compiti.

Se quindi adottassimo, *sic et simpliciter*, quanto disegnato per le “organizzazioni” non saremmo in grado di incidere sul ruolo istituzionale e primario del Comune che vede al centro del proprio agire il territorio e la comunità. In altri termini il Comune è una “organizzazione” al pari delle altre limitatamente ad alcuni aspetti del proprio operare: organizzazione interna, servizi erogati alla collettività, prodotti e servizi acquistati e (parzialmente) rapporto con gli utenti/clienti. Ma per il Comune tali aspetti, che per una “organizzazione” sono la totalità degli aspetti da considerare, sono di fatto strumentali e conseguenti all'esercizio delle politiche di governo del territorio e di tutela e sviluppo delle famiglie e imprese che operano su quel territorio.

Serve pertanto una riflessione che, partendo da quanto disegnato per le “organizzazioni” (sistemi di gestione, accountability, certificazioni professionali e di prodotto), ne estenda l'ambito di applicazione e definisca il ruolo delle amministrazioni comunali in materia di energia sostenibile, tenendo conto delle peculiari (e uniche) competenze dei Comuni nel governo del territorio e nella tutela e sviluppo della comunità locale.

4. Cosa

Definire la “funzione energia”, in analogia alle altre funzioni tradizionali assegnate ai comuni dal nostro ordinamento istituzionale consente di:

- fornire strumenti per l'esercizio di politiche energetiche locali (avere la delega all'energia cosa significa? Come ci si rapporta con gli altri assessorati?);
- dotare il corrispondente “servizio energia” di un comune, ovvero l'organizzazione (persone, procedure, risorse) che sostiene e abilita le politiche energetiche locali, di strumenti e competenze adeguate a svolgere il ruolo.

La funzione energia pertanto ha valenza sia sul piano dell'esercizio delle politiche, sia sul piano dell'organizzazione interna del comune e riconosce in pieno il ruolo del Comune quale organizzazione primaria deputata a facilitare i processi di transizione energetica nel proprio territorio.

Come già detto, a differenza di quanto accade per il Sistema di Gestione Energia di una singola organizzazione (tipicamente un'azienda), la funzione energia esercitata da un Comune deve avere un ambito d'azione che non sia limitato alla sola istituzione, ma che coinvolga e agisca su un intero territorio, dialogando attivamente con la moltitudine variegata dei soggetti in esso presenti. È quindi necessario conciliare la complessità di un ente pubblico con la pluralità dei soggetti con cui questo è o dovrà essere in relazione. Per questo è stata elaborata una matrice basata su 3 variabili:

- gli attori;
- la prossimità relazionale;
- le tipologie di azioni.

5. Gli attori

Sono i soggetti interni ed esterni al territorio dell'ente Comune che concorrono, a vario titolo e in diversa misura, alla definizione del tessuto socio-economico del territorio. Gli attori (che con una terminologia ampiamente utilizzata in molti contesti sono gli stakeholders di quel territorio e di quella comunità), sono stati raggruppati seguendo una logica di prossimità relazionale nei confronti dell'Ente stesso. Il concetto di prossimità relazionale, che svilupperemo in seguito, consente di eliminare il concetto di gerarchia, conferendo alla classificazione un uso meno rigido e più immediatamente utilizzabile da chi opera in un preciso contesto: sia esso un amministratore, un funzionario amministrativo o tecnico o un consulente nell'esercizio della sua azione di supporto all'amministrazione.

Di seguito le categorie di soggetti individuati:

- **ENTE: Livello politico.** Chi concorre istituzionalmente a definire le politiche dell'ente.
Es: Giunta, Consiglio, Commissioni, Consulte, Partiti...
- **ENTE: Struttura organizzativa.** Organizzazione e uffici che esercitano le funzioni comunali.
Es: Unione, Comune, Direzione generale, uffici di staff, uffici di linea...
- **STRUTTURE: società controllate o partecipate, distretto, ambiti, consorzi....**
Organizzazioni su cui si esercita un qualsiasi livello di governance diretta o indiretta.
Es: Società strumentali, in-house, patrimoniali, Società partecipate, Distretto socio-sanitario, Ambito idrico, rifiuti, gas, Gestore dell'edilizia sociale pubblica, Consorzi di bonifica, Enti parco, GAL-Gruppi di Azione Locale...
- **FORNITORI di Servizi Pubblici Locali e servizi collettivi.** Concessionari servizi pubblici locali e Fornitori di servizi per la collettività.
Es: distributori gas naturale-acqua-energia, Gestore Trasporto Pubblico Locale, servizi mensa, global service, gestore illuminazione pubblica, gestione manutenzione strade-verde, gestione calore...
- **ORGANIZZAZIONI economiche, sociali e culturali.** Comprende tutti gli stakeholder organizzati e gli abituali interlocutori del Comune profit e no profit.
Es: CCIAA, CNA, Confindustria, Confcommercio, Confesercenti, altre associazioni di categoria profit, Terzo settore, Ordini professionali, Sindacati, Banche, Scuola e Università, associazioni ambientaliste e altre associazioni, Partecipanze e Comunalie...
- **COLLETTIVITA': Imprese e famiglie.** Sono tutti i soggetti singoli che su quel territorio risiedono, operano e concorrono a formarne il tessuto socio-economico
- **ESTERNI (RETE).** Soggetti omologhi o complementari al di fuori dei confini istituzionali e territoriali dell'ente.
Es: Altri Comuni/Unioni, Provincia, Regione, ANCI Emilia-Romagna, altre associazioni di enti locali, partner in progetti europei, agenzie per l'energia o per lo sviluppo territoriale...

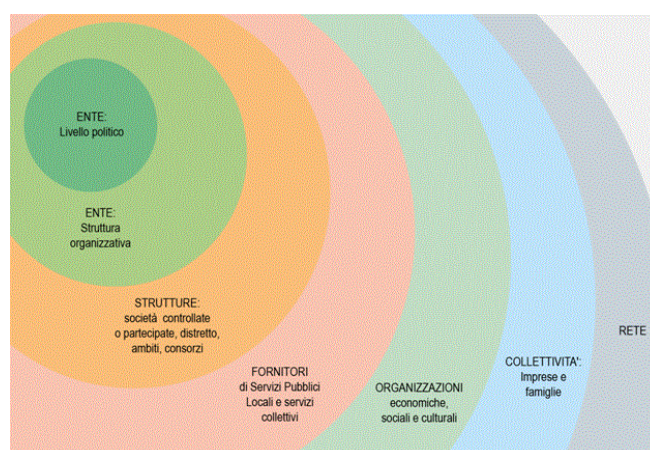
Una tale classificazione, per forza di cosa generale ed ampia, non è sufficiente ad operare una tassonomia completa dei vari soggetti con cui il Comune si rapporta. Essa va letta, territorio per territorio, considerando la reale prossimità relazionale che ogni soggetto ha nei confronti del Comune (es: lo stesso soggetto appartiene, in territori diversi, a categorie diverse e potrebbe comparire in più categorie...). Un possibile utilizzo operativo di una tale classificazione è quello di partire da un soggetto ritenuto interessante, di identificarne la categoria di appartenenza e di esplorare poi la possibilità di estendere la medesima azione ad altri soggetti della medesima categoria, conferendo in tal modo una maggiore efficacia alla stessa. Tale utilizzo è orientato a garantire inclusività ai processi e a favorire la diversità di punti di vista, di opinioni e di approcci che rendono maggiormente efficaci tutte le pratiche di innovazione. Vedremo in seguito come tale meccanismo può essere rafforzato e sostenuto nell'attuazione pratica con semplici suggerimenti.

6. La prossimità relazionale

Operando in un contesto pubblico, dove la formalità dei rapporti costituisce garanzia di trasparenza ed equità e assume una valenza sostanziale, il concetto di prossimità relazionale è fondamentale per definire le modalità di attivazione del dialogo e del confronto (di ingaggio, per utilizzare una terminologia cara a tutti i processi innovativi che tendono al coinvolgimento attivo degli stakeholders). In termini molto più semplici: per concordare una azione con una società controllata posso fare valere la presenza di un amministratore nel Consiglio di Amministrazione; con un'azienda fornitrice lo stesso risultato si ottiene solo se nel contratto che la lega all'amministrazione esiste una specifica clausola cogente. Ancora: se coinvolgere una associazione di categoria in un convegno pubblico può avvenire in modo molto semplice, il coinvolgimento di una singola impresa in una iniziativa pubblica deve rispettare requisiti di pari opportunità per tutte le altre aziende simili e quindi comporta una strumentazione e tempi di realizzazione radicalmente diversi (selezione pubblica, valutazione....).

Nella rappresentazione grafica al centro dello schema l'Ente (nel nostro caso il Comune), suddiviso a sua volta in livello politico e struttura organizzativa. Allontanandosi progressivamente dal centro i vari soggetti hanno con l'ente una prossimità minore e una relazione meno formalizzata.

Figura 1 : - La relazione di prossimità può essere visivamente schematizzata come una serie di aree concentriche.



7. Le tipologie di azione

Le tipologie di azione sono state suddivise in modo da essere il più possibile ampie, ovvero di comprendere il più ampio spettro di azioni non solo dell'Ente, ma anche degli altri Attori.

Le tipologie di azione sono state raggruppate seguendo una tassonomia comune a tutti i sistemi di gestione (es: ISO 9001, ISO 5001...) e introducendone una nuova che è centrale nei processi di cambiamento dei sistemi complessi, quale è il processo di transizione energetica. Ma andiamo per gradi. Le tipologie di azione definite sono:

- **VISION.** dove vogliamo andare e perché
Es: azioni tese a sviluppare, evolvere, focalizzare una visione comune.
- **ORGANIZZAZIONE:** persone, strutture, ruoli, procedure.
Es: istituzione di uffici, unità organizzative, gruppi, regolamenti, procedure....
- **PIANIFICAZIONE:** piani di settore, integrazione con altre politiche, risorse economiche.
Es: stesura di documenti, partecipazione a bandi e progetti, cooperazione con altri processi in atto per raggiungere obiettivi comuni.
- **ASPETTI SETTORIALI:** energia.
Es: azioni specifiche nel campo della gestione dell'energia sostenibile.
- **RELAZIONI:** economiche e sociali tra i soggetti del territorio, aspetti umani e sociali.
Es: percorsi di facilitazione, analisi relazionali, risoluzione di conflitti, ecc.

- **CULTURAL CHANGE:** comunicazione, formazione, empowerment.
Es: istituzione e organizzazione di corsi, momenti di formazione, attività educative, attività partecipative, sviluppo infrastrutture culturali, ecc.
- **RETE:** individuazione dei soggetti complementari e omologhi, informazione, confronto.
Es: scouting, studio di approcci e casi significativi, consolidamento di reti

La categoria di azione che è stata introdotta, in aggiunta alle tradizionali dei sistemi di gestione, è quella relativa alle Relazioni. La sua introduzione nasce dalla constatazione che il funzionamento del tessuto socio-economico di un territorio è figlia dell'insieme di relazioni che nel tempo si sono costituite, definite e sviluppate. Relazioni di tipo sociale, economico, associativo, fiduciale.... relazioni che costituiscono il capitale sociale di un territorio e in cui la sfera umana gioca un ruolo fondamentale. Ora se, come abbiamo detto in premessa, la transizione energetica locale è un processo che interviene sulla modifica di un sistema complesso che è il tessuto socio-economico di quel territorio si può affermare che "se non modifico il sistema di relazioni di un territorio la transizione energetica non si realizza". Il corollario di questa affermazione è che se non tengo conto degli aspetti umani e di relazione che costituiscono il capitale sociale di quel territorio non si produce alcun cambiamento utile a sostenere la de-carbonizzazione locale. Astraendo ancora di più il concetto: è noto in molte discipline (es: in psicologia come nelle scienze sociali) come ogni cambiamento comporti una gradualità di reazioni diverse da parte del singolo. Le fasi più tradizionalmente riconosciute sono: rifiuto, rabbia, patteggiamento, depressione, accettazione. La dinamica di queste reazioni a livello di singolo individuo e poi dei gruppi (famiglia, aziende, associazioni, partiti....), ove ogni singolo ha maturato livelli diversi di reazione, produce effetti che possono mettere in stallo il cambiamento stesso, generando conflitti e incomprensioni. Prenderne atto e definire una tipologia di azioni mirata a sostenere la metabolizzazione del cambiamento, ad approfondirne ogni aspetto, ad abilitare tutti i soggetti a coglierne rischi e opportunità è quindi essenziale. Ma, vista in positivo, un'attività concentrata sulle relazioni consente di esplorare e fare emergere le nuove opportunità date dal cambiamento frutto della modifica del sistema relazione. Persone, aziende o gruppi sociali possono trovare nella transizione energetica nuovi ruoli e nuove opportunità di sviluppo personale, sociale ed economico. Tentiamo un esempio pratico senza pretesa di affrontare per intero la questione: la riqualificazione energetica di un edificio è un tema che può essere affrontato solo in compresenza di competenze multidisciplinari che prima erano settorialmente autonome e divise (si pensi a come erano configurati gli interventi sulle strutture, serramenti, impiantistica quando l'efficienza energetica non era all'attenzione). Esaminiamo ora due modelli estremi: o nascono nuove imprese che si occupano di riqualificazione energetica (che tolgono spazio alle imprese esistenti) oppure le imprese esistenti si riagggregano in reti di impresa orientate alla riqualificazione energetica mettendo in comune le competenze complementari. In entrambe i casi si determina un nuovo tessuto di relazioni: tra i soci della nuova impresa, che si aggregano attorno ad una idea che prima non c'era, come tra le imprese che decidono di costituire una rete di impresa quando prima tra queste prevaleva l'aspetto competitivo o l'assenza di qualsiasi relazione. Questa riconfigurazione delle relazioni attorno ad un tema (la riqualificazione energetica degli edifici) può essere lasciata al caso, alle leggi di mercato, a stimoli normativi, alle azioni esogene al territorio, oppure può essere favorita e resa possibile da azioni di facilitazione locale di un soggetto terzo rispetto alle imprese. Un ruolo attivo del Comune in questa facilitazione non è sicuramente sufficiente, ma è, altrettanto sicuramente, necessario. Molte azioni più "tradizionali" concorrono a tale risultato: modificare la strumentazione urbanistica e i regolamenti edilizi, innalzare il livello della domanda di riqualificazioni con informazioni rivolte ai proprietari degli edifici, utilizzare testimonials per diffondere esperienze positive, realizzare interventi sul proprio patrimonio rendendone partecipe la collettività, sostenere con il linguaggio - nel rapporto con i media e nella comunicazione istituzionale - l'importanza di riflessioni approfondite sui propri consumi energetici... L'efficacia di tali azioni aumenta esponenzialmente se vengono accompagnate da una adeguata attenzione a come il capitale sociale di quel territorio può ricomporsi e produrre nuovo valore condiviso attorno alla riqualificazione energetica degli edifici. E tale analisi va fatta considerando la pluralità di attori, esaminati in precedenza, e valutando come ognuno di essi può concorrere a favorire il processo, a rimuoverne le cause ostative, a sostenerlo nel tempo. In assenza di una concentrazione specifica sul sistema di relazioni di quel territorio il rischio è quello di vedere la "riqualificazione energetica degli edifici" unicamente come un nuovo "prodotto da vendere o da comprare" (con effetti isolati e puntuali producendo un vantaggio per pochi) e non come un ri-orientamento sistemico del modello di sviluppo di quel territorio in cui tutti gli attori concorrono a produrre un nuovo valore condiviso da cui tutti gli attori traggono un vantaggio.

8. La griglia di progettazione

Disponendo sulle colonne le categorie di attori ordinati secondo la prossimità relazionale e le tipologie di azione sulle righe si ottiene così una griglia 7 x 7 che può essere utilizzata come guida per la definizione completa dell'ambito di intervento della funzione energia. Nelle caselle di intersezione tra righe e colonne possiamo infatti collocare i progetti, le azioni, le attività da realizzare in quel particolare contesto.

Figura 2 - Griglia di progettazione della Funzione Energia, il cui uso può essere generalizzato per la progettazione di azioni di sistema o per singole azioni mirate.

Mappa di progettazione di:								
- Funzione Energia - Azione di sistema (es: edifici residenziali) - Singola azione (es: condomini)		ENTE:	ENTE:	STRUTTURE:	FORNITORI	ORGANIZZAZIONI	COLLETTIVITA':	RETE
		Livello politico	Struttura organizzativa	Società controllate o partecipate, distretto, ambiti, consorzi	di Servizi Pubblici Locali e servizi collettivi	economiche, sociali, culturali e istruzione	Imprese e famiglie	Soggetti omologhi o complementari al di fuori dei confini istituzionali e territoriali dell'ente
VISION:	dove vogliamo andare?							
ORGANIZZAZIONE:	persone, ruoli, procedure							
PIANIFICAZIONE:	piani di settore, integrazione con altre politiche, risorse economiche							
ASPETTI SETTORIALI:	energetici							
RELAZIONI:	tra soggetti del territorio, aspetti umani e sociali							
CULTURAL CHANGE:	comunicazione, formazione, empowerment							
RETE:	attività di individuazione dei soggetti complementari e omologhi, informazione, confronto							

La griglia così elaborata:

- è utile per descrivere la complessità dell'azione dell'Ente in relazione ai soggetti presenti sul territorio;
- può essere utilizzata per profilare il servizio energia di un Comune o unione di Comuni;
- può essere utilizzata come strumento di analisi dell'attività di una struttura specifica (es: un ufficio, un servizio comunale), di uno strumento (es: un piano di settore o il Sistema di Gestione adottato da quel comune) o di un processo (e.g. la redazione del PAES);
- sottolinea l'importanza dei soggetti esterni, omologhi o complementari presenti fuori dai confini istituzionali e territoriali (rete come attore) e dell'attività di confronto e scambio con questi soggetti (rete come attività) che sono aspetti essenziali di ogni processo di innovazione.

In un "mondo perfetto" la Funzione Energia dovrebbe vedere definite attività in tutte le caselle della matrice: la griglia è quindi in primo luogo un potente strumento di diagnosi e programmazione. Ma il "mondo perfetto" non esiste e quindi serve una strumentazione che consenta di leggere il mondo reale ed incidere su di esso, per modificarlo con la consapevolezza dei limiti di quello che si può fare alle condizioni date oggi. Il rischio è infatti quello di innamorarsi di una idea, di una azione, dedicando ad essa il massimo del proprio tempo, energia e capacità, senza accorgersi che quell'idea è solo una parte del tutto, e non necessariamente la più efficace per produrre effetti sulla realtà.

Il valore aggiunto di questa impostazione è che il punto di partenza del processo di cambiamento (tale è la transizione energetica) non è dato a priori, anzi, l'azione può iniziare da una qualsiasi delle caselle della griglia. L'approccio non ordinario della griglia abilita chiunque la utilizzi a mappare la propria

attività nelle condizioni in cui si trova in quel momento: sia esso un responsabile tecnico, un funzionario amministrativo, un amministratore con delega specifica o il Sindaco che sovrintende tutte le politiche di quel territorio. Chiunque, ora e adesso, può utilizzare la griglia per mappare le proprie azioni senza attendere che venga definita una cardinalità precostituita. Si tratta di un aspetto essenziale: l'acquisizione di una consapevolezza diffusa sulla necessità della de-carbonizzazione dell'economia è esso stesso un processo di medio periodo. Se attendiamo che si diffonda tale consapevolezza prima di avviare qualsiasi iniziativa inibiamo, di fatto, la possibilità che si generi la necessaria consapevolezza. La griglia aiuta a mantenere un ordine, non temporale né gerarchico, alle azioni che via via si producono. In pratica: se tutti i sistemi di gestione preordinano la definizione di una Vision alle successive attività operative e di controllo (es: approccio classico tipo PDCA: Plan, Do, Check, Act), l'approccio della griglia scombina questa gerarchia. Un ordine precostituito di intervento, infatti, non è adatto (è inutile) alla modifica di un sistema complesso in cui non esiste nessun soggetto che ha il completo controllo di tutti i fenomeni che avvengono nel territorio. L'assenza di un controllo sovraordinato è dovuto alla autonomia che i soggetti di quel contesto hanno di definire relazioni tra essi, con la comunità e il territorio. Sono quindi le relazioni, ovvero il capitale sociale di quella comunità, a dovere essere modificate affinché si produca il cambiamento. Il riconoscere questo, ovvero la valenza delle relazioni, rende inutile (a volte anche dannoso) ogni tentativo di pre-ordinare la sequenza delle attività e delle azioni. In positivo il riconoscere l'assenza di una sequenzialità abilita all'azione ogni soggetto nel ruolo e nelle condizioni in cui è in quel momento. La griglia consente di mappare, concettualmente e sostanzialmente, cosa ognuno sta facendo e di leggerlo in funzione dell'apporto (qualitativo e quantitativo) che fornisce al processo di transizione nel suo complesso.

E' quindi possibile tenere in relazione tra loro, e quindi a sistema, azioni ed input provenienti da aree diverse della matrice, conservando una visione d'insieme del processo in corso e garantendo inoltre una intrinseca resilienza (capacità di adattamento al cambiamento) al processo medesimo.

In definitiva possiamo identificare 5 funzioni base che la griglia può assolvere:

1. **FUNZIONE DIAGNOSTICA** - Rispetto al campo di azione rappresentato dalla griglia permette di rilevare in quali aree l'ENTE è attivo e in quali no contribuendo a costruire una maggiore consapevolezza interna sull'efficacia delle azioni in corso.
2. **FUNZIONE DI OSSERVAZIONE** - Osservando quanto accade senza un intervento esplicito del Comune è possibile individuare azioni o processi già in corso anche se non collegati esplicitamente all'Ente, collocarli nella griglia e metterli a sistema con altre azioni in corso programmate o da programmare.
3. **FUNZIONE DI PIANIFICAZIONE** - Con un quadro del campo d'azione ottenuto attraverso DIAGNOSTICA e OSSERVAZIONE è possibile realizzare una pianificazione più efficiente ed essere consapevoli delle aree di forza e debolezza dei processi in corso.
4. **FUNZIONE DI MISURA** - La griglia fornisce un punto di partenza per realizzare misurazioni rispetto all'efficacia delle attività e dei processi in corso. In futuro potrebbe anche servire a ricavare indici parziali e un indice complessivo per la misurazione e comparazione delle attività, particolarmente utile per informare la FUNZIONE DIAGNOSTICA in modo ciclico.
5. **FUNZIONE DI LEVA CULTURALE** - Operare utilizzando questa griglia potrà aiutare lo sviluppo di una differente cultura dell'energia all'interno dell'Ente e nella comunità. Con questo approccio l'energia passa dall'essere argomento specialistico al ruolo di tema totalmente trasversale ad ogni altra attività dell'Ente.

9. CICLI di controllo

Per facilitare l'utilizzo della griglia nelle sue 5 funzioni base (Diagnosi, Osservazione, Pianificazione, Misura, Leva Culturale) sono stati introdotti 2 semplici cicli di controllo mirati a garantire una sempre maggiore efficacia all'impiego della griglia.

Ciclo di controllo 1: inclusione

- Chi c'è?
- Chi dovrebbe esserci?

- Chi manca?

L'ottenimento della massima inclusività possibile è garanzia da un lato di non dovere rincorrere a posteriori chi è rimasto escluso da un processo, dall'altro di arricchimento del processo di quella diversità (di idee, opinioni e approcci) essenziale all'efficacia operativa delle azioni.

Ciclo di controllo 2: l'uomo al centro

- Testa: disponiamo davvero (e abbiamo trasmesso) le informazioni che servono? Siamo stati in ascolto?
- Cuore: abbiamo dato il giusto peso agli aspetti psicologici, relazionali, sociali? Siamo stati in ascolto?
- Mani: abbiamo davvero un obiettivo operativo (in grado di produrre cambiamenti nella realtà)? Saremo in grado di raccogliere i feedback?

L'applicazione del secondo ciclo di controllo ha come scopo principale quello di de-ideologizzare le azioni, evitando di far partire i processi da posizioni pre-concette non supportate da informazioni condivise. Il ciclo consente inoltre di tenere conto dei livelli di maturazione della consapevolezza dei soggetti coinvolti, lasciando ad ognuno il tempo di metabolizzare le ipotesi di azione sia a livello individuale che nell'organizzazione di cui fanno parte.

La disposizione di tali cicli di controllo come elemento integrato e strutturante la griglia ne facilita l'utilizzo operativo sia in fase di lettura dei fenomeni sia in fase attuativa, migliorando la capacità degli enti di incidere in modo sostanziale sul capitale sociale del territorio amministrato.

Figura 3 - La Griglia di progettazione completa. Nelle colonne, ordinati per prossimità relazione, gli attori. Nelle righe le tipologie di azione. Nella cornice i cicli di controllo.

Mappa di progettazione di:		← CHI C'E'? - CHI MANCA? - CHI CI DOVREBBE ESSERE? →						
- Funzione Energia - Intervento di sistema (es: edifici residenziali) - Singola azione (es: condomini)		ENTE: Livello politico	ENTE: Struttura organizzativa	STRUTTURE: Società controllate o partecipate, distretto, ambiti, consorzi	FORNITORI di Servizi Pubblici Locali e servizi collettivi	ORGANIZZAZIONI economiche, sociali e culturali	COLLETTIVITA': Imprese e famiglie	RETE Soggetti omologhi o complementari al di fuori dei confini istituzionali e territoriali dell'ente
 TESTA  CUORE  MANI	VISION: dove vogliamo andare?							
	ORGANIZZAZIONE: persone, ruoli, procedure							
	PIANIFICAZIONE: piani di settore, integrazione con altre politiche, risorse economiche							
	ASPETTI SETTORIALI: energetici							
	RELAZIONI: tra soggetti del territorio, aspetti umani e sociali							
	CULTURAL CHANGE: comunicazione, formazione, empowerment							
	RETE: attività di individuazione dei soggetti complementari e omologhi, informazione, confronto							

10. Lesson learnt

Il fatto di avere individuato e riconosciuto l'unicità del ruolo del Comune nei confronti del territorio e della comunità, e quindi di relativizzare il ruolo degli schemi esistenti (ISO, carbon footprint....) disegnati per organizzazioni che non svolgono un tale ruolo, ci ha consentito di conferire alla funzione energia una dignità pari a quella di altre funzioni ordinarie già in capo agli enti locali considerando le relazioni con esse. Non quindi una funzione residuale e opzionale, ma una funzione che integra e innova l'esercizio delle funzioni tradizionali.

Questo passaggio permette di affermare che l'energia non è una “nuova cosa” da fare per i Comuni che si aggiunge ai mille adempimenti, ma è fare le stesse cose di prima in un altro modo. In altri termini: la politica energetica non è una politica di settore, ma una politica trasversale. La funzione energia quindi non fa altro che concorrere a modificare, adattandole al nuovo contesto della transizione energetica, le politiche ordinarie. Per dare una rappresentazione esemplificativa alla trasversalità delle politiche energetiche, e quindi all'ampiezza del dominio della funzione energia, abbiamo prodotto una mappa di navigazione delle politiche ordinarie alla luce delle politiche energetiche. Nulla di più di alcuni esempi generali, ma utili per dare sostanza al concetto di trasversalità e di capacità di incidere positivamente in tutti i settori e le politiche tradizionali.²⁶

Se così è, ovvero che “l'energia non è altro che la continuazione della politica con altri mezzi”, abbiamo anche risolto il dilemma che affliggeva molti amministratori sulla coerenza (o incoerenza) delle politiche locali con interventi normativi e legislativi di altre articolazioni dello stato che per ordinamento istituzionale sovrintendono le politiche e strategie energetiche nazionali. Specie ora, che è in approvazione la riforma costituzionale che sottrae l'energia come potestà legislativa concorrente alle regioni, il configurare la funzione energia come esercizio, pur modificato, delle politiche ordinarie consente agli Enti Locali di trovare un collocazione autonoma, operando quindi nei confini di quanto previsto dal nostro ordinamento ed eliminando ogni alibi dovuto agli effetti locali generati dalla complessità (e a volte contraddittorietà) di provvedimenti sovraordinati in materia di politiche energetiche nazionali. Politiche nazionali che, a differenza di altri paesi europei ma in buona compagnia di altrettanti altri, non hanno ancora individuato un percorso definito e di lungo periodo verso la de-carbonizzazione. (L'individuazione di tale percorso a livello nazionale è esso stesso un processo di cambiamento che comporta una fase di transizione, che è quella nella quale siamo, in cui convivono le molte e diverse anime del nostro sistema nazionale)²⁷.

Questa opzione di sovranità che il livello locale può autonomamente esercitare alle condizioni di oggi, a conferma dell'impostazione di molti indirizzi europei che definiscono la necessità di un governo multilivello di molte politiche strategiche, ci consente di affermare che, quando ci saranno le condizioni per definire a livello nazionale (e regionale) processi di transizione energetica volti a sostenere convintamente la transizione verso un'economia nazionale a basso contenuto di carbonio, è necessario che il livello nazionale (e regionale) riconosca, sotto il profilo strategico, il ruolo sussidiario e concorrente delle politiche locali come politiche attive di de-carbonizzazione. Non quindi un ruolo amministrativo o attuativo delle politiche sovraordinate, ma un ruolo attivo, di pari dignità rispetto alle politiche regionali o nazionali, che abiliti i territori e le comunità locali alla transizione energetica. Il riconoscimento di una tale “multilevel governance” modificherebbe sostanzialmente la velocità e la profondità di realizzazione della de-carbonizzazione del paese.

Ad oggi, settembre 2014, è disponibile già una prima traccia di un tale riconoscimento strategico alle politiche locali. Lo si trova nel testo, da poco approvato in commissione ambiente, del collegato ambientale alla legge di stabilità 2014 che prevede la definizione di “Oil Free Zone” sulla base di una decisione dell'ente locale. Riportiamo un estratto del testo: “si intende per « Oil Free Zone » un'area territoriale nella quale, entro un determinato arco temporale e sulla base di specifico atto di indirizzo adottato dai Comuni del territorio di riferimento, si prevede la progressiva sostituzione del petrolio e dei suoi derivati con energie da fonti rinnovabili”. Il testo, ad oggi non ancora approvato dal parlamento, ma frutto di un ampio dibattito in sede di commissione, testimonia che stanno maturando i tempi per il riconoscimento di una sorta di “sovranità energetica locale” che mancava nel nostro ordinamento e che nulla toglie alla potestà legislativa e regolamentare in capo allo stato e alle sue articolazioni nazionali.

E' inoltre necessario segnalare che il punto a cui siamo arrivati oggi è solo una prima tappa di un più ampio percorso che prevede il dispiegamento operativo sul territorio della strumentazione prodotta. Alla data di oggi il confronto con funzionari, tecnici e amministratori ha coinvolto circa un centinaio di persone (tra sessioni di lavoro in aula e incontri più ristretti), in rappresentanza di oltre una ottantina di enti locali. Questa prima fase di confronto ci ha insegnato che, fatto lo sforzo di concettualizzazione, ora serve esercizio ed allenamento operativo per affinare gli strumenti ed abituarci ad utilizzarli in modo naturale. Il lavoro proseguirà pertanto con una attività pratica di

²⁶ La mappa navigabile è accessibile: <http://goo.gl/dlY6ln>

²⁷ Si cita al riguardo la recente esperienza francese che, dopo una lunga, difficile e tormentata consultazione pubblica sulla transizione energetica sta adottando, tra mille difficoltà, i primi provvedimenti normativi tra cui la legge nazionale sulla transizione energetica.

confronto con situazioni operative in essere presso gli enti locali utilizzando la griglia di progettazione per definire, in gruppi di lavoro, le azioni possibili. In questa fase è inoltre necessario condividere tale strumentazione con il maggior numero di soggetti possibile per garantire una adeguata “densità di consapevolezza” tra tutti gli attori che probabilmente produrrà arricchimenti e aggiustamenti ma che è necessaria per garantire una condivisa e riconosciuta dignità istituzionale.

In conclusione le tre indicazioni più rilevanti per le politiche locali.

La prima: se l’energia, come altre politiche innovative, deve indurre una trasformazione nel tessuto socio-economico locale, tale trasformazione si raggiunge grazie ad un processo di transizione che traghetta dal punto in cui siamo oggi ad un altro che, pur non ancora definito, ha chiari i suoi confini di sostenibilità. Il processo di transizione è quindi un elemento essenziale a cui agganciare i futuri meccanismi di finanziamento (Europeo, nazionale e regionale). Finanziamenti che devono quindi prevedere un convinto sostegno a processi di trasformazione complessa: non solo tecnologia, non solo regolazione e norme, non solo interventi fisici, ma anche aspetti sociali e relazionali. E non stiamo parlando genericamente di “partecipazione”, tipicamente legata al concorso collettivo a processi decisionali, ma in modo ben più ampio e sistemico di “empowerment” di istituzioni, cittadini e sistema imprenditoriale. In molti paesi dell’Europa del nord, e del mondo anglosassone in particolare, tale compito di sostegno ai processi di trasformazione sociale è tipicamente preso in carico da fondazioni filantropiche²⁸ o altre strutture non governative che ricevono fondi per il sostegno all’innovazione alla transizione verso nuovi sistemi. Nel nostro sistema, ove tali strutture non esistono o hanno un ruolo diverso, abbiamo un gap che potrebbe essere in parte colmato dall’orientamento di fondi pubblici a sostegno di processi di cambiamento locali. E non sono certo i soli progetti europei a gestione diretta (che hanno un orizzonte temporale brevissimo), con l’episodicità intrinseca che li contraddistingue, a potere colmare sistematicamente questo gap.

La seconda è rivolta alle istituzioni deputate alla formazione e alla cultura: per sostenere processi di trasformazione della nostra società servono nuove professionalità e competenze. L’exasperata specializzazione di molte branche del nostro sistema di formazione non aiuta: serve multidisciplinarietà, capacità di comprendere ed operare sul funzionamento delle relazioni sociali, nuove conoscenze sui meccanismi di trasformazione dei sistemi complessi. Un ri-orientamento deciso dei programmi di formazione verso la creazione di tali professionalità è forse la cosa più urgente. Oggi sono solo alcuni singoli individui che autonomamente si costruiscono un tale percorso formativo. Con effetti di mancata riconoscibilità del percorso formativo e casualità nel loro impiego produttivo in processi significativi. Se vogliamo assegnare un nome a tali nuove professionalità potremmo usare quello di “facilitatori”, coscienti che oggi con facilitazione si possono intendere cose molto diverse l’una dall’altra: questo accade proprio perché manca una scienza della facilitazione che ne definisca autorevolmente il dominio e assegni alle tante tecniche già oggi disponibili e variamente utilizzate in molti contesti un ruolo adeguato alla situazione e allo stadio di maturazione del processo.

La terza è che il riconoscimento della trasformazione del nostro sistema, di cui la transizione energetica è parte essenziale, come processo (da sostenere) e come mestiere (da definire e imparare), comporta la necessità di configurare un luogo, un gruppo, un sistema... qualcosa in grado di seguire il processo, misurarne l’efficacia, comprenderne lo stato di maturazione, decidere su come (e se) proseguire. Forse questa è una sfida oggi non affrontabile. Ci mancano molti strumenti perché questa “cabina di regia”, come la chiameremmo oggi, possa funzionare come serve. Quale organizzazione dare? Quali meccanismi decisionali? Quali forme di partecipazione? Forse una parziale risposta la troveremo solo osservando e sostenendo le esperienze dei Comuni che riusciranno a interpretare, nei confronti del territorio e della propria comunità, il ruolo di facilitatori della transizione energetica locale. Ancora una volta territorio e comunità locale potranno fornire, mentre una trasformazione globale produce effetti che stanno velocemente andando fuori controllo, le chiavi per riprendere le fila di un nuovo discorso.

11. Autori e ringraziamenti

Una premessa: il lavoro fin qui descritto è un’opera collettiva basata sull’interdisciplinarietà del gruppo di lavoro.

²⁸ Citiamo a titolo di esempio le iniziative della Rockefeller Foundation rivolte alle città: <http://www.rockefellerfoundation.org/>

L'attività è stata resa possibile grazie al sostegno economico e alla collaborazione attiva che la Regione Emilia-Romagna, servizio Energia ed Economia Verde, ha dato e sta continuando a dare all'azione di sistema di ANCI Emilia-Romagna sulle 340 amministrazioni comunali del territorio regionale.

Un fondamentale contributo di risorse umane, di competenze e di idee sono stati inoltre forniti dal CURSA (Consorzio Universitario per la Ricerca Socioeconomica e per l'Ambiente)²⁹ che ha orientato le proprie attività territoriali, previste da un accordo di programma con il Ministero dell'Ambiente, facendole collimare con le azioni in corso di ANCI Emilia-Romagna.

Ultimo, ma non certo per importanza, è stato il ruolo di Transition Italia³⁰ che ha arricchito il lavoro di sostanziali contributi sul piano concettuale ed operativo grazie alla pluriennale esperienza, maturata a livello locale ed internazionale, nel campo dell'innovazione sociale delle comunità locali. Esperienza riconosciuta anche dal Comitato Economico e Sociale Europeo fin dal 2012 con il Premio di eccellenza delle iniziative sociali³¹.

A loro insaputa hanno inoltre contribuito molte persone che, su questo territorio o in altre parti del mondo, nel loro ruolo istituzionale o con contributi personali, hanno arricchito il percorso di maturazione di ognuno dei componenti il gruppo di lavoro con stimoli e contributi fondamentali.

Il gruppo di lavoro, tutt'ora operativo ed attivo, è composto da:

Alessandro Rossi – Dir. Politiche Energetiche, innovazione, sostenibilità – ANCI Emilia-Romagna

Alessandra Cavalletti – Resp. Area Energia e cambiamento climatico – CURSA

Cristiano Bottone – Presidente – Transition Italia

Giovanna Pinca – Comunicazione ed empowerment istituzionale – ANCI Emilia Romagna

Michele Bartolomei – Area Energia e cambiamento climatico – CURSA

Si ringraziano:

- il Servizio Energia ed Economia Verde della Regione Emilia-Romagna: in particolare Morena Diazzi (Direttore Generale Attività Produttive, Commercio e Turismo), Anna Zappoli, Domenico Pilolli, Davide Scapinelli.
- il Direttore Amministrativo del CURSA Stefano Banini che, con entusiasmo e continuità, reso possibile una sostanziale e fattiva collaborazione istituzionale.
- Tutti gli oltre 100 tra funzionari, amministratori e tecnici degli enti locali della Regione Emilia-Romagna che hanno partecipato attivamente ai momenti di confronto e studio: senza il loro contributo e il loro impegno quotidiano nulla di quanto fatto avrebbe un senso.
- ARPA Emilia-Romagna che, pur in una situazione di grande complessità istituzionale, mantiene, con le unghie e coi denti, alta la concentrazione sul ruolo strategico dei Comuni nella transizione energetica: Paolo Cagnoli e Michele Sansoni per tutti, sotto la guida del Direttore Generale Stefano Tibaldi.

Bibliografia

Ambrosanio M.F. *et al.*, 2003. *Enti Locali e sviluppo sostenibile*. <http://goo.gl/0CK7nf>

Bergman N., Markusson N., Connor P., Middlemiss L., Ricci M., 2010. *Bottom-up, social innovation for addressing climate change*. <http://goo.gl/ZuUcv2>

DiClemente C.C., 2006. *Addiction and Change: How Addictions Develop and Addicted People Recover*. ISBN-13: 978-1593853440

Dryzek J.S. *et al.*, 2013. *Climate-Challenged Society*. ISBN: 0199660107

²⁹ <http://www.cursa.it/>

³⁰ <http://transitionitalia.wordpress.com/>

³¹ <http://www.eesc.europa.eu/?i=portal.en.events-and-activities-civil-society-prize-2012>

-
- Grammenos M., 2014. *L'arca di Noé. Per salvarci tutti insieme*. ISBN 9788861904507
- Holmgren D., 2002. *Permaculture: Principles and Pathways beyond Sustainability*. ISBN-13: 978-0646418445
- Hopkins R., 2008. *The Transition Handbook: From Oil Dependency to Local Resilience*. ISBN: 9781900322188
- Mulgan G., 2006. *The process of social innovation. Innovations: Technology, Governance, Globalization Vol.1*. E-ISSN 1558-2485
- Olivetti A., 2013. *Il Cammino delle Comunità – Edizioni di Comunità*. ISBN: 978-88-98220-03-8
- Robinson L., 2012. *Changeology: How to enable groups, communities and societies to do things they've never done before*. ISBN: 9780857840615
- Sacco P.L., Zamagni S., 2006. *Teoria economica e relazioni interpersonali*. ISBN 978-88-15-11432-7
- Taplin D.H. et al., 2012. *Facilitator's Source Book*. <http://goo.gl/JPlqBo>
- Unioncamere, 2014. *Rapporto: Coesione è Competizione - Le nuove geografie della produzione del valore in Italia*. <http://goo.gl/rCEqT7>
- World Economic Forum, 2014. *REPORT: Charting the Course: How Mainstream Investors can Design Visionary and Pragmatic Impact Investing Strategies*. <http://goo.gl/hrOhkP>
- Zamagni S., 2002. *Complessità relazionale e comportamento economico. Materiali per un nuovo paradigma di razionalità*. ISBN 9788815089984
- Zamagni S., Bruni L., 2009. *Dizionario di economia civile*
- Zolli A., 2013. *Resilience: Why Things Bounce Back*. ISBN-13: 978-1451683813

IL PROCESSO DI DATA SHARING PER IL SETTORE ELETTRICO NEL CONTESTO DELL'INIZIATIVA "PATTO DEI SINDACI": LA BEST PRACTICE DEFINITA DAL PROGETTO EUROPEO MESHARTILITY

Emanuele Cosenza¹, Marco Devetta¹, Filippo Gasparin²

¹SOGESCA Srl, ²Enel Distribuzione S.p.A

Abstract

Gli Enti Locali sono responsabili della pianificazione della transizione, a livello di comunità locale, verso lo sviluppo sostenibile, il risparmio e l'efficienza energetica, così come verso l'utilizzo di energie rinnovabili. Per la definizione corretta degli inventari di base delle emissioni di gas serra (IBE) e di Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) è necessario conoscere in dettaglio dove e in quale quantità l'energia viene consumata, al fine di individuare ed affrontare le aree ed i settori più problematici. Per questo motivo i Comuni necessitano di dati di consumo in un format che sia appropriato – aggregati per settore di utilizzo dell'energia e, al contempo, disaggregati per comprendere anche il comportamento energetico dei gruppi di utenti. MESHARTILITY è il primo progetto finanziato dal Programma Intelligent Energy Europe della Commissione Europea che affronta le problematiche, riguardanti la raccolta e condivisione di dati di consumo energetico, affrontate dagli Enti Locali nella compilazione degli inventari dei gas serra e dei PAES con l'obiettivo di migliorare i processi di scambio di dati di consumo fra Enti Locali e utilities che si occupano della distribuzione dell'energia.

Parole chiave

Comuni, utilities, distributori, DSO, energia, emissioni, IBE, LAKS, IEE, CO₂, GHG, SEAP, PAES, UE, data sharing, IEE, Inventari delle Emissioni, Patto dei Sindaci, Enel Distribuzione

1. Introduzione

Il Progetto **MESHARTILITY** (*Measure and share data with utilities for the Covenant of Mayors* – Misurazione e condivisione dei dati con le utilities per il Patto dei Sindaci – www.meshartility.eu) è condotto da 17 partner fra utilities, studi di consulenza tecnica ed Autorità Locali distribuiti in 12 Paesi membri dell'Unione Europea (Bulgaria, Croazia, Cipro, Estonia, Germania, Italia, Lettonia, Malta, Polonia, Romania, Slovenia e Spagna). Il Progetto, che vede come partner italiani SOGESCA Srl (supervisore tecnico), l'Associazione dei Borghi Autentici d'Italia ed Enel Distribuzione S.p.A., mira allo sviluppo di soluzioni e strumenti che facilitino lo scambio di dati energetici tra imprese distributrici di energia e autorità locali impegnate nella valutazione locale dei gas a effetto serra (GHG) e la pianificazione di azioni per affrontare tale problematica attraverso il risparmio energetico, l'efficienza energetica e l'utilizzo di energie rinnovabili. Queste soluzioni e strumenti aiuteranno le città che sono firmatarie dell'iniziativa "Patto dei Sindaci"³² a sviluppare i loro Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES). Al fine di sviluppare un PAES di successo o sviluppare un simile programma locale connesso all'uso e al consumo dell'energia, è necessario disporre di dati dettagliati sulla produzione e sul consumo di energia nel territorio comunale. In questo modo è possibile identificare quali settori causano i maggiori problemi in termini di gas serra rilasciati e determinare in quali settori la transizione verso un'energia sostenibile può essere implementata. Questo approccio consente di pianificare le azioni e le misure più efficaci nelle pratiche del governo locale e dell'intera comunità. La possibilità di accedere a dati energetici affidabili consente, inoltre, ai Comuni coinvolti di monitorare l'efficacia delle strategie previste all'interno dei Piani d'Azione a mano a mano che vengono attuati. Questi dati sono generalmente gestiti dai distributori di energia e dai fornitori (che acquistano l'energia dai distributori ed effettuano il servizio di fornitura ai clienti finali). Molto spesso, però, non è semplice ottenere questo tipo di informazioni dai distributori o dai venditori a causa

³² Il Patto dei Sindaci è un'iniziativa a cui i Comuni possono aderire in maniera volontaria. Con la sottoscrizione del Patto, un Comune si impegna a contribuire agli obiettivi che l'Unione Europea si è data al 2020 per raggiungere l'abbattimento del 20% delle emissioni di CO₂ generate in atmosfera dall'uso e dal consumo di energia fossile tramite strategie volte al miglioramento dell'efficienza energetica ed all'aumento dell'utilizzo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia

dell'assenza di una normativa nazionale e/o europea che imponga a questi soggetti di fornire queste informazioni agli Enti Locali con un certo grado di dettaglio. Un altro problema, non meno rilevante, è rappresentato dalla protezione dei dati dei consumatori che potrebbe attivare problematiche relative alla normativa sulla privacy del consumatore stesso. Il Progetto MESHARTILITY ha affrontato questa sfida sui processi di scambio dei dati fra Amministrazioni Locali e utilities e ha cercato di superare alcune delle problematiche descritte. L'obiettivo finale è stato quello di cristallizzare una procedura standardizzata che possa aiutare i Comuni, impegnati nello sviluppo dei propri Piani d'Azione, ad ottenere i dati di consumo di energia a livello locale.

2. Analisi dei dati

Il primo problema da affrontare per un Ente Locale che intraprende il proprio percorso di adesione all'iniziativa Europea denominata *"Patto dei Sindaci"* (www.covenantofmayors.eu) passa necessariamente attraverso il reperimento dei dati di consumo energetico su base comunale.

Se, da un lato, i consumi direttamente imputabili ad una Pubblica Amministrazione comunale (edifici pubblici, illuminazione pubblica e consumi del parco veicoli) rappresentano informazioni che una P.A. dovrebbe essere capace di reperire e monitorare autonomamente, nel caso di consumi energetici in ambito privato il reperimento dei dati di consumo ai fini della redazione dell'Inventario di Base delle Emissioni (IBE) potrebbe risultare alquanto complicato.

I problemi da affrontare possono essere diversi:

- "proprietà" dei dati;
- modalità di accesso ai dati;
- qualità dei dati;
- aggiornamento regolare dei dati;
- definizione di un approccio alla raccolta dei dati di tipo top-down o bottom-up.

Il Progetto MESHARTILITY ha affrontato le problematiche descritte partendo innanzitutto da un'analisi del quadro europeo e nazionale che regola ed influenza la raccolta dei dati di consumo dell'energia e la condivisione di questi ultimi fra distributori ed Enti Locali, proponendo soluzioni e strumenti atti a superare le barriere esistenti in materia, soprattutto per quanto riguarda i processi di scambio dati per il settore elettrico.

Come analizzato all'interno del documento *"Analysis of EU and National Legal Frameworks"* prodotto dai partner di progetto, il D.Lgs. n. 93 del giugno 2011, che recepisce le Direttive 2009/72/CE, 2009/73/CE e 2008/02/CE, all'art. 35, lettera b) stabilisce che le società di distribuzione sono tenute a mettere a disposizione delle società di vendita i dati sul consumo di energia, garantendo la qualità e la tempestività delle informazioni finali. Inoltre, l'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas (AEEG) ha approvato la procedura con cui si definiscono gli importi monetari derivanti da rettifica sui dati di misura. Questa stessa procedura obbliga i distributori ad informare tempestivamente Terna Spa sulla quantità di risorse energetiche distribuite in rete quotidianamente. E' utile chiarire, però, che in riferimento al trasferimento di dati di energia tra utilities e Comuni ad oggi in Italia non c'è alcun diritto primario o secondario che obblighi le utilities a fornire dati energetici ai Comuni in qualsiasi forma.

Secondo la normativa nazionale attualmente in vigore in Italia, i distributori sono tenuti a fornire i dati di consumo dell'energia, in maniera tempestiva ed in forma aggregata, solo ai seguenti soggetti:

- fornitori di energia (obbligatoriamente);
- Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas;
- Sistema di Trasmissione Nazionale;
- Gestore dei Servizi Energetici;

- altri (Enti Pubblici non sono inclusi);
- Ministeri (solo su esplicita richiesta).

Utilizzando un approccio top-down per la redazione degli Inventari di Base delle Emissioni, un Ente Locale avrebbe a disposizione informazioni sui consumi energetici che soddisfano parzialmente le proprie necessità. I dati sui consumi elettrici pubblicati da Terna Spa (http://www.terna.it/default/Home/SISTEMA_ELETTRICO/statistiche/consumi_settore_merceologic_o.aspx), pur coprendo una vasta gamma di settori merceologici in cui l'energia elettrica viene consumata per un vasto range di anni, si fermano a livello provinciale, non offrendo informazioni sui consumi locali di energia a livello comunale utili alla compilazione di un inventario delle emissioni su base comunale. Per quanto concerne la disponibilità dei dati sui consumi di gas da riscaldamento, la situazione nazionale sulla disponibilità di queste informazioni è ancor meno chiara e definita. I report fin ora pubblicati offrono un grado di disaggregazione settoriale non sufficiente alla compilazione di un inventario, nonché di un livello territoriale di consumo che si ferma a quello regionale ed in alcuni casi provinciale.

Volendo utilizzare un approccio bottom-up per la raccolta dei dati di consumo relativi ad un determinato territorio comunale, siano essi consumi elettrici o termici (in ambito residenziale, commerciale, industriale, agricolo), risulta essere necessario un coinvolgimento delle utilities che si occupano della distribuzione dell'energia elettrica e termica all'interno del territorio stesso.

Generalmente, questo tipo di coinvolgimento viene effettuato inviando una domanda, scritta e protocollata da parte della P.A., al distributore di energia elettrica e/o termica, nella quale viene esplicitata la richiesta sulla tipologia del dato, sui settori merceologici ed il range di anni per i quali si richiede l'informazione; viene anche esplicitata la motivazione che porta la P.A. a richiedere i dati ovvero l'adesione al Patto dei Sindaci. Questa modalità di richiesta dati, del tutto informale dal punto di vista procedurale e normativo, può ricevere un accoglimento da parte del distributore interessato, oppure un rigetto. Ciò è dovuto all'assenza di una normativa che disciplini la materia e, come detto, che obblighi il distributore a fornire questo tipo di informazione. Tuttavia, l'esperienza di SOGESCA Srl (durante il supporto tecnico a decine di Comuni in diverse parti d'Italia) ci dice che, utilizzando questo tipo di approccio, i distributori hanno risposto positivamente in circa il 95% dei casi. Ciò che è risultato significativamente variabile è stato il tempo necessario all'ottenimento delle informazioni.

Se si considerano le richieste da parte dei Comuni al distributore di elettricità, che quasi sempre è rappresentato da Enel Distribuzione, la percentuale di riscontro positivo è risultata essere vicina al 100%, con un dettaglio delle informazioni di alta qualità e con una disaggregazione dei dati così come riportati nella tabella sottostante:

Tabella 1 - Disaggregazione dei dati forniti da Enel Distribuzione Spa in linea con il template Ufficiale del PAES

STRUTTURA DEI DATI AGGREGATI DEI CONSUMI ELETTRICI FORNITA DA ENEL DISTRIBUZIONE AI FINI DEL PAES					
Anno	Regione	Provincia	Comune	Categoria	Consumi Elettrici (kWh)
				Edifici, attrezzature/impianti comunali	...
				Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)	...
				Edifici residenziali	...
				Illuminazione pubblica comunale	...
				Agricoltura	...
				Industrie	...
Totale Anno ...					...

Grazie alla presenza di oltre 32 milioni di contatori elettrici (Smart meters) installati da Enel Distribuzione in Italia, viene garantita una facile lettura da remoto dei flussi dati relativi ai consumi elettrici apportando numerosi benefici sia agli utilizzatori finali (es. facilitando la scelta tra le offerte

commerciali disponibili senza dover sostituire il contatore), nonché ambientali (30mila tonnellate di emissioni di CO₂ evitate ogni anno grazie all'efficienza della gestione da remoto). Per quanto concerne il settore gas, invece, la situazione non è altrettanto chiara e definita. Innanzitutto, l'assenza dei contatori elettronici per la contabilizzazione dei consumi di gas (sul nostro territorio sono installati ancora i vecchi contatori a membrana), unita alla differente tipologia dei contratti di fornitura, non permette una disaggregazione dei dati di consumo che risulti simile a quella fornita da Enel Distribuzione.

Anche in questo caso l'esperienza di SOGESCA Srl nel supporto tecnico ai comuni ha portato a comprendere un'esigenza delle utilities del gas che costituiva una barriera all'ottenimento dei dati. Infatti, quando un comune contatta le utilities di riferimento (a volte più di una nello stesso territorio) è non solo necessario che specifichi il range di anni per i quali richiede i dati, ma anche utile ed importante che aggiunga il dettaglio riguardante le categorie d'uso e di consumo del gas, richiedendo che questo sia analogo a come viene comunicato annualmente dai distributori all'AEEG.

Utilizzando questo metodo, la risposta da parte delle utilities viene facilitata in quanto dispongono già di questa disaggregazione dei dati. Alla fine del processo il comune otterrà i dati di consumo disaggregati come nella tabella sottostante:

Tabella 2 - Modalità di richiesta e di trasmissione dei dati di consumo di gas metano

NOME DISTRIBUTORE: _____	ANNO 2008	ANNO 2009	ANNO 2010	ANNO 2011
Categoria d'uso	Prelievi in m ³	Prelievi in m ³	Prelievi in m ³	Prelievi in m ³
Uso cottura cibi				
Produzione di acqua calda sanitaria				
Uso cottura cibi + produzione di acqua calda sanitaria				
Uso tecnologico (artigianale-industriale)				
Uso condizionamento				
Riscaldamento individuale/centralizzato				
Riscaldamento individuale + uso cottura cibi + produzione di acqua calda sanitaria				
Riscaldamento individuale + uso cottura cibi				
Riscaldamento individuale + produzione di acqua calda sanitaria				
Riscaldamento centralizzato + uso cottura cibi + produzione di acqua calda sanitaria				
Riscaldamento centralizzato + produzione di acqua calda sanitaria				
Uso tecnologico + riscaldamento				
Uso condizionamento + riscaldamento				
Totale Comune di _____				

Successivamente alla ricezione dei dati in questo formato, è necessario assegnare alle categorie d'uso una specifica macro area di consumo (residenziale, commerciale, industriale). Per effettuare questa operazione, è necessario consultare le modalità di assegnazione delle categorie di consumo presenti sul sito dell'AEEG.

In base all'esperienza diretta di SOGESCA Srl, nell'utilizzo di questa modalità di raccolta dati, le informazioni fornite dalle utilities non sempre risultano essere in media con i dati nazionali sul consumo di gas pro-capite, soprattutto in ambito residenziale.

In alcuni casi questa discrepanza è dovuta all'inesattezza del dato di partenza fornito dalle utilities. In altri casi, invece, prendere in considerazione la media nazionale di consumo pro-capite di gas metano nel settore residenziale potrebbe essere fuorviante a causa delle significative differenze di consumo nelle diverse fasce climatiche del territorio nazionale. E' sempre utile, in questo senso, confrontare i dati forniti dalle utilities con quelli presentati nei vari rapporti sul consumo di gas a livello regionale e nazionale.

Pur dovendo sempre nutrire qualche dubbio sulla qualità dei dati di partenza, restiamo dell'idea che questa metodologia bottom-up offra la possibilità di ottenere informazioni di buon livello.

Come descritto, la possibilità di accedere a dati energetici affidabili che descrivano la situazione reale dei consumi all'interno di una determinata comunità locale risulta essere alquanto problematica e rispondente a procedure informali e non codificate.

Le Amministrazioni Locali, per costruire i propri inventari delle emissioni e per misurare l'efficacia delle azioni previste nei loro PAES, hanno bisogno di dati di consumo aggregati, meglio se suddivisi per settore merceologico. Pertanto, è necessario sviluppare soluzioni e strumenti che facilitino la condivisione dei dati energetici fra distributori ed Enti Locali, in modo tale da creare una situazione soddisfacente (win-win) per entrambe le parti.

Le sfide descritte sono state affrontate dal Progetto MESHARTILITY attraverso le seguenti modalità:

- esplorando i modi per migliorare la cooperazione tra comuni, le loro strutture di supporto (Coordinatori e Sostenitori del Patto dei Sindaci) e le utilities per una pianificazione energetica più efficace;
- creando e attuando un sistema di cooperazione tra Amministrazioni Locali e utilities;
- sviluppando, implementando e monitorando i PAES sulla base di dati affidabili e reali in 72 comuni selezionati in 12 Stati Membri dell'UE;
- rendendo i risultati raggiunti dal progetto disponibili.

Per quanto riguarda la parte italiana del consorzio, formata da SOGESCA Srl (società di consulenza ambientale ed energetica che opera sin dal 1986), dall'Associazione dei Borghi Autentici d'Italia (che raccoglie una rete di 152 comuni italiani) ed Enel Distribuzione S.p.A. (uno dei più importanti Distribution System Operator nel panorama europeo per innovazione tecnologica), il progetto MESHARTILITY ha permesso a 16 Comuni italiani di elaborare i propri inventari delle emissioni basandosi, in larga parte, su dati reali di consumo utilizzando i seguenti strumenti:

- Partnership con Enel Distribuzione S.p.A per la fornitura dei dati di consumo elettrico suddivisi per destinazione d'uso (residenziale, commerciale, agricolo ed industriale) e per livello di tensione (alta, media e bassa) per ogni Comune coinvolto;
- Analisi della bollettazione energetica degli immobili comunali e degli impianti di pubblica illuminazione, dei depuratori, stazioni di pompaggio, etc.)
- Formulazione di richieste standard ai distributori di gas metano da riscaldamento individuati singolarmente tramite il portale dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas con dati suddivisi per tipologia di utilizzo del gas metano;
- Formulazione di richieste standard alle Agenzie delle Dogane competenti per territorio per la richiesta sui dati di vendita di carburante per trazione per ciascun territorio comunale;
- Formulazione delle richieste ai venditori di GPL (ove il Comune non fosse provvisto della rete di distribuzione di metano) per l'analisi dei consumi di combustibile da riscaldamento;
- Somministrazione di questionari alla popolazione (in alcuni Comuni) per la raccolta di informazioni riguardanti i consumi di legna da ardere, tipologia degli impianti di riscaldamento presenti in ambito residenziale, chilometraggio dei veicoli.

Attraverso la modulistica predisposta e la metodologia adottata dal Consorzio italiano di Progetto, i Comuni coinvolti hanno ottenuto i dati utili all'elaborazione degli inventari delle emissioni da utilizzare come punto di partenza per la definizione delle azioni da intraprendere nei propri Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile. I PAES sviluppati nel progetto, approvati tutti entro la fine del 2014, sono il frutto di un percorso partecipato ed inclusivo che ha visto coinvolti i cittadini e i portatori di interesse pubblici e privati.

Tabella 3 - I Comuni italiani coinvolti nel Progetto MESHARTILITY ed assistiti dal Consorzio italiano di Progetto

COMUNI	Abitanti 2001	Abitanti 2011
Saluzzo (CN)	16.647	16.940
Levice (CN)	270	246
Berceto (PR)	2.434	2.144
Predappio (FC)	6.149	6.519
Bidonì (OR)	159	147
Santu Lissurgiu (OR)	2.664	2.440
Sorradile (OR)	747	659
Laconi (OR)	2.302	2.008
Galtelli (NU)	2.344	2.472
Godiasco Salice Terme (PV)	2.806	3.130
Montesegale (PV)	319	307
Casalbuono (SA)	1.303	1.211
Melpignano (LE)	2.209	2.209
Satriano di Lucania (PZ)	2.353	2.406
Marsciano (PG)	16.336	18.701
Pietralunga (PG)	2.342	2.182

Fonte: Progetto MESHARTILITY, 2014

Oltre allo sviluppo di Piani d'Azione che partissero dalla raccolta di dati reali di consumo e ad un'accurata analisi dei quadri normativi nazionali e di quello europeo sui processi di condivisione dei dati, il Progetto MESHARTILITY ha previsto due Tavole Rotonde Europee e due Tavole Rotonde Nazionali alle quali prendono parte soggetti interessati a vario titolo.

Il Primo Tavolo Europeo del Progetto MESHARTILITY, svoltosi il 23 Maggio 2013 presso la sede di *EUROCITIES* a Bruxelles, ha rappresentato l'occasione per portare all'attenzione delle Istituzioni Comunitarie le problematiche emerse rispetto alla qualità dei dati disponibili a livello nazionale per la redazione dei PAES, nonché il vuoto normativo, anche a fronte dell'adozione della nuova Direttiva sull'Efficienza Energetica, che rende la collaborazione tra Autorità Locali e utilities del tutto volontaria.

Hanno preso parte al Primo Tavolo Europeo, oltre al Consorzio Italiano di Progetto, i seguenti soggetti ed Istituzioni:

- Joint Research Centre (JRC);
- Covenant of Mayors Office;
- Executive Agency for Competitiveness & Innovation;
- ICLEI World Secretariat;
- Council of European Municipalities and Regions;
- Iberdrola Spagna;
- European Federation of Local Energy Companies;
- European Distribution System Operators;
- Council of European Energy Regulation;
- Member of the Romanian Parliament.

Gli argomenti trattati nel Primo Tavolo Europeo hanno riguardato:

- analisi del quadro legislativo comunitario e dei rispettivi quadri legislativi nazionali dei 12 Paesi coinvolti nel Progetto MESHARTILITY;

-
- la Direttiva Europea 2012/27/UE ed il suo processo di recepimento;
 - analisi delle differenze nella trasposizione nazionale delle Direttive Comunitarie in tema di liberalizzazione del mercato dell'energia;
 - analisi delle rispettive situazioni nazionali sulla disponibilità dei dati di consumo energetico;
 - definizione della qualità e della tipologia dei dati ai fini della redazione dei PAES.

Dal Primo Tavolo Europeo del Progetto MESHARTILITY sono scaturite le seguenti raccomandazioni alle Istituzioni Comunitarie competenti in materia:

- gli stati membri potrebbero mettere in atto misure volte a facilitare lo scambio di informazioni in maniera aggregate e comunque nel rispetto della normativa sull'integrità e la riservatezza delle informazioni che riguardano la sfera privata o sensibili sul piano commerciale (Direttiva 2012/27/UE articoli 7,8);
- la segmentazione dei settori di consumo energetico potrebbe essere suddivisa nelle seguenti macro aree di consumo per i settori privati: residenziale, trasporti, industria, servizi;
- la definizione di Accordi Volontari fra Autorità Locali ed utilities potrebbe aiutare queste ultime al raggiungimento dell'obiettivo di risparmio energetico fissato all'1,5% richiesto al punto 18 della parte introduttiva della Direttiva 2012/27/UE.

Successivamente, i risultati e le raccomandazioni emerse dal Primo Tavolo Europeo del Progetto MESHARTILITY sono state affrontate al **Primo Tavolo Nazionale del Progetto MESHARTILITY** ospitato, patrocinato e moderato dal Ministero dell'Ambiente il 9 ottobre 2013 a Roma. Il Primo Tavolo Nazionale ha rappresentato l'occasione per discutere delle problematiche nazionali sul data sharing in un contesto istituzionale, analizzando anche il processo di trasposizione della Direttiva 2012/27/UE. Al Primo Tavolo Nazionale erano presenti oltre al Consorzio italiano di Progetto:

- Ministero dell'Ambiente;
- Ministero dello Sviluppo Economico;
- ARE Liguria;
- ANCI Puglia;
- ARPA Emilia Romagna;
- COFELY;
- Comune di Bari;
- Commissione Ambiente Senato;
- ENEA;
- Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile;
- Novigos;
- Renael.

Grazie a questo Primo Tavolo Nazionale di Progetto, le problematiche relative ai processi di scambio dei dati fra utilities ed Enti Locali sono state trattate a livello istituzionale, e le buone pratiche implementate all'interno del Progetto MESHARTILITY sono state proposte e trasferite quali strumenti efficaci a disposizione dei Comuni italiani aderenti all'iniziativa *Patto dei Sindaci* con l'obiettivo di aumentarne la diffusione tramite la collaborazione con il Ministero dell'Ambiente.

Il Primo Tavolo Nazionale ha inoltre creato i presupposti per sviluppare all'interno del Consorzio italiano di Progetto, grazie all'esperienza maturata nei mesi precedenti, un nuovo approccio volto a

facilitare maggiormente l'elaborazione degli inventari e dei PAES attraverso la creazione di un nuovo meccanismo di data sharing che è stato presentato nel corso del **Secondo Tavolo Nazionale del Progetto MESHARTILITY** tenutosi a Roma presso la sede di Enel Distribuzione S.p.A. il 23 ottobre 2014. Tale meccanismo consente a tutti i Comuni italiani, nei quali Enel Distribuzione è concessionaria della rete di distribuzione dell'energia elettrica, di richiedere mediante uno specifico modulo di richiesta dati (che è scaricabile dal sito web di Enel Distribuzione Spa al seguente indirizzo <http://eneldistribuzione.enel.it/it-IT/Pagine/paes.aspx>), i dati sui consumi elettrici del proprio territorio comunale sia per l'elaborazione dell'Inventario Base delle emissioni (IBE) che dell'Inventario di Monitoraggio delle emissioni (IME). I soggetti titolati, ovvero il Sindaco o il Referente Comunale incaricato alla redazione/gestione del PAES, possono richiedere i dati aggregati sui consumi elettrici ad Enel Distribuzione, mediante l'invio dell'apposita documentazione; Enel Distribuzione fornirà i dati sui consumi elettrici, in linea con il *template* ufficiale del PAES, entro 60 giorni dalla data di ricevimento della richiesta.

Questo nuovo processo di data sharing, a supporto dei comuni aderenti al Patto dei Sindaci, faciliterà in maniera sostanziale le fasi di redazione e gestione dei PAES. Grazie all'importante e proficuo lavoro svolto nel contesto del Progetto MESHARTILITY dalla partnership italiana formata da SOGESCA Srl, dall'Associazione dei Borghi Autentici d'Italia e da Enel Distribuzione S.p.A., il nuovo processo di data sharing fornisce agli Enti Locali un canale diretto dal quale poter attingere informazioni di fondamentale importanza dal punto di vista della *governance* energetica dei propri territori.

3. Conclusioni

L'esperienza fatta dal Consorzio italiano all'interno del Progetto MESHARTILITY ha dimostrato come la collaborazione fra Enti Locali, associazioni di comuni, tecnici esperti nel settore energetico ed un distributore così importante sul territorio nazionale ed europeo nel settore elettrico come Enel Distribuzione S.p.A., possa portare a grandi cambiamenti nel miglioramento dei processi sul *data sharing* fra Comuni e distributori.

Ciò che è emerso nel corso delle attività di Progetto è che la situazione italiana in materia di scambio dati fra utilities ed Enti Locali è nettamente più efficiente e chiara rispetto alla maggior parte degli altri Paesi europei partner del Progetto.

Per quanto riguarda il settore elettrico, le attività di *data sharing* messe in campo, su base volontaria e *free of charge*, da Enel Distribuzione S.p.A., hanno ottenuto il riconoscimento, da parte dei partner europei, di *best practice*. Inoltre grazie all'intenso lavoro svolto all'interno del Progetto MESHARTILITY dai partner italiani, è stato possibile migliorare il processo di data sharing avviando un meccanismo online che permette ai comuni, nei quali Enel Distribuzione S.p.A. è concessionaria, di richiedere mediante un'apposita modulistica, scaricabile dal sito di Enel Distribuzione, i dati sui consumi elettrici in linea con il *template* ufficiale del PAES.

Al contrario, il settore gas presenta diverse barriere che dovranno essere affrontate nel breve-medio termine per restare al passo con il settore elettricità. In questo ambito, infatti, le problematiche sono molte e di diversa natura: frammentazione della rete; assenza di strumenti tecnologici per la contabilizzazione dei consumi; differenza nella tipologia di aggregazione del dato (sia rispetto al settore elettrico, sia rispetto alle categorie di consumo in ambito privato richieste dal Patto dei Sindaci); imprecisione delle contabilizzazioni sui consumi locali; refrattarietà nella fornitura delle informazioni richieste e, soprattutto, assenza di una procedura standardizzata per la richiesta dei dati e per la loro trasmissione.

Tuttavia, anche per quanto riguarda questo specifico comparto, la metodologia applicata dal Consorzio di Progetto e suggerita dall'esperienza di SOGESCA Srl, ha portato a risultati molto positivi grazie all'applicazione di un approccio *bottom-up* che ha consentito ai Comuni coinvolti di entrare in contatto diretto con i distributori competenti per ciascun territorio comunale e di formulare le richieste in modo più semplice e chiaro per le utilities.

La *governance* energetica territoriale, volta all'abbattimento delle emissioni di CO₂ per migliorare la qualità della vita nelle comunità locali italiane, non può non passare dal miglioramento della conoscenza delle caratteristiche energetiche dei territori, dall'indagine su come, dove e che tipo di

energia venga consumata. Solo la possibilità di effettuare un'analisi quanto più vicina possibile alla realtà dello *status quo* permette alle Amministrazioni Locali di affrontare le sfide della sostenibilità che abbiamo di fronte. Grazie ai risultati raggiunti dal Progetto MESHARTILITY è stato possibile compiere importanti passi in avanti in questa comune direzione.

Bibliografia

www.covenantofmayors.eu

www.meshartility.eu

www.terna.it

Zoellner S., 2013. Analysis Report on EU and National legal frameworks influencing data sharing in the energy market. Report progetto Meshartility. Disponibile su http://www.meshartility.eu/images/documents/Report_on_the_analysis_of_the_EU_and_national_legal_frameworks.pdf

AZIONI LOCALI DI ADATTAMENTO E MITIGAZIONE NEL SETTORE INDUSTRIALE: LE AREE PRODUTTIVE ECOLOGICAMENTE ATTREZZATE (APEA)

Pierpaolo Albertario¹, Riccardo G. Boschetto¹, Alessandro Bosso², Enrico Cancila², Claudio Orlati³

¹Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ²Emilia-Romagna Valorizzazione Economica del Territorio, ³Forlì Città Solare

Abstract

Il presente articolo descrive le potenzialità di un'area produttiva ecologicamente attrezzata (APEA) sia in termini economici che ambientali. Partendo dalla strategia europea in merito alla crescita intelligente congiuntamente ai piani di lotta ai cambiamenti climatici, viene posto l'accento sull'importanza dell'innovazione dei processi produttivi basati sul concetto di simbiosi ed osmosi industriale che qualifica l'ambiente non più come una mera esternalità negativa ma come una leva per aumentare la competitività dell'impresa e del territorio. L'approccio partecipativo risulta essere il punto di forza di una gestione sostenibile del territorio, creando vantaggi conseguibili attraverso l'armonizzazione del rapporto tra le comunità locali e gli insediamenti industriali e pone le basi per un potenziale miglioramento della performance economica delle imprese grazie al riutilizzo delle risorse-rifiuto e alla gestione condivisa della logistica e delle infrastrutture. Nel presente documento vengono riportati alcuni esempi di APEA nazionali oltre ad un caso di grande rilevanza internazionale, dove vi è evidenza della minor quantità di CO₂ prodotta e del risparmio economico ottenuto rispetto ai processi produttivi di tipo tradizionale.

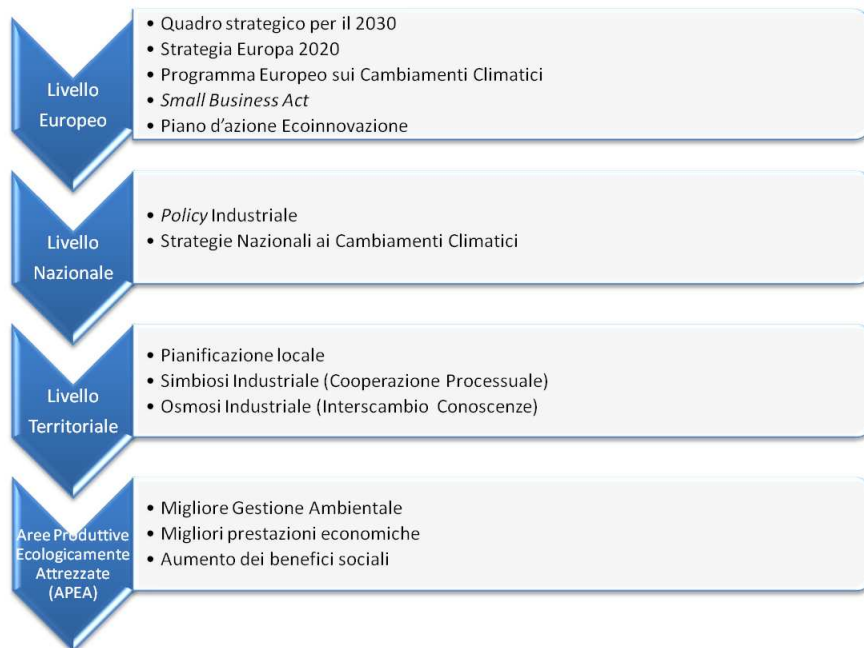
Parole chiave

APEA, eco-innovazione, simbiosi industriale, osmosi industriale, gestione ambientale d'area, cambiamenti climatici, benefici economici, benefici ambientali, riduzione gas serra

1. Introduzione

L'Unione Europea nell'ambito della strategia legata alla crescita individua degli strumenti di pianificazione quali il "Piano d'azione per l'eco-innovazione" nell'ambito delle politiche industriali di consumo e produzione volte alla sostenibilità del territorio. In questo contesto si inserisce la valorizzazione delle aree produttive ecologicamente attrezzate (APEA), ai fini di migliorare le performance ambientali, economiche e sociali.

Figura 1 - Schema di Policy delle APEA



Il “Small Business Act” per l’Europa (SBA)³³ si pone come obiettivo di individuare gli strumenti necessari per l’incremento della competitività delle piccole e medie imprese (PMI), strategia necessaria in un’ottica anche di sviluppo dell’occupazione. Lo SBA si basa su dieci principi destinati a guidare la formulazione delle politiche comunitarie e nazionali, nonché su misure pratiche per la loro attuazione.

I più rilevanti ai fini del presente studio sono:

- trasformazione delle sfide ambientali in opportunità nell’ambito della produzione e commercializzazione di prodotti e servizi;
- adattamento delle pubbliche amministrazioni alle esigenze delle PMI ed eliminazione degli ostacoli amministrativi, che si possono ritrovare nel processo di creazione e gestione delle Aree Produttive Ecologicamente attrezzate, Cluster ed Ecodistretti;
- rafforzamento del potenziale d’innovazione, di ricerca e di sviluppo delle PMI, in particolare attraverso il raggruppamento delle imprese in cluster, Apea ed eco distretti e il coordinamento delle iniziative nazionali.

Anche la strategia per la crescita nell’Unione europea “Europa 2020”³⁴ evidenzia i seguenti obiettivi prioritari:

- un’economia basata sulla conoscenza e sull’innovazione;
- una crescita sostenibile, promuovendo un’economia che utilizzi in maniera più efficiente le risorse per essere più verde e competitiva;
- una crescita inclusiva: promuovendo un’economia ad alto tasso di occupazione favorendo la coesione sociale e territoriale.

A livello territoriale la strategia della UE trova risposta in alcuni modelli industriali che vedono la produzione simbiotica, partecipata e sostenibile come modello di crescita.

Gli obiettivi al 2020 dell’Unione Europea includono anche lo sviluppo di un’economia a basse emissioni di carbonio e l’attuazione di misure di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici.

³³ http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/small-business-act/index_en.htm

³⁴ http://ec.europa.eu/europe2020/index_it.htm

Le APEA rappresentano uno strumento idoneo per lo sviluppo di azioni mirate a ridurre le emissioni di gas serra di origine industriale e per limitare gli effetti del cambiamento climatico in corso, grazie ai processi innovativi presenti e alla efficiente gestione degli stessi.

La Comunicazione della Commissione del 10 gennaio 2007 in linea con l'obiettivo internazionale "Limitare il surriscaldamento dovuto ai cambiamenti climatici a +2 gradi Celsius", traccia la strategia da porre in essere al 2020 oltre a segnalare provvedimenti mirati in campo energetico, quali l'incremento dell'uso di energie rinnovabili del 20% entro il 2020, il miglioramento dell'efficienza degli impianti energetici e lo sviluppo di una politica di stoccaggio geologico del carbonio che sia compatibile con l'ambiente.

Lo stesso Programma Europeo sui Cambiamenti Climatici (ECCP) formato da un gruppo di lavoro rappresentativo dell'industria e delle organizzazioni non governative individua il settore dei trasporti, l'industria, l'approvvigionamento energetico, l'uso dell'energia e la flessibilità dei processi come strategici per l'abbattimento dei gas climalteranti.

Anche con il Comunicato del 22 gennaio 2014 la Commissione europea istituisce il quadro strategico per il 2030 con l'obiettivo di creare un'economia maggiormente imperniata su processi innovativi, basata sull'uso sempre maggiore di fonti di energia rinnovabili (obiettivo: arrivare al 27% di energie rinnovabili), sulla diminuzione del 40% di gas ad effetto serra e sull'abbattimento dei costi di produzione creando così maggiori opportunità di occupazione.

Le azioni da porre in essere per la lotta al cambiamento climatico nel settore industriale sopra evidenziati possono essere raggiunti anche attraverso l'impegno delle Amministrazioni Locali.

Infatti la nascita di un APEA parte da una decisione delle Amministrazioni Pubbliche Locali attraverso i propri strumenti di pianificazione territoriale, all'interno di un percorso di governance che vede il coinvolgimento e la partecipazione di molteplici parti interessate.

2. Le Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate (APEA)

L'ecologia industriale è una disciplina relativamente recente che offre alle aziende e alle pubbliche amministrazioni strumenti innovativi per un'economia sostenibile e competitiva. Il principio su cui si basa è la chiusura dei cicli, in analogia con i sistemi ecologici nei quali non esistono rifiuti, ma solo co-prodotti che vengono riutilizzati o riciclati.

L'ecologia industriale si è sviluppata negli Stati Uniti a partire dagli anni '70 e si è successivamente diffusa in Europa, Asia e Sud America. L'obiettivo dell'ecologia industriale è analizzare in modo sistematico le interazioni tra attività economiche ed esigenze ambientali cercando di bilanciarle attraverso forme di collaborazione fra imprese, per la soluzione strutturata e collettiva di problemi ambientali.

Gli Eco-Industrial Parks (EIP), furono teorizzati da Lowe, Moran e Holmes che li identificarono come comunità di imprese manifatturiere e di servizio, legate da una gestione comune al fine di migliorare le proprie performance ambientali, economiche e sociali (Paludi *et al.*, 2009). Viene considerato il sistema produttivo e non la singola impresa al fine di creare sinergie; un esempio è dato dal riutilizzo dei rifiuti di un processo produttivo come materia prima per un altro processo (Simbiosi), oppure la ripartizione dei costi gestionali fra più operatori all'interno della stessa area.

Un parco eco-industriale è un insieme di imprese che prevede una gestione unitaria di servizi ed impianti comuni dell'intero parco, generando così:

- externalità positive³⁵;
- economie di scala;
- processi ecoefficienti.

³⁵ Sono impatti positivi derivanti da un processo o da un soggetto, i cui benefici favoriscono un altro processo o un altro soggetto.

In Italia, le APEA rappresentano un'applicazione simile ai parchi eco-industriali, ma con significative differenze; infatti non nascono da un accordo tra imprese a fini commerciali, con ricadute ambientali positive, ma sono determinate da un percorso di governance e pianificazione che vede una forte collaborazione pubblico privata. Inoltre le APEA sono fondate non solo sulla simbiosi e sulla osmosi industriale, ma anche sulla gestione ambientale d'area.

Il D.Lgs. 112/98, infatti, introduce le APEA in Italia e stabilisce, all'art. 26, che *“Le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano disciplinano, con proprie leggi, le aree industriali e le aree ecologicamente attrezzate, dotate delle infrastrutture e dei sistemi necessari a garantire la tutela della salute, della sicurezza e dell'ambiente. Le medesime leggi disciplinano altresì le forme di gestione unitaria delle infrastrutture e dei servizi delle aree ecologicamente attrezzate da parte di soggetti pubblici o privati ... omissis ... nonché le modalità di acquisizione dei terreni compresi nelle aree industriali, ... omissis Gli impianti produttivi localizzati nelle aree ecologicamente attrezzate sono esonerati dall'acquisizione delle autorizzazioni concernenti la utilizzazione dei servizi ivi presenti”*.

Pertanto la normativa nazionale rimanda alle singole Regioni il compito di disciplinare la materia; ponendo però alcuni elementi di riferimento basilari:

- 1) le aree ecologicamente attrezzate sono dotate delle infrastrutture e dei sistemi necessari a garantire la tutela della salute, della sicurezza e dell'ambiente;
- 2) le aree ecologicamente attrezzate sono caratterizzate da forme di gestione unitaria delle infrastrutture e dei servizi;
- 3) gli impianti produttivi localizzati nelle aree ecologicamente attrezzate sono esonerati dall'acquisizione delle autorizzazioni concernenti la utilizzazione dei servizi ivi presenti.

In Italia, quindi, questa tipologia di cluster è regolamentata da apposite leggi, nazionali e regionali.

I tre elementi caratterizzanti di un'APEA sono:

- simbiosi: tendenza dei processi al “ciclo chiuso”, dove i materiali di scarto di un processo diventano materia prima per altri processi massimizzando l'efficienza del “sistema produttivo APEA”. Incrementando così forme di collaborazione fra le aziende insediate nell'area ai fini di ottenere benefici economici ed ambientali;
- osmosi: attraverso reti territoriali creare un sistema di imprese per l'interscambio di know-how, di informazioni, conoscenze al fine di incrementare i processi innovativi, abbattere i costi, essere maggiormente competitivi nel mercato interno e soprattutto estero;
- gestione ambientale d'area.

L'approccio cooperativo si concretizza fundamentalmente in due aspetti di base:

- l'adozione di impianti e infrastrutture di natura collettiva all'interno dell'area industriale (es. depuratore consortile, area centralizzata per lo stoccaggio rifiuti, impianti di produzione di energia a servizio dell'area);
- l'individuazione di un gestore unitario che si occupi di servizi comuni all'interno dell'ambito produttivo (es. gestione collettiva dei rifiuti, dell'energia, della sicurezza).

Sono questi gli elementi attorno ai quali è possibile migliorare le prestazioni ambientali di un'area produttiva, anche sotto il profilo della mitigazione e dell'adattamento ai cambiamenti climatici.

Figura 2 - APEA Villa Selva nel Comune di Forlì



Fonte: APEA Villa Selva

L'APEA favorisce lo sviluppo di aree verdi, riduce l'esigenza di mobilità (riducendo il numero di spostamenti) e agevola la scelta e il sistema di trasporto collettivo, la riduzione di inquinanti nelle varie matrici ambientali (Borsani *et al.* 2008). In generale un'area produttiva che offra una tale gamma di servizi, oltre ad elevare la qualità della vita di chi usa l'area per motivi di lavoro, può diventare un riferimento ed un servizio rivolto all'intera collettività dei centri urbani vicini.

Le APEA sono sistemi innovativi che favoriscono quindi:

- lo scambio, il riciclaggio e il riuso dei materiali; agendo così in modo significativo sugli impatti ai cambiamenti climatici, diminuendo la dipendenza al mercato e quindi all'altalenante variazione dei prezzi degli stessi, con maggiore certezza dei costi di produzione;
- maggiore potere contrattuale in fase di acquisto e maggiore attrattività di finanziamenti;
- abbattimento dei costi di gestione per quelle fasi di produzione o gestione che possono essere gestite in maniera congiunta. Per la gestione ambientale delle Apea ad esempio vi è un gestore unico, come gli impianti stessi di trattamento delle acque o di generazione elettrica (energetica) che se gestiti congiuntamente sono maggiormente efficienti con conseguente risparmio economico (economie di scala, sistemi cogenerativi, altro);
- gestione ambientale d'area e misure di adattamento ai cambiamenti climatici (MATTM, 2013).

3. La diffusione delle Apea in Italia

Ad oggi sono 9 le Regioni che hanno disciplinato la materia con proprie leggi e regolamenti: Abruzzo, Calabria, Emilia Romagna, Liguria, Marche, Piemonte, Puglia, Sardegna e Toscana.

Figura 3 - Distribuzione delle APEA in Italia



Fonte: ERVET, 2014

Uno studio condotto nel 2010 dalla Rete Cartesio (Bitelli *et al.*, 2010) ha fotografato lo stato di diffusione delle APEA in Italia. Le difficoltà del quadro economico globale e nazionale negli anni successivi non consentono di considerare tale quadro invariato, è comunque interessante rilevare come al tempo fossero state individuate oltre 80 aree produttive impegnate in un percorso APEA. La qualificazione di un'area produttiva richiede anni per completarsi, perciò si tratta di un processo in itinere.

4. Pianificazione locale delle Aree produttive ecologicamente attrezzate

La pianificazione di un'APEA può seguire modalità parzialmente diverse da Regione a Regione, in funzione delle differenze esistenti nelle normative regionali. In tutte le Regioni, però, il percorso è definito da un processo territoriale e urbanistico, che può essere articolato a diversi livelli.

La dimensione strategica (opportunità, ubicazione, ecc.) appartiene alla pianificazione di area vasta, rappresentata dal Piano Territoriale Regionale e dai Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali. Questi strumenti attraverso un approccio sostenibile di politica industriale e ambientale d'area, individuano delle aree produttive potenzialmente idonee ad avviare un percorso di qualificazione APEA.

Successivamente spetta all'amministrazione comunale (attraverso il piano strutturale comunale, il piano di governo del territorio, il piano urbanistico comunale, ecc.) recepire o meno tali indicazioni, a seguito di un percorso di dialogo e partecipazione con gli attori locali, pubblici e privati, che porta alla definizione dell'APEA e all'individuazione del Gestore Unitario.

La pianificazione locale in cui si inseriscono le APEA è una tematica complessa, dove spesso si scontrano interessi divergenti. E' auspicabile quindi creare delle sinergie, delle relazioni positive tra imprese e territorio perché ciò significa dare vita ad un elemento essenziale dello sviluppo che è la competitività. La riqualificazione territoriale quindi è una questione strategica per lo sviluppo dell'area comunale, e le relazioni positive tra APEA e territorio sono fattore di sviluppo di poli produttivi, non più caotici e disomogenei ma governati da logiche in equilibrio con la qualità del territorio e della vita.

L'elemento innovativo di uno sviluppo territoriale sostenibile è dato dalla partecipazione. Grazie ad essa si creano le migliori sinergie per favorire la valorizzazione e la riqualificazione di aree territoriali a scopi produttivi permettendo simultaneamente una riduzione dei costi aziendali ed un migliore controllo delle sorgenti inquinanti.

La partecipazione locale diventa quindi un punto di forza del territorio comunale o inter-comunale in grado di aiutare gli enti locali ad elaborare nuovi modelli di pianificazione degli insediamenti produttivi di beni e servizi, come le APEA, in armonia con il territorio, l'ambiente, la salute e la sicurezza.

Partecipazione significa lavorare insieme, condividere gli stessi obiettivi, concertare alcune scelte strategiche e progetti mirati; in questo senso le APEA costituiscono un esempio evidente di sinergia produttiva qualificata sotto l'aspetto della tutela ambientale e della gestione dei servizi che mette in moto uno sviluppo territoriale competitivo e sostenibile.

5. Cambiamenti climatici e APEA

Le prestazioni ambientali di un'APEA, intese sia come consumo di risorse non rinnovabili sia come emissione di inquinanti in aria, acqua e suolo, si fondano su tre importanti aspetti:

- pianificazione urbanistica;
- dotazioni impiantistiche e infrastrutturali;
- modalità gestionali.

La ricerca di prestazioni di eccellenza parte dal modo in cui vengono concepiti gli spazi all'interno dell'area industriale, dalla progettazione delle reti tecnologiche e viarie, dalla formulazione delle regole che ne disciplinano l'urbanizzazione (Bosso *et al.*, 2009).

Il secondo elemento si fonda sull'applicazione delle migliori tecniche disponibili (es. reti duali per quanto riguarda il ciclo delle acque, autoproduzione dell'energia mediante cogenerazione o da fonti rinnovabili) e di spazi e impianti comuni anziché di sito (es. depuratore industriale a servizio dell'area, aree di stoccaggio dei rifiuti collettiva, vasche di raccolta e trattamento delle acque meteoriche centralizzate).

Il terzo elemento, invece, prevede l'ottimizzazione delle sinergie esistenti tra le diverse imprese insediate e la gestione unitaria degli spazi e degli impianti centralizzati (es. simbiosi industriale, mobilità sostenibile di persone e merci, energy management d'area).

La gestione unitaria rappresenta il fulcro e il motore del miglioramento delle prestazioni ambientali dell'area produttiva. Essa infatti consente, anche tramite l'uso di impianti e infrastrutture collettive, di fornire servizi alle imprese che permettono maggiore tutela e controllo ambientale coniugati ad una riduzione dei costi (Cancila *et al.*, 2006).

Il gestore unico in un'APEA può infatti svolgere i seguenti ruoli:

- energy management d'area;
- mobility management d'area;
- waste management d'area;
- safety management d'area;

-
- gestione di spazi e impianti d'area (es. aree verdi, strade, illuminazione);
 - gestione centralizzata delle forniture di beni e servizi (es. dispositivi di sicurezza, attrezzature informatiche, formazione del personale);
 - marketing territoriale;
 - intermediazione tra le imprese e le autorità di controllo;
 - supporto tecnico - amministrativo alle imprese.

A fronte di ciò, tale soggetto è generalmente espressione delle realtà territoriali presenti. Può essere un soggetto pubblico, privato o misto.

Il gestore unitario, inoltre è il responsabile della costruzione e dell'attuazione di un programma ambientale d'area e del monitoraggio delle prestazioni ambientali dell'area.

Il Programma Ambientale d'area parte dall'analisi delle criticità territoriali esistenti e propone soluzioni che coinvolgano i pertinenti soggetti locali (es. amministrazioni pubbliche, imprese, associazioni di categoria, gestori dei servizi pubblici).

Per quanto riguarda le modalità gestionali, si rileva che i Sistemi di Gestione Ambientale d'area risultano una soluzione organizzativa e procedurale conosciuta e piuttosto diffusa nelle realtà avanzate.

Una condizione di questo tipo ben si presta allo sviluppo di misure per la lotta ai cambiamenti climatici.

Il riscaldamento globale generato dalle emissioni serra richiede una riduzione dei consumi energetici e, contestualmente, gli effetti del cambiamento climatico producono effetti anche a scala di area industriale. L'incremento di fenomeni quali inondazioni e allagamenti, frane, siccità, ondate di calore, mareggiate colpiscono con sempre maggiore frequenza le regioni italiane e, di conseguenza, anche il sistema produttivo (Eta-Beta 2013).

Per semplicità, di seguito si citano alcune soluzioni proprie delle APEA che rappresentano una risposta alle emissioni di gas climalteranti e agli impatti del cambiamento climatico:

- produzione di energia da fonti rinnovabili e riduzione delle emissioni da combustibili fossili;
- realizzazione di reti di teleriscaldamento/raffrescamento;
- servizi di energy management finalizzati alla riduzione degli sprechi nelle aziende;
- sistemi di recupero delle acque meteoriche;
- mobility management di persone e merci, finalizzate all'ottimizzazione degli spostamenti casa lavoro, alla promozione dell'uso dei mezzi pubblici e alla razionalizzazione di spedizioni e forniture, con conseguente riduzione del traffico;
- waste management e promozione della simbiosi industriale, per la conservazione delle risorse e il recupero dei rifiuti;
- progettazione e gestione del verde integrato, con effetti positivi in termini di filtrazione degli inquinanti, assorbimento della CO₂ e attenuazione delle isole di calore;
- opere per la sicurezza idraulica, quali le vasche di laminazione.

In conclusione, si ricorda come la gestione dell'APEA, che parte da un'analisi ambientale che porta alla costruzione di un programma di azioni e al monitoraggio della sua efficacia, rappresenta una modalità efficace all'identificazione degli effetti del cambiamento climatico a scala locale e all'attuazione di idonee risposte, che vedano la collaborazione pubblico-privato come elemento di forza. La pianificazione di un'APEA e il dialogo tra imprese e amministrazioni locali possono quindi essere validi ed efficaci elementi di una azione complessiva di riduzione dei consumi energetici e

mitigazione delle emissioni serra nei settori industriale e terziario e rappresentare quindi una valida opzione per le città impegnate, ad esempio, nella redazione di un Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES).

6. Casi studio nazionali e internazionali significativi di risparmio economico e di riduzione di emissioni di gas serra

Una disamina di casi studio del seguente paragrafo, dimostra come la sostenibilità ambientale, propria della gestione integrata delle APEA, può ridurre significativamente gli impatti dei gas climalteranti e allo stesso tempo tutelare e valorizzare le risorse ambientali.

Nasce così una diversa visione del rapporto tra competitività e ambiente: al crescere della consapevolezza che la tutela ambientale e la partecipazione sociale sono, esattamente come gli altri fattori produttivi, risorse da valorizzare si garantisce la sostenibilità dell'impresa stessa nel mercato.

A tal fine la gestione efficiente dei processi nelle APEA assegna all'ambiente un ruolo fondamentale nelle dinamiche di crescita. L'ambiente da limite si trasforma in opportunità competitiva, divenendo per molte imprese elemento su cui fondare la propria strategia di mercato (Ecodistretti 2009).

L'organizzazione congiunta tipica delle APEA basata sull'implementazione di processi innovativi che riducono l'impatto sull'ambiente, consente di ottenere diversi benefici competitivi: aumento dell'efficienza delle risorse di input (es. energia, materie prime) o nella produzione di output ambientali (es. rifiuti) con conseguenti risparmi economici; aumento delle performance economiche connesse e all'immagine ambientale (maggiore attrattività di capitali), oppure all'immissione sul mercato di green products (azioni di adattamento ai cambiamenti climatici). Di seguito vengono riportati alcuni esempi italiani e un esempio internazionale, dove vengono calcolati sia alcuni benefici economici sia quelli ambientali in rapporto alla riduzione dei gas climalteranti.

- Parco eolico di Pontedera³⁶ per la produzione energetica. Impianto costituito da 4 aerogeneratori.

Tabella 1 – Analisi Costi/ benefici impianto di Pontedera

ANALISI COSTI/BENEFICI
Caratteristiche impianto
N.4 Aerogeneratori di potenza complessiva 8MW, produzione annuale 15.000 MWh, emissione acustica inferiore a 140 dB
Analisi economico-finanziaria
Costo impianto 8 Mil.€, Royalty Comune di Pontedera 2%, costo di gestione 10-12 €/MWh, rientro sull'investimento in 6/7 anni, ricavo annuo di 2.700.000€ l'anno.
Benefici ambientali: riduzione dei gas serra rispetto ad impianto tradizionale
Riduzione media annua nel complesso dei 4 impianti di 10002.189 tonnellate di CO ₂ , di 116.835 tonnellate di SO ₂ , 158.535 tonnellate di NO _x e 1891.0722 tonnellate di petrolio equivalenti risparmiate.

Fonte: Comune di Pontedera

- Centrale solare del Comune di Pisa. Costruita vicino all'area industriale di Monticelli è una centrale fotovoltaica tradizionale con potenza superiore a 3 MWp.

³⁶ http://www.comune.pontedera.pi.it/parco_eolico_live

Tabella 2 – Analisi Costi/ benefici Centrale Solare di Pisa

ANALISI BENEFICI
Caratteristiche impianto
Centrale fotovoltaica tradizionale, in silicio monocristallino e policristallino con una potenza superiore a 3 MWp. Potenza impianto: 3,700 MWp Produzione annua: oltre 5.000.000 kWh Pannelli: 15.600nr (oltre 25.000 m ²) Superficie: 85.000 m ²
Benefici ambientali
TEP risparmiate: 93,5 /anno Emissioni di CO ₂ evitate: 3750 t./anno

Fonte: “L’applicazione della disciplina Toscana sulle Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate: metodologia e casi studio”, Regione Toscana 2011.

- Piattaforma energetica dell’APEA Villa Selva, nel Comune di Forlì. L’area produttiva di Villa Selva è ubicata nella porzione orientale del Comune di Forlì, ha una superficie attuata di 113 ettari e le aziende insediate sono oltre 120. Il Comune ha individuato nella sua società in house Forlì Città Solare il soggetto responsabile della gestione dell’APEA, è attualmente in corso di realizzazione un impianto a concentrazione solare per la produzione di acqua surriscaldata da distribuire in una rete di teleriscaldamento all’interno dell’area produttiva. Beneficia di un cofinanziamento da parte dell’Unione Europea nell’ambito del Programma Operativo Regionale del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale 2007 – 2013 (Iraldo *et al.*, 2008).

Tabella 3 – Analisi benefici impianto energetico Villa Selva

ANALISI BENEFICI
Caratteristiche impianto
La piattaforma energetica produrrà circa 1.300.000 kWh/anno e distribuirà acqua surriscaldata attraverso una rete di teleriscaldamento alla quale sono collegate tre sottostazioni atte a trasformare l’energia sotto forma di acqua surriscaldata in: acqua calda, vapore e acqua refrigerata. Il progetto prevede un’area di produzione energia di 350 x 100 m circa su cui sorge il campo solare, che occupa una superficie di circa 20.000 m ² di proprietà dell’Amministrazione Comunale di Forlì. Il campo solare è costituito da 36 concentratori solari aventi una potenza termica nelle condizioni di picco (ovvero con irraggiamento solare di 850 W/m ²) di circa 1.567 kW.
Benefici ambientali
Con la quantità annua di energia prodotta è possibile conseguire un risparmio netto annuale di energia primaria di circa 135.000 Nm ³ di gas metano (considerando un P.C.I. di 9,60 kWh/Nm ³); risparmio che su base ventennale e considerando un minimo di decadimento delle proprietà riflettenti del campo solare, diventerà pari a circa 2,5 milioni di Nm ³ di gas metano. A questo risparmio di energia primaria corrisponde una mancata emissione in atmosfera annua di circa 260 t di CO ₂ (considerando un rapporto di 1,92 kg di CO ₂ dovuti alla combustione di 1 Nm ³ di gas metano). Per quanto riguarda i consumi elettrici (o autoconsumi) si è considerata l’ipotesi che questi siano sostanzialmente compensati da un impianto fotovoltaico, in grado di fornire oltre 19.000 kWh su base annua a cui corrisponde un utilizzo medio continuativo, considerando 1.760 ore/anno di funzionamento (necessariamente legate al periodo diurno) di circa 11 kW.

Fonte dati: Forlì Città Solare

➤ Macrolotto industriale di Prato

Tabella 4 – Analisi impianto centralizzato riciclo acque Macrolotto di Prato

<i>ANALISI BENEFICI</i>
Caratteristiche impianto
Impianto centralizzato di riciclo di acque reflue con 35 aziende associate. L'erogazione di 4 milioni di m3/anno erogati dall'acquedotto industriale. Iniziativa promossa nel 2005 dal Comune di Pondera, impianto situato in area di espansione industriale in sinergia con lo stabilimento Piaggio. In tale contesto non sono stati stimati i benefici ambientali ma solo economici.
Benefici economici
risparmio per le utenze di 0,15 €/m3

Fonte dati: (Airba, 2010)

- NISP (National Industrial Symbiosis Programme): la Gran Bretagna nel 2005 ha avviato un programma nazionale di simbiosi industriale che ha lo scopo di creare efficienza a scala nazionale dei processi industriali, di seguito vengono mostrati i rilevanti benefici ottenuti grazie alla gestione congiunta (NISP 2003).

Tabella 5 – Analisi Costi/ benefici programma simbiosi industriale nazionale del Regno Unito

<i>ANALISI COSTI/BENEFICI</i>
Caratteristiche Programma
Programma nazionale di gestione congiunta dei processi industriali.
Analisi economico-finanziaria
Risparmi sui costi d'impresa: 170 M£ (sterline) l'anno e 802 M£ complessivi Ricavi aggiuntivi derivanti dalla vendita dei sottoprodotti: 177 M£ l'anno, 894 complessivi Materie prime risparmiate: 10.4 Mt annue, 58.5 Mt complessive Posti di lavoro aggiuntivi: 2512 l'anno, 8865 complessivamente
Benefici ambientali: riduzione dei gas serra rispetto ad impianto tradizionale
Discarica evitata: 7.6 Mt l'anno, 44 Mt complessive Riduzione di CO ₂ : 6.8 Mt l'anno, 30.8 Mt complessive Rifiuti pericolosi eliminati: 0.399 Mt annue, 1.828 Mt complessive Risparmi di acqua: 12.4 Mt annue, 49.7 Mt complessive

Fonte: National Industrial Symbiosis Programme

7. Conclusioni

Dall'analisi svolta risulta che le APEA, avendo come elemento caratterizzante una modalità di gestione congiunta dei processi che si traduce contemporaneamente in simbiosi ed osmosi industriale, possono essere percepite come strumenti di gestione industriale produttiva di contrasto ai cambiamenti climatici.

La volubilità del mercato, la competitività endogena ed esogena al sistema territorio, portano le imprese ad adottare soluzioni che siano efficienti a livello economico garantendo un equilibrio sostenibile nella gestione ambientale.

Dalle varie realtà empiriche richiamate in questo articolo, si dimostra che la leva economico-produttiva può spingere le imprese ad implementare processi innovativi di natura simbiotica che portano a minimizzare gli impatti sull'ambiente, in primo luogo sulle emissioni climalteranti.

Inoltre, l'osmosi industriale e la condivisione di dotazioni territoriali inerenti ai processi produttivi, come ad esempio il sistema del verde e la gestione delle acque, unitamente ai collegati servizi

collettivi, consentono di mettere in atto misure di adattamento agli effetti del cambiamento climatico (Albertario *et al.*, 2014).

I casi di eccellenza portano a definire un percorso che, se applicato in maniera sistematica all'interno delle Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate, potrebbe portare a risultati significativi sia sotto il profilo ambientale che sotto quello economico. Un risultato del genere può essere perseguito attraverso la suddivisione dell'investimento in innovazione fra le imprese presenti nell'area, tramite una gestione congiunta e la condivisione degli obiettivi.

Bibliografia

Albertario P., Boschetto R.G., Bondonio A., Bosso A., Zenobi V., 2014. *Potenzialità delle aree produttive ecologicamente attrezzate come elementi di green infrastructure*. Reticula – 2014

Bitelli L., Bosso A., Cancila E., Calò C., Focaccia F., 2010. *“Le aree produttive ecologicamente attrezzate in Italia. Stato dell'arte e prospettive”* Ervet, Bologna.

Borsari L., Stacchini V., 2008. *“Apea, aree produttive ecologicamente attrezzate”* Provincia Bologna.

Bosso A., Cancila E., Calò C., Focaccia F., 2009, *“Gestione sostenibile delle aree produttive. Analisi casi studio internazionali”*, Ervet, Bologna.

Cancila E., Bosso A., 2006. *“La gestione sostenibile delle aree produttive: rassegna di buone prassi per il miglioramento delle prestazioni ambientali”*. Ambiente e Sviluppo 6/2006, IPSOA.

Cariani R. 2009 *“Ecodistretti, 2009. Made Green in Italy, le politiche ambientali dei sistemi produttivi locali e dei distretti industriali”*. Ed. FrancoAngeli 2009.

Convegno AIRBA *“Il riuso delle acque reflue. Realizzazioni e prospettive - Il riuso industriale: l'esperienza del Distretto Pratese”*. Prato, 01.02.2010

Eta-Beta, 2013. *Eco-aree produttive. Guida all'eco-innovazione, alle politiche per la sostenibilità e ai progetti operativi nelle Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate*. Edizioni Ambiente.

Ministero dell'Ambiente. *Elementi per una Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 12 settembre 2013.

NISP, 2003. *National Industrial Symbiosis Programme*. Gran Bretagna.

Paludi G., Quarta M., Luglio 2009 *“Linee Guida per le Apea”* Regione Piemonte.

IL PAES CONGIUNTO DELL'ISOLA D'ELBA: VERSO UN'ISOLA A ZERO EMISSIONI

Giovanna Rossi¹, Enrico Bartoletti¹

¹Provincia di Livorno

Abstract

Fare dell'Elba la prima isola del Mediterraneo a zero emissioni. Questa la grande sfida che anima gli 8 comuni dell'Isola d'Elba e gli altri soggetti pubblici e privati che hanno promosso il progetto coordinato dalla Provincia di Livorno e di cui il Piano d'Azione dell'Energia sostenibile, elaborato nell'ambito dell'adesione al Patto dei Sindaci, rappresenta il primo passo. Un PAES congiunto per tutti i Comuni elbani che contiene le strategie condivise per ridurre le emissioni di gas serra dell'intero territorio dell'Isola, punto di partenza di una completa trasformazione del modello energetico dell'isola, sia in termini di previsione che di consumi e stili di vita. Con le azioni contenute nel PAES ed effettivamente concretizzabili, gli otto comuni elbani si impegnano a ridurre le emissioni di CO₂ al 2020 di almeno il 30% rispetto all'anno base di riferimento (2004), in termini numerici di circa 80.000 tonnellate. Il modello di governance pensato per la costruzione del PAES e la sua successiva attuazione e concretizzazione, è stato quello della partnership pubblico-privato perché consapevoli che la collaborazione tra istituzioni pubbliche e soggetti privati costituisce un fattore essenziale di successo per l'attuazione di progetti complessi.

Parole chiave

Partnership pubblico-privato, riduzione di CO₂, mitigazione, PAES congiunto, Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile, adattamento

1. L'Isola d'Elba: alcuni cenni

Figura 1 – Vista aerea dell'arcipelago



Fonte: Archivio PNAT Foto R. Ridi

L'Isola d'Elba è la terza isola più grande d'Italia ed insieme alle altre isole dell'Arcipelago Toscano (Pianosa, Capraia, Gorgona, Montecristo, Giglio e Giannutri) fa parte del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano. L'isola è divisa in otto comuni, tutti afferenti alla Provincia di Livorno: Portoferraio, Campo nell'Elba, Marciana, Marciana Marina, Porto Azzurro, Rio Marina e Rio nell'Elba. Il sistema degli insediamenti è caratterizzato dalla preponderanza del Polo di Portoferraio (il 38% della popolazione abita in questo Comune) e dalla dispersione di piccoli centri. Il clima dell'isola presenta prevalentemente caratteristiche mediterranee, fatta eccezione per il Monte Capanne, dove gli inverni tendono ad essere moderatamente freddi. L'attività turistica ha prodotto effetti di diffusione dei caratteri urbani e disincentivato attività agricole, che nel tempo sono divenute sempre più marginali in assenza di qualificazione produttiva che però risulta possibile per prodotti di nicchia e di alta qualità che stanno attraendo investimenti e recupero di interi complessi aziendali. L'afflusso turistico estivo

produce problemi rilevanti dal punto di vista della mobilità, a causa della concentrazione dei flussi di arrivo e partenza da Portoferraio; la totale supremazia del mezzo motorizzato privato per la mobilità interna causa problemi di congestionamento di traffico durante la stagione estiva. L'economia dell'Isola è basata essenzialmente sul turismo e sulla ricettività, mentre sono in calo imprese ed addetti sia in agricoltura che nelle attività industriali e manifatturiere, anche se sono presenti produzioni di qualità vinicole tali da rendere l'area idonea allo sviluppo di una agricoltura di nicchia con metodi produzione biologica o a basso impatto ambientale identificata con il territorio. Dal punto di vista energetico l'incidenza delle fonti rinnovabili su produzione e consumi di energia è trascurabile, anche se negli ultimi anni la produzione energetica "rinnovabile" è in aumento. Di seguito i dati sull'andamento dei consumi di energia rilevati nel 2004 (anno base) e nel 2011 e che hanno rappresentato la base per il calcolo delle emissioni di CO₂ dell'Isola d'Elba e del relativo Inventario. In successione i dati relativi alle emissioni di CO₂ dell'Isola e gli obiettivi di riduzione al 2020.

Tabella 1 - Consumi di energia finale 2004 – valori in MWh

	Civile	Trasporti	Agricoltura	Industria	Totale	%
Prodotti petroliferi	247.431	435.162	34.772	17.403	734.769	83%
Gas	0	0	0	0	0	0%
Energia Elettrica	136.834	0	852	13.862	151.548	17%
Fonti rinnovabili	428	0	0	0	428	0%
Totale consumo energetico finale	384.693	435.162	35.624	31.266	886.745	100%

Fonte: Elaborazione EALP su dati Terna, Ministero Sviluppo Economico, GSE

Tabella 2 - Consumi di energia Finali – 2011 – valori in MWh

	Civile	Trasporti	Agricoltura	Industria	Totale	%
Prodotti petroliferi	208.192	365.789	8.250	5.785	588.015	78%
Gas	0	0	0	0	0	0%
Energia Elettrica	134.729	0	1.175	13.761	149.664	20%
Fonti rinnovabili	1.860	12.071	10	120	14.062	2%
Totale consumo energetico finale	344.781	377.860	9.434	19.666	751.741	100%

Fonte: elaborazione EALP su dati Terna, Ministero Sviluppo Economico

Tabella 3 - Inventario di base delle emissioni 2004 – ton di CO₂

	Civile	Trasporti	Agricoltura	Industria	Totale	%
Prodotti petroliferi	66.306	113.976	9.702	4.856	194.840	72%
Energia Elettrica	67.907	0	423	6.883	75.213	28%
Fonti rinnovabili	-	-	-	-	-	0%
Totale emissioni CO₂	134.213	113.976	10.124	11.739	270.053	100%

Fonte: www.provincia.livorno.it/new/spawdocs/ambiente/PAES%20Elba%202013DEF.pdf

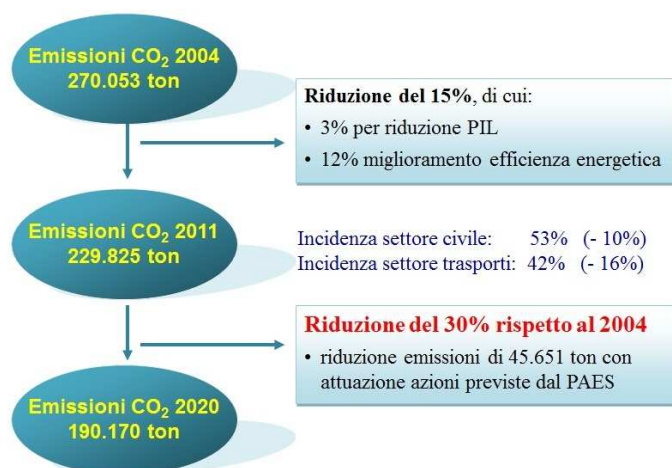
Tabella 4 -Inventario di monitoraggio delle emissioni 2011 – ton di CO₂

	Civile	Trasporti	Agricoltura	Industria	Totale	%
Prodotti petroliferi	55.875	96.155	2.302	1.614	155.945	68%
Energia Elettrica	66.507	0	580	6.793	73.880	32%
Fonti rinnovabili	-	-	-	-	-	0%
Totale emissioni CO₂	122.382	96.155	2.881	8.407	229.825	100%

Fonte: www.provincia.livorno.it/new/spawdocs/ambiente/PAES%20Elba%202013DEF.pdf

Il Piano di azione dell'Energia sostenibile dell'Isola d'Elba (PAES) ha definito la percentuale di abbattimento della CO₂ nella misura del 30%, andando oltre gli obiettivi europei del 20-20-20.

Figura 2 – Riduzioni attese di CO₂



Fonte: www.provincia.livorno.it/new/spawdocs/ambiente/PAES%20Elba%202013DEF.pdf

1.1. Perché il progetto “Isola d’Elba: verso un’isola ad emissioni zero

Fare dell’Isola d’Elba la prima isola del mediterraneo tendenzialmente “oil free” è l’obiettivo che gli otto comuni elbani, le associazioni di categoria, gli attori locali sia pubblici che privati hanno condiviso con la Provincia di Livorno nell’ambito dell’adesione degli stessi comuni al “Patto dei Sindaci”. L’obiettivo ambizioso nel medio-lungo periodo è quello di azzerare completamente le emissioni di gas serra ed arrivare ad “un’isola a zero emissioni”. Il PAES elbano include azioni e progetti concernenti il settore pubblico e privato dell’intero territorio.

L’adesione al Patto dei Sindaci è stata immediatamente percepita dai partecipanti al progetto come uno step del percorso sopra delineato ed è in questo scenario che è avvenuta la costruzione del PAES.

La Provincia di Livorno, struttura di coordinamento degli enti locali territoriali, aderisce nel febbraio 2012 al Patto dei Sindaci e fin dall’inizio lavora per tre obiettivi:

- promuovere l’adesione al Patto di tutti i Comuni del territorio;
- supportare tecnicamente i Comuni aderenti per l’approvazione del PAES entro 1 anno dall’adesione;
- qualificare i PAES attraverso una stretta collaborazione tra istituzioni e soggetti economici in un’ottica di partnership pubblico privato, lavorando per aree territoriali omogenee.

Nel marzo 2012 la Provincia ha presentato l'idea ai Comuni ed agli stakeholder elbani e nel maggio 2014 ha chiuso il cerchio con la presentazione del PAES (inviato all'Ufficio europeo del Patto nel dicembre 2013 per la validazione) in un evento pubblico a Portoferraio.

L'Ufficio Europeo del Patto dei Sindaci ha valutato positivamente il PAES congiunto dell'Isola d'Elba a metà settembre 2014 e lo ha comunicato alla Provincia di Livorno.

1.2. La partnership pubblico-privato applicata al PAES: un approccio innovativo

Nei due anni di svolgimento del progetto, la Provincia di Livorno, con il supporto tecnico dell'Agenzia Energetica della provincia (EALP s.r.l.), ha coordinato tavoli tecnici e politici di confronto con gli attori locali, promuovendo focus e workshop sul Patto dei Sindaci, sulla politica europea contro i cambiamenti climatici, sui possibili canali di finanziamento ed in generale sulle prospettive di sviluppo anche economico più competitivo e più verde che il PAES potrebbe generare sul territorio. Ma soprattutto ha teso ad invertire il paradigma del Patto dei Sindaci che vede il coinvolgimento degli stakeholder – in questo caso le imprese – soltanto come portatori di interessi (spesso divergenti). Le imprese da semplici stakeholder diventano promotori dell'isola ad emissioni zero, perché consapevoli che tutti i membri della società hanno un ruolo chiave nella gestione dei problemi che derivano dal consumo di energia e nella lotta al cambiamento climatico.

L'approccio di partnership si è sviluppato in continuità con il percorso avviato e concluso dalla Provincia di Livorno insieme a 13 aziende livornesi nell'ambito del Progetto L.A.C.R.e (Local Alliance for Climate Responsibility) finanziato dal Programma LIFE negli anni 2008-2010. Quel progetto, nato con l'obiettivo di contribuire localmente alla lotta ai cambiamenti climatici attraverso la realizzazione di partnership pubblico-privato che, facendo leva sulla Responsabilità Sociale d'Impresa (RSI), promuovessero strategie efficaci di riduzioni delle emissioni climalteranti, ha consentito di “tastare sul terreno” la validità di nuovi modelli d'azione, di una nuova governance in grado di ottenere maggior benefici per l'ambiente e di stimolare le imprese in strategie di innovazione. I risultati positivi del progetto L.A.C.R.e (cfr. il sito web) in sintesi sono rinvenibili in un approccio di partenariato pubblico privato nel quale entrambi gli attori mettono in comune competenze, azioni, risorse economiche e non solo, che generano soluzioni positive. Attraverso i Piani di azione volontariamente sottoscritti, le imprese partecipanti al progetto (le aziende pilota) hanno dato un contributo significativo alla riduzione delle emissioni climalteranti ed in parallelo hanno promosso – sia pure in termini minimi – l'eco-efficienza dell'economia locale.



Sulla stessa lunghezza d'onda si è mosso il Progetto “Verso un'isola ad emissioni zero”: non soltanto obiettivi di tutela e salvaguardia dell'ambiente e contrasto ai cambiamenti climatici, ma il tentativo di coniugare clima, energia e sviluppo sostenibile a basse emissioni per l'Isola d'Elba.

1.3. I drivers del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile

Uno dei primi elementi di riflessione e di proposta è stato quello di definire lo scenario del PAES e cioè quale dovesse essere la vocazione dello “strumento PAES”, la sua riconoscibilità ed il suo utilizzo. Con i Comuni, le associazioni di categoria, gli stakeholder pubblici, dopo verifiche di natura politica e tecnica, abbiamo scelto, fra le varie opzioni, il PAES come strumento di marketing territoriale. Lo si è scelto per caratterizzare l'isola come destinazione di turismo sostenibile a basso impatto ambientale, cogliendo l'opportunità di fare dell'Elba un luogo attrattivo dal punto di vista economico e quindi in grado di attrarre e/o promuovere investimenti finalizzati al perseguimento di obiettivi di crescita sostenibile. La scelta è quindi caduta sul settore turistico ed in particolare sulle strutture ricettive e sulla grande distribuzione innescando un percorso di coinvolgimento con le aziende del settore finalizzato alla costruzione di possibili partenariati pubblico-privato.

2. Il percorso di costruzione del PAES congiunto dell'Isola d'Elba

La costruzione del PAES congiunto dell'Elba ha visto coinvolti gli 8 comuni dell'Elba, i soggetti promotori (enti pubblici e istituzioni locali, associazioni di categoria e imprese turistiche) e la Provincia di Livorno come struttura di coordinamento del Patto dei Sindaci.

La Provincia di Livorno, al fine di favorire e rendere più efficace la partecipazione dei Comuni al Patto, ha fornito e messo a disposizione degli stessi una collaborazione strategica e di governance nell'impostazione dei processi locali e un supporto tecnico nella realizzazione dei PAES attraverso l'Agenzia Energetica della Provincia di Livorno (EALP).



Il supporto è consistito nelle seguenti azioni:

1. realizzazione dell'Inventario delle Emissioni (IBE ed IME) dell'intera isola;
2. elaborazione e Redazione del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile dell'Elba;
3. “organizzare” il coinvolgimento degli stakeholder attraverso la creazione di partenariati locali pubblico-privati con l'obiettivo di sostenere la successiva attuazione dei progetti del PAES.

2.1. La scelta del PAES congiunto da parte dei Comuni elbani

L'adesione dei Comuni elbani al Patto dei Sindaci è stata il primo atto del progetto ed il primo supporto istituzionale fornito dalla Provincia e dall'Agenzia Energetica della Provincia di Livorno. Nel marzo 2012 soltanto il comune di Marciana Marina aveva aderito e presentato il PAES, validato dall'Ufficio Europeo del Patto dei Sindaci.

Tabella 5 – *Le date di adesione dei Comuni elbani al Patto dei Sindaci*

Comune	Data di adesione	Delibera Consiglio Comunale
Marciana Marina	16/03/2010	Delibera C.C. n° 9 del 16/03/2010
Campo nell'Elba	11/04/2012	Delibera C.C. n° 17 del 11/04/2012
Rio Marina	12/04/2012	Delibera C.C. n° 3 del 12/04/2012
Marciana	17/05/2012	Delibera C.C. n° 41 del 17/05/2012
Capoliveri	21/06/2012	Delibera C.C. n° 31 del 21/06/2012
Portoferraio	28/06/2012	Delibera C.C. n° 42 del 28/06/2012
Rio nell'Elba	03/07/2012	Delibera C.C. n° 26 del 03/07/2012
Porto Azzurro	27/09/2012	Delibera C.C. n° 60 del 27/09/2012

Ma l'elemento di innovazione del Paes dell'Elba è quello di aver voluto presentare un PAES congiunto e cioè un Piano di azione comune, voluto e sottoscritto da tutti i Comuni elbani.

Tabella 6 – Il PAES congiunto approvato dai Comuni

Comune	Data di adesione	Delibera Consiglio Comunale
Marciana Marina	30/09/2013	Delibera C.C. n° 46
Campo nell'Elba	16/09/2013	Delibera C.C. n° 66
Rio Marina	10/10/2013	Delibera C.C. n° 15
Marciana	15/10/2013	Delibera C.C. n° 59
Capoliveri	26/09/2013	Delibera C.C. n° 49
Portoferraio	30/09/2013	Delibera C.C. n° 70
Rio nell'Elba	25/09/2013	Delibera C.C. n° 34
Porto Azzurro	28/10/2013	Delibera C.C. n° 67

Le parole chiave che hanno guidato la nostra azione in riferimento al PAES congiunto, sono state quelle della consapevolezza e della necessità. La necessità è data dalle circostanze: in un territorio omogeneo e circoscritto qual è un territorio isolano è più utile unire le forze e le competenze a livello locale se si vogliono raggiungere meglio i risultati attesi. La consapevolezza va di pari passo: muoversi in modo coordinato aiuta ad identificare i bisogni di una comunità locale e a dividerli. E così facendo si ha maggiore credibilità e maggiore possibilità di successo. Questa scelta è stata dettata dalla volontà di unire le risorse umane ed economiche nello sviluppo delle azioni previste in modo da determinare una ricaduta su tutto il territorio ed ottenere risultati migliori rispetto a quelli raggiungibili se ciascun Comune avesse adottato un proprio Piano di Azione.

Questa modalità innovativa è stata peraltro concordata con l'Ufficio Europeo del Patto dei Sindaci che ha condiviso l'idea strategica di lavorare per creare collaborazioni in aree territoriali con caratteristiche comuni.

2.2. La partnership pubblico-privato applicata al PAES congiunto dell'Elba: un esempio concreto

L'obiettivo comune che richiede il coinvolgimento della sfera pubblica e di quella privata è la gravità con cui la questione ambientale si è posta negli ultimi anni a livello globale, diventando uno dei nodi cruciali dello sviluppo. Le autorità pubbliche svolgono un ruolo chiave in termini di pianificazione, ma hanno necessità di coinvolgere la comunità locale in una nuova governance per il raggiungimento di finalità comuni. D'altro canto lo sviluppo di comportamenti socialmente responsabili da parte delle imprese rappresenta un tassello essenziale sulla strada dello sviluppo sostenibile. Gli aspetti fondamentali ed innovativi che caratterizzano la partnership pubblico privato possono essere così riassunti: l'obiettivo comune da perseguire, le modalità innovative di collaborazione e le risorse di ogni partecipante alla partnership. E questo è stato l'approccio con le aziende, un approccio che mette a sistema la possibilità d'azione dei due soggetti rispetto al problema, valorizzando le possibili sinergie esistenti e creando simultaneamente condizioni win-win per tutti i partner.

Il Progetto "Isola d'Elba verso un'isola ad emissioni zero" è partito dalla ricerca di una condivisione politico valoriale tra amministrazione pubblica, organizzazioni di categoria e imprese del territorio, ossia dalla necessità di agire insieme ed in modo condiviso per mitigare i cambiamenti climatici, cercando percorsi innovativi per il raggiungimento di obiettivi complessi come sono quelli legati alla protezione del clima. La crisi della "decisione pubblica" costringe infatti ad un nuovo orientamento verso le comunità interessate, che ponga al centro la condivisione non soltanto degli obiettivi di crescita e di sviluppo delle comunità, ma anche dei percorsi utilizzati per raggiungerli. Guardando agli esempi di applicazione del PAES nelle città e nei territori che hanno elaborato un PAES soltanto dal punto di vista del "pubblico", sono evidenti le difficoltà incontrate nella realizzazione delle azioni e dei progetti inclusi: conflitti, lentezze, scarsità di risorse. Ed è anche pensando al futuro che abbiamo cercato un percorso di partnership pubblico privato con le aziende in grado di essere un fattore essenziale di successo per l'attuazione dei progetti inseriti nel PAES.

Coerentemente la Provincia ha strutturato la costruzione del PAES offrendo agli attori pubblici e privati la seguente strategia di governance:

- aggregare gli attori chiave: istituzioni pubbliche, associazioni, cittadini, singole aziende, stakeholder pubblici e privati;
- raccogliere risorse per costruire i progetti da inserire nel PAES;
- coinvolgere direttamente le imprese (in particolare quelle legate al turismo) per individuare progetti utili e realizzabili sui quali anche i soggetti privati fossero disponibili ad investire;
- creare un tavolo integrato di soggetti promotori (Comuni, associazioni di categoria, enti pubblici, imprese) di confronto e di mediazione fra esigenze diverse.

In sintesi, abbiamo proposto, in particolare alle Associazioni di categoria e quindi alle aziende del territorio, non soltanto “di prendere parte al processo di costruzione ma ad “esserne parte”. Da qui l’adesione delle imprese (e delle loro Associazioni) al progetto e l’inserimento di loro progetti all’interno del PAES. Riguardo poi ai vantaggi che scaturiscono per entrambi gli attori è possibile descriverli nel seguente modo: dal punto di vista “pubblico” si attivano collaborazioni positive con le aziende disposte ad investire sulla sostenibilità, si promuove la qualificazione dell’imprenditorialità locale nella direzione sempre della sostenibilità ed infine si possono prevenire e/o limitare i potenziali conflitti legati alla successiva attuazione del PAES.

Questo gioco cooperativo con il pubblico porta anche vantaggi per le aziende private, ad esempio: non “subire” le misure del Piano d’Azione ma definirle insieme; indirizzare gli interventi verso gli ambiti di investimento e innovazione più interessanti ed infine fare della “sostenibilità” (in particolare quella energetica) una caratteristica dell’isola. Per costruire progetti calati sulla realtà produttiva dell’isola, sono stati attivati due gruppi di aziende che si sono resi disponibili a lavorare al tavolo tecnico, realizzando un’autodiagnosi della propria carbon footprint, individuando interventi di riduzione della CO₂ e fornendo utili informazioni alle definizioni di azioni mirate al settore turistico e alla grande distribuzione. I progetti, nati dal lavoro congiunto con le aziende, costituiscono una sezione rilevante del PAES. Le aziende coinvolte dal e nel processo di costruzione sono state le seguenti:

- Turismo sostenibile: le strutture turistico-ricettive aderenti al Gruppo Pilota
 - o Eco-resort Poggio di sole (<http://www.poggiodisole.com/it/>);
 - o Hotel del Golfo (<http://www.hoteldelgolfo.it/>);
 - o Hotel Magnifico De Luxe (<http://www.ilmagnificodeluxeresort.com>);
 - o Hotel Montemerlo (<http://www.welcometoelba.com>);
 - o La Cota Quinta (due strutture presso le loc. di Nisporto e Grassera - <http://www.isoladelba.com>).
- “Grande distribuzione Sostenibile”: operatori aderenti al Gruppo Pilota che vede coinvolti i due principali operatori (Unicoop Tirreno e Conad) della grande distribuzione organizzata dell’isola, gestori di circa quattordici punti vendita su tutto il territorio dell’Isola. In dettaglio:
 - o Conad 6 punti di vendita: Superstore Portoferraio, Conad City Porto Azzurro, Conad City Pietri, Conad City Orti, Conad City Capoliveri, Conad City Campo nell’Elba;
 - o Unicoop Tirreno: gli 8 punti di vendita: Supermercato Portoferraio, Capoliveri, Maceratorio, Porto Azzurro, Campo Elba (Via Roma) Campo Elba (Via Venezia) Capoliveri (Via Mazzini).

2.3. L'organizzazione del Progetto: gli strumenti di condivisione

Fin dall'inizio si è voluto strutturare la partnership cercando di darsi gli strumenti per sviluppare e organizzare la condivisione e la realizzazione del PAES.

Nel maggio 2012 si è costituito un gruppo di lavoro tecnico composto dalla Provincia di Livorno, dall'EALP, dai tecnici comunali, finalizzato a raccogliere i dati, elaborare i bilanci energetici, fissare l'obiettivo di riduzione delle emissioni al 2020 e predisporre le azioni del PAES. In parallelo si è costituito un gruppo promotore composto, oltre che dalla Provincia e dai Comuni, dall'Ente Parco, dall'Autorità Portuale di Piombino ed Isola d'Elba, dalla Camera di Commercio di Livorno e dall'Ancim. Le Associazioni d'impresa come Confcommercio, Confesercenti, Confindustria, Associazione degli Albergatori, CNA, Coldiretti e Lega Coop hanno condiviso gli obiettivi e collaborato allo sviluppo del Progetto. La collaborazione tra i soggetti del gruppo promotore è stata poi istituzionalizzata attraverso la sottoscrizione di un protocollo d'intesa che definisce le regole di collaborazione tra i soggetti promotori, i tempi (fino al 2020) e gli impegni per attivare azioni di sviluppo locale secondo un approccio integrato pubblico-privato. Il Protocollo d'Intesa è stato siglato durante lo svolgimento dell'evento pubblico organizzato dalla Provincia di Livorno a Portoferraio nel maggio 2014 dal titolo "Elba, verso un'isola ad emissioni zero".

2.4. Lo sviluppo e la realizzazione del PAES congiunto: aspetti tecnici ed economici

I Comuni si sono impegnati a ridurre le emissioni di CO₂ al 2020 di almeno il 30% rispetto all'anno base di riferimento (2004) e quindi di circa 80.000 ton di CO₂ da raggiungersi attraverso azioni mirate alla riduzione dei consumi di energia e di risorse, all'aumento della produzione di energia da fonte rinnovabile, al turismo sostenibile e allo sviluppo della mobilità sostenibile.

I principali assi di intervento previsti dal PAES sono delineati nella tabella sottostante nella quale viene dettagliata la riduzione di CO₂.

Tabella 7 – I progetti del PAES dell'Isola d'Elba

Gli interventi previsti dal PAES Elba	Riduzione (ton CO ₂)	%
Miglioramento efficienza energetica impianti e edifici (-10% su 2011)	6.310	14
Efficientamento illuminazione pubblica e impianti termici	469	1
Sviluppo trasporto pubblico e mezzi efficienti e sostenibili (-20% su 2011)	15.889	35
Grande distribuzione organizzata	2.932	6
Fotovoltaico	1.543	3
Eolico, Geotermia, Biomassa, Stagno solare	1709	4
Energia dalle onde	5.536	12
Impiego di biocarburanti nel settore trasporti	6.889	15
Energia idrotermica	794	2
Smantellamento della centrale Enel di Portoferraio	2.300	5
Acquisti verdi della Pubblica Amministrazione	1.280	3
Riduzione complessiva di CO₂ 2011 - 2020 (ton)	45.651	100

Fonte: www.provincia.livorno.it/new/spawdocs/ambiente/PAES%20Elba%202013DEF.pdf

Alcuni degli interventi sia pubblici che privati sono corredati da una fattibilità tecnica di dettaglio e da una quantificazione economica del costo di intervento, con evidenziate le possibili modalità di finanziamento.

Lo sviluppo ed il finanziamento delle varie attività previste dal PAES Elba prevedono necessariamente un forte coinvolgimento del settore privato che ha – nella logica della P.P.P. – il compito di mettere le proprie competenze e risorse a disposizione del soggetto che avrà la responsabilità di gestire il PAES. In parallelo le istituzioni locali (Comuni, Provincia e Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano, Associazione delle Isole Minori) devono impegnarsi per individuare le risorse economiche necessarie per la realizzazione degli interventi sia pubblici che privati per i quali è previsto lo sviluppo, oltre che della parte tecnica (progetti definitivi) anche di quella finanziaria (identificazione dei contributi, finanziamenti ed investitori).

Successivamente all'invio ufficiale del PAES all'Ufficio Europeo del Patto dei Sindaci, avvenuta nel dicembre 2013, la Provincia di Livorno, con il supporto tecnico di EALP, ha avviato l'attività di sviluppo degli studi di fattibilità dei progetti preliminari inseriti nel PAES, oltre che di pubblicizzazione del piano e di definizione delle modalità di attuazione.

Analizzando le azioni previste all'interno del PAES, sono state individuate tre tipologie di progetti/interventi in relazione alla possibile copertura finanziaria dell'investimento complessivo per un importo di circa 22 milioni di Euro. In sintesi potrebbero essere attivate le seguenti coperture finanziarie:

- interventi con ritorni economici certi per i quali potrebbero essere fatti bandi di gara specifici per ESCo che realizzerebbero o finanzierebbero le opere per un ammontare totale di € 5.799.000, tra queste: illuminazione pubblica, riqualificazione energetica degli impianti termici, impianti geotermici, energia dalle onde, solare termico, installazione di bike sharing, trasporto via mare barconi elettrici;
- interventi per i quali potrebbe essere attivata una procedura come al punto precedente, ma a condizione che l'ente pubblico riesca ad ottenere un contributo a fondo perduto (ad esempio dalla Regione), in modo da ridurre i costi di investimento e rendere appetibile l'operazione a finanziatori privati (ESCo) per un ammontare totale di € 9.606.685, fra gli interventi: fotovoltaico, biomassa, eolico, teleriscaldamento con energia idrotermica marina, stagno solare;
- progetti per quali dovrà essere predisposto, partendo da quanto previsto nel PAES, uno specifico programma di investimenti e di agevolazioni e che possono riguardare sia interventi privati (ad esempio efficientamento delle strutture turistiche dell'Isola) che pubblici (in particolare in riferimento alla mobilità sostenibile). Si tratta dunque di costruire un prodotto specifico su una determinata attività o settore e candidarlo ad esempio in Regione e per chiedere incentivi/agevolazioni. Gli interventi riguardano il turismo sostenibile, lo sviluppo del TPL e l'utilizzo di mezzi a basso impatto ambientale, la mobilità elettrica sperimentale, le piste ciclabili, la realizzazione di un centro ricerche e di educazione ambientale per un ammontare di € 6.561.000.

3. Diffusione e comunicazione del PAES dell'Isola d'Elba

Fin dall'ideazione del progetto la Provincia di Livorno ha svolto un'intensa attività di diffusione e di presentazione del progetto in ambito regionale e nazionale, oltre che all'Isola d'Elba. Una diffusione finalizzata a promuovere il progetto al di fuori dell'isola, ma anche a ricercare possibili sinergie con altre progettualità sviluppate nel territorio elbano.

Un primo lancio pubblico degli obiettivi del Progetto si è svolto all'Elba nell'agosto 2013. Il convegno-seminario aveva lo scopo di fare il punto con gli attori coinvolti nel/dal Progetto circa le possibilità di finanziamento delle azioni future del PAES.

Il Coordinamento Nazionale Agende 21 Locali, il network della sostenibilità che raccoglie molte amministrazioni locali, ha offerto più occasioni di scambio di informazioni e di diffusione del Progetto. Il Seminario di formazione organizzato a Rubano (PD) nel novembre 2013 dal

Coordinamento ha visto la presenza della Provincia di Livorno che ha presentato il progetto come case-study.

L'elaborazione e la redazione del PAES hanno visto anche la condivisione di progetti europei, quale quello sviluppato sull'Isola con il Progetto ELBA +LIFE PLUS, un progetto relativo alla mobilità e alla logistica sostenibile finanziato dal programma Life 2010 e concluso nel marzo 2014.

I risultati finali del Progetto "Isola d'Elba: verso un'isola ad emissioni zero" sono stati presentati a Portoferraio nel maggio 2014, all'indomani dell'attribuzione del premio di eccellenza ai Comuni elbani per la redazione del PAES, fino a 90.000 abitanti. Il premio attribuito ai comuni elbani per il PAES congiunto dall'A+COM (network della sostenibilità che raccoglie Alleanza per il clima Italia e Kyoto club) ha – citiamo testualmente – la seguente motivazione: "il PAES coglie appieno il senso del piano congiunto anche nella parte relativa alla programmazione del finanziamento delle attività, volendo far leva sull'aggregazione dei comuni per poter avere progetti finanziabili direttamente dai fondi europei" oltre che per la forte attenzione al coinvolgimento del settore turistico.

Per concludere, l'esperienza del PAES dell'Elba è stata raccontata al Convegno dal titolo "Il Patto dei Sindaci 2.0 per una smart city – Napoli Convention 12 settembre 2014" organizzato da Alleanza per il clima Italia onlus.

4. Prospettive future

L'Ufficio Europeo del Patto dei Sindaci ha approvato il PAES. Ha quindi inizio il lavoro di attuazione e gestione del progetto (e del conseguente monitoraggio delle azioni) per il quale è necessario analizzare i seguenti problemi.

Aspetti organizzativi e gestionali: chi gestirà un progetto complesso di questa natura? La Provincia di Livorno si è assunta l'onere del coordinamento e della gestione con i Comuni elbani e l'Ente Parco nonché il ruolo di interfaccia con la Regione Toscana ed il Ministero dell'Ambiente e del Territorio, ma le incertezze normative e di "ruolo" rappresentano un ostacolo "oggettivo" al proseguimento delle attività. Una tappa necessaria sarà la verifica con gli amministratori elbani delle priorità da scegliere: quali i progetti e quali modalità di intervento finanziario per realizzarli. Infine, ma non certo per importanza, i rapporti con le altre istituzioni e primo fra tutti il livello regionale. Relativamente alle risorse economiche da reperire e le forme di finanziamento da attivare la Regione Toscana attraverso la nuova programmazione europea (2014-2020) e i finanziamenti del POR CREO (Competitività Regionale e Occupazione) rappresenta un punto centrale dell'attività di governance che la Provincia di Livorno e gli attori pubblici e privati coinvolti nel PAES dovranno realizzare.

Per quanto concerne gli aspetti tecnici è necessario definire i progetti esecutivi nonché selezionare altre proposte di intervento non comprese nel PAES; identificare attraverso gare pubbliche uno o più soggetti che attuino il PAES e cioè che realizzino le opere assumendosi il rischio finanziario soprattutto per le opere pubbliche o di pubblica utilità. E' necessario inoltre definire le modalità operative di coinvolgimento delle aziende locali in grado di offrire servizi e prodotti nei settori di interesse del PAES e quale forma giuridica e tecnica dare ad esse, singole o associate.

Problemi aperti sui quali il confronto con le amministrazioni italiane (locali e nazionali) e con i network della sostenibilità (Coordinamento Nazionale delle Agende 21 Locali, Kyoto club e Alleanza per il clima solo per citarne alcune) sarà proficuo e essenziale.

4.1. Fra Mitigazione ed Adattamento

Il tema dell'Adattamento ai cambiamenti climatici si è imposto negli ultimi anni a livello europeo e nazionale. Molte amministrazioni locali stanno lavorando su questo tema anche in continuità con la realizzazione dei Piani di Azione per l'Energia Sostenibile. Ultimo, non certo per importanza, il lavoro che sta realizzando il Ministero dell'Ambiente e del territorio attraverso la Strategia Nazionale sull'adattamento ed il Piano Nazionale sull'Adattamento. In questo scenario si colloca il futuro del PAES dell'Isola d'Elba e del lavoro di coordinamento che la Provincia di Livorno sta realizzando con i Comuni del territorio (Livorno, Collesalveti e Rosignano M.mo).

Il patrimonio accumulato con il PAES dell'Elba rappresenta un punto di partenza ineludibile anche per iniziare questa nuova partita. L'Isola d'Elba ha subito negli anni 2002 e 2011 due eventi estremi di alluvione. Le opere di sistemazione idraulica e di difesa del territorio, nonché i piani straordinari di Protezione Civile che la Provincia di Livorno e la Regione Toscana hanno adottato e reso operativi, possono rappresentare l'inizio di una strategia locale di adattamento ai cambiamenti climatici che abbia come strumento operativo un atto di indirizzo elaborato in condivisione con i Comuni, gli stakeholder pubblici e privati e la comunità scientifica locale e nazionale.

Bibliografia

Progetto LIFE – LACRe: www.lacre.it

Progetto LIFE+ELBA Project: www.elba-lifeplus.eu.

Progetto PAES Isola d'Elba: www.provincia.livorno.it/ambiente/pattodeisindaci

DAL PROGETTO LIFE “LAKS” AD UNA RETE DI PIANI PER L’ENERGIA SOSTENIBILE: UN’OPPORTUNITÀ’ PER GLI ENTI PUBBLICI

Laura Montanari¹, Giovanni Ferrari¹

¹Policy Cura della Città e Sostenibilità Ambientale del Comune di Reggio Emilia

Abstract

Per sviluppare le politiche per il clima ed energia sostenibile, il Comune di Reggio Emilia ha aderito al Patto dei Sindaci nell’autunno 2009 e nel 2011 ha adottato un proprio Piano di Azione per l’Energia Sostenibile (PAES), successivamente approvato anche dalla Commissione Europea (luglio 2012). Il documento è stato integrato con gli strumenti già in essere dell’Ente quali:

- il Piano Energetico Comunale del 2006 che viene aggiornato ogni due anni;
- il Bilancio Ambientale che è il report di sintesi del sistema di accountability che il Comune ha impostato da 12 anni;
- il progetto LIFE “LAKS” che ha visto Reggio Emilia capofila di un progetto europeo per la contabilizzazione delle emissioni di CO₂ e delle relative misure volte al loro abbattimento;
- il Piano Clima, cofinanziato dalla Regione Emilia-Romagna, che ha messo a sistema in modo più preciso le politiche comunali, inserendole in un quadro di analisi e politiche regionali e provinciali, attingendo dalla metodologia del progetto “LAKS” che è stata adottata come riferimento anche per gli strumenti di supporto che la Regione ha fornito successivamente ai Comuni per la redazione dei PAES.

Parole chiave

Progetto LIFE “LAKS”, cambiamenti climatici, politiche di riduzione della CO₂, Patto dei Sindaci, integrazione fra gli strumenti di pianificazione

1. Introduzione

L’Amministrazione comunale di Reggio Emilia è stata tra le prime in Italia ad essersi impegnata nella lotta ai cambiamenti climatici definendo una strategia di riduzione dei gas serra e di promozione delle energie rinnovabili.

Le città possono fare moltissimo nell’invertire il senso di marcia di politiche globali perché nelle città ogni scelta, o non scelta, prende concretezza nella vita delle persone. L’Unione Europea e la Regione Emilia-Romagna lo hanno riconosciuto e hanno fatto delle città i soggetti attivi più importanti per attuare politiche per la sostenibilità ambientale e il clima.

Grazie al loro duplice ruolo di pianificatori e garanti delle realtà locali, le città sono in grado di avere sempre presente i problemi territoriali e le connessioni extraterritoriali. In questa veste sono i soggetti più indicati, nel caso delle emissioni, a definire sia forme di incentivo e politiche per la loro riduzione, sia azioni di adattamento al cambiamento climatico.

Infine, le autorità locali, in quanto diretti rappresentanti della popolazione e tutori del benessere locale, sono legittimate ad agire direttamente, poiché i vantaggi vanno in primo luogo a beneficio delle realtà locali stesse.

L’impegno della città di Reggio Emilia per la lotta ai cambiamenti climatici, avviato da un decennio, è stato formalizzato nel 2009 attraverso la sottoscrizione del “Patto dei Sindaci” e la partecipazione come Comune capofila al progetto LIFE “LAKS - Local Accountability for Kyoto goals”.

Nel 2011 tale impegno si è concretizzato nella predisposizione di un Piano di Azione specifico che

metteva già a sistema in modo più preciso le politiche e i progetti dell'ente.

Successivamente, con la redazione del Piano Clima su progetto regionale, l'ente ha voluto puntualizzare meglio tali impegni, inserendoli in un quadro di analisi e politiche regionali e provinciali e cogliere l'occasione per aggiornare l'elenco degli interventi contenuti nel Piano di Azione del 2011 sulla base dei risultati di un primo monitoraggio qualitativo degli stessi già realizzati, riorganizzandoli anche nella logica proposta dal progetto regionale.

Il passo successivo consisterà nel monitoraggio quantitativo dell'attuazione delle azioni e dei risultati progressivamente raggiunti, attraverso la costruzione di un sistema di accountability specifico sul clima, allineato con l'altro strumento di accountability ambientale di cui l'ente già dispone.

Infatti il Comune di Reggio Emilia è dotato già da 10 anni di Bilanci Ambientali per contabilizzare, in modo adeguato, i costi e i benefici ambientali di tutte le proprie azioni e a monitorare la qualità dell'ambiente urbano.

L'ente quindi sta già affrontando il tema complesso dell'integrazione-allineamento degli strumenti di carattere strategico (Bilancio Ambientale, Patto dei Sindaci e Piano Clima), redigendo dal 2011 Bilanci Ambientali "Integrati", ma anche avviando la costruzione di sistemi di accountability (ambiente e clima) unici.

2. Il percorso di un territorio di area vasta

Il pacchetto clima-energia dell'Unione Europea, noto anche come Strategia 20-20-20, rappresenta il principale strumento che l'Unione Europea ha programmato per contrastare il cambiamento climatico e definisce una serie di obiettivi e di azioni rivolte all'utilizzo di fonti rinnovabili, alla riduzione dei consumi energetici ed alla riduzione appunto del 20% dei gas serra, per raggiungere entro il 2020 un'economia più efficiente in termini di risorse, più ecocompatibile e più competitiva.

Per contenere entro i 2°C il riscaldamento globale prodotto dal cambiamento climatico, il Consiglio Europeo ha riconfermato nel febbraio 2011 l'obiettivo dell'Unione Europea di ridurre le emissioni di gas serra dell'80-95% entro il 2050 rispetto al 1990, nel contesto delle riduzioni che secondo il Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC) i paesi sviluppati devono realizzare collettivamente. Questa decisione è conforme alla posizione approvata dai leader mondiali negli accordi di Copenaghen (2009) e di Cancún (2010), che prevedono l'impegno di elaborare strategie di sviluppo a lungo termine a basse emissioni di carbonio. Alcuni Stati membri si sono già mossi in questa direzione o sono in procinto di farlo, in particolare fissando obiettivi di riduzione delle emissioni per il 2050.

I modi però cui ogni Paese può raggiungere tali obiettivi sono lasciati alla libera organizzazione di ciascuno stato. Nonostante ciò le strategie di diversi paesi e regioni europee si sono focalizzate e parzialmente uniformate attorno al bisogno primario di adottare un approccio sistemico e strategico nella definizione di Piani di Azione che si occupino di concretizzare una effettiva riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra dei settori cosiddetti non-ETS, che sono il riferimento più opportuno delle politiche dei governi nazionali, regionali e locali.

I comuni, le province e le regioni giocano, infatti, un ruolo fondamentale nella lotta al cambiamento climatico, in virtù delle proprie competenze di governo del territorio e grazie alla vicinanza con gli stakeholder locali (imprese, associazioni di categoria, consumatori, ambientalisti, ecc...). Una parte consistente delle emissioni di gas serra è emessa da attività e settori soggetti a strumenti di governo messi in campo proprio dalle amministrazioni locali: dal settore civile (residenziale e terziario) a quello dei trasporti fino al settore industriale.

Viceversa per i governi locali è condizione necessaria definire una strategia comune e integrata sia in termini di obiettivi di riduzione che di pianificazione, ricercando la piena coerenza tra i piani locali in modo da enfatizzarne i risultati e definire un proprio scenario di contabilizzazione delle emissioni: insomma un vero e proprio Piano per il Clima locale.

Relativamente alla specifica realtà comunale, l'impegno della città di Reggio Emilia per la lotta ai cambiamenti climatici si è concretizzato attraverso l'attuazione di step progressivi riassunti nella Tabella 1.

Tabella 1 - Step progressivi sull'impegno alla lotta ai cambiamenti climatici del Comune di Reggio Emilia

ANNO	STRUMENTO / PROGETTO ATTUATO
2008	approvazione del Piano Energetico Comunale
2008	sottoscrizione del "Patto dei Sindaci"
2009-2011	partecipazione come Comune capofila al progetto LIFE "LAKS (Local Accountability for Kyoto goals)"
2011	stesura del Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) approvato nel 2012 dalla Commissione Europea
2013	stesura Piano Clima Locale su progetto regionale
2013	utilizzo del kit Patto dei Sindaci della Regione Emilia Romagna
2013	integrazione fra gli strumenti di pianificazione e il Bilancio Ambientale (sistema di accountability)
2014	partecipazione al progetto CIP "GeoSmartCity"
2014	adesione al Mayors Adapt

Fonte: Comune di Reggio Emilia, 2014

Il Piano Energetico Comunale

Il Comune di Reggio Emilia ha approvato nel novembre 2008 il Piano Energetico Comunale (PEC), con gli obiettivi riassunti in Tabella 2.

Tabella 2 - Sintesi degli obiettivi del Piano Energetico Comunale del Comune di Reggio Emilia

Rispetto di Kyoto	→	Diminuzione emissioni climateranti utenze Reggio Emilia
Ottimizzazione della domanda energetica	→	Diminuzione domanda energia da fonte fossile soddisfacimento bisogni
Inquinamento atmosferico	→	Adozione tecnologie a basso impatto ambientale (NOx, polveri)

Fonte: Piano Energetico del Comune di Reggio Emilia, 2008

Nel settore civile, è promossa l'efficienza energetica negli edifici (con particolare riferimento alle azioni per l'isolamento e la riqualificazione tecnologica dei fabbricati), attraverso l'applicazione della nuova legislazione nazionale e regionale e delle norme volontarie dal protocollo ECOABITA. Il PEC prevede inoltre che i privati dedichino congrue risorse alla realizzazione di impianti fotovoltaici e solari termici di piccole dimensioni, la promozione della micro-cogenerazione, le installazioni microeoliche in ambito urbano, nonché strumenti e azioni per sensibilizzare i cittadini verso le buone pratiche energetiche ed il risparmio.

Nel settore industriale, il PEC prevede la promozione della realizzazione e/o la riqualificazione di distretti industriali ad alta efficienza energetica nell'ambito delle aree ecologicamente attrezzate; sono vagliate le potenzialità relative alla promozione di impianti di cogenerazione e di sistemi fotovoltaici di media taglia e quelle connesse alla realizzazione di consorzi che sviluppino iniziative finalizzate alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili grazie ad impianti localizzati anche in territori diversi da quello comunale.

Nel settore della Pubblica Amministrazione, il PEC prevede di perseverare sulla stessa linea politica che ha promosso buone pratiche per il risparmio energetico, insieme a fotovoltaico, efficienza energetica, anche attraverso l'appalto dei servizi di riscaldamento e di illuminazione pubblica e progetti per la mobilità sostenibile.

Nel settore agricolo il PEC prevede di sostenere la diffusione di sistemi fotovoltaici, nonché di stazioni di cogenerazione alimentate da biomasse gestite nell'ambito di iniziative a filiera corta.

Nel settore della mobilità, il PEC recepisce le direttive del Piano Urbano della Mobilità Comunale che ha previsto una serie di interventi strutturali per l'ottimizzazione dei flussi veicolari e il controllo dell'impatto ambientale ad essi associati.

Come detto, nel 2008 il Comune di Reggio Emilia ha approvato il Piano Energetico Comunale,

finalizzato a favorire e incentivare l'uso razionale dell'energia, il contenimento dei consumi energetici, il miglioramento dei processi di trasformazione energetica attraverso un incremento della loro efficienza e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili.

Il Piano energetico, nel rispetto delle prescrizioni di Kyoto, oltre a elaborare l'inventario delle emissioni climalteranti del territorio, ha fissato i primi obiettivi di riduzione della CO₂ al 2012 per i diversi settori ed anche procapite.

L'evoluzione economica negativa che si è intensificata dal 2010 in poi ha modificato gli obiettivi previsti dal PEC 2008.

Nel 2008 a Reggio Emilia la forte crescita demografica (+21% dal 1990 al 2006) e la conseguente elevata domanda di energia stimavano gli obiettivi di riduzione della CO₂ fissati da Kyoto molto velleitari:

- emissioni climalteranti 1990: 1.137 kt CO₂
- valore obiettivo al 2012 (Kyoto): 1.063 kt CO₂
- valore reale 2008: 1.273 kt CO₂
- obiettivo corretto a causa dell'aumento della popolazione: -332 kt CO₂ (-16%)

Attualmente la situazione si è completamente modificata non solo per le politiche virtuose attuate in questi anni, ma soprattutto per la crisi economica che ha ridotto le attività delle aziende e contemporaneamente ha diminuito il grande flusso migratorio.

Di conseguenza, paradossalmente, l'obiettivo di diminuzione della CO₂ fissato da Kyoto (e successivamente dal Patto dei Sindaci) è stato raggiunto.

Il Patto dei Sindaci – Il PAES del Comune di Reggio Emilia

A supporto del Piano Energetico, il 12 ottobre 2009, il Comune di Reggio Emilia ha sottoscritto il “Patto dei Sindaci - Covenant of Mayors”, promosso dalla Commissione Europea nel 2008, che impegna le città europee a predisporre un “Piano di Azione per l'Energia Sostenibile” per affrontare la sfida ai cambiamenti climatici e ridurre di oltre il 20% le proprie emissioni di gas serra (in particolare la CO₂) entro il 2020.

Lo strumento gestionale per le politiche del Comune per il clima e per attuare gli impegni sottoscritti con il Patto dei Sindaci è il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) che, per struttura intrinseca e per scelta specifica dell'Amministrazione Comunale, coincide con il Piano di Mitigazione redatto nell'ambito del progetto LIFE “LAKS” (di cui si tratterà più avanti).

Nei vari studi elaborati, a partire dal PEC, l'anno di riferimento scelto dal Comune di Reggio Emilia da cui costruire politiche ed azioni di riduzione della CO₂ è stato il 2000. Il periodo 2000-2020 è stato diviso in due: 2000-2008 e 2009-2020. Nel primo periodo, le azioni messe in campo dall'Amministrazione hanno dimezzato l'obiettivo di riduzione delle emissioni di CO₂.

Grazie a politiche virtuose, ma anche per effetto della crisi economica, le emissioni di CO₂, verificate monitorando il Piano Energetico sono effettivamente diminuite a livello locale, attestandosi a fine 2012 già a 7,93 tCO₂/ab (nel 2000 era pari a 9,4) che quasi coincide con l'obiettivo al 2020 che è 7,52.

Il SEAP redatto dal Comune di Reggio Emilia prevede 46 azioni sui settori produzione locale di energia rinnovabile dell'ente e del territorio, edifici pubblici, residenziale, verde, illuminazione pubblica, acqua, rifiuti, mobilità e trasporti, industria, agricoltura, commercio, terziario.

Tutto questo sarà possibile solo con il coinvolgimento di tutte le altre componenti locali (aziende consorziate, industria, agricoltura, commercio, ecc.), perché il Piano non considera solo le riduzioni che si possono ottenere con interventi relativamente alle attività dirette dell'Amministrazione, ma si estende anche a tutto il territorio, comprendendo quindi politiche specifiche volte a ridurre le emissioni derivanti dalle attività economiche, dai cittadini, dai trasporti, ecc.

Il progetto LAKS

Il progetto, presentato alla Commissione Europea dal Comune di Reggio Emilia, ha ottenuto, nell'ambito del programma LIFE+ 2007, il co-finanziamento dell'Unione Europea.

Gli obiettivi del progetto sono i seguenti: contabilizzare le emissioni climalteranti e i gas serra attraverso l'ideazione di uno specifico inventario e monitorare l'impatto delle politiche e delle azioni locali integrandosi con le attività previste dal Patto dei Sindaci (che nel frattempo il Comune aveva sottoscritto).

Insieme al Comune di Reggio Emilia (capofila), hanno partecipato al progetto l'ARPA Emilia-Romagna e i Comuni di Padova (Italia), Girona (Spagna) e Bydgoszcz (Polonia).

I Comuni partner ed ARPA hanno progettato e realizzato un innovativo software che permette di convertire in modo automatico i consumi di energia di un territorio e di un Ente – partendo dai consumi finali – in emissioni di gas climalteranti.

Il software è scaricabile gratuitamente all'interno delle linee guida del progetto: www.municipio.re.it/laks.

L'inventario LAKS è uno strumento creato per aiutare le amministrazioni locali ad effettuare il calcolo delle proprie emissioni di gas serra (CO_{2eq}) relative alle "Attività comunali" (o Government) e alle "Attività sul territorio" (o Community); aiuta a calcolare l'impatto delle emissioni serra comunali in base al consumo di energia e ai rifiuti conferiti in discarica; è stato sviluppato dal Gruppo di progetto LAKS, con il supporto di ICLEI Europe, specificatamente per essere utilizzato dalle amministrazioni locali italiane.

Lo strumento di calcolo è accompagnato da una guida che fornisce maggiori informazioni e istruzioni facili da consultare per la raccolta dei dati e il loro inserimento nelle schede.

Nello strumento di calcolo sono presenti diverse schede differenziate per l'inserimento dei dati raccolti sui settori delle sezioni "Attività comunali" e "Attività sul territorio" del Comune.

Tra i settori della sezione "Attività comunali" sono inclusi edifici, parco auto, illuminazione stradale, acqua e rifiuti.

Tra i settori della sezione "Attività sul territorio" sono inclusi il residenziale, il commerciale, l'industriale, i trasporti e i rifiuti.

In sintesi, le emissioni di CO₂ complessive a Reggio Emilia suddivise per settori nel 2000 erano così distribuite:

- Reti e servizi pubblici (illuminazione pubblica, acqua, rifiuti) 5%
- Mobilità 27%
- Residenziale 23%
- Sistema produttivo 37%
- Produzione locale di energia 8%

Il Piano di Mitigazione / PAES del Comune di Reggio Emilia contiene 46 azioni così distribuite:

- Edifici pubblici, Settore residenziale, Verde

5 azioni, tra le quali: promozione dell'efficienza energetica nelle nuove ristrutturazioni, progetto per l'adozione su base volontaria della certificazione Ecoabita da parte dei cittadini nella costruzione di nuovi edifici privati, realizzazione di nuove aree verdi nella zona del Parco del Rodano, nel Fontanile dell'Ariolo e nuovo bosco urbano.

- Illuminazione pubblica, Acqua, Rifiuti

7 azioni, tra le quali: miglioramento del sistema di illuminazione pubblica con lampade ad alta efficienza energetica, adozione di misure per la manutenzione delle reti idriche per minimizzare gli sprechi, estensione utilizzo dei regolatori di flusso energetico dell'illuminazione pubblica, chiusura inceneritore di Cavazzoli.

- Mobilità e trasporti

16 azioni, tra le quali: assestamento della conversione della flotta veicoli comunali con veicoli elettrici, promozione dell'uso della bicicletta realizzando progetti di bike sharing, aumentando la sicurezza dei ciclisti e creando nuove piste ciclabili, potenziamento del trasporto pubblico con un differente sistema di gestione dei semafori, promozione delle azioni di mobility management.

- Industria, Agricoltura, Commercio, Terziario

6 azioni, tra le quali: potenziamento dei sistemi di Green Public Procurement, realizzazione di un'area ecologicamente attrezzata nella zona industriale di Prato Gavassa, promozione, presso le aziende locali e gli esercizi commerciali del territorio, del ricorso a sistemi di approvvigionamento presso le filiere commerciali corte.

- Produzione locale di energia rinnovabile dell'ente e del territorio

12 azioni, tra le quali: impianti fotovoltaici su tetti e altre superfici di proprietà del Comune, impianti fotovoltaici su tetti e terreni privati, impianti di micro-cogenerazione per soddisfare il fabbisogno energetico degli edifici industriali, installazione di una nuova centrale a biomassa nel territorio comunale.

Il Piano prevede di ridurre del 21,9% le emissioni al 2020 rispetto al 2000 (vedi Tabella 3).

Tabella 3 - Obiettivi di riduzione della CO₂ del Comune di Reggio Emilia

Anno base 2000: Emissioni totali di gas serra del territorio	1.375.000 tCO _{2eq}
Target di riduzione delle emissioni di gas serra al 2020	-21,9% pari a 300.000 tCO ₂
Riduzioni già ottenute grazie agli interventi realizzati dal 2000 al 2008	-9,7% pari a -134.000 tCO ₂
Riduzione residua (2009-2020) delle emissioni per raggiungere il target al 2020	-12,2% pari a -166.000 tCO ₂

Contributo delle diverse linee di intervento	%
Produzione locale di energia dell'ente e del territorio (attività produttive)	-7,2
Edifici pubblici, Settore residenziale, Verde	-2,1
Illuminazione pubblica, Acqua, Rifiuti	-2,3
Mobilità, Trasporti	-0,5
Buone pratiche	-0,1
Totale al 2020	-12,2

Fonte: Comune di Reggio Emilia, 2010

Il Piano Clima

Nel 2010, la Regione Emilia Romagna ha intrapreso un percorso per la realizzazione dell'iniziativa "Piani Clima in Emilia-Romagna". Per la costruzione dell'inventario delle emissioni, è stato utilizzato un software basato sulla metodologia proposta dal progetto LIFE "LAKS" migliorandolo ed adattandolo alla realtà regionale. L'iniziativa ha impegnato direttamente Province e Comuni capoluogo nella costruzione e attuazione dei propri piani clima territoriali.

Per il Comune di Reggio Emilia, l'iniziativa sui Piani Clima è stata l'occasione per puntualizzare meglio gli impegni assunti con l'adesione al Patto dei Sindaci, inserendoli in un quadro di analisi e politiche regionali e provinciali, e per aggiornare le 46 azioni contenute nel PAES del 2011 sulla base dei risultati di un primo monitoraggio qualitativo delle stesse, riorganizzandole e accorpandole in 22 interventi, anche nella logica proposta dal progetto regionale. Il PAES originario predisposto dal Comune di Reggio Emilia è stato quindi modificato e aggiornato in base alle indicazioni del Piano Clima.

Il kit del Patto dei Sindaci della Regione Emilia Romagna

Nello stesso periodo, la Regione ha iniziato un processo di promozione del Patto dei Sindaci rivolto a tutti i Comuni³⁷, diffondendo un kit di strumenti operativi specifici per la realizzazione del PAES, secondo modalità coerenti con quelle indicate dal JRC (Joint Research Centre). Questi strumenti sono stati usati anche dal Comune di Reggio Emilia che in questo modo sta terminando il processo di “rinnovamento” del proprio PAES adottando una metodologia condivisa e validata.

Gli strumenti di calcolo proposti dalla Regione facilitano anche il monitoraggio quantitativo dei risultati delle azioni.

La Commissione Europea ha recentemente emanato le linee guida del monitoraggio del PAES, ma nel frattempo il Comune di Reggio Emilia aveva già iniziato a studiare autonomamente le modalità di realizzazione del monitoraggio del proprio Piano Clima e del PAES, intanto da un punto di vista qualitativo; in pratica, sono stati agganciati gli indicatori del Bilancio Ambientale con i dati e le informazioni relative alle azioni inserite, monitorandone lo stato di avanzamento e inserendo, laddove possibile, i dati degli indicatori e i risultati raggiunti in termini di riduzione della CO₂.

Il progetto CIP “GeoSmartCity”

Il Comune di Reggio Emilia, anche in ottemperanza alla legge sulla trasparenza dei dati pubblici, sta lavorando sul tema degli “open data”.

Da gennaio 2104, insieme ad altri 15 partner, si è avviato il progetto GeoSmartCity, finalizzato a creare una piattaforma web dove condividere e pubblicare dati geografici in formato “open”.

Il ruolo del nostro Comune è quello di lavorare sul tema della Green Energy:

- selezionando dati di interesse per l’Ente da caricare nella piattaforma web che verrà realizzata dai partner tecnici;
- modellando il processo e standardizzando i dati rispetto alle normative europee (es. Direttiva INSPIRE);
- definendo le modalità di utilizzo dei dati per i vari stakeholder (“casi d’uso”);
- testando la piattaforma.

In particolare il Comune si occuperà di dati relativi ai consumi energetici degli edifici, sia del settore pubblico che privato residenziale, e degli impianti fotovoltaici presenti sul territorio comunale.

Il Comune coglierà l'occasione del progetto per mettere a sistema, per i propri edifici e per quelli del territorio, tutta una serie di Banche Dati (geografiche e non) che esistono già presso diversi uffici, ma che vanno armonizzate e associate al fine di creare un sistema informativo territoriale unico.

Questo progetto potrà essere l'occasione per creare:

- un sistema informativo territoriale - contenente gli edifici del territorio con associate varie informazioni relative sia all'edificio (dati catastali, volumetrie, funzioni, ...) sia alle caratteristiche energetiche (consumi di energia elettrica e di gas metano, certificazione energetica, impianti fotovoltaici, ...),
- un ufficio SIT e
- una banca dati territoriale, associando agli edifici altre informazioni e inserendo nel sistema dati geografici di diverso tipo, ambientale e non (es. piste ciclabili, grafo stradale, illuminazione pubblica, catasto antenne della telefonia mobile, gestione dei rifiuti, dati sociali, ...).

³⁷ Per maggiori dettagli sulle iniziative legate ai Piani Clima e al Patto dei Sindaci in Emilia-Romagna si veda il contributo “L’esperienza di governance multilivello della Regione Emilia-Romagna: supporto alle politiche di mitigazione e adattamento e strumenti operativi”.

Adesione al Mayors Adapt

“Mayors Adapt” è l’iniziativa del Patto dei Sindaci lanciata recentemente per favorire l’impegno delle città nello sviluppo di strategie locali di adattamento ai cambiamenti climatici. Le città che aderiscono all’iniziativa si impegnano a contribuire al perseguimento dell’obiettivo generale della strategia di adattamento dell’UE sviluppando una strategia di adattamento complessiva locale o integrando l’adattamento ai cambiamenti climatici nei relativi piani esistenti.

“Mayors Adapt” intende supportare e facilitare la visibilità di azioni locali per l’adattamento e delle città che sono pioniere su questo tema. L’iniziativa della Commissione Europea supporta l’azione locale per l’adattamento anche grazie ad un servizio di assistenza, guida e opportunità di fare rete con altre realtà.

Il Coordinamento Agende 21 Locali Italiane, nel corso della XV Assemblea tenutasi a Padova a settembre 2013, ha istituito la Rete “Le città e il clima” che vuole proprio essere una piattaforma nazionale di scambio di buone pratiche su questi temi, con l’obiettivo di fornire un supporto alle città su clima e adattamento.

Il sistema di accountability

Per orientare la propria azione verso la sostenibilità, Il Comune di Reggio Emilia ha scelto la Contabilità Ambientale. Attraverso di essa, l’Amministrazione vuole dare conto sistematicamente ai propri cittadini degli esiti delle proprie politiche sull’ambiente e dell’attuazione degli impegni ambientali presi, fornendo al tempo stesso ai propri decisori informazioni, costanti e validate, indispensabili per orientare gli indirizzi politici e per attuare le opportune scelte gestionali.

La Contabilità Ambientale del Comune di Reggio Emilia nasce nell’ambito del progetto europeo Life-Ambiente “CLEAR” che nel 2002 ha definito una metodologia immediatamente applicabile, semplice ma efficace, per la redazione di bilanci di enti pubblici locali inerenti le tematiche ambientali e territoriali, quali bilanci satelliti ai bilanci economico-finanziari.

Dopo le prime sperimentazioni, l’Amministrazione ha scelto di proseguire questa esperienza mettendo a sistema lo strumento, al fine di redigere ed approvare in Consiglio Comunale due Bilanci Ambientali all’anno, uno a preventivo ed uno a consuntivo. L’ente ha già approvato 16 Bilanci Ambientali. Ciò che il Comune di Reggio Emilia sta realizzando consiste nella costruzione di un sistema di accountability specifico sul clima, allineato con lo strumento di accountability ambientale di cui l’ente già dispone.

Avendo redatto il PAES/Piano Clima ed essendo dotato da tempo di un sistema di Contabilità Ambientale, il Comune di Reggio Emilia ha voluto affrontare il tema complesso dell’integrazione-allineamento dei due strumenti di carattere strategico per l’ambiente e il clima, decidendo di redigere Bilanci Ambientali “Integrati” con i documenti previsti dal Patto dei Sindaci.

Il processo di allineamento-integrazione, già avviato con gli ultimi Bilanci Ambientali, è stato recentemente messo a punto metodologicamente e condiviso all’interno della Associazione “Coordinamento Agende 21 locali italiane”, che ha redatto un documento di indirizzo specifico dal titolo “Accountability per il Clima: monitoraggio e rendicontazione del PAES e allineamento con il Bilancio Ambientale”.

In sintesi, il processo prevede di redigere annualmente a preventivo e a consuntivo Bilanci Ambientali “Integrati” con il PAES. Tali documenti, nell’idea sviluppata, mantengono la struttura di base del Bilancio Ambientale già utilizzata, basata sulle matrici ambientale “classiche” (ambiti di rendicontazione), ma contengono anche gli impegni indicati nel PAES e una rendicontazione semplificata delle azioni del PAES:

- i Bilanci Ambientali Integrati a Preventivo riportano la sintesi degli indirizzi e di tutti progetti previsti dal PAES già approvati, evidenziano i progetti previsti dal PAES per l’anno ed individuano eventuali nuovi progetti inizialmente non previsti;
- i Bilanci Ambientali Integrati a Consuntivo contengono il monitoraggio e la rendicontazione semplificata dell’attuazione dei progetti del PAES;

-
- i Bilanci Ambientali a consuntivo verranno affiancati ogni due anni da un Report di monitoraggio specifico (Bilancio del Clima), contenente il monitoraggio e la rendicontazione più tecnica e di dettaglio del PAES (così come chiesto dal Patto dei Sindaci), da approvare contestualmente al Bilancio Ambientale Integrato e da inviare alla Commissione Europea;
 - il Bilancio del Clima conterrà ogni 4 anni anche un report con l'inventario delle emissioni aggiornato.

3. Conclusioni

La Regione Emilia Romagna, prendendo spunto dall'esperienza del Comune di Reggio Emilia con il progetto LIFE "LAKS", adattando e migliorando la metodologia proposta nell'ambito del progetto stesso, ha promosso a livello territoriale l'attuazione di politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici, attraverso il coordinamento delle politiche locali con l'esperienza dei piani clima e con lo sviluppo di strumenti operativi che agevolano i Comuni nell'elaborazione dell'inventario delle emissioni e del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile.

Il Comune di Reggio Emilia ha integrato le varie esperienze mettendo a sistema un pacchetto di strumenti che in modo sinergico offrono modalità utili per affrontare le politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici. E' un esempio di progettazione attuata a vari livelli istituzionali: europeo, nazionale, regionale, provinciale, comunale, che progressivamente affina e migliora le risposte che gli Enti pubblici possono offrire alle diverse criticità ambientali.

E' l'esempio (molto raro) di un progetto che non termina con la chiusura amministrativa dello stesso, ma che si diffonde ad altri livelli istituzionali migliorandosi nel tempo e attingendo da esperienze e know-how prodotti a vari livelli dalla Pubblica Amministrazione e da enti di ricerca.

Bibliografia

<http://www.municipio.re.it/ambiente>

<http://www.municipio.re.it/energia>

http://www.pattodeisindaci.eu/index_it.html

<http://www.municipio.re.it/laks>

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/sviluppo-sostenibile/temi/piani-clima>

<http://energia.regione.emilia-romagna.it/entra-in-regione/politiche-europee/patto-sindaci/patto-dei-sindaci>

<http://www.geosmartcity.eu>

<http://mayors-adapt.eu>

<http://www.accountabilityambiente.it>

2. IMPATTI E VULNERABILITÀ

Onde di calore e indici di temperature estreme in Italia

F. Desiato, G. Fioravanti, P. Fraschetti, W. Perconti, E. Piervitali – ISPRA

Andamento della temperatura estiva sul periodo 1963-2014 per la stazione di Genova Sestri

L. Onorato, L. Rusca – ARPA Liguria, G. Agrillo – CNR ISAC

Impatto sulla salute delle ondate di calore nel 2013: valutazione preliminare sulla distribuzione della mortalità estiva nell'area urbana di Torino

C. Ivaldi, M. Noascone, A. Caiazza, R. Pelosini, B. Cagnazzi, E. Bonansea, M. Carrino, G. Nicolò – ARPA Piemonte

Clima, salute e benessere in città

F. De Maio, L. Sinisi, J. Tuscano – ISPRA

Indagine preliminare sui trend temporali di indicatori associati alla presenza di pollini allergenici nella regione Emilia-Romagna in relazione ai cambiamenti climatici

S. Marchesi, P. Lauriola – ARPA Emilia Romagna, V. De Gironimo – ISPRA

Impatti del cambiamento climatico sulla qualità dell'aria negli ambienti urbani

M. Lapi, J. Terràdez Mas – Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Eventi estremi di precipitazione e criticità geologico-idrauliche nell'area urbana della Capitale

M. Amanti, D. Berti, M. Lucarini, A. Troccoli – ISPRA

La Carta della vulnerabilità climatica di Roma 1.0

A. Filpa – Università degli Studi di Roma Tre

Consumo di suolo, servizi ecosistemici e adattamento al cambiamento climatico nelle aree urbane

L. Congedo, M. Munafò – ISPRA, S. Macchi, L. Ricci – Sapienza Università di Roma

ONDE DI CALORE E INDICI DI TEMPERATURE ESTREME IN ITALIA

Franco Desiato¹, Guido Fioravanti¹, Piero Frascchetti¹, Walter Perconti¹, Emanuela Piervitali¹

¹Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Abstract

Gli eventi estremi di temperatura possono determinare alcuni degli impatti dei cambiamenti climatici più rilevanti per le aree urbane. Tali impatti, in particolare quelli sulla salute della popolazione, sono accentuati dall'effetto "isola di calore". In questo lavoro vengono presentati i valori di alcuni indici di estremi di temperatura in Italia, incluse le onde di calore. Essi sono stati calcolati su dati rilevati da stazioni meteorologiche installate e gestite per diverse finalità e quindi rappresentative di diverse tipologie di territorio. Gli indici costituiscono comunque un elemento di conoscenza di aspetti critici del clima italiano e delle sue variazioni, ai quali le aree urbane sono particolarmente vulnerabili. I risultati mostrano che nell'ultimo mezzo secolo si registrano variazioni statisticamente significative degli indici di estremi, tutti di segno coerente con un aumento della temperatura media.

Parole chiave

Indicatori climatici, estremi di temperatura, onde di calore, isole di calore

1. Introduzione

La variabilità climatica riguarda sia i valori medi che le distribuzioni statistiche e i valori estremi delle variabili climatiche. La conoscenza degli estremi e delle loro variazioni riveste particolare importanza nella valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici e conseguentemente nella definizione delle strategie di adattamento; infatti, gli eventi estremi possono essere causa di impatti rilevanti sulla salute, le attività economiche, il territorio, l'ambiente e la società in genere.

Tra gli eventi naturali più disastrosi che si sono verificati in Europa nei decenni più recenti, le onde di calore hanno causato il numero più elevato di vittime (EEA, 2010). È stato stimato che le onde di calore dell'estate 2003 abbiano causato circa 70.000 morti in eccesso in quattro mesi in Europa Centrale e Occidentale.

Gli eventi estremi di temperatura e le onde di calore assumono un rilievo particolare nelle aree urbane. L'urbanizzazione e le attività umane alterano sostanzialmente il bilancio energetico determinato dalla radiazione solare che viene assorbita dalla superficie, dalla energia che viene immagazzinata dagli edifici e da quella che viene successivamente rilasciata in atmosfera. In particolare, l'effetto di raffreddamento che si deve alle superfici ricoperte di vegetazione viene sostituito, più o meno significativamente, dall'assorbimento del calore che si deve al cemento e all'asfalto (Oke, 1982).

L'insieme degli effetti di questi fenomeni è noto come "isola di calore" (*urban heat island*), da cui deriva sostanzialmente che nelle aree urbane si registrano in media temperature più elevate rispetto alle aree rurali circostanti. Le differenze di temperatura sono più elevate man mano che si procede dalla periferia verso il centro e possono essere di diversa entità (fino a 5 - 10 °C) in funzione delle dimensioni della città, della sua conformazione e del numero di abitanti. La differenza di temperatura è generalmente più sensibile durante la notte. I disagi causati dall'isola di calore sono accentuati dalla minore ventilazione presente nell'area urbana rispetto all'area circostante, che determina un aumento della temperatura percepita.

Nel seguito, vengono presentati i valori di alcuni indici di estremi di temperatura in Italia, incluse le onde di calore. Essi sono stati calcolati su dati rilevati da stazioni meteorologiche installate e gestite per diverse finalità e quindi rappresentative di diverse tipologie di territorio, con quote più o meno elevate del livello di urbanizzazione. Gli indici costituiscono comunque un elemento di conoscenza di aspetti critici del clima italiano e delle sue variazioni, ai quali, per i motivi riportati sopra sinteticamente, le aree urbane sono particolarmente vulnerabili.

2. Gli indici degli estremi di temperatura

Con l'obiettivo di definire una metodologia comune per la valutazione delle variazioni degli estremi climatici e di rendere confrontabili i risultati ottenuti in diverse parti del mondo, l'*Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI)* del "*CLIVAR Working Group on Climate Change Detection*" della Commissione per la Climatologia dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale, ha definito un insieme di indici, idonei a descrivere gli estremi di temperatura e precipitazione in termini di frequenza, intensità e durata (Peterson *et al.*, 2001). Alcuni di questi indici si prestano bene, sia per il loro significato che per la disponibilità dei dati necessari al loro calcolo, a valutare le onde di calore e gli eventi estremi di temperatura in Italia (Toreti e Desiato, 2008).

In particolare, l'indice WSDI (*Warm Spell Duration Index*) rappresenta la durata delle onde di calore e si definisce come il numero di giorni nell'anno che fanno parte di un periodo caldo definito come una sequenza di almeno sei giorni consecutivi in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile della distribuzione nell'intervallo di riferimento 1961-1990. I valori dei percentili sono calcolati su una finestra di 5 giorni centrata su ogni giorno dell'anno. L'utilizzo di valori soglia definiti dai percentili rende questo indice di durata rappresentativo delle variazioni del clima a scala locale.

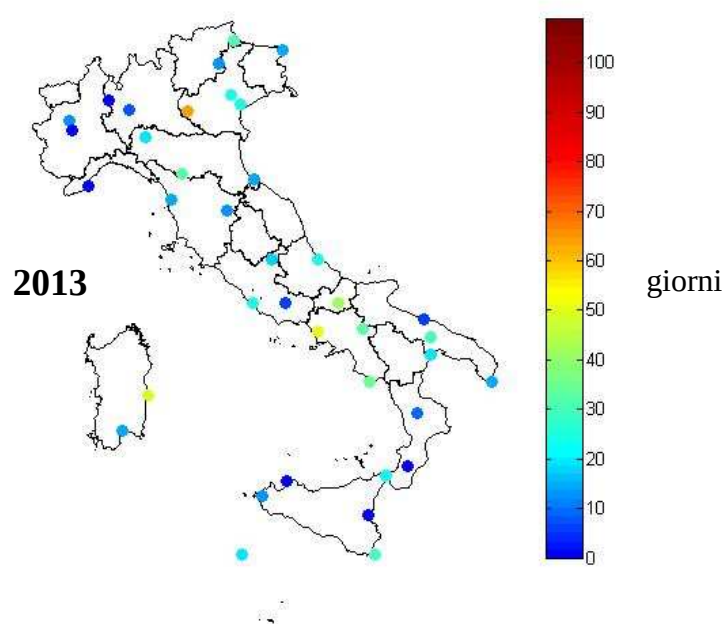
Nella categoria degli indici definiti da un valore di soglia fisso rientrano invece i seguenti indici annuali di temperatura: il numero di giorni con gelo (FD0), cioè il numero di giorni nell'anno con temperatura minima ≤ 0 °C; il numero di giorni estivi (SU25), cioè il numero di giorni nell'anno con temperatura massima > 25 °C; il numero di notti tropicali (TR20), cioè numero di giorni nell'anno con temperatura minima > 20 °C.

3. I valori degli indici nel 2013

Per avere un'idea dei valori e della distribuzione geografica degli indici in Italia, sono stati calcolati e rappresentati su una mappa quelli relativi all'anno 2013. La fonte di dati è il Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA, www.scia.isprambiente.it; Desiato *et al.*, 2007 e 2011), sviluppato dall'ISPRA e alimentato negli anni grazie alla collaborazione e con i dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (AM), dell'Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia applicate all'Agricoltura (CRA-CMA), di numerose Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) e dei Servizi Agrometeorologici Regionali della Sicilia e delle Marche. Complessivamente, nel 2013 i dati statistici di temperatura e precipitazione del sistema SCIA sono stati derivati da circa 900 stazioni distribuite sull'intero territorio nazionale. Di queste, 870 sono risultate utili al calcolo degli indici SU25, TR20 e FD0, mentre 38 sono risultate utili al calcolo delle onde di calore (indice WSDI), che necessita di serie di dati completi dal 1961.

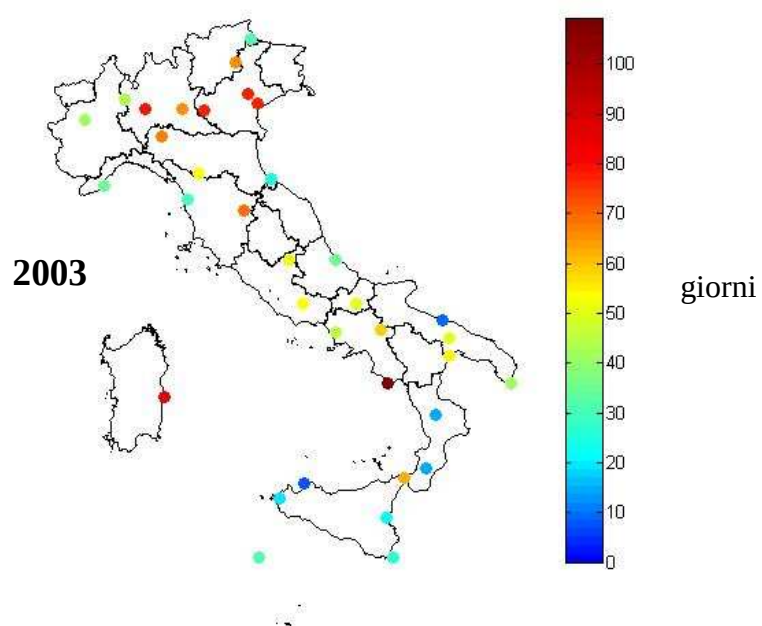
I valori del WSDI del 2013 sono compresi tra 0 e 65 giorni e sono geograficamente distribuiti in modo piuttosto irregolare (figura 1). Va ricordato che l'indice non rappresenta un valore assoluto di durata dei periodi di caldo intenso (nel qual caso ci si aspetterebbe di registrare i valori più elevati dell'indice nelle località con temperature massime estive più elevate), bensì la durata dei periodi in cui è stata registrata, in un certa stazione, una temperatura massima che si colloca tra i valori più elevati all'interno della distribuzione delle temperature massime registrate nel periodo climatologico 1961-1990 in quella stazione. I valori del WSDI del 2013 possono essere messi a confronto con gli analoghi del 2003 (figura 2), la cui estate viene ricordata per il caldo intenso e persistente che ha interessato l'Europa centrale ed il nostro Paese. I valori del 2003 sono superiori a quelli del 2013 in quasi tutte le stazioni, raggiungendo un massimo di circa 110 giorni; su gran parte delle stazioni considerate, nel 2003 sono stati registrati i valori più elevati di tutto il periodo. Le mappe dei valori 2013 degli indici SU25, TR20 e FD0 (figura 3) sono di interpretazione più immediata. Si può notare che i valori più elevati del numero di notti tropicali si registrano prevalentemente nelle località costiere, soprattutto del meridione e delle isole.

Figura 1 – Mappa del numero di giorni con onde di calore (WSDI) in Italia nel 2013



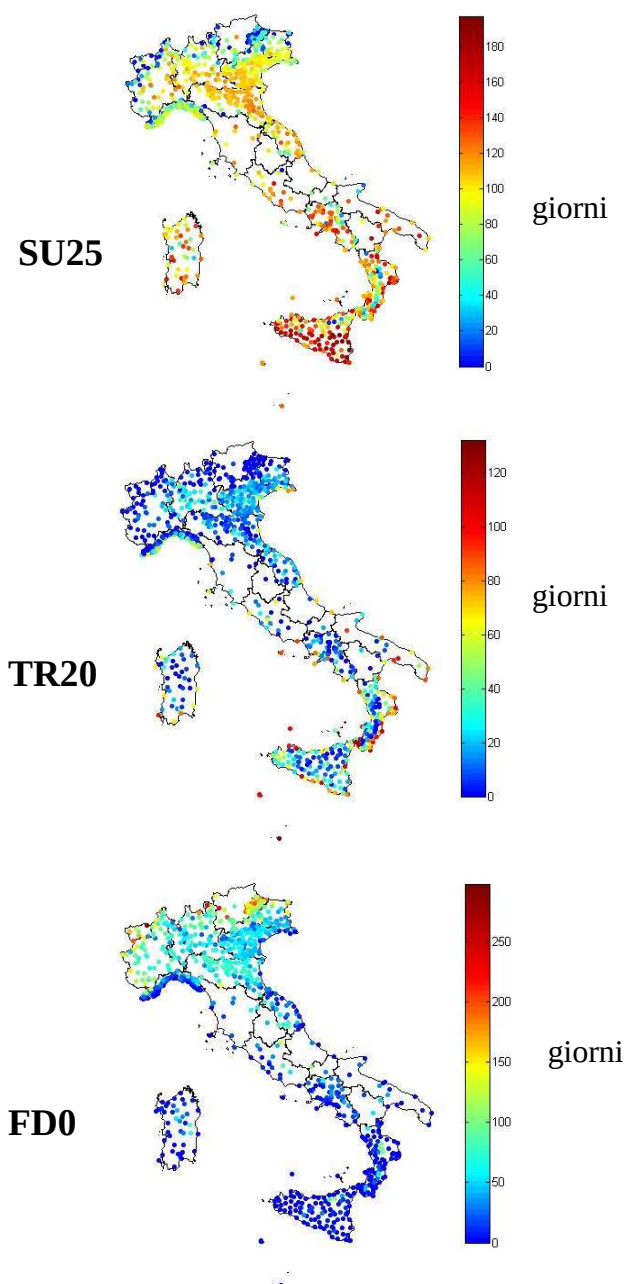
Fonte: ISPRA, Settore Clima e Meteorologia Applicata

Figura 2 – Mappa del numero di giorni con onde di calore (WSDI) in Italia nel 2003



Fonte: ISPRA, Settore Clima e Meteorologia Applicata

Figura 3 – Mappe 2013 in Italia dei giorni estivi (SU25), delle notti tropicali (TR20) e dei giorni con gelo (FD0)



Fonte: ISPRA, Settore Clima e Meteorologia Applicata

4. Le variazioni degli indici negli ultimi 50 anni

La stima delle variazioni degli estremi di temperatura richiede l'analisi di lunghe serie di dati giornalieri, che devono soddisfare criteri rigorosi di qualità, completezza e continuità. I criteri di selezione delle serie di dati italiani utili e i metodi di calcolo degli indici, che riprendono quelli di variazioni analoghe a scala globale e continentale (Alexander *et al.*, 2006; Klein Tank *et al.*, 2003), sono descritti in dettaglio in (Desiato *et al.*, 2013).

L'andamento medio in Italia dal 1961 al 2013 delle onde di calore (indice WSDI), dei giorni estivi (SU25), delle notti tropicali (TR20) e dei giorni con gelo (FD0) viene mostrato nelle figure 4, 5, 6 e 7 (Desiato *et al.*, 2014). I diagrammi a barre rappresentano i valori medi in Italia delle anomalie annuali (cioè delle differenze tra il valore di ciascun anno e il valore normale di riferimento 1961-1990) di

ciascun indice.

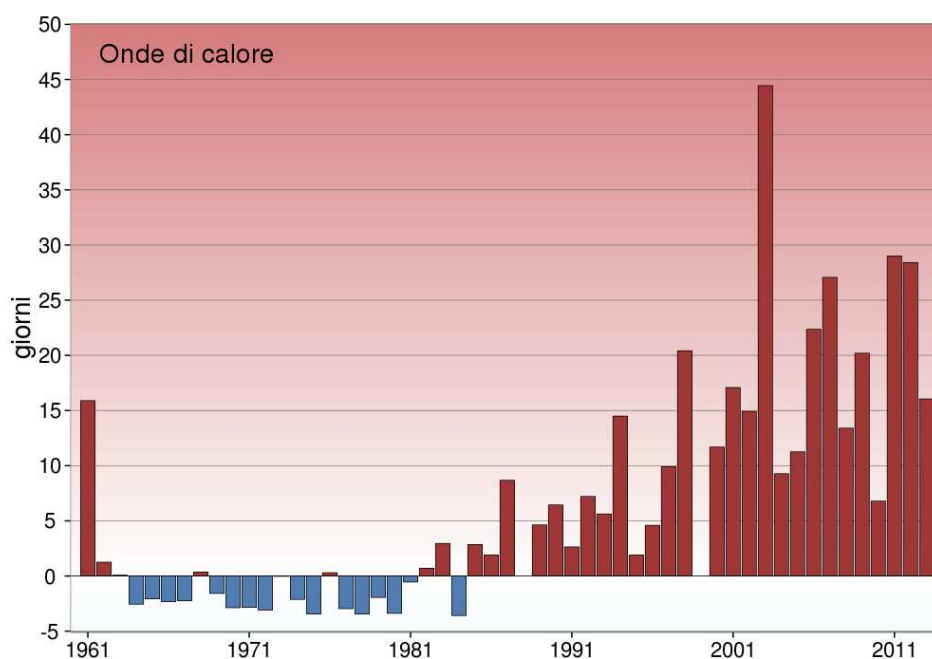
L'indice WSDI negli ultimi 30 anni è stato sempre superiore alla media climatologica 1961-1990. Il valore più elevato (anomalia della durata media in Italia delle onde di calore di circa 45 giorni) è stato registrato nel 2003. Negli ultimi 10 anni l'anomalia media è stata compresa tra 7 e 29 giorni e nel 2013 è stata di 16 giorni.

Per quanto riguarda il numero medio di giorni estivi (SU25) il 2013 (+13 giorni circa) è stato il 14° anno consecutivo con valore superiore alla norma 1961-1990. Il numero medio di notti tropicali (TR20) nel 2013 è stato superiore al valore normale come sempre negli ultimi 13 anni: in media, circa 12 giorni in più nell'anno. Il numero medio di giorni con gelo (FD0) negli ultimi 20 anni è stato sempre inferiore alla norma e nel 2013 ha registrato circa 10 giorni in meno nell'anno.

Partendo dalle serie temporali delle anomalie medie in Italia, e applicando un modello di regressione lineare, vengono calcolati i ratei di variazione (trend) degli indici nel mezzo secolo che va dal 1961 al 2012. Le stime più aggiornate relative agli indici WSDI, SU25, TR20 e FD0 sono riportate nella tabella 1. Tutti e 4 i valori riportati in tabella sono statisticamente significativi.

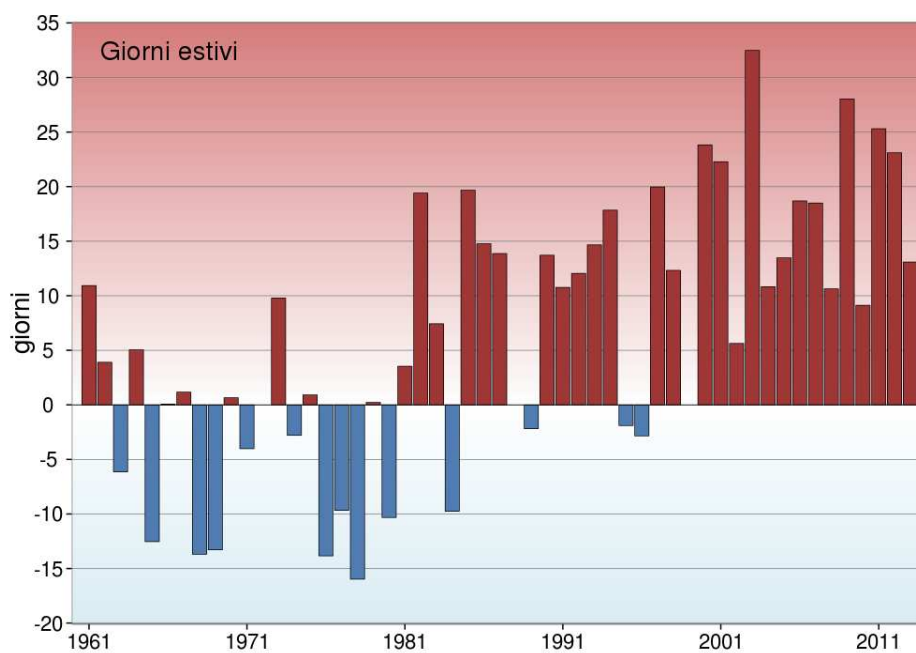
Queste stime indicano, ad esempio, che la durata media delle onde di calore in Italia è aumentata al ritmo di circa 4 giorni ogni 10 anni e che i giorni estivi sono aumentati al ritmo di 5.7 giorni ogni 10 anni.

Figura 4 - Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni con onde di calore (WSDI) in Italia rispetto al valore normale 1961-1990



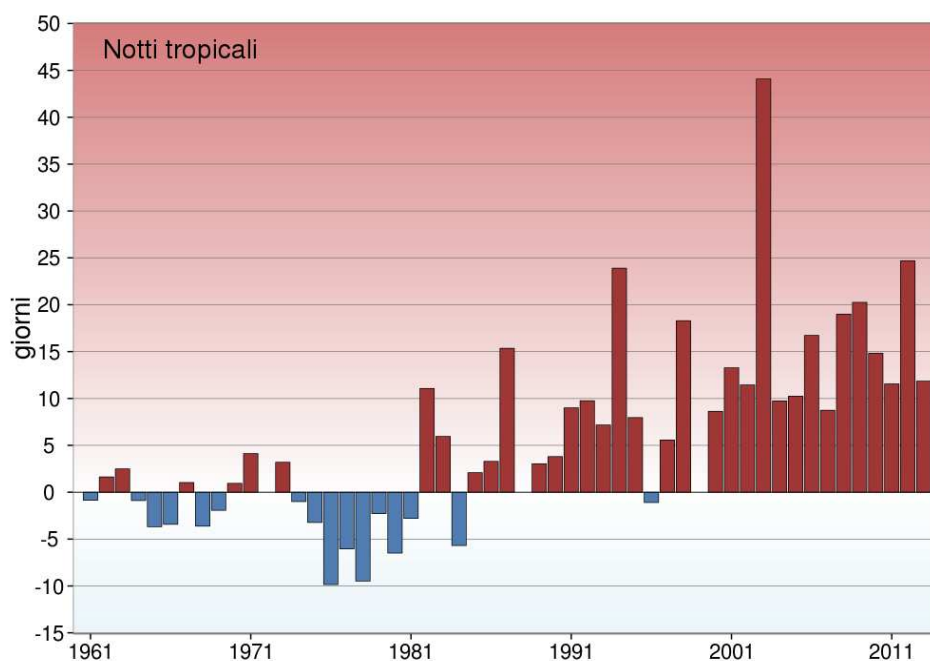
Fonte: ISPRA, Settore Clima e Meteorologia Applicata

Figura 5 - Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni estivi (SU25) in Italia rispetto al valore normale 1961-1990



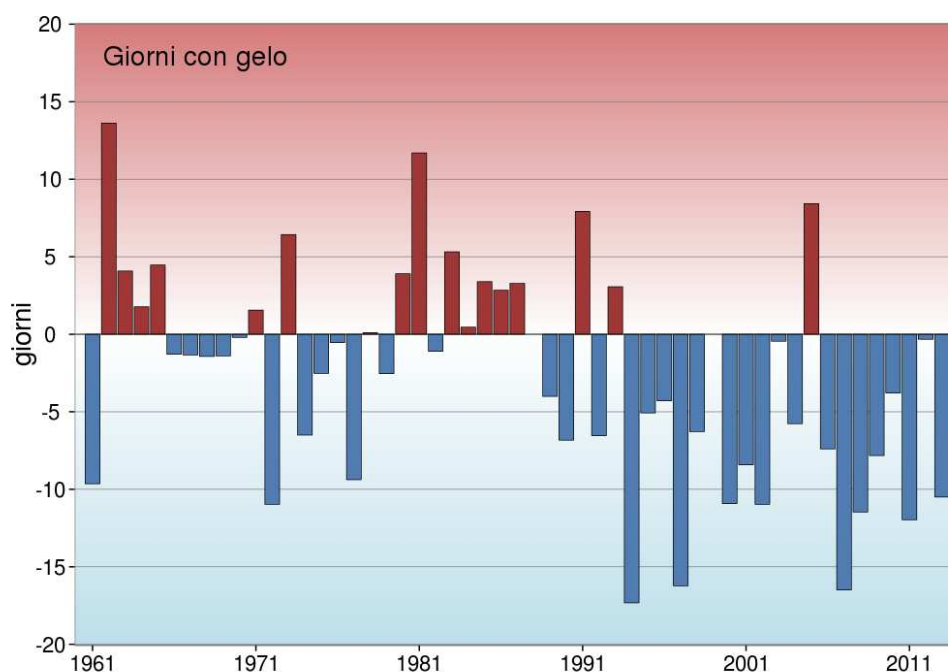
Fonte: ISPRA, Settore Clima e Meteorologia Applicata

Figura 6 - Serie delle anomalie medie annuali del numero di notti tropicali (TR20) in Italia rispetto al valore normale 1961-1990



Fonte: ISPRA, Settore Clima e Meteorologia Applicata

Figura 7 - Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni con gelo (FD0) in Italia rispetto al valore normale 1961-1990



Fonte: ISPRA, Settore Clima e Meteorologia Applicata

Tabella 1 – Ratei di variazione degli indici di temperatura estrema delle serie medie italiane dal 1961 al 2012

Indice	Unità di misura del rateo di variazione	Rateo di variazione
Giorni con gelo	giorni/10 anni	-2.1
Giorni estivi	giorni/10 anni	5.7
Notti tropicali	giorni/10 anni	4.3
Durata delle onde di calore	giorni/10 anni	4.5

Fonte: ISPRA, Settore Clima e Meteorologia Applicata

5. Conclusioni

In relazione alla elevata vulnerabilità delle aree urbane ai cambiamenti climatici, ed in particolare agli estremi di temperatura e alle loro variazioni, sono stati presi in considerazione alcuni indici definiti dai gruppi di esperti della Commissione per la Climatologia dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale; in particolare: l'indice di durata delle onde di calore e il numero di giorni estivi, di notti tropicali e di giorni con gelo. Di questi indici è stata mostrata dapprima la distribuzione dei valori sul territorio nazionale nel 2013, attingendo ai dati disponibili attraverso il sistema SCIA. Sono stati poi illustrati gli andamenti dei valori medi degli indici in Italia nell'ultimo mezzo secolo. In questo periodo, sono state stimate variazioni medie statisticamente significative di tutti e quattro gli indici, di segno coerente con un aumento della temperatura media. Un eventuale mantenimento o addirittura un aumento del ritmo medio di variazione degli estremi di temperatura registrato negli ultimi 50 anni, possono determinare effetti di rilievo nel prossimo futuro, specialmente per quanto riguarda gli impatti sulla salute della popolazione residente.

Bibliografia

Alexander L. V., Zhang X., Peterson T. C., Caesar J., Gleason B., Klein Tank A.M.G., Haylock M., Collins D., Trewin B., Rahimzadeh F., Tagipour A., Rupa Kumar K., Revadekar J., Griffiths G., Vincent L., Stephenson D.B., Burn J., Aguilar E., Brunet M., Taylor M., New M., Zhai P., Rusticucci M., Vazquez-Aguirre J.L., 2006. *Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation*. J. Geophys. Res., 111, D05109, doi:10.1029/2005JD006290.

Desiato F., Lena F. e Toreti A., 2007. *SCIA: a system for a better knowledge of the Italian climate*. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, Vol. 48, n. 3, 351-358.

Desiato F., Fioravanti G., Frascchetti P., Perconti W. e Toreti A., 2011. *Climate indicators for Italy: calculation and dissemination*, Adv. Sci. Res., 6, 147-150.

Desiato F., Fioravanti G., Piervitali E., 2013. *Variazioni e tendenze degli estremi di temperatura in Italia*. Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente 37/2013.

Desiato F., Fioravanti G., Frascchetti P., Perconti W., Piervitali E., Pavan V., 2014. *Gli indicatori del clima in Italia nel 2013*. ISPRA Stato dell'Ambiente N. 60/2014, ISBN 978-88-448-0598-2.

EEA, 2010. *Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe — An overview of the last decade*. EEA Technical report No 13/2010, European Environment Agency.

Klein Tank A. M. G. e Können G. P., 2003. *Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99*. J.Climatology, 16, 3665-3680.

Oke, T. R., 1982. *The energetic basis of the urban heat island*. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 108 (455) 1–24.

Peterson T.C., Folland C., Gruza G., Hogg W., Mokssit A. e Plummer N., 2001. *Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Reporters 1998-2001*. World Meteorological Organization, Rep. WCDMP-47, WMO-TD 1071, Geneva, Switzerland, 143 pp.

Toreti A. e Desiato F., 2008. *Changes in temperature extremes over Italy in the last 44 years*. International J. Climatology, 28, 733-745.

ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA ESTIVA SUL PERIODO 1963-2014 PER LA STAZIONE DI GENOVA SESTRI

Luca Onorato¹, Luca Rusca¹, Giacomo Agrillo²

¹Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Liguria, ²Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima

Abstract

L'andamento delle temperature e delle relative anomalie del periodo estivo può giocare un ruolo importante, su Liguria e Nord-Ovest italiano, nel determinare un aumento dell'instabilità atmosferica e l'innescare di fenomeni precipitativi intensi, legati alla formazione di frequenti e profonde ciclogenesi (Trigo *et al.*, 1999; Trigo *et al.*, 2002). In questa fase di riscaldamento globale, che ha visto un incremento di quasi 1°C nel secolo scorso (IPCC, 2007), si sono potuti osservare trend annuali di temperatura crescenti anche a livello locale, particolarmente evidenti nelle zone interne e caratterizzati da contributi più significativi nella stagione estiva. Si è quindi indagato sul trend cinquantennale di temperatura media a livello estivo per la stazione storica di Genova Sestri tra 1963 e 2014. I risultati hanno evidenziato trend positivi in linea con l'andamento globale, più accentuati nei mesi di giugno e agosto e soprattutto a partire dagli anni '90. I trend di temperatura media di tutti e tre i singoli mesi estivi e sull'intero trimestre sono risultati significativi statisticamente dal t-test di *Student* al livello del 90%.

Parole chiave

Climatologia, serie termometriche, trend, anomalie, cambiamento climatico

1. Introduzione

Nel corso del secolo appena passato le temperature medie globali hanno visto un aumento di circa 1°C con un'accelerazione del riscaldamento più evidente a partire dagli anni '80 (IPCC, 2007). Le anomalie termiche globali oceano-terre emerse, rispetto al XX secolo, sono risultate sempre positive a partire dal 1977¹ e dei primi 14 anni più caldi, dal 1880 ad oggi, addirittura 12 sono successivi al 2000 (i restanti due sono 1997 e 1998). Anche scendendo alla scala locale di Nord-Italia e Liguria, è stato possibile riscontrare una tendenza all'aumento del campo termico nell'arco dell'ultimo cinquantennio, trend che sembra essere più evidente nelle zone interne e durante la stagione estiva (Atlante Climatico della Liguria, 2013; Hardenberg *et al.*, 2007). Sulle zone alpine l'incremento è risultato circa tre volte superiore alla media mondiale, anche se in quest'area le ricorrenti fasi di NAO positiva successive agli anni '90 hanno avuto un peso importante nel determinare questa forte anomalia termica (Diaz e Bradley, 1997; Jones e Moberg, 2003; Beniston, 2005).

Recenti pubblicazioni focalizzate sul Nord-Ovest italiano e l'area alpina hanno evidenziato come la stagione estiva sia un precursore termico potenzialmente importante nel condizionare gli eventi di pioggia intensa che spesso interessano le aree liguri nel periodo autunnale. A fine estate – inizio autunno, le temperature superficiali marine ancora molto elevate forniscono un notevole serbatoio di umidità e calore favorevole allo svilupparsi di condizioni potenzialmente instabili con l'approssimarsi dei primi sistemi atlantici più intensi, soprattutto in prossimità dei rilievi.

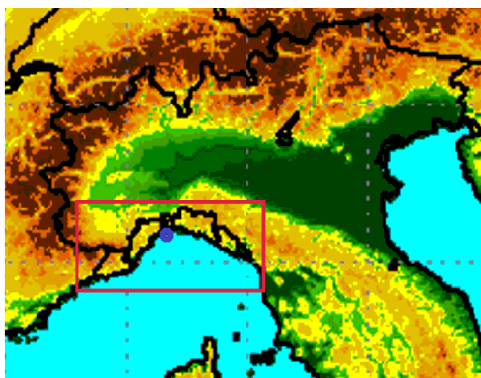
Lo scopo della presente ricerca, esulando dal voler trovare evidenze di un aumento dei fenomeni convettivi autunnali in Liguria, è voluto piuttosto essere quello di indagare sull'andamento estivo della temperatura media e della sua anomalia, rispetto al periodo climatologico 1971-2000, per la stazione di Genova Sestri Aeroporto, sul periodo di circa mezzo secolo dal 1963 al 2014. In questo modo si è voluto estendere a livello dei tre singoli mesi estivi e non solo a livello complessivo stagionale il lavoro precedentemente fatto nell'Atlante Climatico della Liguria (Agrillo e Bonati, 2013), considerando inoltre una nuova stazione rispetto a quelle analizzate nella precedente analisi.

¹ http://www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global/globe/land_ocean/ytld/8/1880-2014.

2. Analisi dei dati

In questa analisi si sono voluti osservare andamento e tendenze della temperatura media stagionale estiva e delle temperature medie mensili di giugno, luglio e agosto (che insieme rappresentano l'estate meteorologica) all'incirca negli ultimi cinquant'anni tra 1963 e 2014. La stazione storica considerata è stata quella di Genova Sestri Ponente che fa parte della rete GTS (*Global Telecommunication System*) del servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare. La stazione è ubicata sulla costa presso l'area aeroportuale di Sestri Ponente, a 3 metri s.l.m. e alle coordinate geografiche 44°25'N 8°51'E.

Figura 1 - L'ubicazione della stazione di Genova Sestri Aeroporto (cerchio blu) in cui si sono analizzate le serie di temperatura 1963-2014 (52 anni)



Fonte: Aeronautica Militare, stazione di "Genova Sestri Ponente, rete GTS (*Global Telecommunication System*) del servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare"

I dati di temperatura media mensile (ottenuti dalla media di 8 rilevazioni tri-orarie giornaliere) sono stati scelti in quanto rappresentativi dell'andamento giornaliero, pur perdendo i segnali individuali dei valori minimi e massimi.

Si sono inoltre calcolate le anomalie termiche dei tre mesi estivi nel corso dell'ultimo cinquantennio, rispetto alle rispettive medie climatologiche di riferimento 1971-2000 (Tabella 1).

Tabella 1 - Medie mensili climatologiche 1971-2000 per le temperature di Genova Sestri

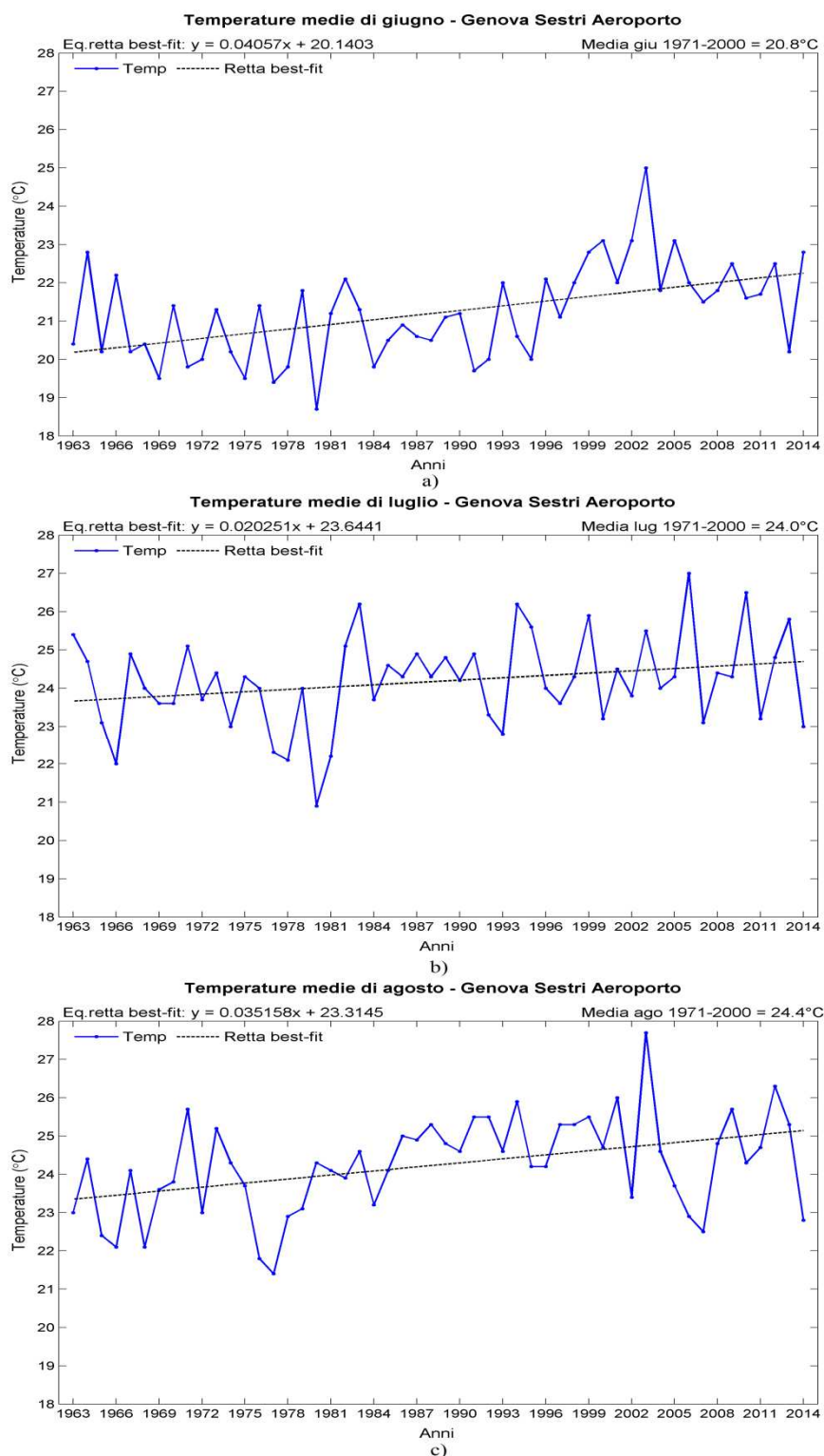
MESE	Temperatura media climatologica 1971-2000 (°C)	N° valori temperature medie per periodo 1963-2014
Giugno	20.8	52
Luglio	24.0	52
Agosto	24.4	52

Fonte: Aeronautica Militare, stazione di "Genova Sestri Ponente, rete GTS (*Global Telecommunication System*) del servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare"

I trend per i singoli mesi e per le varie stagioni al livello estivo sono stati calcolati sul periodo 1963-2014 individuando per ciascuna serie la retta di regressione con il metodo dei minimi quadrati (Hayslett, 1981). La loro significatività è stata valutata tramite il t-test di *Student* al livello di confidenza del 90%.

I risultati dell'analisi hanno evidenziato trend positivi statisticamente significativi per tutti e tre i mesi. In questo contesto è stato comunque possibile notare un trend minore per il mese di luglio, quantificabile in circa 0.2°C/decennio. Per i mesi di giugno ed agosto invece si sono trovati in entrambi i casi trend positivi di addirittura circa 0.4°C/decennio.

Figura 2 - Andamento temperatura media e trend su base annuale per Genova Sestri Aeroporto nei mesi di:
a) giugno b) luglio c) agosto



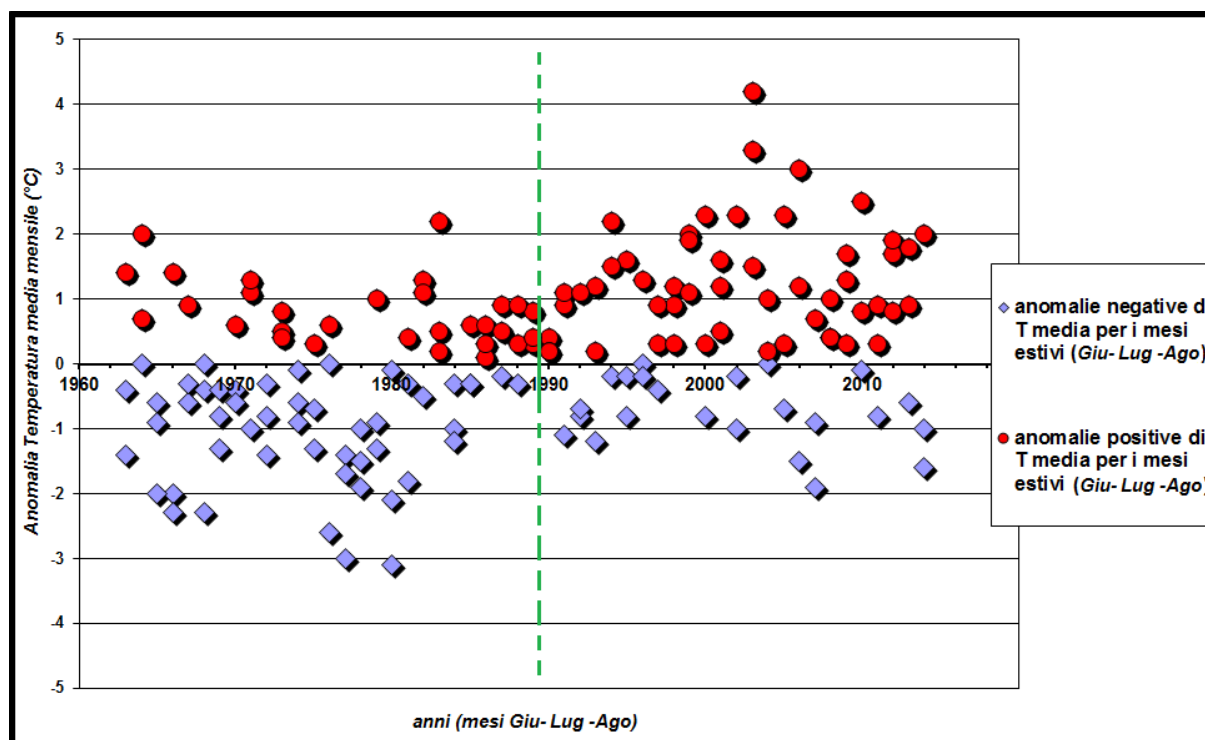
Fonte: Aeronautica Militare, stazione di "Genova Sestri Ponente, rete GTS (*Global Telecommunication System*) del servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare"

A livello complessivo stagionale il trend delle temperature medie è risultato anch'esso significativo e pari a circa 0.3°C/decennio.

In questa analisi, come detto, si sono prese in considerazione anche le anomalie dei singoli mesi estivi rispetto ai loro corrispondenti valori medi calcolati sul trentennio climatologico 1971-2000 (Figura 3).

Si può notare come negli anni 1963-1988 fossero prevalenti anomalie negative, in contrapposizione evidente con quanto invece avvenuto negli anni 1989-2014. I mesi con anomalie negative, oltre ad essere nettamente più numerosi negli anni precedenti al 1989, erano stati caratterizzati anche da valori assoluti maggiori dell'anomalia stessa (fino a circa -3°C) rispetto alle loro corrispondenti medie climatologiche 1971-2000. Analizzando le anomalie positive è evidente un andamento speculare rispetto a quelle negative. Anche senza tenere conto dei valori del 2003 (caratterizzato da anomalie positive di temperatura media fino a più di 4°C nel mese di giugno e fino a più di 3°C in quello di agosto), si può evidenziare come, a partire dagli anni '90, ci sia una netta preponderanza di mesi caratterizzati da anomalie positive. Contemporaneamente, inoltre, le anomalie positive sono risultate mediamente paragonabili ai valori assoluti di quelli che erano state le anomalie negative dei mesi della prima metà della serie, ovvero compresi tra 1963 e 1988. Più quantitativamente, fino al 1988, i mesi estivi più freddi della norma avevano avuto anomalie negative medie di circa -1.1°C , mentre i mesi più caldi della norma avevano avuto in media anomalie positive di circa 0.8°C . Dal 1989 al 2014, la situazione si è pressoché invertita con i mesi più caldi che hanno avuto in media un'anomalia positiva di circa 1.2°C e quelli più freddi con anomalia negativa media di circa -0.8°C . La Figura 3 riassume visivamente queste considerazioni.

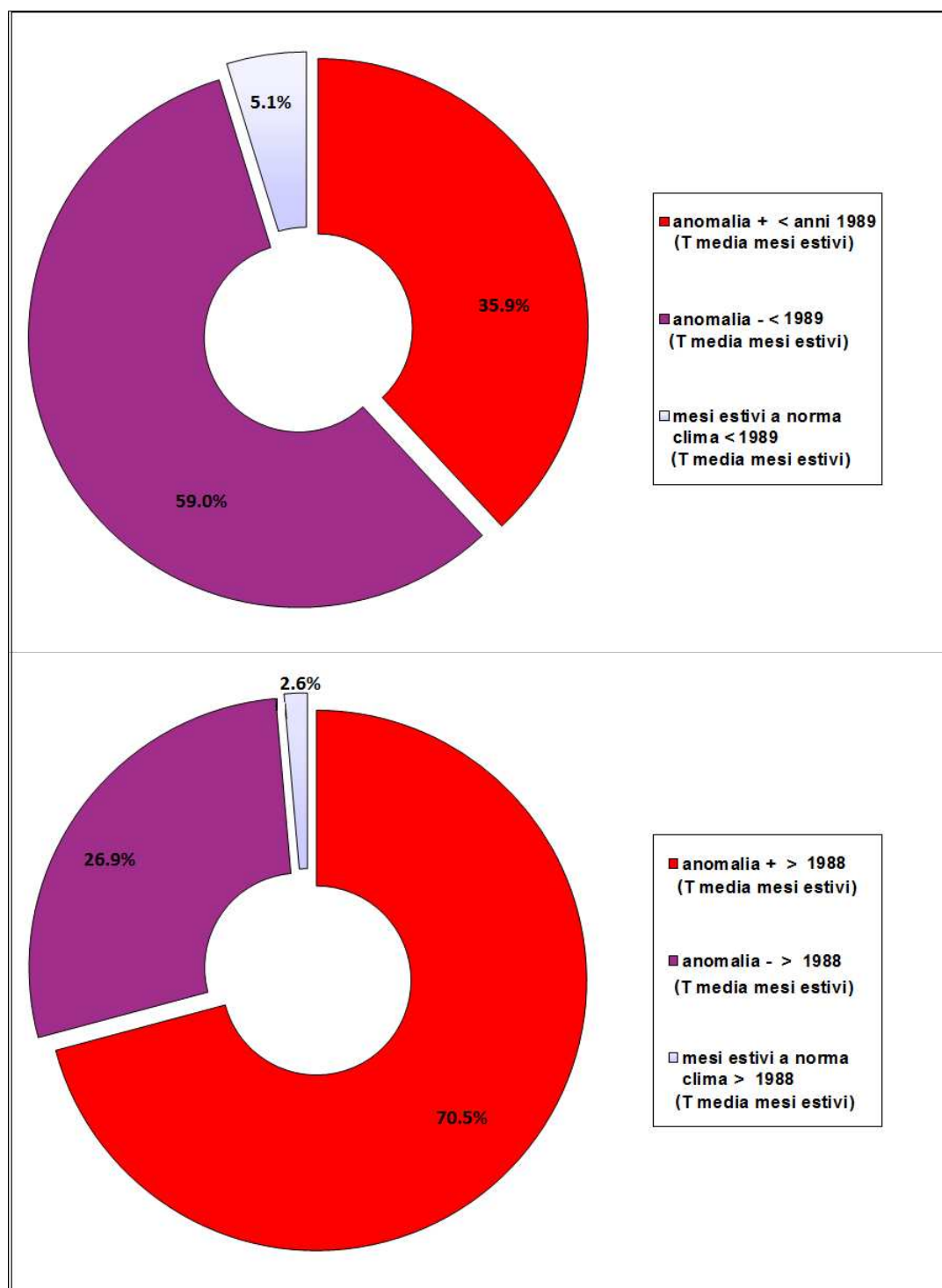
Figura 3 - Andamento dell'anomalia di temperatura media per il periodo 1963-2014 rispetto al 1971-2000. Anomalie positive (pallini rossi), anomalie negative (rombi viola). La linea tratteggiata verde suddivide il periodo considerato negli anni fino al 1988 e dal 1989 in poi.



Fonte: Aeronautica Militare, stazione di "Genova Sestri Ponente, rete GTS (Global Telecommunication System) del servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare"

In Figura 4 viene rappresentato il contributo percentuale delle diverse anomalie (oltre ai mesi ad anomalia nulla) per i due sotto-periodi oggetto d'indagine (1963-1988 e 1989-2014), trovando significativi sfasamenti nel corso dei due periodi. Si passa da circa un 60% di anomalie negative prima del 1989, a un 30% scarso nel periodo successivo. In effetti, dopo il 1990, le anomalie positive si sono verificate in più del 70% dei mesi estivi ad evidenza di un netto riscaldamento nella seconda parte del cinquantennio considerato.

Figura 4 - Distribuzione percentuale dei mesi con anomalie positive, negative e ad anomalia nulla rispetto al 1971-2000 per 1963-1988 (sopra) e 1989-2014 (sotto)



Fonte: Aeronautica Militare, stazione di "Genova Sestri Ponente, rete GTS (*Global Telecommunication System*) del servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare"

3. Conclusioni

I risultati dell'analisi hanno confermato evidenze precedenti come ad esempio i trend ottenuti, tutti significativi a livello sia dei tre singoli mesi estivi, sia dell'intero trimestre. L'estate è in effetti risultata come la stagione che ha finora dato il maggior contributo a livello annuale in termini di trend di crescita delle temperature (Atlante Climatico della Liguria, 2013; Hardenberg *et al.*, 2007). Il segnale del riscaldamento a livello estivo è evidenziato anche nella netta prevalenza di anomalie positive dopo gli anni '90. Questa analisi su lungo periodo a livello locale, coerente sia con quanto

riscontrato a livello nazionale, sia in un contesto più ampio di *global warming*, non deve dunque far perdere di vista questa problematica che tende spesso ad essere sottostimata o dimenticata sull'onda delle sensazioni della singola annata, spesso soggettive in quanto legate alle condizioni meteorologiche (copertura nuvolosa, precipitazioni, ecc). Ad esempio in seguito all'ultima estate i dati analizzati per Genova Sestri Aeroporto hanno evidenziato come i mesi di luglio e agosto (ma non giugno) siano risultati oggettivamente piuttosto freschi. In effetti luglio ed agosto hanno registrato quest'anno rispettivamente anomalie di circa -1°C e -1.6°C . Al contrario giugno con un'anomalia positiva di circa 2°C ha determinato, a livello stagionale a Genova Sestri, un'anomalia solo lievemente negativa e quantificabile in circa -0.2°C . Anche allargando il contesto a tutto il Nord-Italia, in riferimento alla climatologia 1961-1990, il trimestre estivo è stato caratterizzato da temperature confrontabili alla media².

Come ulteriore sviluppo futuro si vorrebbero considerare più stazioni e non solo a livello estivo per studiare in maniera simile i trend delle serie temporali ed analizzare in maggior dettaglio eventuali differenze apprezzabili tra le zone costiere ed interne della regione ligure.

Bibliografia

Agrillo G., Bonati V., 2013. *Atlante Climatico della Liguria*, ARPAL – Centro Funzionale della Regione Liguria, 2013³.

Beniston M., 2005. *Mountain climates and climatic change: an overview of processes focusing on the European Alps*, Pure and App. Geophys., 162: 1587-1606.

Diaz, H. F. e Bradley, R. S., 1997. *Temperature Variations during the Last Century at High Elevation Sites*, Climatic Change, 36: 253–279.

Hardenberg J., Ciccarelli N., Provenzale A., Ronchi C., Vargiu A., Pelosini R., 2007. *Variabilità climatica in Italia nord-occidentale nella seconda metà del XX secolo*. CNR, Volume Clima 07: 221-224.

Hayslett H. T., 1981. *Statistics Made Simple*, Heinemann, London.

IPCC, 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

Jones, P. D. e Moberg, A., 2003. *Hemispheric and Large-scale Surface Air Temperature Variations: An Extensive Revision and an Update to 2001*, J. Climate, 16: 206–223.

Trigo I. F., Davies T. D., Bigg G. R., 1999. *Objective Climatology of Cyclones in the Mediterranean Region*, Journal of climate, 12: 1685-1696.

Trigo I. F., Bigg G.R., Davies T. D., 2002. *Climatology of Cyclones in the Mediterranean*, Monthly Weather Review, 130: 549-569.

² Comunicazione personale ARCIS, 26 settembre 2014 - <http://www.arcis.it/>.

³ http://www.arpal.gov.it/contenuti_statici/clima/atlanter/Atlante_climatico_della_Liguria.pdf, http://www.res-mar.eu/upload_docs/Atlante_climatico_della_Liguria.pdf

IMPATTO SULLA SALUTE DELLE ONDATE DI CALORE NEL 2013: VALUTAZIONE PRELIMINARE SULLA DISTRIBUZIONE DELLA MORTALITÀ ESTIVA NELL'AREA URBANA DI TORINO

Cristiana Ivaldi¹, Mauro Noascone¹, Antonio Caiazza¹, Renata Pelosini¹, Barbara Cagnazzi¹, Enrico Bonansea¹, Massimiliano Carrino¹, Gabriele Nicolò¹

¹Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte

Abstract

La Regione Piemonte ha attivato dal 2004 un sistema di allertamento, per la prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute, che prevede oltre alla sorveglianza giornaliera della mortalità in relazione alle ondate di calore, anche l'analisi e lo studio di dati storici climatologici ed epidemiologici.

Il sistema previsionale delle ondate di calore è stato sviluppato e implementato da Arpa Piemonte che ha realizzato e attivato due modelli e servizi previsionali, uno specifico per l'area urbana della città di Torino e uno per i capoluoghi di provincia della regione.

Per il presente lavoro è stata analizzata la mortalità estiva nella città di Torino, valutando l'occorrenza degli eventi per circoscrizione, al fine di verificare eventuali differenze tra le diverse aree. L'ipotesi che si voleva validare è che le diverse circoscrizioni non siano omogenee tra loro per alcune caratteristiche di contesto di tipo sociale e socio economico, ma anche per fattori ambientali e climatici e che ciò possa influire come modificatore d'effetto rispetto all'impatto delle ondate di calore sulla salute.

Parole chiave

Ondate di calore, estate 2013, clima, mortalità estiva, impatto salute, monitoraggio, indici bioclimatici, Torino, analisi geografiche, differenze sociali, valutazioni epidemiologiche

1. Introduzione

È ormai dimostrato da ampia letteratura scientifica che i mutamenti climatici, in particolare le ondate di calore, inducono gravi effetti sulla salute. L'effetto maggiore si rivela sulla popolazione più "fragile", così definita in base a caratteristiche di età, genere, condizioni di salute e disagio sociale. Per fronteggiare tali eventi e ridurre l'impatto sulla salute, in molti Stati sono stati attivati sistemi di allarme denominati *Heat Health Watch Warning Systems* (HHWWS). Questi sistemi "città-specifici", utilizzando le previsioni meteorologiche, sono in grado di prevedere, fino a 72 ore di anticipo, il verificarsi di condizioni climatiche a rischio per la salute della popolazione e l'impatto sulla mortalità a esse associato. Tali sistemi rappresentano un importante strumento per la prevenzione se integrati con interventi efficaci rivolti alla popolazione a rischio.

Fin dal 2004 in Regione Piemonte è stato attivato un sistema di allertamento, per la prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute, peculiare e calibrato sul territorio regionale. Tale sistema di allertamento prevede anche l'analisi e lo studio di dati storici climatologici ed epidemiologici.

Il sistema previsionale delle ondate di calore è stato sviluppato e implementato da Arpa Piemonte che ha realizzato e attivato due modelli e servizi previsionali, uno specifico per l'area urbana della città di Torino e uno per i capoluoghi di provincia della regione.

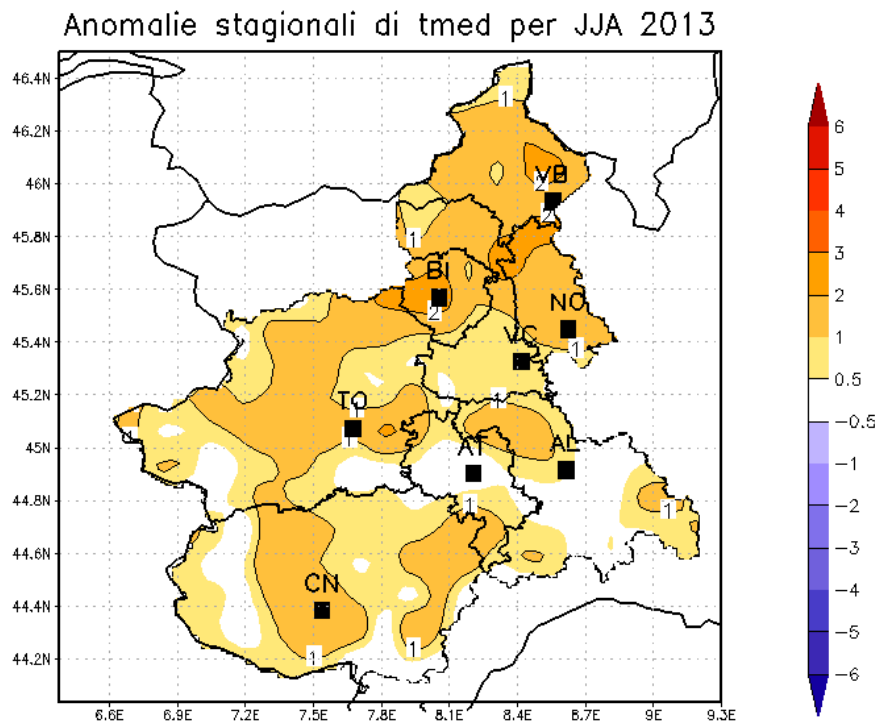
2. Inquadramento meteorologico dell'estate 2013, confronti con la climatologia

L'estate 2013 (mesi giugno-luglio-agosto) ha fatto registrare un'anomalia positiva di temperatura media di circa 1 °C rispetto alla norma climatica 1971-2000, ponendosi all'ottavo posto tra le estati più calde degli ultimi 56 anni.

Tutti i 3 mesi estivi hanno avuto temperature superiori alla media: +1.4°C luglio, +0.8°C agosto e +0.6°C giugno. Come si nota dalla figura 1, le anomalie di temperatura sono state più alte sul settore

settentrionale del Piemonte. Il contributo maggiore all'anomalia positiva è stato dato dalle temperature massime (+1.5°C) mentre le minime sono state superiori solo di 0.4°C.

Figura 1 - Anomalie di temperatura medie (°C) nell'estate 2013 (mesi giugno-luglio-agosto) rispetto alla norma 1971-2000



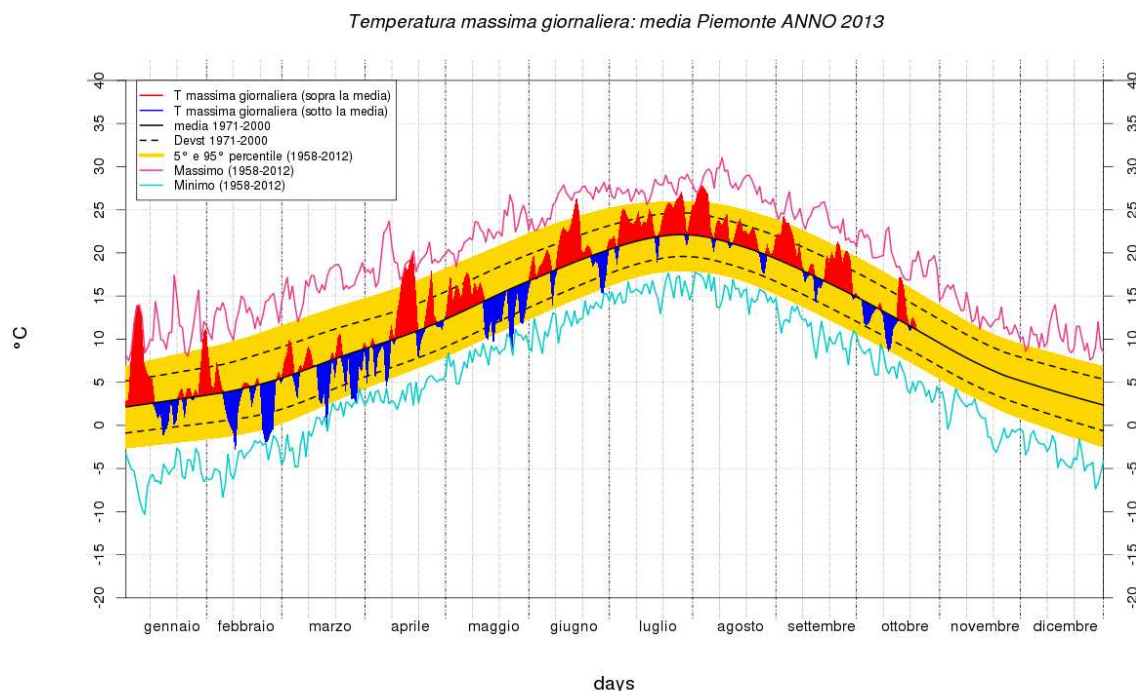
GrADS: COLA/IGES
Fonte: Arpa Piemonte

2013-09-01-14:31

L'ottavo posto tra le estati più calde degli ultimi 56 anni raggiunto dall'estate 2013 può sembrare a prima vista un po' sorprendente in quanto i record termometrici sono stati molto pochi e il valore più alto di temperatura registrato in Piemonte è stato di circa 38°C il 4 Agosto, valore lontano non solo dai picchi del 2003 ma anche da quelli dei più recenti anni 2011 e 2012.

Tuttavia la temperatura si è mantenuta quasi sempre sopra la media, come si può vedere nella figura 2, l'unico picco negativo di rilievo si è avuto a fine giugno.

Figura 2 - Andamento della T media giornaliera sul Piemonte per l'anno 2013 fino al 31 agosto (valori riferiti ad un punto medio posto a 900 m di quota)



Fonte: Arpa Piemonte

Il mese di maggio 2013 in Piemonte è stato il settimo mese più freddo degli ultimi 56 anni, con una temperatura media di 9.9°C, inferiore di 1.2°C rispetto al valore climatologico di 11.1°C del periodo 1971-2000;

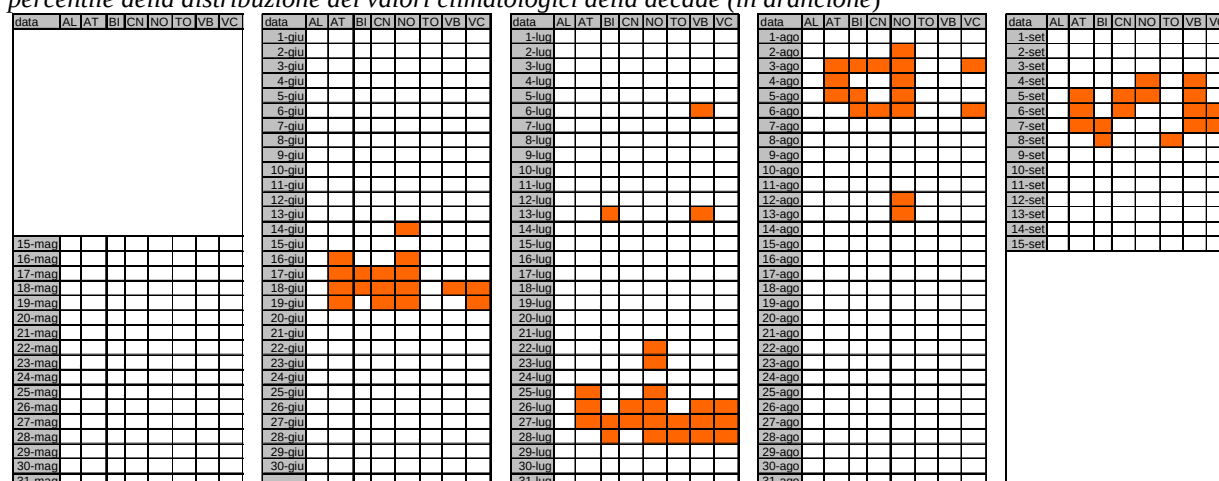
giugno 2013 in Piemonte è stato il trentesimo mese più caldo degli ultimi 56 anni, con una temperatura media superiore di circa 0.6°C rispetto al valore climatologico del periodo 1971-2000; luglio 2013 in Piemonte è stato il decimo mese più caldo degli ultimi 56 anni, con una temperatura media superiore di circa 1.4°C rispetto al valore climatologico del periodo 1971-2000;

agosto 2013 in Piemonte è stato il quattordicesimo mese più caldo degli ultimi 56 anni, con una temperatura media superiore di circa 0.8°C rispetto al valore climatologico del periodo 1971-2000; settembre 2013 in Piemonte è stato il decimo mese più caldo degli ultimi 56 anni, con una temperatura media superiore di circa 1.5°C rispetto al valore climatologico del periodo 1971-2000.

3. Le ondate di calore in Piemonte durante l'estate 2013

L'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (WMO - *World Meteorological Organization*) non ha formulato una definizione standard di "ondata di calore", tuttavia in molti studi si considera un'ondata di calore come un periodo in cui, per almeno due giorni, la temperatura percepita, massima e minima, si trova al di sopra del novantesimo percentile della distribuzione mensile. In particolare in questo studio applicheremo questa definizione considerando non la distribuzione mensile ma le distribuzioni dei valori climatologici della decade.

Figura 3 - Giorni estivi del 2013 con temperatura apparente massima e minima superiore al novantesimo percentile della distribuzione dei valori climatologici della decade (in arancione)



Fonte: Arpa Piemonte

Nel 2013 secondo questa definizione si sono verificate alcune ondate di calore, le più importanti anche per estensione territoriale si sono verificate a metà giugno, l'ultima decade di luglio, inizio agosto.

Indici biometeorologici

Gli indici biometeorologici valutano e descrivono oggettivamente le condizioni di benessere o di disagio fisiologico dell'uomo provocate dalle condizioni meteorologiche; tali indici si basano principalmente su valori di temperatura ed umidità dell'aria, velocità del vento, pressione a suolo.

Di seguito vengono descritti gli indici utilizzati nelle analisi.

Temperatura massima apparente: considera tutte le condizioni ambientali e corporee che condizionano la termoregolazione umana tenendo conto dei valori di temperatura dell'aria, pressione di vapore e velocità del vento.

Discomfort index o indice di Thom: è considerato uno dei migliori indici di stima della temperatura effettiva, che combina, in un singolo valore, l'effetto di temperatura, umidità e movimento dell'aria sulla sensazione di caldo o freddo percepito dal corpo umano. Questo indice è adatto per descrivere le condizioni di disagio fisiologico dovute al caldo-umido ed è sensibile in un intervallo termico compreso tra 21°C e 47°C.

Humidex: considera la temperatura dell'aria e l'umidità relativa, per calcolare un singolo valore in grado di descrivere il disagio, per l'uomo, che si verifica in giorni umidi e caldi.

Tabella 1 - Soglie di disagio fisiologico⁴

Discomfort index		Temperature apparente		Humidex	
DI<21	Benessere	AT<27 °C	<27 °C	Benessere	Benessere
21 < DI < 27	Cautela	27 < AT < 32	27 < H < 30	Cautela	Cautela
27 < DI < 29	Estrema cautela	32 < AT < 40	30 < H < 40	Estrema cautela	Estrema cautela
29 < DI < 32	Pericolo	40 < AT < 54	40 < H < 55	Pericolo	Pericolo
DI ≥ 32	Elevato pericolo	AT ≥ 54	H ≥ 55	Elevato pericolo	Elevato pericolo

Fonte: Arpa Piemonte

⁴ <http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/rischi/effetti-sulla-salute/biometeorologia/introduzione.html>

4. Andamento mortalità estiva Città di Torino

Sui 124 giorni del periodo, in 60 (il 48.4%) si è registrato almeno un livello di allarme effettivo, basato sui dati biometeorologici ricalcolati a posteriori (tabella 2).

I decessi osservati nel periodo sono stati 2.638 di cui 2.328 (88.6% del totale) ultrasessantacinquenni (tabella 3).

A Torino, il numero atteso di decessi (calcolati considerando il trend di lungo periodo dei tassi di mortalità generali e dell'instabilità degli osservati medi giornalieri) era di 2.083 per la classe di età 65 ed oltre, mentre i decessi osservati sono stati 2.328, con un incremento statisticamente significativo della mortalità di circa 11,7%. La media giornaliera della mortalità osservata si attesta a 18,77 mentre quella attesa a 16,8 e la differenza risulta essere statisticamente significativa.

L'andamento della mortalità risulta sensibile alle variazioni del HSI per tutto il periodo come evidenziato nella figura 4. In corrispondenza degli sbalzi dei valori del HSI, il numero di decessi cresce superando i valori attesi (linea rosa) del periodo.

Tabella 2 - Numero giorni con diversi livelli di rischio (15 maggio - 15 settembre 2013)

LIVELLO DI RISCHIO	Livello 0		Livello 1		Livello 2		Livello 3	
Periodo	n	%	n	%	n	%	n	%
MAGGIO	17	100,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
GIUGNO	21	70,0%	5	16,7%	2	6,7%	2	6,7%
LUGLIO	5	16,1%	17	54,8%	4	12,9%	5	16,1%
AGOSTO	14	45,2%	10	32,3%	3	9,7%	4	12,9%
SETTEMBRE	7	46,7%	8	53,3%	0	0,0%	0	0,0%
Totale	64	51,61%	40	32,26%	9	7,26%	11	8,87%

Fonte: Arpa Piemonte

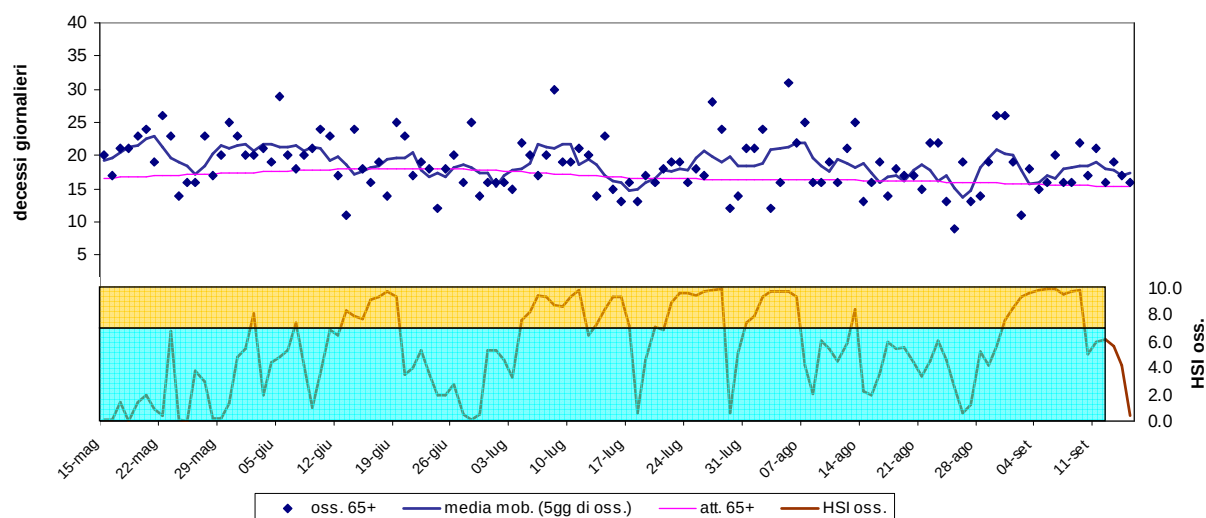
Tabella 3 - Mortalità osservata e attesa, con le relative medie ed eccessi (over 65 anni)

Periodo	Osservati	Media osservati	Attesi	Media attesi	Eccesso (Osservati - Attesi)	% eccesso
MAGGIO (al 15)	348	20,47	289,2	19,28	58,8	20,3%*
GIUGNO	577	19,23	536,3	17,88	40,7	7,6%
LUGLIO	568	18,32	523,1	16,87	44,9	8,6%
AGOSTO	576	18,58	501,8	16,19	74,2	14,8%*
SETTEMBRE (al 15)	259	17,27	232,9	15,53	26,1	11,2%*
Totale	2.328	18,77	2.083,3	16,80	244,7	11,7%*

* differenze statisticamente significative (p-value = 0.05)

Fonte: Arpa Piemonte

Figura 4 - Andamento giornaliero relativo a: decessi osservati, media mobile dei decessi osservati, decessi attesi e HSI osservato nel periodo 15 maggio - 15 settembre 2013. La fascia riportata in giallo evidenzia il livello di attenzione dell'HSI



Fonte: Arpa Piemonte

5. Valutazione preliminare sulla distribuzione spaziale della mortalità

L'isola di calore urbano (indicata anche come UHI, dall'acronimo inglese *Urban Heat Island*) è un fenomeno microclimatico che si verifica nelle aree metropolitane e consiste in un significativo aumento della temperatura nell'ambito urbano rispetto alla periferia della città e, soprattutto, alle aree rurali circostanti. Si tratta di un fenomeno causato principalmente dalle caratteristiche termiche e radiative dei materiali che costituiscono le superfici urbane (in primo luogo, asfalto e cemento) e in relazione alle aree verdi.

Le aree metropolitane rappresentano zone a maggior rischio per quanto riguarda l'impatto sulla salute delle ondate di calore.

È stata valutata l'ipotesi che l'incremento della mortalità osservato nella città di Torino presenti al suo interno differenze tra le varie aree cittadine nella distribuzione dei decessi in relazione a determinanti di tipo sociale, socio-economico o ambientale, che possano essere oggetto di interventi preventivi al fine di ridurre l'impatto sulla salute delle ondate di calore. A questo scopo è stata condotta un'analisi sull'andamento della mortalità nelle diverse circoscrizioni di Torino nell'estate 2013.

6. Analisi Climatica per Circoscrizione

La città di Torino è suddivisa attualmente in 10 circoscrizioni.

Come primo passo sono stati analizzati, per la prima volta e in modo sperimentale, i dati relativi alle stazioni meteorologiche presenti nelle singole aree suburbane di Torino.

Per valutare le condizioni climatiche nelle diverse circoscrizioni sono stati utilizzati i dati semiorari di temperatura, umidità e velocità del vento del periodo 15 maggio-15 settembre 2013 rilevati dalle stazioni meteorologiche di Arpa Piemonte installate nella città di Torino (tabella 4).

Per ogni circoscrizione sono state scelte le stazioni più rappresentative e in alcuni casi sono stati mediati i valori meteorologici di due stazioni. Per caratterizzare le giornate con 'ondate di calore' per ogni circoscrizione sono stati calcolati i seguenti indici climatici: *Humidex*, *Discomfort Index*, temperatura massima apparente, giorni tropicali ($T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$) e notti tropicali ($T_{min} > 20^{\circ}\text{C}$) già in precedenza descritti.

Tabella 4 - Numero circoscrizione e relativa stazione meteo di riferimento

Denominazione Circoscrizione	Stazioni meteo di riferimento
1. Centro, Crocetta	Giardini Reali - Via della Consolata
2. Santa Rita, Mirafiori nord	Via Pio VII - Vallere
3. San Paolo, Cenisia, Cit Turin, Pozzo Strada	Alenia - Giardini Reali
4. San Donato, Parella, Campidoglio	Alenia
5. Borgo Vittoria, Madonna di Campagna, Lanzo, Lucento, Vallette	Alenia - Via Reiss Romoli
6. Regio Parco, Barca, Bertolla, Barriera di Milano, Rebaudengo, Falchera, Villaretto	Via Reiss Romoli
7. Aurora, Vanchiglia, Sassi, Madonna del Pilone	Via della Consolata
8. Borgo Po, San Salvario, Cavour	Via Pio VII
9. Nizza Millefonti, Lingotto, Filadelfia	Via Pio II
10. Mirafiori sud	Vallere

Fonte: Arpa Piemonte

Tabella 5 - Circoscrizioni e indici climatici estate 2013

n° circ.	n° giorni con Humidex>32	n° giorni con Discomfort Index>27	n° giorni con Temperatura massima apparente>32*	Giorni tropicali	Notti tropicali
1	65	13	39	59	21
2	59	10	-	50	23
3	63	12	34	50	15
4	55	4	27	40	20
5	55	6	25	39	21
6	62	7	29	41	23
7	61	10	32	45	36
8	45	2	25	52	32
9	45	2	25	52	32
10	70	16	-	46	11

*solo per le stazioni dotate di anemometro.

Fonte: Arpa Piemonte

Sono stati scelti gli indici con valore massimo di cautela e per caratterizzare le giornate con ondata di calore sono risultati più significativi “humidex” e “giorni tropicali” (tabella 5).

Una volta identificati gli indici climatici più adeguati e averli rappresentati per ogni singola circoscrizione, è stata realizzata una valutazione sull’andamento della mortalità per aree di residenza.

7. Analisi sulla distribuzione spaziale della mortalità

Le analisi hanno riguardato solo i deceduti over 65, e sono stati esclusi i decessi avvenuti in ospedali o istituti di riposo, e considerati solo quelli avvenuti in abitazione (34% del totale).

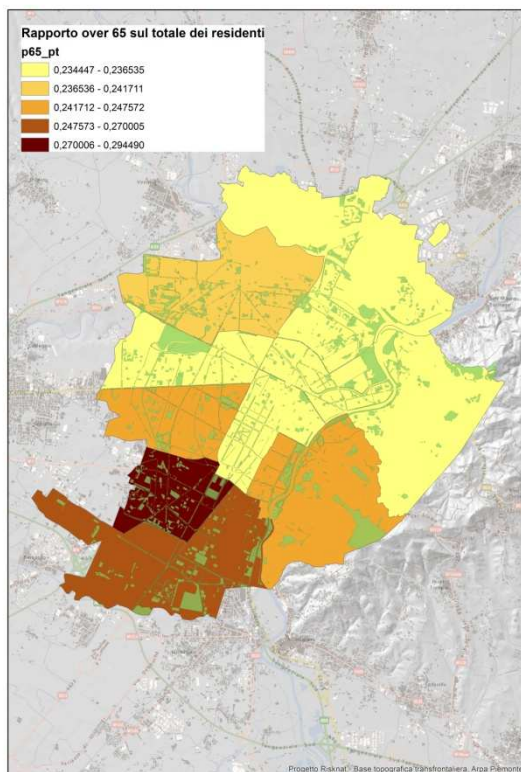
Dall'elenco dei deceduti, disponibile in forma anonima, sono state estratte le informazioni relative alla residenza anagrafica al momento del decesso, ed è stato creato un elenco di tutti gli indirizzi che sono stati successivamente georeferenziati e assegnati alle rispettive circoscrizioni (tot 10) in cui è suddiviso il territorio comunale della città di Torino.

Si è proceduto quindi a :

- definire i limiti delle 10 circoscrizioni della Città di Torino e rappresentarle cartograficamente;
- georeferire i decessi per classi di età (>64 anni e >di 74 anni) utilizzando il software Q-Gis e collocarli nella rispettiva circoscrizione di appartenenza;
- calcolare i tassi specifici di mortalità per 1000 abitanti per le classi di età sopra descritte (rapporto fra il numero di decessi e la popolazione residente dedotta dal censimento del 2011);
- rappresentare la distribuzione geografica dei tassi riportandola sulla mappa cartografica della città.

Nella mappa sotto riportata (figura 5) è rappresentata la distribuzione in percentuale di popolazione over 65 nelle diverse circoscrizioni sul totale della popolazione residente.

Figura 5 - Numero residenti over 65 sul totale dei residenti



Fonte: Arpa Piemonte

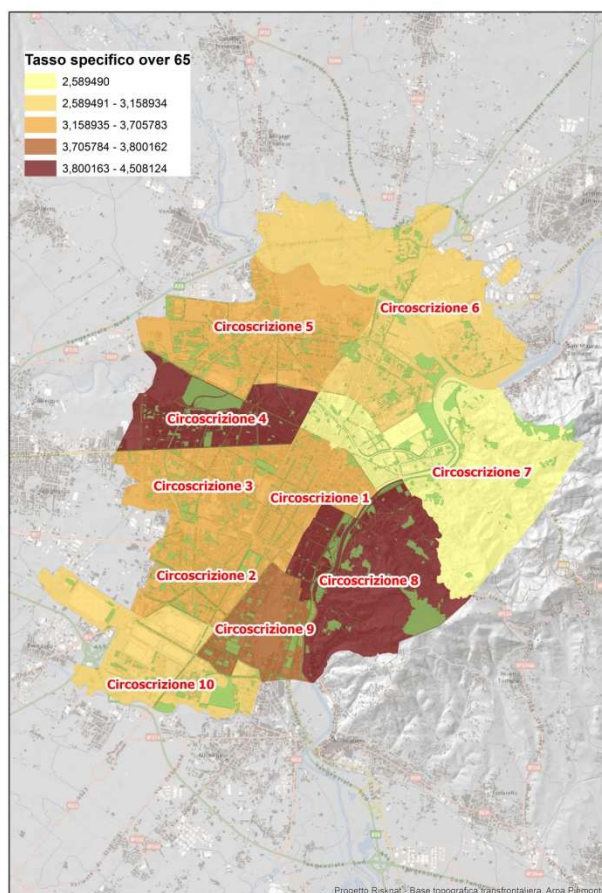
In figura 6 è riportata la distribuzione dei tassi di mortalità specifici per over 65 (n. decessi/sul totale della popolazione over 65). Per la classe di età over 65 si evidenzia un tasso di mortalità più elevato nelle circoscrizioni 4 ed 8. Tale distribuzione, come evidenziato dall'immagine seguente, è confermata anche per la classe di età over 75 (figura 7).

Tabella 6 - Tasso specifico over 65 anni per circoscrizione (estate 2013)

Denominazione Circoscrizione	N° morti (>64 anni)	Pop. ISTAT 2011 (>64 anni)	Tasso specifico over 65 * 1000
1. Centro, Crocetta	66	17.810	3,7058
2. Santa Rita, Mirafiori nord	109	29.618	3,6802
3. San Paolo, Cenisia, Cit Turin, Pozzo Strada	114	31.488	3,6204
4. San Donato, Parella, Campidoglio	101	22.404	4,5081
5. Borgo Vittoria, Madonna di Campagna, Lanzo, Lucento, Vallette	106	29.394	3,6062
6. Regio Parco, Barca, Bertolla, Barriera di Milano, Rebaudengo, Falchera, Villaretto	73	24.171	3,0201
7. Aurora, Vanchiglia, Sassi, Madonna del Pilone	51	19.695	2,5895
8. Borgo Po, San Salvario, Cavoretto	61	13.599	4,4856
9. Nizza Millefonti, Lingotto, Filadelfia	75	19.736	3,8002
10. Mirafiori sud	32	10.130	3,1589
	788		

Fonte: Arpa Piemonte

Figura 6 - Numero decessi over 65 sul totale dei residenti over 65



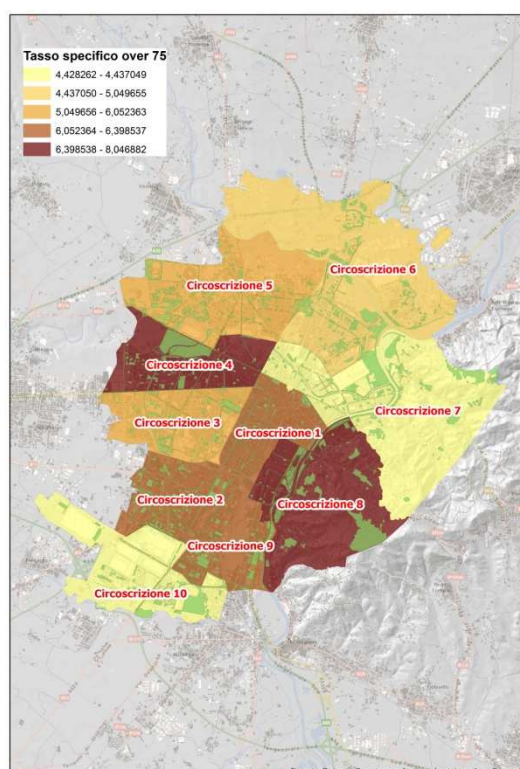
Fonte: Arpa Piemonte

Tabella 7 - Tasso specifico over 75 anni per circoscrizione (estate 2013)

Denominazione Circoscrizione	N° morti (>74 anni)	Popolazione ISTAT 2011 (>74 anni)	Tasso specifico (>74) * 1000
1. Centro, Crocetta	56	8.752	6,3985
2. Santa Rita, Mirafiori nord	96	15.310	6,2704
3. San Paolo, Cenisia, Cit Turin, Pozzo Strada	96	16.029	5,9891
4. San Donato, Parella, Campidoglio	92	11.433	8,0469
5. Borgo Vittoria, Madonna di Campagna, Lanzo, Lucento, Vallette	89	14.705	6,0524
6. Regio Parco, Barca, Bertolla, Barriera di Milano, Rebaudengo, Falchera, Villaretto	60	11.882	5,0497
7. Aurora, Vanchiglia, Sassi, Madonna del Pilone	45	10.162	4,4283
8. Borgo Po, San Salvario, Cavour	53	7.073	7,4933
9. Nizza Millefonti, Lingotto, Filadelfia	63	10.143	6,2112
10. Mirafiori sud	24	5.409	4,4370
	674		

Fonte: Arpa Piemonte

Figura 7 - Numero decessi over 75 sul totale dei residenti over 75



Fonte: Arpa Piemonte

Al fine di valutare eventuali disomogeneità per caratteristiche climatologiche, urbane e socio-economiche all'interno delle circoscrizioni, sono stati effettuati ulteriori approfondimenti calcolando i tassi specifici anche per sezione di censimento, che è un livello territoriale minimo di rilevazione (in uso per il Censimento) corrispondente nella maggior parte dei casi ad un isolato o a parte di esso. Le risultanze di queste analisi hanno mostrato che vi erano grandi differenze sia nelle dimensioni spaziali

delle sezioni che nella numerosità della popolazione e distribuzione delle fasce di età, rendendo quindi le stime dei tassi calcolati su questo livello molto instabili, per cui questa dimensione di analisi non è stata qui riportata.

8. Conclusioni: Mortalità e clima

È stata analizzata la mortalità estiva nella città di Torino, valutando l'occorrenza degli eventi per circoscrizione, al fine di verificare eventuali differenze tra le diverse aree. L'ipotesi che si voleva validare è che le diverse circoscrizioni non siano omogenee tra loro per alcune caratteristiche di contesto di tipo sociale e socio-economico, ma anche per fattori ambientali e climatici e che ciò possa influire come modificatore d'effetto rispetto all'impatto delle ondate di calore sulla salute.

Dalle analisi che sono state condotte sono emerse delle differenze nella distribuzione della mortalità tra le diverse circoscrizioni della città, per spiegare le quali sono stati effettuati ulteriori approfondimenti.

Sono state realizzate analisi a un livello di aggregazione territoriale più dettagliato, ossia utilizzando la sezione di censimento. È noto che anche all'interno delle circoscrizioni vi sono realtà molto diverse, come ad esempio nella circoscrizione 8, che comprende sia quartieri limitrofi alla Stazione Ferroviaria di Porta Nuova, degradati dal punto di vista sociale e ambientale, sia quartieri nella fascia lungo il Po, con tipologia residenziale di ceto medio e medio-alto. Questa disomogeneità, sia sociale che di caratteristiche del territorio (aree molto edificate e urbanizzate verso zone con ampia presenza di vegetazione e spazi aperti - elemento quest'ultimo che comporta anche disomogeneità nella distribuzione degli indici climatici), non emerge nella dimensione di analisi condotta sulle circoscrizioni ma solo a livello di sezione di censimento e potrebbe in parte spiegare alcuni differenze ed eccessi emersi dalle analisi su aree più vaste.

Le valutazioni su zone più ristrette, ossia con maggiore dettaglio territoriale, hanno però la criticità di essere basate su numeri di popolazione e di decessi molto piccoli e quindi ciò comporta tassi o stime di rischio molto instabili e statisticamente non significative, sulla base delle quali non è possibile trarre nessuna conclusione fondata. Questi primi risultati suggeriscono però la necessità di effettuare ulteriori approfondimenti, migliorare e approfondire le informazioni attualmente disponibili e sviluppare metodi di analisi statistica più specifici e adeguati a studiare scenari così complessi e con molte covariate, sia di tipo sociale che di tipo ambientale.

Bibliografia

ARPA Piemonte, 2013. *Valutazione della mortalità estiva in relazione alle ondate di calore e del sistema previsionale Arpa per la Città di Torino, Estate 2013.*

ISTAT. *L'indagine multiscopo. Condizioni di salute e ricorso ai servizi sanitari.* 2005.

Johnson D. P., Wilson J. S., Lubert G. C.. *Socioeconomic indicators of heat-related health risk supplemented with remotely sensed data.* Int. J. Health. Geogr. 2009 Oct 16;8:57.

Kalkstein A. J., Sheridan S. C. *The social impacts of the heat-health watch/warning system in Phoenix, Arizona: assessing the perceived risk and response of the public.* International Journal of Biometeorology 2007, 52:43-55.

Lubert G., McGeehin M. *Climate change and extreme heat events.* Am. J. Prev. Med. 2008 Nov;35(5):429-35.

Memon R. A., Leung D. Y., Chunho L. *A review on the generation, determination and mitigation of urban heat island.* Environ. Sci . 2008;20(1):120-8.

Schwartz J. *Who is sensitive to extremes of temperature? A case-only analysis.* Epidemiology. 2005 Jan;16(1):67-72.

Silva H. R., Phelan P. E., Golden J. S.. *Modeling effects of urban heat island mitigation strategies on heat-related morbidity: a case study for Phoenix, Arizona, USA*. Int. J. Biometeorol. 2010 Jan;54(1):13-22.

Steadman, 1984. *A universal scale of apparent temperature*. Journal of climate and applied meteorology.

Tan J., Zheng Y., Tang X., Guo C., Li L., Song G., Zhen X., Yuan D., Kalkstein A. J., Li F. *The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai*. Int. J. Biometeorol. 2010 Jan;54(1):75-84.

CLIMA, SALUTE E BENESSERE IN CITTÀ

Francesca De Maio¹, Luciana Sinisi¹, Jessica Tuscano¹

¹Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Abstract

Numerosi studi nazionali e internazionali hanno dimostrato la presenza di una associazione tra cambiamenti climatici e i rischi diretti e indiretti per salute e benessere della popolazione residente nelle aree urbane. Ai danni diretti nelle ondate di calore e di gelo (eccessi di mortalità e morbidità) ed agli impatti socio-economici (decessi e patologie psichiche e fisiche post traumatiche, danni diretti infrastrutture e insediamenti) conseguenti ai sempre più frequenti eventi meteorologici avversi, vanno a sommarsi altri rischi di rilevanza sanitaria di tipo indiretto mediati dagli impatti dei fattori meteoroclimatici su ecosistemi, biodiversità, acque potabili e di balneazione, suolo e aria outdoor e indoor. Questi impatti sono causa di aumento del rischio di malattie già riconosciute come dipendenti da fattori ambientali quali ad esempio asma e allergie respiratorie, malattie cardiovascolari e respiratorie e malattie infettive trasmesse da vettori.

In questo lavoro vengono sinteticamente presentate le conoscenze disponibili sui principali determinanti ambientali e meteo climatici e i loro effetti sulla salute, in particolare per quegli scenari di rischio la cui gravità e frequenza mostrano strette sinergie con vulnerabilità ambientali, territoriali e socio demografiche preesistenti agli eventi meteo climatici dipendenti da settori quali la tutela della qualità dell'aria, l'urbanistica, la gestione del verde urbano e dei servizi essenziali. Il fine ultimo di questa sintesi è promuovere l'inclusione delle valutazioni di vulnerabilità per benessere, sicurezza e rischi sanitari(che possono essere preesistenti, concorrenti o realizzarsi a seguito degli eventi meteo climatici) nelle strategie di adattamento di questi settori con particolare riferimento alle vulnerabilità socio-economiche e demografiche.

Parole chiave

Cambiamenti climatici, temperatura, eventi meteorologici estremi, inondazioni, salute, vettori, allergie, pollini, muffe, inquinamento atmosferico, ondate di calore e di gelo

1. Introduzione

Pur ancora in assenza di una base informativa adeguata e di una valutazione nazionale sistematica è comunque ormai largamente condiviso che, anche in Italia, siano già in atto i nuovi scenari di rischio influenzati da determinanti ambientali e meteo climatici. Queste condizioni di rischio, già evidenziate nel primo rapporto nazionale sul tema condotto da APAT e OMS in collaborazione con esperti di settore nel 2007 (APAT/OMS, 2007) sono state riaffermate nei documenti tecnici e strategici della recente Strategia Nazionale per l'Adattamento ai Cambiamenti Climatici presentata dal Ministero dell'Ambiente⁵.

Al verificarsi di condizioni di rischio di danni diretti a causa di ondate di calore e di gelo e, non in ultimo, ai sempre più frequenti eventi meteorologici avversi come alluvioni, piogge intense, frane, valanghe, inondazioni costiere, trombe d'aria, vanno a sommarsi altri rischi di rilevanza sanitaria, ovvero quelli mediati dagli impatti dei fattori meteoroclimatici su ecosistemi, biodiversità, acque potabili e di balneazione, aria outdoor e indoor, nonché dagli impatti su servizi essenziali (ospedali, trasporto, erogazione di acqua potabile ed energia) ed economie primarie di città e territori (turismo, arte etc).

I dati osservati e gli scenari previsionali mostrano confermano il trend degli alterati pattern meteorologici e di temperatura, ovvero dei determinati meteo climatici che influenzano gravità e frequenza degli scenari di rischio. Molti studi indicano che la Regione Mediterranea sarà progressivamente più calda nelle decadi a venire. Queste previsioni sono già confermate dall'analisi delle serie storiche degli ultimi 15-20 anni che mostrano incrementi nelle temperature massime anche per più di 2°C in alcune stazioni meteo nella parte ovest della regione mediterranea e, in generale,

⁵2012-2014 <http://www.minambiente.it/pagina/adattamento-ai-cambiamenti-climatici-0>

incrementi delle temperature minime invernali più consistenti rispetto alle massime estive (Garcia-Herrera, 2014).

In Italia, il 2013 è stato il 22° anno consecutivo con temperatura media più elevata della norma e con un'anomalia media di +1.04°C. Le anomalie termiche non comportano solo l'aumento delle temperature medie: negli ultimi 50 anni il numero di notti e i giorni freddi⁶ sono in netta diminuzione mentre è aumentato quello di giorni e notti calde; il 2013 ha fatto registrare il valore più basso di notti fredde dell'intera serie. Notti calde e giorni caldi sono stati superiori alla media climatologica come negli ultimi 30 anni (Desiato *et al.*, 2014).

Oltre alla maggiore frequenza delle ondate di calore, tali fenomeni termici incidono anche sulla maggiore tossicità degli inquinanti atmosferici, sull'aumento della durata stagionale e della quantità di pollini e sulle dinamiche delle popolazioni di insetti clima sensibili potenziali vettori di malattie.

Le precipitazioni stanno progressivamente acquistando un carattere sempre più intenso (così dette "bombe d'acqua") con una contemporanea diminuzione della piovosità media durante l'anno e questa tendenza presumibilmente continuerà nelle prossime decadi.

In Italia nel periodo 1951-2013 i valori medi delle precipitazioni cumulate annuali risultano essere in leggera diminuzione. Su base stagionale la diminuzione risulta statisticamente significativa in inverno ($-4.6 \pm 1.8\%$ /10 anni). Nel 2013 precipitazioni mediamente superiori alla norma e con un contributo sostanziale fornito da eventi meteorologici estremi hanno reso il territorio più instabile soprattutto nelle aree montane alpine e appenniniche, dove si sono attivati o riattivati dissesti e frane. L'evento più disastroso ha colpito la Sardegna nel mese di novembre 2013, ma anche alcuni eventi che hanno interessato Toscana, Piemonte, Marche e Umbria hanno avuto conseguenze pesanti per il territorio e per le popolazioni colpite. (Desiato *et al.*, 2014). Pur nella consapevolezza che ogni insediamento urbano ha una sua specificità urbanistica, territoriale e socio economica in questo lavoro verranno brevemente esaminati gli impatti e rischi per la salute anche alla luce di una breve disamina dei fattori di vulnerabilità d'interesse per una tutela mirata dei rischi per la salute della popolazione residente.

2. Cambiamenti climatici, vulnerabilità dell'ambiente urbano e rischi per la popolazione

La conoscenza dei fattori di vulnerabilità caratteristici degli insediamenti urbani che modulano la gravità e la frequenza dei rischi per salute, sicurezza e benessere della popolazione associati ai cambiamenti climatici, è un passaggio conoscitivo indispensabile alla formulazione di ipotesi di strategie e azioni di adattamento necessarie a contrastarne gli impatti negativi.

Gli impatti dei cambiamenti climatici sulla popolazione urbana possono essere diretti e indiretti e realizzarsi attraverso meccanismi diversi (Fig.1).

Figura 1 - Clima, salute e benessere in città



Fonte: J.Tuscano, ISPRA

⁶ Indici di estremi di temperatura che si basano sul confronto con la distribuzione statistica dei valori normali: le notti fredde (TN10p) cioè la percentuale di giorni in un anno con temperatura minima inferiore al 10° percentile del corrispondente valore medio climatologico, i giorni freddi (TX10p), cioè la percentuale di giorni con temperatura massima inferiore al 10° percentile, le notti calde (TN90p), cioè la percentuale di giorni con temperatura minima superiore al 90° percentile e i giorni caldi (TX90p), cioè la percentuale di giorni con temperatura massima superiore al 90° percentile.

La gravità e le caratteristiche degli impatti sono modulati da vulnerabilità non solo individuali ma anche ambientali, quali la struttura urbanistica, la dislocazione in aree più a rischio (aree costiere) o in aree a rischio specifico (rischio idrogeologico), vulnerabilità socio-demografiche quali la densità della popolazione, distribuzione di gruppi vulnerabili e, non in ultimo, la consapevolezza dei rischi (e informazione) di operatori e cittadini e la resilienza dei sistemi di risposta alle emergenze.

Le misure di adattamento per mitigare gli effetti indesiderabili sulla popolazione investono non solo questi sistemi ma anche altri settori quali ad esempio, fatte salve le idonee contromisure per le aree a rischio idrogeologico, l'urbanistica e le contromisure per le isole di calore urbano, la gestione energetica, le tecnologie applicate alla sicurezza delle infrastrutture dei servizi essenziali e dell'edilizia residenziale, la gestione del verde urbano, la pianificazione consapevole di attività socio-produttive strategiche .

Gli insediamenti urbani mostrano vulnerabilità anche intrinseche in quanto strutturati su sistemi artificiali non resilienti, ovvero non dotati di autonoma capacità di risposta, che possono amplificare i rischi per la salute associati agli aumenti di temperatura (effetto isola di calore urbano, maggiore tossicità degli inquinanti atmosferici) o agli eventi meteorologici estremi da danni diretti alle infrastrutture di trasporto, telecomunicazioni, energia e servizi idrici. Oltre ai danni diretti di persone e beni la sicurezza della popolazione urbana è infatti anche vincolata all'erogazione in qualità di servizi (distribuzione di acqua potabile ed energia anche nelle emergenze, infrastrutture e sistemi di trasporto per persone e merci, sistemi di comunicazione, fognature e sistemi di rimozione dei rifiuti) che a loro volta subiscono gli impatti degli eventi estremi. Impatti che possono essere rilevanti per il benessere socio-economico specie se riguardano aree urbane la cui economia (turismo, arte, prodotti agricoli di nicchia) è strettamente dipendente dalla stabilità di sistemi ambientali e variabili climatiche. Non in ultimo le stesse strutture di servizi sanitari (ospedali e ambulatori territoriali) possono essere danneggiate compromettendo l'efficacia degli interventi sanitari. Tali scenari di rischio possono essere non remoti considerando che in Italia, nelle aree classificate come ad alto rischio di frane e alluvioni è stata stimata la presenza di oltre 1 milione di edifici ad uso prevalentemente residenziale, 6.251 scuole e 547 strutture ospedaliere. Tra gli insediamenti non residenziali sono 34.000 i capannoni a uso produttivo e circa 24.000 quelli commerciali (ANCE/CRESME, 2012).

Tra i fattori di vulnerabilità vanno inoltre considerate la densità di popolazione e insediamenti e la vulnerabilità socio-demografica.

Nelle aree urbane l'alta concentrazione di persone ed edifici in una zona relativamente piccola fa sì che anche un evento relativamente contenuto nel tempo e nello spazio (pioggia intensa, ondata di calore, etc) o la presenza di fattori di rischio (maggiore tossicità dell'inquinamento atmosferico, aumento quantità di pollini e/o di insetti potenziali vettori di malattie infettive come le zanzare, danni diretti ad infrastrutture e beni) possano influenzare un gran numero di persone. L'affollamento urbano implica anche una elevata (e concentrata) richiesta di servizi sanitari (assistenza e cura) e servizi essenziali (energia, acqua potabile) nelle emergenze o in periodi di maggior rischio (es. ondate di calore, post-alluvione).

Sotto il profilo qualitativo tali eventi avversi saranno a maggior rischio se insistenti su strutture sociali come case di riposo, scuole, asili, nidi d'infanzia che ospitano gruppi particolarmente vulnerabili agli impatti negativi indotti dai cambiamenti climatici come bambini, disabili, malati cronici e anziani.

Un esempio della sinergia di diversi fattori di rischio e vulnerabilità è descritta nel Box 1.

Box 1. Isola di calore urbano e fattori di vulnerabilità socio demografici: un esempio di valutazione integrata delle vulnerabilità in aree urbana

L'impatto sulla salute delle ondate di calore è potenziato nelle città dal fenomeno Isola di Calore Urbano (UHI, *Urban Heat Island*) in virtù del quale la differenza di temperatura in città e aree rurali può essere anche di diversi gradi. La comprensione dei meccanismi di questo fenomeno complesso e delle contromisure mirate per ridurlo ha ricevuto speciale attenzione tra i ricercatori trattandosi di una fondamentale azione di adattamento urbano alle ondate di calore.

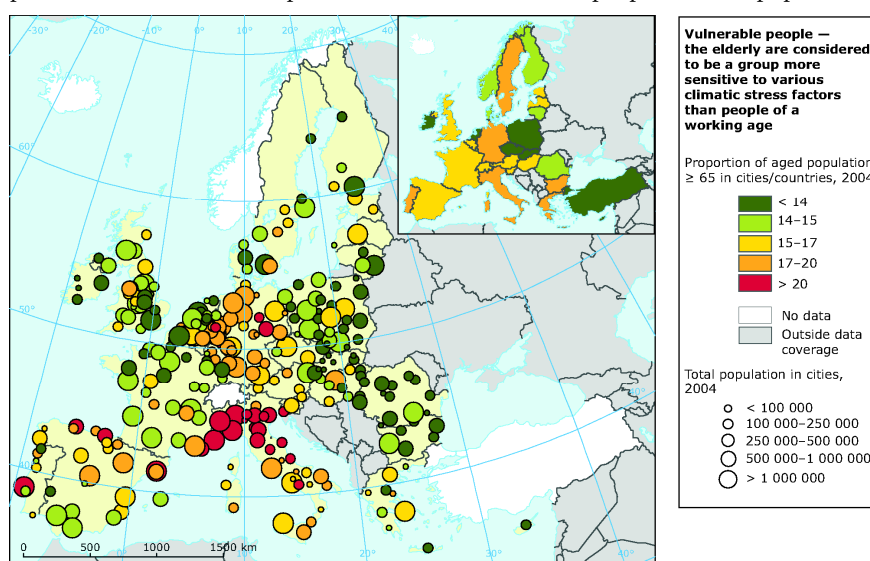
Un recente studio condotto da ricercatori statunitensi della Yale University su 65 città del Nord America ha analizzato alcune delle principali cause del fenomeno UHI dipendenti dalle caratteristiche della struttura urbana e dal microclima locale. Dallo studio è emerso che, indipendentemente dal clima locale, durante la notte il contributo dominante al fenomeno isola di calore è il rilascio di calore immagazzinato nelle strutture urbane. Durante il giorno invece, i ricercatori hanno mostrato come il fattore dominante sia la variazione nell'efficacia di dispersione del calore nella bassa atmosfera delle aree urbane attraverso il processo di convezione. Gli effetti della ridotta "efficienza convettiva", sono dovuti alle superfici lisce di edifici e altre costruzioni che favoriscono molto meno la diffusione del calore rispetto alle superfici ruvide delle aree naturali circostanti. L'efficacia di dispersione si riduce ancora di più in climi umidi, dove l'urbanizzazione può ridurre l'efficienza di convezione anche del 58% potenziando lo stress delle ondate di caldo sulla salute umana (Lei Zhao *et al.*, 2014).

L'analisi delle vulnerabilità urbane che possono modulare la gravità degli effetti delle ondate di calore dovranno integrare anche gli aspetti di vulnerabilità socio-demografica nelle aree urbane in studio, come ad esempio la presenza di gruppi vulnerabili come gli anziani, considerando che in alcuni paesi Europei come l'Italia, la Germania e il nord della Spagna la percentuale di anziani, rispetto alla popolazione generale, è maggiore nelle aree urbane che nelle zone rurali (Fig.2a).

Il trend italiano, ma anche europeo, è quello di un aumento dell'età media della popolazione e della popolazione senile, con conseguente aumento della popolazione a rischio di effetti dannosi associati allo stress termico. In Italia ad esempio, l'indice di vecchiaia (rapporto tra la popolazione con 65 anni e più e quella con meno di 15 anni) è notevolmente aumentato nel periodo intercensuario, passando dal 46,1% del 1971 al 148,7% del 2011 (131,4% nel 2001), con il valore minimo (101,9%) registrato in Campania e il massimo (238,4%) in Liguria (ISTAT, 2012) (Fig. 2b).

Si profila particolarmente importante quindi per mitigare gli impatti e fare scelte consapevoli di adattamento, una valutazione integrata meteo-climatica, urbanistica e socio demografica delle aree urbane.

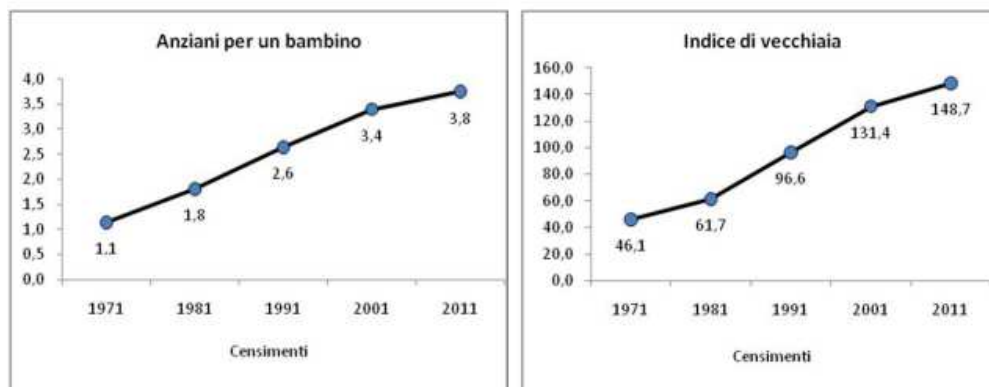
Figura 2a - Popolazione vulnerabile: Popolazione residente in città; proporzione di popolazione >65 anni



Fonte: EEA, 2012

Figura 2.b - Indice di vecchiaia

Figura 4 - Indicatori strutturali della popolazione residente: anziani per bambino e indice di vecchiaia ai censimenti dal 1971 al 2011



Fonte: ISTAT, 2011

3. Impatti sulla popolazione delle aree urbane dei cambiamenti climatici

3.1 Gli eventi meteorologici estremi

Nonostante il visibile aumento nel nostro Paese, ad oggi, non si dispone di un'informazione sistematica dei loro impatti, nè per quelli diretti, inclusi i danni socio-economici, che per gli indiretti ovvero di stati patologici conseguenti agli eventi estremi e, in alcuni casi, al ripetersi di tali eventi in un non lungo intervallo temporale.

A livello globale e nel continente europeo tra gli eventi meteorologici avversi le alluvioni/inondazioni sono le più frequenti, e numerosi sono i potenziali effetti negativi diretti e indiretti per la salute umana, tra questi:

- decessi, principalmente per annegamento, e lesioni post-traumatiche;
- danni psichici, come il disturbo post-traumatico da stress, che molti studi indicano come persistente anche per anni;
- gastroenteriti prevalentemente da uso di acqua contaminata nel dilavamento o scarsa disponibilità di acqua per usi igienico-sanitari;
- malattie trasmesse da roditori (es. leptospirosi) forzatamente migrati per danni o *overflow* delle fognature;
- punture da insetti potenziali vettori di malattie infettive;
- avvelenamenti causati da sostanze tossiche mobilizzate dall'alluvione;
- sviluppo e crescita nelle abitazioni di muffe e spore allergizzanti nel periodo immediatamente successivo alle inondazioni.

Le strategie di adattamento dovranno oltre a tener conto dei fattori che incidono sulla vulnerabilità della popolazione che possono essere preesistenti, concorrenti o realizzarsi a seguito dell'alluvione (Lowe *et al.*, 2013), anche della prevenzione di effetti sulla salute anche negli addetti alle emergenze, specie l'insorgenza di disturbo post-traumatico da stress (Stanke *et al.*, 2012).

In Italia l'analisi di fonti varie (elaborazione ANCE/CRESME, 2012) stima che tra il 2002 e il 2012 gli eventi di dissesto che hanno provocato danni diretti alla popolazione (con vittime, feriti e sfollati) hanno provocato circa 290 morti (128 dovuti alle alluvioni e 165 alle frane).

Vari fattori antropici tra cui la progressiva urbanizzazione anche in aree a rischio, interventi non idonei su suolo, versanti e corsi d'acqua, hanno contribuito nel tempo a rendere i territori più vulnerabili alle

insidie meteo-climatiche. In Italia ben 5.581 comuni (68,9% del totale) (ISPRA)⁷ ricadono in aree classificate a potenziale rischio idrogeologico più alto: il 21,1% in aree franabili; il 15,8% in aree alluvionabili, il 32,0% aree a dissesto misto (aree franabili e aree alluvionabili).

Tra gli effetti indiretti degli eventi estremi particolare attenzione richiede la prevenzione delle malattie trasmesse con l'acqua il cui rischio è amplificato da anomalie termiche ed eventi meteorologici avversi (Funari *et al.*, 2012). Pur in assenza di un sistema nazionale di sorveglianza specifico molti studi evidenziano il ruolo del dilavamento contaminato negli eventi estremi, delle alte temperature e dell'impatto fisico sulle infrastrutture di distribuzione e trattamento delle acque sulla qualità di acque di balneazione, superficiali e sulla prestazione dei servizi idrici. Le gastroenteriti e l'epatite A rappresentano le malattie più frequenti e l'Italia non è esente dal rischio di malattie idrotrasmesse. Per esempio in uno studio italiano condotto dall'ISS (Bonadonna *et al.*, 2009) sulla base delle notifiche registrate dal sistema italiano di sorveglianza delle malattie infettive, nell'area di Roma, nel periodo 2001-2006 sono stati individuati ed elaborati un totale di 3.000 casi di malattie di origine idrica e il virus dell'epatite A è stato l'agente eziologico più frequentemente registrato. Temperatura, inondazioni e distruzione degli impianti di trattamento influenzano le infezioni da *Criptosporidium*, più frequenti nei bambini 0-5 anni che, anche in Italia, mostrano un leggero aumento pur essendo sottodiagnosticate e sottostimate in quanto non ne è prevista la segnalazione obbligatoria.

Le variabili meteorologiche sono cofattori di rischio per lo sviluppo anche di altri organismi patogeni quali le alghe tossiche e i cianobatteri. Negli ultimi anni nella quasi totalità delle Regioni italiane sono state evidenziate criticità correlate allo sviluppo di cianobatteri produttori di tossine neurotossiche ed epatotossiche in invasi naturali e artificiali utilizzati per la fornitura di acque potabili (Lucentini *et al.*, 2011a, 2011b).

3.2 Stress termico, ondate di gelo ed esposizione a raggi UV

Ondate di calore ed elevate temperature possono essere responsabili di eccessi di mortalità per cardiopatia ischemica e ictus e di un aumento degli accessi al Pronto Soccorso per vari problemi di salute come episodi sincopali, aritmie cardiache, colpi di calore, nefropatia e disturbi metabolici. Alcuni sottogruppi di popolazione, come cardiopatici o pazienti in trattamento con farmaci psicotropi, anziani ultra 75enni, bambini, fasce economiche svantaggiate (edilizia fatiscente, assenza di condizionamento, i senza tetto) sono particolarmente vulnerabili alle ondate di calore.

Valutazioni sull'impatto dell'ondata di calore del 2003 in Europa hanno stimato più di 70.000 morti in eccesso in 12 Paesi europei, con effetti maggiori in Francia, Germania, Spagna e Italia; si è trattato soprattutto di persone sole, di età maggiore di 75 anni, con malattie croniche e disabilità funzionale, che vivevano in aree urbane con basso livello socio-economico. Vari studi hanno analizzato e valutato il fenomeno in Europa e nel mondo (Åström *et al.*, 2011; Baccini *et al.*, 2008; Basu *et al.*, 2008; Bell *et al.*, 2008; Johnson *et al.*, 2005).

L'età è tra i principali co-fattori di rischio per la mortalità e la morbosità legate all'esposizione ad alte temperature (ultra 75enni).

Sebbene l'estate 2012 sia stata la seconda più calda dal 1800 ad oggi dopo il 2003, gli eccessi di mortalità per ondate di calore in Italia sono diminuiti quale effetto positivo delle politiche di allarme, sorveglianza, prevenzione e comunicazione istituite e implementate dal Ministero della Salute a seguito degli eventi dell'estate del 2003⁸. Questo emerge dal confronto dei dati relativi all'estate 2003 e del 2012. Di contro non si registra un diffuso uso di materiali e tecnologie nell'edilizia e nelle infrastrutture stradali urbane per la mitigazione dell'effetto da isole di calore urbano (in media da +2 a +6°C rispetto alle aree rurali). Rimane comunque alta l'attenzione per l'insorgenza di patologie psichiche e fisiche associate alle ondate di calore causa di un aumento degli accessi al Pronto Soccorso nelle stagioni calde. Oltre ad anziani, bambini e individui suscettibili tra i gruppi vulnerabili vanno anche annoverati i lavoratori *outdoor* costretti per motivi professionali a lunghe esposizioni al caldo.

⁷ <http://www.isprambiente.gov.it/temi/suolo-e-territorio/rischio-idrogeologico>

⁸ Il "Piano operativo nazionale per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute" del ministero Ministero della salute Salute si aggiorna dal 2004. Il piano più recente per l'estate 2014 è disponibile al link : http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano&id=2166.

Anche le ondate di gelo sono associate ad accessi di mortalità per malattie cardiache e respiratorie. Maggiormente vulnerabili sono le popolazioni che vivono generalmente in climi temperati. Lo studio effettuato sulle conseguenze dell'ondata di freddo che ha colpito l'Italia nell'inverno 2011-2012 (de'Donato *et al.*, 2013) ha evidenziato un globale eccesso di mortalità (25%) in soggetti ultra-75enni nelle 14 città esaminate affette dall'ondata di freddo del febbraio 2012. Alcuni Paesi europei (ad es. Inghilterra, Francia) stanno mettendo a punto sistemi di sorveglianza idonei per le ondate di gelo sull'esperienza dei sistemi di prevenzione ed allarme per le ondate di calore.

Tra le implicazioni del globale fenomeno dei cambiamenti climatici alcuni autori includono anche l'eccessiva esposizione alle radiazioni UV causata dall'assottigliamento dello strato dell'ozono stratosferico, dal momento che è stata riconosciuta una interazione tra questo e i gas serra causa del riscaldamento globale che ha richiesto anche interventi normativi⁹. Le temperature più miti favoriscono anche una maggiore esposizione *outdoor* specie nei Paesi a clima tradizionalmente più freddo e, quindi, ai potenziali effetti delle radiazioni UV riconosciute dall'OMS¹⁰ come fattore di rischio per l'insorgenza di tumori cutanei (specie raggi UVB a lunghezza d'onda più corta), danni oculari (cheratiti, cataratte precoci) ed effetti avversi sul sistema immunitario (raggi UVA e UVB).

Non solo le caratteristiche delle ondate di calore e della struttura urbana ma anche le caratteristiche della qualità dell'aria *outdoor* e *indoor* e della gestione del verde urbano sono fattori incidenti sugli eccessi di mortalità e morbilità cardiorespiratoria.

3.3 Clima, anomalie termiche, qualità aria outdoor e indoor: allergie, asma e malattie cardiorespiratorie

Clima e inquinamento atmosferico

La preesistenza di vulnerabilità ambientali (ad es. inquinamento atmosferico) e sanitarie (ad es. gruppi vulnerabili) amplificano gli effetti e i rischi indotti dai cambiamenti climatici sulla qualità dell'aria.

Molti studi hanno quantificato la relazione tra inquinanti atmosferici e *outcomes* di salute quali mortalità e morbilità¹¹ della popolazione residente. Per l'Italia i principali studi di riferimento sono stati condotti da MATTM (WHO, 2002) e APAT/ ISPRA in collaborazione con l'OMS (WHO, 2006) e nell'ambito del Progetto EPIAIR del Ministero della Salute¹².

Il cambiamento climatico può influenzare la qualità dell'aria a livello locale e regionale attraverso modifiche delle velocità delle reazioni chimiche in atmosfera, delle altezze degli strati di rimescolamento degli inquinanti, e modifiche nelle caratteristiche dei flussi d'aria che regolano il trasporto d'inquinanti. Vari studi confermano l'associazione tra l'aumento dei ricoveri ospedalieri per malattie cardiovascolari e ictus nelle ondate di calore e un effetto sinergico per malattie cardiorespiratorie tra le concentrazioni tossiche d'inquinanti atmosferici (O₃, PM₁₀) e temperatura. Come conseguenza dell'incremento della temperatura (Alcamo *et al.*, 2007) si registra un aumento degli episodi estivi di smog fotochimico. Elevate concentrazioni di ozono possono danneggiare il tessuto polmonare, e sono nocive soprattutto per le persone affette da allergie, asma e altre patologie polmonari croniche.

Episodi di elevate concentrazioni di ozono estivo interessano numerosi paesi tra cui l'Italia: negli anni 2010-2012 (Tuscano *et al.*, 2013) si è rilevato un aumento del valore medio nazionale di O₃ a cui è esposta la popolazione urbana e un aumento del numero di giorni dell'anno che superano il valore di concentrazione di 120µg/m³ (Fig. 2). In queste regioni sono fortemente raccomandati i sistemi di informazione e allerta rapida previsti dalla normativa.

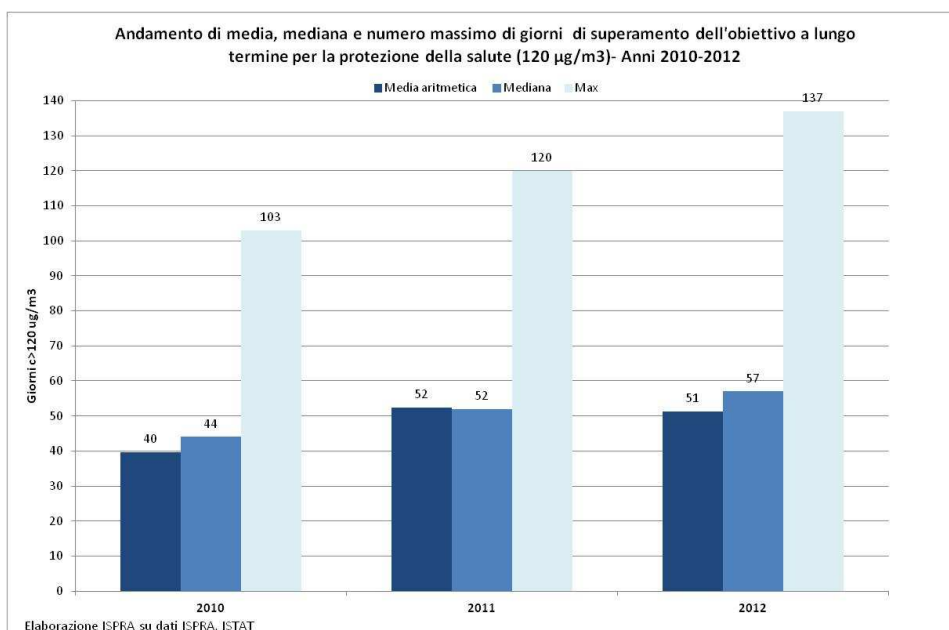
⁹ Ex multis: Il Regolamento (CE) n. 842/2006: serie di disposizioni che hanno come obiettivo la riduzione delle emissioni dei tre gruppi di gas fluorurati ad effetto serra contemplati dal Protocollo di Kyoto: gli idrofluorocarburi (HFC), i perfluorocarburi (PFC) e l'esafluoruro di zolfo (SF₆) utilizzati in alcune tipologie di apparecchiature e applicazioni industriali. Decreto Legislativo 5 marzo 2013, n. 26 recante la disciplina sanzionatoria per la violazione delle disposizioni di cui al Regolamento (CE) n. 842/2006 su taluni gas fluorurati ad effetto serra (G.U. n. 74 del 28 marzo 2013).

¹⁰ <http://www.who.int/globalchange/climate/summary/en/index7.html>.

¹¹ WHO Publications <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environmental-health/air-quality/publications>

¹² I due progetti EpiAir 1 (2001-2005) e EpiAir 2 (2006-2010) sono stati finanziati dal Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie (CCM) del Ministero della Salute e costituiscono complessivamente il più recente e ampio studio sugli effetti degli inquinanti atmosferici (PM₁₀, NO₂ e O₃ e per la prima volta in Italia il PM_{2.5}): www.epi-air.it.

Figura 3 - Ozono: Andamento di media, mediana e numero massimo di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)



Fonte: Tuscano *et al.*, 2013

La riduzione dei precursori dell'ozono (le emissioni di NO_x e VOC) è una delle misure da adottare per l'adattamento alle sempre più frequenti ondate di calore. Considerate le sinergie con gli inquinanti atmosferici i cambiamenti climatici sollecitano l'adozione di Piani e misure per il miglioramento della qualità dell'aria.

Anomalie termiche, inquinamento, pollini e rischio allergico

Le variabili climatiche influenzano le patologie allergiche respiratorie sia attraverso meccanismi sinergici con gli inquinanti atmosferici, sia agendo sulla produzione e sulle caratteristiche degli aeroallergeni (pollini) (D'Amato *et al.*, 2010).

Gli inquinanti chimici *outdoor*¹³ e *indoor*¹⁴ causano infiammazione delle vie respiratorie e interagiscono con gli allergeni, trasportati dai granuli pollinici, favorendo la sensibilizzazione atopica e l'esacerbazione dei sintomi nei soggetti allergici (D'Amato *et al.*, 2005). L'aumento della concentrazione di ozono troposferico, ossidante fotochimico responsabile di effetti infiammatori delle vie aeree, aumenta la suscettibilità dei soggetti asmatici agli antigeni allergenici (Bayram *et al.*, 2001) (Jörres *et al.*, 1996). I livelli di ozono sono associati ad un'esacerbazione di sintomi respiratori acuti sia in adulti che nei bambini che svolgono attività all'aperto, e ad un aumento di ricoveri per asma (Erbas *et al.*, 2007; Villeneuve, 2007).

Nel Box 2 seguente sono riassunti i possibili effetti dei fattori climatici, sulle patologie allergiche respiratorie.

¹³ PM, O_3 , NO_x , DEPs – Diesel Exhaust Particles, CO_2 , ecc

¹⁴ VOC – Volatile Organic Compounds, O_3 , PM

Box 2 - Variabili climatiche e allergie (Fonte: De Maio, ISPRA)

Aumento temperature	Modificazioni della fenologia delle piante. Allungamento e anticipazione della stagione pollinica (Ziska <i>et al.</i> , 2003; Gala'n <i>et al.</i> , 2003) causa un aumento produzione dei pollini responsabile dell'incremento delle malattie allergiche da polline (Michelozzi <i>et al.</i> , 2009; McMichael <i>et al.</i> , 2011). La distribuzione e l'insediamento di specie infestanti concorre, con alte concentrazioni di CO ₂ ¹⁵ (Rogers <i>et al.</i> , 2006) all'aumento della produzione di pollini. L'incremento di pollini allergenici è favorito dalla presenza di nuove piante a scopo ornamentale in aree urbane (Stach <i>et al.</i> , 2008).
Umidità	Influenza le concentrazioni atmosferiche degli aeroallergeni. Bassi livelli di umidità favoriscono il rilascio, la dispersione e il trasporto di pollini, elevati livelli di umidità sono correlati ad elevate concentrazioni atmosferiche di pollini e spore (Jones <i>et al.</i> , 2004; Burge <i>et al.</i> , 2002).
Eventi estremi	Le condizioni di umidità e vento intenso presenti durante i temporali possono determinare la rottura per <i>shock</i> osmotico dei granuli pollinici e favorire così il rilascio degli antigeni allergenici in atmosfera.

I dati aerobiologici e fenologici hanno consentito di individuare la distribuzione delle piante allergeniche in Europa per aree vegetazionali. Anche la stagionalità dei sintomi di allergia segue la tipologia di piante allergeniche e le condizioni climatiche: nell'Europa settentrionale, centrale e orientale la fioritura delle graminacee inizia in maggio e si prolunga fino a luglio mentre nell'area mediterranea la fioritura inizia con circa un mese d'anticipo. In Italia la principale causa di pollinosi è la sensibilizzazione a pollini di Graminacee, in particolare nelle regioni settentrionali. Tra le Urticacee il genere di interesse allergologico principale è *Parietaria*, una pianta erbacea. Le Compositae, o Asteracee, fioriscono nel periodo estivo-autunnale. Il genere più comune è l'*Artemisia vulgaris*: Ambrosia. Riguardo i pollini d'albero, fino a 10-15 anni fa la famiglia di maggior rilievo allergologico, in Italia, era rappresentata dalle Oleacee (*Olea Europea*) soprattutto nelle zone mediterranee e le isole. L'introduzione dell'olivo come pianta ornamentale e la diffusione delle colture ha comportato un aumento della frequenza di sensibilizzazione anche al Nord. Recentemente si è visto un incremento delle sensibilizzazioni alle specie Fagacee (betulla, nocciolo, carpino, ontano) e alle Cupressacee, queste ultime soprattutto in Toscana e Liguria, dove è maggiore la loro diffusione. Questi dati sulle pollinosi "nuove e recenti" dovrebbero essere utilizzati e dai comuni nei piani comunali della gestione del verde urbano specie in aree critiche (asili, scuole, parco giochi).

Clima, allergie e qualità dell'aria indoor

I cambiamenti climatici influenzano la pericolosità dell'aria *indoor* attraverso vari meccanismi. Inquinanti chimici (VOC, specie la formaldeide) le cui sorgenti sono prevalentemente *indoor*¹⁶ e inquinanti biologici (muffe) presenti nell'aria *indoor* possono avere, tra gli altri, anche effetti allergizzanti e sono sensibili a variabili meteo-climatiche come temperatura e umidità.

Gli edifici stessi possono essere direttamente danneggiati dagli eventi estremi (danni strutturali, sbalzi termici, umidità persistenti) influenzando i parametri microclimatici necessari al comfort *indoor*. Garantire una buona ventilazione ed evitare materiali di consumo e di arredo che rilascino sostanze chimiche pericolose per la salute sono azioni fondamentali per la prevenzione di rischi per la salute specie in ambienti *indoor* critici come le scuole (ISPRA, Progetto SEARCH¹⁷).

La qualità chimica, biologica e il comfort in ambiente *indoor* può quindi essere influenzata una inadeguata ventilazione (e sua manutenzione!) degli ambienti confinati in applicazione di una non attenta applicazione di efficientamento energetico degli edifici.

¹⁵ La CO₂ uno dei principali gas serra di origine antropogenica è aumentato dall'era preindustriale da 280 ppm – era preindustriale a 393 ppm oggi. Elevate concentrazioni di CO₂ influenzano la produzione di polline, infatti le piante che crescono con elevate concentrazioni di CO₂ crescono più rapidamente, più grandi e producono maggiori quantità di polline.

¹⁶ Per esempio i detergenti usati per le pulizie domestiche; i materiali da costruzione e gli arredi.

¹⁷ <http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/ambiente-e-salute-1/search>

La relazione tra umidità *indoor* e salute è ben nota nella letteratura biomedica (Mendell *et al.*, 2011) ed evidenziata dall'OMS (WHO, 2004; WHO, 2009). La presenza di muffe o batteri in edifici umidi è associata a mal di gola, difficoltà respiratorie, tosse, esacerbazioni di asma, maggiore suscettibilità a contrarre le infezioni delle basse vie aeree. Le muffe possono produrre centinaia di composti tossici (Etzel, 2002; Norred *et al.*, 2001), aflatossine, fumonisine, ocratossine, rubratossine, etc. (Jarvis *et al.*, 1995; Wannemacher and Wiener, 1997) e possono avere proprietà neurotossiche, citotossiche, immunologiche, sull'apparato riproduttivo, o perfino cancerogene. Le micotossine sono state ritrovate in materiali da costruzione in edifici danneggiati dall'acqua (Bloom *et al.*, 2009).

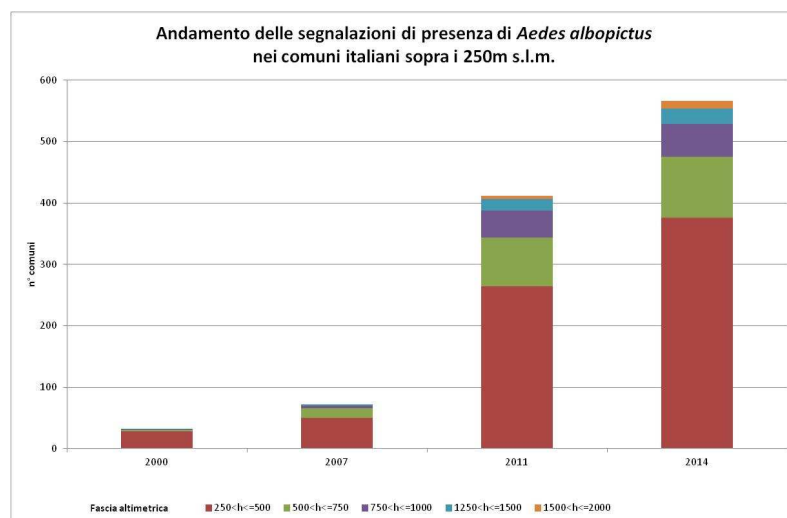
Influenza dei cambiamenti climatici su vettori e malattie da vettore

Nonostante la presenza di insetti vettori clima sensibili sia influenzata da complessi fattori ecologici e socio-economici (maggiore mobilità intercontinentale di uomini e merci incluse piante esotiche), il clima favorisce il loro insediamento in regioni geografiche storicamente indenni aumentando il rischio di trasmissione di agenti patogeni nell'uomo e negli animali.

Negli ultimi anni anche in Italia, come in Europa, si è assistito all'espansione della distribuzione geografica di molte specie di artropodi favorita, con modalità diverse per specifici vettori, da variabili meteorologiche come l'innalzamento di temperature medie e umidità o le piogge intense (APAT/OMS, 2007; Romi *et al.*, 2010; ECDC, 2010).

I fattori climatici possono favorire l'estensione di vettori ormai ubiquitari come la zanzara tigre a quote più elevate (Fig. 4) (aumento dell'esposizione della popolazione a punture dannose) o lo spostamento verso latitudini più settentrionali dei vettori di malattie tipicamente endemiche in altre aree come per i flebotomi vettori della leishmania (comparsa di casi in aree generalmente esenti) e, non in ultimo, favorire l'introduzione di virus "esotici". Negli ultimi anni si è assistito all'aumento della segnalazione di casi umani importati ed autoctoni di alcune arbovirosi trasmesse da zanzare infette per le quali dal 2002 il Ministero della Salute ha emanato specifiche indicazioni per la sorveglianza epidemiologica umana e veterinaria. Queste malattie virali erano storicamente tipiche di aree asiatiche e africane: *Dengue*, febbre *Chikungunya* e la malattia da virus *West Nile* (WN). Di quest'ultima zoonosi, considerata come riemergente in Italia, che si manifesta in uomini e cavalli, ma che riconosce in altre specie animali il proprio serbatoio, dal 2008 si registrano ogni anno casi positivi umani e veterinari (Fig.5). L'interesse sanitario per la WN è sia per il rischio di forme cliniche gravi, se non fatali, che per il rischio, pur se raro, di trasmissione interumana dell'infezione virale attraverso emotrasfusioni e trapianti di organo (Semenza & Domanović, 2013).

Figura 4 - Ampliamento dell'areale della distribuzione di *Aedes Albopictus* a quote altimetriche sempre maggiori



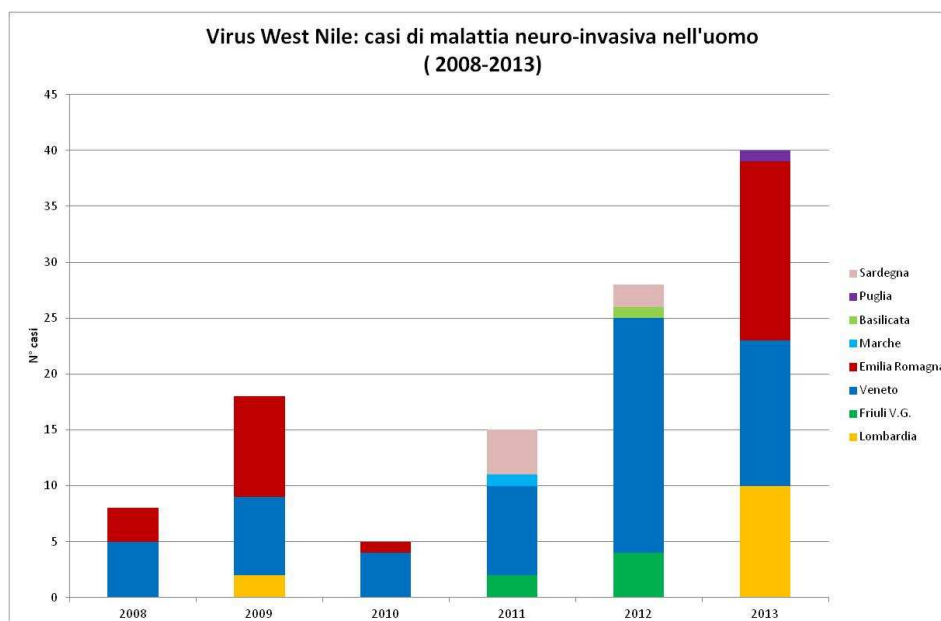
Fonte: ISPRA, Implementazione Indicatori Strategia Nazionale Biodiversità (pubblicazione in progress)¹⁸

¹⁸ Elaborazione ISPRA su dati del Centro di Riferimento per la sorveglianza e il controllo di *Aedes albopictus* in Italia, Dipartimento MIPI - Istituto Superiore di Sanità

Tra le malattie trasmesse da vettori studi recenti hanno anche indagato il rischio di reintroduzione della malaria (Romi *et al.*, 2012a, Romi *et al.*, 2012b), attualmente considerato basso nel nostro Paese ma che richiede comunque un adeguato monitoraggio.

In generale l'aumento delle zanzare comporta non solo un aumento quantitativo della popolazione potenzialmente esposta a rischi per la salute (punture con/senza reazioni allergiche, trasmissione di virus patogeni) ma influenza in generale anche l'esposizione a sostanze chimiche (aumento di uso d'insetticidi e repellenti) e la ridotta fruizione di spazi verdi e ricreativi che, come noto, influiscono positivamente sul nostro benessere.

Figura 5 - West Nile Casi umani della forma neuroinvasiva in Italia



Fonte: ISPRA, Implementazione Indicatori Strategia Nazionale Biodiversità Ministero Ambiente (pubblicazione in progress)¹⁹

Clima, città e benessere socio economico

Gli insediamenti urbani sono strategici per il benessere socio-economico non solo dei residenti ma anche in un'ottica di economia globale.

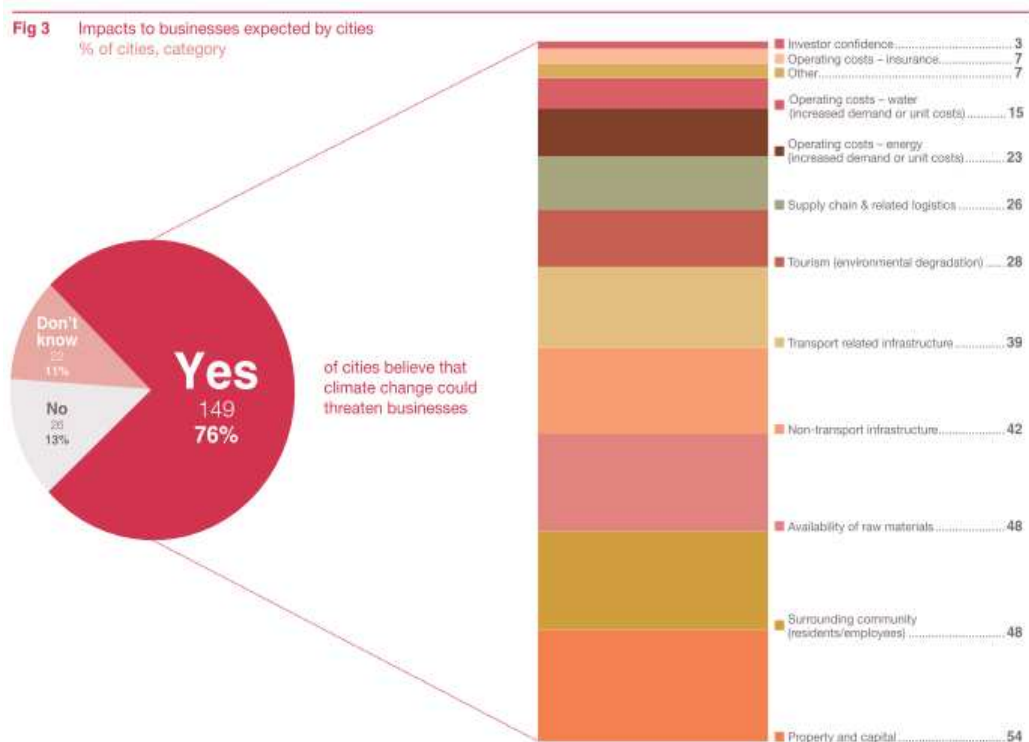
Le città sono sede delle principali attività e servizi produttivi, generano più dell'80% del PIL mondiale (CDP, 2014) e ospitano più del 50% di residenti sulla popolazione globale. Danni a beni, infrastrutture, servizi investono quindi economie non solo territoriali: di questo c'è consapevolezza anche negli investitori e negli imprenditori.

La survey condotta in 207 città, e i cui risultati sono riportati nel recente report del CDP "*Protecting our capital. How climate adaptation in cities creates a resilient place for business*", ha mostrato che il 76% delle città intervistate è consapevole che i cambiamenti climatici possono impattare su molte attività produttive, dalle spedizioni alla produzione di alimenti, al turismo e alle industrie. I rischi ambientali - alluvioni, siccità, temperature in aumento, etc - sono riconosciuti come impattanti su proprietà e capitali, la comunità (residenti e impiegati), la disponibilità di materia prima, infrastrutture di trasporto e non, turismo e logistica merci, costi di acqua energia e assicurazione nonché la fiducia degli investitori.

In assenza di una *policy* che spinga ad investire nella resilienza "climatica" le perdite economiche possono essere rilevanti. Nello stesso Rapporto si stima infatti che a livello globale da qui al 2030, fino a 4 trilioni (4000 miliardi) di dollari di capitali delle municipalità indagate sono a rischio.

¹⁹ Elaborazione ISPRA su dati Ministero della Salute.

Figura 6 - Impatti attesi nei settori economici delle città



Fonte: CDP, 2014

4. Conclusioni

I cambiamenti climatici e l'aumento di frequenza degli eventi estremi osservati ed i futuri scenari condivisi hanno posto in discussione le costanti meteo-climatiche su cui si sono organizzati, stabilizzati e evoluti sia gli insediamenti urbani che i sistemi di prevenzione sanitaria, ambientale e territoriale, le tecnologie applicate alla sicurezza delle infrastrutture, l'edilizia residenziale e la pianificazione di attività socio-produttive strategiche come turismo e agricoltura.

E' auspicabile che le valutazioni di vulnerabilità per benessere, sicurezza e rischi sanitari siano parte integrante delle strategie di adattamento di questi settori e che vengano inclusi in un approccio integrato con particolare considerazione delle vulnerabilità socio-demografiche.

Interventi strutturali e non in aree a rischio idrogeologico e di inondazione, tecniche e tecnologie per la mitigazione delle isole di calore urbano, la resilienza tecnologica di servizi idrici, reti fognarie e depuratori, il potenziamento delle politiche di tutela della qualità dell'aria outdoor e indoor, la gestione ambientale di insetti vettori di malattie infettive e, non in ultimo, la gestione del verde urbano con particolare attenzione alle specie allergizzanti clima-sensibili sono, tutti, esempi di azioni afferenti a settori diversi da quello sanitario ma che comunque concorrono alla prevenzione e mitigazione dei rischi per la salute e potenziano l'efficacia degli interventi sanitari di sorveglianza e controllo delle malattie.

Bibliografia

ANCE/CRESME (2012). *Lo stato del Territorio Italiano 2012 - Insediamento e rischio sismico e idrogeologico*. Primo Rapporto ANCE/CRESME. Roma, ottobre 2012.

APAT/OMS (2007). *Cambiamenti climatici ed eventi estremi: rischi per la salute in Italia*. APAT Rapporti 77/2007, ISBN: 978-88-848-0309-4.

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/cambiamenti-climatici-ed-eventi-estremi-rischi-per>

Åström D.O., Forsberg B., Rocklöv J., 2011. *Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: A review of recent studies*. Maturitas. 2011 Jun;69(2):99-105. doi: 10.1016/j.maturitas.2011.03.008.

Baccini M., Biggeri A., Accetta G., Kosatsky T., Katsouyanni K., Analiti A., Anderson H.R., Bisanti L., D'Ippoliti D., Danova J., Forsberg B., Medina S., Paldy A., Rabczenko D., Schindler C., Michelozzi P., 2008. *Heat effects on mortality in 15 European cities*. Epidemiology 2008;19(5):711-9.

Bayram H., Sapsford R.J., Abdelaziz M.M., Khair O.A., 2001. *Effect of ozone and nitrogen dioxide on the release of proinflammatory mediators from bronchial epithelial cells of nonatopic nonasthmatic subjects and atopic asthmatic patients in vitro*. J. Allergy Clin. Immunol. 2001 Feb;107(2):287-94.

Basu R., Ostro B.D., 2008. *A multicounty analysis identifying the populations vulnerable to mortality associated with high ambient temperature in California*. Am J Epidemiol, 168(6):632-7, 2008.

Bell M.L., O'Neill M.S., Gouveia N.C., 2008. *Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case-crossover study in Sao Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City*. Mexico Int J Epidemiol 2008;37(4):796-804.

Bernard S.M., Samet J.M., Grambsch A., Ebi K.L., Romieu I. 2001. *The Potential Impacts of Climate Variability and Change on Air Pollution-Related Health Effects in the United States*. Environ Health Perspect, 109(suppl 2):199-209 (2001)

Bloom E, Grimsley LF, Pehrson C., Lewis J., Larsson L., 2009. *Molds and mycotoxins in dust from water-damaged homes in New Orleans after Hurricane Katrina*. Indoor Air 19(2):153-158.

Bonadonna L., Di Porto M., 2009. *L'acqua come veicolo di malattie: elaborazione e valutazione di dati registrati e notificati nell'area di Roma*. Rapporti ISTISAN 09/3, 2009.

Burge HA.2002. *Un update on pollen and fungal spore aerobiology* . J allergy Clinical Immunol 2002;110:544-52

CDP, 2014 "Protecting our capital. How climate adaptation in cities creates a resilient place for business" www.cdp.net

Committee on Damp Indoor Spaces and Health, 2004. *Damp Indoor Spaces and Health*. http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11011.

D'Amato G., Cecchi L., D'Amato M., Liccardi G, 2010. *Urban Air Pollution and Climate Change as Environmental Risk Factors of Respiratory Allergy: An Update* J Investig Allergol Clin Immunol 2010; Vol. 20(2): 95-102

D'Amato G., Liccardi G., D'Amato M., Holgate, S. 2005. *Environmental risk factors and allergic bronchial asthma*. Clin Exp Allergy. Sep;35(9):1113-

de'Donato F.K., Leone M., Noce D., Davoli M., Michelozzi P. 2013. *The Impact of the February 2012 Cold Spell on Health in Italy Using Surveillance Data*. PLoS ONE 8(4): e61720. doi:10.1371/journal.pone.0061720.

Desiato F., Fioravanti G., Frascchetti P., Perconti W., Piervitali E. (ISPRA), Pavan V. (ARPA Emilia-Romagna). *Gli Indicatori del clima in Italia nel 2013*. ISPRA Rapporti 50/2014.

Ebi K.L., Exuzides K.A., Lau E., Kelsh M., Barnston A. 2004. *Weather changes associated with hospitalizations for cardiovascular diseases and stroke in California, 1983-1998*. Int J Biometeorol. 2004 Sep;49(1):48-58.

ECDC, 2010. *Climate change and communicable diseases in the EU Member States*. ECDC Tech. Document March 2010.

<http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/1003 TED handbook climatechange.pdf>.

EEA, 2012. *Urban adaptation to climate change in Europe 2012*. EEA Report 2/2012. <http://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change>

-
- Erbas B, Chang J, Dharmage S, Ong EK, Hyndman R, Newbigin E, et al., 2007. *Do levels of airborne grass pollen influence asthma hospital admissions?* Clinical and Experimental Allergy 7(11):1641–164.
- Etzel RA. 2002. *Mycotoxins*. Journal of the American Medical Association 287(4):425–427
- Funari E., Manganelli M., Sinisi L., 2012. *Impacts of climate change on water borne diseases*. Ann Ist Super Sanità. 48(4):473–487, DOI: 10.4415/ANN_12_04_13.
- Gala'n I, Tobias A, Banegas JR, Aranguiz E, 2003. *Short-term effects of air pollution on daily asthma emergency room admissions*. European Respiratory Journal 22(5):802–808
- Garcia-Herrera R. F., Lionello P., Ulbrich U, 2014. *Preface: Understanding dynamics and current developments of climate extremes in the Mediterranean region*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 14, 309–316, 2014
- ISTAT 2012. *15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni. Dati definitivi*. http://www.istat.it/it/files/2012/12/volume_popolazione-legale_XV_censimento_popolazione.pdf
- Jarvis BB, Salemme J, Morals A. 1995. *Stachybotrys toxins*. Natural Toxins 3(1):10–16
- Johnson H., Kovats S., McGregor G., Stedman J., Gibbs M., Walton H., 2005. *The impact of the 2003 heat wave on daily mortality in England and Wales and the use of rapid weekly mortality estimates*. Eurosurveillance, Volume 10, Issue 7, 01 July 2005.
- Jones AM et al. 2004. *The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentration- a review*. Sci Total Environ 2004;326:151–
- Jörres R, Nowak D, Magnussen H., 1996. *The effect of ozone exposure on allergen responsiveness in subjects with asthma or rhinitis*. Am J Respir Crit Care Med. 1996 Jan;153(1):56–64.
- Lei Zhao, Xuhui Lee, Ronald B. Smith & Keith Oleson, 2014. *Strong contributions of local background climate to urban heat islands*. Nature 511, 216–219 (10 July 2014)
- Lowe D., Ebi K.L., Forsberg B., 2013. *Factors Increasing Vulnerability to Health Effects before, during and after Floods*. Int J Environ Res Public Health. Dec 2013; 10(12): 7015–7067.
- Lucentini L., Ottaviani M., 2011a. Gruppo nazionale per la gestione del rischio cianobatteri in acque destinate a consumo umano, (ed.) (2011a). *Cianobatteri in acque destinate al consumo umano. Stato delle conoscenze per la valutazione del rischio*. Volume 1. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2011. (Rapporti ISTISAN 11/35 Pt 1).
- Lucentini L., Ottaviani M., 2011b. Gruppo nazionale per la gestione del rischio cianobatteri in acque destinate a consumo umano, (ed.) (2011b). *Cianobatteri in acque destinate a consumo umano. Linee guida per la gestione del rischio*. Volume 2. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2011. (Rapporti ISTISAN 11/35 Pt 2).
- McMichael AJ., Lindgren E., 2011. *Climate change: present and future risks to health, and necessary responses*. J Intern Med 2011; 270(5):401–13
- Mendell M.J., Mirer A.G., Cheung K., Tong M., Douwes J. 2011. *Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: A review of the epidemiologic evidence*. Environmental Health Perspectives 119(6): doi:10.1289/ehp.1002410
- Michelozzi P., De Sario M. 2009. *Climate changes: health effects and mitigation interventions*. Epidemiol Prev 2009;33(6):195–8.
- Norred W.P., Riley R.T., Meredith FI, Poling SM, Plattner ID., 2001. *Instability of N-acetylated fumonisin B1 (FA1) and the impact on inhibition of ceramide synthase in rat liver slices*. Food and Chemical Toxicology 39(11):1071–1078.
- Progetto SEARCH I, 2010 *Air Quality in Schools: Everybody's Duty, Children's Right* <http://search.rec.org/search1/doc/SEARCH%20I%20Booklet%20Eng.pdf>
- Rogers C., Wayne P.M., Macklin E.A., Muilenberg M.L., Wagner C.J., Epstein P.R. and Bazzaz F. 2006. *Interaction of the onset of spring and elevated atmospheric CO2 on ragweed (Ambrosia artemisiifolia L.) pollen production*. Environmental Health Perspectives 114, 865–869
-

Romi R. 2010. *Arthropod borne diseases in Italy: from a neglected matter to an emerging health problem*. Annali dell'Istituto Superiore di Sanità 2010;46(04):436-443

Romi, R., Boccolini, D., Vallorani, R., Severini, F., Toma, L., Cocchi, M., Tamburro, A., Messeri, G., Crisci, A., Angeli, L., Costantini, R., Raffaelli, I., Pontuale, G., Thiery, I., Landier, A., Le Goff, G., Fausto, A.M., Di Luca, M. (2012a). *Assessment of the risk of malaria re-introduction in the Maremma Plain (Central Italy) using a multi-factorial approach*. Malaria Journal 2012 (a), 11: (98).

Romi, R., Boccolini, D., Menegon, M., Rezza, G. (2012b). *Probable autochthonous introduced malaria cases in Italy in 2009-2011 and the risk of local vector-borne transmission*. Eurosurveillance, Volume 17, Issue 48, 29 November 2012.

Semenza J.C., Domanović D., 2013. *Blood supply under threat*. Nature Climate Change 3,432–435.

Stach A., Emberlin J., Smith M., Adams-Groom B. and Myszkowska D., 2008. *Factors that determine the severity of Betula spp. pollen seasons in Poland (Poznan and Krakow) and the United Kingdom (Worcester and London)*. International Journal of Biometeorology 52, 311-321

Stanke C., Murray V., Amlôt R., Nurse J., Williams R., 2012. *The Effects of Flooding on Mental Health: Outcomes and Recommendations from a Review of the Literature*. PLOS Current Disasters, May 30, 2012.

Tuscano J. et al. *Capitolo 20 Ambiente e benessere in Annuario dati ambientali ISPRA 2013-*
http://annuario.isprambiente.it/sites/default/files/pdf/2013/annuario/20_Ambiente%20e%20benessere.pdf

Villeneuve P.J., Chen L., Rowe B.H., Coates F., 2007. *Outdoor air pollution and emergency department visits for asthma among children and adults: a case-crossover study in northern Alberta, Canada*. Environmental Health 6:40. doi:10.1186/1476-069X-6-40

Wan S., Yuan T., Bowdish S., Wallace L., Russell S.D., Luo Y., 2002. *Response of an allergenic species, Ambrosia psilostachya (Asteraceae), to experimental warming and clipping: implications for public health*. American Journal of Botany 89(11):1843–1846

Wannemacher R.W. Jr., Wiener S.L., 1997. *Trichothecene mycotoxins*. In *medical aspects of chemical and biological warfare* (Textbook of military medicine. Part 1, Warfare, weaponry, and the casualty, V. 3.), edited by Sidell FR, Takafuji ET, Franz DR. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center

WHO-Europe. 2002 *Health Impact Assessment of Air Pollution in the eight major Italian Cities*

WHO-Europe. 2006 *Health Impact of PM₁₀ in 13 Italian Cities*.

WHO, 2009. *WHO guidelines for indoor air quality: Dampness and mould*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

Ziska L., Gebhard D., Frenz D.A., Faulkner S., Singer B.D., Straka J.G., 2003. *Cities as harbingers of climate change: common ragweed, urbanization, and public health*. The Journal of Allergy and Clinical Immunology 111(2):290–295.

INDAGINE PRELIMINARE SUI TREND TEMPORALI DI INDICATORI ASSOCIATI ALLA PRESENZA DEI POLLINI ALLERGENICI NELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA IN RELAZIONE AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Stefano Marchesi¹, Paolo Lauriola¹, Vincenzo De Gironimo²

¹Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente dell'Emilia-Romagna, ²Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Abstract

L'attività che Arpa Emilia-Romagna sta svolgendo in modo continuativo da molti anni nel campo del monitoraggio aerobiologico rende disponibile un database dei valori di concentrazione giornaliera dei principali pollini allergenici risalente alla fine degli anni '80 in 10 stazioni localizzate nelle principali aree urbane della Regione, che viene tuttora aggiornato.

La disponibilità di questi valori giornalieri e la costruzione di indicatori sintetici delle caratteristiche della stagione pollinica delle principali famiglie botaniche presenti in Emilia-Romagna consente di affrontare un'analisi statistica delle serie storiche di questi indicatori pollinici, con particolare riferimento alla presenza di trend monotoni nelle serie temporali annuali di un insieme di questi indicatori.

Lo scopo è quello di mettere in evidenza la presenza di segnali di variazione delle caratteristiche principali della stagione pollinica nel corso del tempo. In questo senso, si tratta di un'esperienza pilota, favorita dalla disponibilità di serie storiche di lunghezza adeguata nelle stazioni di monitoraggio della rete regionale dell'Emilia-Romagna. La presenza di questi segnali di cambiamento potrà successivamente essere orientata a cercare di mettere in relazione i *trend* individuati nell'ambito aerobiologico con i *cambiamenti climatici*.

Parole chiave

Monitoraggio aerobiologico, stagione pollinica, indicatori pollinici annuali, cambiamenti climatici

1. Introduzione

Il concetto fondamentale per entrare nel merito dell'analisi della presenza di segnali di cambiamento in ambito aerobiologico è quello di *stagione pollinica*, che rappresenta quella porzione dell'anno solare in cui si trovano in atmosfera i pollini di una determinata famiglia botanica.

La stagione pollinica non ha una definizione univoca in letteratura (Jato *et al.*, 2006) e questo si ripercuote sulla individuazione della data di inizio e di fine della stagione stessa. In generale, sono presenti due tipologie di definizione: una prima tipologia è legata all'individuazione del periodo dell'anno in cui si raccoglie una certa percentuale della carica pollinica totale, che richiede la definizione di una percentuale iniziale ed una finale per individuare le date di inizio e di fine della stagione stessa. L'altra definizione è legata, invece, all'individuazione di sequenze più o meno lunghe di valori giornalieri in cui la concentrazione pollinica sta sopra o sotto ad una determinata soglia prefissata, che rappresentano rispettivamente l'inizio e la fine della stagione pollinica. Entrambi gli approcci presentano un certo grado di arbitrarietà, messo in evidenza in (Jato *et al.*, 2006), come ad esempio, la percentuale della carica pollinica totale, la lunghezza della sequenza di giorni consecutivi, la soglia minima per individuare la sequenza senza che venga fornita una risposta definitiva.

Anche in presenza di questi limiti, il ricorso alla stagione pollinica rappresenta una pratica consolidata in ambito aerobiologico: le serie temporali della concentrazione pollinica giornaliera vengono "sintetizzate" con una serie di indicatori annuali, che rappresentano le caratteristiche salienti della stagione pollinica, sia in relazione alla quantità di pollini prodotta (indicatori di produzione) che al periodo dell'anno in cui vengono raccolti (indicatori fenologici).

Gli indicatori di produzione usati nel seguito sono l'indice pollinico o carica pollinica, che rappresenta la somma dei valori della concentrazione giornaliera cumulati nel corso di un anno solare, ed il valore di picco, che rappresenta il valore massimo della concentrazione giornaliera in ciascun anno solare.

Gli indicatori fenologici usati per caratterizzare la stagione pollinica sono i seguenti: la data di inizio e di fine stagione, che rappresentano il giorno, calcolato a partire dal 1 Gennaio di ciascun anno solare del periodo 1987-2013 in cui si raggiungono rispettivamente la percentuale del 2.5% e del 97.5% del quantitativo complessivo dei pollini nell'arco dell'anno; la lunghezza della stagione, che rappresenta il numero di giorni di calendario compreso tra la data di inizio e la data di fine stagione; la data di picco, che è la data in cui si raggiunge il valore massimo di concentrazione per una data famiglia.

Spesso si fa riferimento alla stagione pollinica individuata escludendo una certa quota di pollini, sia precoci che tardivi, i quali possono essere legati ad un'avvezione da territori diversi da quelli in esame e, come tali, non necessariamente legati ad un'effettiva presenza di pollini dovuti alla fioritura delle piante che caratterizzano l'area: per questa ragione, si parla del periodo in cui si accumula il 95% della carica pollinica annuale come della *stagione pollinica principale*. Chiaramente, si tratta di una definizione che non può essere usata in modo operativo, in quanto richiede la conoscenza dell'andamento complessivo della concentrazione pollinica nell'arco dell'intero anno solare.

Numerosi studi in letteratura inerenti i molteplici aspetti del cambiamento climatico in atto riguardano nello specifico gli effetti sulle specie vegetali che caratterizzano una certa area, in cui si stanno appunto verificando variazioni spesso rilevanti delle condizioni meteo-climatiche. I risultati che emergono da questi studi mostrano una situazione abbastanza variegata in Europa.

(Ziello *et al.*, 2012) rappresenta uno studio recente che coinvolge 97 stazioni in 13 paesi europei e riguarda 23 specie polliniche comprese quelle con effetti più allergizzanti sulla popolazione. La lunghezza delle serie temporali oscilla fra 10 e 28 anni. I trend relativi alla carica pollinica di queste specie rivelano una tendenza all'aumento della quantità annuale di polline per numerosi taxa, tendenza che risulta più pronunciata nelle aree urbane rispetto a quelle rurali. Un'altra indicazione che emerge su scala europea è legata alla presenza di trend in aumento più importanti per le specie arboree rispetto a quelle arbustive e/o erbacee.

In Spagna, (Garcia-Mozo *et al.*, 2010) mette in evidenza una tendenza all'anticipo della data di inizio e di quella data di picco per le Poacee, così come un incremento dell'indice pollinico annuale in 8 stazioni in Andalusia mentre (Recio *et al.*, 2009) mette in evidenza come il diverso effetto del cambiamento climatico in due stazioni in Spagna si ripercuote in maniera molto diversa sulle caratteristiche della stagione pollinica delle Urticacee, sia per quanto riguarda le date, che la carica pollinica annuale. In un altro studio, focalizzato sulla Grecia (Damialis *et al.*, 2007), emerge come caratteristica saliente l'aumento della concentrazione di pollini per la maggior parte delle specie considerate, in particolare quelle arboree; d'altra parte, nessun segnale significativo riguarda le caratteristiche fenologiche della stagione pollinica.

Tuttavia, altri studi a scala locale, condotti anch'essi in anni recenti, mostrano situazioni che non permettono di trarre indicazioni conclusive, in quanto spesso mostrano trend inconsistenti fra pollini dello stesso tipo in località geograficamente e, quindi, climaticamente diversi. Un esempio di questi risultati si ha in (Spieksma *et al.*, 2003) che mette a confronto 5 specie polliniche in 5 stazioni di monitoraggio dell'Europa occidentale su periodi variabili tra 20 e 33 anni: tutte le stazioni presentano un aumento significativo della quantità di Urticacee, mentre per Betula e Quercus i soli trend significativi sono in aumento. D'altra parte, le Poacee non presentano alcun trend significativo ed Artemisia presenta trend significativi in tutte le stazioni, ma di entrambi i segni.

Un'analisi preliminare relativa alle stazioni della rete aerobiologica regionale dell'Emilia-Romagna (Marchesi e Pavan, 2012) incentrata sulle Graminacee e le Urticacee aveva messo in evidenza come per entrambe le famiglie sia presente un segnale prevalente di allungamento della stagione pollinica ed una riduzione della carica pollinica totale, quindi un quantitativo complessivamente minore di polline distribuito su un periodo più lungo.

2. Dati aerobiologici

Come anticipato in precedenza, una parte delle stazioni della rete regionale di monitoraggio aerobiologico gestita da Arpa Emilia-Romagna è stata utilizzata nell'ambito di questa analisi. Nello specifico, le stazioni sono quelle di Piacenza, Parma, Reggio Emilia, Modena, Bologna, Ferrara,

Ravenna, Forlì, Cesena e Rimini: si tratta, cioè, di tutte le stazioni posizionate nelle principali aree urbane dell'Emilia-Romagna e che sono attive da oltre un ventennio.

La scelta di non utilizzare le altre stazioni facenti attualmente parte della rete di monitoraggio regionale, cioè San Giovanni in Persiceto, Faenza e San Pietro Capofiume, è stata dettata solamente dalla considerazione che sono state attivate in tempi abbastanza recenti e, quindi, dispongono di un dataset sensibilmente più ridotto rispetto a quelle precedentemente elencate. D'altra parte, la posizione di queste stazioni in ambiti urbani di dimensioni relativamente ridotte (le prime due) o in un ambito rurale (la terza), le rende decisamente interessanti dal punto di vista dell'analisi climatica, in quanto potranno apportarne un sensibile arricchimento (una volta attive da un periodo più lungo) con informazioni sulle stagioni polliniche anche al di fuori delle principali aree urbane.

Per il momento, il periodo preso in considerazione per la disponibilità dei dati giornalieri va dal 1 Gennaio 1987 al 31 Dicembre 2013: si tratta, quindi, di un periodo che copre 27 anni solari (o 27 stagioni polliniche) nelle stazioni attive da più tempo.

Il monitoraggio aerobiologico è attualmente regolato dalla norma UNI 11108:2004.

Nell'arco del periodo considerato la pratica del monitoraggio aerobiologico ha subito una notevole evoluzione. Nei primi anni di monitoraggio, ad esempio, l'attività, in assenza di quantità sostanziali di pollini, veniva temporaneamente sospesa durante buona parte delle stagioni autunnale ed invernale, con conseguenti lunghi periodi di dati mancanti nelle serie temporali dei dati di concentrazione. D'altra parte, il recupero di questi dati più lontani nel tempo, anche se parziali, è essenziale nell'ottica di una caratterizzazione della stagione pollinica e dei suoi eventuali cambiamenti. Questo ha reso necessario valutare con attenzione quali stagioni prendere in considerazione e quali eventualmente scartare per avere dati il più possibile omogenei utilizzabili in un'analisi di tipo climatico.

Anche l'affidabilità del dato è cambiata migliorando nel tempo grazie al costante percorso di aggiornamento professionale seguito dagli operatori di Arpa Emilia-Romagna coinvolti nelle operazioni di monitoraggio (partecipazioni a corsi, predisposizione di *ring-test*).

Sulla base di tutte queste considerazioni si è proceduto ad una cernita su quali dati utilizzare e quali scartare. Per il momento, soltanto i dati palesemente incongrui nelle serie temporali originali sono stati esclusi dall'analisi: si tratta di situazioni anomale che possono essere dovute sia alla errata lettura del campione aerobiologico, sia ad un errore nella sua successiva archiviazione nel database.

In ogni caso, non si può tralasciare il fatto che i dati aerobiologici possono essere caratterizzati da errori anche abbastanza consistenti oppure da periodi che contengono percentuali non trascurabili di dati mancanti (problematiche intrinseche alla metodica utilizzata per la conta dei granuli pollinici e per la successiva conversione in un valore di concentrazione): queste situazioni, se non adeguatamente trattate, possono alterare in modo sostanziale i valori della concentrazione pollinica e, di conseguenza, l'individuazione di segnali di cambiamento nelle stagioni polliniche.

3. Metodi di analisi del trend

Le serie temporali annuali degli indicatori pollinici precedentemente introdotti sono state sottoposte ad un test statistico non parametrico per valutare la presenza di un trend monotono in ciascuna delle stazioni considerate nell'analisi: il test utilizzato è basato sul valore del coefficiente τ di Kendall (Mann, 1975; Kendall, 1975), coefficiente che misura il grado di associazione basato sul rango tra la variabile indipendente (il tempo) e la variabile dipendente (ciascuno degli indicatori annuali).

L'ipotesi nulla del test è che l'indicatore annuale sia indipendente dal tempo e, nel seguito, viene considerato statisticamente significativo per rigettare l'ipotesi nulla del test un p-value associato al coefficiente τ minore di 0.05: in altre parole, il trend di un indicatore viene considerato significativo almeno al 95%.

Questo test misura soltanto il grado di monotonicità della serie temporale degli indicatori annuali, ma non dà una misura dell'entità della variazione che l'indicatore pollinico presenta nell'arco del periodo considerato: per avere questa quantificazione sarebbe necessario prendere in considerazione, ad

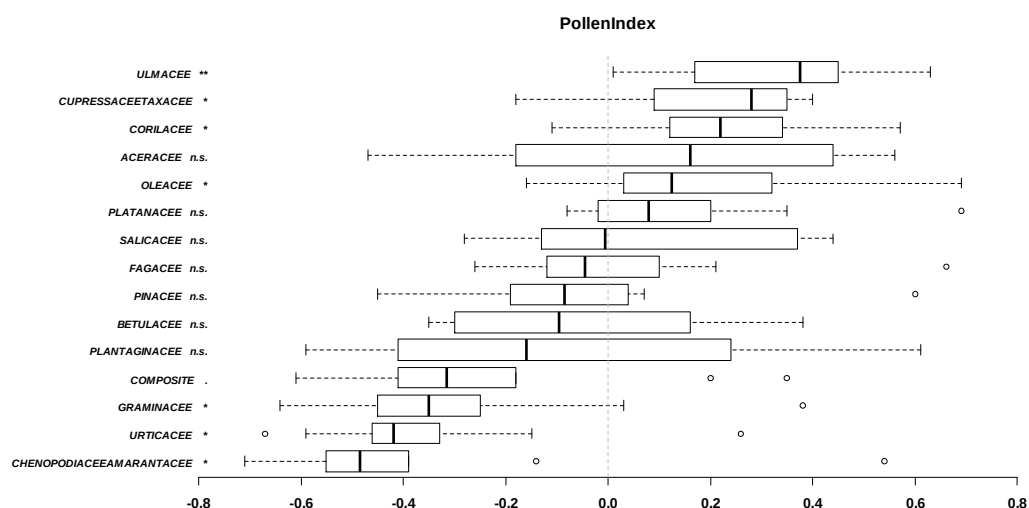
esempio, il valore del coefficiente angolare della retta di regressione lineare dell'indicatore rispetto al tempo, che può essere usato per stimare la variazione unitaria nell'arco del periodo 1987-2013.

La distribuzione dei valori dei coefficienti τ di *Kendall* ricavati per ogni indicatore in ciascuna delle stazioni considerate nell'analisi viene analizzata con un ulteriore test statistico (test di Wilcoxon a due code) che ha come ipotesi nulla che la distribuzione sia simmetrica rispetto ad un certo valore: nel caso della distribuzione dei coefficienti τ di *Kendall*, si valuta se la mediana dei valori è significativamente diversa dal valore zero, in modo da mettere in evidenza se fra le stazioni di monitoraggio dell'Emilia-Romagna i trend sono di un segno prevalente, sia esso positivo o negativo.

4. Discussione dei risultati

La Figura 1 rappresenta la distribuzione dei valori dei coefficienti τ di *Kendall* nelle 10 stazioni urbane della rete di monitoraggio aerobiologico dell'Emilia-Romagna, ottenuti per le serie temporali dell'indice pollinico annuale (*PollenIndex*) di ciascuna famiglia botanica. A fianco del nome della famiglia compare l'indicazione del livello di significatività statistica associato all'ipotesi che la mediana della distribuzione dei coefficienti sia diversa da zero (vedi didascalia).

Figura 1 - Box and whiskers plot della distribuzione dei coefficienti τ di Mann-Kendall relativi all'indicatore *PollenIndex* (indice pollinico annuale) per le famiglie botaniche monitorate in Emilia-Romagna. Il simbolo “**” indica che la mediana della distribuzione dei coefficienti per la famiglia è significativamente diversa da zero al 99%; “*” indica un livello di significatività del 95%; “.” indica un livello di significatività del 90%. Le famiglie botaniche sono ordinate (dall'alto verso il basso) secondo il valore decrescente della mediana della distribuzione.



Periodo:1987-2013

Fonte: Elaborazioni ARPA Emilia-Romagna

Come si può vedere in Figura 1, tutte le famiglie caratterizzate da specie erbacee (Graminacee, Urticacee, Chenopodiacee-Amaranthacee, Composite e Plantaginacee) presentano una mediana dei coefficienti τ di *Kendall* negativa, ad indicazione del fatto che per queste famiglie il trend prevalente dell'indice pollinico è in diminuzione. La mediana è significativamente diversa da zero per le prime tre delle famiglie suddette (p-value minore di 0.05), è solo debolmente significativa (p-value minore di 0.1) per le Composite, mentre non raggiunge la significatività statistica per le Plantaginacee, che mostrano, infatti, una distanza interquartile molto grande (l'estremo superiore arriva a valori positivi abbastanza elevati). In ogni caso, anche le altre famiglie caratterizzate da specie erbacee presentano stazioni in cui il valore del coefficiente τ di *Kendall* è positivo, che rappresentano, quindi, degli outlier della distribuzione.

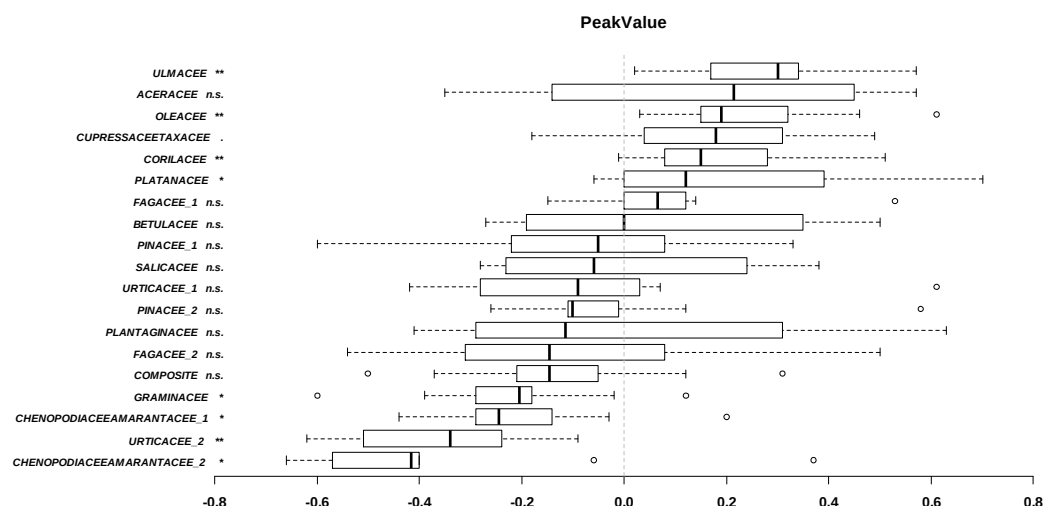
Questo risultato è decisamente in linea con quanto mostrato in (Ziello *et al.*, 2012) dove i pollini di alcuni taxa di piante erbacee (*Artemisia* e *Chenopodiacee*) hanno una mediana dei coefficienti significativamente minore di zero; anche *Poacee*, *Plantago* e *Rumex* presentano una mediana di poco

inferiore allo zero (non significativamente diversa dal valore zero); infine Urticacee ed Ambrosia presentano una mediana positiva, solo per quest'ultima significativamente diversa da zero.

Anche l'ulteriore indicatore di produzione pollinica che rappresenta il valore di picco (*PeakValue*), mostrato in Figura 2, presenta caratteristiche del tutto simili a quelle riscontrate per l'indice pollinico, in base alle quali, le famiglie botaniche caratterizzate da specie erbacee hanno una mediana dei coefficienti τ di *Kendall* negativa; in particolare si raggiunge la significatività statistica (p-value minore di 0.05) per le Graminacee, per entrambi i valori di picco delle Chenopodiacee-Amaranthacee e per il valore di picco estivo delle Urticacee.

Ricordiamo che per alcune delle famiglie botaniche monitorate (Urticacee, Chenopodiacee-Amaranthacee, Fagacee e Pinacee) la distribuzione tipica nel corso dell'anno non presenta un unico periodo di concentrazione particolarmente elevata, durante il quale si manifesta il picco annuale, ma sono presenti almeno due periodi distinti nel corso dell'anno, caratterizzati da valori di concentrazione sostanzialmente confrontabili (o comunque dello stesso ordine di grandezza), in generale legati alla presenza di più generi diversi all'interno di queste famiglie. In questi casi, la stagione pollinica principale viene considerata unica, in altre parole, con una sola data di inizio ed una sola data di fine, ma nell'arco di questo periodo dell'anno vengono distinti due picchi, ciascuno caratterizzato da un valore e da una data.

Figura 2 - Come in Figura 1, per l'indicatore *PeakValue* (valore di picco annuale).



Periodo:1987-2013

Fonte: Elaborazioni ARPA Emilia-Romagna

Per quanto riguarda le altre famiglie, non associate a specie erbacee, si osserva un numero limitato di mediane significativamente diverse dal valore zero: in particolare sono presenti valori significativamente positivi dell'indice pollinico (trend in aumento per la quantità di polline) per le famiglie di Corylacee, Cupressacee-Taxacee, Oleacee ed Ulmacee; a queste possiamo aggiungere anche le Platanacee se si prende in considerazione anche il valore di picco.

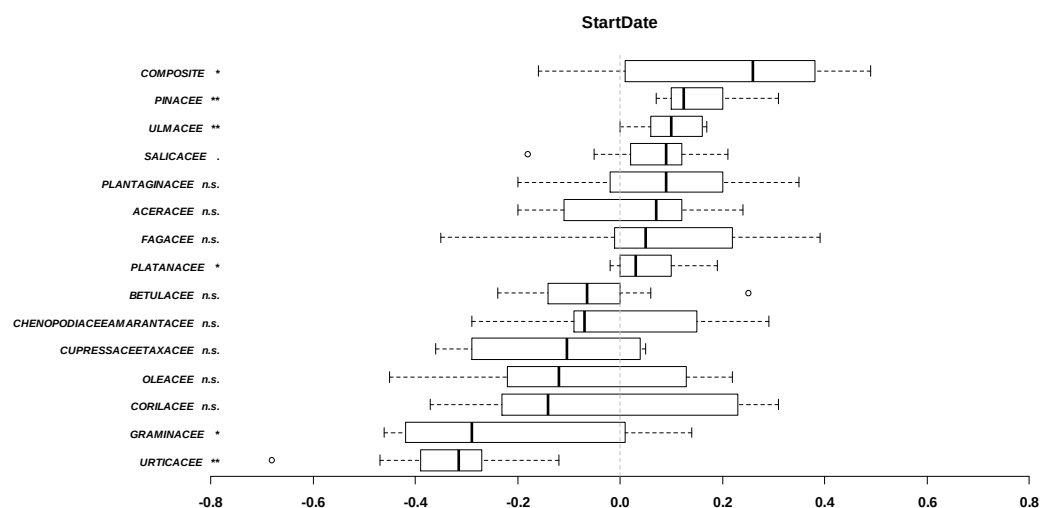
Tra queste famiglie, Corylacee, Cupressacee-Taxacee ed Oleacee sono abbastanza importanti dal punto di vista dell'impatto sulla popolazione allergica ed il segnale prevalente riguarda un trend in aumento dell'indice pollinico. La famiglia delle Betulacee, anch'essa importante dal punto di vista allergologico, ma diffusa soprattutto nei paesi dell'Europa centro-settentrionale, presenta in Emilia-Romagna una mediana dei coefficienti τ praticamente uguale a zero, quindi è sostanzialmente assente un segnale di trend prevalente in quest'area.

Un altro indicatore molto importante in funzione del possibile legame con i cambiamenti climatici è la data di inizio della stagione pollinica principale (*StartDate*), i cui box-and-whiskers-plot sono riportati in Figura 3. Le famiglie di Graminacee ed Urticacee sono le uniche che presentano una mediana significativamente negativa, che indica come il segnale prevalente in Emilia-Romagna sia di un trend in anticipo per la data di inizio della stagione nella maggior parte delle stazioni di monitoraggio. Altre

famiglie (come le Corylacee, le Oleacee e le Cupressacee-Taxacee), che iniziano normalmente alla fine della stagione invernale, tra il mese di Febbraio e la prima parte di Marzo, presentano a loro volta una mediana di valore negativo, anche se per nessuna di queste famiglie si raggiunge la significatività statistica.

D'altra parte, i valori significativamente positivi delle mediane riguardano famiglie con caratteristiche abbastanza dissimili tra loro (Composite, Pinacee, Ulmacee, e Salicacee), sia dal punto di vista fenologico (le date di inizio della loro stagione principale coprono periodi sostanzialmente diversi tra loro, che vanno da Febbraio per le Ulmacee a Marzo per le Salicacee ad Aprile per le Pinacee e la primavera inoltrata per le Composite), che dal punto di vista della loro distribuzione sul territorio regionale.

Figura 3 - Come in Figura 1, per l'indicatore *StartDate* (data di inizio della stagione pollinica principale).



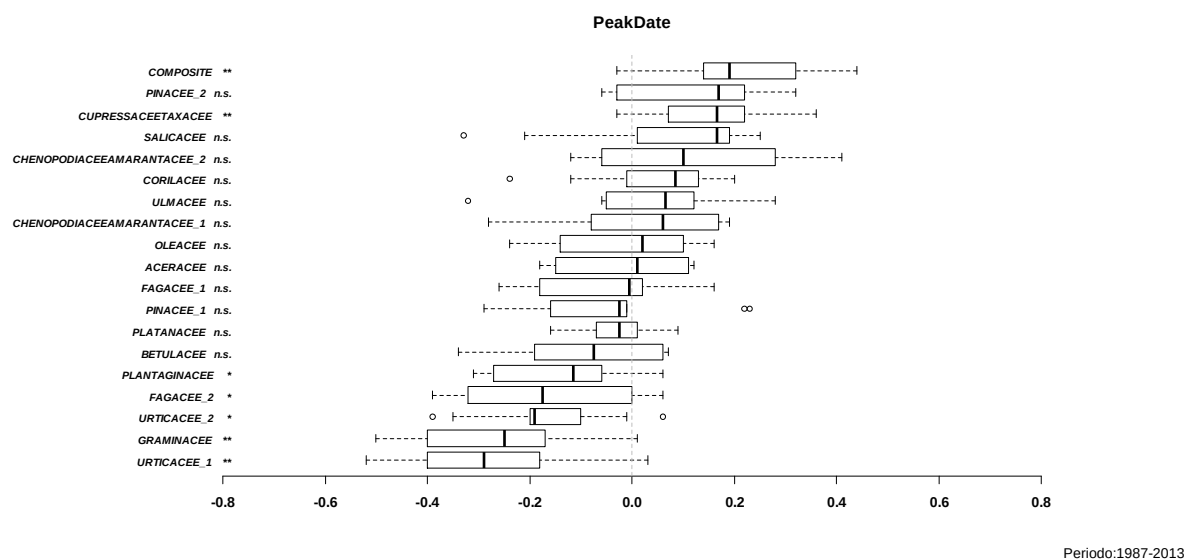
Periodo:1987-2013

Fonte: Elaborazioni ARPA Emilia-Romagna

L'indicatore data di picco mostrato in Figura 4 (*PeakDate*) presenta un numero abbastanza limitato di mediane significativamente diverse da zero. Anche in questo caso bisogna segnalare i trend generalmente in anticipo per la data di picco delle Graminacee, per entrambe le date di picco (sia quella primaverile, che quella estiva) delle Urticacee e per la data di picco delle Plantaginacee. Tra le famiglie caratterizzate da specie arboree, soltanto la data in cui si riscontra il picco estivo delle Fagacee (associato in particolare a Castanea) mostra un trend in anticipo significativo.

Inoltre, soltanto le Cupressacee-Taxacee fra le famiglie caratterizzate da specie arboree presentano una data di picco che tende significativamente a posticipare. Anche altre famiglie di questa tipologia (Pinacee, Salicacee, Corylacee e Ulmacee) sono caratterizzate da una mediana della distribuzione dei coefficienti τ di *Kendall* positiva, ma per nessuna di esse si raggiunge un valore statisticamente significativo. Da segnalare, infine, che le Composite e le Chenopodiacee-Amaranthacee fra le famiglie caratterizzate da specie erbacee presentano a loro volta una mediana della distribuzione di segno positivo; per le Composite, si raggiunge anche la significatività statistica.

Figura 4 - Come in Figura 1, per l'indicatore *PeakDate* (data in cui si riscontra il valore del picco annuale).



Fonte: Elaborazioni ARPA Emilia-Romagna

5. Conclusioni

L'analisi basata sui coefficienti τ di *Kendall* per mettere in evidenza la presenza di un trend monotono nelle serie temporali di alcuni indicatori annuali della stagione pollinica ha mostrato che alcune famiglie, in particolare quelle caratterizzate da specie erbacee, mostrano segnali omogenei fra le stazioni della rete regionale di monitoraggio aerobiologico dell'Emilia-Romagna: fra le altre, Graminacee ed Urticacee sono certamente quelle che presentano i comportamenti più simili.

I segnali risultano, invece, meno coerenti per la maggior parte delle altre famiglie, anche se alcune di queste sono comunque caratterizzate da trend prevalenti significativamente diversi da zero: in particolare, le Cupressacee-Taxacee, le Corylacee e le Oleacee, che caratterizzano lo spettro pollinico dell'Emilia-Romagna nei primi mesi dell'anno, mostrano trend prevalentemente in crescita per l'indice pollinico, con un segnale non significativo di anticipo della data di inizio della stagione pollinica.

L'indicazione generale che le famiglie caratterizzate da specie erbacee presentano segnali più omogenei rispetto a quelle con specie arboree le rende certamente più interessanti come potenziali indicatori del cambiamento climatico, anche se bisogna fare alcune ulteriori considerazioni.

In generale, bisogna mettere in evidenza come gli indicatori fenologici considerati nell'analisi (*StartDate* e *PeakDate*) presentano un comportamento meno omogeneo per le famiglie caratterizzate da specie erbacee rispetto agli indicatori di produzione pollinica (*PollenIndex* e *PeakValue*): infatti, mentre da una parte le Graminacee e le Urticacee presentano caratteristiche decisamente uniformi (quantità di polline in diminuzione, con un anticipo della data di inizio stagione e di quella di picco), le Composite, pur con quantitativi in diminuzione, sono caratterizzate da un trend significativamente in posticipo, sia per la data di inizio stagione, che per la data di picco.

Inoltre, la variabilità del comportamento che si riscontra per le famiglie caratterizzate da specie arboree deve essere certamente messa in relazione con la grande diffusione che hanno avuto alcuni taxa (ad esempio, la Cupressacee) come piante di tipo ornamentale e come tali sono state usate in maniera estensiva, sia nell'ambito delle piantumazioni a livello di verde pubblico, che dei giardini privati. Sembra quindi che possa essere non trascurabile l'effetto determinato dalle strategie e dalle scelte effettuate, in particolare dalle varie amministrazioni locali, sull'aumento del polline appartenente a queste famiglie botaniche rilevato nelle stazioni urbane della rete di monitoraggio aerobiologico regionale.

Infine, i trend prevalentemente in diminuzione degli indicatori di produzione delle famiglie caratterizzate da specie erbacee può essere messa in relazione anche con le politiche di controllo della

loro diffusione sia nelle aree urbane, che, soprattutto, in quelle extra-urbane, con l'obiettivo di rendere il più possibile disponibili terreni da adibire ad uso agricolo.

In sostanza, la quantità di polline, e gli indicatori annuali legati alla produzione pollinica in generale, non sembrano essere del tutto adeguati per mettere in evidenza segnali di cambiamento della stagione pollinica; da questo punto di vista, gli indicatori di carattere fenologico sembrano avere caratteristiche migliori, in quanto, indipendentemente dalla quantità assoluta del polline, la fenologia della pianta è fortemente modulata dalla forzatura di carattere meteorologico.

Si potrebbe, quindi, concludere che, sulla base di questa indagine preliminare, gli indicatori annuali fenologici siano potenzialmente più interessanti rispetto a quelli legati alla produzione pollinica come indicatori del cambiamento climatico, anche se i segnali che emergono per questa tipologia di indicatori risultano meno evidenti rispetto all'altra tipologia di indicatori.

Il passo successivo avrà come obiettivo quello di mettere in relazione le serie temporali di questi indici con le classiche grandezze meteo-climatiche per cercare di fare emergere un legame diretto con i cambiamenti climatici.

Bibliografia

Damialis A., Halley J. M., Gioulekas D., Vokou D., 2007. *Long-term trends in atmospheric pollen levels in the city of Thessaloniki, Greece*. Atmospheric Environment, 41, 7011-7021.

Garcia-Mozo H., Galan C., Alcazar P. et al., 2010. *Trends in grass pollen season in southern Spain*. Aerobiologia, 26, 157-169.

Jato V., Rodriguez-Rajo F. J., Alcazar P. et al., 2006. *May the definition of pollen season influence aerobiological results*. Aerobiologia, 22, 13-25.

Kendall, M. G., 1975. *Rank Correlation Measures*. 4th ed. Charles Griffin, London.

Mann H. B., 1945. *Nonparametric Tests Against Trend*. Econometrica, 13, 3, pp. 245-259.

Marchesi S., Pavan V., 2012. *Segnali di cambiamento in Emilia-Romagna*. Ecoscienza, 2, pp 80-81.

Recio M., Rodriguez-Rajo F. J., Jato M. V., Mar Trigo M., Cabezudo B., 2009. *The effect of recent climatic trends on Urticaceae pollination in two bioclimatically different areas in the Iberian Peninsula: Malaga and Vigo*. Climatic Change, 97, 215-228.

Spieksma F. T. M., Corden J. M., Detandt M. et al. 2003. *Quantitative trends in annual totals of five common airborne pollen types (Betula, Quercus, Poaceae, Urtica, Artemisia), at five pollen monitoring stations in western Europe*. Aerobiologia, 19, 171-184.

UNI 11108:2004. *Qualità dell'aria - Metodo di campionamento e conteggio dei granuli pollinici e delle spore fungine aerodisperse*.

IMPATTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA NEGLI AMBIENTI URBANI

Mita Lapi¹, Juan Terrádez Mas¹

¹Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Abstract

Il cambiamento climatico e le relative condizioni meteorologiche possono alterare la qualità dell'aria a livello locale e regionale, sia modificando le condizioni di stabilità e diffusività dell'atmosfera, sia determinando la velocità delle reazioni chimiche e quindi la formazione e trasformazione degli inquinanti. Secondo recenti studi dell'Agenzia Europea dell'Ambiente, il riscaldamento climatico che si sta osservando a livello planetario, sembra favorire l'inquinamento atmosferico nel Sud dell'Europa, facilitando soprattutto la formazione di inquinanti formati in atmosfera attraverso reazioni chimiche e fotochimiche come il particolato fine e l'ozono troposferico. Anche in Italia negli ultimi decenni sono state rilevate temperature medie più elevate, associate a una diminuzione del numero dei giorni di pioggia e, di conseguenza, ad una maggiore insolazione. In futuro si prevede un'accentuazione di tali tendenze con un conseguente peggioramento delle condizioni che favoriscono la formazione e l'accumulo degli inquinanti soprattutto nelle aree urbane.

Parole chiave

Ambiente urbano, qualità dell'aria, inquinanti atmosferici, particolato fine, ozono troposferico, cambiamenti climatici, eventi estremi

1. Cambiamento climatico, variabilità climatica e inquinamento atmosferico

La qualità dell'aria è una questione di fondamentale importanza per la salute pubblica, l'economia e l'ambiente. Nonostante gli sforzi realizzati per ridurre le emissioni degli inquinanti in atmosfera negli ultimi decenni, la peculiarità e complessità meteo-climatiche e orografiche del territorio italiano, spesso favoriscono l'instaurarsi di situazioni critiche d'inquinamento atmosferico.

Le politiche in materia di qualità dell'aria e mitigazione stanno riducendo significativamente le emissioni e di conseguenza anche l'esposizione a molti inquinanti atmosferici quali l'SO₂, l'NO₂, il CO e il Benzene (C₆H₆), anche se non in tutte le città i trend di diminuzione sono stati considerati statisticamente significativi (ISPRA, 2013). Nonostante i complessivi miglioramenti relativi a questi inquinanti, la qualità dell'aria nelle nostre città è fortemente caratterizzata dalla presenza di inquinanti atmosferici che rappresentano una sfida cruciale in quanto sono di grande rilevanza, non solo per essere considerati altamente climalteranti ma soprattutto per i loro effetti negativi sulla salute umana, sui sistemi naturali e agricoli e, in generale per l'economia italiana (OMS, 2013). Questo è il caso del particolato fine (PM₁₀ e PM_{2.5}) e dell'ozono troposferico (O₃). Entrambi formano parte degli inquinanti secondari, quelli formati in atmosfera a partire dalle emissioni dei loro precursori attraverso reazioni chimiche catalizzate dall'energia solare. Essi rappresentano ancora una minaccia per la gran parte delle città italiane che potrebbe amplificarsi nei prossimi decenni a causa del mutamento del clima.

L'inquinamento atmosferico dipende sostanzialmente dalla combinazione di due fattori chiave che sono:

- a) il livello di emissione diretta degli inquinanti e dei loro precursori, e
- b) le condizioni meteo-climatiche che governano le loro dinamiche fisico-chimiche in atmosfera.

Infatti, particolari condizioni meteorologiche come inversioni termiche, sistemi di vento locale tipici dei centri urbani della regione alpina o appenninica e della pianura padana ostacolano la diluizione e il trasporto di inquinanti emessi localmente dalle diverse fonti antropiche, aumentando notevolmente la vulnerabilità di alcune popolazioni locali per l'inquinamento atmosferico a causa di un'esposizione più alta.

È prevedibile che nei prossimi decenni l'incremento della variabilità climatica indotta dal

riscaldamento globale incida direttamente e indirettamente nella concentrazione e nel tempo di permanenza degli inquinanti atmosferici in aria. La maggiore frequenza e intensità di condizioni meteorologiche sfavorevoli alla rimozione, deposizione e grado di dispersione degli inquinanti atmosferici (quali il cambiamento del regime delle precipitazioni, la variazione del comportamento dei venti o le modifiche dell'altezza di rimescolamento degli inquinanti) potrebbero incrementare i tempi di permanenza degli inquinanti in atmosfera, aumentando di conseguenza i tempi di esposizione a essi. Si teme pertanto che il cambiamento climatico possa aumentare il peso di malattie e mortalità connesse con l'inquinamento atmosferico.

Parallelamente, l'incremento complessivo delle temperature e dell'irraggiamento solare previsto per i prossimi decenni nel nostro territorio, è prevedibile che incidano nei processi chimici che regolano la dinamica degli inquinanti. Concretamente, le temperature sempre più elevate e l'incremento dell'irraggiamento solare incidente, specialmente durante i periodi di stabilità atmosferica, potrebbero innescare un incremento del tasso di formazione dell'O₃ e della frazione secondaria del PM₁₀. Infine, il possibile incremento in frequenza e intensità di eventi estremi, quali periodi siccitosi e ondate di calore, in sinergia con il fenomeno di isola di calore, andranno a incidere negativamente sia nei processi di formazione che in quelli di rimozione degli inquinanti atmosferici urbani, creando situazioni critiche soprattutto dal punto di vista della salute umana.

Per mitigare i potenziali effetti negativi del mutamento del clima, e assicurare ottimi livelli di qualità dell'aria nella città italiane, occorre la definizione di mirati interventi di adattamento. Essi devono mirare al raggiungimento di obiettivi precisi e condivisi tra i vari attori e settori d'interesse, identificando i campi di azione prioritari, che potranno essere diversi a seconda delle particolari caratteristiche locali.

2. Impatti, vulnerabilità e fattori di resilienza

Le attività umane sono in grado di disturbare il sistema Terra, non solo attraverso l'emissione di gas a effetto serra, ma anche attraverso la produzione e il rilascio di composti reattivi e aerosol derivati dalle attività industriali, agricole e zootecniche, dei trasporti e dai cambiamenti nell'uso del suolo. È stato ampiamente riconosciuto dalla comunità scientifica internazionale che tutte queste alterazioni di carattere antropogenico e il cambiamento delle condizioni meteo-climatiche che ne deriva (almeno in parte) hanno alterato sostanzialmente la composizione chimica dell'atmosfera, specialmente negli ultimi decenni (IPCC, 2013). È molto probabile che a seguito dei cambiamenti climatici in atto e della conseguente alterazione delle principali variabili meteo-climatiche, i meccanismi che regolano il trasporto e la chimica dei principali inquinanti atmosferici vengano ulteriormente modificati nei prossimi decenni.

I principali meccanismi attraverso i quali il mutamento del clima potrebbe potenzialmente influenzare l'inquinamento atmosferico nelle città italiane sono complessi e nella maggior parte dei casi dipendono da vari fattori contemporaneamente, ovvero della interazione di essi tra di loro. In particolare, sono fondamentali i legami e le relazioni esistenti tra le caratteristiche meteo-climatiche, gli ecosistemi e i cicli biogeochimici, poiché l'accoppiamento tra questi sistemi influisce direttamente sulla qualità dell'aria. Nonostante ciò, e a prescindere delle interrelazioni che esistono tra i principali fattori che determinano la concentrazione di inquinanti in aria, in questo capitolo sono stati suddivisi i potenziali impatti del cambiamento climatico sulla qualità dell'aria in due categorie:

- da una parte le implicazioni del mutamento del clima sui fattori che interessano maggiormente i meccanismi di trasporto, dilavamento e deposizione degli inquinanti, e
- dall'altra l'influenza degli *stressor* climatici nei tassi di formazione degli inquinanti secondari.

2.1. Implicazioni del cambiamento climatico nei meccanismi di trasporto, dilavamento e deposizione degli inquinanti

Ad un livello più globale, il cambiamento climatico sta innescando cambiamenti nella circolazione generale dell'atmosfera, che potrebbero influenzare in maniera non trascurabile il trasporto degli inquinanti su larga scala, e quindi da una località, da una regione, da un paese e addirittura da un continente all'altro (IPCC, 2013; EEA, 2013). In secondo luogo, è molto probabile che a seguito delle

modifiche della circolazione atmosferica generale ci siano alterazioni anche nel regime d'interscambio tra le masse d'aria della troposfera²⁰ e della stratosfera²¹. Questo fenomeno potrebbe modificare l'abbondanza di alcune specie chimiche nella troposfera, e alterare di conseguenza la qualità dell'aria negli strati più bassi della troposfera (Brasseur *et al.*, 2006). A un livello più locale, la maggiore variabilità climatica prevista per i prossimi decenni nell'intero territorio nazionale potrebbe innescare modifiche nell'attività convettiva degli strati più bassi dell'atmosfera (Coppola *et al.*, 2010), provocando variazioni nelle caratteristiche del trasporto verticale delle masse d'aria (Jacob e Winner, 2009). Esso provocherebbe delle variazioni nell'altezza dello strato di rimescolamento²² degli inquinanti e, di conseguenza, anche modifiche del loro grado di diluizione, ossia della loro concentrazione. L'altezza di rimescolamento dipende dalla turbolenza dell'atmosfera, generata sostanzialmente da due tipologie di fattori: quelli di natura meccanica, ovvero dalla velocità e direzione dei venti, e quelli di natura termodinamica, ovvero degli scambi di masse d'aria per differenze di temperatura. Per quanto riguarda il primo fattore, il previsto mutamento della circolazione globale potrebbe avere delle conseguenze nel regime dei venti zonali che regolano almeno in parte la mobilitazione e dispersione degli inquinanti (Langner *et al.* 2012). Nel caso della pianura padana, già interessata da condizioni di quasi assenza di vento a causa di particolari caratteristiche orografiche e meteo-climatiche, è previsto che i venti zonali riducano ancora di più la loro velocità nei prossimi decenni in seguito ai cambiamenti climatici in atto (Gobiet *et al.*, 2013). Sempre restando nel Nord d'Italia, ad esempio la scarsa ventosità della pianura padana fa sì che la seconda tipologia di fattori, ovvero quelli di natura termodinamica, siano i principali regolatori dei movimenti turbolenti tra masse d'aria. Questi movimenti sono molto meno intensi durante la stagione invernale, quando l'energia incidente sulla superficie terrestre è minore. In condizioni di forte stabilità atmosferica, con assenza di venti e nebbia invernale, spesso avvengono delle situazioni d'inversione termica²³ in pianura e vallate, che inducono riduzioni sostanziali dell'altezza dello strato di rimescolamento verticale degli inquinanti atmosferici, e quindi delle potenziali situazioni di bassa qualità dell'aria nella città interessate dal fenomeno. In situazioni d'inversione termica, si riducono molto i moti convettivi che provocano il rimescolamento dell'atmosfera a contatto col suolo e la conseguente diluizione degli inquinanti, e per ciò si assiste a una loro maggiore concentrazione, giacché a parità di emissioni diminuisce il tasso di dispersione verticale.

Infine, il previsto mutamento della frequenza e intensità delle precipitazioni in molte aree del territorio nazionale determinerà molto probabilmente una riduzione del numero di giorni piovosi. Minori eventi precipitativi derivano in un minor potere dilavante dell'atmosfera e quindi una riduzione dei processi di deposizione d'inquinanti al suolo per effetto dell'azione d'intercettazione e rimozione/deposizione degli inquinanti da parte della pioggia (Fang *et al.*, 2012). Come risultato, la concentrazione di inquinanti atmosferici potrebbe vedersi incrementata anche se leggermente. Nonostante ciò, saranno necessari ulteriori approfondimenti per valutare come la concentrazione degli eventi precipitativi più intensi (anche se non necessariamente più frequenti) durante la stagione invernale possano, in futuro, influenzare positivamente i processi di dilavazione degli inquinanti atmosferici tipicamente invernali come il particolato fine (PM₁₀). Per ultimo, oltre ai cambiamenti dei valori medi delle principali variabili meteorologiche d'interesse, anche la prevista maggiore frequenza e intensità di eventi climatici estremi avrà delle implicazioni non trascurabili sulla qualità dell'aria nelle aree urbane. Le ondate di calore e gli eventi siccitosi prolungati, oltre ad influenzare i processi di formazione degli inquinanti atmosferici dei quali si tratterà in seguito, comportano situazioni prolungate di stagnazione dell'atmosfera e assenza di piogge, diminuendo di conseguenza i processi di diluizione e deposizione umida²⁴ e secca²⁵ degli inquinanti (Solberg *et al.*, 2008).

²⁰ La **troposfera** è lo strato più basso e più vicino alla superficie terrestre, sede dei fenomeni meteorologici, di spessore variabile a seconda della latitudine: ai poli è spesso solamente 8 km mentre raggiunge i 20 km all'equatore.

²¹ La **stratosfera** è la fascia dell'atmosfera al di sopra della troposfera, estesa dai 10 ai 50 chilometri di altitudine e caratterizzata da una progressiva crescita della temperatura (da -55 a circa 0 °C).

²² Lo **strato di rimescolamento** corrisponde all'altezza fino alla quale gli inquinanti emessi a terra si rimescolano, definendo così il volume di diluizione degli inquinanti stessi.

²³ In meteorologia con il termine **inversione termica** si fa riferimento a un particolare fenomeno o condizione del profilo termico verticale dell'atmosfera terrestre caratterizzato da un gradiente termico verticale invertito (ossia positivo) rispetto alla norma (negativo). In essa quindi la temperatura dello strato atmosferico coinvolto aumenta con la quota, anziché diminuire.

²⁴ La **deposizione umida** degli inquinanti atmosferici comprende tutti i processi che comportano il trasferimento alla superficie terrestre in forma acquosa (come pioggia, neve o nebbia).

²⁵ La **deposizione secca** è il trasferimento diretto degli inquinanti atmosferici alla superficie terrestre e procede senza l'intervento delle precipitazioni.

2.2. Implicazioni del cambiamento climatico nei processi di formazione dei principali inquinanti secondari

Se osserviamo il problema dell'inquinamento atmosferico in Italia in una prospettiva storica (limitandoci al periodo dal secondo dopoguerra ad oggi) dobbiamo riconoscere che vi sono stati significativi miglioramenti nella qualità dell'aria grazie allo studio, il controllo e la lotta all'inquinamento atmosferico attraverso l'abbattimento delle emissioni. Tuttavia, se analizziamo i trend osservabili dai dati forniti dalle varie reti nazionali di monitoraggio, integrati e discussi nei rapporti periodici pubblicati dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA, 2012; EEA, 2013), si nota un fenomeno a prima vista contraddittorio. Infatti, da almeno due decenni si è registrata una mancata linearità della risposta tra riduzione della concentrazione dei precursori (in particolare ossidi di azoto, composti organici volatili e metano) dei principali inquinanti secondari, ovvero del PM_{10} , $PM_{2.5}$ e dell' O_3 troposferico, e la riduzione della concentrazione di questi inquinanti. Da quanto emerso nelle più recenti indagini sulla materia tale fenomeno è, almeno in parte, riconducibile al cambiamento climatico e alla maggiore variabilità climatica indotta da esse. Congiuntamente ai fattori emissivi, le concentrazioni d'inquinanti secondari in aria dipendono da fattori di carattere meteo-climatici che regolano, oltre ai processi di trasporto, dilavamento e deposizione degli inquinanti come esposto in precedenza, anche i processi di formazione e trasformazione chimica degli stessi (Hedeghaart *et al.*, 2012). Gli effetti delle modifiche nel comportamento delle variabili meteo-climatiche d'interesse sulla concentrazione dei vari inquinanti in atmosfera, presenta gradi di sensibilità, ordini di grandezza e persino segni spesso contrastanti a seconda dell'inquinante secondario in questione.

Tabella 1 - Correlazioni tra concentrazioni di O_3 e PM_{10} e le principali variabili meteo-climatiche di interesse

Variable	Ozone	PM
Temperature	++	-
Regional stagnation	++	++
Wind speed	-	-
Mixing depth	=	--
Humidity	=	+
Cloud cover	-	-
Precipitation	=	--

Fonte: Jacob e Winner, 2009

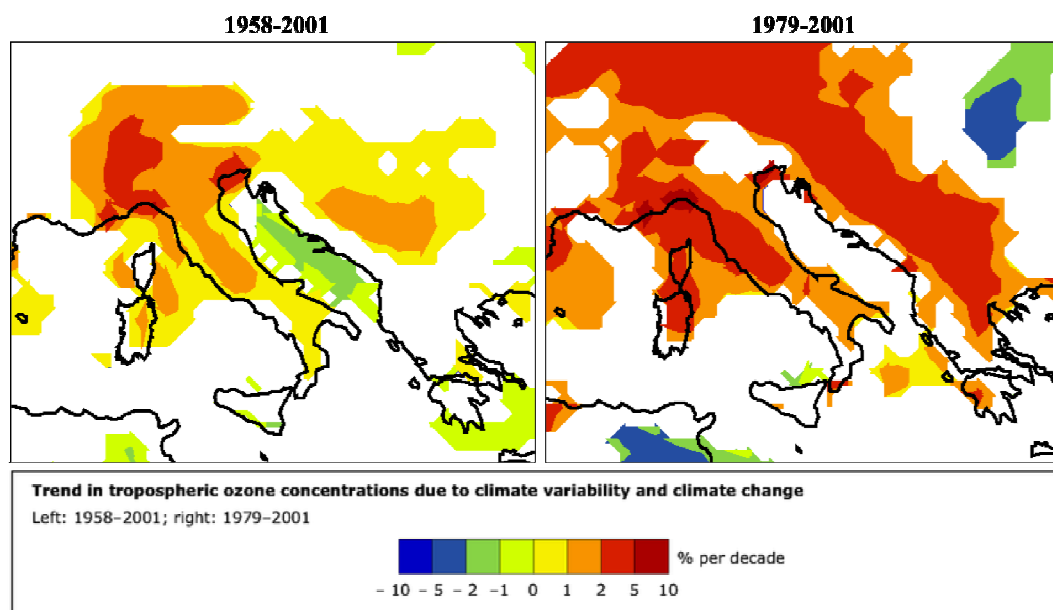
Per quanto riguarda l' O_3 , la maggior parte delle indagini avviate sulla materia nel contesto del bacino mediterraneo, concordano nel sottolineare, come variabili predittive dominanti per questo inquinante, la temperatura (correlazione positiva con la concentrazione), l'umidità relativa (correlazione negativa), la radiazione solare incidente durante le prime ore del giorno (correlazione positiva), la velocità del vento (correlazione negativa), l'altezza dello strato di rimescolamento (correlazione negativa), le precipitazioni (correlazione negativa) e la stabilità atmosferica (correlazione positiva). Le prime due variabili sono comunque quelle con maggior potere predittivo nella maggior parte dei casi (Solberg *et al.*, 2008; Jacob e Winner, 2009; Langer *et al.*, 2012).

Per quanto riguarda invece il PM_{10} , le correlazioni tra le concentrazioni di questo inquinante secondario e le variabili meteo-climatiche sono più deboli rispetto all' O_3 . Ciò è almeno in parte legato all'elevata diversità di componenti che possono conformare il particolato fine. Infatti, una parte del particolato viene emesso direttamente come inquinante primario dalle attività umane e non (attività agricole, industriali, uso di combustibili fossili e combustione di materiale legnoso a scopi di riscaldamento, trasporto stradale e incendi boschivi), e in parte si forma in atmosfera a seguito di reazioni chimiche tra composti gassosi vari (tra quelli inorganici i più comuni sono gli ossidi di azoto, di zolfo e l'ammoniaca, mentre quelli organici sono sostanzialmente i composti organici volatili di origine antropico e naturali). Tuttavia sembrerebbe che le tre variabili meteo-climatiche ad avere un maggior potere predittivo sulla concentrazione del particolato fine siano la piovosità (correlazione negativa), la lunghezza delle situazioni di stabilità atmosferica (correlazione positiva), associati a fenomeni di stagnazione dell'atmosfera, e la velocità del vento (correlazione negativa).

3. Impatti del cambiamento climatico osservati sulla qualità dell'aria

La presenza di inquinanti primari (come composti organici volatili e ossidi d'azoto) determina l'avvio di complessi processi che sono alla base della formazione dello "smog fotochimico" di cui l'ozono è il principale rappresentante. La formazione di smog fotochimico e l'intensità degli eventi di inquinamento fotochimico, oltre che dipendere dalla presenza di inquinanti primari, sono, come accennato in precedenza, fortemente legati alle condizioni meteo-climatiche. Se le emissioni di precursori di ozono sono state sostanzialmente ridotte in Italia, le concentrazioni di O₃ troposferico sono rimaste sostanzialmente stabili o in leggero aumento. Si riscontra lo stesso fenomeno anche osservando gli andamenti degli indicatori di esposizione per la protezione della salute dell'uomo e degli ecosistemi. Analizzando l'evoluzione degli indicatori di esposizione cumulata di O₃ (il SOMO₃₅ per l'uomo e l'AOT₄₀ per la vegetazione), si evidenzia come il miglioramento della qualità dell'aria (e quindi la conseguente diminuzione del rischio per l'uomo o per gli ecosistemi) sia estremamente lento, molto più lento di quanto invece scendano le emissioni in atmosfera dei precursori. Lo stesso fenomeno è stato notato a livello dell'intero bacino mediterraneo. Gli studi suggeriscono che il cambiamento climatico ha contribuito significativamente all'incremento della concentrazione relativa di O₃ troposferico durante gli ultimi decenni (Andersson *et al.*, 2007; Ellingsen *et al.*, 2008; Hedegaard *et al.*, 2008; Isaksen *et al.*, 2009; Willson *et al.*, 2012). Per il caso concreto dell'Italia, anche se non esistono indagini specifiche, questo incremento ammonterebbe a circa (+) 1.5 ± 1% per decade durante il periodo temporale 1958-2001, incrementandosi a circa (+) 2 ± 1% se considerato soltanto l'ultimo ventennio del periodo in questione. Da questa indagine emerge che la sensibilità dell'incremento di O₃ troposferico alla maggiore variabilità climatica si è accentuata negli ultimi decenni.

Figura 1 - Trend dell'incremento della concentrazione di O₃ troposferico dovuto alla variabilità climatica e al cambiamento climatico durante il periodo temporale 1958-2001 (sinistra) e 1079-2001 (destra)



Fonte: EEA, 2012

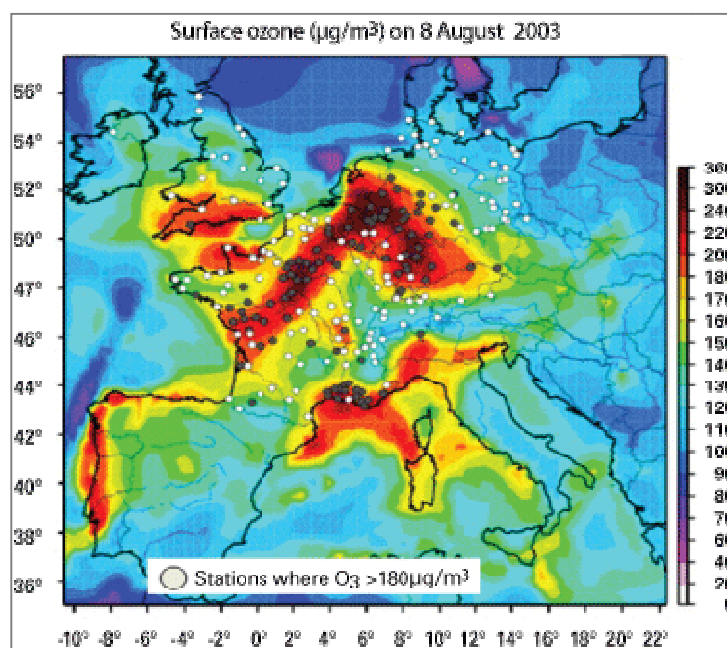
Nonostante la correlazione tra l'evoluzione della concentrazione di O₃ in Europa e il mutamento del clima sembri evidente, sono necessarie ulteriori indagini modellistiche e di analisi di sensibilità per rilevare con maggiore accuratezza quale sia stato il contributo del mutamento del clima nell'evoluzione delle concentrazioni del O₃ troposferico nelle città europee negli ultimi decenni.

3.1. Eventi climatici estremi e effetto "isola di calore": ripercussioni sulla qualità dell'aria urbana

Gli effetti che gli eventi climatici estremi hanno avuto sulla concentrazione dell'O₃ negli ultimi decenni sono maggiormente evidenti. Un chiaro esempio si trova analizzando le ripercussioni dell'episodio di ondata di calore accaduto nel 2003. Durante questo periodo di canicola, sono stati registrati alti livelli di produzione fotochimica di ozono, soprattutto nelle città e nuclei abitati del centro del bacino mediterraneo. Ad esempio, l'8 agosto 2003, molte stazioni hanno riportato

concentrazioni di ozono superiori a 180 mg/m^3 , ben al di sopra dei limiti soglia stabiliti per gli standard di qualità ottimale dell'aria per la salute delle persone e degli individui (figura 2). L'eccesso di mortalità giornaliera totale durante quell'episodio a Milano è stato stimato in oltre il 30% rispetto alla media della stagione (D'Ippoliti *et al.*, 2010), e si ritiene che l'eccezionale incremento della concentrazioni di O_3 troposferico durante le ore più calde di quei giorni sia stata una delle principali cause (OMS-APAT, 2007). Sono diversi i fattori meteo-climatici che possono spiegare le elevate concentrazioni di O_3 registrate durante quell'episodio. In primo luogo, le temperature eccezionalmente calde (di circa oltre 10°C sopra la media stagionale) hanno favorito la produzione fotochimica dell'ozono in troposfera. In secondo luogo, la diminuzione dell'umidità relativa, a causa del prolungato periodo siccitoso di quella stagione, ha ridotto sostanzialmente la formazione di radicali idrossile a partire del vapore acqueo, riducendo di conseguenza il processo di distruzione dell' O_3 ²⁶. In terzo luogo, anche la vegetazione ha risentito negativamente delle alte temperature e della mancanza di precipitazioni. Lo stress termico e idrico ha innescato la chiusura stomatica delle foglie della vegetazione portando ad una riduzione significativa dei processi di rimozione degli inquinanti mediante deposizione secca (Emberson *et al.*, 2013). In quarto luogo, lo stress termico alla vegetazione ha anche provocato un incremento delle emissioni biogeniche d'isoprene, principale precursore naturale dell'ozono troposferico, raggiungendo valori di oltre il 60-100% rispetto alla media in alcune località europee (Solberg *et al.*, 2008). Infine, l'alta pressione atmosferica, caratterizzata da cieli sereni e un'atmosfera stagnante, è durata circa due settimane, allungando nel tempo le condizioni meteo sfavorevoli alla rimozione degli inquinanti nello strato limite e le condizioni fotochimiche attive.

Figura 2 - Concentrazione di ozono superficiale (in mg / m^3) l'8 agosto 2003 (durante l'ondata di caldo europea del 2003). Nella mappa sono state riportate soltanto le stazioni di misura urbane in cui le concentrazioni di ozono hanno superato i $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Fonte: Vautard *et al.*, 2007

Negli agglomerati urbani e nelle città le implicazioni delle ondate di calore si vedono amplificate dal cosiddetto effetto “isola di calore”. Due sono le cause all’origine del fenomeno: una è la sigillatura del suolo prodotta dalle sovrastrutture urbane, mentre l’altra riguarda le emissioni di calore liberate dai veicoli, dall’industria e dagli impianti di climatizzazione. Nei centri urbani buona parte del suolo è asfaltato, impermeabilizzato ed estremamente secco. Inoltre gli edifici assorbono grosse quantità di radiazioni solari, sia dirette che riflesse dalle superfici circostanti sotto forma di raggi infrarossi. Vengono così a crearsi delle isole di calore che accentuano il riscaldamento diurno e riducono

²⁶ Il fenomeno di distruzione/compensazione dell' O_3 troposferico in presenza di vapore acqueo è un processo fotochimico che avviene attraverso due reazioni: $\text{O}_3 + h\nu \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}$ (R1) e $\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{OH}$ (R2) comprende la formazione di due radicali idrossile per ogni molecola di O_3 distrutta.

notevolmente il raffreddamento notturno. Come conseguenza delle più alte temperature, l'effetto isola di calore perciò contribuisce ad incrementare ulteriormente il tasso di formazione dell'O₃ troposferico nelle città.

4. Impatti del cambiamento climatico previsti sulla qualità dell'aria

Mentre le stime quantitative sull'evoluzione futura della concentrazione di PM₁₀ sono tuttavia limitate, le ricerche sull'O₃ sono piuttosto numerose. Le ricerche disponibili concordano nel prevedere un incremento complessivo della concentrazione di O₃ troposferico durante la stagione estiva in Europa meridionale, mentre in Europa settentrionale è prevista una generale diminuzione (Langner *et al.*, 2012). Nonostante ciò, la magnitudine e segno della sensitività delle concentrazioni future di PM₁₀ e ozono troposferico al cambiamento climatico potrebbero variare in maniera non trascurabile a seconda delle particolari condizioni della specifica località, nonché dalle differenze nell'evoluzione delle principali variabili meteorologiche d'interesse.

Nell'ambito della Strategia Regionale di Adattamento al Cambiamento Climatico della Lombardia, sono state individuate le possibili interazioni tra le principali variabili meteo-climatiche in grado d'influenzare la concentrazione di PM₁₀ e dell'O₃ in atmosfera, ed è stata realizzata una valutazione qualitativa dei potenziali impatti del mutamento di queste variabili a livello regionale sulle concentrazioni future di questi due inquinanti secondari (Terradez Mas *et al.*, 2014).

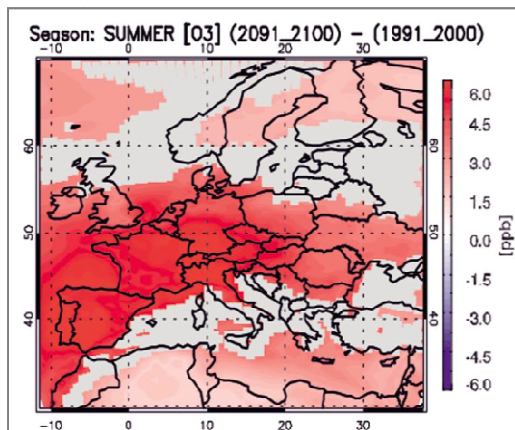
Tabella 2 - Sintesi delle relazioni tra parametri meteo-climatici che influiscono sull'inquinamento atmosferico (PM₁₀ e O₃) e probabili implicazioni del mutamento del clima in Lombardia

Variabili meteorologiche d'interesse	Evoluzione attesa delle variabili	Ruolo nel ciclo degli inquinanti atmosferici	Impatto nei livelli di O ₃			Impatto nei livelli di PM ₁₀			Livello d'incertezza
			Basso	Medio	Alto	Basso	Medio	Alto	
Temperatura dell'aria	↑↑ * durante la stagione estiva, l'incremento delle temperature potrebbero aumentare l'altezza di rimescolamento degli inquinanti	Accelera le reazioni fotochimiche di formazione e le emissioni biogeniche di alcuni inquinanti			☹		☺*		Bassa
Velocità del vento	↓	Regola il grado di dispersione degli inquinanti	☹					☹	Media
Numero giorni piovosi	↓ l'intensificazione degli eventi precipitativi durante la stagione invernale potrebbe incidere positivamente nei processi di dilavamento del PM ₁₀	Disposizione degli inquinanti		☹			☺*		Media
Umidità relativa	↓ estate ↑ inverno	Correlazione negativa con l'O ₃ e positiva con il PM ₁₀	☹			☹			Media
Altezza dello strato di rimescolamento	↓	Determina il grado di diluizione degli inquinanti		☹				☹	Media
Irraggiamento solare	↑	Catalizza le reazioni fotochimiche			☹		☹		Media
Eventi climatici estremi (eventi siccitosi, ondate di calore)	↑↑	Incrementano la formazione d'inquinanti e riducono i processi di deposizione			☹			☹	Alta

Fonte: Elaborazione propria da dati Andersson *et al.*, 2007; Forkel e Knoche, 2007; Ellingsen *et al.*, 2008; Hedegaard *et al.*, 2008; Isaksen *et al.*, 2009; Jacob e Winner, 2009; Willson *et al.*, 2012; EEA, 2012; PRIA, 2013; Gobiet *et al.*, 2013, adattati alle proiezioni climatiche per il territorio lombardo.

I risultati di Katragkou *et al.* (2011) in particolare, prevedono incrementi della concentrazione media estiva di O₃ troposferico di circa (+) 4 ± 2 ppm in Centro e Nord d'Italia entro la fine secolo, rispetto alla concentrazione media del periodo di riferimento 1991-2000.

Figura 3 - Proiezioni sull'incremento di concentrazione di O₃ troposferico nel bacino mediterraneo, per la stagione estiva 2091-2100, rispetto alla media del periodo 1991-2000, utilizzando lo scenario emissivo SRES A1B



Fonte: Katragkou *et al.*, 2011

Tale incremento è previsto essere trascurabile nell'Italia del Sud, dove le concentrazioni di O₃ potrebbero rimanere sostanzialmente stabili entro fine secolo (Katragkou *et al.*, 2011) (figura 3). Ciononostante, e a prescindere della sempre maggiore accuratezza delle indagini, la quantificazione dei futuri livelli di ozono troposferico (tanto per le concentrazioni medie come, soprattutto, per le massime giornaliere e i giorni di superamento dei limiti di legge) rimane tuttavia incerta a causa della complessità delle interazioni atmosfera-terra-acqua che regolano la dinamica degli inquinanti, e dell'impossibilità di conoscere con certezza come evolveranno tali interazioni in futuro (Katragkou *et al.*, 2011).

Box 1- Proiezioni sull'inquinamento atmosferico futuro: i modelli integrati climatico-chimici

Negli ultimi decenni la comunità scientifica internazionale ha investito molti sforzi nello sviluppo di strumenti di assimilazione di dati e modelli predittivi in grado d'integrare un insieme diversificato d'informazioni in strutture coerenti, che permettono l'accoppiamento di dati e modelli d'inquinamento atmosferico con gli output dei principali modelli climatici. Essi sono in grado di fornire stime della sensibilità dell'inquinamento atmosferico al mutamento del clima attraverso la correlazione tra la qualità dell'aria con le principali variabili meteo-climatiche d'interesse, analizzando le perturbazioni tramite modelli di trasporto chimico (i cosiddetti *Regional Chemistry Transport Models*) e modelli integrati climatico-chimici (i cosiddetti *Regional Integrated Climate-Chemistry Models*), questi ultimi guidati dalle proiezioni dei modelli di circolazione generale e regionale (i GCM e RCM rispettivamente). I cosiddetti modelli accoppiati *online* permettono di realizzare simulazioni future più complesse integrando non solo un maggior numero di variabili, ma anche il risultato delle loro interazioni e sinergie. Attraverso questa nuova generazione, i modelli possono riprodurre in maniera più realistica la complessità delle interazioni tra il clima e la qualità dell'aria (Lagner *et al.*, 2012).

Nonostante le incertezze, esiste un certo livello di consenso nella potenziale sensibilità dell'inquinamento atmosferico al cambiamento climatico. Se le principali proiezioni sulla variabilità climatica futura in Italia dovessero confermarsi (Coppola e Giorgi *et al.*, 2010; Gualdi *et al.*, 2013), esso avrebbe delle implicazioni per lo più negative nella gestione della qualità dell'aria. Infatti, esiste

il rischio che i benefici dei futuri sforzi in materia di riduzioni delle emissioni dei principali inquinanti e dei loro precursori vengano in parte schermati dagli impatti negativi del mutamento del clima. Perciò l'adozione di misure di adattamento per contrastare gli effetti del mutamento del clima sulla qualità dell'aria dovrà essere incorporata nelle attuali strategie di riduzione e controllo degli inquinanti atmosferici, attraverso l'individuazione, valutazione e implementazione di mirate azioni di adattamento, intra e inter-settoriali, in armonia con gli obiettivi regionali e nazionali di mitigazione.

5. Proposta di obiettivi per l'adattamento

L'impostazione di obiettivi di adattamento di qualità dell'aria a livello subnazionale e locale richiede di considerare con attenzione le informazioni prodotte da organi istituzionali e dalle agenzie ambientali a livello europeo e di lavorare in stretto coordinamento con le strategie di adattamento nazionale e regionale. Con riferimento alla qualità dell'aria delle aree urbane, risulta altresì importante evitare di fissare obiettivi e opzioni di adattamento che possono in futuro aumentare la vulnerabilità agli impatti del clima. Invece, è strategico determinare priorità, obiettivi e misure di adattamento che portano al contempo co-benefici o positive sinergie con altre politiche quali gli obiettivi di mitigazione al cambiamento climatico e della riduzione delle emissioni in atmosfera degli inquinanti tipici della scala urbana.

Obiettivi generali nella gestione della qualità dell'aria a livello locale in un regime di cambiamento climatico possono essere sintetizzati nei seguenti indirizzi:

- rafforzare le attuali politiche di prevenzione dell'inquinamento atmosferico per tenere conto degli effetti del cambiamento climatico;
- accoppiare le politiche di mitigazione dell'inquinamento atmosferico locale con quelle di mitigazione del cambiamento climatico globale;
- consolidare e aggiornare i sistemi di monitoraggio e sorveglianza per garantire pronte risposte in caso di potenziale aumento di situazioni di inquinamento atmosferico acuto;
- garantire adeguati sistemi di allerta precoce per garantire la pronta risposta delle comunità locali urbane prima di episodi di inquinamento dell'aria intenso al fine di ridurre l'esposizione ed evitare rischi per la salute. Per essere efficace e completo, tali sistemi devono prevedere: (i) la conoscenza del rischio, (ii) un servizio di monitoraggio e preallerta, (iii) azioni di sensibilizzazione, informazione e comunicazione e (iv) la capacità di risposta²⁷;
- privilegiare opzioni convenienti, dando la priorità alle opzioni di adattamento che offrono anche opportunità per diminuire le emissioni di particolato fine e dei precursori degli inquinanti secondari. Molte opzioni *win-win* possono essere economicamente vantaggiose;
- promuovere pratiche di gestione sostenibile del suolo che possono migliorare sia l'adsorbimento di sostanze inquinanti che il sequestro del carbonio, evidenziando l'importanza di limitare i processi di antropizzazione del suolo per il controllo dell'inquinamento atmosferico.

Bibliografia

Andersson C., Langner J. & Bergström, R., 2007. *Interannual variation and trends in air pollution over Europe due to climate variability during 1958–2001 simulated with a regional CTM coupled to the ERA40 reanalysis*. Tellus B 59(1), 77–98.

Brasseur G.P., Schultz M., Granier C., Saunois M., Diehl T. & Botzet M., 2006. *Impact of climate change on the future chemical composition of the global troposphere*. American Meteorological Society, 19, 3932–3951.

²⁷ A questo proposito si ricorda che il livello dell'influenza sulla salute umana delle implicazioni del cambiamento climatico sull'inquinamento atmosferico dipende: a) dalle esposizioni delle popolazioni alle sue conseguenze; b) dalla sensibilità della popolazione all'esposizione; c) dalla capacità del sistema socio-economico locale e delle popolazioni di adattarsi alla nuova situazione.

Coppola E., Giorgi F., 2010. *An assessment of temperature and precipitation change projections over Italy from recent global and regional climate model simulations*. Int. J. Climatol. 30:11-32.

D'Ippoliti D., Michelozzi P., Marino C., De' Donato F., Menne B., Katsouyanni K. & Perucci C. A., 2010. *Research The impact of heat waves on mortality in 9 European cities*. Results from the EuroHEAT project.

Ellingsen K., Gauss M., Dingenen R. V., Dentener F. J., Emberson L., Fiore, A. M., ... & Wild, O., 2008. *Global ozone and air quality: a multi-model assessment of risks to human health and crops*. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 8(1), 2163-2223.

Emberson L. D., Kitwiroon N., Beevers S., B  ker P. & Cinderby S., 2013. *Scorched Earth: how will changes in the strength of the vegetation sink to ozone deposition affect human health and ecosystems?* Atmos. Chem. Phys., 13, 6741-6755.

European Commission, 2013. *Commission Staff Working Document Accompanying the Communication on a revised EU Strategy on Air Pollution Proposal for a revision of Directive 2001/81/EC on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants. Proposal for a legislative instrument on control of emissions from Medium Combustion Plants. Impact assessment*.

EEA, 2012. *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012: An indicator-based report*. ISSN 1725-9177.

EEA, 2013. *Air quality in Europe*. EEA Report No 9/2013.

Fang Y., Mauzerall D. L., Liu J., Fiore A. M. & Horowitz L. W. 2013. *Impacts of 21st century climate change on global air pollution-related premature mortality*. Climatic Change, 121(2), 239-253.

Gobiet A., Kotlarski S., Beniston M., Heinrich G., Rajczak J. & Stoffel M. 2013. *21st century climate change in the European Alps—A review*. Science of the Total Environment.

Gualdi S., Somot S., Li L., Artale V., Adani M., Bellucci A., ... & Navarra A., 2013. *The CIRCE simulations: Regional climate change projections with realistic representation of the Mediterranean sea*. Bulletin of the American Meteorological Society, 94(1), 65-81.

Hedegaard G. B., Brandt J., Christensen J. H., Frohn L. M., Geels C., Hansen K. M. & Stendel, M., 2008. *Impacts of climate change on air pollution levels in the Northern Hemisphere with special focus on Europe and the Arctic*. In Air Pollution Modeling and Its Application XIX (pp. 568-576). Springer Netherlands.

Hedegaard G.B., Christensen J.H., Hansen K.M., May W., Geels C., Zare A., Brandt J. & Gross A. 2012. *Effects of Changed Climate Conditions on Tropospheric Ozone over Three Centuries*. Atmospheric and Climate Sciences, 2012, 2, 546-561.

IPCC, 2013. *Climate Change 2013. The Physical Science Basis*. WMO e UNEP.

Isaksen I. S. A., Granier C., Myhre G., Berntsen T. K., Dals  ren S. B., Gauss M. & Wuebbles, D., 2009. *Atmospheric composition change: climate–chemistry interactions*. Atmospheric Environment, 43(33), 5138-5192.

ISPRA, 2013. IX Rapporto ISPRA Qualit   dell'ambiente urbano. Edizione 2013. ISPRA.

Jacob D. J. & Winner D. A., 2009. *Effect of climate change on air quality*. Atmospheric Environment 43(1): 51-63.

Katragkou E., Zanis P., Kioutsioukis I., Tegoulas I., Melas D., Kr  ger B. C. & Coppola E., 2011. *Future climate change impacts on summer surface ozone from regional climate–air quality simulations over Europe*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012), 116(D22).

Langner J., Engardt M., Baklanov A., Christensen J.H., Gauss M., Geels C., Hedegaard G.B., Nuterman R., Simpson D., Soares J., Sofiev M., Wind P. & Zakey A., 2012. *A multi-model study of impacts of climate change on surface ozone in Europe*. Atmos. Chem. Phys. Discuss., 12, 4901–4939.

OMS-APAT, 2007. *Cambiamenti climatici ed eventi estremi rischi per la salute in Italia*.

Organizzazione Mondiale per la Sanità, 2013. *Review of evidence on health aspects of air pollution — REVIHAAP Project Technical report*. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

Solberg S., Hov O., Sovde A., Isaksen I.S.A., Coddeville P., De Backer H., Forster C., Orsolini Y. & Uhse K., 2008. *European surface ozone in the extreme summer 2003*. J. Geophys. Res. 113, D07307.

Terradez Mas J., Rossetto M., Frascini F., Lapi M. & Ballarin Denti A., 2014, *A methodological approach for stakeholder engagement at regional level in Climate Change Adaptation Policies*. Second Annual Conference of the Italian Society for Climate Sciences (Venice, 29-30 september 2014) – in press.

Vautard R., Beekman M., Desplat J., Hodzic A. & Morel S., 2007. *Air quality in Europe during the summer of 2003 as a prototype of air quality in a warmer climate*. Compt. Rendus Geosci. 339, 747–763.

EVENTI ESTREMI DI PRECIPITAZIONE E CRITICITÀ GEOLOGICO-IDRAULICHE NELL'AREA URBANA DELLA CAPITALE

Marco Amanti¹, Domenico Berti¹, Mauro Lucarini¹, Alessandro Troccoli¹

¹Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Abstract

Il presente studio affronta le possibili relazioni intercorrenti tra il dissesto geologico-idraulico, nei suoi aspetti salienti, e le variazioni climatiche sul territorio nazionale, con un approfondimento specifico per la città di Roma, grazie ad una lettura critica dei dati ISPRA pubblicati nell'*Annuario dei Dati Ambientali* (ADA), per quanto riguarda gli eventi alluvionali, e nell'*Inventario dei fenomeni franosi nel territorio di Roma Capitale*, per quanto riguarda i dissesti sui versanti.

L'analisi di un'area metropolitana come quella romana, con un territorio vasto e disomogeneo dal punto di vista geomorfologico, attraversato da un grande corso d'acqua, e che ha avuto una notevole espansione urbanistica negli ultimi 150 anni, rappresenta un esempio altamente significativo, anche in considerazione della recente entrata di Roma Capitale nella Rete delle "100 città resilienti".

Nel presente articolo vengono descritti i principali dissesti geologico-idraulici che hanno interessato il territorio romano negli ultimi decenni, evidenziando le maggiori criticità anche al fine di suggerire strategie di adattamento. A completamento dello studio si presenta una sintesi dei fenomeni verificatisi nella Capitale durante l'evento alluvionale di fine gennaio-inizio febbraio 2014, certamente non eclatante per le problematiche legate alle modificazioni del clima, ma significativo nei confronti invece del risalto dato ai problemi dell'assetto idraulico e geomorfologico dell'area cittadina.

Secondo quanto evidenziato, per poter formulare affermazioni corrette circa gli effetti dei cambiamenti climatici sulla frequenza e gravità degli eventi di criticità idrogeologica sarebbe necessario effettuare un'analisi estesa ad un arco temporale più ampio. Inoltre e soprattutto, in termini di rischio, andrebbe anche considerato l'elevato peso dovuto all'aumento del valore esposto per espansione e trasformazione dell'area urbana nel recente passato. Quello che emerge abbastanza chiaramente come andamento tendenziale è un aggravamento degli effetti al suolo dovuti ad intense precipitazioni a carattere impulsivo negli ultimi anni.

Parole chiave

Dissesto idrogeologico, cambiamenti climatici, alluvione, allagamento, frana, Roma, Fondazione Rockefeller, resilienza

1. Introduzione

Negli ultimi anni, il numero e la frequenza di eventi climatici estremi in grado di causare effetti catastrofici sembrano in costante aumento, cosicché termini quali "bomba d'acqua", "*flash flood*", "alluvione", "stato di calamità", "siccità", "onda di calore africano" sono ormai divenuti d'uso comune. Tali manifestazioni rappresentano uno degli aspetti più eclatanti delle variazioni che il clima sta subendo a scala globale e tendono a provocare conseguenze significative in ambiente urbano, dove le naturali dinamiche ambientali e territoriali si sovrappongono alle modifiche introdotte dall'attività antropica, a volte con esiti disastrosi particolarmente evidenti. Le conseguenze più ricorrenti della fenomenologia associata ad eventi estremi in cui si hanno precipitazioni di elevata intensità e breve durata sono costituite da criticità geologico-idrauliche come esondazioni, fenomeni erosivi, dissesti gravitativi di varia natura e rapidità. I danni che ne conseguono sono costituiti dal deterioramento del patrimonio edilizio (sia pubblico che privato), da lesioni alle reti di sottoservizi, da interruzioni della viabilità, da perdite nelle attività produttive e talvolta purtroppo anche in termini di perdita di vite umane.

La scelta di calarsi nel dettaglio di tali problematiche attraverso l'analisi di un caso altamente rappresentativo come quello della città di Roma, è stata fatta per ciò che essa stessa rappresenta e che racchiude in termini di patrimonio culturale assoluto oltre che per le dimensioni dell'area metropolitana e per la complessità delle problematiche del suo assetto geologico-idraulico, anche in relazione alla forte antropizzazione degli ultimi decenni. La presenza di un grande corso d'acqua quale

il Tevere, con i suoi fenomeni di piena, ne ha influenzato le vicende urbanistiche, territoriali e storiche fin da tempi lontani, come ad esempio l'istituzione di una magistratura delle acque all'epoca dell'imperatore Augusto, per gestire i problemi legati alle piene e regolamentare la navigabilità (Camerieri & Mattioli, 2013).

L'attuale necessità di definire strategie di adattamento ai cambiamenti climatici, ha permesso a Roma di entrare nella rete delle "100 città resilienti", secondo un programma promosso dalla Fondazione Rockefeller (2014), volto a sostenere le città del mondo nell'adottare una strategia di resilienza, intesa come la capacità di individui, comunità, istituzioni ed imprese di sopravvivere, adattarsi e crescere nonostante le difficoltà croniche e gli eventi avversi che si trovano ad affrontare. In altre parole la resilienza può rappresentare per la città uno strumento per reagire meglio e più rapidamente alle circostanze più difficili, compresi gli shock rappresentati da frane ed esondazioni.

2. Variazione del clima e dissesto geologico-idraulico in ambiente urbano in Italia

La Terra è un sistema complesso ed integrato di componenti, o sfere, in cui ad ogni azione e mutua interazione conseguono modifiche globali degli equilibri concatenate tra le varie componenti stesse, quali litosfera, idrosfera, biosfera, ecc. L'intervento dell'uomo si inserisce sempre più come ulteriore variabile e può alterare completamente la naturalità di tali dinamiche, contribuendo all'innescio di processi degenerativi, nei confronti dei quali il sistema perde la propria capacità di compensare spontaneamente le modificazioni indotte.

In tempi recenti, diversi Auctt. (IPCC, 2014; Artale & Castellari, 2009; Legambiente, 2014) affermano oramai con certezza che il clima del pianeta sta subendo profonde modifiche. La possibilità che per tale motivo si determinino trasformazioni nel regime delle precipitazioni, con un conseguente aumento degli eventi estremi, è stata più volte prospettata nei rapporti dell'IPCC (2014), ma resta complicato da quantificare. All'interno di un singolo evento è peraltro molto difficile separare gli effetti delle modifiche derivanti dalla pressione antropica sull'atmosfera da quelli legati alla variabilità naturale delle precipitazioni. Ad oggi, l'esatta portata dell'effetto serra antropogenico non è ancora prevedibile e controllabile, ma tuttavia questo potrebbe determinare o accentuare una serie di fenomeni, sia a scala globale che a scala nazionale, così come il *trend* di alcuni parametri, negli ultimi decenni, sembra ribadire (Fioravanti, 2014). I dati raccolti comunque dimostrano una riduzione media delle precipitazioni, cui si accompagna una variazione nella loro distribuzione temporale e spaziale, caratterizzata dall'aumento di occorrenza di eventi estremi. Sono così molto più frequenti precipitazioni di forte intensità e di breve durata che causano fenomeni alluvionali a rapida evoluzione (con termine di uso comune oramai definiti "*flash flood*"), che coinvolgono anche l'ambito urbano (Berti & Lucarini, 2014) e possono essere accompagnati da diffusi dissesti di versante.

Le aree urbane della nostra penisola risultano tipicamente esposte a fenomeni di dissesto innescati da eventi meteorici intensi, con effetti che si manifestano in modo differente in base alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e meteo-climatiche del territorio, rapportate alle condizioni proprie di urbanizzazione e di uso del suolo. Parallelamente i danni correlati risultano maggiormente pesanti in quelle aree dove l'intervento antropico ha profondamente modificato il territorio e i caratteri peculiari del paesaggio naturale, rendendoli più fragili e vulnerabili ai fenomeni naturali, in termini di effetti al suolo, di danni diretti, economici e sociali. Esaminando infatti quanto avvenuto negli ultimi due secoli, si è visto che la popolazione si è andata sempre più concentrando nei centri urbani situati in aree di pianura (sia interne che costiere), determinando un'alterazione delle destinazioni d'uso del suolo per scopi residenziali, produttivi e infrastrutturali, sotto la spinta della crescita demografica. Tale processo, in molti casi, non è stato supportato da un'adeguata pianificazione territoriale, andando a modificare le caratteristiche della rete di drenaggio naturale, il grado di permeabilità dei terreni, la superficie delle aree golenali (con costruzione di manufatti in zone di pertinenza fluviali), le sezioni idrauliche di deflusso (con la canalizzazione forzata degli alvei naturali). La conseguenza principale è stata l'aumento della pericolosità dei fenomeni e quindi del rischio cui sono sottoposti i beni esposti, soprattutto quelli ad elevata vulnerabilità. Nell'equazione del rischio (Varnes, 1984)²⁸, a parità di altri

²⁸ Si ricorda, a questo proposito, che rischio, pericolosità e beni esposti sono legati dalla relazione $R = P \times V \times E$, dove R = rischio, P = pericolosità (probabilità di accadimento di un dato fenomeno in una data area), V = vulnerabilità (propensione a subire danneggiamenti degli elementi presenti nell'area), E = esposizione (numero di unità o valore dei beni esposti al rischio) (Varnes, 1984).

fattori, è l'alto valore esposto "E" che differenzia in modo netto l'ambiente urbano da altri contesti territoriali.

Molti degli eventi alluvionali più gravi censiti all'interno dell'Annuario dei Dati Ambientali ISPRA (ADA), quali Lunigiana-Liguria 2011, Grosseto-Toscana meridionale 2012, Vicenza 2012, Olbia e Nuoro 2013, solo per citare i più recenti, presentano caratteristiche di questo tipo e sono spesso associati a dissesti sui versanti degli stessi bacini idrografici.

Il *trend* derivante dai dati disponibili contribuisce a delineare la città come un "sistema" complesso ed altamente modificato/alterato dal punto di vista naturale che, al crescere dell'urbanizzazione, registra ed amplifica, sempre più intensamente, gli effetti negativi di cambiamenti climatici e pressione antropica combinati. Nei confronti di tali fenomeni la strategia di mitigazione del rischio non appare risolutiva e sembra necessario ripensare il sistema insediativo urbano in modo adattivo al variare delle condizioni climatiche. Piani di adattamento sono stati già redatti da alcune nazioni, finalizzati al contenimento degli impatti dei cambiamenti climatici in ambito urbano per contenere nel breve-medio periodo le criticità indotte (Artale & Castellari, 2009, European Commission, 2013). Il progetto e la gestione degli interventi di trasformazione volti al perseguimento della qualità e della sicurezza, in tale contesto, possono essere riformulati ponendo in atto processi decisionali che spaziano dal tradizionale obiettivo della riduzione dei livelli di vulnerabilità degli elementi esposti, fino al potenziamento delle caratteristiche di resilienza dell'ambiente costruito nella sua totalità (Angelucci *et al.*, 2014).

In questo senso, lo studio di un'area metropolitana come quella romana che ha avuto una grande espansione negli ultimi 150 anni, con un notevolissimo patrimonio di beni culturali (Spizzichino *et al.*, 2013), posta sotto la lente di ingrandimento di un evento parossistico come quello di gennaio 2014, rappresenta, oltre che per quanto già detto in precedenza, un esempio altamente significativo che fornisce indicazioni di grande rilievo, potenzialmente valide anche per altre realtà nazionali.

3. Il Programma "100 città resilienti"

La capacità del sistema urbano di adattarsi ai cambiamenti climatici ed ai relativi effetti sull'insieme del tessuto urbano, compresi gli eventi meteorici estremi e il conseguente aumento di fenomeni franosi e alluvionali, è la sfida a cui viene chiamata a rispondere la città di Roma.

Roma è stata selezionata per il programma *100 Resilient Cities* (100 città resilienti) che la *Rockefeller Foundation* ha lanciato nel 2013, in occasione del suo centenario. Roma Capitale ha partecipato alla selezione tra circa 400 città candidate per la sfida, con una proposta di progetto sviluppata dall'Assessorato capitolino alla Trasformazione urbana, in collaborazione con l'Assessorato all'Ambiente, e risultando tra le 5 europee vincitrici.

La Fondazione Rockefeller si propone, con questa iniziativa, di aiutare le città ad affrontare le sfide della trasformazione urbana, e per questo offre un sostegno tecnico, attraverso la creazione di un *network* di città, e un finanziamento di 100 milioni di dollari da assegnare ai centri urbani selezionati (1 milione di dollari ciascuno). Ogni centro urbano iscritto alla rete delle 100 città potrà avvantaggiarsi della condivisione delle conoscenze e delle migliori pratiche di resilienza già attuate, attivare contatti e avviare *partnership* attraverso il coordinamento e la responsabilità dell'amministrazione comunale. Inoltre la Fondazione coadiuva le città nominando per ognuna un suo referente, una sorta di *tutor* che seguirà tutte le fasi di elaborazione del progetto di resilienza.

Il piano di lavoro presentato da Roma Capitale ha ricevuto l'approvazione di una giuria internazionale, che ha premiato le città che hanno compreso il senso della resilienza urbana coinvolgendo l'amministrazione cittadina, la società civile e il settore privato. L'amministrazione capitolina intraprenderà un percorso partecipativo volto alla formulazione di un piano per la resilienza di Roma Capitale. L'intero iter di elaborazione del piano di resilienza presterà particolare attenzione al tema dell'impatto che *shock* e *stress* esterni hanno sulla vita dei cittadini, e in particolare sui gruppi sociali vulnerabili (Roma Capitale, 2014; The Rockefeller Foundation, 2014).

Nell'*agenda setting workshop* per il lancio della strategia di resilienza di Roma Capitale (4-5/06/2014), ISPRA è stata una degli attori presenti ai vari tavoli di discussione, con riferimento ai seguenti temi: cambiamenti climatici, rischio geologico-idraulico, qualità dell'ambiente urbano,

impermeabilizzazione dei suoli, protezione del patrimonio artistico-culturale dal degrado causato dai fattori ambientali. Per quel che riguarda in particolare il rischio geologico-idraulico sono state condivise criticità emerse e linee programmatiche proposte, finalizzate alle attività di pianificazione urbanistica e di protezione civile, quali risultati preliminari del Gruppo di Lavoro ISPRA - Roma Capitale (vedi paragrafo seguente). In particolare i vari soggetti che hanno partecipato al workshop si sono trovati d'accordo nel constatare come i passati eventi franosi e alluvionali, ultimi dei quali quelli occorsi nel gennaio-febbraio 2014, che all'interno della tematica in oggetto si possono classificare come *shock* esterni, non siano stati seguiti da risposte rapide ed efficaci da parte della città.

4. Dati storici di frane a Roma

Il Servizio Geologico d'Italia – ISPRA porta avanti da anni un progetto di raccolta dei dati storici sui fenomeni franosi nel territorio di Roma Capitale (Amanti *et al.*, 1995; 2008).

La base dati è stata costruita rivisitando criticamente i dati degli archivi più noti, AVI - Aree Vulnerate Italiane, IFFI – Inventario Fenomeni Franosi in Italia (APAT, 2007) e PAI – Inventario dei fenomeni franosi contenuto nel Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, integrati con l'analisi di altre fonti, anche di pertinenza territoriale locale, e con ricerche bibliografiche, rilievi e sopralluoghi effettuati da geologi dell'ISPRA. La differente qualità e completezza delle informazioni presenti nelle fonti originarie ha suggerito di adottare una classificazione dei dati basata su una valutazione dell'affidabilità. Le tre classi di affidabilità sono state assegnate in funzione delle notizie sull'evento, dell'esistenza su più fonti dell'evento franoso, della presenza di una data di accadimento, della corretta ubicazione sul territorio, dell'attribuzione certa ad una determinata tipologia di movimento e, non per ultima, dell'acquisizione del perimetro della frana.

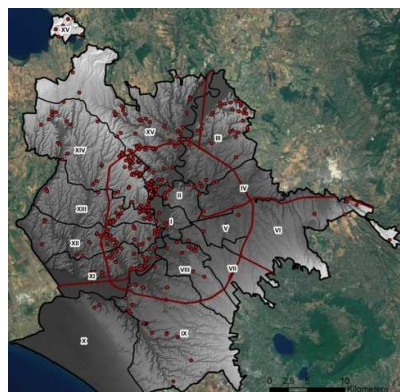
La serie storica dei dati comprende segnalazioni di dissesti che vanno da fine '800 ad oggi, con l'eccezione del versante più acclive del colle Capitolino, la Rupe Tarpea, la cui prima segnalazione documentata risale al 1722. Dalla collaborazione tra ISPRA ed i Dipartimenti "Tutela Ambientale – Protezione Civile" e "Programmazione e Attuazione Urbanistica" di Roma Capitale è nato nel 2013 un Gruppo di Lavoro Tecnico, per l'armonizzazione e l'aggiornamento costante della banca dati sui fenomeni di instabilità di versante presenti sul territorio della città di Roma e per la loro classificazione a fini di pianificazione urbanistica e protezione civile. La banca dati è in continuo aggiornamento da parte di ISPRA – Servizio Geologico d'Italia. La versione pubblicata online è quella completata con i fenomeni franosi accaduti in seguito agli eventi meteorici di gennaio-febbraio 2014²⁹.

Come si può vedere dalla Figura 1 la distribuzione areale dei fenomeni franosi non è uniforme. La maggior parte delle frane infatti si è verificata nel settore occidentale, in conseguenza di un diverso assetto morfologico e geologico del territorio. Le frane si distribuiscono dove maggiori sono le pendenze (e quindi maggiore è la componente della forza di gravità), ovvero sulle scarpate che si susseguono lungo la Valle del Tevere, sia in destra che in sinistra idrografica, e dei suoi affluenti. Le attuali pendenze di questi versanti sono da ricondurre ad una fase di notevole erosione che ha coinvolto tutta l'area, come conseguenza dell'abbassamento del livello del mare fino a – 120 m durante l'ultima glaciazione. A questo si aggiunge un altro fattore importante, in quanto nel settore occidentale affiorano formazioni geologiche - quale la formazione di Monte Vaticano (Funicello & Giordano, 2008) - che, a parità di pendenza, presentano un maggiore indice di franosità, ovvero una più elevata predisposizione al dissesto (Amanti *et al.*, 2008).

Analizzando nel dettaglio i singoli casi, si può notare come il fattore antropico ha rappresentato spesso la principale causa predisponente del fenomeno franoso. Interessanti a tal proposito sono gli antichi fronti di cava di argilla, estratta per secoli fin dall'antica Roma per la fabbricazione soprattutto di laterizi, lungo il versante orientale di Monte Mario e lungo le antiche valli della Balduina, dell'Inferno (via di Valle Aurelia/via A. Emo) e del Gelsomino (via Gregorio VII). Si tratta di versanti in cui, conseguentemente all'attività estrattiva, la pendenza è notevolmente aumentata.

²⁹ Per ulteriori informazioni: <http://sgi.isprambiente.it/franeroma/>.

Figura 1 - Siti presenti nell'Inventario dei fenomeni franosi del territorio di Roma Capitale.



Fonte: elaborazioni ISPRA

Tabella 1 – Inventario dei fenomeni franosi nel territorio di Roma Capitale

numero dei siti con segnalazioni di frane	353
numero di eventi franosi datati	179
data dell'evento più antico presente nell'Inventario	1722
numero di frane classificate per tipo di movimento	293
numero di fonti ³⁰	9
numero di siti segnalati da più di due fonti	4
numero di siti che presentano più di una riattivazione	20
municipio di Roma Capitale con il più alto numero di fenomeni franosi	XV
eventi franosi con documentazione fotografica allegata	174

Fonte: elaborazioni ISPRA

Al termine della suddetta attività, che negli ultimi casi è terminata negli anni '50 del 1900, gli stessi versanti sono stati abbandonati senza un'adeguata riprofilatura degli stessi - quindi senza un abbassamento delle pendenze e spesso senza interventi per prevenire i fenomeni erosivi - al fine di ottenere un decremento della pericolosità. Al contrario queste zone sono state oggetto di programmi di edilizia intensiva, con edifici costruiti, a valle, fino a ridosso del piede delle scarpate e, a monte, fino all'orlo dei versanti acclivi, con notevole incremento del valore esposto e del conseguente rischio (Amanti *et al.*, 2013). In altri settori della città la creazione di nuove infrastrutture è avvenuta attraverso sbancamenti su versanti, la cui acclività (e quindi pericolosità per frana) ne è conseguentemente aumentata. Le condizioni sono diventate critiche quando gli insediamenti abitativi sono arrivati a lambire l'infrastruttura stessa. La Tabella 2, pur non essendo esaustiva, riassume alcuni casi interessanti.

Tabella 2 – Correlazione tra creazione di infrastrutture e instabilità dei versanti

Nome infrastruttura	Data di creazione	Versante interessato da instabilità di versante
Viale del Re / Viale Trastevere	1885-1889	Monte Verde Vecchio intorno alla scalea Ugo Bassi
Via Dandolo	Fine 1800	Villa Sciarra
Viale Tiziano	1938	Versante occidentale dei Monti Parioli
Ferrovia Roma-Orte	1890	Borgata Fidene
Via dei Cavalieri di Vittorio Veneto (Panoramica)	Anni '60	Monte Mario, versanti a valle dell'Osservatorio Astronomico e dell'Hotel Hilton
Via del Foro Italico (Olimpica)	1959	Colli della Farnesina all'altezza di via Cassia antica
Collettore fognario in sinistra Tevere, nei pressi della Basilica di S. Paolo	1897-1898	Rupe di San Paolo, tra via Ostiense e via delle Sette Chiese
Ferrovia Roma-Civitavecchia	1856-1859	Monte delle Picche alla Magliana
Ferrovia Roma-Ostia	1918-1924	Vari tratti in trincea, dentro e fuori GRA
Grande Raccordo Anulare	1948-2011	Vari tratti in trincea del settore nord e ovest
Via Flaminia	-	Saxa Rubra; versante orientale della collina di Labaro
Lungotevere Aventino	Fine 1800 – Inizio 1900	Versante nord-ovest dell'Aventino

Fonte: elaborazioni ISPRA

³⁰ Si tratta del numero degli inventari di segnalazioni di dissesti, sia pubblicati che inediti. Sono esclusi dal totale le singole pubblicazioni scientifiche e le cronache giornalistiche, pur presenti come fonti nel database.

Si segnalano inoltre vari casi storici di frana di tratti di sponda, sia naturale che artificiale, del Tevere e dell'Aniene, solitamente per erosione laterale sul lato concavo dei meandri (vedi Fig. 6). I vari tratti dei corsi d'acqua, compresi ovviamente quelli che attraversano le città, sono soggetti a forze anisotrope; la ricostruzione degli effetti di eventi di cedimento arginale accaduti nel passato, può servire a migliorare gli scenari di pericolosità (Barbano *et al.*, 2012). Di particolare interesse sono i casi in cui un versante a forte acclività viene lambito dal lato concavo di un meandro del Tevere: il successivo insediamento di infrastrutture lineari alla base dei versanti medesimi genera solitamente una situazione di rischio (ad es. Via Flaminia a Labaro).

Un altro fenomeno molto diffuso sul territorio romano è quello dei *sinkhole* dovuti a crolli di cavità sotterranee di origine antropica (Nisio, 2008). In alcuni casi l'evoluzione di questi fenomeni può produrre fenomeni di crollo anche su versanti esterni, tanto più complessi quanto più numerose e stratificate sono le preesistenze archeologiche e storiche (es. rupe Tarpea sul Colle Capitolino).

Poco si può dire sulla distribuzione temporale dei fenomeni franosi in quanto i dati disponibili non sono sufficientemente esaustivi. L'aumento delle segnalazioni di fenomeni franosi procedendo verso le date più recenti è sicuramente legato alle fonti dirette, alla maggiore disponibilità di fonti bibliografiche, ma soprattutto alla crescita della città che negli ultimi decenni ha moltiplicato i valori esposti al rischio frana (beni e persone) con conseguenti segnalazioni agli organi preposti e/o eco nei media. Ad oggi è quindi difficile dimostrare una correlazione tra intensificazione di eventi meteorici estremi ed aumento degli episodi di neoformazione e di riattivazione dei fenomeni franosi nella città di Roma, sebbene si registri una generale recrudescenza dei dissesti per l'aumentata densità urbanistica.

La realizzazione di una carta della suscettibilità per instabilità dei versanti, rigorosa nel metodo di costruzione, verificata da dati precisi ed aggiornati, rappresenta un primo passo, su cui incrociare le informazioni che riguardano i valori esposti, beni e cittadini, con particolare riguardo per i flussi e le funzioni primarie della città nel suo complesso. In tale direzione si sta muovendo ISPRA, nell'ambito delle varie forme di collaborazione in atto con diverse unità di Roma Capitale, utilizzando i propri dati e strumenti di calcolo, al fine di produrre uno strumento utile a supporto della mitigazione del rischio e della pianificazione territoriale.

5. Dati storici di alluvioni a Roma

L'Annuario dei Dati Ambientali (ADA), edito dall'ISPRA, cataloga i principali eventi alluvionali avvenuti sull'intero territorio nazionale, raccogliendo informazioni sugli aspetti pluviometrici, sulle tipologie di dissesto associate, sul numero delle persone coinvolte e sui provvedimenti, spesso d'urgenza, adottati per fronteggiare l'evento e/o rimediare ai danni. Analizzando e sintetizzando i dati presentati nell'ultimo decennio da ISPRA (ADA, vari anni; Berti & Lucarini, 2014), risulta evidente come spesso i grandi centri urbani, anche per il loro strategico posizionamento lungo bacini fluviali di rilievo, siano particolarmente interessati dagli effetti degli eventi meteorici intensi e come questo coinvolgimento sia in costante crescita nel tempo. Gli effetti ed i danni correlati a fenomeni di dissesto idraulico innescati da eventi meteorici intensi, sia di breve che di lunga durata risultano maggiormente pesanti in quelle aree urbanizzate, come è il caso di Roma, dove l'intervento antropico soprattutto negli ultimi 150 anni ha profondamente modificato il territorio ed i caratteri peculiari del paesaggio naturale, a cominciare dal reticolo idrografico.

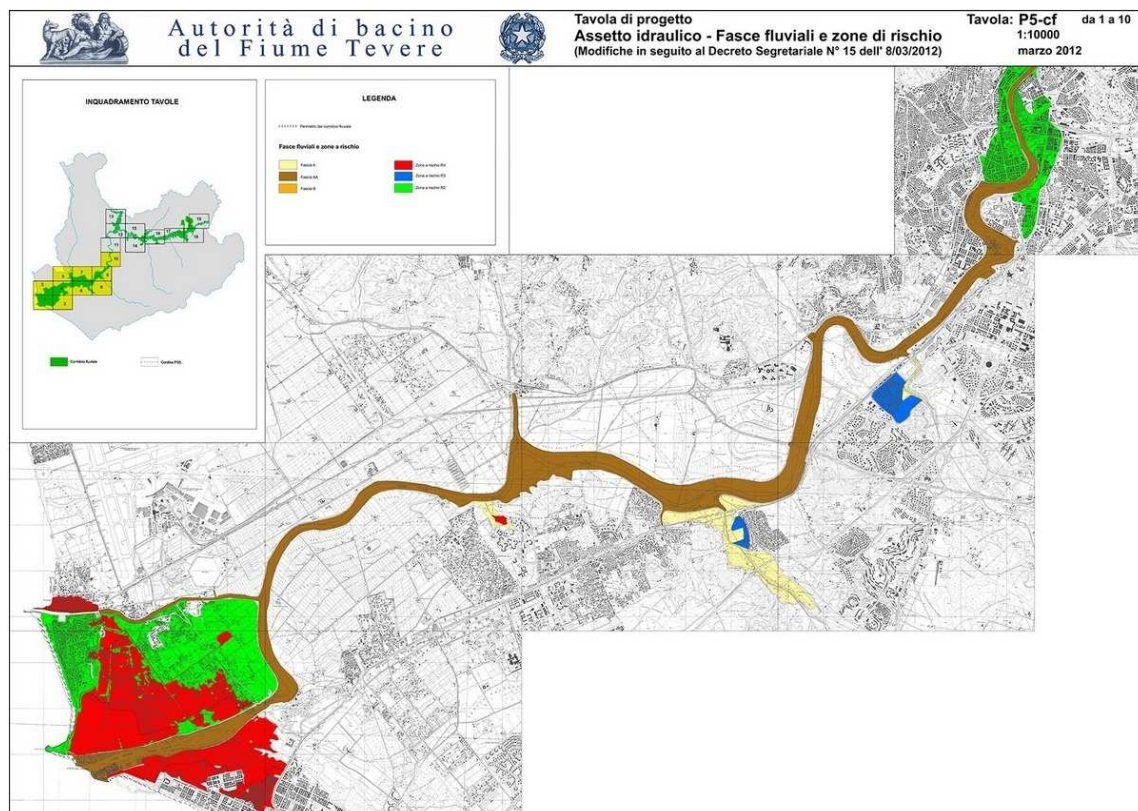
L'area urbanizzata risulta infatti ancora legata indissolubilmente al fiume Tevere (ed anche all'Aniene) che ha una dinamica dovuta principalmente alla configurazione intrinseca dell'alveo ed alla presenza dei muraglioni nel tratto urbano e di argini nella parte extra-urbana; il fiume Aniene³¹ dal canto suo manifesta forti variazioni di portata stagionali, con piene anche improvvise che spesso comportano allagamenti che interessano la zona tra Tivoli (RM) e la confluenza con il Tevere.

Il Tevere, nonostante la presenza di numerosi ponti, ha una capacità sufficiente a convogliare la portata con un tempo di ritorno pari a 50 anni per l'intero dominio, mentre per piene superiori può dare luogo ad allagamenti che si innescano da nodi particolari (es. Ponte Milvio) e su aree specifiche

³¹ La sua asta fluviale rientra solo in parte nell'ambito della provincia di Roma, e nel suo bacino sono presenti grandi sorgenti, come quella dell'Acqua Marcia, che forniscono di acqua potabile la città di Roma e contribuiscono ad alimentare il fiume stesso ed i suoi affluenti.

(AdB Tevere, 2012). Le piogge presentano una massima intensità autunnale, nel mese di novembre, ed un minimo a luglio. I massimi di precipitazione del bacino del Tevere caratterizzano zone montuose appenniniche o anche i distretti vulcanici toско-laziali ed hanno una grande importanza nella genesi delle piene. In genere le piene osservate nell'alto Tevere e nei suoi affluenti principali come Aniene, Nera, Velino e Paglia si succedono senza sommarsi, mentre una piena eccezionale si verifica solo se si manifestano piogge particolarmente prolungate e diffuse. Le condizioni favorevoli ad una piena eccezionale sono quelle per cui si ha una successione ravvicinata di precipitazioni preparatorie e precipitazioni determinanti. Per precipitazioni preparatorie si intendono quelle che si verificano sin da due o tre mesi prima della piena, mentre le precipitazioni determinanti avvengono solo due o tre giorni prima del colmo di piena (Bencivenga & Bersani, 2001; Frosini, 1977).

Figura 2 – Carta dell'assetto idraulico della bassa valle del Tevere; da notare le aree in rosso intorno alla foce, classificate a rischio maggiore R4



Fonte: AdB Tevere, 2012.

Di particolare importanza per le piene a Roma sono le precipitazioni che avvengono nel bacino del Paglia e dell'alto Tevere, caratterizzati entrambi da bassa permeabilità ed elevato coefficiente di deflusso. Viste le dimensioni del bacino del Tevere ed i suoi tempi di corrivazione (60-65 ore), le precipitazioni precedenti ai 4 giorni sono solo indicative dello stato di saturazione del terreno su cui si determinano le piogge determinanti, ma non concorrono alla formazione degli eventi stessi (AdB Tevere, 2006). Tale bacino nel suo complesso è quindi un sistema idraulico che necessita di piogge almeno di 4 giorni per caricarsi e determinare eventi importanti nel suo basso corso con precipitazioni meteoriche che assumono più importanza e pericolosità probabilistica quando sono o uniformemente distribuite su tutto il bacino o sono crescenti da monte verso valle. Sui corsi d'acqua minori e sui bacini tributari invece assumono rilevanza eventi estremi concentrati proprio su quei territori, difficili da prevedere e preannunciare.

Attenendosi alle fonti storiche, sempre il Frosini (1977) fornisce un quadro completo delle piene avvenute a Roma; è interessante la suddivisione operata dall'Autore in piene, in ordine crescente di importanza, per espansione, straordinarie ed eccezionali.

Le piene per espansione erano quelle originate dal rigurgito delle fogne e della rete di drenaggio urbano, in primis della Cloaca Massima; il loro verificarsi non avveniva per tracimazione delle sponde fluviali ma era sufficiente che il livello dell'acqua raggiungesse l'occhialone di Ponte Sisto. Non producevano danni notevoli, ma un fenomeno simile a quello dell'acqua alta a Venezia.

Diverso è il caso delle piene che provocavano l'inondazione della città. Per la distinzione tra piene straordinarie ed eccezionali è utile fare riferimento all'idrometro installato a Ripetta. Secondo il Frosini sono da considerare straordinarie le piene del Tevere che provocano un innalzamento del livello a Ripetta dai 13 ai 16 metri e che quindi interessano anche zone poste al di sopra dei 14 metri sul livello medio marino. Le più temibili erano però le piene eccezionali, in corrispondenza delle quali si raggiungeva un livello di almeno 16 m all'idrometro di Ripetta, per cui le acque traboccavano dalle sponde a monte di Ponte Milvio e da vari altri punti della città. Allora le prime si incanalavano per la via Flaminia in sinistra e, superata la Porta del Popolo, si avviavano verso il centro della città raggiungendo anche l'attuale Piazza Venezia. In destra si espandevano verso la zona detta dei Prati, allora disabitata e, circondato Castel S. Angelo e l'Ospedale di S. Spirito, arrivavano fino a S. Pietro (Ubertini, 2001).

Al fine di limitare al minimo gli effetti dannosi delle periodiche inondazioni, la morfologia del fiume e delle sue sponde sono state più volte modificate dall'intervento antropico. In epoca storica recente, soprattutto a seguito del grande evento alluvionale del 1870 e di piene importanti verificatesi all'inizio del XX sec., sono stati eseguiti importanti lavori sia all'interno della città che lungo il corso del fiume a monte di essa (Bencivenga *et al.*, 1995). Tra i primi si ricordano, fra i principali: la manutenzione dell'alveo; la costruzione di mura di sponda distanti 100m, alte 12m e protette al piede da ampie banchine; la realizzazione di due collettori paralleli alle sponde per convogliare scarichi ed acque piovane a valle della città; l'arginatura del Tevere dai Sassi di S. Giuliano alla città; la costruzione di soglie e platee in corrispondenza di numerosi ponti, per rallentare il processo di abbassamento dell'alveo, dovuto all'attività di fenomeni erosivi. Tra i secondi sono da citare le numerose dighe e i serbatoi artificiali costruiti lungo l'asta del Tevere e dei suoi principali affluenti, a partire dai primi decenni del novecento, per usufruire dell'energia idroelettrica, ma che hanno inevitabilmente svolto anche un'importante funzione regolatrice sul regime di portata del fiume (e sul suo trasporto solido) e di laminazione delle piene (Vedi Tabella 3).

Riguardo il reticolo minore di Roma, i suoi corsi d'acqua si presentano in una situazione in cui tombature, arginamenti e captazioni di fossi si alternano a tratti ancora naturali, mentre gli alvei hanno ormai perso da tempo il valore di elementi naturali del paesaggio cittadino e le funzioni che svolgevano prima che venissero utilizzati essenzialmente come collettori fognari.

Tabella 3 – Roma, la storia delle alluvioni degli ultimi 150 anni

Data evento	Colmo di piena a Ripetta (in m) e pluviometria	Effetti principali
28/12/1870	17,22	Il Tevere ha sormontato gli argini allagando gran parte della città. Interessate le zone della Farnesina, Piazza del Popolo, Via Ripetta, Ghetto, Via Tor di Nona, Via del Corso, Via Condotti, Piazza Colonna e Trastevere. Nei siti più vicini all'asta fluviale vennero inondati anche i primi piani degli edifici. A piazza Navona il battente d'acqua superò i 3 metri. Nei pressi di Ripetta vennero segnalati fenomeni di rigurgito dovuti alla presenza di numerosi ostacoli quali mole, natanti, rampe e detriti vari.
16/11/ 1878	15,37	Novembre 1878 è risultato il mese più piovoso tra il 1782 e il 2000, con un totale di 372,5 mm, misurati presso la stazione del Collegio Romano. Lapide apposta sul fossato di Castel S. Angelo, su uno dei pilastri che sostengono il corridoio di Borgo. Inondazione che, avendo raggiunto a Ripetta "soltanto" 15,35 m, non è da annoverarsi fra quelle eccezionali" (Di Martino & Belati, 1980).
2/12/ 1900	16,17	E' crollato un tratto di 125 m dei muraglioni del Lungotevere degli Anguillara, da poco costruiti, tra i ponti Cestio e Garibaldi. Allagamento del Foro Romano, della Basilica di San Paolo fuori le mura e del Pantheon.
15/2/1915	16,08	Nel tratto urbano la piena ha provocato solamente piccoli allagamenti a causa di alcune condotte fognarie non ancora allacciate ai collettori, oltre allo scoppio di un deposito di carburo invaso dalle acque. Inondate la valle tiberina nel tratto tra S. Paolo ed il mare e gran parte delle zone di bonifica di Ostia, Fiumicino e Maccarese.
9/12/1923	14,95	Sono state inondate via dell'Acqua Acetosa Ostiense, quartiere di San Paolo e del Gazometro. Isolato il quartiere di Montesacro.
4/1/ 1929	14,90	La piena del Tevere ha provocato molti allagamenti nella zona suburbana di Roma. Allagate Ostia e la ferrovia nei pressi di Acilia. Esondato l'Aniene presso il Ponte di Tazio; le situazioni più critiche nella zona Montesacro-Nomentana, viale Angelico, Ponte Salario e alla Magliana.
17/12/1937	16,84	Allagamenti e danni nei pressi del Ponte Duca d'Aosta (in costruzione). Inondate le zone di Ponte S. Angelo, Ponte Milvio, Castel Giubileo, Ponte Sisto, Portuense (crollo di un muro nei pressi di Porta Portese). Alla Magliana, le prime opere murarie eseguite per la realizzazione dell'omonimo ponte sono state spazzate via dalla piena del fiume.
1951 Inaugurazione della diga di Castel Giubileo; 1963 Costruzione delle dighe di Alviano e di Corbara		
2/2/1986	12,40	Sul Lazio picchi di 147mm di pioggia in 36 ore, di cui 80 mm in 12 ore. Esondazione di alcuni tra gli affluenti minori del Tevere. Tra i quartieri di Ostia Antica e Infernetto sono esondati diversi canali di bonifica; evacuate 400 persone
7/12/2005	11,41	Il barcone Tiber adibito alla navigazione del tratto urbano del Tevere, ormeggiato tra Ponte Duca d'Aosta e Ponte Risorgimento, si è incagliato nel letto del fiume ed è affondato; una draga abbandonata si è incagliata nei pressi di Castel Giubileo. Nonostante l'altezza idrometrica non elevata si è verificato il rigurgito in diversi collettori principali fognari, quali Fidene, Grotta Perfetta, Tre Fontane e Bufalotta (quest'ultimo causato dalle acque dell'Aniene).
13/12/2008	Tevere = 12,55 Aniene = 6, 32 Pluviometro Roma Bufalotta = 136,6 mm in meno di 24 ore (11/12/2008).	Nel tratto urbano del Tevere si è verificato il disormeggio di barconi e piattaforme galleggianti, fermatisi a monte di Ponte Sant'Angelo. 80 Persone sono state soccorse, in difficoltà per gli allagamenti o bloccate in auto. A Trigatoria l'acqua ha raggiunto il primo piano delle abitazioni. Allagamenti nei quartieri Collatino, Prenestino, Tiburtino, Tor di Quinto, largo Preneste, piazzale del Verano, via di Settebagni, raccordo anulare all'altezza di Castel Giubileo, via Marco Polo, via Vitellia. Evacuazione delle abitazioni presso la foce del Tevere all'Idroscalo di Ostia e a Passo della Sentinella nel comune di Fiumicino. Esondazione dell'Aniene e di alcuni piccoli affluenti nei pressi di Ponte Mammolo (circa 40 persone sono state tratte in salvo). Situazione critica in tutta Roma Nord con le consolari Aurelia, e Cassia oggetto di forti allagamenti. Chiuso per diverse ore il sottopasso di Tor di Quinto.
20/10/2011	Pluviometro Roma Est = 132, 6 mm in 24 ore	Saturazione della rete fognaria, interruzione dei servizi di metropolitana, allagamenti diffusi su gran parte della rete viaria: in particolare su via Cristoforo Colombo alla ltezza della confluenza con la Pontina e in vari tratti del G.R.A.. I quadranti più colpiti sono stati quello est (zona Tiburtina) con voragini ed allagamenti, ed il quadrante sud di Roma (Magliana, Monteverde, Acilia, Ostia ed Infernetto). In queste ultime zone, dove sono esondati molti canali di bonifica una persona è morta nel seminterrato dell'abitazione in cui viveva.
15/11/2012	13,49	Lungo l'asta del Tevere si è avuto il rigurgito dei reticoli di scolo, soprattutto nei pressi della confluenza con l'Aniene, con evacuazione di abitazioni isolate. La piena ha determinato i seguenti principali effetti e disposizioni di emergenza nel tratto urbano: rinforzo degli ormeggi per i barconi; interruzione della navigabilità e sgombero delle banchine; presidio di ponti ed infrastrutture, per il pericolo di possibili ostruzioni dovute a detriti e tronchi; verifica degli impianti idrovori per regolare il corretto funzionamento della rete di scolo; cedimenti spondali nel tratto tra Ponte Milvio e Lungotevere dell'Acqua Acetosa.
31/1-1/2 2014	12,79 Pluviometro Roma Ottavia = 196,2 mm in 24 ore.	PER I DETTAGLI VEDI PARAGRAFO "L'evento meteorico di gennaio-febbraio 2014 e i relativi effetti al suolo nella bassa Valle del Tevere"

Fonte: elaborazioni ISPRA

Molto sentito da cittadini e istituzioni è il problema degli “allagamenti”, che sebbene si verifichi in conseguenza di intensi afflussi meteorici, non è in diretto collegamento con le esondazioni dei corsi d’acqua (Di Salvo *et al.*, 2012). Per prima cosa bisogna considerare che il dimensionamento delle fognature e delle relative caditoie non è sempre progettato su adeguati tempi di ritorno degli afflussi meteorici, sebbene talvolta a valle di un’analisi costi-benefici. E’ verosimile quindi che questo aspetto rappresenti sempre più in futuro un elemento di debolezza nel caso vengano confermati i *trend* di aumento della frequenza degli eventi estremi. Alcune zone preferenziali di ristagno idrico sono strettamente connesse con lo sviluppo urbano (ad es. sottopassi stradali), ma spesso non sono seguiti dal monitoraggio e dalla manutenzione che richiederebbero. Bisogna aggiungere che l’andamento disarmonico che ha caratterizzato lo sviluppo urbanistico della capitale (Insolera, 2011), ha anche avuto come effetto secondario l’alterazione delle pendenze a livello locale e la modifica definitiva della morfologia con creazione di aree depresse di origine antropica (Amanti *et al.*, 2013).

L’obliterazione di affluenti secondari del Tevere e dell’Aniene, nonché delle lagune costiere nella zona del delta del Tevere, avvenuta in tempi storici recenti, ha apportato variazioni consistenti all’assetto geomorfologico-idraulico del territorio (ad es. tombamento di alcuni fossi con realizzazione di strade e sottoservizi). L’analisi delle pendenze locali, attraverso *GIS tools* su modelli digitali di terreno, dimostra come le “paleomorfologie” siano ancora evidenti, rappresentando quindi vie di deflusso preferenziale. Queste ultime rispetto al passato ricevono un maggior contributo dovuto al ruscellamento delle acque rispetto all’infiltrazione, a causa dell’impermeabilizzazione del suolo urbano. Infatti la percentuale di superficie impermeabilizzata nell’area metropolitana romana rispetto alla superficie totale è passata dal 7,92% del 1949 al 26,27% del 2006 (Munafò & Norero, 2009). Per esemplificare, si possono citare i casi del fosso Tiradiavoli, al posto del quale fu realizzata Via di Donna Olimpia, tra Monte Verde Vecchio e Monte Verde Nuovo, o del fosso Affogalasino, al posto del quale fu realizzata Via del Trullo, entrambi in destra idrografica del Tevere (Presidenza del Censo dello Stato Pontificio, 1839). E’ paradossale come ai frequenti casi di allagamento di queste strade, che si sono susseguiti negli ultimi decenni, sia sempre prevalsa la convinzione nei cittadini, a cui la stampa ha dato una incredibile eco mediatica, che la principale causa del problema sia la mancata pulizia delle caditoie da parte dell’Amministrazione comunale di turno, come diretta rimozione dall’immaginario collettivo della memoria storica dei luoghi.

Ancora più interessanti sono i casi dello Stagno di Maccarese (nei pressi dell’Aeroporto Leonardo da Vinci) e dello Stagno di Ostia, situati tra l’attuale territorio di Roma Capitale e quello del Comune di Fiumicino, che furono oggetto di bonifica negli anni ’80 del 1800 (Lattanzi *et al.*, 2008). La rimozione dell’acqua ha prodotto fenomeni di subsidenza (per compattazione dei sedimenti locali), tuttora attivi (Comerci *et alii*, 2013) con conseguente formazione di depressioni sotto il livello medio del mare, nelle quali il deflusso delle acque è necessariamente garantito da canali di bonifica e idrovore. Considerazioni analoghe si possono fare per alcuni settori di Isola Sacra, la zona tra Fiumara Grande e Fiumicino, le due foci del fiume Tevere (Fig. 2), classificate come zone a rischio R4 (AdB Tevere, 2012). I condoni edilizi e soprattutto i più recenti programmi di sviluppo, che hanno interessato settori dei quartieri Infernetto, Nuova Palocco, Longarina, Ostia Antica, Piana del Sole (Roma Capitale) e Isola Sacra (Comune di Fiumicino), hanno incrementato di molto il valore esposto della zona del delta del Tevere. La pericolosità idraulica già insita in questa zona, potrebbe così in futuro ancora aumentare qualora fosse confermato il *trend* di crescita della frequenza degli eventi meteorici estremi, con relativo aumento del rischio.

6. L’evento meteorico di gennaio-febbraio 2014 e i relativi effetti al suolo nella Bassa Valle del Tevere

Dalle prime ore del giorno 31 gennaio 2014 una saccatura centrata sul settore occidentale del Mediterraneo e spinta fin sull’entroterra algerino, alimentata con aria polare marittima da una forte corrente a getto in quota, con il contributo di un forte richiamo di scirocco dai settori sud-orientali del Mediterraneo, ha determinato la formazione di un sistema temporalesco di elevato potenziale che ha causato piogge forti e persistenti su tutta la Regione Lazio, particolarmente intense sul litorale romano, sulla zona di Roma e Provincia e sulla Media Valle del Tevere. Le precipitazioni sono proseguite, seppure con minore intensità, nei giorni tra il 31 gennaio ed il 3 febbraio 2014. I quantitativi di precipitazione più elevati sono stati registrati sui bacini del Medio e Basso Tevere, Arrone Sud, Cosa e Sacco. Le stazioni pluviometriche che hanno registrato i massimi valori cumulati di pioggia sono state

quelle di Roma-Ottavia e Riano Flaminio (202 mm), Roma – M. Mario (194 mm), Roma – Massimina (178 mm), Roma – Flaminio (191 mm), Roma – Ponte Galeria (170 mm), Roma – Isola Sacra (166 mm), Roma – Ostia (160 mm) e Filettino (FR; 159 mm). I tempi di ritorno per le 24^h sono stati stimati attorno ad alcune decine di anni,

Figura 3 – Veduta verso sud dalla collina di Labaro: effetti dell'esondazione del fosso Cremera (febbraio 2014)



Fonte: S. Genta

fiume Tevere, seppure di rilievo, hanno mostrato altezze idrometriche non particolarmente significative, in considerazione delle precipitazioni relativamente modeste verificatisi nel tratto alto dell'asta fluviale, tra le sorgenti ed il medio corso. Il significativo apporto, rilevato soprattutto nel settore NW della Capitale, ha determinato un repentino ruscellamento delle acque che sono andate a confluire nei punti più depressi della città. I valori di pioggia sono risultati significativamente decrescenti dai settori NW a quelli SE e buona parte delle precipitazioni meteoriche si è concentrata nell'arco di 6-12 ore, a partire dalle prime ore del giorno (Leone, 2014).

Il preesistente stato di saturazione dei suoli dovuto alle piogge dei giorni precedenti, sommato alle precipitazioni del 31 gennaio, ha messo in crisi il reticolo secondario in destra idrografica del Tevere con sormonto di argini dei fossi ed estesi fenomeni di allagamento che hanno interessato viabilità ed edifici privati, soprattutto nella zona a Nord di Roma da Prima Porta a Capena e Fiano Romano. Particolari disagi sono stati provocati dall'esondazione, per sormonto di argine, di due affluenti in destra del fiume Tevere nella periferia nord della Capitale: il Fosso Cremera, che ha interessato la zona bassa del quartiere di Labaro (Fig. 3), e la Marrana di Prima Porta che ha interessato l'omonimo quartiere. Da segnalare che negli ultimi decenni il quartiere di Prima Porta ha subito ripetuti eventi di questo tipo.

A valle della città, diffusi allagamenti in aree urbanizzate, dovuti al sormonto o alla rotta degli argini dei canali di bonifica, unitamente all'insufficienza degli impianti idrovori e dei sistemi di pompaggio e di drenaggio andati in crisi a causa dell'intensità dell'evento, hanno interessato le località di Piana del Sole, Ostia Antica, Infernetto (Roma Capitale) e Isola Sacra (Comune di Fiumicino). Alcune aree sono rimaste sommerse da una lama d'acqua (Fig. 4)

Il fatto degno di nota è stato che più del 90% della precipitazione totale si è riversata al suolo entro le prime 24^h in tutte le stazioni citate. Ciò, unitamente ai pregressi valori di precipitazioni assai considerevoli verificatisi nel mese di gennaio, ha contribuito notevolmente a determinare una situazione di crisi idrogeologica significativa, principalmente dovuta al reticolo idrografico minore, con l'occorrenza di molti movimenti franosi ed estesi allagamenti. Gli afflussi relativi al

Il fatto degno di nota è stato che più del 90% della precipitazione totale si è riversata al suolo entro le prime 24^h in tutte le stazioni citate. Ciò, unitamente ai pregressi valori di precipitazioni assai considerevoli verificatisi nel mese di gennaio, ha contribuito notevolmente a determinare una situazione di crisi idrogeologica significativa, principalmente dovuta al reticolo idrografico minore, con l'occorrenza di molti movimenti franosi ed estesi allagamenti. Gli afflussi relativi al

Figura 4 - Allagamento in via Trincea delle frasche, (zona Isola Sacra)



Fonte: A. Valente, febbraio 2014

compresa tra i 30-40 cm per circa quattro giorni (Leone, 2014). Tra i principali danni sono stati rilevati: quelli alle reti elettriche ACEA a servizio della città di Roma; quelli alle infrastrutture del servizio idrico integrato; allagamenti presso gli impianti di sollevamento (Casalotti, Ostia Antica-Castello, Sollevamenti fognari Fiumicino); allagamenti degli impianti Fregene e Nuova Palocco; allagamenti vari agli impianti minori; allagamenti dei sottopassi lungo l'Autostrada Roma-Fiumicino; allagamenti alle camere principali degli scolmatori di piena del sistema fognario di Roma; voragini verificatesi nei comuni di Roma e Fiumicino; ostruzioni di fognature per allagamenti nella zona litorale di Ostia e Fiumicino; rotture sulla rete di distribuzione idrico-potabile; rotture sulla rete fognaria in generale. Numerose frane sono avvenute in conseguenza dell'evento meteorico di gennaio-febbraio 2014: secondo una stima cautelativa risultano essere più di 50, con almeno 20 riattivazioni di fenomeni già censiti. Per la maggior parte si è trattato di volumi contenuti, con fronti poco estesi e spessori limitati (0.5 – 2 m), costituiti da tutto lo spessore del suolo (quindi comprensivo di eventuali alberi e arbusti) e dalla parte più superficiale e alterata delle litologie affioranti con giaciture sub-orizzontali (soprattutto argille, sabbie e ghiaie). In alcuni casi si sono avuti dei colamenti lenti, mentre in moltissimi altri si è trattato di veri e propri scivolamenti traslativi (APAT, 2007) della coltre superficiale sul substrato geologico, con tendenza all'evoluzione in colata. Questa tipologia di fenomeni franosi è legata ad intensi afflussi meteorici, soprattutto nel caso in cui i terreni presentino già un alto grado di saturazione, come è accaduto in conseguenza delle piogge di gennaio 2014.

Nonostante i singoli volumi coinvolti siano stati mediamente bassi, gli effetti al suolo nell'area urbana sono stati notevoli. I fenomeni franosi registrati si sono concentrati nel settore occidentale della città, in conseguenza sia della dinamica specifica dell'evento meteorico, sia, come già accennato in precedenza, per una maggiore suscettibilità di questo settore della città all'instabilità dei versanti, per ragioni sia geologiche che geomorfologiche. Molti eventi sono stati rilevati sui versanti acclivi degli antichi fronti di cava (§ par. dati storici di frane), in zona Valle Aurelia, Monte Ciocchi (Fig. 5), Trionfale, Via Gregorio VII, Magliana, per citare le principali (Amanti *et al.*, 2014).

Interessante a tal proposito la problematica emersa, riguardante i Parchi naturali di competenza di Roma Natura o in generale della Regione Lazio che ricadono all'interno del tessuto urbano. In queste aree infatti si concentrano i fattori di predisposizione al dissesto per motivi di acclività, nonché di mancanza di opere di stabilizzazione e manutenzione dei versanti. Se da una parte l'amministrazione di Roma Capitale non ha competenza urbanistica diretta in questi territori, essendone responsabile della gestione la Regione Lazio, dall'altra è evidente che le infrastrutture che le attraversano possono rappresentare un valore esposto ad eventuali dissesti gravitativi. Questo aspetto diventa ancora più evidente nelle zone di confine, dove i fenomeni franosi generatisi all'interno di un'area naturale della Regione Lazio possono arrivare ad interferire con il tessuto urbano.

Figura 5 – Via Pietro De Cristofaro - Frana sul versante orientale di Monte Ciocchi, con danni su un complesso di garage.



Fonte: M. Amanti, 4/02/2014

Si sono avute anche alcune frane di crollo in conseguenza dell'evento meteorico critico del 31 gennaio-1 febbraio u.s.; si tratta di riattivazioni di fenomeni su versanti, non lontani dal centro cittadino, già noti per la loro pericolosità (ad es. versante della collina dei Parioli su viale Tiziano; versante esterno della collina di Villa Glori).

Sono stati osservati vari insediamenti abusivi nel corso dei sopralluoghi, sui versanti interessati da frane. Si tratta sempre di aree residuali rispetto al tessuto cittadino, in cui spesso la destinazione d'uso ufficiale non coincide con il reale utilizzo del suolo. La natura stessa di queste aree, con versanti a forte acclività e spesso unita all'assenza di manutenzione del verde, non permette la fruizione da parte della maggioranza dei cittadini, rappresentando luoghi utilizzati da persone senza

fissa dimora³² per costruire alloggi di fortuna al piede del versante, a mezza costa o vicino al ciglio superiore di scarpata, esponendosi di conseguenza a rischi di seppellimento o cadute dall'alto. In sintesi si può dire che i maggiori danni non sono stati proporzionali alle caratteristiche intrinseche di pericolosità del fenomeno franoso, quanto al valore esposto al pericolo, soprattutto quando questo ha rappresentato i nodi nevralgici della fragile rete viaria della Capitale.

Numerose frane superficiali si sono succedute nel settore nord ed ovest del Grande Raccordo Anulare, sui versanti di vari tratti in trincea della più importante superstrada cittadina, una delle quali, evoluta in colata, ha invaso le tre corsie di uno dei due sensi di marcia. Superato il disagio iniziale, il ripristino della circolazione è avvenuto in tempi rapidi, grazie alla responsabilità chiara e univoca ed alle procedure standardizzate di messa in sicurezza di emergenza da parte di ANAS. La chiusura per frane di Via dei Cavalieri di Vittorio Veneto (La Panoramica) e di Via Trionfale, nel tratto di attraversamento del Parco Regionale Urbano di Monte Mario, di due corsie della via Olimpica, nei pressi della Galleria Giovanni XXIII, e di via Cassia, nei pressi di Piazza dei Giuochi Delfici, ha paralizzato per molte settimane il traffico cittadino del quadrante nord-ovest. Esaminare nel dettaglio i casi suddetti sarebbe complesso; certamente la prima causa è da ricercare in uno sviluppo urbanistico che non ha tenuto conto delle peculiarità morfologiche e geologiche del territorio, né ha provveduto ad ampliare, diversificare e rendere efficiente la rete viaria, a valle del notevole aumento di vani abitativi costruiti nei decenni scorsi (Insolera, 2011). Questo episodio può offrire uno spunto di riflessione sulla capacità che ha oggi il sistema 'città di Roma' di reagire all'aumento degli *shock* 'naturali'. Se verrà confermato il *trend* in crescita di eventi estremi di precipitazione, la conseguenza probabile sarà un aumento sia nell'innescò di frane che nell'occorrenza di esondazioni e di allagamenti.

Figura 6 - Frana di un tratto di sponda del Tevere, poco a valle della confluenza dell'Aniene, con danni ad insediamenti in area golenale ed evacuazione d'urgenza.



Fonte: per gentile concess. del Dip. Protezione Civile di Roma Capitale, febbraio 2014

Figura 7 – Via Olimpica, tra Cassia e Galleria Giovanni XXIII. Frana che ha interessato il muro di contenimento del versante, posto a protezione della strada, per un tratto di 50 m.



Fonte: M. Amanti, 8/02/2014

³² A titolo di esempio nel Parco Giovanni Paolo I a Valle Aurelia sono rimaste ferite tre persone senza fissa dimora; a causa del franamento di un tratto di sponda del Tevere sono state evacuate d'urgenza delle persone occupanti un gruppo di casette abusive costruite sull'area golenale (Fig. 6); sono stati evacuati d'urgenza alcuni abitanti di casette abusive costruite tra il piede del versante di viale Tiziano, interessato da frane di crollo (una tipologia di frana molto pericolosa) e la barriera costruita a protezione della strada.

7. Conclusioni

Dall'analisi dei dati sui dissesti geologico-idraulici riferiti alla città di Roma non appare possibile, ad oggi, dimostrare in modo rigoroso e generalizzato un aumento del numero e dell'intensità dei fenomeni alluvionali e franosi. Nonostante ciò, con l'ausilio dei dati ISPRA riportati nell'*Inventario dei fenomeni franosi nel territorio di Roma Capitale*, nella Tab. 3 del presente studio e soprattutto nell'*Annuario dei Dati Ambientali* (indicatore "Eventi alluvionali"), emerge un aggravamento degli effetti al suolo dovuti ad intense precipitazioni a carattere impulsivo negli ultimi anni.

L'evento meteorico di gennaio-febbraio 2014, pur nella sua singolarità, risulta di notevole interesse, in quanto può essere annoverato tra quelli più significativi registrati dai pluviometri della capitale e viene da alcuni Auctt. considerato di carattere "estremo" (Leone, 2014; Regione Lazio, 2014).

Secondo quanto evidenziato nel presente studio, per poter formulare affermazioni corrette circa gli effetti dei cambiamenti climatici sulla frequenza e gravità degli eventi di criticità idrogeologica sarebbe necessario effettuare un'analisi estesa ad un arco temporale più ampio. Inoltre e soprattutto, in termini di rischio, andrebbe anche considerato l'elevato peso dovuto all'aumento del valore esposto per espansione e trasformazione dell'area urbana nel recente passato.

Se il *trend* in crescita di eventi estremi di precipitazioni (IPCC, 2014) dovesse essere confermato per il futuro, certamente comporterà anche un conseguente incremento di dissesti geologico-idraulici in aree urbane. La stessa Direttiva 2007/60/CE (Direttiva Alluvioni) infatti ha previsto che si tenga conto degli effetti dei cambiamenti climatici sul rischio idraulico.

Per l'area urbana di Roma alcune cose sono state fatte. Non ci sono dubbi che la costruzione dei muraglioni e delle dighe a monte abbiano diminuito molto la pericolosità idraulica del fiume Tevere, pur non avendola azzerata. Ancora molto rimane invece da fare per il tratto terminale del fiume Aniene, per il reticolo minore, nonché per le varie depressioni lineari (antichi corsi d'acqua) o areali (antiche lagune) presenti. Per quel che riguarda l'instabilità dei versanti è ragionevole pensare che ulteriori interventi strutturali saranno necessari per la messa in sicurezza di alcuni beni esposti. Parlare di delocalizzazione infatti, sebbene in alcuni casi sia indispensabile (ad es. insediamenti abusivi in zone golenali), rischia di diventare un esercizio di stile, a Roma e non solo, per ragioni sia economiche che di disponibilità di territorio. Poco si può fare per ridurre la vulnerabilità dell'edificato esistente, sebbene in alcuni casi sia auspicabile (ad es. sottopassi stradali). Si ritiene invece che molto si possa fare per mitigare la vulnerabilità delle persone, in termini di maggior conoscenza dei rischi naturali.

E' importante veicolare il messaggio che le pericolosità geologico-idrauliche non sono uniformemente distribuite sul territorio ma, al contrario, si concentrano in punti, fasce e aree a maggior suscettibilità, con diversi gradi di probabilità di accadimento. Il rischio che ne deriva è proporzionale al grado di utilizzo di queste aree da parte del cittadino. Una maggiore consapevolezza di vivere (percorrere, frequentare, ecc.) in una zona a rischio geologico-idraulico diminuisce la vulnerabilità della popolazione esposta (Lara *et al.*, 2010).

Tutto questo è importante ma non basta; è necessario che anche i livelli tecnici e politici delle istituzioni acquisiscano maggior consapevolezza, da una parte della distribuzione spaziale delle pericolosità geologico-idrauliche, dall'altra dei beni esposti a questi pericoli, con particolare rilievo per quelli che esercitano un ruolo strategico per la vita della città nel suo complesso. Questo non solamente per fini di protezione civile ma anche per suscitare un vero processo di resilienza della città, favorendo un processo di ricostruzione delle interazioni perdute tra dimensioni fisiche, economiche e sociali del territorio urbano (Angelucci *et al.*, 2014).

Bibliografia

- Amanti M., Gisotti G. & Pecci M., 1995. *I dissesti a Roma*. Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia, 50: 219 – 248, 9 figg., 4 tavv., 14 tabb., Roma.
- Amanti M., Cesi C. & Vitale V., 2008. *Le frane nel territorio di Roma*. Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia, 80 (2): 83 – 117, 41 figg., Firenze.

Amanti M., Troccoli A. & Vitale V., 2013. *Pericolosità geomorfologica nel territorio di Roma Capitale. Analisi critica di due casi di studio: la Valle dell'Inferno e la Valle dell'Almone*. Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia, 93: 35 – 66, 31 figg., 3 tavv., Firenze.

Amanti M., Fabbri M., Ferri G., Scotto G. A., Succhiarelli C. & Troccoli A., 2014. *Le frane a Roma tra territorio e istituzioni*. Professione Geologo – Notiziario dell'OdG del Lazio, n. 41, Castelnuovo di Porto (RM), (in stampa).

Angelucci F., Di Sivo M., Ladiana D., 2014. *Tra il fiume e la città. Resilienza VS vulnerabilità nei sistemi insediativi di ambito fluviale*. In: *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment* n°07/2014, Firenze University Press.

APAT, 2007. *Rapporto sulle frane in Italia – Il progetto IFFI, Metodologia, risultati e rapporti regionali*. A cura di A. Trigila. APAT, Rapporti, 78/2007, Roma.

Artale V. & Castellari S., 2009. *I cambiamenti climatici in Italia: evidenze, vulnerabilità e impatti*. Bononia University Press.

Autorità di Bacino del Fiume Tevere, 2006. *Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI)*, DPCM 10 novembre 2006.

Autorità di Bacino del Fiume Tevere, 2012. *Piano Stralcio per il tratto metropolitano del Tevere da Castel Giubileo alla foce – PS5*, DPCM 10 aprile 2013.

Barbano A., Braca G., Bussetini M., Dessì B., Inghilesi R., Lastoria B., Monacelli G., Morucci S., Piva F., Sinapi L., Spizzichino D., 2012. *Proposta metodologica per l'aggiornamento delle mappe di pericolosità e di rischio - Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi da alluvioni (Decreto Legislativo n.49/2010)*. ISPRA, Roma novembre 2012, rev. luglio 2013.

Bencivenga M., Di Loreto E., and Liperi L., 1995. *Il regime idrologico del Tevere, con particolare riguardo alle piene nella città di Roma*. Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia, 50: 125 – 172, IPZS.

Bencivenga M. & Bersani P., 2001. *Le piene del Tevere a Roma dal V secolo a.C. all'anno 2000*, Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, Roma.

Berti D. & Lucarini M., 2007. *Cambiamenti climatici: una possibile correlazione tra eventi meteorologici estremi e alluvioni in Italia secondo i dati dell'Annuario APAT*. Extended Abstract, Conferenza Nazionale sui Cambiamenti Climatici 2007, APAT, Napoli.

Berti D. & Lucarini M., 2014. *Eventi alluvionali in ambito urbano nel 2013*. In: *X Rapporto sulla Qualità delle Aree Urbane*, ISPRA, (in stampa).

Camerieri P. & Mattioli T., 2013. *Un filo rosso di duemila anni? Le alluvioni del Tevere e del Nera in un provvedimento del senato romano*, In “L'Italia dei disastri. Dati e riflessioni sull'impatto degli eventi naturali. 1861-2013” a cura di E. Guidoboni e G. Valensise, Centro euro-mediterraneo di documentazione, Bononia University Press.

Comerci, V., Cipolloni, C., Di Manna, P., Guerrieri, L., Vittori, E., Bertolotti, E., Ciuffreda M., and Succhiarelli, C., 2013. *Geohazard Description for Roma. PanGeo – Enabling Access to Geological Information in Support of GMES*. Seventh Framework Programme, Cooperation: Space Call 3, FP7-Space-2010-1, European Commission, Research Executive Agency, pp. 175. www.pangeoproject.eu.

Di Martino V. & Belati M., 1980. *Qui arrivò il Tevere. Le inondazioni del Tevere nelle testimonianze e nei ricordi storici*. Bonsignori Ed..

Di Salvo C., Ciotoli G., Leone F., Stigliano F., Cavinato G.P., Thierry F., 2012. *Application of geostatistics and GIS tools for the individuation of flooded zones during extreme rainfall events in the urban area of Rome*, Poster, Euregeo, Bologna 12-15 Giugno, 2012.

European Commission, 2013. *Guidelines on developing adaptation strategies*. An EU Strategy on adaptation to climate change. Brussels, 16.4.2013, SWD(2013) 134 final.

Fioravanti G., 2014. *Analisi statistica degli estremi di precipitazione in Italia*. Stato dell'Ambiente, 51/2014, ISPRA.

Frosini P., 1977. *Le inondazioni di Roma e i provvedimenti presi dal governo italiano per evitarle*. Atti Acc. Naz. Dei Lincei. Comm. di studio delle calamità naturali, 13.

Funiciello R. & Giordano G., 2008. *La nuova carta geologica di Roma: litostratigrafia e organizzazione stratigrafica*. Mem. Descr. Carta Geol. D'Italia, 80 (1): 39 - 85, 22 figg., Firenze.

Insolera I., 2011. *Roma Moderna*, Einaudi Ed..

IPCC – Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change, WG2 AR5, 2014.

ISPRA (ex APAT), *Annuario dei Dati Ambientali (ADA)*, 2002-2014.

Lara A., Saurì D., Ribas A., & Pavon D., 2010. *Social perceptions of floods and flood management in a Mediterranean area (Costa Brava, Spain)*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 10, 2081-2091.

Lattanzi G., Lattanzi V. & Isaja P., 2008. *Pane e Lavoro. Storia di una colonia cooperativa. I braccianti romagnoli e la bonifica di Ostia*. Longo Ed..

Legambiente, 2014. *L'Italia delle alluvioni. Gli impatti degli eventi estremi di pioggia nelle città italiane*.

Leone F., 2014. *L'evento alluvionale di inizio anno che ha interessato l'area romana*, Professione Geologo – Notiziario dell'OdG del Lazio, n. 39, Castelnuovo di Porto (RM).

Mangianti F., Leone F., 2008. *Analisi climatica delle temperature e delle precipitazioni a Roma*. Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia, 80, Firenze.

Munafò M. & Norero C., 2009. *Evoluzione del consumo di suolo nell'area metropolitana romana (1949-2006)*. In: "Focus su il suolo, il sottosuolo e la città", V Rapporto sulla Qualità dell'ambiente urbano, ISPRA.

Nisio S., 2008. *I sinkholes: problemi terminologici, meccanismi genetici, classificazione*. Mem. Descr. Carta Geol. D'Italia, 85: 17 – 32, 4 figg., Torino.

Presidenza del Censo dello Stato Pontificio, 1839. *Carta topografica del suburbano di Roma, desunta dalle mappe del nuovo censimento e trigonometricamente delineata nella proporzione di 1:15.000*, Società Geografica Italiana (ripr. digitale).

Regione Lazio, 2014. *Rapporto di Evento del 31 gennaio - 1 febbraio 2014*. Centro Funzionale Regione Lazio.

Roma Capitale, 2014. *Trasformazione urbana, Roma nella rete delle "100 città resilienti"*, Consultazione del 15 settembre 2014 da: <http://www.comune.roma.it>.

Spizzichino D., Cacace C., Iadanza C. & Trigila A., 2013. *Beni culturali e rischio idrogeologico in Italia*. Bollettino ICR, N. 27, Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, Roma.

The Rockefeller Foundation, 2014. *100 Resilient Cities*, Consultazione del 15 settembre 2014 da: <http://www.100resilientcities.org/cities/entry/romes-resilience-challenge>.

Ubertini L., 2001. *Valutazione della pericolosità idraulica in centri storici d'arte; Procedure per la valutazione del danno - Caso di studio: centro storico della città di Roma*. In: ENEA, *Linee Guida per la Salvaguardia dei Beni Culturali dai Rischi Naturali*.

Varnes D.J., IAEG Commission on Landslide, 1984. *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. UNESCO Paris, 63 pp.

LA CARTA DELLA VULNERABILITÀ CLIMATICA DI ROMA 1.0.

Andrea Filpa¹

¹Università degli Studi di Roma Tre

Abstract

L'adattamento degli insediamenti urbani ai cambiamenti climatici è da alcuni anni entrato a far parte delle agende urbane delle città europee più avanzate, mentre in Italia soltanto poche realtà locali hanno avviato attività concrete in materia. Un gruppo di ricerca costituito dal Dipartimento di Architettura della Università di Roma Tre e da ENEA/UTMEA ha sperimentato la redazione di una *Carta di Vulnerabilità Climatica* assumendo come caso di studio Roma ed applicando una metodologia derivata da analoghe esperienze europee, curandone la facile replicabilità in altri contesti urbani. Il contributo illustra il percorso seguito ed i suoi esiti, utilizzabili in un contesto più ampio che, si auspica, potrà condurre alla redazione di un *Climate Plan* per Roma e non solo.

Parole chiave

Adattamento climatico urbano, analisi di vulnerabilità climatica, resilienza urbana

1. L'adattamento degli insediamenti urbani nelle agende urbane europee

Da circa un decennio le città europee³³ più avanzate dedicano una attenzione crescente ai temi dell'*adattamento climatico*, nella consapevolezza che alle azioni inerenti la *mitigazione climatica* (ovvero quelle inerenti la sfera della riduzione delle emissioni climalteranti) sia indispensabile associare azioni tese a circoscrivere gli effetti di cambiamenti - tra i principali vanno annoverati i mutamenti del regime delle piogge, l'incremento dei picchi di temperatura, la maggiore ricorrenza di eventi estremi quali tempeste e mareggiate - che già oggi incidono in maniera rilevante sulla qualità di vita delle comunità insediate.

Copenaghen, Stoccolma, Londra, Berlino, Rotterdam - solo per citarne alcune - hanno di conseguenza messo a punto specifici *Piani di Adattamento* e/o iniziative³⁴ che hanno progressivamente permeato le rispettive agende urbane, introducendo la esplicita considerazione degli aspetti climatici nelle politiche di governo; si tratta di una tendenza destinata a crescere ulteriormente, anche sulla spinta del *Covenant of Mayors* (il *Patto dei Sindaci* europeo cui aderiscono quasi 6 mila enti locali, rappresentativi di circa 200 milioni di cittadini) che ha lanciato l'iniziativa *Mayors Adapt*, la cui cerimonia di avvio è prevista per il 16 ottobre 2014.

In Italia la situazione è molto meno dinamica, e soltanto un piccolo nucleo di amministrazioni locali (tra le quali Ancona, Bologna, Padova, Venezia, Senigallia) ha avviato attività in materia di adattamento urbano; va segnalato comunque che, dopo un intenso lavoro durato circa due anni, presso il Ministero dell'Ambiente è in via di adozione la *Strategia nazionale di Adattamento Climatico* (SNAC) con l'obiettivo di *elaborare una visione nazionale su come affrontare in futuro gli impatti dei cambiamenti climatici, individuare un set di azioni ed indirizzi per far fronte a tali impatti dei cambiamenti climatici, comprese le variazioni climatiche e gli eventi meteorologici estremi affinché attraverso l'attuazione di tali azioni/indirizzi (o parte di essi) sia possibile ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici, proteggere la salute e il benessere e i beni della popolazione e preservare il patrimonio naturale, mantenere o migliorare la capacità di adattamento dei sistemi naturali, sociali ed economici nonché trarre vantaggio dalle eventuali opportunità che si potranno presentare dall'attuazione delle azioni di adattamento*.³⁵

Le esperienze europee, e di conseguenza anche il processo di redazione della SNAC, evidenziano come i cambiamenti climatici interessino trasversalmente una pluralità di aspetti territoriali e ambientali - dalla desertificazione agli equilibri idrogeologici, dalla biodiversità alla erosione costiera,

³³ Nell'economia del presente discorso si farà riferimento alla realtà europea, ma esperienze significative in materia sono maturate in contesti ben più allargati.

³⁴ Una ampia raccolta di buone pratiche è consultabile su www.climate-adapt.eea.europa.eu.

³⁵ Dalla introduzione del Documento per la consultazione pubblica della SNAC diffuso dal Ministero Ambiente nel settembre 2013.

dalla salute al patrimonio culturale - ma nel contempo mostrano con chiarezza come i loro effetti siano addensati sia sotto il profilo quantitativo che qualitativo negli insediamenti urbani, che in tal senso assumono riconosciuti caratteri di centralità nella implementazione delle strategie di adattamento.

In questo contesto è maturata nel 2012 la scelta di costituire un gruppo di ricerca - in parte afferente il Dipartimento di Architettura (DipArch) della Università di Roma Tre³⁶ ed in parte la Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile Unità Tecnica Modellistica Energia Ambiente (ENEA/UTMEA)³⁷ - che come primo obiettivo ha scelto di sperimentare una procedura *speditiva*³⁸ e *replicabile*³⁹ capace di fornire, in tempi brevi e con un limitato impiego di risorse, un quadro sintetico dei principali elementi di vulnerabilità climatica di un dato insediamento urbano.

Si è scelto come campo di applicazione il territorio comunale di Roma non solo per motivi legati alla collocazione territoriale del gruppo di ricerca, ma anche perché Roma presenta una varietà molto ampia di situazioni insediative e ha consentito quindi di testare in maniera sufficientemente completa la procedura di valutazione.

Il prodotto attualmente più avanzato della ricerca è costituito da un elaborato di sintesi che - a sottolinearne gli ampi margini di perfezionabilità - è stato denominato *Carta della Vulnerabilità Climatica di Roma 1.0 (CVCR 1.0)*. Si tratta di un elaborato che - nei limiti dei dati utilizzati - indica il grado di vulnerabilità climatica delle differenti parti dell'insediamento residenziale romano, e che potrà essere utilizzato dalla amministrazione comunale come strumento di lavoro per avviare il percorso di definizione del *Climate Plan* di Roma.

2. La metodologia di elaborazione della CVCR 1.0. e le articolazioni spaziali utilizzate

Dopo aver esaminato alcune metodologie di ricerca sperimentate in Europa per comprendere la vulnerabilità climatica degli insediamenti urbani, si è scelto di adottare una versione semplificata e adattata alla scala urbana (Fig.1) del percorso utilizzato nella ricerca *Climate Change and territorial effect on regions and local economies* promossa nell'ambito dell'*ESPON 2013 Programme*⁴⁰, che ha mappato la vulnerabilità climatica dell'Europa per ambiti territoriali di livello NUTS 3 - per l'Italia corrispondenti alle Province - e che è stata ritenuta la più adeguata per almeno tre ragioni: la sua chiarezza di impostazione (requisito fondamentale per il coinvolgimento di amministratori e cittadini), la completezza dei temi considerati, la sua aderenza alle logiche di riferimento che accomunano una parte consistente delle esperienze in materia.

³⁶ Costituito da A. Filpa, S. Ombuen, F. Benelli, F. Camerata, L. Barbieri, V. Pellegrini.

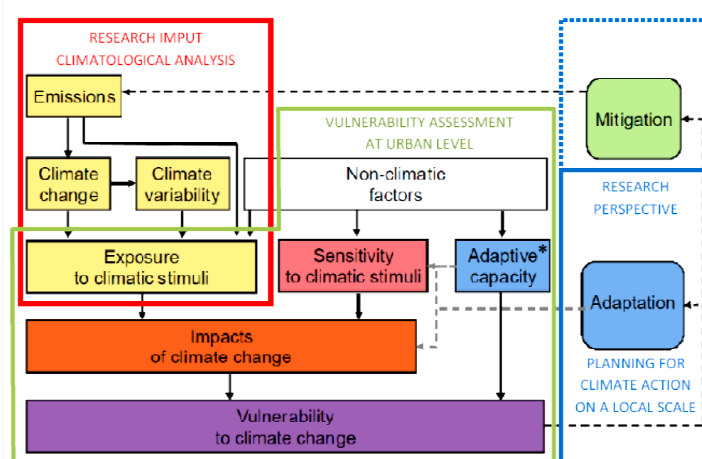
³⁷ Costituito da F. Borfecchia, E. Caiaffa, M. Pollino, L. De Cecco, S. Martini, I. La Porta.

³⁸ Intendendo come tale una procedura capace di fornire risultati utili anche se alimentata da informazioni di limitata entità, ma comunque costruita per poter essere aggiornata e migliorata nel tempo al crescere della disponibilità di informazioni.

³⁹ Ovvero strutturata nei suoi diversi passaggi e soprattutto fondata sulla elaborazione di informazioni disponibili in maniera omogenea per l'intero territorio nazionale, e di conseguenza utilizzabile in contesti urbani diversi.

⁴⁰ I materiali della ricerca citata sono disponibili in download sul sito www.espon.eu.

Figura 1 - Collocazione metodologica della ricerca DipArch-ENEA rispetto alla ricerca Espon Climate



Fonte: Rapporto di ricerca CVCR 1.0., Dipartimento di Architettura della Università di Roma Tre (2014)

I tempi e le risorse disponibili hanno consentito al gruppo di ricerca DipArch-ENEA di raccogliere soltanto una parte dei dati e delle informazioni utilizzate da ESPON, ma si è curato di riprodurle - in vista di futuri affinamenti e integrazioni – i principali passaggi analitici ed interpretativi: *Esposizione, Sensibilità, Impatti, Resilienza, Vulnerabilità*.

Per poter apprezzare la variabilità spaziale della vulnerabilità climatica dell'insediamento romano sono state adottate *Unità di Analisi* (UdA) rappresentative delle articolazioni territoriali minime cui sono state riferite le informazioni territoriali e statistiche. Al fine di assicurare la replicabilità in altri contesti nazionali dell'esperienza condotta su Roma, le UdA sono state individuate utilizzando fonti e database cartografici generalmente disponibili sul territorio italiano, ed in particolare:

- la *Carta Tecnica Regionale* (CTR) in scala 1: 5000;
- la *Carta di Uso del Suolo* (CUS) con approfondimento corrispondente al IV livello di *Corine Land Cover* ⁴¹;
- le sezioni di censimento ISTAT e i relativi dati statistici riguardanti popolazione ed abitazioni ⁴²;
- la banca dati stradale MultiNet - TeleAtlas ⁴³.

Le UdA hanno dimensioni variabili, approssimativamente corrispondenti al quartiere o parte di esso, e identificano porzioni di città sostanzialmente omogenee in termini di funzioni, morfologia urbana, tipologia edilizia; si tratta dunque di ripartizioni che potranno essere utilizzati, in prospettiva, come ambiti omogenei per l'implementazione di politiche ed azioni di adattamento climatico.

Sono state individuate circa 1900 UdA, di superficie variabile tra 0,5 ha e 266 ha; per il momento le UdA riguardano soltanto gli insediamenti residenziali, commerciali e produttivi della città, ma in fasi successive della ricerca verranno considerati altri aspetti rilevanti quali le infrastrutture, i grandi servizi urbani e le aree non edificate (aree agricole, aree protette, parchi urbani, etc.).

⁴¹ La CUS utilizzata è quella prodotta nel 2003 dalla Regione Lazio, è approfondita al IV livello per le sole aree artificiali e possiede risoluzione spaziale 1:25.000. Carte della copertura del suolo con livello di dettaglio analogo, sebbene siano state predisposte da numerose regioni e province (es. DUSAF della Regione Lombardia) non sono uniformemente disponibili sul territorio nazionale. È comunque possibile riprodurre il metodo proposto utilizzando le cartografie *Corine Land Cover* (CLC) rielaborate da ISPRA per tutta l'Italia, aggiornate al 2006, approfondite al III livello per le aree artificiali ed al IV per quelle naturali, con risoluzione spaziale 1:100.000 (<http://www.isprambiente.gov.it>). Le informazioni inerenti la densità dei tessuti residenziali non disponibili al III livello CLC posso essere integrate utilizzando dati da altra fonte (es. dati censuari).

⁴² Per le prime elaborazioni sono stati necessariamente utilizzati i dati del censimento 2001; il database sarà aggiornato con i risultati del censimento 2011, non appena i dati definitivi saranno resi disponibili.

⁴³ Il grafo stradale originale è stato semplificato, escludendo le strade di livello gerarchico inferiore.

3. Exposure Analysis

Exposure: The nature and degree to which a system is exposed to significant climatic variations (IPCC, 2007⁴⁴).

L'analisi di esposizione ha considerato i due mutamenti climatici ritenuti più rilevanti nel contesto esaminato: l'incremento delle temperature estive e l'aumento di intensità delle precipitazioni; si è valutata di conseguenza l'esposizione del sistema urbano romano all'accentuazione dei picchi di calore e dei rischi di allagamento ed esondazione causati da piogge estreme⁴⁵.

L'esposizione della Provincia di Roma secondo la ricerca Espon Climate

Il *downscaling* dei modelli climatici si presenta come una operazione molto complessa; nell'ambito della ricerca ESPON, utilizzando il CCLM *climate model* e basandosi sui dati dello scenario A1B IPCC, è stato elaborato un primo passaggio di scala estrapolando proiezioni fino al livello provinciale. Per la Provincia di Roma le proiezioni indicano, con orizzonte 2100, un incremento delle temperature medie annuali compreso tra 3.6 e 4.0 °C, un incremento della numerosità dei *summer days* compreso tra 20 e 30 giorni/anno, un incremento significativo delle siccità estive (decremento delle precipitazioni superiore o uguale al 40%), una stabilità dei giorni con copertura nevosa, una variazione assente o marginale delle inondazioni fluviali e costiere. Si tratta di indicazioni importanti, in quanto collocano la Provincia di Roma tra le aree europee a maggiore rischio climatico, ma sono state utilizzate solo in parte nella ricerca in quanto formulate alla scala dell'intero territorio provinciale e dunque non riferibili alla singola UdA.

Le previsioni inerenti questi fenomeni sono forniti da modelli climatici corrispondenti a determinati scenari emissivi, ad esempio il CCLM *climate model* e lo scenario IPCC A1B, adottati nell'ambito della citata ricerca ESPON; tuttavia la risoluzione spaziale di questi modelli li rende poco utili alla scala locale, a meno di non produrne un significativo *downscaling*, non disponibile allo stato attuale delle conoscenze. Per la valutazione della esposizione sono state utilizzate di conseguenza delle *proxy* fornite da eventi rilevati e da mappature del rischio.

Per quanto riguarda la *Esposizione ai picchi di calore* è noto che le città di grande dimensione come Roma sono soggette al fenomeno della *Urban Heat Island (UHI)* e che un medesimo *picco di calore* induce temperature più elevate in determinate parti dell'insediamento (in genere le parti centrali) e temperature meno elevate in altre parti (in genere quelle periferiche). Per comprendere questa distribuzione ineguale delle temperature di picco - rappresentativa di una *exposure* termica differenziata tra le parti della città - si è utilizzato il rilevamento termico satellitare relativo al più recente *picco di calore* (registrato nel luglio 2003) considerandolo come *proxy* dell'esposizione rispetto all'aumento delle temperature estive.

In merito alla *Esposizione a piogge di intensità straordinaria* si è considerato come l'incremento di intensità delle piogge determini un duplice rischio: l'esondazione dei corpi idrici superficiali, generata dalle precipitazioni che si verificano a livello di bacino idrografico, e l'insieme di allagamenti e smottamenti generati dalle precipitazioni che si verificano in area urbana, generalmente per il sovraccarico della rete fognante o per l'accentuarsi di dissesti preesistenti.

Per comprendere quali ambiti urbani fossero maggiormente soggetti a tali rischi si è ricorsi alle mappe del rischio idraulico elaborate dall'Autorità di Bacino⁴⁶ ed alla distribuzione degli allagamenti rilevati

⁴⁴Le definizioni sono tratte dal glossario contenuto in appendice alla Sintesi del IV Rapporto IPCC (*Annex II - Synthesis of the forth Assessment Report - AR4_SYR_Appendix*).

⁴⁵Non si è ritenuto utile considerare anche i fenomeni di innalzamento del livello del mare in quanto le stime più attendibili riferiscono per questa porzione di costa tirrenica una variazione di circa 25 cm entro il 2100; si aggiunga che i modelli digitali del suolo attualmente disponibili hanno risoluzione verticale di 1 mt, e pertanto non avrebbero comunque potuto identificare con chiarezza le aree potenzialmente interessate.

⁴⁶Cartografia del rischio idraulico relativa al reticolo principale, secondario e minore tratta dal "Piano Stralcio dell'area romana da Castel Giubileo alla foce (PS5)" dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere.

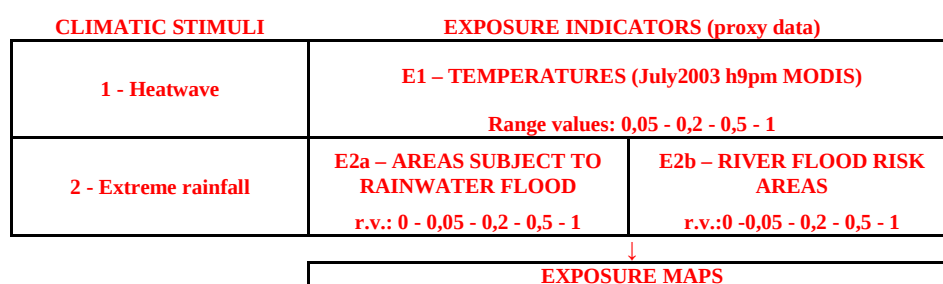
dalla Protezione Civile⁴⁷. Le corrispondenti banche dati geografiche sono state adottate, come *proxy* dell'esposizione all'incremento di intensità delle precipitazioni.

I dati di temperatura e di rischio idraulico assunti come indicatori di esposizione sono stati calcolati per ciascuna UdA, poi classificati e rappresentati in tre *Exposure Maps* (EMs):

- E1 - *Exposure to heat wave*
- E2a - *Exposure to extreme rainfall/areas subject to rainwater flood*
- E2b - *Exposure to extreme rainfall/ river flood risk areas*

Successivamente, sulla base delle classi individuate, alle UdA sono stati attribuiti valori numerici variabili tra 0 e 1, da utilizzarsi poi per il calcolo degli indici di impatto e vulnerabilità (Fig.2).

Figura 2 – Schema della *Exposure Analysis*



4. Sensitivity Analysis

Sensitivity: Sensitivity is the degree to which a system is affected, either adversely or beneficially, by climate variability or climate change (IPCC, 2007).

Le cartografie redatte nell'ambito della *Sensitivity Analysis* restituiscono il grado di sensibilità di ciascuna UdA ai mutamenti climatici, grado di sensibilità che varia in funzione di specifiche caratteristiche della UdA stessa.

Basandosi sulla ampia letteratura disponibile, sono stati selezionati tre fattori di sensibilità significativi rispetto ai fenomeni climatici considerati, il primo legato a caratteristiche insediative (quindi *funzioni, continuità e densità dell'edificato*) e gli altri ad aspetti demografici (in particolare *densità di popolazione e incidenza della popolazione anziana*).

È stata effettuata una classificazione attraverso dati quantitativi e sono state quindi redatte tre *Sensitivity Factor Maps* (SFMs):

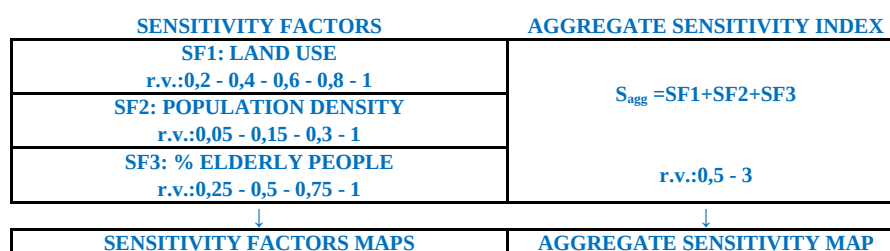
- SF1 - *Land Use*
- SF2 - *Population density*
- SF3 - *Elderly population*

Successivamente, sulla base delle classi individuate, alle UdA sono stati attribuiti, per ciascun fattore, valori numerici anche in questo caso variabili tra 0 e 1 ed espressivi del relativo contributo alla sensibilità complessiva.

Sommando tali valori è stato infine calcolato per ciascuna UdA un indice sintetico di sensibilità, poi utilizzato per il calcolo degli indici di impatto. Tale indice, definito *Sensibilità aggregata* (S_{agg}), è stato rappresentato attraverso una ulteriore mappa, la *ASM - Aggregate sensitivity map* (Fig. 3).

⁴⁷ Mappatura degli allagamenti tratta dal "Piano Generale di emergenza di Protezione Civile" di Roma Capitale (<http://www.protezionecivilecomuneroma.it/ppccroma/>).

Figura 3 – Schema della Sensitivity Analysis



5. Impact Analysis

(Climate) Impacts: Consequences of climate change on natural and human systems. Depending on the consideration of adaptation, one can distinguish between potential and residual impacts, respectively all impacts that may occur given a projected change in climate, without considering adaptation and those that would occur after adaptation (IPCC, 2007).

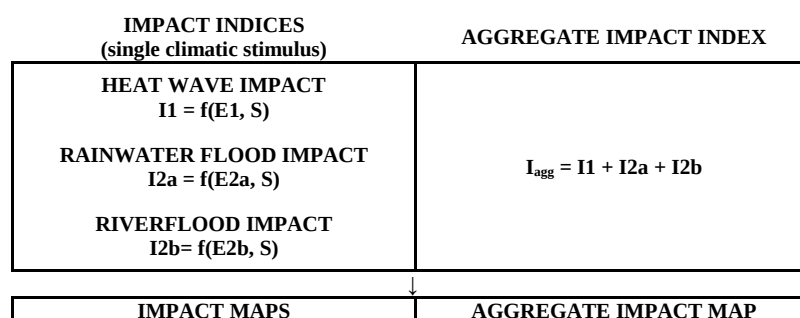
L'analisi degli impatti ha messo in relazione gli elementi raccolti in materia di *esposizione* e di *sensibilità* con il fine di evidenziare, per ciascuna UdA, la gravità dei probabili effetti dei mutamenti climatici.

I livelli di impatto sono stati calcolati con riferimento a ciascun fenomeno considerato, come funzione dell'indicatore di esposizione e dell'indice di sensibilità aggregata. Sono state quindi prodotte tre *Impact Maps* (IMs):

- I1 - Heat wave impact
- I2 - Rainwater flood impact
- I2b - Riverflood impact

Nonostante sia improbabile che picchi di calore e piogge straordinarie si verifichino contemporaneamente, al fine di evidenziare le aree soggette a più tipologie di impatto, è stata ricavata anche un Indice di impatto aggregato (I_{agg}) ed una Aggregate Impact Map (AIM), ottenuta sommando per ciascuna UdA i valori di impatto corrispondenti a ciascun fenomeno.

Figura 4 - Schema della Impact Analysis



6. Adaptive capacity/Resilience Analysis

Adaptive capacity: the whole of capabilities, resources and institutions of a country or region to implement effective adaptation measures.

Resilience: *the ability of a social or ecological system to absorb disturbances while retaining the same basic structure and ways of functioning, the capacity for self-organization, and the capacity to adapt to stress and change* (IPCC, 2007).

Nella esperienza di ricerca condotta si è ritenuto preferibile utilizzare la nozione di *resilience* piuttosto che quella di *adaptive capacity*, a sottolineare come le informazioni utilizzate in questo passaggio siano riferibili alla struttura fisica del sistema insediativo e non (anche) a risorse immateriali difficilmente valutabili a scala infra-urbana⁴⁸; scelta che si è ritenuta coerente con la collocazione della ricerca stessa nella sfera della pianificazione territoriale.

Sono stati considerati tre fattori di resilienza, direttamente legati alla permanenza di caratteri di naturalità residua rinvenibile nelle diverse parti di città, ovvero:

- la presenza di vegetazione in ciascuna Uda, stimata utilizzando un indice di vegetazione (*Normalized difference vegetation index* –NDVI) derivato da immagini satellitari;
- la prossimità alla *green infrastructure* intesa come inviluppo di aree verdi urbane ed aree boscate;
- la percentuale di suolo permeabile, calcolata come inverso dell'indice di *soil sealing* calcolato a livello europeo dall'EEA.

Calcolati valori caratteristici per ogni Uda ed effettuata la classificazione dei dati, sono state realizzate 3 *Resilience Factor Maps* (RFMs):

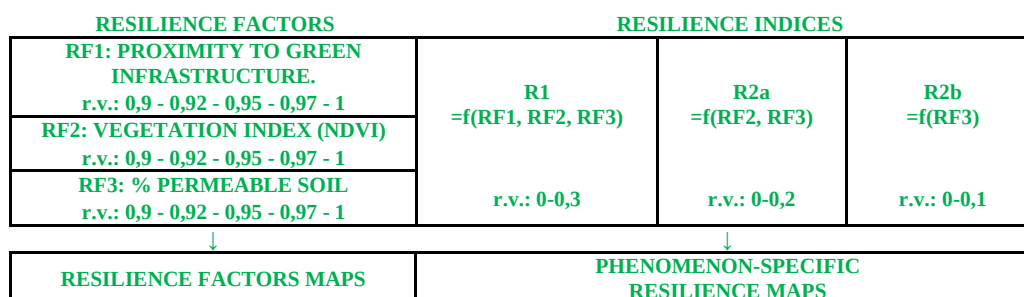
- RF1 - NDVI
- RF2 - Proximity to green infrastructure
- RF3 - Permeable soil

Successivamente, sulla base delle classi individuate, alle Uda sono stati attribuiti, per ciascun fattore, valori numerici variabili tra 1 e 0,9 da utilizzare come *riduttori* dei tre impatti precedentemente calcolati e dell'impatto complessivo.

Poiché - come si deriva dalla letteratura - non tutti i fattori di resilienza considerati influiscono allo stesso modo su ciascun impatto, sono stati elaborati indici di resilienza fenomeno-specifici (Fig. 5) da utilizzare successivamente per il calcolo delle vulnerabilità:

- R1 - *Resilience specific to the summer night temperatures phenomenon*, composto da tutti e tre i fattori di resilienza;
- R2a - *Resilience specific to the rainwater flooding phenomenon*, composto dal primo e dal terzo fattore di resilienza;
- R2b - *Resilience specific to the riverflooding phenomenon*, composto dall'ultimo fattore di resilienza.

Figura 5 – Schema dell'analisi di resilienza



⁴⁸ Nella ricerca ESPON, le dimensioni della capacità adattiva valutate riguardano: *economic resources, knowledge and awareness, infrastructure, institutions, technology*.

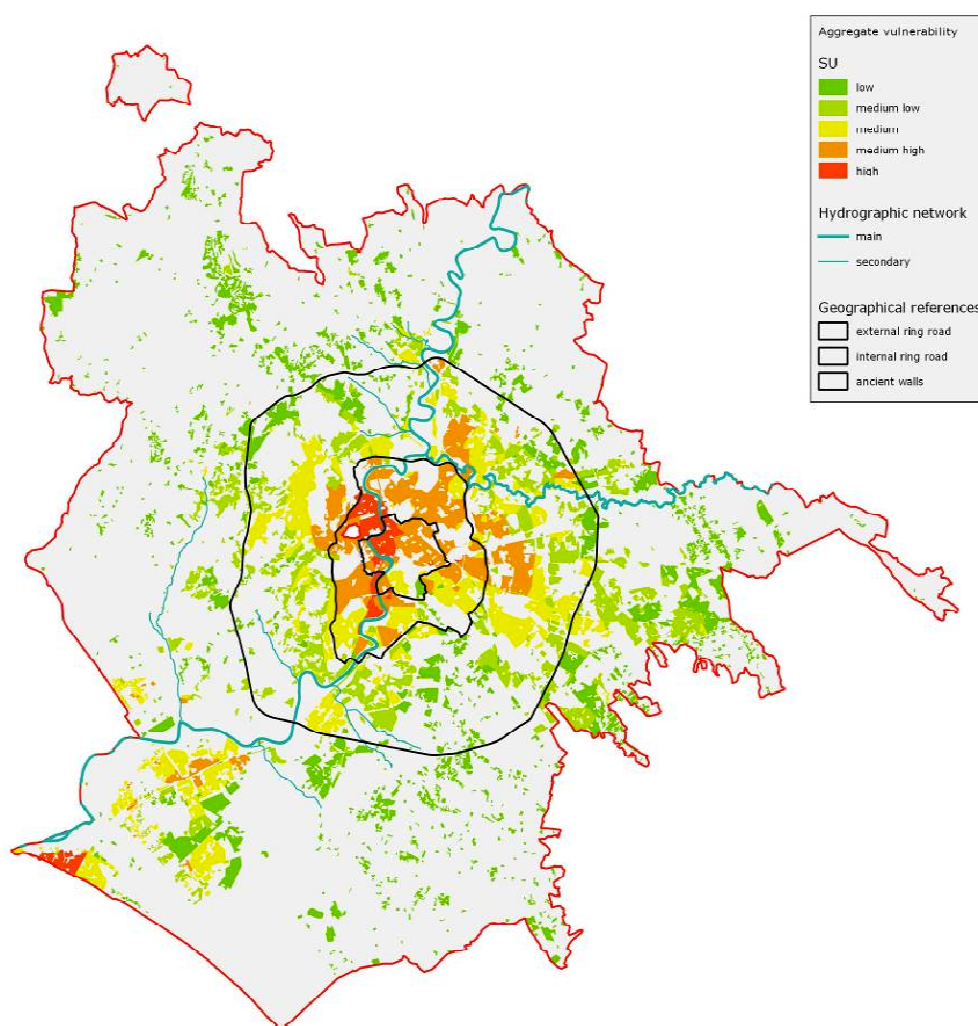
Nei limiti delle indicazioni fornite dai tematismi utilizzati - e quindi rimanendo aperta la possibilità che informazioni più complete e dettagliate possano modificarne la geografia - la CVCR 1.0 mostra una situazione spazialmente molto articolata.

Per facilitarne la lettura sono stati graficizzati sulla mappa tre riferimenti geografici, ovvero tre circonferenze concentriche; la più interna ripercorre il perimetro delle mura storiche della città, la seconda il sistema delle attuali tangenziali (che racchiudono approssimativamente il perimetro della città degli anni '50) e la più esterna il tracciato del GRA (Grande Raccordo Anulare).

Gli insediamenti collocati all'esterno del GRA appartengono in prevalenza alle classi di vulnerabilità meno elevate, presentando in genere densità abitative ed edilizie basse, un edificio caratterizzato da elevata frammentazione (e quindi meno soggetto al fenomeno della UHI), una incidenza modesta della popolazione anziana. L'area sud-ovest (Ostia, Acilia, Casal Palocco) presenta tuttavia caratteristiche molto differenti - ovvero di elevata vulnerabilità - essendo soggetta sia a rischi di esondazione sia a rischi di allagamento dovuti all'aver occupato con insediamenti urbani territori un tempo paludosi la cui struttura di bonifica idraulica risulta oggi insufficiente (e la cronaca dei più recenti eventi estremi conferma ampiamente la vulnerabilità di questo settore urbano).

La corona ricompresa tra il GRA e il sistema delle tangenziali presenta vulnerabilità attestate sulle classi medie, ma con significative differenze tra i quadranti nord-orientali, dove la presenza del Fiume Aniene comporta aree significative soggette a rischio idraulico (e quindi vulnerabilità medio/alta) e quelli sud-occidentali, che registrano vulnerabilità medio/basse.

Figura 8 - La carta della Vulnerabilità Climatica di Roma 1.0



Fonte: Rapporto di ricerca CVCR 1.0., Dipartimento di Architettura della Università di Roma Tre (2014)

La corona ricompresa tra il sistema delle tangenziali e le mura storiche fa registrare vulnerabilità climatiche piuttosto variabili; mentre la porzione meridionale presenta una vulnerabilità media - l'incidenza del fenomeno dell'isola di calore è attenuata da una minore densità insediativa e da un'ampia dotazione di aree verdi - il resto della corona mostra vulnerabilità da medio/alte ad alte, anche dovute al rischio idraulico.

La parte centrale dell'insediamento romano risulta quella connotata da maggiore vulnerabilità climatica, soprattutto nella parte nord-orientale; valori meno elevati si riscontrano di converso nelle porzioni nord-occidentali e meridionali. Le indicazioni della CVCR 1.0 sono complessivamente coerenti con quelle rilevate da analisi di vulnerabilità redatte in altre città europee; il nucleo centrale delle città è infatti quello dove maggiori sono gli impatti dei picchi di calore, dove elevate sono le densità insediative, mediamente minori le dotazioni di verde e mediamente maggiore la presenza di popolazione anziana. Ma nel caso specifico di Roma questo dato generale è ulteriormente accentuato dalla presenza del rischio idraulico.

Come si evince dalla Fig. 8, tuttavia, la interpretazione per fasce concentriche non illustra compiutamente la complessità della vulnerabilità climatica di Roma.

Per quanto concerne le aree con vulnerabilità meno accentuata, infatti, è possibile rilevare la presenza di due *cunei* in corrispondenza del Parco archeologico dell'Appia Antica (a sud-est) e del Parco archeologico di Veio (a nord), permanenze storiche che assumono oggi un inedito *valore aggiunto* di carattere climatico per gli insediamenti circostanti.

Un cuneo di significato inverso è rilevabile invece ad est, ed in particolare nelle aree ricomprese tra le vie Tiburtina e Casilina, nel quale i livelli di vulnerabilità risultano medio-alti ben oltre il tracciato delle tangenziali a causa di un mix tra forte densità abitativa, alta percentuale di suolo impermeabilizzato, alta incidenza dell'isola di calore e presenza di rischi idraulici.

Bibliografia essenziale

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

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

EEA, 2007. *Climate change: the cost of inaction and the cost of adaptation.* EEA Report No 13/2007.

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

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

EEA, 2012b. *Climate Change, impacts and vulnerability in Europe.* EEA Report No 12/2012.

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

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

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

Handley J., Carter J., 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.*

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

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

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

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

Kazmierczak, A., Carter, J., 2010. *Adaptation to climate change using green and blue infrastructures*.
OECD, 2010. *Cities and Climate Change*, OECD Publishing.
UK Climate Change Risk Assessment, 2012. *Government Report*.

CONSUMO DI SUOLO, SERVIZI ECOSISTEMICI E ADATTAMENTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLE AREE URBANE

Luca Congedo¹, Michele Munafò¹, Silvia Macchi², Liana Ricci²

¹Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ²Sapienza Università di Roma

Abstract

Questo contributo si propone di descrivere le relazioni tra consumo di suolo e cambiamento climatico, in particolare nelle aree urbane. Gli effetti dello sviluppo urbano sull'ambiente sono ben documentati, ma negli ultimi anni stanno emergendo quali siano gli impatti del consumo di suolo sui servizi ecosistemici, e conseguentemente i nessi con il Cambiamento Climatico (CC). Attraverso un parallelo con il progetto ACC Dar, che aveva come obiettivo lo studio dell'adattamento al CC di Dar es Salaam (Tanzania), si evidenzia un circolo vizioso tra mutamenti ambientali e adattamento al CC (dovuto alla migrazione).

Il monitoraggio dell'evoluzione delle aree urbane è fondamentale per stimare il consumo di suolo nel tempo. Lo conoscenza approfondita delle relazioni tra consumo di suolo e servizi ecosistemici consente di orientare gli interventi delle istituzioni per contrastare lo *sprawl* e migliorare le strategie di adattamento al CC.

Parole chiave

Consumo di suolo, *sprawl* urbano, vulnerabilità, adattamento, ACC Dar, *Land System Science*

1. Introduzione

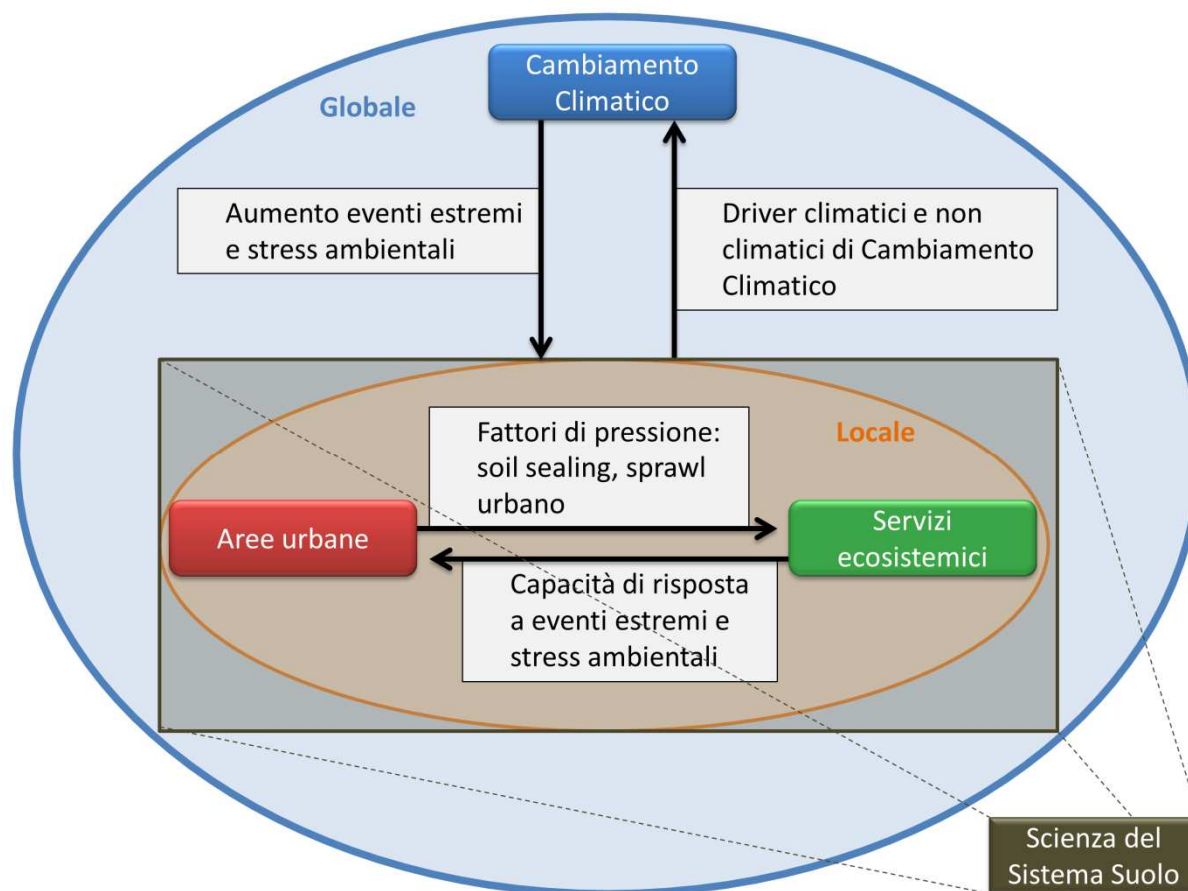
Lo strato superiore della crosta terrestre è definito “suolo”, ed è costituito da particelle minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi (Commissione Europea, 2006). Il suolo svolge funzioni fondamentali per l'ecosistema e per l'uomo, tra cui la produzione di cibo, biomassa e materiali rinnovabili, ed è una risorsa limitata e non rinnovabile (Munafò e Tombolini, 2014).

La problematica del consumo del suolo connessa all'espansione delle aree urbane è di grande interesse e importanza, tanto che l'ISPRA vi ha dedicato uno specifico report “Il consumo di suolo in Italia. Edizione 2014”⁴⁹.

Negli ultimi anni la ricerca ha evidenziato vari tipi di relazioni tra aree urbane e cambiamento climatico (CC). La Figura 1 mostra come le aree urbane abbiano influenza sul sistema locale come fattore di pressione sull'ambiente, e allo stesso tempo contribuiscano al CC globale con le emissioni di gas climalteranti. L'aumento della frequenza e dell'intensità dei fenomeni estremi, che di recente si stanno verificando anche in Italia, sono almeno in parte riconducibili al CC; i servizi ecosistemici svolgono un ruolo molto importante al fine di ridurre gli impatti di questi fenomeni estremi ed aumentare la capacità adattiva della popolazione.

⁴⁹ Per ulteriori informazioni: <http://www.isprambiente.gov.it/it/publicazioni/rapporti/il-consumo-di-suolo-in-italia>

Figura 1 - Relazioni tra CC, aree urbane e servizi ecosistemici



Fonte: autori di questo contributo

Al livello europeo l'attenzione per i servizi ecosistemici è stata sottolineata dalla Comunicazione della Commissione Europea (Commissione Europea, 2011), fissando diversi obiettivi di tutela per il 2020, della biodiversità (i.e. target 1), delle aree agricole e forestali (i.e. target 3) ed in particolare dei servizi ecosistemici, che dovranno essere mantenuti e migliorati tramite la realizzazione di una infrastruttura verde, e recuperando almeno il 15% degli ecosistemi degradati (i.e. target 2).

I servizi ecosistemici possono contribuire all'adattamento al CC, ad esempio tramite le diverse funzioni di protezione degli ecosistemi, di mitigazione dei fenomeni idrologici estremi, o di prevenzione della siccità (Commissione Europea, 2014). Quindi è molto importante avere a disposizione informazioni spaziali (es. mappature) dei servizi ecosistemici come supporto alle politiche e alla pianificazione (Maes *et al.*, 2012). A tal proposito, l'uso dei dati Copernicus a livello nazionale e sub-nazionale può contribuire al monitoraggio di fattori di pressione come il consumo di suolo, la frammentazione, l'inquinamento ed il cambiamento climatico (Commissione Europea, 2014).

Il telerilevamento ed i sistemi informativi geografici (GIS) possono essere molto utili nell'attuazione del monitoraggio delle aree urbane e periurbane, e del cambiamento di copertura del suolo in modo efficiente ed economico (Brook and Davila, 2000), in quanto tali cambiamenti influenzano i servizi ecosistemici (Chen, 2013).

La Scienza del Sistema Suolo (*Land System Science*) intende raccordare in modo interdisciplinare le varie componenti del sistema suolo, considerando il cambiamento di copertura del suolo come causa e conseguenza del CC, e le relazioni tra i servizi ecosistemici e l'adattamento, al fine di indirizzare le politiche ed i processi pianificatori (Verburg *et al.*, 2013). In tale contesto, i paragrafi seguenti intendono descrivere le relazioni tra CC, sviluppo urbano e servizi ecosistemici, in particolare in termini di adattamento, sostenendo quindi l'importanza del monitoraggio del consumo di suolo al fine di valutare la vulnerabilità al CC.

2. Il cambiamento climatico in Europa e lo sviluppo urbano in Italia

Nell'ultimo rapporto IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) del 2014 si prevede che il CC avrà impatti sull'ambiente e sull'economia del sud dell'Europa. Le proiezioni per i prossimi decenni indicano con un elevato livello di affidabilità che il CC causerà in Europa un aumento dei picchi di temperatura e degli eventi meteorici estremi.

In particolare nel Sud Europa questo dovrebbe aumentare la frequenza e l'intensità delle ondate di calore ed il rischio di incendi; gli effetti del CC (es. "*global warming*") nelle aree urbane potrebbero quindi combinarsi con altri fenomeni quali ad esempio l'isola di calore dovuta alla cementificazione dei suoli, esacerbando gli effetti del cosiddetto "*urban warming*" particolarmente nei periodi estivi, anche se in modo differente da città a città (IPCC, 2014a). La progressiva espansione delle aree urbane e la conseguente impermeabilizzazione dei suoli causa una minore traspirazione vegetale ed un aumento delle superfici con alto coefficiente di rifrazione del calore; la diminuzione dell'evapotraspirazione va a combinarsi con il calore prodotto dalle attività antropiche, determinando il fenomeno dell'isola di calore (Commissione Europea, 2012). Questi effetti sono ancora più incidenti nelle aree aride del Mediterraneo con effetti negativi sull'uomo (Salvati *et al.*, 2012; Potchter e Ben-Shalom, 2013).

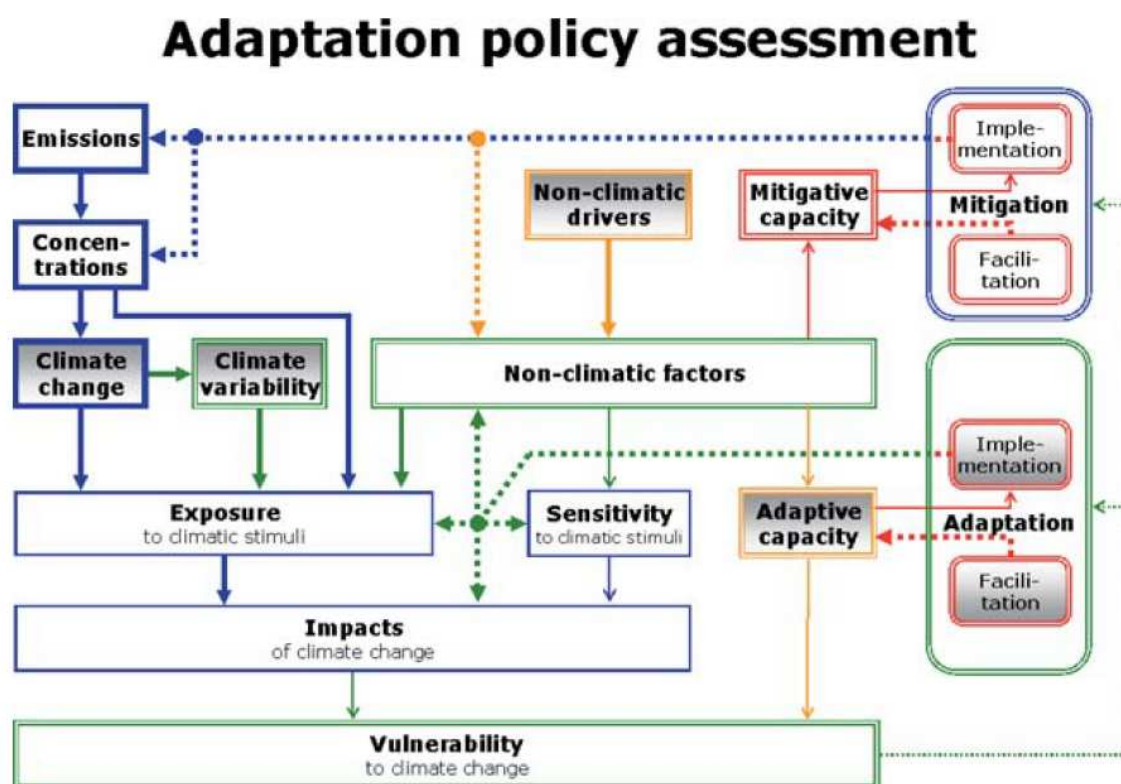
L'aumento degli eventi climatici estremi avrà ripercussioni su vari settori economici e ambientali tra cui le aree agricole e forestali (ad esempio una minore produzione per via della siccità), e sulle aree costruite. Conseguentemente, anche le prestazioni dei servizi ecosistemici dovrebbero diminuire. Di particolare impatto per l'Italia sarebbe l'innalzamento del livello del mare poiché la gran parte delle aree urbane situate sulle aree costiere sono particolarmente vulnerabili agli impatti del CC per via dell'elevata densità abitativa (IPCC, 2014a). Tuttavia va precisato che sulla possibilità e l'entità dell'innalzamento non è ancora stato raggiunto un alto livello di attendibilità da parte della comunità scientifica.

Per valutare la vulnerabilità agli effetti del CC è importante definirne i concetti chiave così come descritti dall'IPCC (2014b). La vulnerabilità (*vulnerability*) è la propensione o predisposizione a subire gli effetti del CC ed include vari concetti tra cui esposizione, sensibilità e adattamento. La sensibilità (*sensitivity*) è il grado con cui un sistema o una specie sono influenzati positivamente o negativamente dalla variabilità climatica o dal CC, producendo effetti diretti o indiretti. L'esposizione (*exposure*) è la presenza di persone, specie o ecosistemi, servizi ambientali, infrastrutture, risorse, nei luoghi che potrebbero essere colpiti dagli effetti del CC. Gli eventi estremi e catastrofici producono quindi impatti (*impacts*) sui sistemi naturali e antropici.

L'adattamento (*adaptation*) è il processo di adeguamento al clima reale o atteso ed ai suoi effetti. In questo gioca un ruolo chiave la capacità adattiva (*adaptive capacity*) che è l'abilità dei sistemi, istituzioni, persone ed altri organismi di assestarsi al potenziale danno, avvantaggiarsi delle opportunità o rispondere alle conseguenze.

Questi concetti e le relazioni sono schematizzati in Figura 2 (da Füssel e Klein, 2006). È importante notare anche l'influenza dei fattori non climatici (*non-climatic factors*) sulla vulnerabilità al fine di sviluppare politiche di adattamento efficaci. Tra i fattori non climatici che devono essere monitorati rientrano i processi di cambiamento di copertura del suolo (Cardona *et al.*, 2012), e quindi di urbanizzazione e impermeabilizzazione, di *sprawl* urbano e di sviluppo delle aree periurbane.

Figura 2 - Schema delle relazioni tra Vulnerabilità, Esposizione, Adattamento e Sensibilità



Fonte: Füssel e Klein, 2006

Come evidenziato nel rapporto IPCC (2014), per i prossimi anni si prevede una ulteriore crescita dello sviluppo urbano in Europa (specialmente nell'Est), e al contempo un aumento delle costruzioni in aree peri-urbane. Nonostante questo sviluppo sia relativamente piccolo in termini di superficie, gli impatti delle aree urbane sull'ambiente sono elevati.

Oltre a porre il problema sul consumo e sull'impermeabilizzazione di suolo (Commissione Europea, 2012), l'Unione Europea ha dimostrato sensibilità anche verso le modalità di sviluppo urbano che causano questo problema, tra cui lo *sprawl* urbano definito come espansione a bassa densità di vaste aree urbane principalmente nelle aree agricole circostanti (Agenzia Europea dell'Ambiente, 2006).

In assenza di strategie di adattamento al CC, si prospetta un aumento del rischio ambientale nelle aree urbane; tuttavia determinati fenomeni estremi, come ad esempio le alluvioni (definite come l'esondazione dai normali confini di corsi d'acqua o corpi idrici, o l'accumulazione di acqua in aree che non sono normalmente sommerse (IPCC, 2012)) ed i conseguenti danni a livello economico e per le persone, sono causati anche dello sviluppo urbano in aree a rischio alluvionale e non direttamente correlati al CC (Trigila *et al.*, 2014).

La Commissione Europea ha indirizzato la strategia di adattamento europea tramite la comunicazione "An EU Strategy on adaptation to climate change" (Commissione Europea, 2013). Vari paesi europei hanno già adottato strategie di adattamento tra cui Austria, Francia, Germania, Gran Bretagna⁵⁰. In Italia, la Strategia nazionale per l'adattamento ai cambiamenti climatici, frutto del progetto SNAC (Elementi per l'elaborazione della Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici) durato dal 2012 al 2014, dovrebbe essere adottata a breve⁵¹.

Gli obiettivi della Strategia Nazionale di Adattamento, in linea con la Strategia Europea, sono (da Castellari, 2014):

⁵⁰ Per ulteriori informazioni: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/adaptation-strategies>

⁵¹ Per ulteriori informazioni: <http://www.climatealliance.it/notizie/88/ITA/160/Il-punto-sulla-Strategia-nazionale-per-l'E2%80%99adattamento-ai-cambiamenti-climatici>

-
- fornire un quadro di riferimento per l'adattamento agli impatti dei cambiamenti climatici;
 - elaborare una visione nazionale su come affrontare gli impatti futuri;
 - individuare un set di azioni ed indirizzi per far fronte a tali impatti per ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici e per trarre vantaggio dalle eventuali opportunità, che si potranno presentare nelle nuove condizioni climatiche.

La strategia italiana include proposte di adattamento a breve termine (entro il 2020) e a lungo termine, secondo i seguenti principi basati sulle strategie nazionali di adattamento di altri Paesi europei e la Strategia Europea di Adattamento (Castellari, 2014):

1. Adottare un approccio basato sulla conoscenza e sulla consapevolezza;
2. Lavorare in partnership e coinvolgere gli *stakeholders* e i cittadini;
3. Lavorare in stretto raccordo con il mondo della ricerca e dell'innovazione;
4. Considerare la complementarità dell'adattamento rispetto alla mitigazione;
5. Agire secondo il principio di precauzione di fronte alle incertezze scientifiche;
6. Agire con un approccio flessibile;
7. Agire secondo il principio di sostenibilità;
8. Adottare un approccio integrato nella valutazione dell'adattamento;
9. Adottare un approccio basato sul rischio nella valutazione dell'adattamento;
10. Integrare l'adattamento nelle politiche esistenti;
11. Effettuare un regolare monitoraggio e valutazione dei progressi verso l'adattamento.

Successivamente all'adozione della strategia dovrà anche essere realizzato ed adottato un piano nazionale di adattamento. Nel paragrafo successivo viene descritta la relazione tra vulnerabilità e *sprawl* urbano, ed in particolare l'adattamento al CC.

3. Relazione tra vulnerabilità al cambiamento climatico e *sprawl* urbano

In ambito internazionale (IPCC, 2014) si riconosce che la progettazione delle azioni locali per l'adattamento al cambiamento climatico, ovvero tese a ridurre la vulnerabilità dei territori rispetto agli effetti presenti e futuri del *global warming*, deve necessariamente allargare lo sguardo per includere tutti quei fattori di tipo non-climatico (i) i cui effetti, combinandosi con quelli del cambiamento climatico, ne amplificano gli impatti finali e/o (ii) sono parte integrante delle strategie di adattamento autonomo della popolazione e quindi ne condizionano la capacità adattiva o, per converso, la vulnerabilità.

Il peso dei fattori non-climatici è particolarmente evidente nelle aree urbane e peri-urbane, data la rilevanza delle trasformazioni fisico-ambientali e la concentrazione di popolazione tipiche di tali contesti. I processi di inurbamento e i mutamenti di forme insediative, quali ad esempio quelli che danno luogo a fenomeni di *sprawl* urbano, sono tra i fattori non-climatici che maggiormente influenzano la vulnerabilità locale (Cardona *et al.*, 2012). Il segno positivo o negativo di tale influenza dipende dalle caratteristiche dell'urbanizzazione (rapidità, popolazione e attività coinvolte, forme insediative emergenti, ecc.) e del contesto in cui essa avviene. Pianificazione territoriale e progettazione urbana, gestione ambientale e tutela del paesaggio, regolamenti per le opere edilizie e infrastrutturali, sono tutte attività che possono ridurre la vulnerabilità agli eventi meteorici estremi e al cambiamento climatico (Davoudi *et al.*, 2009; Mosha, 2011). In questa prospettiva, la perizia e l'efficacia dei governi locali nel programmare e gestire l'urbanizzazione sono componenti chiave della capacità adattiva locale.

Tali affermazioni trovano una concreta esemplificazione nel caso di Dar es Salaam, Tanzania, una città costiera di oltre 4 milioni di abitanti che nell'ultimo decennio ha conosciuto una velocissima crescita di popolazione (+5% anno) e una ancor più rapida espansione di aree urbanizzate, spesso informali e a bassa densità, nel peri-urbano (+10% anno) (Congedo e Munafò, 2014). Proprio al fine di fornire al governo locale conoscenze e strumenti utili per l'adattamento, di recente Dar es Salaam è stata oggetto di specifici studi finalizzati a comprendere i caratteri peculiari della relazione che connette vulnerabilità e *urban sprawl* (Macchi e Tiepolo, 2014). Il risultato principale di tale attività è uno schema concettuale che può essere un'utile guida per sviluppare studi analoghi in altri contesti urbani del Sud e del Nord del mondo.

Le definizioni di *sprawl* urbano sono molteplici in base al fine dell'analisi; in questo caso assumeremo due definizioni che si completano l'un l'altra. La prima si basa sulla relazione tra popolazione e consumo di

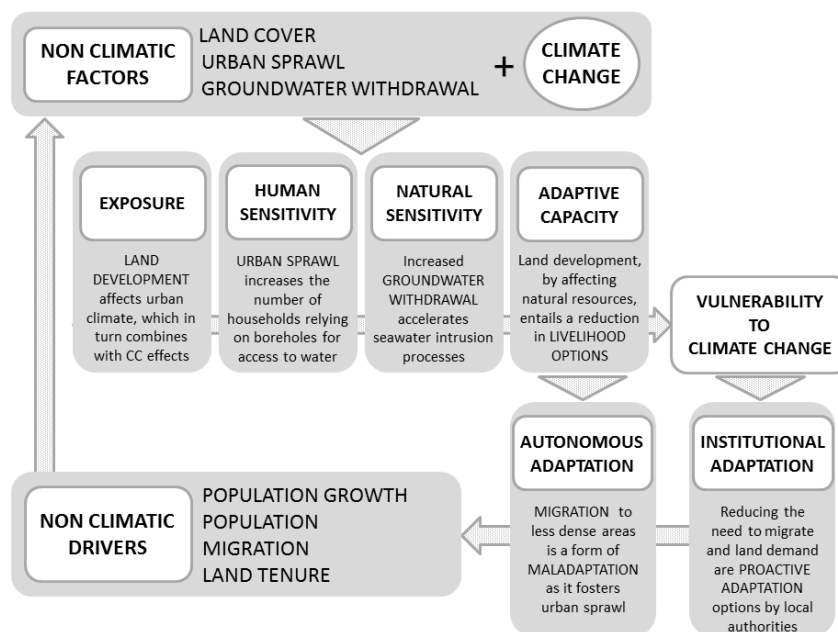
suolo, cioè lo *sprawl* urbano si verifica quando la crescita demografica e l'espansione fisica della città hanno trend non allineati (UN-HABITAT, 2010). La seconda invece è quella definita dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (2006), che assume come discriminanti localizzazione, bassa densità e usi misti del suolo, oltre che l'assenza di pianificazione che nel contesto studiato equivale all'assenza quasi totale di opere di urbanizzazione primaria.

La ricerca condotta a Dar es Salaam inizia con un'indagine attraverso sopralluoghi e questionari alle famiglie negli insediamenti peri-urbani della piana costiera (Ricci, 2012 e 2014). Sono stati così individuati due tipi di profili adattivi: da una parte ci sono le famiglie che reagiscono ai cambiamenti ambientali modificando le loro strategie di sostentamento ma rimanendo nello stesso luogo (ad es. introducono culture meno idro-esigenti se l'acqua disponibile diminuisce); dall'altra parte troviamo famiglie che di fronte al degrado del loro ambiente di vita preferiscono spostarsi in altri luoghi. Nel primo caso, la bassa densità insediativa e l'accesso libero a risorse naturali quali l'acqua e la terra sono elementi chiave della loro strategia adattiva; nel secondo caso, la capacità di adattamento è garantita dalla disponibilità di suoli a basso costo e dall'assenza di controllo sull'attività edilizia nella frangia urbana (Kombe, 2005). Peraltro va notato che, a partire dagli anni '90, una serie di fattori concomitanti ha determinato la progressiva trasformazione delle aree peri-urbane da "zona di sopravvivenza" a "zona di investimento" (Mbiba, 2002; Sheuya, 2010; Briggs, 2011). In altri termini, la spinta a migrare prodotta dal degrado ambientale negli insediamenti urbani e peri-urbani più antichi si combina con le opportunità speculative offerte dalle aree inedificate più prossime alla città.

Tra i cambiamenti ambientali che innescano le strategie adattive sopra individuate vi è la crescente salinizzazione della falda costiera, per effetto dell'eccessivo pompaggio e della conseguente intrusione di acqua marina (Mjemah *et al.*, 2009; Mtoni *et al.*, 2012). Tale cambiamento preoccupa entrambi i gruppi di famiglie sopra individuati, poiché negli insediamenti peri-urbani tutti dipendono dai pozzi per l'accesso all'acqua. Infatti, la rete idrica pubblica, quando c'è, funziona in modo intermittente e l'acqua fornita dalle autocisterne private è molto costosa (Allen *et al.*, 2006; Kjellén M., 2006). Per il futuro si prevede che gli effetti composti del cambiamento climatico (riduzione delle piogge e aumento delle temperature – Rugai *et al.*, 2014) e della crescita urbana (impermeabilizzazione dei suoli e aumento dei pompaggi) porteranno ad una ulteriore riduzione della quantità e qualità delle acque sotterranee, con impatto diretto sia sugli ecosistemi naturali che sull'accesso all'acqua delle famiglie (Faldi *et al.*, 2014; Sappa *et al.*, 2015).

Si evince quindi che esiste un circolo vizioso che lega il cambiamento climatico e lo *sprawl* urbano, da un lato, e la vulnerabilità delle famiglie alla salinizzazione delle falde, dall'altro (vedi Figura 3).

Figura 3 - Il circolo vizioso che lega *sprawl* urbano e vulnerabilità al cambiamento climatico



Fonte: autori di questo contributo

Prendendo a riferimento la terminologia elaborata da Füssel e Klein (2006) (figura 2), possiamo descrivere tale circolo vizioso come segue. Lo *sprawl* urbano, modificando il clima urbano, determina una maggiore esposizione delle aree urbane al cambiamento climatico rispetto al fenomeno dell'intrusione marina. Ma lo *sprawl* urbano produce anche una crescita del numero di famiglie sensibili alla salinizzazione della falda, poiché aumentano gli abitanti degli insediamenti che dipendono dai pozzi per l'accesso all'acqua. Tale crescita porta ad un maggiore sfruttamento della falda costiera che si combina con la ridotta capacità di ricarica causata dal consumo di suolo (perdita di servizio ecosistemico nella regolazione del regime idrologico), determinando l'espansione e accelerazione del fenomeno intrusivo. La minore disponibilità di acqua di falda induce una riduzione delle opzioni di sostentamento delle famiglie, e quindi della loro capacità adattiva. Inoltre, una parte delle famiglie può decidere di adattarsi migrando nelle aree inedificate della frangia urbana, accelerando così il processo di *sprawling* (maladattamento, Barnett *et al.*, 2010).

È evidente che, a Dar es Salaam come altrove, la comprensione delle dinamiche di *sprawl* urbano nonché il suo continuo monitoraggio sono condizioni indispensabili per progettare delle azioni istituzionali capaci di rallentare i processi di vulnerabilizzazione della popolazione e prepararla quindi ad affrontare gli effetti, più o meno prevedibili e lontani nel tempo, del cambiamento climatico.

Nello specifico, due filoni di indagine sembrano piuttosto promettenti. In primo luogo, va capito se la crescita di suoli urbanizzati nel peri-urbano sia in qualche modo connessa con migrazioni di popolazione dalle aree urbane e quali sono le forze che spingono a migrare e/o attraggono verso il peri-urbano. Si tratta, in altri termini, di alzare lo sguardo dalle singole aree di *sprawl* per tracciare una geografia delle teleconnessioni tra luoghi diversi (Seto *et al.*, 2012). In secondo luogo, è necessario guardare più in profondità i singoli luoghi, siano essi urbani o peri-urbani, chiedendosi in che misura le condizioni di vita offerte da tali luoghi ampliano o restringono le possibili scelte di vita delle persone che vi vivono, rendendole quindi più o meno vulnerabili ai cambiamenti futuri. In questa prospettiva, l'approccio delle *capabilities* sviluppato da Sen e Nussbaum offre un'ottima base da cui partire.

4. L'importanza del monitoraggio del consumo di suolo per valutare la vulnerabilità al cambiamento climatico

Nei paragrafi precedenti si è cercato di dimostrare l'importanza del monitoraggio del consumo del suolo per valutare le relazioni con la vulnerabilità al CC, oltre che l'impatto sui servizi ecosistemici.

L'Unione Europea ha percepito da diversi anni l'importanza del sistema suolo e della sua tutela, tramite la "Strategia tematica per la protezione del suolo" (Commissione Europea, 2006), in cui evidenzia la necessità di promuovere le buone pratiche di riduzione degli effetti negativi del consumo di suolo tra cui l'impermeabilizzazione. Infatti, la formazione del suolo richiede tempi molto lunghi che lo caratterizzano di fatto come una risorsa non rinnovabile; inoltre, gli effetti del depauperamento del suolo si ripercuotono su tutti gli altri sistemi ambientali (acqua e aria), e quindi sull'uomo (Commissione Europea, 2006).

Al fine di contrastare l'impermeabilizzazione del suolo la Commissione Europea ha realizzato un documento in cui propone di "*privilegiare politiche e azioni finalizzate, nell'ordine, a limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo, da definire dettagliatamente negli Stati membri e da attuare a livello nazionale, regionale e locale*" (Commissione Europea, 2012).

Sono molteplici le modalità con cui monitorare la copertura del suolo in base alle finalità dello studio (Verburg *et al.*, 2013). Un esempio è la mappatura globale della copertura del suolo realizzata dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del progetto *Global Monitoring of Essential Climate Variables*⁵² ad una risoluzione di 300 m, per le epoche 2000, 2005 e 2010. Tale mappatura ha una risoluzione ideale per lo studio del CC a scala globale.

Nella ricerca condotta a Dar es Salaam è stata sviluppata una metodologia per il monitoraggio della copertura del suolo tramite telerilevamento alla scala regionale/municipale (Congedo e Munafò, 2012). Tale metodologia mirava a fornire alla amministrazione locale uno strumento economico e semplice per la valutazione speditiva dei cambiamenti di copertura, e a valutare la fattibilità di questo tipo di analisi in una città in cui lo sviluppo urbano è particolarmente rapido.

⁵² Per ulteriori informazioni: <http://www.esa-landcover-cci.org/>.

Per il monitoraggio della copertura del suolo sono state utilizzate immagini satellitari *Landsat*, fornite gratuitamente dallo *United States Geological Survey* (USGS). Queste immagini sono multispettrali con una risoluzione del pixel (cioè l'elemento base dell'immagine telerilevata) di 30 metri ed hanno permesso quindi una classificazione semi-automatica che si basa sulla suddivisione dei pixel in base alle proprietà radiometriche dei materiali presenti al suolo (Richards e Jia, 2006). Il vantaggio della metodologia descritta in Congedo e Munafò (2012) risiede principalmente nella rapidità di esecuzione.

5. Conclusioni

La relazione tra tutela dei servizi ecosistemici e adattamento al CC sta emergendo nel dibattito scientifico come naturale convergenza verso lo sviluppo sostenibile che è un obiettivo imprescindibile in particolare per le aree urbane, non solo in Italia.

L'Unione Europea sta dimostrando negli ultimi anni una crescente attenzione verso le problematiche del *soil sealing* e dello *sprawl* urbano, della tutela dei servizi ecosistemici e dell'adattamento al CC. In Italia è necessario un ulteriore impegno per recepire e mettere in pratica le direttive e le buone pratiche utili a perseguire questi obiettivi.

La proposta di legge nazionale sul consumo di suolo è sicuramente un passo importante in questa direzione, ma non si deve trascurare la dimensione temporale nel depauperamento della risorsa, anche per il rispetto degli obiettivi proposti dall'Europa per il 2020 (Commissione Europea, 2011). Tali numerosi obiettivi sono in parte anche ambiziosi, ma necessari per tutelare le bellezze naturali che costituiscono una risorsa economica (si pensi al turismo e all'agricoltura) oltre che ambientale, in particolare in Italia.

L'ISPRA da molti anni si è impegnata nel monitoraggio del consumo del suolo, e fornisce dati aggiornati ed attendibili al livello nazionale, regionale, e comunale per le aree urbane del Rapporto, mostrandone l'evoluzione ed il cospicuo aumento, anche negli ultimi tempi di crisi economica (Munafò e Tombolini, 2014).

I recenti fenomeni alluvionali che hanno interessato Roma (in particolare il X Municipio) hanno aumentato l'attenzione verso la tematica del CC e dell'adattamento. L'ISPRA in particolare è coinvolta in vari progetti connessi all'adattamento e alla resilienza al CC, ed in particolare nel progetto Roma *Resilient City* (all'interno del programma 100 *Resilient Cities* promosso dalla Rockefeller Foundation). Inoltre, sono stati avviati di recente il progetto LIFE+ IMAGINE, in cui ISPRA è interessata alla creazione ed elaborazione di scenari di consumo del suolo e il progetto LIFE+ SAM4CP (*Soil Administration Models for Community Profit*), in cui l'obiettivo è la valutazione degli effetti degli interventi di trasformazione urbana e territoriale sui servizi ecosistemici.

La ricerca sta quindi andando avanti nella comprensione delle complesse relazioni tra aree urbane, servizi ecosistemici e clima, ma è necessario introdurre urgentemente politiche di adattamento al CC nella pianificazione territoriale, sia al livello dei centri urbani, sia al livello dei trasporti (IPCC, 2014).

Bibliografia

- Agenzia Europea dell'Ambiente, 2006. *Urban sprawl in Europe – the ignored challenge (Report no. 10)*. European Environmental Agency, Copenhagen.
- Allen A, Dávila JD, Hofmann P., 2006. *The peri-urban water poor: citizens or consumers?* Environment and Urbanization, 18:333-351.
- Barnett J., O'Neill S., 2010. *Maladaptation*. Global Environmental Change, 20:211-213.
- Briggs J., 2011. *The land formalisation process and the peri-urban zone of Dar es Salaam, Tanzania*. Planning Theory and Practice, 12(1):115-153.
- Brook R.M., Davila J., 2000: *The Peri-urban Interface: A Tale of Two Cities*. University of Wales and University College London.
- Cardona O.D., van Aalst M.K., Birkmann J., Fordham M., McGregor G., Perez R., Pulwarty R.S., Schipper

-
- E.L.F., Sinh B.T., 2012. *Determinants of risk: exposure and vulnerability*. In: IPCC “Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A special report of working groups I and II of the intergovernmental panel on climate change”. Cambridge University Press, Cambridge and New York, 65-108
- Castellari S., 2014. *Italia: La strategia nazionale di adattamento*. Napoli Convention “Il Patto dei Sindaci 2.0 per una smart city” da http://www.climatealliance.it/allegati_content/S.Castellari_1.pdf
- Chen X., Bai J., Li X., Luo G., Li J., Li B.L., 2013. *Changes in land use/land cover and ecosystem services in Central Asia during 1990–2009*. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(1):116-127.
- Commissione Europea, 2006. *Strategia tematica per la protezione del suolo*. Bruxelles, 22.9.2006, COM(2006) 231.
- Commissione Europea, 2011. *Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020*. COM (2011)244 final. Brussels.
- Commissione Europea, 2012. *Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo*. Bruxelles, 15.5.2012, SWD (2012) 101.
- Commissione Europea, 2013. *An EU Strategy on adaptation to climate change*. Bruxelles, 16.4.2013, SWD (2013) 216.
- Commissione Europea, 2014. *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services - Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. 2nd Report*. European Commission.
- Congedo L. e Munafò M., 2012. *Development of a Methodology for Land Cover Classification in Dar es Salaam using Landsat Imagery*. Roma: Università Sapienza, ACC Dar Project. http://www.planning4adaptation.eu/Docs/papers/08_NWP-DoM_for_LCC_in_Dar_using_Landsat_Imagery.pdf
- Congedo L., Munafò M., 2014. *Urban Sprawl as a Factor of Vulnerability to Climate Change: Monitoring Land Cover Change in Dar es Salaam*. In: Macchi S., Tiepolo M., (eds.) “Climate Change Vulnerability in Southern African Cities: Building Knowledge for Adaptation”. Springer, 73-88.
- Davoudi S., Crawford J., Mehmood A. (eds), 2009. *Planning for Climate Change. Strategies for Mitigation and Adaptation for Spatial Planners*. Earthscan, London.
- Faldi G, Rossi M., 2014, *Climate Change Effects on Seawater Intrusion in Coastal Dar es Salaam: Developing Exposure Scenarios for Vulnerability Assessment*. In: Macchi S., Tiepolo M. “Climate Change Vulnerability in Southern African Cities. Building Knowledge for Adaptation”. Springer; 57-72.
- Füssel H.M. e Klein R.J.T., 2006. *Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking*. *Climatic Change*, 75:301-329.
- IPCC, 2012. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK, and New York, USA: Cambridge University Press
- IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge and New York.
- IPCC, 2014a. *Chapter 23 Europe*. Cambridge, UK, and New York, USA: Cambridge University Press
- IPCC, 2014b. *Glossary*. Cambridge, UK, and New York, USA: Cambridge University Press
- Kjellén M., 2006. *From Public Pipes to Private Hands: Water Access and Distribution in Dar es Salaam, Tanzania*. Stockholm University Publications, Stockholm.
- Kombe WJ., 2005. *Land use dynamics in peri-urban areas and their implications on the urban growth and form: the case of Dar es Salaam, Tanzania*. *Habitat Int*, 29(1):113-135.
- Maes J. et al., 2012. *Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union*. *Ecosystem Services*, 1:31-39.

-
- Mbiba B., Huchzermeyer M., 2002, *Contentious development: peri-urban studies in sub-Saharan Africa*. Prog Dev Stud, 2(2):113-131.
- Mjemah I.C., Van Camp M., Walraevens K., 2009. *Groundwater exploitation and hydraulic parameter estimation for a quaternary aquifer in Dar es Salaam, Tanzania*. J Afr Earth Sc, 55:134–146.
- Mosha A.C, 2011. *The Effects of Climate Change on Urban Human Settlements in Africa*. In: Yuen B., Kumssa A. (eds.), “Climate Change and Sustainable Urban Development in Africa and Asia”, Springer, 69-99.
- Mtoni Y.E., Mjemah I., Msindai K., Van Camp M., Walraevens K., 2012. *Saltwater intrusion in the Quaternary aquifer of the Dar es Salaam region, Tanzania*. Geol Belg, 15(1-2):16-25.
- Munafò M. e Tombolini I., 2014. *Il consumo di suolo in Italia. Edizione 2014*. ISPRA, Roma.
- Potchter, O. e Ben-Shalom, H. I., 2013. *Urban warming and global warming: Combined effect on thermal discomfort in the desert city of Beer Sheva, Israel*. Journal of Arid Environments, 98:113-122
- Ricci L., 2012. *Peri-Urban Livelihood and Adaptive Capacity: Urban Development in Dar es Salaam*. Consilience: The Journal of Sustainable Development, 7(1):46:63.
- Ricci L., 2014. *Linking Adaptive Capacity and Peri-Urban Features: The Findings of a Household Survey in Dar es Salaam*. In: Macchi S., Tiepolo M. (eds.) “Climate Change Vulnerability in Southern African Cities: Building Knowledge for Adaptation”. Springer, 89-107.
- Richards J.A. e Jia X., 2006. *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*. Berlin, Germany: Springer.
- Rugai D., Kassenga G.R., 2014. *Climate Change Impacts and Institutional Response Capacity in Dar es Salaam, Tanzania*. In: Macchi S., Tiepolo M. (eds.) “Climate Change Vulnerability in Southern African Cities: Building Knowledge for Adaptation”. Springer, 39-56.
- Salvati L., Munafò M., Morelli V.G., Sabbi A., 2012. *Low-density settlements and land use changes in a Mediterranean urban region*. Landscape and Urban Planning, 105,1:43-52.
- Sappa G., Ergul S., Ferranti F., Ngalya Sweya L., accepted. *Effects of seasonal change and seawater intrusion on water quality for drinking and irrigation purposes, in coastal aquifers of Dar es Salaam, Tanzania*. J Afr Earth Sci.
- Seto, K.C., Reenberg, A., Boone, C.G., Fragkias, M., Haase, D., Langanke, T., Marcotullio, P., Munroe, D.K., Olah, B., Simon, D., 2012. *Urban land teleconnections and sustainability*. Proceedings of the National Academy of Sciences 109, 7687–7692. doi:10.1073/pnas.1117622109
- Sheuya S.A., 2010. *Informal Settlements and Finance in Dar es Salaam, Tanzania*. UN-Habitat Publications, Nairobi
- Trigila A., Iadanza C., Munafò M., Marinosci I., 2014. *Population Exposed to Landslide and Flood Risk in Italy*, G. Lollino et al. (eds.), Engineering Geology for Society and Territory-Volume 5, Springer, 843-848.
- UN-HABITAT, 2010. *State of the World's Cities 2010/2011: Bridging the Urban Divide*. Earthscan, London.
- Verburg P.H., Erb K-H, Mertz O., Espindola G., 2013. *Land System Science: between global challenges and local realities*. Current Opinion in Environmental Sustainability, 5:433–437.

3. ADATTAMENTO

Mayors Adapt – diventare resilienti localmente in Europa

M. Guerrieri, K.L. Schibel – Alleanza per il Clima Italia

L’adattamento climatico delle città, una strategia condivisa e multi-governance

L. Pierantonelli, N. Fascetti Leon – MATTM

Adattamento ai cambiamenti climatici nelle città italiane: risultati del questionario ISPRA

F. Giordano, F. Rizzitiello, C. Ndong, A. Scaramella – ISPRA

Dal Patto dei Sindaci per la mitigazione a quello per l’adattamento: il progetto BlueAP

G. Fini – Comune di Bologna, L. Botarelli, R. Tomezeiu – ARPA Emilia-Romagna

Il percorso verso il Piano di adattamento ai cambiamenti climatici del Comune di Padova

D. Luise, M. Zuin – Comune di Padova

Calmierare gli impatti del fenomeno delle isole di calore urbano con la pianificazione urbanistica: esiti e applicazioni del progetto UHI (Central Europe) in Veneto

F. Musco, L. Fregolent, F. Magni, D. Maragno, D. Ferro – Università Iuav di Venezia

L’adattamento ai cambiamenti climatici dei sistemi di trasporto urbano

L. Barbieri – Università degli Studi Roma Tre, D. Gaudioso – ISPRA

Il centro storico di Venezia e i cambiamenti climatici

M. Breil – Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

Comunicare la resilienza nella società del rischio

P. Pelizzaro – Kyoto Club e Climalia srl

MAYORS ADAPT – DIVENTARE RESILIENTI LOCALMENTE IN EUROPA

Maria Guerrieri¹, Karl-Ludwig Schibel¹

¹Alleanza per il Clima Italia

Abstract

La nuova iniziativa della DG *Climate Action* della Commissione europea “*Mayors Adapt*” crea sulla falsa riga del Patto dei Sindaci un rapporto diretto enti locali – Commissione per l’adattamento ai cambiamenti climatici. Si tratta di un impegno volontario che inserisce l’amministrazione locale in una rete europea offrendo sostegno metodologico, visibilità e scambio d’esperienze. Per molti comuni l’adattamento è un nuovo campo d’azione, altri come la città anseatica di Rostock raggiungono *Mayors Adapt* in uno stadio di avanzata progettualità.

Parole chiave

Adattamento cambiamenti climatici, resilienza, sicurezza del territorio, politica integrata per lo sviluppo locale sostenibile, *multi-level governance*

1. L’adattamento ai cambiamenti climatici deve affiancare la mitigazione

La politica del clima si è incentrata per i primi vent’anni sulla mitigazione delle emissioni di gas serra. Nonostante già nella Convenzione Quadro del 1992 si menzionassero “*misure intese a facilitare un adeguato adattamento ai cambiamenti climatici*”, più che altro si parlava di “*misure per stabilizzare ... le concentrazioni di gas ad effetto serra nell’atmosfera a un livello tale che sia esclusa qualsiasi pericolosa interferenza delle attività umane sul sistema climatico*”. La speranza era di poter mitigare le emissioni in modo tale da “*permettere agli ecosistemi di adattarsi naturalmente ai cambiamenti di clima*”. Le ricerche scientifiche, come anche le esperienze dirette degli ultimi anni, rendono dolorosamente evidente che non sarà così. I cambiamenti climatici sono in atto, progrediscono più velocemente del previsto e sarebbe cinico e irresponsabile non affiancare gli sforzi di mitigazione con misure di adattamento.

2. L’Italia è particolarmente vulnerabile

La necessità di prepararsi ad eventi meteorologici estremi in Italia è ancora più marcata rispetto ad altri paesi europei.

La Strategia Nazionale di Adattamento (SNA) ai cambiamenti climatici, coordinata dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con il coordinamento scientifico del Centro Euromediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC), si basa su un approccio misto *top-down* (tavolo tecnico e tavolo istituzionale) e *bottom-up* (processo partecipativo per la condivisione con gli *stakeholder* la cui consultazione si è conclusa a gennaio 2014).

La Strategia nazionale individua 18 settori di azione tra cui emergono situazioni individuate maggiormente critiche:

1. le risorse idriche e le aree a rischio di desertificazione;
2. l’erosione e l’inondazione delle zone costiere e l’alterazione degli ecosistemi marini;
3. la regione alpina e gli ecosistemi montani, con la perdita di ghiacciai e di copertura nevosa;
4. la salute, benessere e sicurezza della popolazione;
5. le aree soggette a rischio idrogeologico;
6. l’area idrografica del fiume Po e i bacini idrografici del distretto dell’Appennino centrale dove sono insediati i grandi invasi di regolazione delle acque (MATTM, 2013).

L’iter per l’adozione della Strategia si sta avviando alla sua conclusione. Ad adozione avvenuta si dovrà procedere con il documento di indirizzo – il cosiddetto Piano Nazionale di Adattamento (PNA) -

che dovrà prevedere l'implementazione della SNA (*governance* e allocazione fondi) come anche il monitoraggio e la valutazione dell'implementazione (attraverso indicatori di *performance*).

3. La politica europea prima di *Mayors Adapt*

L'Europa si è attivata in tema di adattamento nel 2007 con la pubblicazione da parte della Commissione Europea del Libro verde "*L'adattamento ai cambiamenti climatici in Europa – quali possibilità di intervento per l'Ue*", dove sono esposte le linee dell'intervento comunitario per l'adattamento dell'Ue ai cambiamenti climatici e viene posta una serie di quesiti per le parti interessate (Paesi membri e vari *stakeholder*) (Commissione Europea, 2007).

Nel 2009 esce il Libro Bianco "*L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo*" (2009), che prevedeva l'adozione di una strategia europea entro il 2013 ed era il risultato del coinvolgimento degli *stakeholder* tramite consultazioni pubbliche (Commissione Europea, 2009).

Nel 2012 l'IPCC pubblica il rapporto "*Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*" (IPCC, 2012) e nello stesso anno esce dall'Agenzia europea per l'Ambiente (EEA) "*Urban adaptation to climate change in Europe – Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*" (EEA, 2012).

La Strategia di Adattamento dell'Unione europea – lanciata nel 2013 - definisce il quadro per rafforzare la resilienza dell'Europa agli impatti dei cambiamenti climatici. Essa si concentra su tre obiettivi principali:

- 1) Promuovere e supportare l'azione da parte degli Stati membri:
 - incoraggiando tutti gli Stati membri ad adottare strategie globali di adattamento;
 - fornendo finanziamenti per aiutare a sviluppare le capacità di adattamento e di azione;
 - sostenendo l'azione di adattamento da parte delle città nell'ambito del Patto dei Sindaci.
- 2) Assicurare processi decisionali informati:
 - colmando le lacune nella conoscenza.
- 3) Azione '*climate proofing*' a livello di UE:
 - promuovendo ulteriormente l'adattamento in settori chiave vulnerabili (ad esempio l'agricoltura, la pesca e la politica di coesione);
 - garantendo che le infrastrutture dell'Europa siano più resilienti e promuovendo l'uso delle assicurazioni contro le catastrofi naturali e di origine umana (Commissione Europea, 2013).

A supporto delle città sarà dato maggior impulso a *Climate-Adapt* (lanciata ufficialmente nel 2012 e gestita dall'Agenzia europea per l'Ambiente), la Piattaforma europea sull'adattamento ai cambiamenti climatici, un'importante fonte di informazione sull'adattamento in Europa. Essa sostiene le parti interessate a tutti i livelli di *governance* condividendo un ampio insieme di informazioni sui rischi dei cambiamenti climatici, sulle politiche di settore dell'UE, sulle pratiche di adattamento, le iniziative nazionali e gli strumenti di supporto decisionale. *Climate-Adapt* comprende i principali risultati dell'UE nel campo della ricerca, i progetti INTERREG ed ESPON che hanno rafforzato la base di conoscenze dell'UE sull'adattamento¹ (Commissione Europea, 2012).

La Strategia dell'UE della Commissione europea sull'adattamento ai cambiamenti climatici comprende un documento di lavoro che fornisce le linee guida per lo sviluppo di strategie di adattamento. Tali orientamenti forniscono la base per le raccomandazioni incluse in ogni fase del *Climate-Adapt Tool*.

L'elevata attenzione della Commissione Europea alle politiche climatiche in generale e a quelle dell'adattamento si esprime anche nel quadro finanziario. Almeno il 20% del bilancio dell'UE per il periodo 2014-2020 sarà speso per azioni per il clima, tra cui 860 milioni di euro di finanziamento dedicato ad azioni per il clima attraverso lo strumento LIFE. Requisiti di adattamento sono inclusi in tutte le pertinenti fonti di finanziamento dell'UE, di cui molte incoraggiano le autorità locali specificamente ad integrare le esigenze di adattamento nella loro pianificazione e attuazione delle politiche.

¹ <http://climate-adapt.eea.europa.eu>

Ad oggi 21 paesi europei hanno adottato una Strategia Nazionale di Adattamento (Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Ungheria, Irlanda, Lituania, Malta, Paesi Bassi, Norvegia, Polonia, Portogallo, Romania, Slovacchia, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia, Regno Unito) e 12 hanno sviluppato un Piano di Adattamento Nazionale (EAA, 2014).

4. Il lancio di *Mayors Adapt*: gli obiettivi e i requisiti formali

La Direzione Generale per il Clima della Commissione europea – così come previsto dalla Strategia europea di adattamento – ha lanciato nel marzo 2014 "*Mayors Adapt* – l’iniziativa del Patto dei Sindaci sull’adattamento ai cambiamenti climatici" per sostenere le autorità locali nell’aprire la strada all’adattamento ai cambiamenti climatici².

L’assunzione di azioni coerenti sulla mitigazione e l’adattamento sarà a beneficio delle autorità locali. Parallelamente alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, le autorità locali devono anche rafforzare la loro resilienza agli inevitabili impatti del cambiamento climatico. Gli eventi meteorologici estremi dimostrano che gli impatti dei cambiamenti climatici stanno già incrementando la vulnerabilità, ostacolando la coesione sociale e lo sviluppo economico rendendo le azioni di adattamento tanto più importante in tempi di crisi.

Mayors Adapt segue il modello del Patto dei Sindaci nel campo parallelo dell’adattamento. L’obiettivo è quello di sostenere le autorità locali nel prendere azioni coerenti in materia di mitigazione e adattamento attraverso la promozione di un approccio integrato.

Gli obiettivi principali di *Mayors Adapt* sono:

- ispirare le autorità locali a mostrare *leadership* nell’adattamento al cambiamento climatico;
- sostenerli nello sviluppo di strategie per azioni concrete;
- tradurre e accelerare le azioni sull’adattamento per migliorare la resilienza locale agli impatti climatici.

I Comuni che aderiscono all’iniziativa si impegnano a contribuire all’obiettivo generale della strategia di adattamento dell’UE sviluppando uno specifico piano di adattamento locale oppure integrando le misure di adattamento ai cambiamenti climatici nei pertinenti piani esistenti.

Indipendentemente dall’opzione prescelta - nuovo piano o integrazione in piani esistenti - i firmatari si impegnano a seguire una impostazione per fasi e ad ottemperare agli obblighi di presentazione dei documenti di pianificazione/monitoraggio come indicato nella tabella seguente.

Tabella 1 - Le fasi di attività per *Mayors Adapt*

Seguire la seguente impostazione per fasi:	e presentare (entro limiti di tempo predefiniti):
1. Per iniziare: garantire l’impegno e assicurare la gestione	✓ Una strategia locale di adattamento (1) o i relativi documenti di adattamento (2) , inclusi i risultati della valutazione della vulnerabilità e dei rischi, identificando chiaramente le responsabilità e le risorse e descrivendo azioni di adattamento entro due anni dalla firma ufficiale dell’impegno;
2. Valutare i rischi e le vulnerabilità in base ai quali stabilire le misure di adattamento	
3. Individuare le opzioni di adattamento in ordine di priorità	
4. Valutare le opzioni di adattamento	
5. Attuare le opzioni di adattamento	✓ Una relazione sui progressi dell’attuazione ogni due anni in base al quadro dell’iniziativa (cfr. la lista di autovalutazione proposta in appendice al <i>Documento completo di impegno</i>).
6. Monitorare e valutare periodicamente i progressi compiuti e adeguare di conseguenza la strategia di adattamento locale	

Fonte: Documento di impegno completo di *Mayors Adapt*, 2014

In caso di mancata presentazione del documento (o dei documenti) di cui sopra si accetta di essere sospesi dall’iniziativa.

Le modalità di adesione sono simili a quelle del Patto dei Sindaci, è necessaria una deliberazione del Consiglio comunale e la sottoscrizione da parte del sindaco dell’*Impegno dei Sindaci* che fa

² <http://mayors-adapt.eu/>.

riferimento al *Documento completo di impegno*. Il documento è disponibile in tutte le lingue dell'UE sul sito web dell'iniziativa <http://mayors-adapt.eu>. La documentazione suddetta va trasmessa all'*helpdesk* di *Mayors Adapt*, helpdesk@mayors-adapt.eu, che confermerà l'adesione e inviterà la città a concludere la procedura attraverso la registrazione della città nel *database* dell'iniziativa alla sezione *Register your City*.

Province e Regioni possono aderire come firmatari – assumendosi quindi gli impegni descritti – oppure come Coordinatori territoriali con lo scopo primario di collaborare con i Comuni nell'elaborazione delle loro politiche sul clima e programmi di gestione. È al vaglio della Commissione l'introduzione della figura del Sostenitore similmente a quanto previsto per il Patto dei Sindaci.

5. *Mayors Adapt* e il Patto dei Sindaci

Mayors Adapt e il *Covenant of Mayors* seguono – con focus diversi – un modello simile, entrambe stabiliscono un rapporto diretto tra la Commissione e le autorità locali europee di tutte le dimensioni, qualunque sia la fase di attuazione della loro politica climatica ed entrambe si basano su una decisione politica volontaria.

Il focus del Patto dei Sindaci è la mitigazione dei cambiamenti climatici, quello di *Mayors Adapt* l'adattamento ai cambiamenti climatici.

Gli impegni che assumono i firmatari **aderendo al *Covenant of Mayors*** sono:

- 1) inizio e analisi di base: preparare un **Inventario Base delle Emissioni**;
- 2) pianificazione: presentare un **Piano di Azione per l'Energia Sostenibile** entro 1 anno dalla firma formale;
- 3) monitoraggio e rapporto: presentare un **Rapporto di Attuazione** (almeno) ogni 2 anni;

e per *Mayors Adapt*:

- 1) inizio e analisi di base: preparare una **Valutazione della Vulnerabilità e dei Rischi**;
- 2) pianificazione: sviluppare una **Strategia locale di adattamento o integrare l'adattamento** nei documenti a esso relativi entro 2 anni dalla firma formale;
- 3) monitoraggio e rapporto: presentare un **Rapporto della fase di Attuazione** ogni 2 anni.

Mayors Adapt metterà a disposizione a breve un “*Adaptation Support Tool*” (Strumento di supporto per l'adattamento) per le città. Simile a quello che si può già vedere *online* per Climate-ADAPT (ospitato dall'Agenzia europea per l'ambiente), questa *meta-piattaforma guida* aiuterà gli utenti a sviluppare strategie/politiche locali di adattamento fornendo indicazioni e *link* a risorse rilevanti (studi, strumenti ecc.) specificamente destinati alle autorità locali.

Ad oggi 40 città di cui 10 italiane hanno aderito all'iniziativa (le prime italiane Bologna e San Benedetto del Tronto), la Provincia di Barcellona è invece il primo coordinatore territoriale.

6. Conclusioni

L'adattamento ai cambiamenti climatici è un campo più diversificato rispetto la mitigazione e dipende maggiormente dalle specifiche condizioni del contesto di riferimento: una tonnellata di emissioni di CO₂ evitata nel traffico urbano di Oslo vale una tonnellata di CO₂ evitata nel traffico urbano di Milano e la misura di intraprendere è in entrambi i casi la riduzione del traffico motorizzato individuale. Senza voler semplificare troppo si può dire che l'esempio del Patto dei Sindaci e dei Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) dimostra la grande utilità di una unica metodologia per l'elaborazione dei piani come per il monitoraggio dell'attuazione.

Lo sviluppo di una metodologia coerente per l'elaborazione di Piani d'Azione di adattamento sarà molto impegnativo sia per ragioni metodologiche che per ragioni culturali ed economiche.

In Italia i prossimi passi consisteranno in un Piano Nazionale di Adattamento (PNA), cosa diversa da una Strategia, che fornirà alle Regioni e agli enti locali le conoscenze e i fondi per poter sviluppare Piani d'Azione locali. Ulteriori passi metodologici richiederanno dati su scala regionale e locale e il monitoraggio dell'efficacia delle misure prese.

Per quanto riguarda i Piani di Adattamento Locale il progetto *Life ACT (Adapting to Climate change in Time)*³ con il Comune di Ancona in Italia e attualmente il progetto *Life+ BlueAp, Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City*⁴, rappresentano l'inizio di una serie di progetti che costruiranno le basi per una metodologia articolata che anche nel campo più semplice della mitigazione ha richiesto anni.

Le ragioni culturali ed economiche saranno ancora più difficili da affrontare. Mentre la mitigazione spesso è economicamente conveniente e in parte finanziabile attraverso investimenti privati, le misure di adattamento ricadono in gran parte sugli enti pubblici. In una cultura dell'emergenza l'argomento *dell'euro investito oggi che evita di doverne spendere venti domani* ha purtroppo un valore limitato. Tutto da vedere se i colpi di avvertimento come nel 2014 a Senigallia, Genova, Firenze e in tante altre città dell'Italia porterà a una svolta come nel caso della città anseatica di Rostock.

Il caso di Rostock - I segnali di avvertimento

La città anseatica di Rostock è un caso significativo per il discorso sull'adattamento ai cambiamenti climatici anche in Italia. Città costiera sul Mar Baltico, un porto marittimo che movimentava 25 milioni di tonnellate di merci l'anno, una fiorente industria turistica con 15.000 posti letto e 190 crociere/anno, industrie importanti come Liebherr, Nordex e Neptun, un biotopo di grande pregio naturale quale la brughiera di Rostock. Città medio-grande con i suoi 200.000 abitanti e una cittadinanza orgogliosa della sua tradizione, vecchia di 800 anni, di città libera e parte della storica Alleanza anseatica come Lubeca, Kiel, Amburgo e Brema.

La necessità di una vera e propria strategia di adattamento ai cambiamenti climatici è sorta a Rostock nel 2011 in seguito a una serie di eventi meteorologici estremi che hanno avuto inizio in gennaio con 55cm di neve e sei settimane continue di temperature sotto zero. Sulla costa tedesca del Mar Baltico in inverno piove ma non nevicava, fa freddo ma non sotto zero. In aprile altre sei settimane di siccità hanno portato a tempeste di sabbia che hanno causato in un caso l'incidente più grave sulle autostrade tedesche con 8 persone morte e un centinaio di veicoli coinvolti. In agosto precipitazioni estreme con 138 l/24h e 350 l/14d, le precipitazioni di un anno concentrate in pochi giorni con conseguenze caotiche immediate per il traffico e le cantine di alcuni quartieri residenziali inondate per settimane.

Il filosofo Hans Jonas (Principio responsabilità) avrebbe parlato di "colpi di avvertimento della natura" che i cittadini e l'amministrazione della città hanno letto come monito della necessità di un concetto coerente per l'adattamento ai cambiamenti climatici. Rostock ha la fortuna di avere un *senatore all'ambiente* (nelle città anseatiche corrispondono agli assessori) che prima di essere eletto per sette anni nella sua funzione politica ha lavorato per 16 anni nel settore ambiente dell'amministrazione. I suoi primi due passi sono stati raccogliere la pianificazione esistente e ascoltare i dipendenti dei vari settori coinvolti. Per quanto potrebbe sembrare banale, non succede quasi mai né l'uno né l'altro.

³ <http://www.actlife.eu/EN/index.xhtml>.

⁴ <http://www.blueap.eu/>.

Fare patrimonio della progettualità e delle conoscenze esistenti

La raccolta e verifica dei piani e progetti esistenti richiede una certa umiltà, l'ammissione che è già stato fatto qualcosa di valido in passato. Nel caso di Rostock tra gli elementi di base per le strategie di adattamento ai cambiamenti climatici c'erano:

- una valutazione delle basi di pianificazione per la verifica delle funzioni locali del clima (2009);
- l'elaborazione di mappe digitali termiche sulla base dei dati satellitari (2010);
- la modellizzazione e presentazione cartografica delle condizioni eoliche per il territorio comunale (completato luglio 2011).

Tutti gli elaborati a loro volta si basavano su lavori degli anni precedenti. La delibera del Consiglio Comunale per un concetto quadro per i cambiamenti climatici apriva un nuovo capitolo solo nel senso che incaricava il settore ambiente a portare avanti i lavori di Protezione civile sotto la nuova etichetta "adattamento ai cambiamenti climatici".

L'altro passo dell'amministrazione è stato una giornata di partecipazione con tutti i settori potenzialmente coinvolti nella quale si chiedeva ai dipendenti di presentare le proprie esperienze con i cambiamenti climatici. Le domande erano:

- *Quali effetti dei cambiamenti climatici hanno delle ripercussioni sulle competenze del suo ufficio?*
- *Stà già lavorando a progetti o misure per l'adattamento ai cambiamenti climatici? In caso affermativo in quali, da quando, con quali partner?*
- *Ha già dovuto prendere in passato misure a causa degli effetti dei cambiamenti climatici?*
- *Quali ulteriori conseguenze dei cambiamenti climatici si osservano nel suo campo di competenze?*

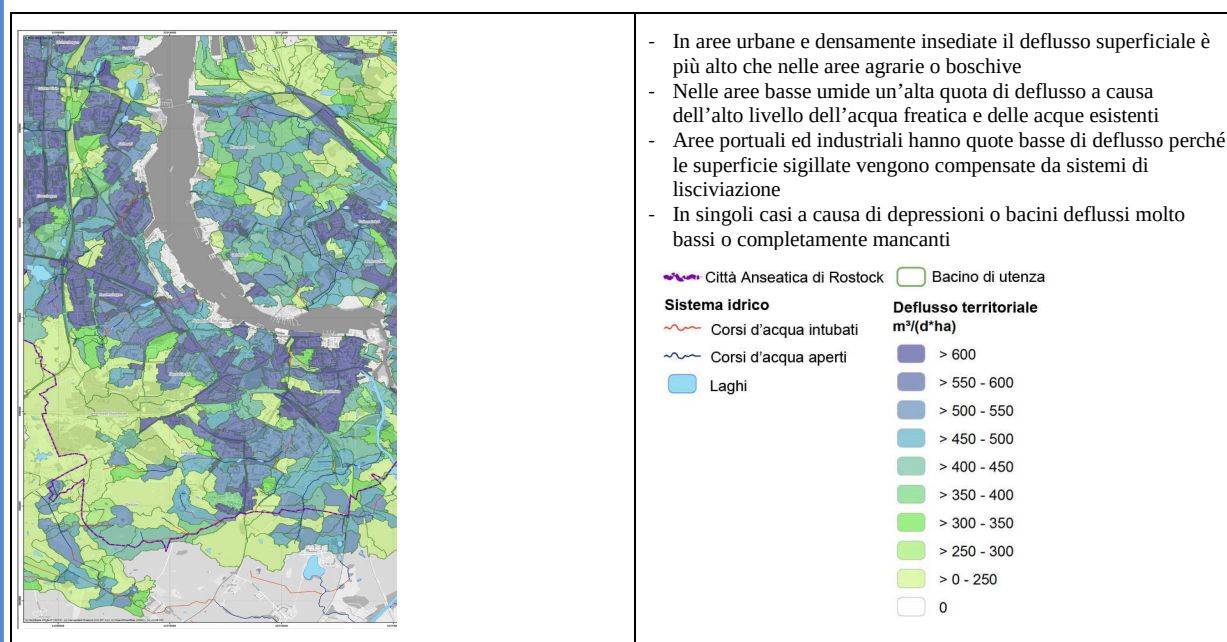
Partire dalla partecipazione dei collaboratori, con domande dirette rivolte a loro invece di sottoporli a lezioni frontali sull'importanza del tema, migliora decisamente il senso di coinvolgimento e la comprensione del ruolo dell'adattamento ai cambiamenti climatici per il proprio lavoro.

Un'altra attività introdotta dall'amministrazione sono quattro esercitazioni di stato maggiore l'anno. Si tratta di simulazioni di specifiche emergenze con la partecipazione trasversale dei responsabili delle varie istituzioni, inclusa la polizia e le forze armate, per essere meglio preparati. Sono state fatte simulazioni di un inverno estremo, di forti precipitazioni, di un incidente con una petroliera, un *black-out*. Il tutto si svolge, ad esempio, nella centrale territoriale dei pompieri e si va avanti per quattro, cinque ore con una moderazione professionale progettando e simulando i vari passi. Sono occasioni per conoscere personalmente i responsabili nelle varie istituzioni e sentirsi più sicuri nelle interazioni.

Il concetto quadro per l'adattamento

Il concetto quadro deliberato nel 2011 è stato presentato nel 2012 e contiene tutti gli elementi che ci si aspetta da un tale documento, dei quali si presenta in seguito in modo più dettagliato il concetto integrato di smaltimento delle acque.

Fig. 1 - Deflussi territoriali per bacini specifici precipitazioni estreme (D: 24 h, T: 100 a)



Fonte: Matthäus H. 2014. *Una strategia integrata di mitigazione e adattamento*, Città di Rostock, Consultazione del 1 Ottobre 2014 da: <http://www.climatealliance.it/99-238/ITA/Napoli-Convention-2014>

Il concetto integrato di smaltimento delle acque reflue segue soluzioni per passi graduali:

- analisi delle necessità d'azione nel territorio comunale;
- identificazione dei punti nevralgici nei concetti dettagliati;
- identificazione dei problemi e soluzioni pianificatorie concrete.

I punti chiave del concetto sono:

- sistemi di smaltimento delle acque reflue e loro bacini idrografici urbani;
- tratti di deflusso in superficie ed aree basse secondo dimensioni e rilevanza;
- individuazione dei deflussi specifici territoriali dei bacini idrografici urbani;
- rischi a causa dei limiti di capienza di canali e impianti di sollevamento d'acqua;
- rischi a causa di acqua freatica alta;
- rischi a causa di inondazioni in seguito a mareggiate del Mare Baltico;
- valutazione complessiva dei rischi idrologici;
- analisi delle caratteristiche locali/territoriali delle precipitazioni in termini temporali e in riferimento ai trend climatici;
- documentazione osservazioni, inclusione del discorso scientifico.

In modo analogo il rapporto quadro tratta mareggiate e protezione costiera, aree verdi e protezione del clima, silvicoltura clima resistente, agricoltura, sanità, urbanistica.

Adattamento – un processo in continua evoluzione

Il rapporto quadro della città di Rostock e i documenti collegati rappresentano un lavoro di qualità all'altezza delle conoscenze scientifiche e con grande rilevanza pratica insieme ad una buona preparazione dei protagonisti. Quello che però fa del Comune di Rostock un caso di eccellenza per le attività nel campo di adattamento ai cambiamenti climatici è il carattere processuale di tutta l'iniziativa, cioè l'impegno continuo su un alto livello per l'adeguamento delle misure di adattamento sulla base di nuove conoscenze, di una città che cambia, di un clima che cambia.

Il primo rapporto si riferisce a un periodo di due anni, 2012/2013, considerando l'adattamento un processo in forte evoluzione. Il rapporto 2014/2015 in elaborazione aggiornerà i risultati del precedente e introdurrà altri campi d'azione, in particolare l'economia e le minacce alla salute da

organismi che trovano con l'aumento delle temperature condizioni favorevoli. Si è verificato ad esempio l'arrivo di nuove specie nel territorio come le neofite e neozoi⁵.

Come in tutte le città portuali si presentano da sempre problemi particolari, ad esempio, di introduzione di specie marine aliene con l'acqua di zavorra, ma anche attraverso gli imballaggi. Possono essere ragni, possono essere altri organismi viventi. Se poi però gli inverni diventano più miti e le estati più calde queste nuove piante ed animali trovano condizioni favorevoli di insediamento.

L'evoluzione del fenomeno – impatti dei cambiamenti climatici – richiede un continuo aggiornamento dei piani e delle misure sulla base delle conoscenze scientifiche, delle proprie esperienze e delle esperienze degli altri. In questa logica Rostock ha avviato una collaborazione con le città di Kiel e Lubecca, le altre due città anseatiche con situazioni di partenza paragonabili e medesimi obiettivi. Rostock ha inoltre aderito a *Mayors Adapt* per trovare dei partner anche a livello europeo con i quali affrontare questi nuovi problemi (Matthäus, 2014).

Bibliografia

Castellari S., 2014. *La strategia nazionale di adattamento*, Consultazione del 1 Ottobre 2014 da: <http://www.climatealliance.it/99-238/ITA/Napoli-Convention-2014>

Commissione Europea, 2007. Green Paper “*Adapting to climate change in Europe – options for EU action*”, COM(2007) 354 final.

Commissione Europea, 2009. White Paper “*Adapting to climate change: towards a European framework for action*”, COM(2009) 147 final.

Commissione Europea, 2012. Climate-Adapt, *European Climate Adaptation Platform*.

Commissione Europea, 2013. “*An EU Strategy on adaptation to climate change*”, COM(2013) 216 final.

EEA, 2012. *Urban adaptation to climate change in Europe 2012*. EEA Report 2/2012, consultazione del 1 Ottobre 2014 da: <http://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change>.

EEA, 2014. *National adaptation policy processes in European countries-2014*. EEA Report 4/2014, Consultazione del 20 Novembre 2014 da: <http://www.eea.europa.eu/publications/national-adaptation-policy-processes>

IPCC, 2012. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, Consultazione del 1 Ottobre 2014 da:

http://www.ipcc-wg2.gov/SREX/images/uploads/SREX-All_FINAL.pdf

IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Consultazione del 1 Ottobre 2014 da: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

Matthäus, H. 2014. *Una strategia integrata di mitigazione e adattamento*, Città di Rostock, Consultazione del 1 Ottobre 2014 da: <http://www.climatealliance.it/99-238/ITA/Napoli-Convention-2014>

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), 2013. *Elementi per una Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*, Consultazione del 1 Ottobre 2014 da: http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/comunicati/Conferenza_29_10_2013/Elementi%20per%20una%20Strategia%20Nazionale%20di%20Adattamento%20ai%20Cambiamenti%20Climatici.pdf

⁵ I neozoi invasivi sono animali alloctoni che possono trasmettere agenti patogeni e parassiti, sopprimere le specie indigene o ibridarsi con loro.

L'ADATTAMENTO CLIMATICO DELLE CITTÀ, UNA STRATEGIA CONDIVISA E MULTI-GOVERNANCE

Luisa Pierantonelli¹, Nicoletta Fascetti Leon²

¹Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ²Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Esperto)

Abstract

I cambiamenti climatici in ambienti artificiali come le città, dove vive la maggior parte della popolazione umana, mostrano specifiche criticità. I dati scientifici disponibili e, in particolare il lavoro svolto dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), dimostrano come il clima stia cambiando per mano dell'uomo e che, anche nel caso del pieno raggiungimento degli obiettivi di riduzione dei gas ad effetto serra, saranno necessarie azioni di adattamento, per contrastare gli effetti negativi in atto e il loro inasprimento in futuro.

Il tema dell'adattamento è qui declinato in una serie di iniziative esistenti al livello globale, europeo e nazionale verso la pianificazione di azioni e politiche in grado di aumentare la capacità di resilienza delle nostre città, fornendo anche alcuni esempi di best practice italiane.

Parole chiave

Adattamento, resilienza, città, cambiamento climatico, gas serra, mitigazione

1. Introduzione

Responsabili di circa il 70 per cento delle emissioni globali di gas a effetto serra, le città hanno la *chance* di svolgere un ruolo fondamentale nella lotta al cambiamento climatico, tanto più che il tasso abitativo urbano subirà un'impennata nei prossimi decenni e molte città dovranno fronteggiare il problema dell'"invecchiamento" e dell'inadeguatezza delle proprie infrastrutture. I sistemi di approvvigionamento e smaltimento delle acque, così come i sistemi di trasporto sono, infatti, sempre più esposti all'impatto dei cambiamenti climatici in atto, che inaspriscono le fragilità delle città le quali, poiché ambienti artificiali, non sono dotate di naturale capacità di adattamento. Chiari obiettivi di riduzione dei gas a effetto serra, strategie di adattamento, e finanziamenti tangibili sono oggi considerati essenziali sia per la riduzione delle emissioni, che per la resilienza⁶ delle città.

A riprova di quanto il clima stia cambiando negli ultimi decenni, le conclusioni del "Quinto Rapporto di Valutazione" IPCC confermano che "il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile e, fin dagli anni '50, molti dei cambiamenti non hanno precedenti, da decine di anni fino a millenni" e che "è estremamente probabile che l'influenza umana sia stata la causa dominante del riscaldamento osservato dalla metà del XX secolo" (IPCC, 2014).

Alla luce della sua rilevanza, il tema è stato affrontato durante il *Climate Summit 2014 – Catalyzing Actions*, svoltosi il 23 settembre scorso a New York, per volere del Segretario Generale delle Nazioni Unite, che ha deciso di dedicare una sessione specifica proprio alle città con l'obiettivo di ottenere impegni concreti da parte di governi, imprese e società civile. Nel corso del meeting è stata annunciata l'iniziativa *Mayors Compact*⁷, una nuova forma d'impegno da parte dei Sindaci nel campo della mitigazione e dell'adattamento al cambiamento climatico. Il *Mayors Compact* è un accordo costituito da network di città (come ad esempio C40⁸ ed Eurocities⁹), che applica un approccio di trasparenza e supporto alle riduzioni delle emissioni di gas serra nelle città, al fine di ridurre le vulnerabilità e migliorarne la risposta ai cambiamenti climatici, in modo coerente e complementare rispetto agli impegni nazionali in atto. Infatti, l'accordo si propone di dare rilevanza agli impegni presi dai

⁶ La capacità di un sistema socio-ecologico di far fronte a un evento pericoloso, o ad anomalie, reagendo o riorganizzandosi in modi che ne preservano le sue funzioni essenziali, l'identità e la struttura, mantenendo tuttavia anche le capacità di adattamento, apprendimento trasformazione. [IPCC, 2014].

⁷ <http://www.un.org/climatechange/summit/wp-content/uploads/sites/2/2014/09/CITIES-Mayors-compact.pdf>.

⁸ C40 è un network di megacittà impegnate a ridurre le emissioni di gas serra. E' stato creato nel 2005 (<http://www.c40.org/>).

⁹ Eurocities è un network che unisce gli amministratori delle principali città europee e concentra le sue attività su tre sfide: cittadinanza, lavoro e clima (<http://www.eurocities.eu/>).

Sindaci¹⁰ per ridurre i gas serra e per fronteggiare i rischi climatici nelle città, e soprattutto per promuovere sempre più ambiziosi, trasparenti e credibili obiettivi climatici sia a livello nazionale che locale. L'obiettivo è stabilire, inoltre, standard condivisi e trasparenti di raccolta dei dati e di *reporting* che permettano valutazioni coerenti e affidabili dei progressi delle azioni di adattamento delle città. Il *Compact* si propone di creare, inoltre, una base di conoscenze sull'impatto dei gas a effetto serra sulle città per consentire flussi di capitali capaci di sostenere le amministrazioni nelle azioni di mitigazione e adattamento.

2. L'adattamento ai cambiamenti climatici e la strategia europea

L'adattamento¹¹, distinto ma sinergico rispetto alla mitigazione¹², ha il compito di limitare i danni e sfruttare le opportunità, legate agli effetti del clima. A livello globale il dibattito sul tema dell'adattamento sta assumendo sempre più rilevanza anche grazie alle insistenze dei Paesi meno avanzati (*LDC-Least Developed Country*), maggiormente vulnerabili agli effetti dei cambiamenti climatici. I Paesi *LDC*, infatti, premono affinché il tema dell'adattamento assuma la stessa importanza negoziale di quello della mitigazione e propongono che nel nuovo accordo sui cambiamenti climatici sia identificato un *Adaptation Goal*. A sostegno di queste valutazioni, il Quinto Rapporto dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) evidenzia come la sfida posta dai cambiamenti climatici debba essere considerata oggi sempre più una questione di gestione del rischio - per le persone, le infrastrutture, gli ecosistemi, le risorse idriche, la produzione di cibo - dando risalto agli aspetti di sostenibilità ed equità ed analizzando con un maggior dettaglio le possibili opzioni di adattamento.

Anche nel continente europeo, eventi climatici estremi con conseguenze calamitose hanno destato una preoccupazione generale e fatto emergere la necessità di prevedere misure di adattamento ai cambiamenti climatici. La Commissione Europea, al culmine di un percorso molto articolato che ha previsto il coinvolgimento della comunità scientifica, delle istituzioni e dei cittadini, ad aprile 2013, ha presentato la *Strategia Europea per i Cambiamenti Climatici* e, nel giugno 2013, le relative Conclusioni del Consiglio, *Una Strategia Europea di Adattamento al Cambiamento Climatico*. L'obiettivo è rendere il continente europeo più resiliente agli effetti dei cambiamenti climatici, attraverso l'azione di tutti gli Stati Membri impegnati ad adottare strategie nazionali per ridurre le proprie vulnerabilità territoriali e, in particolare, per contribuire a rendere le città resilienti ai mutamenti climatici. L'Unione Europea è pertanto impegnata affinché tutte le politiche particolarmente delicate, come l'agricoltura, la pesca e la politica di coesione siano a "prova di clima" (COM, 2013). In tale contesto, il ruolo degli amministratori delle città diventa cruciale nella pianificazione e attuazione delle misure strutturali ed eco-sistemiche, attraverso un processo necessariamente partecipativo.

Per tali ragioni, la Commissione Europea ha inteso promuovere uno strumento volontario *Mayors Adapt*¹³ per il coinvolgimento delle amministrazioni delle città affinché contribuiscano all'obiettivo generale della strategia di adattamento dell'UE mediante lo sviluppo di strategie di adattamento locali da integrare, là dove opportuno, ai pertinenti piani esistenti. L'iniziativa *Mayors Adapt* mira, in particolare, ad incoraggiare le attività locali, fornendo una piattaforma di condivisione e networking dove mettere in rete le proprie attività e sensibilizzare l'opinione pubblica circa i temi dell'adattamento. Inoltre, l'integrazione delle misure di adattamento nelle politiche di pianificazione sarà in grado di fornire nuove opportunità, ai sindaci dell'UE e ai leader politici per rendere le città più vivibili, modificando i modelli di sviluppo urbano, promuovendo gli investimenti verso soluzioni innovative per l'edilizia abitativa o per gli spazi verdi pubblici.

L'iniziativa muove dalla consapevolezza che, per il successo delle azioni di adattamento in Europa, è di fondamentale importanza il ruolo delle città e delle autorità locali. Il rafforzamento della partecipazione di tutti gli attori interessati pone le basi per una cooperazione proficua tra cittadini e

¹⁰ Per esempio, il *Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile* (PAES), iniziativa di cui si tratta più avanti.

¹¹ Adattamento può essere distinto in *incrementale* - azioni di adattamento in cui l'obiettivo principale è quello di mantenere l'essenza e l'integrità di un sistema o di un processo su una certa scala, o *trasformativa* - adattamento che cambia gli attributi fondamentali di un sistema in risposta al clima e ai suoi effetti [IPCC, 2014].

¹² La mitigazione dei cambiamenti climatici comprende qualsiasi intervento umano che riduca le fonti (*sources*) di rilascio, o rafforzi e potenzi le fonti di assorbimento (*sinks*) dei gas serra [IPCC, 2014].

¹³ <http://mayors-adapt.eu/>.

pubblica amministrazione, per fare delle città luoghi più attraenti, più sani e più sicuri. Le città europee che hanno già aderito all'iniziativa sono 35 di cui 9 italiane¹⁴.

3. Pianificazione nazionale e *multilevel governance* per l'adattamento delle città

Uno dei principi guida fondamentali del processo di pianificazione urbana delle misure di adattamento è la diffusione di consapevolezza e conoscenza (*Awareness, Knowledge and Equity*), capace di creare il necessario supporto pubblico alle relative politiche e azioni. Infatti, la *governance* delle misure di adattamento richiede un coinvolgimento a molteplici livelli, dai singoli cittadini, alle amministrazioni pubbliche e la comunità scientifica, affinché gli interventi siano complementari tra loro ed efficaci. In ambito locale si concentrano le conoscenze sulle condizioni naturali e sociali, mentre i cittadini, resi consapevoli della problematica, possono contribuire, per esempio, attraverso un cambiamento dei propri comportamenti, mettendo in atto un adattamento autonomo complementare alle altre azioni di *governance* (EEA 2/2012b).

La capacità di adattamento, che naturalmente varia tra le diverse città, è determinata anche da altri fattori che riguardano l'accesso alle tecnologie innovative, la dotazione di infrastrutture, le risorse economiche in grado di sostenere i costi di tali misure. La pianificazione strategica all'adattamento climatico è un processo sistematico e circolare costituito da alcuni passaggi imprescindibili: l'assunzione dell'impegno e il management delle azioni, la valutazione dei rischi e vulnerabilità legate al cambiamento climatico, l'identificazione e valutazione delle opzioni di adattamento, la loro applicazione, seguita dal monitoraggio e dalla verifica (EEA 2/2012b).

La questione dell'adattamento delle città ai cambiamenti climatici è di particolare rilevanza anche per il nostro Paese. Le città italiane ospitano, infatti, circa il 90% della popolazione (94% al 2001) (MATTM, 2014). Sono considerate particolarmente vulnerabili, perché sistemi artificiali non dotati di autonoma capacità di risposta (resilienza). Alcuni impatti sul clima sono, inoltre, accelerati e amplificati nelle aree urbane, nelle quali si vengono a creare microclimi unici, in termini di temperature, vento e precipitazioni (i.e. *urban heat island effect*) (MATTM, 2014). Come sottolineato nella *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*, è considerato probabile che la magnitudo, durata, frequenza e intensità delle ondate di calore, tenda ad aumentare in Italia, come è già evidente dai dati osservativi degli ultimi decenni. È considerata probabile anche l'intensificazione e concentrazione in periodi brevi di eventi estremi di piogge (anche a parità di precipitazioni complessive). Gli impatti attesi negli insediamenti urbani sono molto diversificati: impatti sulla salute, sulla qualità della vita (in particolare delle fasce deboli della popolazione), sugli edifici, sulle infrastrutture idriche, energetiche e dei trasporti, sul patrimonio culturale (a causa di frane, inondazioni e ondate di calore), sulla produzione e fornitura di energia.

Per affrontare in maniera efficace tale pluralità di impatti occorre il coordinamento di un complesso network (*multilevel governance*). Gli impatti dei cambiamenti climatici variano, inoltre, come tipologia e intensità nelle diverse situazioni locali, e pertanto occorrerà fondare le strategie di adattamento urbano su dettagliati *climate resilience studies* che valutino ogni specifico contesto, fornendo in tal modo elementi indispensabili per definire le priorità di azione e la ottimizzazione delle risorse economiche disponibili (Piani di Adattamento). È fondamentale, nel definire le strategie di adattamento urbano, il coinvolgimento attivo dei cittadini e gli interventi *no regret*, ovvero, gli interventi che – qualsiasi sia l'entità degli impatti attesi – pongano rimedio a criticità già presenti e apportino benefici socio-economici netti ed immediati ai cittadini. Pur scontando un quadro di studi e ricerche ancora insufficiente, è ragionevole prevedere che i costi degli interventi di adattamento siano minori dei costi della inazione. Inoltre, alcuni interventi di adattamento sono a costo zero o minimo (ad esempio, non esporre a rischi nuove opere, oppure predisporre misure di prevenzione non strutturali) ed altri consistono nel rimodulare costi già sostenuti per la gestione urbana (riassetti idrici e fognari, verde urbano, manutenzioni delle reti, etc.).

¹⁴ Una di queste è Bologna, il cui esempio sarà trattato più avanti.

4. Il quadro italiano: punti deboli e *best practice*

Il quadro organico di analisi e misure relative agli effetti del clima contenuto nella *Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici* (SNAC), attualmente in fase di adozione presso la “Conferenza Unificata”, fornisce informazioni utili sullo stato dell’arte delle nostre città.

Il documento analizza gli impatti e le vulnerabilità settoriali e individua le principali criticità del Paese di fronte al mutamento del clima e indica un portfolio di misure settoriali suddivise per tipologie e tempistiche con uno specifico riferimento alle azioni per la predisposizione di una pianificazione nazionale. In particolare, per le città sono previste azioni che promuovono una programmazione e una pianificazione con interventi per l’incremento del verde urbano, la limitazione delle cementificazioni e del consumo di suolo. È inoltre evidenziata la necessità di operare in modo sinergico con le azioni di riduzione delle emissioni nelle città e, in particolare, di agire nella pianificazione urbana del settore dei trasporti (MATTM, 2014). L’Italia ha, infatti, il primato del trasporto privato: l’84% dei cittadini usa mezzi propri per recarsi nei luoghi di lavoro, aumentando il consumo di combustibili fossili per il trasporto. Come nota positiva, l’analisi registra la diminuzione delle emissioni di CO₂ dei veicoli, coerentemente con l’applicazione della vigente normativa europea e un’accelerazione nella diffusione della mobilità elettrica, in linea con gli obiettivi comunitari che prevedono un parco circolante di 1,8 milioni di autoveicoli elettrici entro il 2020. Anche sul fronte della mobilità sostenibile, che presuppone in generale un cambiamento culturale del cittadino rivolto all’intermodalità, ossia all’uso di diversi mezzi di trasporto per compiere i propri spostamenti, si registra un dato incoraggiante 2012 relativo alla vendita in Italia di biciclette nel 2012, pari ad oltre 1,7 milioni di unità, superiore per la prima volta dopo 48 anni al numero delle autovetture vendute, pari a 1,45 milioni di unità.

Un altro esempio concreto di *best practice* e sinergia tra soggetti coinvolti è fornito dall’esperienza della Regione Emilia Romagna in merito alla presenza della zanzara tigre nelle città la cui diffusione è senz’altro legata al trend di aumento di temperatura che si registra nelle città e ad un incremento delle notti tropicali che si sono registrate negli ultimi anni (UN, 2014). I primi rinvenimenti dell’insetto risalgono in questa regione al 1994. Inizialmente i Comuni interessati erano una decina, ma sono state progressivamente coinvolte tutte le città capoluogo e la maggior parte dei comuni di pianura e collina di ogni Provincia. Dal 2005, l’Assessorato alle Politiche per la Salute della Regione promuove e finanzia un progetto regionale di sorveglianza e lotta alla zanzara tigre per migliorare la capacità complessiva di fronteggiare il problema. In particolare, l’iniziativa è volta a: mettere a punto linee guida per un corretto approccio alla gestione dell’emergenza, sia in termini di sorveglianza dell’infestazione, sia di lotta all’insetto; promuovere strategie innovative per il controllo dell’infestazione; incentivare la partecipazione dei cittadini per la gestione dei focolai in aree private. Dal 2008 ad oggi in Regione è attivo un sistema di monitoraggio condotto con una metodologia standardizzata. In particolare, il progetto si avvale di uno strumento di georeferenziazione guidata relativo sia ai casi virali umani sia agli interventi di disinfestazione. L’applicativo geografico Geo-ztonline.it¹⁵ fornisce, infatti, supporto nella georeferenziazione dei casi virali di *Chikungunya* virus e *Dengue* virus.

Per quanto riguarda la pianificazione delle azioni relative all’adattamento ai cambiamenti climatici nelle città, è in corso in Italia il progetto *BLUE AP (Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City)*¹⁶. Bologna, tra le prime città ad aderire al *Mayors Adapt*, ha avviato, infatti, questo progetto che mira a fare del centro emiliano la città-pilota dotata degli strumenti atti ad affrontare la sfida del cambiamento climatico.

BLUE AP, che ha preso il via ad ottobre 2012 e si concluderà a settembre 2015, è un progetto LIFE+ per la realizzazione del *Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici per il Comune di Bologna*. Il programma prevede anche la sperimentazione di alcune misure concrete da attuare a livello locale, per rendere la città meno vulnerabile e in grado di agire in caso di alluvioni, siccità e altre conseguenze del mutamento del clima.

Inoltre, il lavoro di pianificazione e sperimentazione di *BLUE AP* nella città di Bologna, permetterà la realizzazione di linee guida per la definizione di analoghi Piani di Adattamento, che potranno essere adottati da tutte le città italiane di medie dimensioni, e l’elaborazione di uno schema economico, che

¹⁵ <http://www.zanzaratigreonline.it/CosafalaRegione/WebGISGeozoneonlineit.aspx>.

¹⁶ <http://www.blueap.eu/>.

costituirà uno strumento utile per valutare le modalità di finanziamento delle azioni identificate ricorrendo anche a partenariati pubblico-privati, a fondi internazionali e a finanziamenti della Banca Europea per gli Investimenti.

È rilevante dunque sottolineare l'importanza di aderire all'iniziativa *Mayors Adapt* che affianca il già diffuso *Patto dei Sindaci*¹⁷.

L'auspicio è che anche *Mayors Adapt* raccolga risposte positive dalle amministrazioni italiane, avviando un processo partecipativo che coinvolga istituzioni, cittadini e imprese del territorio, per la pianificazione e l'azione di adattamento al cambiamento climatico.

5. Conclusioni

La sfida ambientale più impegnativa per il futuro benessere delle popolazioni e degli ecosistemi è la lotta al cambiamento climatico. I dati scientifici lo dimostrano con sufficiente chiarezza, il clima sta cambiando per mano dell'uomo. È necessario reagire con il contributo di tutti incluso quello che possono dare i cittadini modificando alcuni comportamenti. Di centrale importanza è la consapevolezza che l'impatto del cambiamento climatico comporta modifiche ambientali alle quali è necessario reagire, mettendo in atto efficaci misure di mitigazione e di adattamento.

Le iniziative esistenti per le città, tutte di carattere volontario, potranno rendere tale consapevolezza utile a reagire, limitare e prevenire i danni causati dal cambiamento climatico in un'ottica di sviluppo sostenibile che affronti la problematica con soluzioni innovative per una crescita armonica e un impulso verso un'economia sempre più verde. Tali temi dovranno, nei prossimi anni, rappresentare la spinta propulsiva verso un radicale cambiamento dei comportamenti umani.

Bibliografia

- COM, 2013. *An EU Strategy on adaptation to climate change*.
- EEA, 2012a. *Climate change, impacts vulnerability in Europe*, EEA Report 12/2012, Copenhagen.
- EEA, 2012b. *Urban adaptation to climate change in Europe*, EEA Report 2/2012, Copenhagen.
- EEA, 2013. *Adaptation in Europe*", Report 3/2013, Copenhagen.
- EEA, 2013. *Environment and Human Health*", Report 5/2013, Copenhagen.
- EEA, 2013. *Trends and projections in Europe 2013*, Report 10/2013, Copenhagen.
- IPPC, 2014. *Fifth Assessment Report*.
- ISPRA, 110/2010. *Cambiamenti climatici e salute: criticità e proposte per una strategia d'adattamento ambientale*.
- MATTM, 2014. *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*.
- UN, 2014. UNFCCC/IDR.6/ITA 2014.

Sitografia

- BLUE AP da <http://www.blueap.eu/>
- C40 da: <http://www.c40.org/>
- Eurocities, da: <http://www.eurocities.eu/>

¹⁷ Il Patto coinvolge già 5.468 tra autorità locali e regionali, con l'obiettivo di superare, entro il 2020, la riduzione del 20% delle emissioni di CO₂. Tutti gli enti locali, a prescindere dalle dimensioni e dalla fase di attuazione delle politiche energetiche e ambientali, possono aderire al Patto. Al fine di tradurre gli impegni politici, in misure e progetti concreti, i firmatari del Patto si impegnano a preparare un Inventario di Base delle Emissioni che identifica le principali fonti di emissioni di CO₂ e le rispettive potenziali misure di riduzione, presentando il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES), in cui sono delineate le azioni principali da intraprendere. In Italia i Comuni firmatari sono 2.793 di cui 1.006 con un PAES accettato dalla Commissione Europea e 97 identificati come "Esempi di eccellenza".

Mayors-Adapt da <http://mayors-adapt.eu/>

Mayors-compact:

<http://www.un.org/climatechange/summit/wpcontent/uploads/sites/2/2014/09/CITIES-Mayors-compact.pdf>.

ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI NELLE CITTÀ ITALIANE: RISULTATI DEL QUESTIONARIO ISPRA

F. Giordano¹, F. Rizzitiello¹, C. Ndong¹, A. Scaramella¹

¹Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Abstract

In occasione della predisposizione del X Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano (RAU), l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha avviato un'indagine finalizzata a definire per la prima volta in Italia un quadro conoscitivo omogeneo sull'adattamento ai cambiamenti climatici nelle città, ed identificare così un punto di riferimento iniziale (*baseline*). La consultazione, realizzata nei mesi di luglio e agosto 2014, si è conclusa con la restituzione di 38 questionari compilati, pari al 62% delle città coinvolte; tali questionari hanno evidenziato un attivo interesse per questo tema, benché ancora nella maggior parte dei casi in fase iniziale. Tra queste città, il 37% sta svolgendo iniziative di adattamento pianificato (es. Ancona, Bologna e Padova), mentre nel 42% dei casi sono in corso sul territorio nazionale molteplici attività che si configurano come *risposte* di adattamento autonomo o spontaneo. Il 18% non ha intrapreso nessuna iniziativa di adattamento. Luci e ombre caratterizzano il quadro delineato sulla base dei risultati ottenuti: si constata, da un lato, che il tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici viene in qualche caso confuso con quello della mitigazione, dall'altro occorre riconoscere che, seppure in forma "autonoma/spontanea", l'adattamento si sta già concretizzando attraverso numerose iniziative.

Parole chiave

Cambiamenti climatici, vulnerabilità, adattamento urbano, adattamento pianificato, adattamento autonomo

1. Introduzione

Con il lancio dell'iniziativa europea *Mayors Adapt*¹⁸ nel marzo di quest'anno, la Commissione Europea ha inteso proporre alle città il modello del Patto dei Sindaci, fino ad oggi orientato solo alla mitigazione (riduzione delle emissioni di gas serra), anche per l'adattamento, offrendo così un sostegno per un'azione coerente in materia di cambiamento climatico. Le città che vorranno aderire all'iniziativa si impegneranno a contribuire al perseguimento dell'obiettivo generale della Strategia Europea di adattamento¹⁹ (Commissione Europea, 2013), ovvero quello di aumentare la resilienza dell'Europa rispetto al clima attraverso una migliore capacità di risposta agli impatti dei cambiamenti climatici a tutti i livelli. Tale obiettivo potrà essere realizzato sviluppando una strategia di adattamento locale ovvero integrando l'adattamento nei relativi piani esistenti: si conferma, e si rafforza in questo modo, il ruolo centrale delle autorità locali nel far fronte ad una minaccia che, pur essendo universalmente considerata globale, è a livello locale che manifesterà le sue più gravi conseguenze.

Secondo la definizione adottata dall'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)²⁰ l'adattamento ai cambiamenti climatici è "l'*aggiustamento nei sistemi naturali o umani in risposta a stimoli climatici reali o attesi, ovvero ai loro effetti, che modera i danni o sfrutta opportunità positive*". In particolare, si distinguono diversi tipi di adattamento, da quello *anticipatorio* a quello *autonomo* (*spontaneo*), fino all'*adattamento pianificato*.

Viene definito *anticipatorio* l'adattamento che si realizza prima che vengano osservati gli impatti dei cambiamenti climatici, attraverso un approccio proattivo. E' *autonoma o spontanea*, invece, quella tipologia di adattamento che si configura come risposta non consapevole ad uno stimolo climatico, derivante da cambiamenti ecologici nei sistemi naturali e, nei sistemi umani, da trasformazioni del mercato o del benessere. Qualora, infine, l'adattamento si realizzi come risultato di una deliberata decisione politica, basata sulla consapevolezza che le condizioni sono cambiate o stanno per cambiare

¹⁸ Per maggiori dettagli si consulti il sito: <http://mayors-adapt.eu/> e <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>.

¹⁹ Per maggiori dettagli si consulti il sito: http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/index_en.htm.

²⁰ Per maggiori dettagli si consulti il sito: <http://www.ipcc.ch/>.

e che sia necessario agire al fine di ritornare, mantenere o raggiungere uno stato desiderato, si parla di *adattamento pianificato*.

In Italia, situata in una delle aree più vulnerabili in Europa - il bacino del Mediterraneo (Commissione Europea, 2009) - pur in assenza di un quadro politico specifico a livello nazionale, ed in attesa dell'adozione della Strategia Nazionale di Adattamento (SNA)²¹, quale indispensabile raccordo con il livello di programmazione locale, alcune città hanno già mosso i primi passi sul tema dell'adattamento, supportate perlopiù da finanziamenti europei.

Rispetto al tema della mitigazione, lanciato a livello urbano con il Patto dei Sindaci già da alcuni anni (2008)²², l'adattamento è ancora oggi una novità nelle agende politiche locali, tanto da dover considerare ancora eccezioni quelle realtà già attivamente impegnate su questo fronte.

2. Il questionario sull'adattamento a livello urbano: obiettivi e contenuti

In occasione della predisposizione del X Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano (RAU), l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha avviato un'indagine finalizzata a definire per la prima volta in Italia un quadro conoscitivo omogeneo sull'adattamento ai cambiamenti climatici nelle città, ed identificare così un punto di riferimento iniziale (*baseline*).

Sulla base delle definizioni fornite dall'IPCC, l'indagine è stata impostata in modo tale da tenere conto dei differenti approcci al tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici ed alle relative conseguenze, a seconda che si tratti di adattamento anticipatorio, autonomo o pianificato: non si è trattato, quindi, solo di identificare le Amministrazioni che abbiano già predisposto specifiche Strategie e/o Piani di adattamento ai cambiamenti climatici, ma di ricercare piuttosto l'esistenza di forme di adattamento meno esplicite, ma ugualmente importanti per il futuro delle realtà urbane italiane.

Obiettivo principale dell'indagine è stato quindi quello di identificare quali città italiane stanno promuovendo, in maniera pianificata o meno, attività a beneficio della salute e della sicurezza dei propri cittadini, ed a tutela della qualità dell'ambiente urbano più in generale, rispetto alle minacce derivanti dai cambiamenti climatici, nonché individuare le prospettive future e le eventuali barriere esistenti a livello urbano rispetto all'adattamento.

A tal fine è stato predisposto un apposito questionario, strutturato nelle seguenti 5 sezioni:

- **Sezione A - Percezione rispetto a vulnerabilità e rischi associati ai cambiamenti climatici:** rivolta a tutte le Amministrazioni consultate, propone una breve indagine circa la percezione sugli eventuali elementi di rischio, vulnerabilità ed adattamento relativi alla città oggetto di analisi;
- **Sezione B - Descrizione degli eventi estremi di natura climatica verificatisi negli ultimi decenni:** rivolta alle Amministrazioni che hanno riscontrato nei propri territori il verificarsi di eventi estremi di natura climatica negli ultimi decenni, indagandone caratteristiche, effetti ed eventuali misure di risposta;
- **Sezione C - Adattamento pianificato** (secondo la definizione IPCC): rivolta alle sole Amministrazioni nelle quali il tema dell'adattamento viene già tenuto esplicitamente in considerazione a seguito di specifiche scelte politiche basate sulla consapevolezza circa il cambiamento climatico ed i suoi effetti, analizza le iniziative realizzate, gli impatti dei cambiamenti climatici tenuti in considerazione, eventuali misure di adattamento già adottate a livello comunale, nonché casi di successo;
- **Sezione D - Adattamento autonomo/spontaneo** (secondo la definizione IPCC): rivolta alle sole Amministrazioni nelle quali sono in corso/sono stati realizzati progetti/iniziative/misure che, pur non derivando da una risposta pianificata ad uno stimolo climatico, contribuiscono di fatto anche a fronteggiare gli impatti dei cambiamenti climatici già in corso (senza l'etichetta di "adattamento ai cambiamenti climatici") ed analizza le iniziative realizzate, gli impatti dei cambiamenti climatici che tali iniziative contribuiscono a fronteggiare e le misure adottate a livello comunale;

²¹ Per maggiori dettagli si consulti il sito: <http://www.minambiente.it/pagina/adattamento-ai-cambiamenti-climatici-0>.

²² Per maggiori dettagli si consulti il sito: http://www.pattodeisindaci.eu/index_it.html.

- **Sezione E - Prospettive future per l'adattamento a livello urbano:** si rivolge a tutte le Amministrazioni consultate, indaga l'interesse delle Amministrazioni comunali ad intraprendere future iniziative sul tema dell'adattamento ed analizza le eventuali barriere all'adattamento a livello comunale.

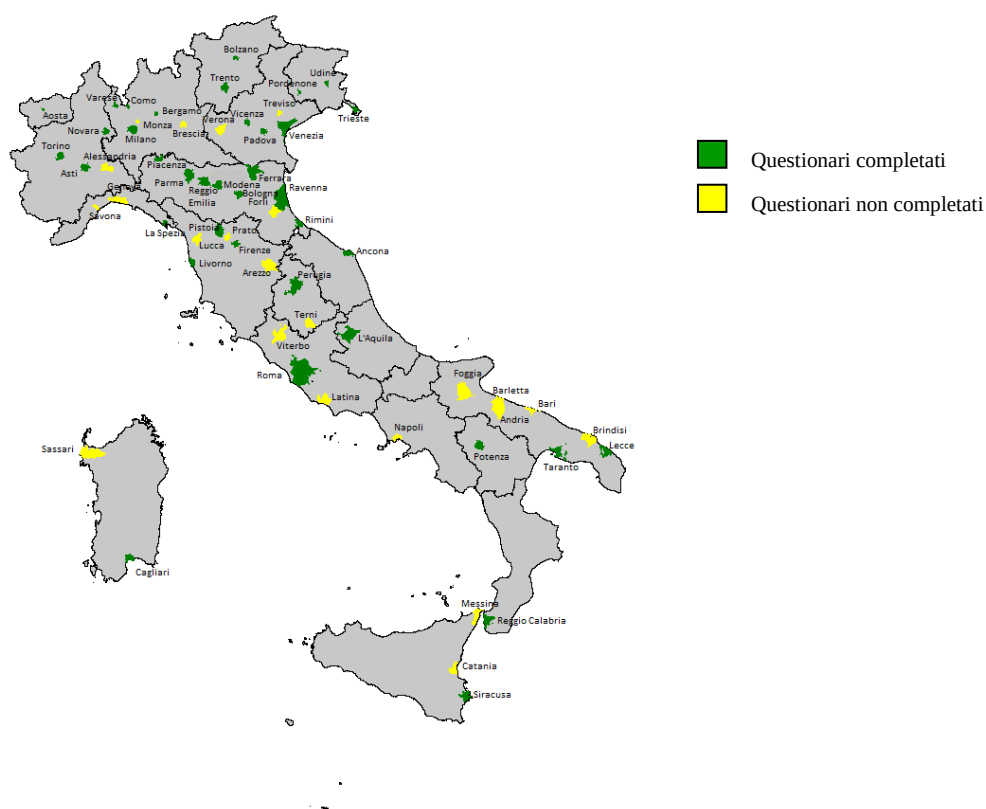
Al fine di ottenere una risposta coordinata per ciascuna città, è stato individuato un referente per ciascuna Amministrazione comunale con il supporto delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) o, laddove non sia stato possibile, consultando direttamente i Responsabili dei Servizi di Tutela dell'ambiente dei Comuni. Trattandosi di un tema trasversale, all'esperto designato è stato chiesto di coinvolgere i diversi settori tematici disponibili all'interno dell'Amministrazione, dalla Salute alla Protezione Civile, dalla Pianificazione del territorio alle Politiche sociali, ecc.

3. Elaborazione dei risultati

3.1. Informazioni generali

Tra le 73 città oggetto del RAU, 61 Amministrazioni hanno designato ufficialmente un referente e, di queste, 38 (62%) hanno restituito il questionario compilato (Fig. 1)²³.

Figura 1 – Le 61 Amministrazioni italiane oggetto dell'indagine sull'adattamento ai cambiamenti climatici (in verde quelle che hanno restituito il questionario completato)



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

Nella maggior parte dei casi i referenti designati per la compilazione del questionario appartengono al settore della Tutela dell'ambiente; solo in pochi casi sono stati identificati referenti di altri settori quali la Pianificazione del territorio/Urbanistica/Edilizia, Energia, Protezione Civile.

²³ In ordine alfabetico, le 38 città che hanno completato il questionario sono: Ancona, Aosta, Asti, Bergamo, Bologna, Bolzano, Cagliari, Como, Ferrara, Firenze, La Spezia, L'Aquila, Lecce, Livorno, Milano, Modena, Novara, Padova, Parma, Perugia, Piacenza, Pistoia, Pordenone, Potenza, Ravenna, Reggio Calabria, Reggio Emilia, Rimini, Roma, Siracusa, Taranto, Torino, Trento, Trieste, Udine, Varese, Venezia, Vicenza. Non hanno restituito il questionario, o lo hanno compilato solo parzialmente, le seguenti città: Alessandria, Andria, Arezzo, Bari, Barletta, Brescia, Brindisi, Catania, Foggia, Forlì, Genova, Latina, Lucca, Messina, Monza, Napoli, Prato, Sassari, Savona, Terni, Treviso, Verona, Viterbo.

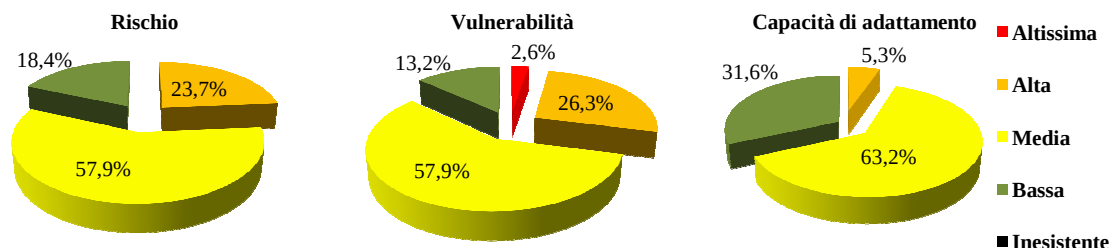
A conferma dell'interdisciplinarietà della tematica, per la compilazione del questionario i referenti hanno richiesto la collaborazione di numerose altre competenze, dall'Energia alla Pianificazione territoriale/Urbanistica/Edilizia, dalla Protezione Civile al Suolo e dissesto idrogeologico, a Infrastrutture e mobilità, e molte altre.

Essendo una tematica nuova, ancora non diffusamente trattata a livello comunale, non stupisce rilevare che il 76% dei referenti non ricopre attualmente specifici ruoli di responsabilità sul tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici, ma è tuttavia interessante constatare che una percentuale già significativa di referenti si occupa a vario titolo di questo tema (24%).

3.2. Percezione rispetto a vulnerabilità e rischi associati ai cambiamenti climatici

La sezione A ha effettuato uno *zoom* sulla percezione che le città consultate hanno sugli eventuali elementi di rischio, vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici. Delle Amministrazioni rispondenti, solo Reggio Calabria percepisce come “altissima” la vulnerabilità del proprio territorio rispetto ai cambiamenti climatici, mentre circa un quarto sostiene che il rischio e la vulnerabilità siano “alti”. Solo due Amministrazioni (Taranto e Perugia), infine, ritengono “alta” la capacità di adattamento della propria città. La maggior parte delle risposte si attesta, comunque, sulla categoria di “medio rischio”, “media vulnerabilità” e “media capacità di adattamento” (Fig. 2).

Figura 2 – Percezione dei livelli di rischio, vulnerabilità e capacità di adattamento ai cambiamenti climatici (% su 38 Amministrazioni)

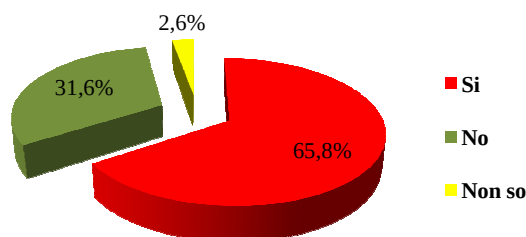


Fonte: Questionario ISPRA, 2014

3.3. Descrizione degli eventi estremi di natura climatica verificatisi negli ultimi decenni

In figura 3 viene illustrata la percentuale di città nelle quali si sono già verificati eventi estremi di natura climatica negli ultimi decenni: circa il 66% delle Amministrazioni rispondenti dichiara di aver riscontrato il verificarsi di eventi estremi sul proprio territorio.

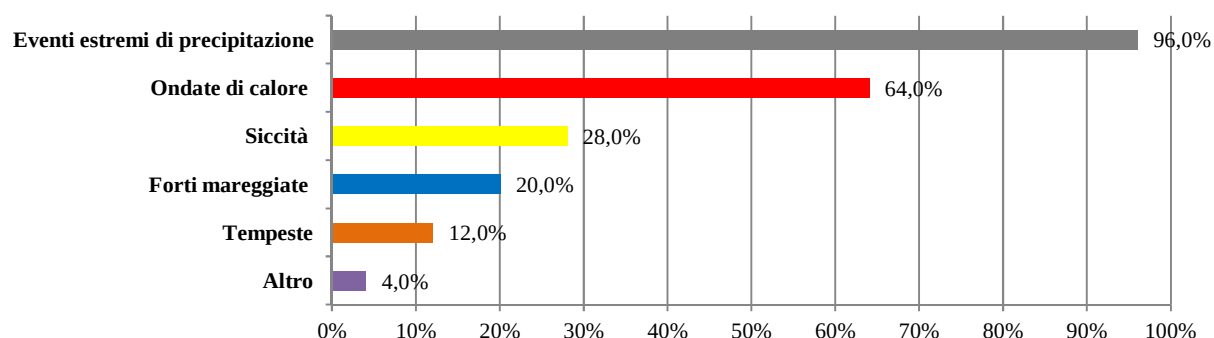
Figura 3 – Eventi estremi di natura climatica verificatisi negli ultimi decenni (% su 38 Amministrazioni)



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

In particolare, il 96% ha riscontrato eventi estremi di precipitazione, il 64% ha rilevato ondate di calore sul proprio territorio, il 28% ha subito episodi di siccità, il 20% ha riscontrato episodi di forti mareggiate ed il 12% ha rilevato il verificarsi di tempeste (Fig. 4).

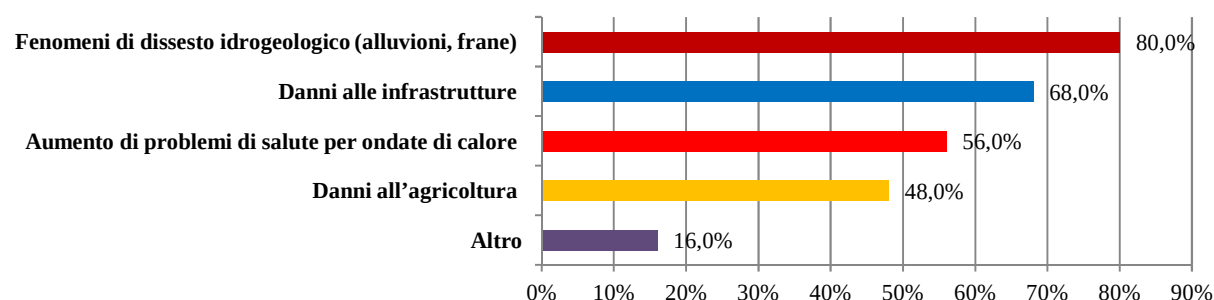
Figura 4 – Tipologia di eventi estremi di natura climatica (% su 25 Amministrazioni che hanno riscontrato eventi estremi di natura climatica negli ultimi decenni)



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

Tra le principali conseguenze degli eventi estremi identificati, si rilevano nell'ordine fenomeni di dissesto idrogeologico (frane e alluvioni), danni alle infrastrutture, problemi di salute legati ad ondate di calore, danni all'agricoltura (Fig. 5). In alcuni casi sono stati segnalati inoltre danni ad edifici, allagamenti con collasso della rete fognaria mista, carenza idrica, cattivo funzionamento della rete dei reflui e della depurazione.

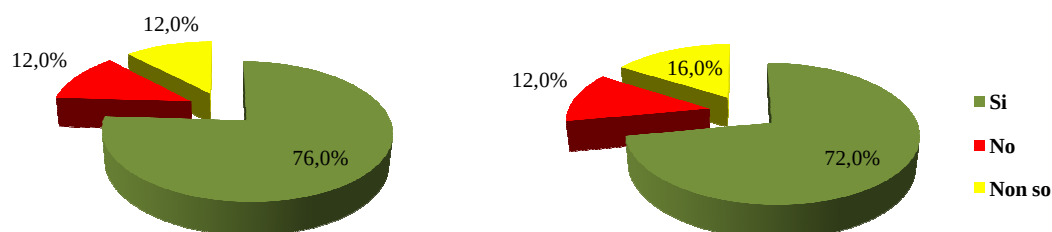
Figura 5 – Conseguenze degli eventi estremi di natura climatica (% su 25 Amministrazioni che hanno riscontrato eventi estremi di natura climatica negli ultimi decenni)



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

E' interessante analizzare l'approccio reattivo che le città hanno mostrato a seguito del verificarsi di eventi estremi climatici: il 76% delle Amministrazioni ha infatti adottato misure immediate per far fronte a tali eventi (Fig. 6, sinistra) ed il 72% ha predisposto misure finalizzate a proteggere la città da futuri eventi calamitosi di natura climatica (Fig. 6, destra).

Figura 6 – Adozione di misure immediate per fronteggiare gli eventi estremi di natura climatica (sinistra) e predisposizione di misure finalizzate a proteggere la città da futuri eventi calamitosi di natura climatica (destra) (% su 25 Amministrazioni che hanno riscontrato eventi estremi di natura climatica negli ultimi decenni)



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

In tabella 1 sono illustrate sinteticamente le misure adottate nell'immediato per fronteggiare gli eventi estremi di natura climatica e le relative conseguenze e quelle finalizzate a proteggere la città da futuri simili eventi calamitosi.

Tabella 1 – Misure immediate per fronteggiare gli eventi estremi di natura climatica e misure finalizzate a proteggere la città da futuri eventi calamitosi di natura climatica

	Misure immediate	Misure per eventi futuri
Eventi estremi di precipitazione		
Ancona	Sistema di monitoraggio e allerta per zone ad alto rischio idrogeologico, pianificazione di protezione civile per ottimizzare gli interventi per rischio incendio, idrogeologico e in caso di nevicate eccezionali.	Incremento attività di prevenzione sul territorio specie per il rischio idraulico e attività di manutenzione mirata.
Aosta	Interventi puntuali per il ripristino della continuità dello smaltimento acque e per il potenziamento di alcune condotte.	
Bergamo	Pronto intervento tecnico operativo: messa in sicurezza strutture/infrastrutture danneggiate; gestione viabilità, assistenza alla popolazione; attivazione del PEC ²⁴	Redazione PEC ²⁴ , studi geologici/idrogeologici di dettaglio, studi su aste fluviali di maggiore interesse.
Cagliari	Progetto per la realizzazione di opere infrastrutturali per la salvaguardia da eventi eccezionali, interventi di consolidamento e messa in sicurezza di costoni rocciosi, indagini geognostiche per la verifica delle condizioni del sottosuolo e di eventuali cavità.	PEC ²⁴ predisposto dalla Protezione Civile di Cagliari.
Firenze	A livello di studio: Piano di bacino del fiume Arno.	
La Spezia	Interventi di consolidamento delle frane.	Misure di protezione civile.
Milano	Piano di intervento con istituzione di un presidio per gli interventi di emergenza e il coordinamento di tutti i soggetti coinvolti, interventi immediati per il ripristino della viabilità e i servizi interrotti, richiesta al Governo di stato di calamità naturale.	Ipotesi di intervento di costruzione di vasche di laminazione a monte di Milano (circa 4 milioni di mc) e a valle (circa 300.000 mc).
Padova	Mitigazione degli effetti delle piogge estreme in aree particolarmente e storicamente vulnerabili.	Misure di <i>capacity building</i> attraverso l'adesione al <i>network</i> europeo <i>EU Cities ADAPT</i> .
Parma	Realizzata cassa di espansione sul torrente Parma e sul canale naviglio navigabile, azzerata la pianificazione sul consumo di nuovo suolo.	Finanziata la realizzazione della cassa di espansione sui torrenti Baganza e Cinghio, redazione del Piano di manutenzione del reticolo idrografico minore.
Perugia	Piani di protezione civile per il rischio idrogeologico.	Bonifiche idrauliche su reticolo idrografico/interventi manutentivi.
Piacenza	Ricostruzione infrastrutture danneggiate e crollate.	
Pistoia	PAI ²⁵ e cartografie delle aree a pericolosità elevata e molto elevata.	Previste opere strutturali (L. 183/89) e di manutenzione del reticolo idraulico (Pistoia).
Pordenone	PEC ²⁴ : opere di prevenzione e mitigazione rischio idrogeologico.	Interventi di pianificazione opere di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico.
R. Calabria	Interventi riduzione rischio idrogeologico lungo i torrenti	
Torino	Monitoraggi, individuazione obiettivi sensibili, individuazione zone a rischio, avvisi mediante sistemi automatizzati invio fax allerta/sms.	Rinforzo e modifica argini, progetto per la pulizia in alveo.
Varese	Interventi relativi al reticolo idrico minore.	
Venezia	Miglioramenti della rete idrografica (ricalibratura reti/canali, adeguamento sistemi fognari, realizzazione di bacini di laminazione).	Programma di opere (da finanziare) di messa in sicurezza idraulica della terraferma.
Vicenza	Progettazione opere di difesa idraulica.	Interventi idraulici presso i corsi d'acqua.
Ondate di calore		
Ancona	Allestimento di zone climatizzate, telefono dedicato e servizi di assistenza.	
Ferrara	Forniture servizi alle persone a rischio presso le abitazioni, aumento aree a verde, lotta alla zanzara tigre.	Forniture di servizi alle persone a rischio presso le loro abitazioni, aumento delle aree a verde, lotta alla zanzara tigre, coinvolgimento e sensibilizzazione cittadini.

segue

²⁴ Piano di Emergenza Comunale.

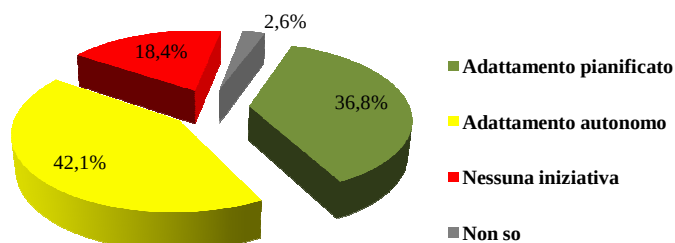
²⁵ Piano per l'Assetto Idrogeologico.

Milano	Piano anticaldo, potenziamento servizi di assistenza domiciliare, comunicazione ai cittadini sui comportamenti da tenere nelle ore più calde della giornata.	
Parma	Interventi di bio-compensazione cittadina con realizzazione di boschi con funzione di assorbimento specifico degli inquinanti e di mitigazione delle isole di calore, convegno di illustrazione di tali interventi.	
Perugia	Piani di protezione civile per le ondate di calore.	
Piacenza	Interventi di informazione della popolazione più sensibile (anziani).	
Venezia	Progetto di cintura verde/rete ecologica con realizzazione di alcuni parchi.	
Siccità		
Bologna	Istituzione cabina di regia che coinvolge le istituzioni ed altri enti con competenze in materia di gestione delle acque (area metropolitana).	Progetto LIFE+ <i>BLUE AP</i> per la definizione di un Piano di Adattamento ai cambiamenti climatici.
Ferrara	Adeguamento dei sistemi di presa per la captazione delle acque superficiali.	Adeguamento sistemi di presa per la captazione delle acque superficiali.
R. Calabria	Mobilizzazione di autobotti.	
Forti mareggiate		
R. Calabria		Erosione coste: interventi difesa/ripascimento.
Venezia	Acqua alta: Progetto integrato RII per sopraelevazione delle strade lungo i canali.	Acqua alta: Progetto MOSE ovvero sistema elettromeccanico di barriere mobili.

Fonte: Questionario ISPRA, 2014

In figura 7 vengono illustrati i differenti approcci all’adattamento adottati fino ad oggi dalle città consultate: la maggior parte delle città (42%) tratta il tema in termini di “adattamento autonomo/spontaneo” mentre il 37% sta già mettendo in atto un “adattamento pianificato”. Nel 18% dei casi l’adattamento non viene considerato all’interno delle iniziative dell’Amministrazione. Si segnala a questo proposito, anche al fine di una più precisa interpretazione dei risultati dell’indagine, la scelta effettuata dalla città di Venezia che, pur avendo avviato la predisposizione di una Strategia per il clima (“Piano Clima”) finalizzata a portare sotto un’unica cornice i temi della mitigazione e dell’adattamento, ma avendo altresì realizzato o in corso di realizzazione iniziative di adattamento autonomo, ha ritenuto più corretto collocare le proprie attività nella Sezione D – Adattamento autonomo.

Figura 7 – Approccio all’adattamento ai cambiamenti climatici (% su 38 Amministrazioni)



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

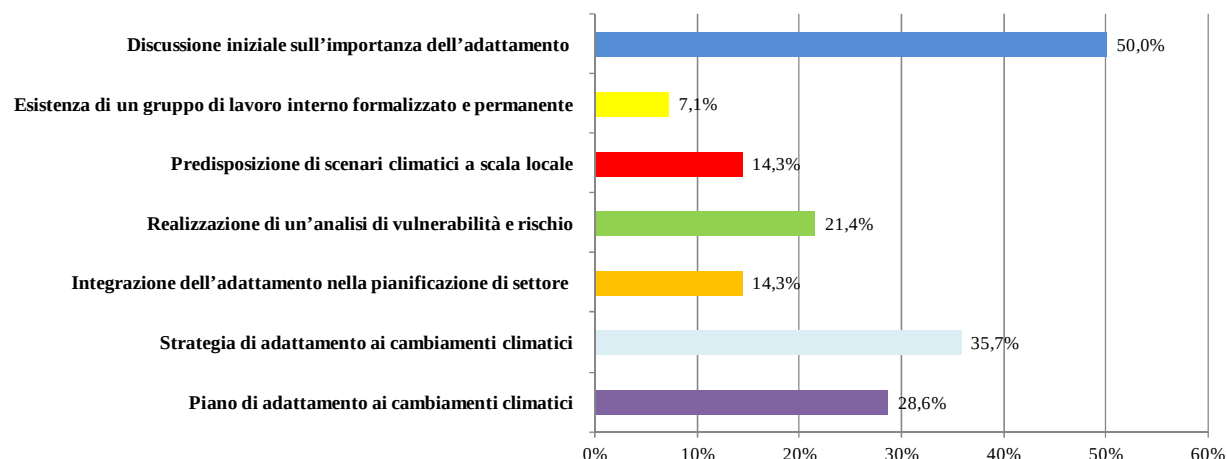
Da un’analisi più dettagliata dei risultati emerge, tuttavia, che alcune iniziative che sono state indicate come azioni/progetti di adattamento sono in realtà più esplicitamente finalizzate alla mitigazione (30% nel caso di adattamento pianificato e 18% nel caso di adattamento autonomo). Si tratta, perlopiù, di azioni correlate alla redazione/approvazione dei Piani d’Azione per l’Energia Sostenibile (PAES) che, come tali, hanno l’esplicito compito di elaborare inventari delle emissioni ed identificare misure per la riduzione dei gas serra (mitigazione).

Si è tuttavia deciso di considerare anche queste iniziative all’interno delle presenti elaborazioni poiché alcune misure contenute nei PAES, oltre a contribuire alla riduzione di gas serra, possono concorrere al perseguimento degli obiettivi di adattamento.

3.4. Adattamento pianificato

Delle 14 Amministrazioni che trattano l'adattamento in maniera pianificata, la metà si trova oggi in una fase di avvio e discussione sull'importanza della tematica, mentre una buona percentuale ha già avviato la predisposizione di - o ha già realizzato - Strategie e Piani di adattamento ai cambiamenti climatici (Fig. 8): si segnalano tra queste, in particolare, le iniziative di Ancona, Bologna e Padova specificamente focalizzate sul tema dell'adattamento.

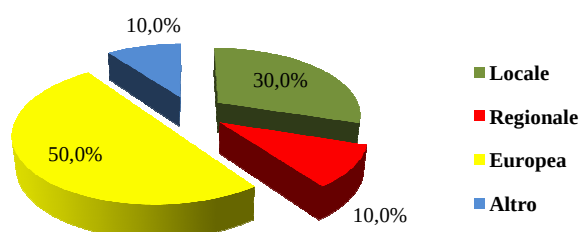
Figura 8 – Fase nel percorso di pianificazione dell'adattamento ai cambiamenti climatici (% su 14 Amministrazioni che trattano l'adattamento in maniera pianificata)



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

La metà delle iniziative di adattamento che le Amministrazioni annoverano fra quelle di adattamento pianificato deriva da progetti realizzati in ambito europeo, mentre il 30% viene attribuito ad un livello locale (Fig. 9).

Figura 9 – Ambito delle iniziative di adattamento pianificato (% su 20 iniziative)



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

In tabella 2 vengono sintetizzate le iniziative sull'adattamento pianificato segnalate dalle Amministrazioni²⁶.

Tabella 2 – Iniziative comunali relative all'adattamento pianificato

Ancona	Progetto LIFE ACT – <i>Adapting to climate change in Time</i> per la predisposizione di un Piano di Adattamento a livello Locale.
Bologna	Progetto LIFE+ BLUE AP – <i>Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City</i> .
Bolzano	Riqualificazione energetica di edifici di edilizia abitativa, creazione di una smart-guida tramite smart-point, distribuzione smart del calore del teleriscaldamento.
	Consulenza energetica gratuita per condomini privati con definizione del piano tecnico-finanziario di intervento.
	Redazione del Piano delle zone di pericolo e classificazione dei rischi specifici.
Firenze	Redazione delle mappe di pericolosità e disposizioni normative per la riduzione del rischio nell'ambito della formazione degli strumenti di pianificazione e atti di governo del territorio.
La Spezia	Nuova pianificazione comunale urbanistica e di protezione civile con valutazione e gestione del rischio.
Lecce	Creazione di una Task Force per la predisposizione di iniziative contro il cambiamento climatico volte a non sprecare le

segue

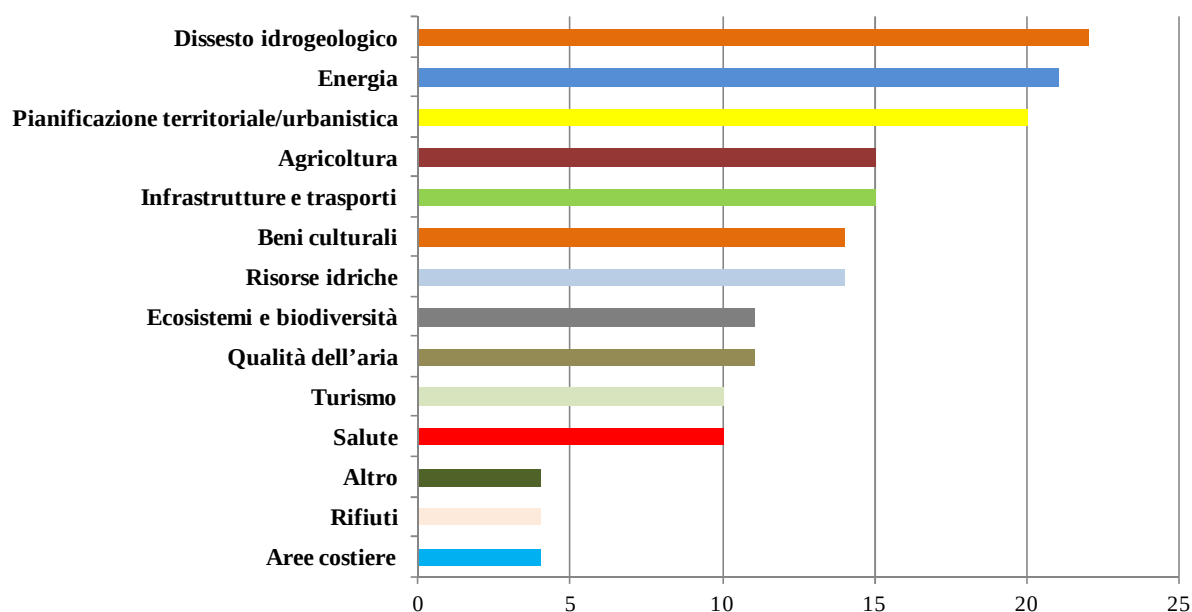
²⁶ Ai fini della presente pubblicazione sono state incluse nella tabella solo iniziative specifiche sull'adattamento.

	risorse energetiche, a migliorare i piani locali sulle alluvioni, a combattere l'erosione delle coste e a prevenire i danni dovuti alle tempeste.
Padova	Partecipazione all'iniziativa <i>EU Cities Adapt</i> che ha consentito a 21 città europee – suddivise in tre tipologie climatiche – di incontrarsi e scambiare <i>benchmark</i> al fine di realizzare una Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici.
	Progetto <i>Central Europe UHI (Urban Heat Island)</i> che ha consentito di realizzare – con il contributo di IUAV e Università di Padova - un'analisi approfondita dell'effetto isola di calore in città.
Roma	Preparazione della <i>Road Map</i> per la predisposizione di un Piano di adattamento.
	Vincitore del Premio <i>100 Resilient Cities</i> della <i>Rockefeller Foundation</i> per la preparazione di un Piano di adattamento.
Torino	Realizzazione di centri climatizzati per la fruizione da parte dei soggetti a rischio.

Fonte: Questionario ISPRA, 2014

La figura 10 classifica gli impatti dei cambiamenti climatici che sono stati analizzati nell'ambito delle iniziative considerate, ed indica tra questi il dissesto idrogeologico, l'energia²⁷ e la pianificazione territoriale/urbanistica come principali settori di impatto.

Figura 10 – Impatti dei cambiamenti climatici analizzati nell'ambito delle iniziative sull'adattamento pianificato (Numero di casi)

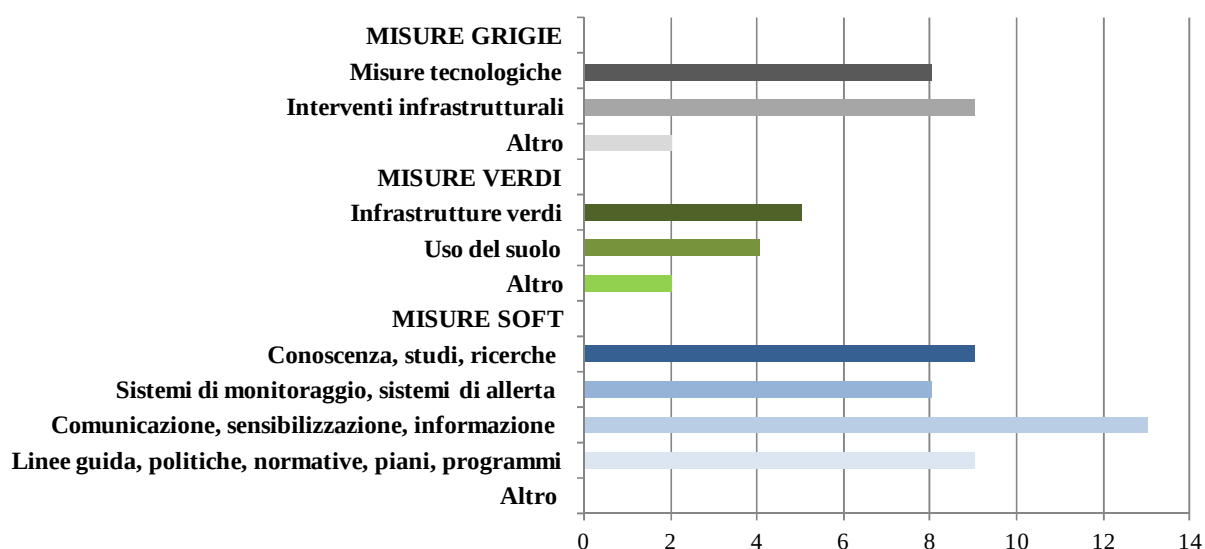


Fonte: Questionario ISPRA, 2014

Una classificazione delle misure di adattamento individuate all'interno delle iniziative citate, mette in evidenza una prevalenza netta di misure *soft* quali campagne di comunicazione, sensibilizzazione e informazione, azioni finalizzate ad aumentare la conoscenza e la ricerca sul tema, linee guida, politiche e normative, ed infine sistemi di monitoraggio e/o di allerta precoce. Tra le misure di adattamento emerge, poi, una preponderanza di quelle grigie (misure tecnologiche, infrastrutturali, ecc.) rispetto alle misure verdi (infrastrutture verdi, ecc.) (Fig. 11).

²⁷ Si precisa che il dato relativo all'energia può essere sovrastimato a causa di alcune risposte riferite erroneamente alla mitigazione e non all'adattamento.

Figura 11 – Numero di misure di adattamento adottate nell'ambito delle iniziative di adattamento pianificato



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

In Tabella 3 vengono descritte sinteticamente le misure di adattamento pianificato adottate dalle Amministrazioni rispondenti²⁸. Premesso che la classificazione delle misure può risultare opinabile in alcuni casi, le misure in tabella sono state inserite mantenendo quanto più possibile quella adottata da ciascuna Amministrazione.

Tabella 3 – Misure adottate dalle Amministrazioni nell'ambito delle iniziative di adattamento pianificato

MISURE GRIGIE	
Misure tecnologiche	
Bologna	Misure per ridurre i consumi irrigui.
Bolzano	Smart-points e distribuzione smart del calore.
	Realizzazione di opere di protezione.
La Spezia	Efficientamento edifici pubblici, risparmio risorse idriche.
Firenze	Normativa per la realizzazione di edifici ad alta prestazione energetica anche in caso di ristrutturazione di immobili. Misure specifiche per la riduzione del rischio idraulico anche per i singoli interventi edilizi.
Trieste	Riduzione consumi energetici mediante riqualificazione energetica degli edifici pubblici.
Interventi infrastrutturali	
Bologna	Eliminazione delle acque parassite e commistione acque bianche/nere.
Bolzano	Risanamento energetico di edifici di edilizia abitativa.
	Suddivisione del territorio in zone di diverso grado di pericolo.
Modena	Aumento verde urbano.
Padova	Casse di accumulo acque meteoriche e scoli in due quartieri della città.
Parma	Cassa di espansione sul torrente Parma e cassa di espansione sul canale naviglio navigabile: in programma le casse di espansione dei torrenti Baganza e Cinghio.
Trieste	Riduzione energetica mediante gestione efficiente dei consumi elettrici delle infrastrutture pubbliche.
Altro	
Bologna	Aumento della capacità di regolazione del fiume Reno.
MISURE VERDI	
Infrastrutture verdi	
Bologna	Agricoltura e orti urbani.
Firenze	Realizzazione e potenziamento di corridoi ecologici e reti ecologiche intraurbane.
Lecce	Arricchimento delle opere a farsi con aree a verde e specie autoctone per ridurre le isole di calore.
Modena	Forestazioni urbane.
Parma	Interventi di bio-compensazione cittadina (collaborazione con il CNR di Bologna) con realizzazione di boschi con funzione

segue

²⁸ Nella tabella sono state incluse alcune misure che, pur essendo prioritariamente finalizzate alla mitigazione, possono contribuire anche all'adattamento ai cambiamenti climatici. Non sono state incluse, invece, misure esclusivamente indirizzate alla mitigazione.

	di assorbimento specifico di inquinanti e mitigazione delle isole di calore.
Uso del suolo	
Bologna	Variante POC ²⁹ per la qualificazione diffusa adottata nel 06.2014 finalizzata a recupero, riqualificazione urbana e valorizzazione dello spazio pubblico, perseguibili attraverso la riduzione dell'impermeabilizzazione ed il miglioramento delle dotazioni territoriali delle aree interessate.
La Spezia	Variante salvaguardia colline.
Parma	Azzerata la pianificazione sul consumo di nuovo suolo a favore della riqualificazione dell'esistente.
Trieste	Adozione del nuovo PRGC ³⁰ del 16.4.2014 che tratta di arresto del consumo del suolo, di riqualificazione di aree dismesse, di risparmio idrico tramite l'invarianza idraulica.
Altro	
Bologna	Progetto LIFE+ GAIA (<i>Green Areas Inner City Agreement</i>) che prevede una <i>partnership</i> fra Comune e imprese per la piantumazione di nuovi alberi sul territorio comunale.
MISURE SOFT	
Conoscenza, studi e ricerche	
Ancona	Pianificazione di protezione civile su rischi territoriali.
Bologna	Profilo climatico locale che ha previsto un'analisi del territorio cittadino con l'individuazione, oltre alle criticità, legate soprattutto ai fattori idrogeologici, anche di alcuni fattori di resilienza.
Firenze	Studi idraulici, geologici di supporto agli strumenti urbanistici.
Padova	Attivazione Università di Padova e IUAV per lo studio approfondito delle vulnerabilità del territorio.
Sistemi di monitoraggio, sistemi di allerta	
Ancona	Sistema su area ad alto rischio e antropizzata.
Bologna	Sistema di allerta per ondate di calore attivo nell'area metropolitana di Bologna e progetto di sostegno <i>e-Care</i> rivolto agli anziani particolarmente fragili.
Bolzano	Monitoraggio di falda e massi instabili.
La Spezia	Potenziamento sistemi di allerta.
Modena	Centraline per la qualità dell'aria, controlli fiumi e canali.
Padova	Strumenti di monitoraggio dei deflussi fluviali.
	Studio sull'effetto isola di calore in città.
Parma	Potenziate le reti di monitoraggio atmosferico e idrico.
Comunicazione, sensibilizzazione, informazione	
Ancona	Informazione specifica alla popolazione coinvolta.
Bologna	Questionario conoscitivo in collaborazione con Kyoto Club, Ambiente Italia e ARPA E.R. per le imprese sull'adattamento ai cambiamenti climatici (Progetto LIFE+ <i>BLUE AP</i>).
Bolzano	Informazione e sensibilizzazione ai cittadini
La Spezia	Progetto "Acqua in brocca".
Lecce	Comunicazione e sensibilizzazione presso i cittadini, scuole, ecc.
Modena	Sistema settoriale web del Comune di Modena.
Padova	Creazione di due gruppi di lavoro sull'adattamento: 1. GdL intersettoriale; 2. GdL tecnico fra enti interessati (utilities, ARPAV, Ass. di categoria, Università di Padova, IUAV).
Parma	Convegno tematico in materia di cambiamenti climatici, per diffondere le buone pratiche di contrasto ai fenomeni estremi e di illustrazione degli interventi di bio-compensazione e bioedilizia realizzati ed in progetto.
Trieste	Ampia fase di informazione alla popolazione scolastica e non sul risparmio energetico e sui cambiamenti climatici; sensibilizzazione tramite il sito del Comune – Rete Civica.
Linee guida, politiche, normative, piani, programmi	
Ancona	Iniziativa di area vasta con altre municipalità per politiche condivise di contrasto.
Bolzano	Leggi provinciali e regolamenti comunali per l'efficienza energetica.
La Spezia	PUC ³¹ e piano di protezione civile.
Modena	Piano regionale rischio idrogeologico.
Padova	Delineata la Strategia di adattamento.
Trieste	Linee guida in materia di tematiche energetiche ed ambientali (DG 12/2012).

Fonte: Questionario ISPRA, 2014

²⁹ Piano Operativo Comunale.

³⁰ Piano Regolatore Generale del Comune.

³¹ Piano Urbanistico Comunale.

Box 1. Il Progetto LIFE+ BLUEAP - Il percorso partecipativo per la definizione del Piano di adattamento ai cambiamenti climatici del Comune di Bologna.

Il percorso partecipativo ha avuto l'obiettivo di sviluppare un confronto fra i diversi *stakeholder* sulle proposte da implementare per la definizione del Piano di adattamento della città di Bologna. Il percorso è iniziato nel novembre 2013 ed è terminato nell'aprile 2014. Nella prima fase di coinvolgimento sono state illustrate le criticità ambientali locali rispetto ai cambiamenti climatici ed i loro effetti. Gli incontri hanno avuto un'impronta fortemente interattiva con l'obiettivo di trasmettere conoscenze ma allo stesso tempo di raccogliere stimoli e proposte da utilizzare nell'implementazione del Piano di adattamento ai cambiamenti climatici. La seconda fase ha previsto incontri con gruppi ristretti ed è stata orientata al confronto su specifici aspetti inerenti l'adattamento climatico e l'applicazione del Piano dedicato, con l'obiettivo di confrontarsi sulle proposte del Piano e valutarne l'implementazione (<http://www.blueap.eu/site/>).

Box 2. Il Progetto LIFE ACT – *Adapting to climate change in Time*.

Scopo del Progetto europeo LIFE ACT – *Adapting to climate change in Time*, a cui hanno partecipato i Comuni di Ancona (Italia), Bullas (Spagna) e Patrasso (Grecia), con il supporto tecnico dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e in collaborazione con il Forum delle città dell'Adriatico e dello Ionio (FAIC), è stato quello di sviluppare, attraverso un percorso metodologico integrato, partecipato e condiviso dagli attori locali del territorio, Piani di Adattamento ai cambiamenti climatici a livello Locale (PAL), al fine di limitare gli effetti ambientali, sociali ed economici ed accrescere la resilienza delle città al cambiamento.

Pur avendo peculiarità territoriali e socio-economiche proprie, le tre amministrazioni locali si sono confrontate su problematiche tipiche del bacino del Mediterraneo – una delle regioni più vulnerabili agli effetti dei cambiamenti climatici in Europa – proponendosi così come aree pilota su cui testare metodologie e percorsi comuni di adattamento ai cambiamenti climatici (<http://www.actlife.eu/EN/index.xhtml>).

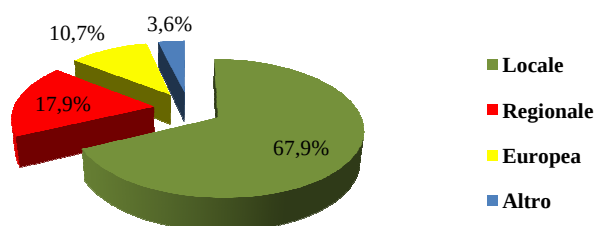
Box 3. Il Progetto Central Europe UHI (Urban Heat Island).

La città di Padova ha partecipato come partner associato al Progetto *Central Europe UHI (Urban Heat Island)* che ha consentito di realizzare, con il contributo di IUAV e Università di Padova, un'analisi approfondita dell'effetto isola di calore in città. Il percorso ha inoltre consentito la realizzazione di un prontuario per intervenire - su diverse unità tipologiche urbane caratteristiche della città e più in generale delle città venete - a diversi gradi nella riduzione dell'effetto isola di calore urbana (<http://eu-uhi.eu/it/>).

3.5. Adattamento autonomo/spontaneo

La sezione D del questionario ha analizzato gli stessi campi della sezione C ma dal punto di vista dell'adattamento autonomo, così come definito dall'IPCC. Si tratta in questo caso di iniziative perlopiù di origine locale (circa il 68%) ed in misura minore regionale (circa il 18%) ed europea (circa l'11%) (Fig. 12).

Figura 12 – Ambito delle iniziative di adattamento autonomo (% su 28 iniziative)



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

In tabella 4 vengono sintetizzate le iniziative specifiche sull'adattamento autonomo segnalate dalle Amministrazioni³².

Tabella 4 – Iniziative comunali relative all'adattamento autonomo

Bergamo	PEC ³³ (redazione, approvazione ed attuazione): definizione delle tipologie di rischio che possono verificarsi sul territorio e delle relative procedure di intervento. Redazione del PGT ³⁴ e degli studi ad esso correlato (Reticolo idrico e studio geologico e idrogeologico).
Cagliari	Progetto per la realizzazione di opere infrastrutturali per la salvaguardia da eventi eccezionali nel territorio di Pirri. Lavori di consolidamento e messa in sicurezza del costone roccioso del colle San Michele, interessato da dissesti che hanno coinvolto la parte nord orientale del colle. Sono stati eseguiti i seguenti interventi: pulizia vegetativa di pendici e pareti rocciose, bonifica litoide di pendici e pareti rocciose mediante disgaggio e riprofilatura, drenaggio del fronte, realizzazione di tirante attivo, rafforzamento corticale di pendici e pareti rocciose. Lavori di consolidamento e messa in sicurezza dell'ex cava di Monte Urpino in parte già realizzati e per i quali si è ottenuto di recente un finanziamento aggiuntivo per il completamento dell'intervento. Piano del Verde: Sistema delle Connessioni Urbane. Il sistema delle connessioni urbane esprime una chiara necessità di delineare all'interno del tessuto urbano, collegamenti e percorsi preferenziali che consentano di consolidare il verde diffuso, riqualificare le aree incolte e configurare dei microsystemi ben organizzati, autonomi, che costituiscono ulteriore elemento di interconnessione tra i grandi sistemi territoriali. Riqualificazione del Canale di Terramaini.
Ferrara	Ferrara "Città verde": obiettivo all'interno del PSC ³⁵ di realizzazione di nuove aree verdi. L'unica fonte di approvvigionamento idropotabile della città è rappresentata dal fiume Po. Tale situazione ha richiesto la necessità di realizzare particolari accorgimenti tecnologici per assicurare costantemente l'erogazione del servizio sia dal punto di vista quantitativo in regime di siccità che di piena del fiume, sia dal punto di vista qualitativo dovendo far fronte ad uno spettro di eventuali contaminanti estremamente ampio.
Livorno	Progetto di comunicazione e informazione alle scuole cittadine "Protezione civile o civica?".
Milano	Piano anti caldo: iniziativa mirata a proteggere le fasce deboli della popolazione nel periodo estivo, mediante il potenziamento del servizio di assistenza domiciliare e la diffusione di comunicati informativi (anche di "allerta meteo") con indicazioni sugli accorgimenti da adottare e i comportamenti da tenere in caso di ondate di calore. Opere di difesa idraulica del torrente Seveso. Misure PGT ³⁴ finalizzate a migliorare le condizioni indoor/outdoor in area urbana e a una maggiore efficienza energetica.
Perugia	Interventi di bonifica idraulica sul reticolo idrografico secondario. E' stata incrementata la capacità di contenimento idrico, con incremento della sezione d'alveo a seguito di eventi di piena.
Pistoia	Piani di protezione civile mirati per singoli eventi e per aree dettagliate; Piani stralcio per la sicurezza idrogeologica.
Pordenone	Le iniziative e le opere realizzate - oltre a quelle in corso - si inseriscono nella pianificazione regionale e di bacino.
Ravenna	Piani di finanziamento con risorse regionali e locali per il ripascimento delle coste e la costruzione di dighe protettive.
R. Calabria	Bonifica, risagomatura e ripristino delle arginature fatiscenti nei principali corsi d'acqua a carattere torrentizio ricadenti nel territorio comunale. Realizzazione di interventi di difesa e ripascimento delle coste. Intervento della Protezione Civile al verificarsi di eventi estremi di natura climatica con organizzazione di centri di ristoro con aria condizionata e servizio di rifornimento idrico H24.
Siracusa	Urbanizzazione più razionale, miglioramenti sul piano paesaggistico e sul relativo piano regolatore.

segue

³² Ai fini della presente pubblicazione sono state incluse nella tabella solo iniziative specifiche sull'adattamento.

³³ Piano di Emergenza Comunale.

³⁴ Piano per il Governo del Territorio.

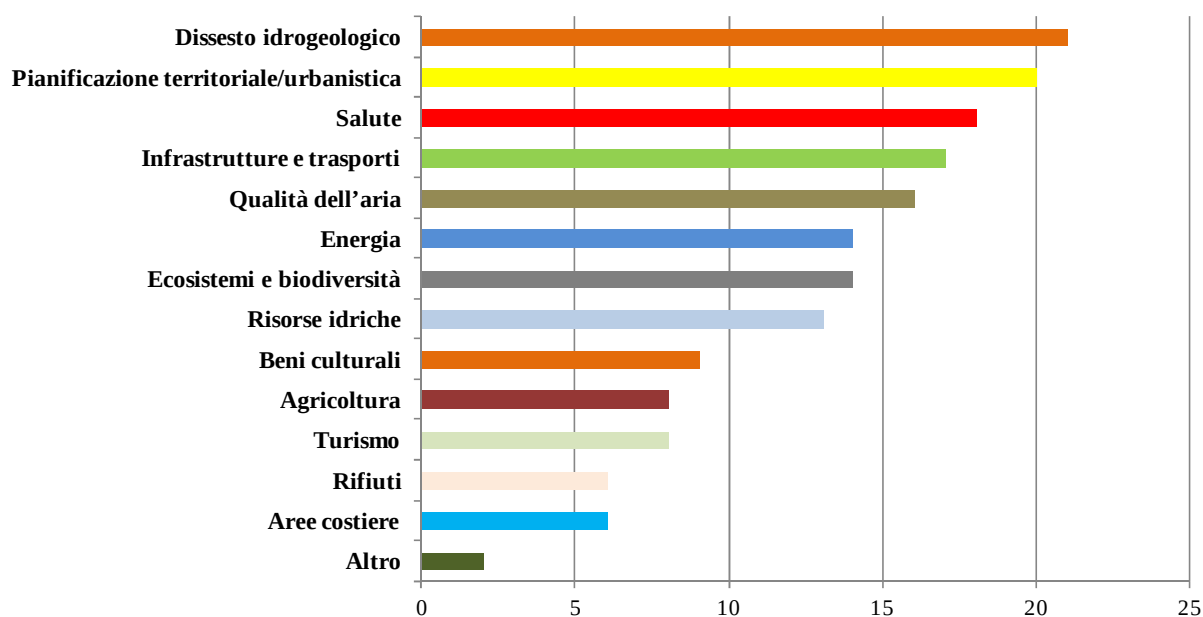
³⁵ Piano Strutturale Comunale.

Udine	Progetto del nuovo PRGC ³⁶ (gennaio 2013): verifica delle previsioni urbanistiche rispetto alle caratteristiche del territorio comunale e alle sue criticità e potenzialità, valutando nel dettaglio l'opportunità o meno di mantenere previsioni urbanistiche non più attuali, conseguendo il risultato di una consistente riduzione degli ambiti di espansione residenziale e produttiva (quasi 1 milione di mc in meno). Il progetto è accompagnato da elaborati tecnici: per gli aspetti idraulici, idrologici e geologici del territorio; per la zonizzazione delle varie componenti del sistema insediativo (aree di parco, aree agricole, aree insediate produttive e residenziali, ambiti di riqualificazione di zone dismesse, aree insediate di progetto, aree per servizi e infrastrutture). Nel nuovo PRGC sono state inoltre previste norme di attuazione, in linea generale, finalizzate al recupero delle aree insediate, al miglioramento del livello costruttivo degli edifici (risparmio energetico, fonti alternative, modalità costruttive, ecc.), al contenimento dell'uso del suolo.
	Progetto Isola urbana di calore: studio e valutazione della correlazione tra indice di urbanizzazione e andamento delle temperature in ambiente esterno.
Venezia	Il Comune di Venezia si trova a metà tra la situazione di adattamento pianificato (sez. C) e adattamento autonomo/spontaneo (sez. D). Il Comune ha cominciato a scrivere una strategia per il clima che intende portare sotto un'unica cornice sia la mitigazione che l'adattamento ai cambiamenti climatici. Il primo passo è stato la stesura (e la successiva approvazione da parte della Giunta Comunale) del documento " <i>Venezia Clima Futuro</i> ", sorta di manifesto della Città nei confronti delle tematiche legate ai cambiamenti climatici. Successivamente è cominciato un lavoro di analisi dei parametri climatici a livello locale. Altri progetti già realizzati o in corso di realizzazione rappresentano a tutti gli effetti delle attività di adattamento, seppure avviate senza un riferimento diretto ad una strategia comunale di adattamento ai cambiamenti climatici.

Fonte: Questionario ISPRA, 2014

Gli impatti analizzati hanno riguardato perlopiù il dissesto idrogeologico ed il settore della pianificazione territoriale/urbanistica. Sono numerosi, inoltre, i casi in cui sono stati considerati altri settori quali la salute, le infrastrutture ed i trasporti e la qualità dell'aria (Fig. 13).

Figura 13 – Impatti analizzati nell'ambito delle iniziative sull'adattamento autonomo (Numero di casi)

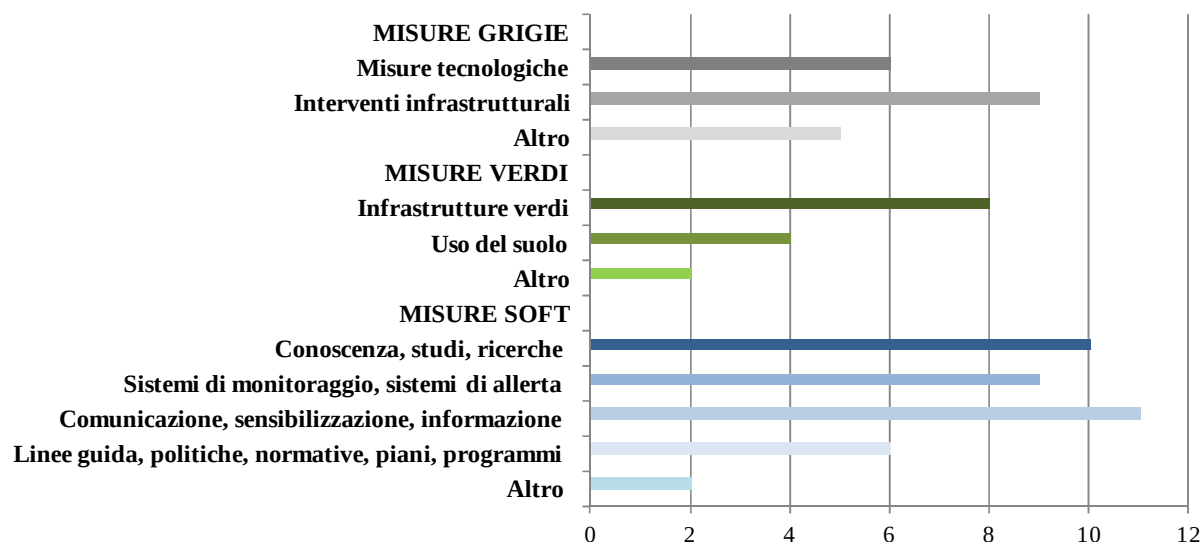


Fonte: Questionario ISPRA, 2014.

Le misure elencate in figura 14 rispecchiano approssimativamente il quadro delineato precedentemente per le misure di adattamento pianificato. Anche in questo caso, infatti, sono preponderanti le misure *soft*, seguite dalle misure grigie con interventi infrastrutturali e tecnologici.

³⁶ Piano Regolatore Generale del Comune.

Figura 14 – Numero di misure adottate nell'ambito delle iniziative di adattamento autonomo



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

In Tabella 5 vengono sintetizzate le misure di adattamento autonomo adottate dalle Amministrazioni rispondenti³⁷. Anche in questo caso, come specificato per la precedente Tabella 3, le misure sono state inserite in tabella mantenendo, per quanto possibile, la classificazione scelta da ciascuna Amministrazione.

Tabella 5 – Misure adottate dalle Amministrazioni nell'ambito delle iniziative di adattamento autonomo

MISURE GRIGIE	
Misure tecnologiche	
Ferrara	Realizzazione di un sistema di prelievo e potabilizzazione estremamente complesso e costoso.
Interventi infrastrutturali	
Cagliari	Realizzata una prima porzione di vasca di laminazione da 500 mc al fine di intercettare le acque piovane provenienti dal bacino a monte di Pirri per alleggerire il carico idraulico nelle zone critiche in caso di forti piogge. Previsto il raddoppio del vascone e la realizzazione di un ulteriore vascone di circa 10.000 mc. Il completamento del programma prevede la realizzazione di n° 5 vasche di accumulo, l'esecuzione di nuovi collettori e l'ampliamento di quelli esistenti. Riqualficazione del Canale di Terramaini. Prevista la realizzazione di: demolizione degli originari argini esistenti in stato di forte degrado; ricostruzione degli argini secondo le tipologie esistenti negli altri tratti mediante realizzazione di muri in calcestruzzo rivestiti in pietra calcarea; dragaggio del fondo al fine di rendere il canale navigabile; bonifica del canale mediante asportazione dei fanghi e dei detriti ivi presenti con relativo trattamento e conferimento a discarica; riqualficazione delle sponde con impianto di alberature e cespugli autoctoni; installazione di pontili galleggianti e servizi per la fruizione del canale; realizzazione di un parapetto metallico a protezione dalle cadute.
Milano	Potenziamento dei servizi di assistenza domiciliare, che vengono estesi anche a fasce di utenza normalmente non servite nel corso dell'anno, con istituzione di un numero verde attivo 24 ore su 24, per le richieste di intervento (pasti caldi a domicilio, assistenza domiciliare per la pulizia della casa e l'igiene della persona, aiuto domestico con accompagnamento per la spesa o per visite mediche e terapie). Ipotesi di intervento: costruzione di vasche di laminazione a monte di Milano (4 milioni di mc) e in misura nettamente inferiore (circa 300.000 mc) a valle.
Pistoia	Realizzazione casse di espansione e opere di contenimento pendii in frana.
Pordenone	Interventi compiuti: realizzazione argini ed opere che consentano un maggiore deflusso delle ondate di piena a difesa dell'abitato. Interventi programmati e in corso: 1) interventi di potenziamento degli impianti idrovori per lo scarico nel fiume Noncello delle acque meteoriche del centro abitato di Vallenoncello in Comune di Pordenone; 2) interventi di protezione delle aree abitate poste nelle aree esondabili soggette a rischio idraulico elevato in destra orografica del fiume Meduna in località Villanova.
Ravenna	Ripascimenti, costruzione dighe, difesa coste.
R. Calabria	Costruzioni di muri, ponti, briglie.
Venezia	Sistema di barriere mobili per chiudere le bocche di porto della laguna (MOSE).

segue

³⁷ Nella tabella sono state incluse alcune misure che, pur essendo prioritariamente finalizzate alla mitigazione, possono contribuire anche all'adattamento ai cambiamenti climatici. Non sono state incluse, invece, misure esclusivamente indirizzate alla mitigazione.

Altro	
Milano	Nel nuovo Regolamento Edilizio (in fase di approvazione) uno specifico capitolo è dedicato a “energia, fonti rinnovabili ed ecosostenibilità”. In attuazione di quanto previsto dal Piano delle Regole del PGT ³⁸ , con il nuovo regolamento edilizio vengono definiti requisiti minimi di ecosostenibilità per le nuove edificazioni e incentivi volumetrici connessi al soddisfacimento di requisiti aggiuntivi (sempre in termini di ecosostenibilità) per nuove edificazioni e interventi di riqualificazione. Parametri specifici sono stabiliti in relazione all’isolamento dell’involucro, all’inerzia termica (sfasamento e fattore di attenuazione) e ai tetti verdi, elementi che influenzano le prestazioni energetiche dell’edificio anche nella stagione estiva, consentendo il mantenimento di migliori condizioni di <i>comfort</i> .
Vicenza	Controllo della qualità delle acque di falda a seguito di fenomeni di inquinamento diffuso che interessano il territorio vicentino.
MISURE VERDI	
Infrastrutture verdi	
Bergamo	Previsione di nuove infrastrutture verdi, rete ecologica e nuovi parchi interconnessi.
Ferrara	Incremento delle aree urbane verdi e nuove piantumazioni arboree.
Milano	Il PGT ³⁸ definisce il sistema delle aree verdi sul territorio comunale. Il PGT affronta non solo il tema del verde in area urbana, ma anche le sue relazioni con il sistema del verde dell’area metropolitana. Il PGT, in coerenza con quanto previsto da elementi di pianificazione sovraordinati (fra i quali le Reti Ecologiche Regionale e Provinciale), definisce le caratteristiche delle aree facenti parte della Rete Ecologica Comunale. Tali aree sono progettate anche al fine di ridurre l’impatto ambientale delle attività antropiche, preservare la permeabilità dei suoli, conservare le aree a destinazione agricola, mantenere o ricreare ambienti di elevato valore naturalistico.
Pistoia	Opere di ingegneria naturalistica, gradonate, viminate, terre armate.
R. Calabria	Tappeti antierosivi, gabbioni, terre armate.
Udine	Norme volte alla valorizzazione dei parchi comunali, dei corsi d’acqua, dei percorsi ciclabili e dei corridoi ecologici e delle aree verdi urbane; norme di mitigazione ambientale per interventi infrastrutturali e sui corsi d’acqua; norme per il miglioramento della qualità del costruire e l’utilizzo di pratiche per il risparmio energetico.
Venezia	Rete ecologica e cintura verde/blu con la realizzazione del bosco di Mestre e il recupero dell’area del Parco San Giuliano.
Uso del suolo	
Bergamo	Gestione del suolo, limitando il costruito e favorendo la creazione di nuove aree verdi.
Pistoia	Vincoli sull’impermeabilizzazione e sui rialzamenti dei piani campagna, ordinanze sulla manutenzione del territorio.
Pordenone	Il nuovo PRGC ³⁹ considererà le tematiche inerenti l’uso del suolo e la vulnerabilità idrogeologica.
Udine	Previsioni di contenimento dell’uso del suolo; di recupero ambiti dei borghi storici e delle loro pertinenze; riqualificazione delle aree dismesse; valorizzazione e conservazione delle aree agricole e di parco comunale, nonché delle aree verdi urbane per attrezzature e ricreazione.
MISURE SOFT	
Conoscenza, studi e ricerche	
Bergamo	Redazione del PEC ⁴⁰ . Studi di dettaglio su cui si fondano le scelte del PGT ³⁸ : studio geologico, idrogeologico, Reticolo Idrico Minore.
Perugia	Studi specifici sia effettuati direttamente dal Comune sia da altri soggetti istituzionali (es. CNR IRPI).
Pistoia	Partecipazione a convegni e ricerche su studi del territorio.
Pordenone	Studio in corso sulle “acque parassite”.
Ravenna	Studi all’interno di un progetto europeo del sistema duno-costiero ravennate - Facoltà di Sc. Ambientali UNIBO (sede Ra).
R. Calabria	Indagine conoscitiva per individuare i sistemi più efficaci da realizzare nei vari interventi.
Udine	Studi preliminari al PRGC ³⁹ (i sistemi ambientali naturali ed artificiali, le condizioni idrauliche del territorio e la permeabilità dei suoli, i piani dei parchi comunali, la salvaguardia e la valorizzazione dell’architettura storica e contemporanea, ecc.). Rapporto ambientale della Valutazione Ambientale Strategica (VAS) Realizzazione di un’attività di rilevazione e studio da parte dell’Unione meteorologica del Friuli Venezia Giulia per la valutazione dell’andamento delle temperature in ambito urbano.
Sistemi di monitoraggio, sistemi di allerta	
Bergamo	Collegamento con rete di monitoraggio ARPA, creazione di una rete interna di allerta.
Cagliari	Sistema monitoraggio che fornisce dati su comportamento acque del canale di Terramaini in funzione degli eventi climatici.
Ferrara	Costante controllo analitico della qualità dell’acqua greggia alla presa e dell’acqua potabile erogata.
Pistoia	Sistema di allerta in tempo reale della popolazione.

segue

³⁸ Piano per il Governo del Territorio.

³⁹ Piano Regolatore Generale del Comune.

⁴⁰ Piano di Emergenza Comunale.

	<i>Apps attivabili con smartphone sia in sistema Android che Ios.</i>
Pordenone	Attraverso i sistemi di monitoraggio dei livelli della diga di Ravedis e dei livelli idrometrici del fiume Meduna il sistema di allerta consente di monitorare il fenomeno della piena e del rigurgito del fiume Noncello.
Siracusa	Sistemi di monitoraggio ambientale con centraline ubicate in tutta la Provincia.
Venezia	L'Istituto Centro Maree del Comune di Venezia fornisce un servizio di previsione del livello delle maree che allerta i cittadini in caso di alta marea utilizzando servizi web, applicazioni smartphone , sirene.
Vicenza	Realizzazione del sistema di controllo della portata dei fiumi.
Comunicazione, sensibilizzazione, informazione	
Ferrara	Diverse iniziative svolte dal Centro di Educazione alla sostenibilità del Comune (www.comune.fe.it/idea)
Livorno	Educazione all'adozione di corretti stili di vita e all'uso efficiente delle risorse.
Milano	Comunicazione ai cittadini con regole basilari sugli accorgimenti da adottare e il comportamento da tenere nelle ore più calde della giornata.
Perugia	Informazione alla popolazione attraverso diverse modalità quali: <i>social network</i> , messaggi sms, cartellonistica elettronica.
Pistoia	Sito comunale sulla protezione civile e informazione costante sugli eventi in corso.
Pordenone	Attività collegate al PEC ⁴¹ .
Siracusa	Informazione dei cittadini tramite web come previsto dal D. Lgs. 155/10
Udine	Percorso di partecipazione - "Costruiamo il Piano" - correlato al percorso formativo del PRGC ⁴² - Costruzione pagine web tematiche dedicate al percorso di formazione del PRGC e alla pubblicazione/consultazione documenti del PRGC.
Linee guida, politiche, normative, piani, programmi	
Livorno	Adozione Piano Comunale di Protezione Civile.
Pistoia	Regolamento Urbanistico, PAI ⁴³ , ordinanze.
Pordenone	Il costruendo Piano regolatore consentirà un uso oculato e maggiormente consapevole del territorio.
R. Calabria	Elaborazione di Piani di sicurezza eventi ad alto rischio (eventi calamitosi, terremoti, ecc.).
Udine	Norme di attuazione del PRGC ⁴² e relative appendici tematiche.

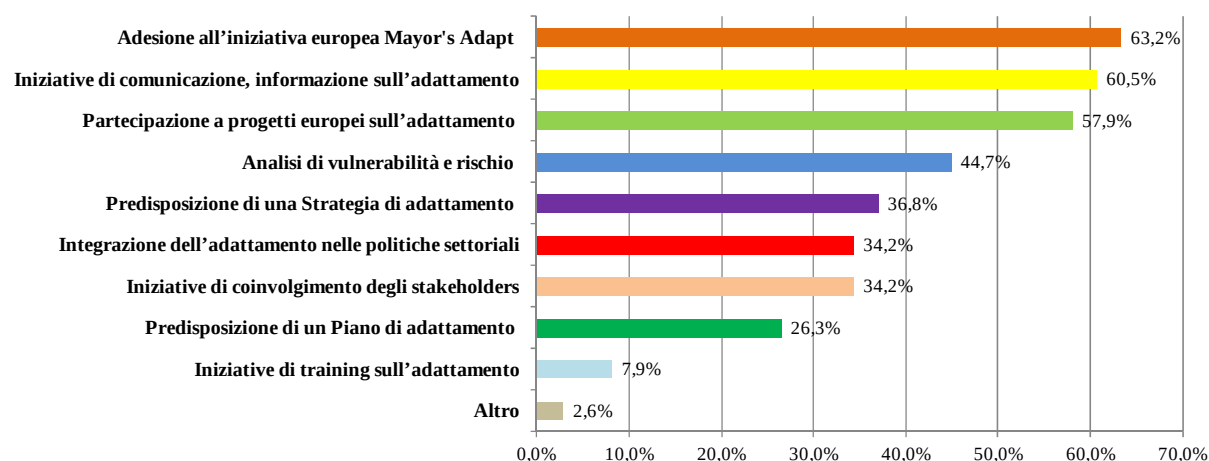
Fonte: Questionario ISPRA, 2014

3.6. Prospettive future

La sezione E pone l'attenzione sulle iniziative future e le eventuali barriere che le Amministrazioni intravedono sul loro percorso verso l'adattamento ai cambiamenti climatici.

Come illustra la figura 15 un'elevata percentuale di Amministrazioni intende aderire all'iniziativa europea Mayors Adapt, nonché promuovere iniziative di comunicazione ed informazione sul tema dell'adattamento. Anche la partecipazione a progetti europei rappresenta una voce importante tra le iniziative che le città italiane intendono avviare nel prossimo futuro.

Figura 15 – Potenziali iniziative future sull'adattamento ai cambiamenti climatici (% su 38 Amministrazioni)



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

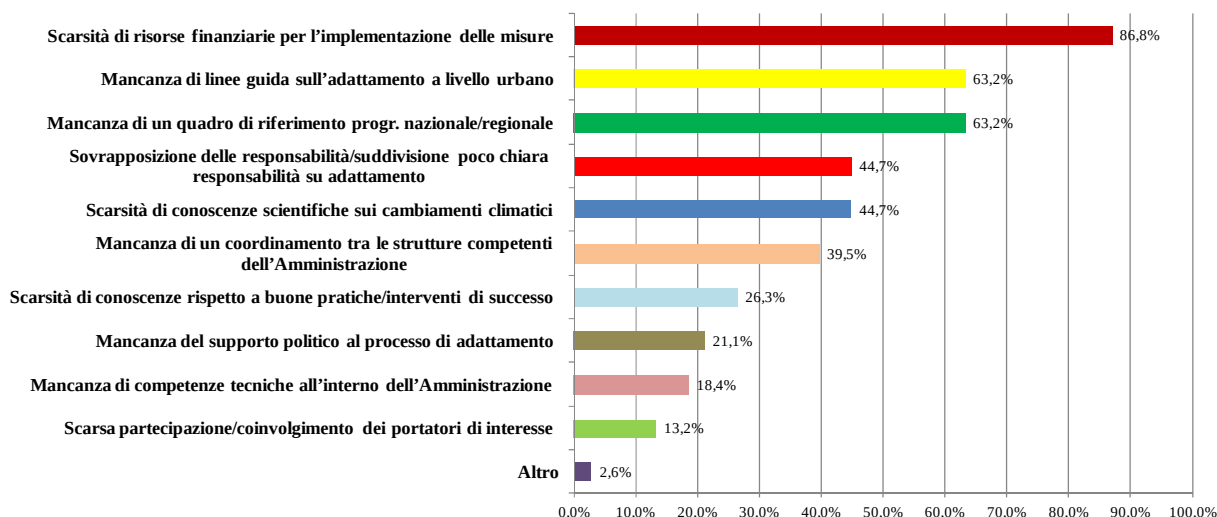
⁴¹ Piano di Emergenza Comunale.

⁴² Piano Regolatore Generale del Comune.

⁴³ Piano per l'Assetto Idrogeologico.

Fermo restando che tutte le barriere illustrate in figura 16 sono importanti, la scarsità di risorse finanziarie rappresenta la principale barriera che le Amministrazioni intravedono rispetto all'adattamento. Anche la mancanza di linee guida e di un quadro di riferimento programmatico nazionale/regionale possono costituire un difficile ostacolo da superare.

Figura 16 – Barriere rispetto all'adattamento ai cambiamenti climatici a livello urbano



Fonte: Questionario ISPRA, 2014

4. Sintesi dei risultati e conclusioni

La consultazione realizzata da ISPRA nei mesi di luglio e agosto 2014 si è conclusa con la restituzione di 38 questionari compilati, pari al 62% delle città contattate. Essendo la prima indagine condotta in Italia su un tema così nuovo come quello dell'adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale, questo dato può essere considerato soddisfacente ed indicativo di un attivo interesse da parte delle Amministrazioni pubbliche. A conferma di ciò, va notato che una percentuale significativa (24%) dei referenti contattati per l'indagine è responsabile di questo tema nella propria città.

Occorre, tuttavia, evidenziare che l'adattamento non viene sempre chiaramente distinto dalla mitigazione; questa difficoltà è confermata anche dal fatto che le risposte di alcune Amministrazioni hanno riguardato attività ed iniziative specificatamente finalizzate alla mitigazione – ovvero alla riduzione di gas serra (es.: predisposizione di PAES). Dato che in alcuni casi le misure di mitigazione possono concorrere al raggiungimento degli obiettivi di adattamento, ai fini delle elaborazioni statistiche dei risultati sono state considerate tutte le risposte ricevute, ma le analisi di dettaglio sui contenuti delle singole iniziative/misure sono state limitate ai soli contributi relativi all'adattamento. Tale scelta è stata effettuata soprattutto per fornire al lettore uno stato dell'arte sulla tematica dell'adattamento univoco e completo ed evitare ulteriore sovrapposizione fra i due differenti approcci.

Da un'analisi complessiva dei risultati va notato che nella maggior parte dei territori comunali (66%) negli ultimi decenni si sono verificati eventi estremi di natura climatica (es. eventi estremi di precipitazione, ondate di calore, episodi di siccità, forti mareggiate, tempeste) con conseguenze rilevanti in termini di dissesto idrogeologico (frane e alluvioni), danni alle infrastrutture, problemi di salute legati ad ondate di calore, danni all'agricoltura. Ciononostante almeno in un terzo di queste città il livello di percezione dei rischi e delle vulnerabilità associate ai cambiamenti climatici risulta essere medio-basso: questo risultato potrebbe far supporre che il verificarsi di tali eventi, nonché la loro intensità e frequenza, non venga messa in correlazione con il fenomeno dei cambiamenti climatici.

Di fronte al verificarsi di tali eventi una percentuale consistente di Amministrazioni ha adottato misure sia immediate (76%) che rivolte ad eventi futuri (72%), manifestando di reagire in modo concreto a problematiche attuali e adottando un'ottica preventiva per il futuro.

Pur trattandosi di un tema nuovo a livello locale, si riscontra un buon numero di Amministrazioni che ha già avviato un percorso di “adattamento pianificato” (37%), finalizzato in alcuni casi alla predisposizione di Strategie e/o Piani di adattamento (es. Ancona, Bologna, Padova). Nella metà dei casi questi percorsi derivano da progetti realizzati in ambito europeo, mentre un 30% viene attribuito ad un livello locale. I principali settori analizzati sono il dissesto idrogeologico, l’energia e la pianificazione territoriale/urbanistica. Nonostante siano state già adottate alcune misure concrete (grigie e verdi), la prevalenza di misure *soft* segnalate dalle Amministrazioni denota una forte esigenza di ampliare e disseminare le conoscenze su questa tematica e di adeguare gli strumenti di pianificazione del territorio ad una problematica emergente.

Una percentuale più alta di città (42%) dichiara di trattare il tema in termini di “adattamento autonomo/spontaneo”, attraverso iniziative locali (70%) ed in misura minore regionale (18%) ed europea (11%) che hanno riguardato tematiche quali il dissesto idrogeologico, la pianificazione territoriale/urbanistica, la salute, le infrastrutture, i trasporti e la qualità dell’aria.

Riguardo alle prospettive future, le Amministrazioni sembrano essere fortemente interessate ad avviare e/o proseguire iniziative specifiche di adattamento ai cambiamenti climatici, con particolare attenzione alla dimensione europea (adesione all’iniziativa europea *Mayors Adapt* e partecipazione a progetti europei) e alle attività di comunicazione ed informazione sul tema dell’adattamento.

Tuttavia, la scarsità di risorse finanziarie rappresenta la principale barriera che le Amministrazioni intravedono rispetto all’adattamento. Anche la mancanza di linee guida e di un quadro di riferimento programmatico nazionale/regionale sono considerate un difficile ostacolo da superare.

Luci e ombre caratterizzano il quadro che emerge dall’analisi dei risultati. Si constata, da un lato, che i concetti di adattamento e mitigazione vengono in più occasioni confusi e che l’adattamento, nonostante le nostre città stiano registrando eventi estremi di natura climatica sempre più frequenti ed intensi, non è ancora entrato esplicitamente a far parte delle agende politiche locali – se non in pochi casi. Si deve riconoscere, tuttavia, che l’esistenza di numerose iniziative di adattamento “autonomo/spontaneo” attualmente in corso nelle città possa rappresentare un ottimo trampolino di lancio per una transizione verso un auspicato processo di adattamento pianificato.

In vista dell’adozione di una Strategia di adattamento che porterà il nostro paese ad allinearsi al contesto europeo, definendo così un quadro politico-istituzionale di livello nazionale, l’auspicio è che la sfida dell’adattamento ai cambiamenti climatici possa essere integrata quanto prima nelle agende politiche locali, nella ragionevole consapevolezza che i cambiamenti climatici stiano rendendo ordinario ciò che fino a pochi decenni fa era considerato eccezionalità.

Bibliografia

Commissione Europea, 2009. *Adapting to climate change: Towards a European framework for action*. Bruxelles, 1.4.2009, COM(2009) 147 final.

Commissione Europea, 2013. *An EU Strategy on adaptation to climate change*. Bruxelles, 16.4.2013, COM(2013) 216 final.

DAL PATTO DEI SINDACI PER LA MITIGAZIONE A QUELLO PER L'ADATTAMENTO: IL PROGETTO BLUEAP

Giovanni Fini¹, Lucio Botarelli², Rodica Tomezeiu²

¹Comune di Bologna, ²Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente dell'Emilia-Romagna

Abstract

L'adattamento ai cambiamenti climatici è una necessità improrogabile. I costi economici e sociali del non fare e della riparazione dei danni sono già molto più elevati di quelli legati alla prevenzione. A livello locale, l'adattamento deve essere messo in atto studiando caso per caso le vulnerabilità, le fragilità, i rischi, gli interventi da attuare e le possibili soluzioni.

Il Comune di Bologna, con il progetto Life+ *BlueAp* e nell'ambito dell'iniziativa *Mayors Adapt* promossa dalla Commissione europea, ha avviato il percorso per costruire una città resiliente, capace cioè di proteggere i propri cittadini, il territorio e le infrastrutture dai rischi climatici.

Il processo, partito con la redazione di un Profilo climatico locale che illustra le principali criticità, prevede il coinvolgimento degli *stakeholder* nell'elaborazione del Piano locale di adattamento, che conterrà le azioni concrete per la prevenzione e le buone pratiche da adottare.

Parole chiave

Strategia locale di adattamento, *Mayors adapt*, bologna, resilienza, piano di adattamento

1. Introduzione

L'adattamento ai cambiamenti climatici è un tema di cui i governi nazionali e le comunità locali hanno iniziato a occuparsi da pochi anni come reazione alle conseguenze più evidenti. Molti settori economici, come l'agricoltura e il turismo, sono fortemente dipendenti dalle condizioni climatiche e stanno già affrontando gli impatti dei cambiamenti in atto.

La città di Bologna ha risentito negli ultimi anni in modi diversi degli impatti dei cambiamenti climatici: la cronaca ci restituisce con frequenza crescente episodi di danni causati da eventi meteorici particolarmente intensi che provocano frane e dissesti o piene dei corsi d'acqua.

Non può sfuggire come questi episodi accadano con frequenza ed intensità crescenti: non vogliamo far rientrare questi eventi nella categoria delle "calamità" ma abbiamo voluto avviare una riflessione seria e sistematica sulla prevenzione per "adattare" il nostro habitat ad un clima che è cambiato e che è destinato, nei prossimi anni, ad evolvere ulteriormente.

Figura 1 - Una foto aerea del territorio bolognese



Bologna si trova da sempre in una condizione di vulnerabilità dovuta alla quasi totale antropizzazione del territorio che la storia ci ha consegnato. Il colpo d'occhio della figura 1 mostra infatti come l'evoluzione naturale ha ceduto il posto alla gestione del territorio da parte dell'uomo attraverso interventi di disboscamento, bonifica delle paludi, regolazione dei corsi d'acqua, che affondano le radici nei secoli passati. E' nostro compito mantenere e rinnovare questa tradizione di cura dei luoghi in cui viviamo.

D'altro canto il clima è stato e continua ad essere una preziosa risorsa per la città. Il termine latino “*Bononia*” dal quale il nome della città deriva ci rimanda direttamente ad una comunità che basa la sua ragion d'essere sulla qualità della produzione alimentare ed agricola. E questa caratteristica è ancora oggi uno degli elementi di valore della città.

L'adozione preventiva di azioni di adattamento può tutelare le nostre risorse naturali e proteggere la società dagli impatti dei cambiamenti climatici, che possono essere potenzialmente molto costosi. Secondo la Commissione Europea, il costo minimo di un mancato adattamento ai cambiamenti climatici a livello europeo andrebbe dai 100 miliardi di euro all'anno nel 2020 ai 250 miliardi di euro all'anno nel 2050⁴⁴.

Il 16 aprile 2013, la Commissione Europea ha presentato la Strategia Europea di Adattamento ai cambiamenti climatici (COM(2013) 216 final), introducendo così un quadro normativo mirato a rendere l'Unione Europea sempre più pronta ad affrontare gli impatti dei cambiamenti climatici. L'iniziativa “*Mayors Adapt – the Covenant of Mayors Initiative on Adaptation to Climate Change*”, è stata lanciata il 19 marzo 2014 dalla Commissione europea nell'ambito della Strategia. “*Mayors Adapt*” mira ad aumentare il sostegno alle azioni locali, a fornire una piattaforma per un maggiore impegno e a mettere in rete le città sensibilizzando l'opinione pubblica circa le misure di adattamento ai cambiamenti climatici che si rendono necessarie.

Il Consiglio Comunale di Bologna ha approvato nella seduta del 4 giugno 2014 la proposta della Giunta di adesione a “*Mayors Adapt*” portando così Bologna ad essere la prima città italiana ad aderire ed avviando i lavori, attraverso il progetto europeo *BlueAp*, per la definizione del Piano di Adattamento.

2. Il progetto Life “*BlueAp*”

Il Comune di Bologna sta definendo il proprio Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici attraverso il progetto *BlueAp* (*Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City*), un progetto LIFE+ (LIFE11 ENV/IT/119)⁴⁵.

Il Progetto *BlueAp*, che ha preso il via nell'ottobre 2012 e che si concluderà il 30 settembre 2015, nasce con l'obiettivo di aumentare le capacità resilienti del territorio bolognese grazie alla definizione di un Piano di adattamento locale al cambiamento climatico, la sperimentazione di alcune misure pilota, efficaci e concrete; l'obiettivo socio-ambientale è di preparare l'amministrazione ed i cittadini a fronteggiare in modo più efficace le ondate di calore, siccità, *flash flooding*, alluvioni (adattamento reattivo) e altre conseguenze dei mutamenti climatici, riducendo al tempo stesso le vulnerabilità esistenti del territorio (adattamento preventivo). Il progetto, coordinato dal Comune di Bologna, coinvolge altri tre partner tecnici: Ambiente Italia, ARPA Emilia-Romagna e Kyoto Club. Grazie al lavoro di pianificazione e sperimentazione svolto con *BlueAp* nella città di Bologna, si andranno a realizzare linee guida per la definizione di analoghi Piani di adattamento, che potranno essere adottati da tutte le città italiane di medie dimensioni, andando a colmare una mancanza del territorio italiano così come richiesto anche nella Strategia Europea e Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici.

Bologna sarà quindi una tra le prime città pilota in Italia a predisporre una Strategia Locale ed un Piano per affrontare la sfida del cambiamento climatico.

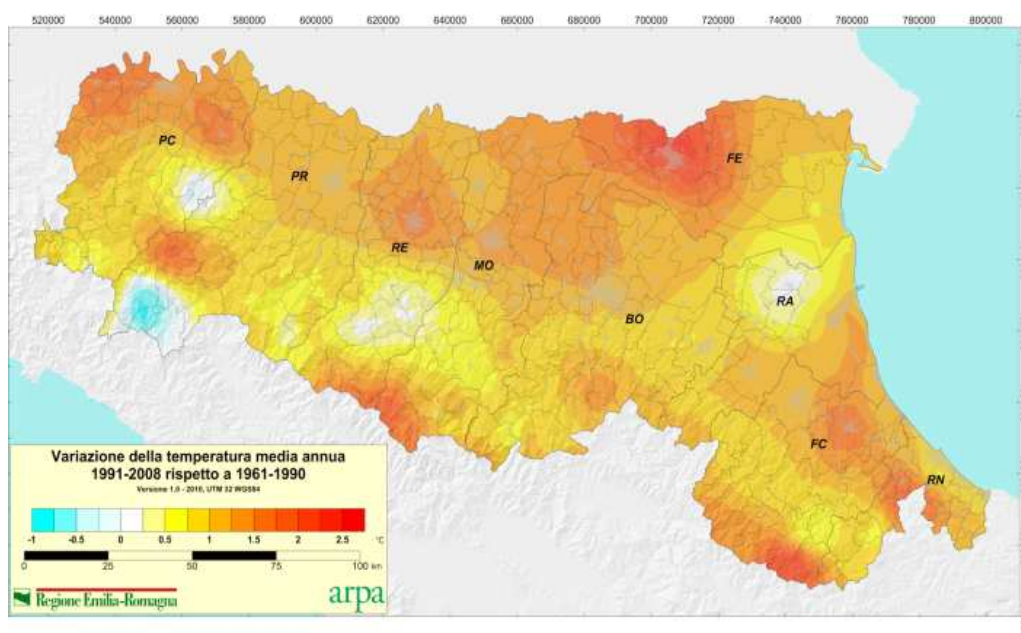
⁴⁴ Cfr. EU Adaptation Strategy

⁴⁵ <http://www.blueap.eu/site/>

3. Evoluzione del profilo climatico di Bologna

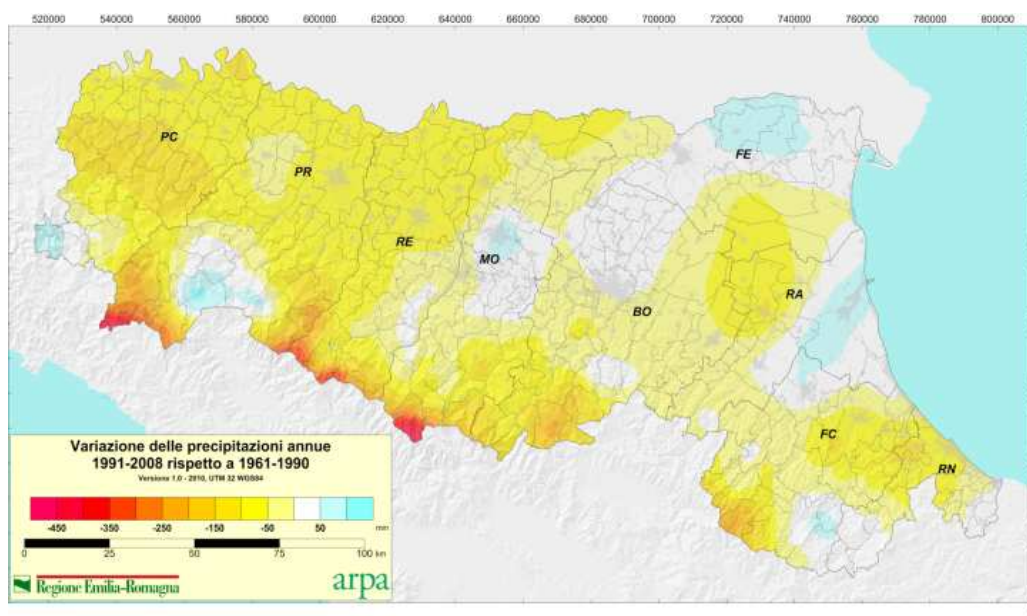
Le ricerche su scala locale e regionale confermano le tendenze climatiche, che già si osservano in Italia e in altre aree europee a causa del cambiamento climatico. In Emilia-Romagna i segnali sono noti sia nel campo termico che pluviometrico. Per le temperature è stata riscontrata una tendenza al rialzo, con anomalie positive nella maggior parte della regione compresa tra 0.5°C e 3°C. La tendenza al riscaldamento è più marcata a partire dal 1990 ed il segnale maggiore è quello stagionale estivo. Per quanto riguarda le precipitazioni annuali, anomalie negative sono state registrate nel periodo 1991-2008, rispetto al periodo 1961-1990, su quasi tutto il territorio regionale, con una media regionale di circa -50 mm, più intense lungo il crinale appenninico. A livello stagionale è stato notato un leggero calo delle precipitazioni estive, invernali e primaverili.

Figura 2 - Anomalie della temperatura media annua nel periodo 1991-2008 rispetto al 1961-1990



Fonte: Atlante Idroclimatico Regione Emilia-Romagna

Figura 3 - Anomalie della precipitazione totale annua nel periodo 1991-2008 rispetto al 1961-1990



Fonte: Atlante Idroclimatico Regione Emilia-Romagna

Per quanto riguarda l'area di Bologna, sono stati fatti approfondimenti sia per il clima in atto che per i suoi sviluppi futuri. Per questi ultimi sono state utilizzate tecniche statistiche di regionalizzazione applicate ai modelli globali basati sullo scenario emissivo A1B. I risultati sono contenuti nel Profilo Climatico Locale (LCP o PCL), che è lo strumento conoscitivo per la redazione del Piano di adattamento. In particolare, per quanto riguarda la situazione in atto, dal 1951 al 2011 sono stati osservati importanti segnali di variabilità climatica sia per le temperature che per le precipitazioni: tendenze significative di aumento della temperatura sono rilevate per tutte le stagioni, con un valore medio di circa 0,3°C per decade; si osserva anche un aumento delle ondate di calore in tutte le stagioni e una diminuzione del numero di giorni con gelo. Per quanto riguarda le precipitazioni si registra una diminuzione non statisticamente significativa per l'inverno, primavera ed estate e un lieve aumento per l'autunno. Inoltre, i risultati mostrano per l'estate un incremento del numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia ed un aumento della frequenza di giorni con precipitazioni intense.

Per quanto riguarda le proiezioni climatiche locali, gli scenari futuri mostrano un probabile incremento medio delle temperature di 2°C per il periodo 2021-2050 rispetto al 1961-1990, con le anomalie più forti che potranno verificarsi durante il periodo estivo, comportando un conseguente aumento delle ondate di calore. A fine secolo i possibili segnali di aumento potranno essere ancora più marcati, con anomalie medie superiori a 3°C. Per entrambi i periodi, 2021-2050 e 2071-2099, si prevede che le anomalie più forti potranno verificarsi durante il periodo estivo con valori medi di 2,5°C e di 5,5°C, rispettivamente.

Per quanto riguarda le precipitazioni, le proiezioni mostrano un possibile calo, più marcato nel periodo 2071-2099, quando la diminuzione potrà essere di circa il 30% per la stagione estiva. Le informazioni del Profilo Climatico Locale (PCL) costituiscono un importante punto di partenza, ma queste non esauriscono la necessità di analisi, che dovranno essere sviluppate gradualmente negli anni a venire. È quindi opportuno provare a descrivere gli impatti dei cambiamenti climatici a scala locale anche basandosi su evidenze empiriche, che la città osserva e che danno il senso, seppure qualitativo, del fenomeno. Anche la semplice osservazione dei fatti di cronaca registrati dagli organi locali di informazione negli ultimi 12 mesi, direttamente collegabili agli effetti dei cambiamenti climatici, mostra una serie di eventi, che si manifestano con sempre maggiore frequenza. I rischi connessi alle proiezioni climatiche ed alle evidenze empiriche, che si verranno a manifestare sul territorio cittadino, sono stati principalmente individuati in siccità e carenza idrica, ondate di calore, eventi estremi e rischio idrogeologico. Pur in assenza di uno specifico Piano, la città di Bologna ha considerato il tema dei cambiamenti climatici in molte delle politiche e delle azioni intraprese negli ultimi anni. In questa sezione del documento si riportano alcuni tra i più significativi documenti di programmazione esistenti.

4. Il Piano di adattamento della città di Bologna

Con l'adesione a *"Mayors Adapt – the Covenant of Mayors Initiative on Adaptation to Climate Change"*, il Comune di Bologna si è impegnato a:

- valutare i potenziali rischi dei cambiamenti climatici e vulnerabilità come base di priorità alle azioni di adattamento;
- individuare, valutare e dare priorità agli interventi di adattamento attraverso lo sviluppo e la presentazione di una strategia di adattamento locale o dei rispettivi documenti di adattamento rilevanti, inclusi i risultati della valutazione della vulnerabilità, individuando responsabilità e risorse in modo chiaro, e delineando le azioni di adattamento, entro due anni successivi dalla adesione formale;
- attuare le azioni di adattamento locali;
- monitorare e valutare regolarmente i progressi;
- inviare una rendicontazione ogni due anni;
- adeguare la strategia di adattamento locale.

Tutti i punti di questo elenco sono già compresi nelle attività del progetto LIFE+ *BlueAp* che prevede la definizione di un vero e proprio Piano Locale di Adattamento. Per questo motivo lo sviluppo del Piano di Adattamento di Bologna avverrà in due fasi: la definizione e l'approvazione di un documento

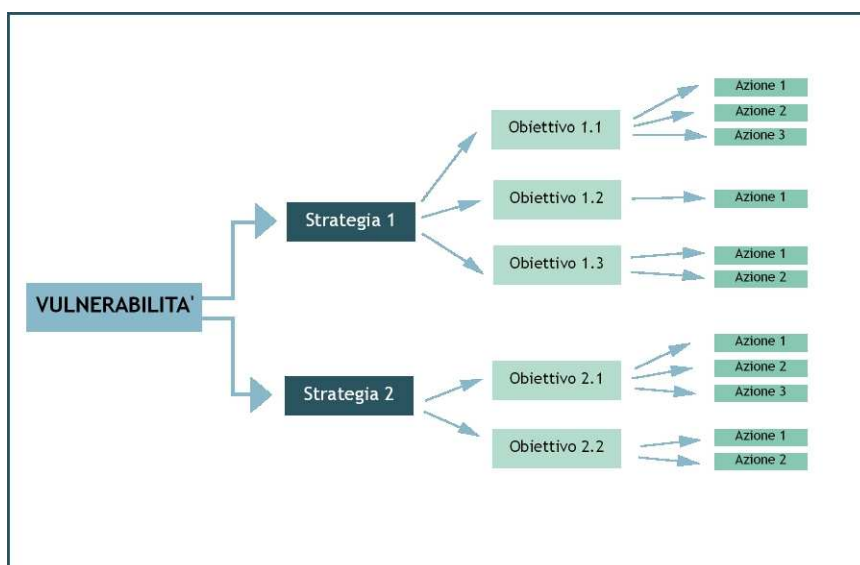
contenente la Strategia Locale di Adattamento e la definizione (e l'approvazione) di un vero e proprio Piano di Azione.

La Strategia di Adattamento, che sarà approvata entro il 2014, vuole definire e rendere espliciti gli elementi di base per la costruzione del Piano di Adattamento individuando e descrivendo le principali strategie che il Piano dovrà tradurre in azioni concrete che impegnano l'amministrazione.

Lo schema di lavoro è quindi quello della figura 4: ad ognuna delle vulnerabilità individuate la Strategia Locale associa una o più strategie accompagnate per quanto possibile da obiettivi specifici misurabili. La definizione dettagliata delle azioni avverrà invece nell'ambito del Piano una volta approvato il documento strategico e consolidate le strategie. Il Piano, la cui approvazione è prevista all'inizio del 2015, nasce con l'ambizione di costituire una cornice complessiva delle azioni di adattamento della città di Bologna interessando in maniera trasversale tutti temi e gli argomenti su cui è necessario intervenire.

Strategia e Piano fanno riferimento ad un arco temporale di medio periodo che considera il 2025 come anno di raggiungimento degli obiettivi.

Figura 4 - Dalle vulnerabilità (profilo climatico locale) alle strategie (documento strategico) alla definizione delle specifiche azioni (Piano)



Il processo di definizione della Strategia e del Piano sta seguendo il percorso schematizzato nella figura 5: la costruzione di un piano efficace non può prescindere dal monitoraggio sistematico della sua attuazione e della sua efficacia e dalla eventuale revisione di strategie e azioni.

Figura 5 - Il processo di definizione del Piano Locale di Adattamento prefigurato nel progetto BlueAp



Fonte: www.blueap.eu

Lasciando alle schede il compito di illustrare sinteticamente gli indirizzi che la città sta assumendo, ci sembra necessario dedicare una breve riflessione al tema della *governance* locale delle politiche di adattamento e a come questa determinerà in parte la struttura del Piano. I cambiamenti climatici determinano l'intensificarsi di impatti e rischi già presenti sul territorio e quindi, in effetti, già oggetto di attenzione da parte di autorità o enti incluso il Comune di Bologna.

Tuttavia, l'esigenza di passare dal rimedio dei danni alla prevenzione sistematica orientata ad azioni di medio-lungo periodo, insieme con l'obbligo di dotarsi delle risorse necessarie per intraprendere le azioni del Piano, porta alla certezza che competenze e ruoli non possono mantenersi nella situazione attuale pena l'inefficacia delle strategie qui descritte.

Il Piano di adattamento si occuperà quindi non solo del “cosa” fare ma anche del “come” e presterà particolare attenzione alle funzioni delle autorità della amministrazione pubblica ed all'interazione con partner privati interessati, quanto il pubblico, alla attuazione delle azioni del piano.

Strategia e Piano di Adattamento devono cercare di integrare politiche e strumenti propri dell'amministrazione comunale con livelli di *governance* sovracomunale, soprattutto per quanto riguarda i temi legati all'approvvigionamento della risorsa idrica e il dissesto idrogeologico dove la dimensione fisica dei problemi obbliga a guardare oltre il perimetro amministrativo della città.

Sono stati quindi identificati quegli ambiti, e le relative possibili linee di intervento strategiche, che ricadono in modo esclusivo (o quasi) sotto la competenza comunale, distinguendoli da quelli nei quali il ruolo e le competenze del Comune sono in qualche modo sussidiarie e quelle di altri organismi sovralocali, dall'Autorità di Bacino all'agenzia territoriale dell'Emilia Romagna per i servizi idrici e i rifiuti.

Per quanto riguarda le competenze del Comune, occorre partire dal coinvolgimento dei diversi settori dell'amministrazione comunale.

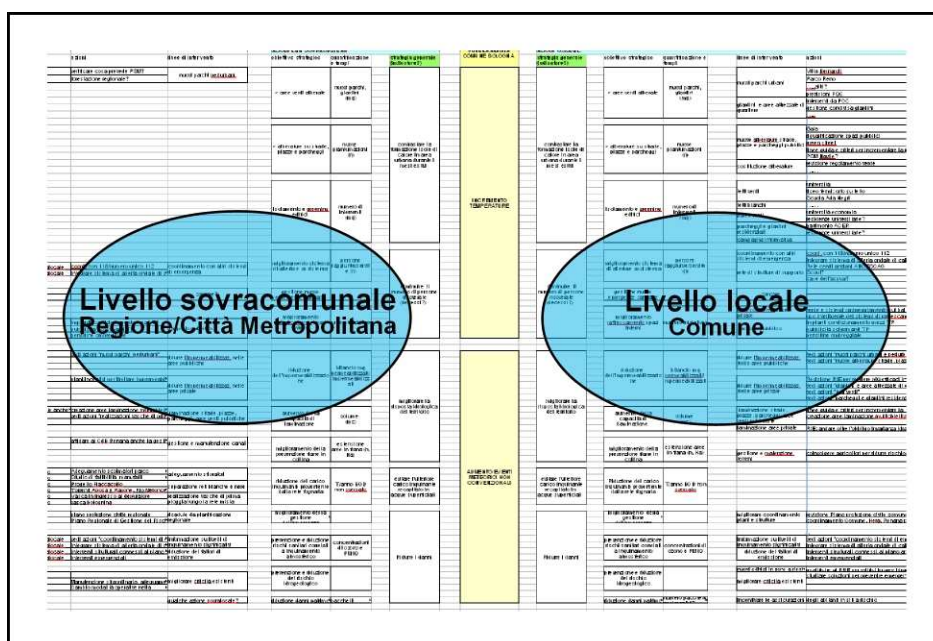
Per quanto riguarda, invece la programmazione e gestione dei servizi idrici, eventuali strategie di lungo periodo coinvolgono necessariamente Atersir, Agenzia territoriale dell'Emilia-Romagna per i servizi idrici e i rifiuti, ed Hera, l'azienda gestore del servizio idrico integrato, mentre la gestione della

risorsa idrica e il dissesto idrogeologico a livello sovralocale vede come principali riferimenti il Servizio Tecnico di Bacino del Reno e il consorzio della Bonifica Renana.

Proprio allo scopo di garantire il coordinamento delle azioni necessarie per affrontare le siccità estive che riguardano l'area metropolitana di Bologna, già da due anni è operativa una **cabina di regia** che coinvolge le istituzioni e gli altri enti con competenze in materia di gestione delle acque. La *cabina di regia* è composta dalla Regione Emilia-Romagna, che la presiede, dall'Agenzia Territoriale dell'Emilia-Romagna per i Servizi Idrici e Rifiuti (ATERSIR), dalla Provincia di Bologna, dal Consorzio della Bonifica Renana, dal Gestore del Servizio Idrico Integrato HERA Bologna, dal Consorzio della Chiusa di Casalecchio e del Canale di Reno e dai Comuni di Argelato, Bentivoglio, Bologna, Casalecchio di Reno, Castel Maggiore, Malalbergo e San Giorgio di Piano. La *cabina di regia* si avvale di un tavolo tecnico di coordinamento che si riunisce 4-5 volte l'anno proprio allo scopo di concordare le misure descritte in seguito, ne verifica l'effettiva attuazione e le aggiorna e modula, in funzione delle esigenze legate all'andamento climatico. Per questo la *cabina di regia* può divenire una delle principali strutture di *governance* delle politiche sulla risorsa idrica del Piano di Adattamento. Nel 2013 è emersa da parte dei partecipanti l'esigenza che la cabina di regia assuma maggiore stabilità, non limitandosi ad agire solo in occasione delle emergenze legate alla siccità ma garantendo un coordinamento continuativo nel corso dell'anno ed estendendolo ai temi legati alla gestione delle piene e del rischio idraulico e del dissesto idrogeologico.

La realizzazione di quanto previsto nella Strategia Locale e nel Piano di Adattamento passeranno anche attraverso l'adeguamento degli strumenti regolamentari e di pianificazione del territorio comunale.

Figura 6 - Lo schema logico del Piano: a sinistra le azioni a carattere sovracomunale, a destra quelle di livello municipale. Ad ogni vulnerabilità individuata dal profilo climatico locale corrispondono strategie in parte riconducibili direttamente al Comune di Bologna e in parte attinenti gli ambiti di competenza di altri enti. Questa separazione sarà resa evidente nella definizione delle azioni del Piano



Fonte: www.blueap.eu

4.1 Siccità e carenza idrica

Il cambiamento climatico porterà ad una estensione dei periodi di assenza di pioggia in estate, andando ad aggravare la criticità già oggi presente. L'impianto di potabilizzazione di Bologna, il sistema dei canali storici di Bologna e la rete irrigua sono alimentati in buona parte da un unico corso d'acqua appenninico, il Reno, caratterizzato, già in condizioni naturali, da portate estive molto esigue e profondamente artificializzato nel suo tratto di pianura.

A questo si aggiunge il fenomeno della subsidenza: l'abbassamento graduale del piano di campagna, dovuto alla costipazione del sottosuolo, fenomeno che tende a peggiorare in seguito all'estrazione di acque dalla falda profonda.

Questo rende molto problematico l'approvvigionamento idrico di Bologna nel periodo estivo, sia da falda che da acque superficiali: è quindi necessario ridurre al minimo i prelievi.

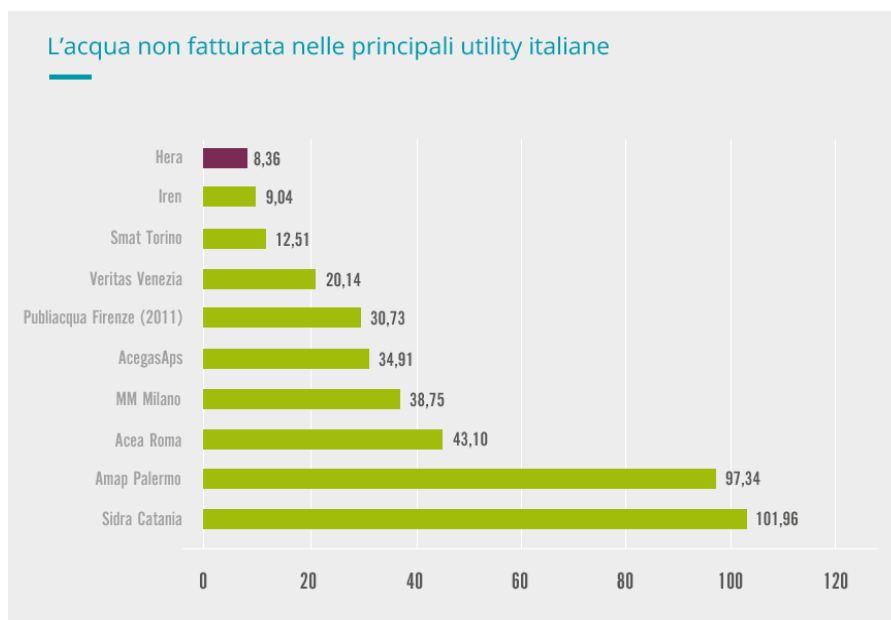
Il sistema di approvvigionamento idrico per i diversi usi opera ad una scala più vasta di quella del Comune: sia il sistema acquedottistico (che si approvvigiona da acque superficiali e da falda) che la rete di adduzione irrigua (alimentata con acque superficiali provenienti prevalentemente da Reno e da Po), servono un territorio che abbraccia tutta l'area metropolitana. È a questa scala, quindi, che vanno ricercate le soluzioni.

A livello Comunale i consumi idrici più significativi sono di gran lunga quelli civili. Nel 2012 l'acqua prelevata e immessa in rete per usi civili è stata pari a 43,2 milioni di m³, valore che mostra un calo tendenziale negli ultimi 10 anni. Circa il 70% di questi consumi è per uso domestico (corrispondenti a 157 l/ab/giorno nel 2012), mentre il 22% è relativo agli usi commerciali, artigianali e industriali.

I consumi agricoli del Comune sono stimati in circa 2 Mm³ anno mentre i consumi industriali che si approvvigionano autonomamente mediante pozzi si stimano in circa 2,7 Mm³ anno.

Le misure a cui farà riferimento il Piano di Adattamento sono quindi spesso di carattere sovracomunale. Esse puntano da un lato alla riduzione dei prelievi, sia riducendo consumi e perdite che utilizzando risorse idriche alternative, dall'altro a sostenere le portate dei fiumi nel periodo critico estivo. L'obiettivo generale di tutte le misure è garantire un maggior rilascio non solo nel Reno ma anche nella rete dei canali Bolognesi. Per il Reno l'obiettivo di minima a cui far riferimento è il rispetto del Deflusso Minimo Vitale (DMV⁴⁶) fissato negli attuali strumenti di pianificazione, pari ad una portata di 870 l/s. Per quanto riguarda la portata da garantire nella rete dei canali di Bologna un valore minimo di portata derivabile alla chiusa di Casalecchio, che potrebbe rappresentare un obiettivo del Piano potrebbe essere stimato in circa 1000 l/s.

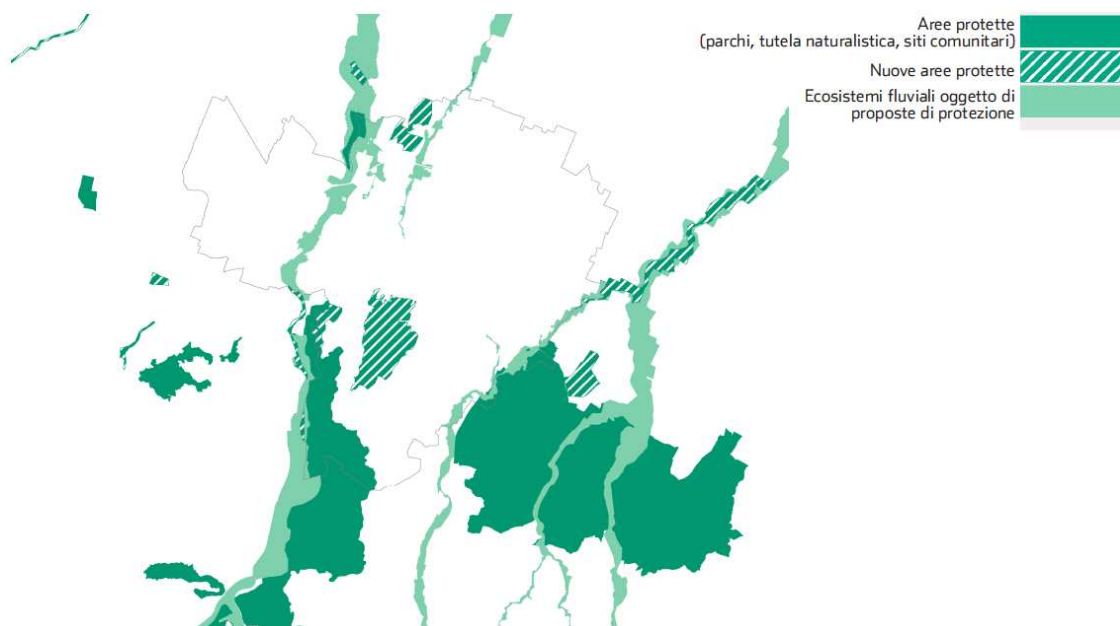
Figura 7 - L'acquedotto di Bologna è caratterizzato da livelli bassi di perdite di rete se confrontati ad altre realtà. In questa figura il confronto delle perdite specifiche (acqua non fatturata per Km di rete) in alcune Multiutility Italiane



Fonte: Bilancio di sostenibilità Hera 2013 - www.gruppohera.it

⁴⁶ Il DMV è definibile come "la quantità minima di acqua che deve essere assicurata per la sopravvivenza delle biocenosi acquatiche, la salvaguardia del corpo idrico e, in generale, per gli usi plurimi a cui il fiume è destinato". Il concetto di "portata minima vitale" o "deflusso minimo vitale" è stato introdotto nel quadro legislativo italiano dalla legge 183/89 (art.3 comma1, lettera i) e poi ripreso dal D. Lgs. 75/93, dalla legge 36/94 e dal D. Lgs. 152/99.

Figura 9 - *Integrazione del sistema naturale delle aree protette nel territorio Comunale e nel territorio metropolitano*



Fonte: Comune di Bologna

Gli strumenti urbanistici del Comune di Bologna dovranno puntare con decisione ad aumentare la superficie verde e le alberature di tutti gli ambiti interessati da trasformazioni urbanistiche.

A questo proposito, un primo esempio particolarmente rilevante è costituito dalla variante al Piano Operativo Comunale (POC) per la qualificazione diffusa adottata nel giugno del 2014 che ha come obiettivi prioritari il recupero, la riqualificazione urbana e la valorizzazione dello spazio pubblico, perseguibili attraverso la riduzione della impermeabilizzazione e il miglioramento delle dotazioni territoriali. Per quanto attiene al verde a permeabilità profonda, gli interventi del POC porteranno ad un aumento di circa 17.000 mq tra verde pubblico e privato.

A queste vanno aggiunte le dotazioni previste nei progetti di riqualificazione degli spazi pubblici (vedi figura sottostante).

Figura 10 - *Rendering del progetto per la riqualificazione di piazza Malpighi/San Francesco dove è previsto un incremento delle alberature*



Fonte: Comune di Bologna

Anche l'agricoltura urbana riveste un ruolo nell'incremento del verde in città. La città di Bologna è stata una delle prime a promuovere gli orti urbani come strategia che permette di dare valore ad aree verdi residuali. A Bologna sono presenti 30 ettari di orti di cui 16 ettari di orti comunali. Dal 2016 sono previsti altri 100 orti ogni anno in nuove aree.

Inoltre, un bando pubblico assegnerà i 48 ettari di Villa Bernaroli, nel quartiere Borgo Panigale, ad un progetto che per 25 anni si occuperà di ripristinare il paesaggio rilanciando l'agricoltura, con una realtà aziendale multifunzionale, innovativa e sostenibile, ed affiancandovi attività di tipo culturale, sociale e didattico.

Il sistema di “allerta” della popolazione a rischio di ondate di calore attivo nell'area metropolitana di Bologna rappresenta già oggi un'eccellenza a livello nazionale. Il sistema è rivolto in particolare alle persone anziane con una situazione di fragilità elevata individuate con la collaborazione di ASL. Il sistema è basato sulle previsioni meteo elaborate da ARPA e comunicate rapidamente sia ai Comuni che ad una rete di associazioni di volontariato, Centri Sociali, farmacie. Il progetto ha raggiunto, nel 2013, 5.181 anziani.

Il Piano di Adattamento analizzerà il potenziale aumento della popolazione a rischio servita, e studierà modalità per integrare il sistema di allerta.

4.3 Eventi estremi di pioggia e rischio idrogeologico

Nel periodo dal 1951 al 2011 sono stati osservati importanti segnali di variabilità climatica sia per le temperature che per le precipitazioni. In particolare, per le precipitazioni si è registrata un aumento della frequenza di giorni con precipitazioni intense ed è prevista una tendenza all'aumento del fenomeno nei prossimi decenni. L'aumento atteso dell'intensità delle precipitazioni è destinato ad acuire i problemi di rischio idraulico (alluvioni o allagamenti locali) e idrogeologico (frane e smottamenti) già presenti sul territorio.

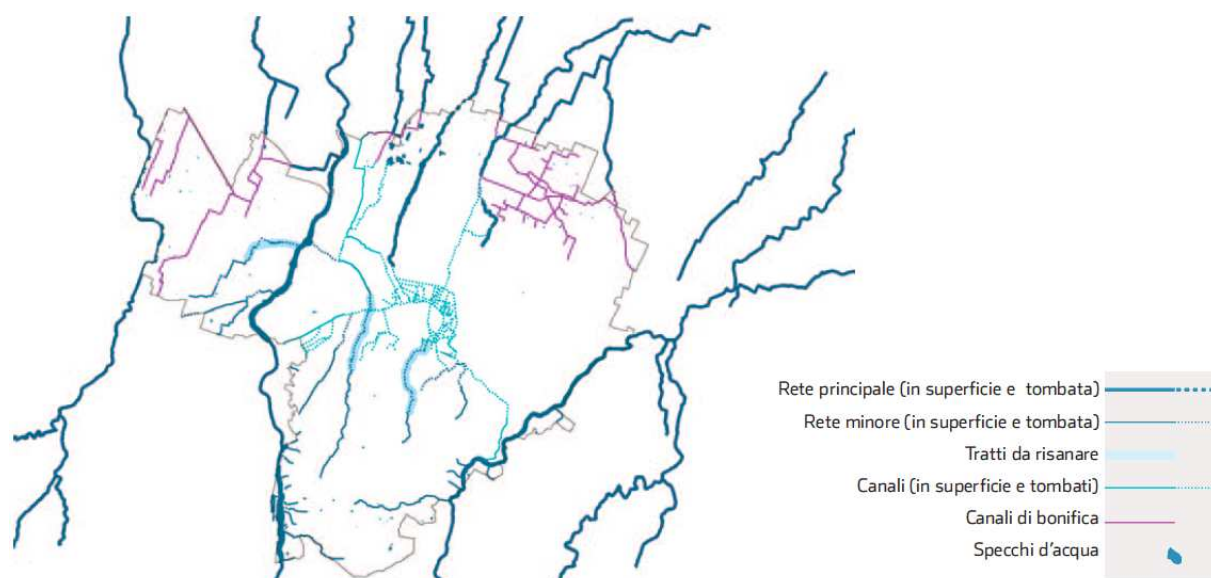
Il Comune di Bologna presenta aree impermeabilizzate molto estese: più del 50% del territorio è caratterizzato da una risposta idrologica scarsa e molto scarsa. Ciononostante, grazie alla struttura della rete di drenaggio di Bologna – molto ramificata e profonda rispetto al piano di campagna, che offre una buona protezione contro il rischio idraulico in gran parte della città – le aree soggette a rischio idraulico sono poche e di estensione limitata.

Per quanto riguarda il rischio frane, sul territorio del Comune di Bologna sono state individuate nell'area collinare 449 frane attive che occupano una superficie complessiva di circa 2,65 Km², mentre le frane quiescenti sono risultate pari a 270 per una superficie pari a circa 4,05 Km².

Le soluzioni per migliorare la risposta idrologica consistono nel rendere permeabili le pavimentazioni (ad es. di parcheggi o cortili) o nel favorire l'accumulo delle acque di pioggia, ad esempio attraverso coperture verdi dei tetti o la creazione di volumi di accumulo (cisterne interrato o vasche a cielo aperto).

Gli interventi contenuti nella variante POC per la qualificazione diffusa porteranno, rispetto allo stato attuale, ad una diminuzione di oltre 39.000 m² delle superfici impermeabili, a favore delle superfici semipermeabili e permeabili, che aumenteranno rispettivamente di oltre 28.000 m² e di oltre 15.000 m² circa. Si tratta di risultati rilevanti ma ancora molto modesti rispetto al potenziale contenuto nel Piano Strutturale Comunale (PSC), dell'ordine dei milioni di m² di superficie che potrebbe essere ri-permeabilizzata.

Figura 11 - Schema della rete delle acque superficiali riportato nel Piano Strutturale Comunale



Dotazioni ecologiche e ambientali

L'integrazione nel sistema metropolitano delle aree protette
La rete delle acque

Fonte: Piano Strutturale Comunale

La strategia del Piano di Adattamento di Bologna si propone di agire sia sul fronte di opere e interventi (privilegiando l'approccio delle "infrastrutture verdi" e della valorizzazione dei "servizi ecosistemici") sia sul fronte della gestione (ampliando il campo d'azione della *cabina di regia* e facendo più ampio ricorso alle competenze del Consorzio di Bonifica della Renana).

Il nuovo orientamento punta a realizzare infrastrutture verdi che trattengano le acque, piuttosto che accelerarne il deflusso, e a valorizzare il ruolo degli ecosistemi naturali. Nel sistema idrografico di Bologna questo nuovo approccio è già utilizzato, con le casse di espansione di Gandazzolo, un nodo idraulico importante per gestire le piene del Savena, con effetti positivi per i territori di diversi Comuni, sia a monte che a valle.

Il Piano si propone quindi di individuare a livello preliminare possibili soluzioni per i nodi idraulici critici, ricorrendo a "infrastrutture verdi multiobiettivo", che uniscano funzioni di laminazione idraulica a quelle ricreative, di re-habitat per la biodiversità e di miglioramento della qualità delle acque.

Bibliografia

Marletto V., Antolini A., Tomei F., Pavan V., Tomozeiu R., 2010. *Atlante idroclimatico dell'Emilia-romagna 1961-2008*.

Tomozeiu R., and Botarelli L., 2014. *Observed climate profile at local level – BLUEAP Bologna case study* in *Proceedings of the Resilient Cities 2014 Congress- Session: B3 Adaptation on the ground in Bologna, Italy, 29-31 May, Bonn, Germany, 2014* (<http://resilient-cities.iclei.org/resilient-cities-hub-site/congress-publications/>)

AA.VV., 2014. *L'adattamento per la città resiliente. Progetto BlueAp, Bologna e il cambiamento climatico* in *Rivista EcoScienza* n. 5/2014
(arpa.emr.it/dettaglio_notizia.asp?id=5985&idlivello=1171)

Siti di riferimento

Progetto LIFE+ BlueAP: www.blueap.eu

EU Adaptation Strategy: http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/index_en.htm

Comune di Bologna, Piano Strutturale Comunale: <http://www.comune.bologna.it/psc/>

IL PERCORSO VERSO IL PIANO DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI DEL COMUNE DI PADOVA

Daniela Luise¹, Michele Zuin¹

¹Comune di Padova

Abstract

Il percorso del Comune di Padova verso la definizione di una strategia comprensiva del clima parte dalla realizzazione del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile per giungere alla definizione del Piano di Adattamento. Gli enti locali possono sfruttare attivamente le opportunità offerte dai progetti europei per delineare la pianificazione climatica, sebbene sia necessaria una stretta collaborazione con gli istituti universitari e di ricerca locali per stabilire gli scenari di lungo periodo degli effetti del cambiamento climatico. Padova governa la transizione climatica locale passando da una pianificazione della mitigazione con azioni indirette sull'adattamento, ad una pianificazione per il clima che incorpori in Piano di adattamento indicando le principali tappe degli ultimi anni che l'hanno resa una città d'avanguardia in Europa nello sviluppo di tali strumenti per la sostenibilità locale.

Parole chiave

Resilienza, PAES, *EU Cities ADAPT*, *Mayors Adapt*, isola di calore, Padova, mitigazione, vulnerabilità, capacità adattativa

1. Introduzione

L'adattamento coinvolge un vasto numero di attività ed attori, in settori quali la pianificazione urbana, la protezione civile, i piani di emergenza, l'approvvigionamento idrico, la salute, l'agricoltura, l'ambiente e le infrastrutture tecnologiche. La pianificazione per l'adattamento climatico di un Ente Locale coinvolge operatori sia a livello nazionale che regionale e locale, dalle agenzie di settore alle organizzazioni non governative, all'industria, ai vari dipartimenti municipali, fino ai singoli cittadini.

Nel dare l'avvio al processo di adattamento climatico a livello locale/regionale, è importante partire con informazioni appropriate sul cambiamento climatico previsto per la zona di interesse con una priorità nella valutazione di come il cambiamento climatico influirà sulla società, quali saranno le conseguenze, quali misure saranno appropriate, quando dovranno essere attuate, quali saranno i costi e chi ne sarà incaricato: per tenere insieme tutti questi fattori è necessario costruire un processo ben pianificato e ben organizzato.

Oltre alle valutazioni di impatto e vulnerabilità e alle analisi sulle misure da prendere e i relativi costi, i processi di pianificazione climatica devono essere aggiornati regolarmente: il monitoraggio e la valutazione delle misure sono perciò elementi importanti per migliorare il piano di adattamento. Sia l'avanzamento delle conoscenze sul cambiamento climatico che gli sviluppi socioeconomici e tecnologici vanno tenuti sotto esame, data la loro importanza ai fini della pianificazione.

2. Le "radici" del percorso di adattamento di Padova: il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES)

Il Comune di Padova ha aderito al Patto dei Sindaci nel 2010 e nell'ambito della elaborazione del PAES ha avuto la possibilità di organizzare e mettere a sistema tutte le azioni volte a conseguire gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ entro il 2020: il piano è stato approvato in Consiglio Comunale il 6.06.2011. Padova è stata fra le prime città italiane a dotarsi di una strategia integrata contro i cambiamenti climatici e utilizzando i finanziamenti EU realizza il proprio PAES nel contesto del progetto LIFE LAKS⁴⁷. Ridurre nel proprio territorio del 20% le emissioni di CO₂ significa ridurre di 390 mila tonnellate di anidride carbonica nell'arco di 10 anni realizzando azioni concrete per

⁴⁷ <http://space.comune.re.it/laks/web/>.

rendere più efficiente l'uso di energia negli edifici pubblici e privati, intervenire sull'illuminazione pubblica, nel comparto produttivo, potenziare la produzione di energia da fonti rinnovabili, promuovere la mobilità sostenibile⁴⁸.

3. Superare la Mitigazione...la strategia climatica di Padova si arricchisce di politiche di Adattamento

Contemporaneamente alla realizzazione delle attività previste nel PAES, Padova ha approfondito anche il tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici, che è inserito nel PAES nell'area 6, in cui si indicava per tale tematica la necessità di svolgere, a monte della realizzazione di un Piano, ulteriori studi ed approfondimenti.

L'inserimento di tale area tematica nel piano di mitigazione, al momento, risultava esclusivamente qualitativa e si rifaceva ai documenti allora presentati in campo europeo ed italiano sui temi della resilienza; da quell'input "programmatico" abbiamo inteso spingerci in avanti per:

- realizzare misure di mitigazione "miste" che potessero soddisfare sia gli obiettivi del PAES che contribuire in modo "indiretto" anche ad accrescere l'adattamento della città al cambiamento climatico;
- realizzare l'analisi delle vulnerabilità del Comune ed in generale le azioni preparatorie per definire la strategia di adattamento;
- definire obiettivi quantitativi per costruire un solido Piano di Adattamento ai cambiamenti climatici.

4. Misure "miste"

Tra i progetti previsti dal PAES è inserita l'approvazione del Regolamento edilizio di sostenibilità al fine di introdurre criteri di eco-compatibilità finalizzati alla riduzione delle emissioni di CO₂, al miglioramento del patrimonio edilizio, alla promozione di interventi edilizi volti al miglioramento dell'esistente, al sostegno e promozione del mercato dell'edilizia in città.

La redazione della bozza di Regolamento è stata effettuata dal gruppo di lavoro interno all'amministrazione formato dai Settori: Pianificazione Urbanistica, Ambiente ed Edilizia Privata. A partire da novembre 2012 nell'ambito del Forum di Agenda 21 della città è iniziato un percorso partecipato che ha coinvolto gli *stakeholders* principali della città con lo scopo di condividere il Regolamento di sostenibilità da mandare all'iter di approvazione.

La redazione del testo del Regolamento è partita dalla traccia fornita dal Protocollo Itaca, successivamente integrata con argomenti e scelte sugli incentivi coerenti con le nuove tendenze già applicate in altre città che, oltre alle prestazioni energetiche degli edifici, tengono conto anche dell'impatto dei cambiamenti climatici e della tematica dell'adattamento da essi imposto: la scelta è coerente con la legislazione Regionale del Veneto che prevede l'applicazione del Protocollo Itaca.

Va evidenziato che la parte del Regolamento riguardante le schede per l'applicazione degli incentivi (sia economici che volumetrici) da applicare agli interventi di risparmio ed efficienza è stata elaborata e sarà proposta anche ai Comuni della cintura urbana nell'ambito del Piano d'Assetto del Territorio Intercomunale (PATI); alla fase partecipativa hanno partecipato anche rappresentanti di alcuni Comuni della cintura urbana.

Nella fase di studio e predisposizione del testo il personale del Comune di Padova ha potuto partecipare alla formazione e confronto in un gruppo di lavoro per la redazione del testo, aderendo al **Progetto IEE PATRES**⁴⁹. Il progetto metteva a disposizione dei partecipanti: formazione qualificata e

⁴⁸ <http://padovanet.it/paes>.

⁴⁹ <http://www.patres.net/ita/homepage-italiano.aspx>.

consulenza nella fase di realizzazione del Regolamento di sostenibilità che è stato usato come base per la redazione del Regolamento del Comune di Padova.



5. Misure preparatorie

Attraverso la partecipazione ad un progetto europeo, il **progetto EU Adapt** (2012-2013)⁵⁰, il Comune di Padova ha potuto usufruire della professionalità e delle esperienze di altre città europee più avanzate. Il personale interno ha partecipato alla formazione che ha permesso di redigere le linee guida della strategia di adattamento ai cambiamenti climatici della città di Padova. Il Piano di Adattamento di Padova consentirà di attivare un processo, che porti verso una città più preparata ad affrontare le conseguenze del cambiamento climatico attraverso un percorso di consolidamento del modello di gestione: un modello basato sulla compartecipazione dei vari settori dell'amministrazione pubblica e sul coinvolgimento dei portatori di interessi.



Analisi della Capacità adattativa con il progetto EU ADAPT

Lo strumento di valutazione della capacità adattativa che il Comune ha utilizzato - PACT ASSESSMENT - ha consentito di valutare lo stato di avanzamento dell'ente su 9 diverse aree tematiche:

A. Consapevolezza

L'organizzazione riconosce che i cambiamenti climatici sono sufficientemente importanti da richiedere una risposta sistematica. La maggior parte delle persone nell'ente ha qualche nozione sul contributo dell'ente al cambiamento climatico, e guarda avanti ai potenziali impatti ed agli effetti dei cambiamenti delle politiche di governo locale.

B. Capacità di Agire

L'organizzazione riconosce che ci sono benefici nell'agire sui cambiamenti climatici (ad esempio finanziari, longevità degli affari, ecc.). L'organizzazione vede che ci sono molte opportunità di agire, le cerca in modo strutturato, e si impegna per un miglioramento continuo.

C. Leadership

I leader stanno cominciando a trattare il cambiamento climatico come una attività routinaria - ad esempio per la definizione di obiettivi, delegando autorità e concordando piani d'azione. Questo aiuta i funzionari a sentirsi sicuri di avere un supporto, se operano in linea con gli obiettivi. Mentre l'attività di solito è delegata verso il basso l'organizzazione, i leader vengono coinvolti in revisioni periodiche e alcuni potrebbero fare interventi pubblici di sostegno all'azione sia all'interno dell'organizzazione che più esternamente.

⁵⁰ <http://eucities-adapt.eu/cms/>.

D. Agenti del cambiamento

L'organizzazione ha formalmente nominato alcuni specialisti per lavorare su questioni relative al cambiamento climatico. Questi sono stati scelti sulla base del loro ruolo esistente nell'organizzazione o in ragione della loro competenza tecnica. L'organizzazione li sostiene con formazione, risorse, opportunità di rete, ecc. che danno al cambiamento un certo margine di influenza nel resto dell'organizzazione. Tuttavia, essi possono avere ruoli rigorosamente limitati.

E. Lavorare insieme

L'organizzazione riconosce il valore dell'impegno collaborativo fra gruppi di persone (sia interni che esterni all'ente) con cui viene a contatto: identifica sistematicamente le parti interessate e comunica con loro prima di prendere decisioni.

F. Apprendere

L'organizzazione riconosce l'importanza di rivedere le proprie attività come mezzo per migliorare le prestazioni, e comincia a individuare e affrontare le proprie esigenze di formazione di conseguenza. C'è la volontà di imparare da esperti e attraverso il confronto con i risultati conseguiti da altre realtà. Gli errori sono visti come opportunità per imparare (e non per colpevolizzare), ed i risultati sono monitorati.

G. Gestione delle attività

L'organizzazione ha incorporato i temi del cambiamento climatico nelle sue procedure di base. I suoi obiettivi e piani vengono sistematicamente trasformati in progetti, ed ha procedimenti e procedure per realizzarli. Essa mira a migliorare continuamente le prestazioni e ad applicare in modo coerente la buona pratica professionale.

H. Obiettivi della programmazione e coerenza

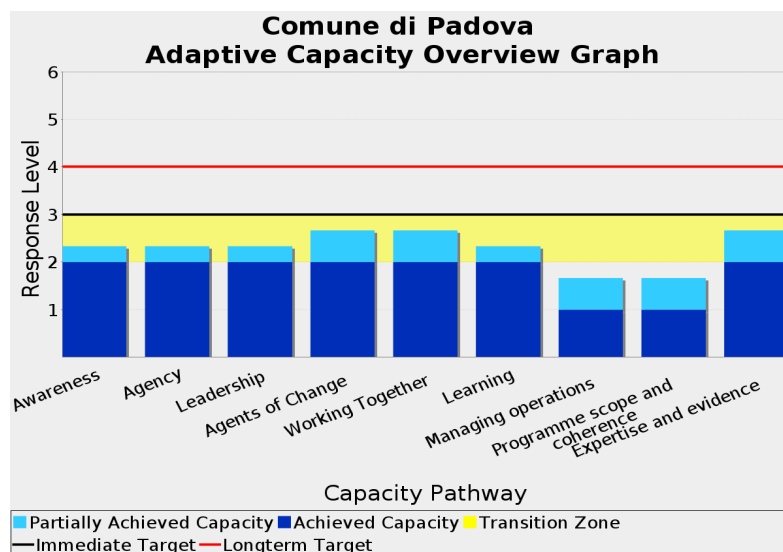
L'organizzazione ha cominciato a prendere con responsabilità il proprio programma di attività sul cambiamento climatico. Dato che i programmi hanno bisogno di cambiare e ricollocarsi nel corso del tempo, l'organizzazione ha cominciato a mettere in atto processi per farlo. L'attenzione dell'organizzazione rimane confinata nelle aree di attività direttamente sotto il suo controllo.

I. Competenza ed Evidenza

Le organizzazioni identificano le competenze necessarie alle operazioni di base in modo strutturato e mettono in atto programmi volti a svilupparle attraverso la formazione o, se necessario, con assunzioni/consulenze. Le organizzazioni usano fonti altamente credibili di informazione nel processo decisionale in materia di cambiamento climatico.

Collocare l'ente in una specifica fascia evolutiva nei nove tematismi indicati risulta di grande aiuto per procedere verso un miglioramento "omogeneo" ed "armonico" nel tema dell'adattamento.

Figura 1 - Capacità adattativa del Comune di Padova: la capacità adattativa viene valutata su nove tematismi con un punteggio da 1 a 6 e funge da base conoscitiva per costruire obiettivi di medio e lungo termine



Fonte: EU Cities Adapt

6. Obiettivi generali della strategia di adattamento di Padova

Tramite l'analisi della capacità adattativa ed il confronto con città europee caratterizzate da simili sistemi, Padova ha potuto delineare i principali obiettivi per arrivare a redigere il Piano di Adattamento, costituendo la *roadmap* attraverso cui muoversi nel medio periodo.

Obiettivi generali della Strategia di Padova

- definizione del piano di adattamento di Padova stabilendo un processo che coinvolga tutti gli attori sociali;
- realizzare un Piano che funga da strumento per affrontare le conseguenze del cambiamento climatico e che contenga azioni concrete, identifichi attori specifici con specifiche responsabilità e che preveda forme di monitoraggio dei risultati;
- definizione dei fattori climatici da includere nel Piano di Adattamento della Città di Padova (ondate di calore, eventi meteorologici estremi, siccità, ecc.);
- definizione e scelta dei sistemi urbani da includere nel Piano (strade, infrastruttura elettrica, salute, turismo, ecc.);
- accrescere la consapevolezza nell'ente e negli attori locali dei rischi concreti correlati ai cambiamenti climatici motivandoli all'adozione di comportamenti consci e responsabili;
- fornire formazione, educazione e supporto tecnico agli attori locali per condividere obiettivi ed implementazioni tecniche;
- favorire azioni condivise fra diversi attori e monitorare la loro concreta realizzazione;
- favorire lo scambio di esperienze fra enti locali;
- comunicare i risultati.

Risultati attesi

- analisi delle dinamiche del cambiamento climatico nell'area urbana: vulnerabilità, rischi ed opportunità;
- preparazione del Piano di Adattamento;
- creazione di consapevolezza nel territorio sugli effetti dei cambiamenti climatici;
- mobilitare risorse su progetti condivisi con gli *stakeholders* locali.

7. Analisi dell'effetto isola di calore nelle varie zone della città con il progetto UHI "Sviluppo e applicazione di mitigazione e adattamento strategie e misure per contrastare il fenomeno globale delle isole di calore urbane"



Attraverso la sperimentazione del **progetto Central Europe “UHI - Urban Heat Island”**⁵¹ il Comune di Padova si è potuto dotare delle informazioni quantitative per valutare l'effetto dell'isola di calore urbana in diverse tipologie urbane della città e di definire un set di azioni per ridurre tale effetto per le zone nelle quali si concentrano le isole urbane di calore.

Il progetto, i cui partner locali sono la Regione Veneto, lo IUAV (Istituto Universitario di Architettura di Venezia) e l'Università di Padova, ha portato alla realizzazione di un Manuale Regionale contenente soluzioni tipo ed indicazioni di tecnica urbanistica applicabili nel contesto territoriale di riferimento⁵².

Per il Comune di Padova l'analisi territoriale puntuale ha permesso uno studio di fattibilità di pianificazione urbana, che individua azioni pilota ed interventi per le diverse tipologie territoriali, contribuendo a realizzare un capitolo importante del Piano di Adattamento della città.

8. Conclusioni

Il Comune di Padova si appresta ad aderire al "*Mayors Adapt -Promoting urban leadership in adaptation to climate change*"⁵³, campagna europea per favorire lo sviluppo di strategie locali di adattamento ai cambiamenti climatici: le città che aderiscono si impegnano a contribuire al perseguimento degli obiettivi indicati dalla Strategia di Adattamento Europea (Commissione Europea, 2013).

Padova continuerà l'implementazione della propria strategia partendo dai risultati ottenuti con la partecipazione al progetto EU ADAPT, intersecando ed integrando l'adattamento ai cambiamenti climatici nei propri progetti e piani.

Bibliografia

Commissione Europea, 2013. "*An EU Strategy on adaptation to climate change*", COM(2013) 216 final.

⁵¹ <http://eu-uhi.eu/it/>.

⁵² <http://eu-uhi.eu/it/>.

⁵³ <http://mayors-adapt.eu/>.

CALMIERARE GLI IMPATTI DEL FENOMENO DELLE ISOLE DI CALORE URBANO CON LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA: ESITI E APPLICAZIONI DEL PROGETTO UHI (CENTRAL EUROPE) IN VENETO

Francesco Musco¹, Laura Fregolent¹, Filippo Magni¹, Denis Maragno¹, Davide Ferro¹

¹Università Iuav di Venezia

Abstract

Le isole di calore urbano (UHI – *Urban Heat Islands*) sono un fenomeno microclimatico caratteristico delle aree metropolitane e consistono in un incremento significativo della temperatura nelle aree urbane rispetto alle zone periurbane e rurali circostanti, reso più evidente dai cambiamenti climatici in atto. Seppur ampiamente studiate – in particolare come fenomeno fisico – fin dall’inizio degli anni ’70 a partire dalle ricerche di Oke (1973), solo recentemente si è iniziato ad associare il surriscaldamento delle aree urbane al progredire dei cambiamenti climatici e ad associare un ruolo alla pianificazione urbanistica per la mitigazione e l’adattamento delle ondate di calore.

La *mission* principale del progetto UHI (*Development and application of mitigation and adaptation strategies and measures for counteracting the global Urban Heat Islands phenomenon*), è stata quella di elaborare misure di calmierazione – attraverso la pianificazione territoriale – del fenomeno delle isole di calore e degli effetti negativi sulle fasce più deboli e a rischio della popolazione, soprattutto durante i mesi più caldi dell’anno.

La sperimentazione in collaborazione con la Regione Veneto, si è concentrata sulla città di Padova.

Parole chiave

Isole di calore urbano (UHI), tecniche urbanistiche, mitigazione ed adattamento, innovazione degli strumenti di pianificazione

1. Lo studio delle isole di calore urbano

La sperimentazione sostenuta dalla Regione Veneto all’interno del progetto Europeo “UHI - *Development and application of mitigation and adaptation strategies and measures for counteracting the global Urban Heat Islands phenomenon*” parte da alcuni presupposti legati alle specificità territoriali della pianura veneta, per lo più caratterizzata da centri storici di piccole dimensioni e da un sistema insediativo diffuso sviluppatosi attorno ad essi nell’arco degli ultimi trent’anni.

La sperimentazione ha colto il legame tra clima locale, struttura urbana e formazione dell’effetto isola di calore; con l’obiettivo di orientare nel prossimo futuro, mediante linee di indirizzo, gli interventi sul territorio. In questo quadro di riferimento è stata individuata una porzione dell’area metropolitana della città di Padova, come ambito di sperimentazione analitico-progettuale, con l’intenzione di applicare successivamente i risultati al resto dell’area centrale veneta. Spesso, le cause che generano le isole di calore urbane sono rappresentate da fattori puntuali (come ad esempio grandi superfici pavimentate) relazionate direttamente con fattori sistemici estesi (come la dispersione notturna del calore assorbito dai tessuti urbani periferici o l’inquinamento prodotto dalle aree produttive in periferia).

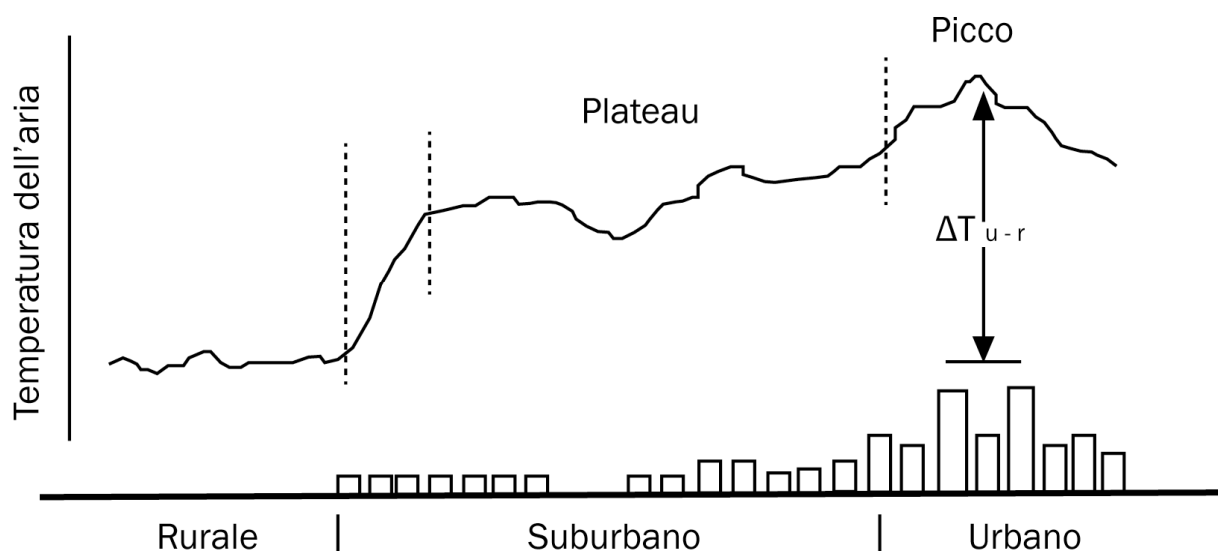
Il modello espresso da Oke (2006a) suggerisce di approcciarsi al fenomeno, analizzando il clima urbano a diverse scale, in quanto ad ogni livello corrispondono eventi climatici differenti, che si influenzano a vicenda. Oke infatti suddivide le scale in due categorie:

- scala orizzontale: *Micro-scale*, *Local scale* e *Meso-scale*;
- scala verticale (nelle diverse tipologie di UHI): *Air UHI* (*Urban Canopy Layer UCL*, e *Urban Boundary Layer UBL*), *Surface UHI* e *Sub-surface UHI*.

L’*Urban Boundary Layer* (UBL), comprende lo strato sopra l’altezza media degli edifici, mentre l’*Urban Canopy Layer* (UCL), comprende lo strato di copertura urbana, sotto il livello medio degli edifici. Considerati gli obiettivi del progetto, ovvero analizzare le fonti di produzione del fenomeno al

livello di microscala con lo scopo di poter individuare misure di mitigazione puntuali, si è proceduto considerando l'isola di calore nella scala verticale compresa tra il suolo e l'altezza media degli edifici. La microscala è utile per verificare la relazione tra forma urbana, materiali di copertura e UHI, con particolare riferimento alla copertura vegetativa, permeabilità dei suoli e albedo dei materiali. All'interno di questo ambito, acquistano particolare rilievo nell'influenzare il microclima alle varie scale urbane fattori come: orientamento degli edifici, copertura delle superfici, *Sky View Factor* (SVF), incidenza solare, materiali utilizzati, forma degli edifici; ad esempio, in contesti dove si trovano edifici con facciate troppo ravvicinate tra loro, le temperature risentono dell'effetto generato dallo SVF, in cui, con l'effetto di un maggiore surriscaldamento delle facciate degli edifici, rispetto ad altre poste su strade più aperte e ventilate (magari a poche decine di metri di distanza). In un recente studio si dimostra come il microclima urbano influenzi le funzioni degli edifici in termini di prestazioni termiche, comprovando quanto la forma urbana influisca poi sul fenomeno UHI (Wong and Chen, 2009). L'isola di calore, in particolare nelle città italiane, non dipende tanto dalle attività umane, ovvero dal calore antropogenico prodotto, ma dal calore immagazzinato dalle superfici urbane (edifici, strade, parcheggi) durante il giorno e poi rilasciato gradualmente durante la notte. Questo effetto genera un'isola di calore notturna, in quanto il calore rilasciato non permette alla città di raffreddarsi quanto gli ambienti rurali esterni ad essa. La complessità del fenomeno UHI è direttamente connessa alla relazione città e atmosfera: così come il clima urbano risente del clima atmosferico e dei suoi impatti su popolazione e infrastrutture, così esso a sua volta si relaziona con l'atmosfera influenzandola (Oke, 2006b).

Figura 1 - Il fenomeno dell'Isola di Calore Urbano (UHI)



Fonte: Elaborazione da Oke (1987)

Solitamente, gli aspetti in grado di influenzare il clima, generando un microclima urbano differente da quello atmosferico (Shahmohamadi, 2012) sono i seguenti:

- quantità di erba, terreno permeabile e alberi, asfalto e cemento;
- rilascio di calore artificiale da edifici, impianti di condizionamento, automobili e zone produttive;
- laminazione e stoccaggio superficiale dell'acqua a favore di canali interrati e fognature;
- inquinamento atmosferico;
- ventilazione urbana.

L'isola di calore urbana deriva quindi da una forte antropizzazione, o meglio, si può affermare che minore è la capacità ecologica residuale di una città, maggiore sarà l'isola di calore presente nella stessa. Non a caso l'effetto è stato osservato per la prima volta già nel 1818, a Londra, nel pieno della sua espansione urbanistica, dal meteorologo Luke Howard. Al tempo non venne identificata come isola di calore (il nome compare per la prima volta nel 1958 in un saggio di Gordon Manley nel *Quarterly Journal of the Royal Meteorology Society*), il vocabolo "isola" venne utilizzato a causa della

sua rappresentazione su mappa attraverso le isoterme; se le temperature dell'aria vengono mappate attraverso delle isoterme, la città appare come un'isola ben distinta rispetto alle zone rurali circostanti, differenziate da temperatura inferiore.

2. L'area urbana di Padova e le tipologie insediative

Nella prima fase del progetto si è ritenuto rilevante analizzare i diversi comportamenti dell'isola di calore urbano in relazione ai contesti urbani del Veneto, individuando nella città di Padova l'area di sperimentazione, per le sue caratteristiche urbane e spaziali simili e confrontabili con quelle di altre città e contesti territoriali della regione. La scelta dell'area è legata anche ad un secondo obiettivo del progetto e cioè la redazione di una serie di linee guida per le amministrazioni locali della Regione Veneto, al fine di orientare le loro future scelte urbanistiche in materia di mitigazione del fenomeno UHI e adattamento degli spazi urbani vulnerabili ai cambiamenti climatici. La scelta di Padova pertanto, ha tenuto in considerazione anche la sua conformità a caratteristiche urbane e spaziali analoghe ad altre città e territori presenti in ambito regionale.

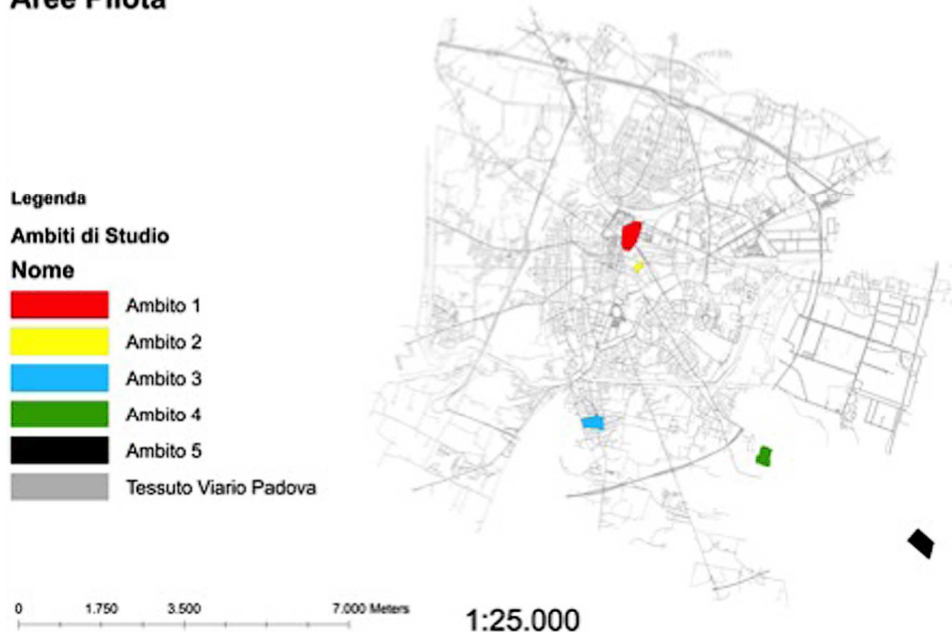
In prima istanza sono state individuate cinque aree pilota all'interno della città di Padova, selezionandole sulla base della loro localizzazione rispetto ad un transetto di rilevamento che attraversa la città di Padova lungo l'asse nord-ovest e sud-est, e sulla base di caratteristiche distintive dei singoli ambiti insediativi. Gli ambiti individuati presentano le seguenti caratteristiche:

- Ambito 1, area urbana densa posta all'interno del centro storico di epoca medievale;
- Ambito 2, area ad uso misto, compresa tra un importante corso d'acqua e un grande parcheggio;
- Ambito 3, area residenziale, definita ad "alta densità", realizzata negli anni 60/70;
- Ambito 4, 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, area produttiva localizzata all'esterno del comune di Padova.

In particolare si è scelto di approfondire l'analisi dell'Ambito 3 poichè la presenza di quartieri residenziali ad alta densità, costruiti tra gli anni '60 e '70 è una caratteristica piuttosto comune nelle città del nord est italiano, ma non solo, e su quest'ambito sono stati elaborati alcuni scenari di intervento.

Figura 2 - Aree pilota per l'analisi dei fenomeni UHI nella città di Padova

Aree Pilota



Fonte: Elaborazione Iuav, 2014

3. Le analisi e lo studio di fattibilità

L'analisi dell'effetto isole di calore nelle città italiane è reso complicato dalla mancanza di sistemi di rilevazione stabili nati con la specifica funzione di analizzare tali fenomeni. Un sistema di analisi ideale di UHI richiederebbe la possibilità di disporre delle misurazioni della temperatura atmosferica rilevata in maniera uniforme in tutto l'ambiente urbano di riferimento. In linea di massima i rilevatori non sono diffusi omogeneamente sull'ambiente urbano. Nelle città italiane la disposizione di centraline di rilevazione di temperatura ed umidità sono solitamente organizzate secondo le logiche del monitoraggio ambientale degli agenti inquinanti e della qualità dell'aria nel suo complesso, più che per monitoraggio specifico del microclima. In questo caso si è fatto ricorso a misurazioni puntuali⁵⁴ che ovviamente non possono considerarsi esaustive, ma sono finalizzate ad intercettare le variazioni di temperatura in ambiti urbani delimitati e rappresentativi. Il quadro emerso da queste analisi ha posto in evidenza una differenza termica significativa durante le ore notturne tra l'area urbana e l'area rurale periferica alla città. La presenza di un'isola di calore, di tipo notturno, con una maggiore intensità verso l'alba, è già un forte indicatore delle cause del surriscaldamento urbano, dovuto principalmente alla sua morfologia e alla tipologia delle superfici.

L'isola di calore urbano viene descritta come un fenomeno causato da fattori antropogenici (Santamouris, 2007), che l'isola di calore viene descritta come un fenomeno causato da fattori antropogenici quando si sviluppa gradualmente dal tardo pomeriggio alla sera (derivante quindi da attività umane), mentre se la rilevazione avviene a notte inoltrata, i fattori di formazione sono dipendenti dal rapporto tra superfici permeabili e impermeabili, materiali utilizzati e ventilazione urbana (Papadopoulos, 2001). È stato quindi evidente sin da subito che le analisi e le possibili strategie dovevano rivolgersi all'ambito costruito piuttosto che alle attività umane. Il lavoro di analisi è stato sviluppato tenendo in considerazione una serie di indicatori, utili a pesare e quantificare i differenti fattori di produzione dell'UHI:

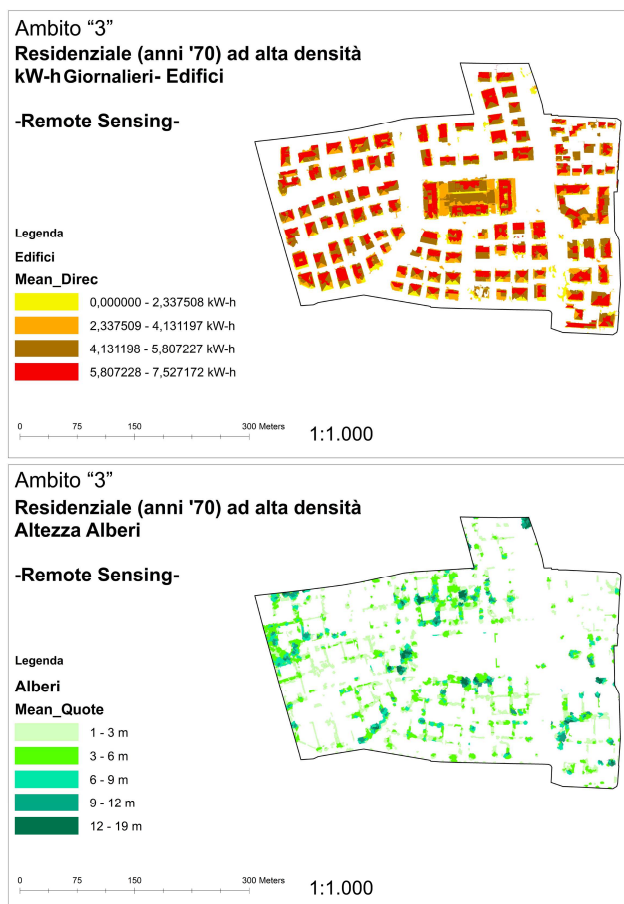
- superficie aree pavimentate;
- superficie aree permeabili;
- superficie edificata;
- *Sky View Factor* (SVF);
- compattezza urbana;
- incidenza solare;
- riflettanza/albedo dei materiali;
- conducibilità termica dei materiali.

Questo ha offerto la possibilità di acquisire, per ogni area selezionata, i m² di vegetazione (distinti per altezza), il rapporto tra superficie permeabile e impermeabile, l'irradiazione solare incidente e lo *Sky View Factor*. Tecnicamente la fase di analisi è stata sviluppata mediante la creazione di modelli tridimensionali del terreno espressi in forma digitale, DSM (*Digital Surface Model*) e DTM (*Digital Terrain Model*), i quali hanno permesso di identificare e inventariare la composizione delle superfici urbane. Unendo i DEM (*Digital Elevation Model*) ottenuti attraverso l'elaborazione dei dati LIDAR con le ortofoto multispettrali, è stato quindi possibile suddividere in forma automatica le superfici orizzontali della città per tipologia e altezza, ottenendo così un atlante delle superfici composto da spazi verdi, con relative altezze e spazi impermeabili (edifici, strade, parcheggi).

Successivamente, mediante l'utilizzo di software come *LAStools*, *Saga Gis* e *eCognition*, sono state create le mappe dello *Sky View Factor* e le mappe dell'irraggiamento solare, informazioni essenziali ad individuare, non solo le azioni rivolte alla mitigazione del fenomeno UHI e all'adattamento urbano ai cambiamenti climatici, ma soprattutto, a determinare le specifiche zone di intervento (Fig. 3 – 4).

⁵⁴ Le misurazioni sono state eseguite dall'unità del progetto UHI dell'Università di Padova, Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali (DTG) (Renato Lazzarin, Marco Noro e Filippo Busato).

Figure 3 e 4 – Approfondimenti sull’ambito “Residenziale anni 60/70 ad alta densità”



Fonte: Elaborazione Iuav, 2014

Nella fase successiva si sono identificate le potenziali “azioni” da intraprendere e legate ad interventi specifici sul quartiere/ambito individuato, quali:

- interventi sugli edifici,
- interventi sugli spazi aperti e pubblici,
- interventi sugli spazi privati.

Il risultato di questo pacchetto di “azioni” – integrate tra di loro –, ha permesso di delineare gli scenari di trasformazione, successivamente testati e verificati attraverso l’utilizzo del software ENVI-met⁵⁵. Grazie a questo primo lavoro di ricognizione, analisi e valutazione è stato possibile fornire alcuni indirizzi progettuali sull’area pilota, adattando all’area stessa le misure di mitigazione genericamente proposte in altri contesti territoriali. Esito di questa sperimentazione l’individuazione di quattro scenari progettuali, così articolati:

- “*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;
- “*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);
- “*cool roofs*”: sostituzione dei tradizionali tetti a tegola o piani rivestiti con materiali “freddi” (albedo da 0,3 a 0,6);
- “*green ground + cool pavements*”: scenario dato dalla contemporanea adozione delle due azioni di mitigazione descritte.

⁵⁵ Per approfondimenti sul software si veda: <http://envi-met.com/>

La precisione del modello digitale del terreno, ottenuto mediante l'utilizzo dei dati LiDAR e delle ortofoto, permette di accrescere il dettaglio con il quale eseguire le simulazioni riguardanti la misura dell'efficacia, in termini di riduzione di temperatura, delle differenti azioni di mitigazione per ciascuno dei quattro scenari ipotizzati. Le simulazioni hanno permesso di testare virtualmente le azioni, identificando le strategie migliori per l'area pilota presa in analisi.

I risultati ottenuti dalle misurazioni di efficacia dei quattro scenari di trasformazione dell'area pilota, ha dato diverse risposte sulla modalità di raggiungimento di alcuni risultati di riduzione della temperatura. In particolare, il quarto scenario, denominato "*green ground + cool pavements*", testato con l'utilizzo del software *ENVI-met* è quello che ha fornito i risultati più soddisfacenti dal punto di vista della riduzione di temperatura. Su questa base si è passati successivamente alla restituzione progettuale dello scenario prescelto.

Va detto che lo scenario di riferimento scelto per l'area pilota si pone nell'ottica di incremento della resilienza e della riduzione alle esternalità ambientali imposte alle aree urbane dalla variabilità climatica. In particolare la progettazione di infrastrutture verdi urbane, può diventare un volano per adattare la città ai cambiamenti climatici e migliorare la qualità di vita degli abitanti. Si attribuisce infatti ad una rete di spazi naturali e semi-naturali una buona capacità di rendere il territorio più resiliente: se ben progettate, le infrastrutture verdi possono mitigare gli effetti delle alluvioni e contenere i crescenti fenomeni di siccità, migliorare la qualità delle acque e dell'aria e favorire efficacemente la tutela del suolo e il contrasto del dissesto idrogeologico. Tutto questo attraverso la filtrazione dell'aria, la protezione dall'erosione, la regolazione del flusso d'acqua, la protezione delle coste, l'impollinazione, il mantenimento della struttura del suolo, la depurazione delle acque, lo stoccaggio di carbonio. I molteplici vantaggi delle infrastrutture verdi sono state evidenziate anche dalle recenti comunicazioni della Commissione Europea (2013) per le infrastrutture verdi. L'utilizzo di sistemi naturali spesso può essere più economico e più resistente rispetto, per esempio, ad una infrastruttura rigida.

Risultano però ancora da comprendere le modalità di applicazione delle trasformazioni previste in un contesto territoriale reale. Il territorio del Veneto centrale infatti, essendo stato fortemente trasformato negli ultimi 40 anni, necessita di un approccio progettuale fortemente legato a questa specificità territoriale. In questa stessa ottica, il progetto per la trasformazione dell'area pilota, risultato dallo studio di fattibilità, potrà trovare il suo compimento, attraverso piccoli interventi, che verranno compiuti presumibilmente in un arco temporale di circa vent'anni.

Le misure di mitigazione previste per attenuare l'effetto isola di calore potranno venire efficacemente utilizzate in primo luogo attraverso l'adozione di strumenti adeguati di gestione e pianificazione del territorio, in grado di accogliere e interpretare al proprio interno le nuove priorità di adattamento ai cambiamenti climatici. Su queste basi sono state fornite alcune indicazioni associabili a singoli strumenti urbanistici e di gestione urbana (tab.1).

Tabella 1 - Strumenti ordinari della pianificazione e gestione urbanistica: azioni possibili di calmierazione delle UHI

SUPERFICI A TERRA	Azione	Soggetto regolatore prevalente	Strumento (urbanistico o di gestione)	Tipo di indicazione	Note
Gestione della Riflettanza ed Emissività delle superfici impermeabili Per spazi pubblici e spazi privati	1) Tipologia di pigmentazione 2) Tipologia di materiale	Amministrazioni Comunali	Piano urbanistico comunale (diverse denominazioni a seconda della legislazione regionale di riferimento)	Indicazioni sulle superfici di ciascuna ATO	Per le pavimentazioni esistenti è conveniente modificare progressivamente la pigmentazione. Per le nuove superfici conviene impiegare materiali che combinino una maggiore riflettanza e un tasso di impermeabilizzazione basso
			Piano di manutenzione ordinaria e straordinaria	Parametri di riflettanza delle superfici esistenti	
			Piano delle infrastrutture	Parametri di riflettanza delle superfici di nuove infrastrutture	
			Regolamento edilizio	Parametri di riflettanza delle superfici di nuovi edifici privati e pubblici	

Fonte: Elaborazione Iuav, 2014

4. Scenari di intervento urbanistico

Le azioni di trasformazione sull'area pilota di seguito ipotizzate, fanno riferimento allo scenario “green ground + cool pavements” precedentemente analizzato. Lo schema – utilizzato come base di riferimento per la modellazione ENVI-met – è stato di seguito declinato in una serie di potenziali trasformazioni dell'area pilota. Gli interventi ipotizzati non fanno riferimento quindi ad un intervento unitario di progettazione urbana, ma sono strutturati come piccoli interventi puntuali integrati.

Vale la pena sottolineare come le azioni proposte, possono da sole essere efficaci per mitigare l'effetto isola di calore, però necessitano di approfondimenti specifici legati al contesto territoriale in cui si vanno ad applicare, in modo da poter scegliere con oculatezza gli interventi più efficaci e meno costosi. Va altresì evidenziato, che per ottenere la massima efficacia, tutte le azioni andrebbero inserite all'interno di una strategia generale di adattamento al cambiamento climatico, in modo da poter combinare azioni che, da una parte agiscano sui diversi effetti del cambiamento climatico e allo stesso tempo possano essere importanti per le priorità urbane o socioeconomiche di un particolare territorio. Le tavole di seguito riportate descrivono due esempi tipologie di intervento ipotizzate.

Un primo esempio di azione prevede un livello di intervento sulle superfici stradali, ipotizzando un aumento dell'indice di riflettanza del manto carrabile. Tale modifica potrà avvenire attraverso l'utilizzo di materiali di vario tipo, prendendo in considerazione due diverse opzioni tecniche: una prima più immediata, intervenendo sulla colorazione/pigmentazione e una seconda più strutturale intervenendo sulla tipologia di asfalto. Interventi di questo tipo possono venire programmati alla scala dell'intero territorio comunale, da compiersi in un periodo prestabilito di anni, per esempio nell'arco di tempo necessario per la riasfaltatura o per il rifacimento di alcuni tipi di segnaletica a terra (Fig. 5).

Figura 5 – Azione 1. Modifica albedo delle strade



Fonte: Elaborazione Iuav, 2014

Anche la gestione degli spazi aperti privati gioca un ruolo determinante sulla presenza e sull'intensità dell'isola di calore urbana. Risulta evidente che la gestione di queste superfici acquisisce particolare rilevanza nella mitigazione dell'effetto isola di calore. In questo caso però, anche una semplice soluzione tecnica (aumento delle superficie verde e aumento della riflettanza delle superfici impermeabili) deve trovare una valida giustificazione di tipo gestionale e legislativo, e la risposta deve necessariamente avere fondamento all'interno di una visione strategica generale in grado di coniugare le esigenze di gestione individuale degli spazi privati con la comprensione dell'importanza di adattarsi al cambiamento climatico a tutte le scale.

Figura 6 – Azione 2. Albedo su pavimentazione privata



Fonte: Elaborazione Iuav, 2014

5. Conclusioni

Il progetto UHI (*Development and application of mitigation and adaptation strategies and measures for counteracting the global Urban Heat Islands phenomenon*) ha permesso di avviare una prima riflessione anche sul ruolo degli strumenti urbanistici e della pianificazione territoriale per mitigare gli impatti delle ondate di calore nelle aree urbane.

In particolare la sperimentazione condotta a Padova – promossa dalla Regione Veneto con il supporto scientifico dell’Università Iuav di Venezia – ha portato ad alcuni risultati rilevanti almeno su tre fronti: l’adeguamento dell’assetto urbanistico di scala regionale, la produzione di strumenti di supporto alla pianificazione urbanistica di scala comunale, esisti sperimentali sul caso studio.

Per quel che riguarda l’assetto urbanistico regionale va segnalato che con la variante a valenza paesaggistica dell’aprile 2013 al Piano Territoriale di Coordinamento Regionale (PTRC) è stato inserito riferimento esplicito al tema dei cambiamenti climatici nell’apparato normativo⁵⁶, nonché esplicitato il ruolo delle amministrazioni comunali nel recepimento delle indicazioni di mitigazioni ed adattamento nella pianificazione locale. Come *output* operativo il progetto mette a disposizione un manuale urbanistico per le amministrazioni locali a supporto della redazione dei piani degli interventi (PI) previsti dalla Legge Regionale del Veneto 11/2004 per il Governo del Territorio.

Introdurre norme, anche locali, per contrastare i cambiamenti climatici sulla scala locale (incluso gli effetti estremi delle isole di calore urbano) può essere sicuramente considerato un primo passo per integrare la pianificazione *climate-proof*, nella pianificazione territoriale ed urbanistica ordinaria, non si ritiene infatti che un solo regime di piani di natura volontaria possa essere adeguato e sufficiente all’attuazione della Strategia Nazionale per l’Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNA) italiana.

Bibliografia

Bonafè G., 2006. *Microclima urbano: impatto dell’urbanizzazione sulle condizioni climatiche locali e fattori di mitigazione*, Area Meteorologica Ambientale, Servizio IdroMeteorologico, ARPA Emilia Romagna, Bologna.

Commissione Europea, 2013. *Infrastrutture verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa*, COM(2013) 249 final, Brussels.

Oke T.R., 1973. *City size and the urban heat island*. Atmospheric Environment, 7: 769–779.

Oke T.R., 1987. *Boundary Layer Climates*. New York, Routledge.

Oke T.R., 2006a. *Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites*. Instruments and Observing Methods. Canada. WHO. No.81.

Oke T.R., 2006b. *Towards Better Scientific Communication in Urban Climate*. Theoretical and applied Climatology 84: 179-190.

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.

Santamouris M., 2007. *Heat island research in Europe - State of the art*, Advances in Building Energy Research;1:123-150.

Shahmohamadi P., Cubasch U., Sodoudi S. and Che-Ani A.I., 2012. *Mitigating Urban Heat Island. Effects in Tehran Metropolitan Area*, Chapter 11, pp 282-283 in Air Pollution – A Comprehensive Prospective.

⁵⁶ In particolare l’ARTICOLO 68 – “Riordino del sistema insediativo e criteri di progettazione”: 01. La Regione Veneto promuove l’attuazione delle direttive e delle indicazioni della Comunità Europea (European Environmental Agency “Urban adaptation to climate change in Europe”) ai vari livelli di governo predisponendo idonee “linee guida per misure di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, per gli insediamenti urbani, produttivi e per i centri storici” secondo le seguenti indicazioni operative: a) adattamento e mitigazione, b) governance del territorio, c) pianificazione urbanistica, d) sperimentazione e sistema di monitoraggio avanzato, e) educazione ai cambiamenti climatici in rapporto alle città e al territorio.

Wong N.H. and Chen Y., 2009. *Tropical Urban Heat Island: Climate, Buildings and Greenery*. London and New York. Taylor & Francis Press.

L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI DEI SISTEMI DI TRASPORTO URBANO

Lorenzo Barbieri¹, Domenico Gaudioso²

¹Università degli Studi Roma Tre, ²Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Abstract

L'inevitabilità dei cambiamenti climatici spinge a cercare soluzioni di adattamento in diversi settori. Nell'ambito dei sistemi di trasporto urbani, fondamentali per il funzionamento delle città, è necessario affrontare l'adattamento distinguendo fra tre aspetti di sensibilità: infrastrutture, operazioni e domanda di trasporto. Per quanto riguarda le prime è importante limitare gli impatti fisici, mentre per le altre due si pongono questioni di gestione. Le strategie di adattamento sono in corso di diffusione a livello europeo, nazionale e urbano. Per quanto concerne gli strumenti, è utile integrare i dispositivi esistenti (pianificazione della mobilità e valutazione ambientale) con criteri di adattamento. Approcci e opzioni di adattamento sono rispettivamente divisi per tipo (*soft*, *grey* e *green*) e infrastruttura (strade, ferrovie, verde, trasporto pubblico locale e bici). In chiusura, si evidenzia la necessità di integrare maggiormente mitigazione e adattamento e l'importanza di integrare gli sforzi pubblici e privati nell'affrontare i cambiamenti climatici.

Parole chiave

Adattamento, trasporto urbano, cambiamenti climatici, eventi estremi

1. Introduzione: questioni di adattamento

I sistemi di trasporto sono fondamentali per il funzionamento delle società urbane, poiché garantiscono lo spostamento di persone, beni e servizi. I cambiamenti climatici avranno molti effetti su diversi settori, compreso quello dei trasporti: le infrastrutture subiranno danni e, conseguentemente, la gestione dei sistemi di trasporto e la domanda di movimento saranno influenzate dal clima che cambia.

L'intensificarsi dei cambiamenti climatici porterà a diversi impatti nel settore dei trasporti. Per esempio le infrastrutture saranno soggette ad impatti sulla stabilità dei manufatti stradali, ferroviari o portuali o la tenuta di asfalti stradali e binari ferroviari. Inoltre, i cambiamenti climatici saranno all'origine di impatti più generali sulle dinamiche del settore, per la ripartizione modale in ambito urbano e per il trasporto marittimo.

In particolare, i sistemi di trasporto urbano svolgono un ruolo fondamentale nel funzionamento delle nostre città, garantendo gli spostamenti di abitanti, lavoratori e turisti che altrimenti utilizzerebbero un mezzo privato o non si muoverebbero. Non va dimenticato che la grande densità delle aree urbane è una delle cause dei possibili maggiori impatti dei cambiamenti climatici su persone e cose.

Per i motivi elencati sopra, il legame tra i cambiamenti climatici e il settore dei trasporti può essere distinto in tre diversi aspetti di sensibilità: le infrastrutture; le operazioni di trasporto; la domanda di trasporto (Mills & Andrey, 2002).

1.1. Infrastrutture

I cambiamenti climatici sono destinati ad aumentare la frequenza e l'intensità di eventi meteorologici estremi, che già oggi provocano danni alle infrastrutture. In particolare (Caserini & Pignatelli, 2010; Mills & Andrey, 2002):

- l'*aumento delle temperature* comporterà da una parte una maggiore vulnerabilità delle infrastrutture stradali (asfalto) e ferroviarie (binari) dovuta alla crescente frequenza di giorni caldi, dall'altra una loro minore vulnerabilità a causa di un calo della frequenza di giorni con basse temperature con formazione di ghiaccio.
- le *modifiche nel regime delle precipitazioni*, caratterizzate da eventi estremi più frequenti e intensi, influenzeranno negativamente la stabilità dei terreni e di conseguenza delle

infrastrutture stradali e ferroviarie localizzate in contesti instabili; un ulteriore rischio è quello di allagamento delle infrastrutture sotterranee.

- l'aumento del livello del mare comporterà rischi per le infrastrutture stradali e ferroviarie localizzate sui litorali e per quelle portuali. Dal mare deriva anche l'impatto delle grandi onde generate dalle mareggiate che avvengono durante le tempeste (*storm surge*).

Oltre ai tre principali effetti dei cambiamenti climatici indicati sopra, potrà aumentare il rischio di alluvioni, frane e incendi, con le relative conseguenze sulle infrastrutture di trasporto stradale e ferroviario. La tabella sottostante – adattata a partire da quella pubblicata dalla Commissione Europea nel documento della strategia di adattamento relativo alle infrastrutture (EC, 2013a) – indica i rischi e gli impatti dei cambiamenti climatici per quanto riguarda il trasporto urbano.

Tabella 1 – Rischi e impatti dei cambiamenti climatici sulle infrastrutture di trasporto urbano

	TIPO	PRESSIONI CLIMATICHE	RISCHI	PERIODO DI RIFERIMENTO dell'impatto
TRASPORTO URBANO (infrastrutture stradali, piste ciclabili, marciapiedi, infrastruttura ferroviaria, canali, trasporto pubblico e privato)		Innalzamento delle temperature e ondate di calore	• Aumento dell'effetto isola di calore (p.e. fusione dell'asfalto, aumento dei danni all'asfalto a causa di limiti materiali, espansione termica dei giunti dei ponti e delle superfici coperte, e danni alle strutture dei ponti)	Mediamente negativo (2025)
		Eventi di precipitazione intensa (<i>flash floods</i> estremi)	• Danni alle infrastrutture e alle proprietà a causa degli allagamenti	Da mediamente negativo (2025) a fortemente negativo (2080)
		Innalzamento del livello del mare e allagamento dovuto a mareggiate	• Rischio di inondazione delle infrastrutture stradali e di allagamento dei tunnel sotterranei • Degrado della superficie stradale e degli strati di base a causa della penetrazione del sale	Mediamente negativo (2025)
		Tempeste estreme, venti forti	• Danni, aumento dei costi di manutenzione	Impatti scarsi o di media intensità

Fonte: Adattato da EC (2013a), pp. 32-33

1.2. Operazioni

La gestione delle operazioni di trasporto ha un ruolo basilare nel funzionamento delle infrastrutture e dei sistemi di spostamento di persone e beni. I cambiamenti climatici porteranno impatti in questo ambito del settore dei trasporti in termini sia di nuovi contesti climatici in cui operare, sia di maggiore frequenza degli eventi estremi da affrontare e gestire.

In particolare (Mills & Andrey, 2002):

- la *sicurezza* è una questione importante per il buon funzionamento dei sistemi di trasporto. I danni alle infrastrutture possono causare direttamente e indirettamente deragliamenti ferroviari e incidenti stradali dovuti a eventi meteorologici avversi. Se da una parte le temperature invernali potranno aumentare, con una conseguente riduzione complessiva di eventi meteorologici avversi quali le gelate, dall'altra potrà aumentare la frequenza e l'intensità degli eventi estremi.
- la *mobilità* nel suo complesso subisce disservizi a causa del maltempo, specialmente nei mesi invernali. Le proiezioni disponibili indicano che in alcune aree l'aumento delle temperature potrebbe portare dei benefici in termini di minori precipitazioni (ad esempio nel Sud Italia), mentre in altre (ad esempio, il Nord Europa) sono attesi aumenti delle precipitazioni (IPCC, 2013).
- l'*efficienza* è una questione aperta perché, se da un lato le temperature in aumento riducono i costi di manutenzione delle strade in inverno, dall'altro li aumentano in estate.

Allo stesso modo, l'aumento delle temperature implica un aumento dei consumi energetici per il condizionamento dei mezzi di trasporto e una riduzione degli stessi in inverno per il loro scongelamento.

- le *esternalità ambientali*, infine, saranno influenzate dal modo in cui avverranno le operazioni di trasporto in futuro. La modifica delle condizioni di dispersione dell'atmosfera (stabilità, altezza dello strato di mescolamento) potrà influire negativamente sulla concentrazione degli agenti inquinanti nell'atmosfera. D'altro canto l'aumento delle temperature, che determina una minore entità delle emissioni legate al riscaldamento invernale, o la riduzione dell'uso di sale e altri agenti chimici in caso di neve e ghiaccio, potrebbe avere effetti positivi sull'ambiente.

1.3. Domanda

Per quanto riguarda la domanda di trasporto, le questioni da affrontare sono simili a quelle legate alle operazioni. Di fatto, la domanda di mobilità è governata da diversi fattori, tra cui quelli climatici, o meglio, nel breve periodo, da quelli meteorologici: basti pensare alle differenti scelte modali che alcune persone fanno durante una giornata di tempo sereno rispetto a quelle fatte quando il tempo è perturbato.

Proprio perché la domanda di trasporto è influenzata da eventi che si manifestano nel breve periodo, oltre agli impatti sulle infrastrutture già affrontati sopra, è necessario approfondire gli effetti degli eventi estremi sul settore dei trasporti. In particolare (Taylor & Philp, 2010; Jaroszweski *et al.*, 2010; Koetse & Rietveld, 2009; Böcker *et al.*, 2013):

- le *precipitazioni intense* (pioggia, grandine, neve) generano uno spostamento modale (per esempio, dal mezzo pubblico alla macchina) con un conseguente aumento della congestione e del traffico. Inoltre causano spesso incidenti stradali a causa della minore visibilità e dell'asfalto bagnato.
- le *ondate di calore* hanno conseguenze sulla funzionalità e l'efficienza dei mezzi di trasporto, dal punto di vista del riscaldamento del motore e dal ricorso ai sistemi di condizionamento con un conseguente maggior uso di energia. Anche questo tipo di evento genera spostamenti modali significativi.

2. Stato dell'adattamento in Italia e in Europa: strategie e strumenti

A livello europeo, la Commissione Europea ha dedicato all'adattamento delle infrastrutture ai cambiamenti climatici uno specifico documento di lavoro che accompagna la Strategia europea di adattamento (EC, 2013a). Il testo riguarda le infrastrutture nel senso più ampio, tenendo conto dei trasporti, dell'energia e degli edifici. Gli impatti sono analizzati sia dal punto di vista territoriale, sia da quello settoriale. Il documento si concentra in seguito sulle politiche europee in tema di infrastrutture: in particolare si intende intervenire sull'adattamento della rete europea di trasporto TEN-T, soprattutto per quanto riguarda i progetti futuri, adeguando le nuove linee guida a criteri di resilienza. In quanto ai diversi strumenti di adattamento, la strategia descrive quelli tecnici (standard, valutazioni ambientali, e gestione del *flood risk*) e finanziari (fondi pubblici europei, fondi privati, assicurazioni).

In Italia, allo stato attuale, non esiste ancora un riferimento univoco, specifico e completo che consenta di valutare gli effetti dei cambiamenti climatici sui trasporti. Un esempio positivo a proposito di adattamento delle infrastrutture e dei trasporti è dato dal Piano di adattamento di Ancona (ACT, 2013), cui si rimanda più sotto nel relativo box.

Box 1 - Le infrastrutture nel Piano di adattamento di Ancona

All'interno del Piano di adattamento del comune di Ancona, recentemente pubblicato, è stata sviluppata una sezione riguardante la gestione delle infrastrutture di trasporto della città.

Le aree di analisi che sono state approfondite all'interno del sistema infrastrutturale della città, definite vetrini territoriali/urbani, sono tre:

- vetrino territoriale d'accesso/connettività SUD;
- vetrino territoriale d'accesso/connettività NORD;
- piastra logistico-produttiva portuale.

Gli impatti per le infrastrutture in queste tre aree sono principalmente dovuti all'innalzamento del livello del mare, all'aumento delle precipitazioni (eventi estremi e alluvioni), alla variabilità delle temperature, ai fenomeni franosi.

Per quanto riguarda i primi due vetrini le infrastrutture analizzate sono assi stradali che forniscono accesso alla città e ad altre aree di interesse: a nord il porto e l'aeroporto; a sud la caserma dei vigili del fuoco, il cimitero cittadino, istituti scolastici, l'università e aree sportive: in entrambe le aree l'autostrada e i centri limitrofi.

L'area del porto riunisce diversi tipi di infrastrutture: oltre al porto, nel quale sono gestiti passeggeri e merci, sono d'interesse l'area ferroviaria e la viabilità interna.

Nel complesso la vulnerabilità legata alle infrastrutture e agli aspetti locali (popolazione, attività economiche, sviluppo locale) è di valore medio. Per quanto concerne la gestione operativa delle infrastrutture, lo studio ha rilevato una carenza conoscitiva in termini di programmazione, confronto e integrazione dei modi e dei gestori di trasporto. Le infrastrutture stradali di accesso sono strategiche per le loro funzioni di collegamento della città con il porto (NORD) e i centri limitrofi (NORD-SUD). In termini di vulnerabilità, l'asse stradale nord è a rischio idrogeologico, poiché si trova ai piedi di una frana che potrebbe essere attivata con fenomeni di precipitazione, mentre l'asse sud ha una bassa vulnerabilità rispetto alle inondazioni e all'innalzamento delle temperature. Il porto è vulnerabile per quanto riguarda i collegamenti con il resto della città e per quanto riguarda l'impatto finanziario dei cambiamenti climatici sulle attività portuali. Inoltre la gestione operativa del porto è resa particolarmente difficile dal grande numero di attori presenti nell'area portuale e dalla rete infrastrutturale.

Il monitoraggio delle infrastrutture, rispetto al quale va evidenziata una carenza conoscitiva, è fondamentale per la loro gestione. Consiste sia nel controllo dello stato delle strade della città e del porto, sia nella misurazione della frana che interessa in particolare la direttrice nord.

Sono quindi auspicabili un maggiore coinvolgimento e una migliore integrazione tra gli attori che gestiscono le infrastrutture della città. Inoltre, saranno necessari ulteriori approfondimenti per colmare le mancanze conoscitive in tema di cambiamento climatico e infrastrutture di trasporto (ACT, 2013).

L'adattamento ai cambiamenti climatici può avvenire in diverse maniere, a seconda degli approcci adottati. I due principali strumenti qui descritti sono: gli strumenti di pianificazione della mobilità, che regolano il funzionamento del sistema dei trasporti di un dato ambito e possono così agire per contrastare i cambiamenti climatici; le valutazioni ambientali di progetti e di piani, tra i quali criteri possono essere aggiunte norme per garantire l'adattamento.

È importante che per ognuna di queste scelte siano attentamente valutati tutti i costi e i benefici ambientali attraverso un'apposita analisi, non solo su scala nazionale ma anche a livello urbano.

2.1. Pianificazione della mobilità

L'adattamento del sistema infrastrutturale e dei trasporti può trovare attuazione attraverso diversi strumenti di pianificazione della mobilità. A livello comunale esistono due possibili dispositivi: il piano urbano della mobilità (PUM) e il piano urbano del traffico (PUT). Ai livelli provinciale, regionale e nazionale svolgono questa funzione i piani di settore.

L'inclusione di percorsi partecipativi all'interno dei processi di pianificazione della mobilità, siano essi svolti all'interno di piani di settore o di strumenti urbanistici, può contribuire a una maggiore condivisione e consapevolezza delle scelte di adattamento ai cambiamenti climatici. Istituzionalizzare la partecipazione all'interno dei processi di pianificazione e progettazione dei sistemi di trasporto urbano, sulla falsa riga del *débat public* francese, porta diversi vantaggi. Integrare le questioni

dell'adattamento all'interno di strumenti e processi già esistenti è più utile ed efficace di fare affidamento a un ulteriore nuovo strumento di pianificazione. Inserire i cambiamenti climatici nei processi di valutazione (e condivisione) di un piano o di un progetto, come è possibile leggere sotto, è un valore aggiunto per il funzionamento dei processi di progettazione e pianificazione dei trasporti urbani.

2.2. Valutazione

L'applicazione, obbligatoria per le infrastrutture di trasporto, della valutazione ambientale di progetti (VIA) e piani (VAS), è uno strumento fondamentale per valutarne la resilienza e favorire interventi di adattamento. Le norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale, che già fanno riferimento all'importanza della caratterizzazione delle condizioni climatiche dei siti e agli effetti di possibili perturbazioni meteorologiche, dovrebbero essere integrate per fornire elementi di riferimento ad eventuali opere di adattamento.

3. Approcci e opzioni di adattamento

Sono possibili tre diversi modi di affrontare l'adattamento ai cambiamenti climatici, elencati di seguito:

- ri-orientamento modale e pianificazione territoriale per ridurre la domanda di nuove infrastrutture e, di conseguenza, la vulnerabilità del sistema (*soft*);
- adattamento preventivo, consistente nella costruzione di infrastrutture verdi e resilienti (*green*);
- costruzione di opere di difesa (*grey*).

La messa in atto delle politiche di adattamento avviene attraverso diverse opzioni, descritte sotto: alla base di queste ultime sono gli approcci descritti sopra. A questi possono essere aggiunti quattro aspetti legati alle strategie di adattamento nel settore dei trasporti (IPCC, 2014): mantenere e gestire; rinforzare e proteggere; aumentare la ridondanza; trasferire, quando sia necessario.

Siccome i cambiamenti climatici avranno impatti a diverse scale e in diversi settori e poiché la gestione del sistema dei trasporti è in carico a diversi enti e livelli amministrativi, è necessario che l'attuazione delle opzioni di adattamento avvenga in un contesto di *governance* multilivello. In questo senso è fondamentale un'integrazione verticale tra enti sovraordinati e orizzontali tra settori (Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2006). I governi urbani, se dotati di poteri adeguati, possono avere un ruolo centrale nella *governance* dell'adattamento, ma il ruolo degli altri attori può essere sia di potenziamento, sia di limitazione delle loro azioni. Per questo è necessario un ampio coordinamento tra i diversi enti che agiscono per l'adattamento (IPCC, 2014).

Si elencano di seguito alcune possibili opzioni di adattamento di specifiche infrastrutture di trasporto urbano di interesse per il contesto italiano.

3.1. Infrastrutture di trasporto stradale

L'adattamento al rischio di allagamento delle infrastrutture stradali dovrebbe partire dall'identificazione dei punti della rete stradale a rischio di allagamento e dalla gestione ottimale del sistema fognario di drenaggio delle acque (DRI, 2010). Ulteriori opzioni di adattamento consistono nella sostituzione della copertura stradale con asfalti drenanti e allo stesso tempo resistenti alle alte temperature (HM Government, 2011). Nel caso di innalzamento del livello del mare può essere necessario rialzare il sedime di una strada. È importante controllare con maggiore regolarità la manutenzione delle strade per assicurare che la stabilità non sia compromessa dal deterioramento dell'infrastruttura (CEDEX, 2012).

Come strumento di base per la programmazione e la gestione di questi interventi, sarebbe essenziale la disponibilità di una rete di raccolta dati e di comunicazione, che garantisca dati attendibili e comparabili per tutte le infrastrutture stradali italiane. Sarebbe quindi auspicabile una classificazione di tutta la rete stradale in classi di vulnerabilità ai diversi impatti dei cambiamenti climatici (alluvioni, frane, allagamenti, etc).

3.2. Infrastrutture di trasporto ferroviario

In risposta ai cambiamenti climatici sono necessari interventi di stabilizzazione del sedime ferroviario e di modifica delle tecniche di costruzione dei binari, con l'utilizzo di strutture che non cedano alle variazioni di temperatura (HM Government, 2011). Inoltre, è fondamentale dare un'adeguata priorità alla manutenzione delle strade ferrate e alla verifica e adeguamento dei franchi liberi dei ponti ferroviari su fiumi a mutato regime idraulico (CEDEX, 2012). Ciò richiederà una rivisitazione degli standard tecnici per la realizzazione, la ispezione e la manutenzione delle opere civili, della sede e della sovrastruttura.

Per quanto riguarda le stazioni e le aree di sosta del materiale rotabile e dei passeggeri, gli interventi di adattamento devono riguardare la creazione di aree di sosta coperte per i vagoni ferroviari, nonché tettoie nelle aree di sosta dei passeggeri lungo i binari o la climatizzazione delle sale d'attesa.

3.3. Aree verdi

Possibili opzioni di adattamento consistono nel mantenimento di aree naturali (zone agricole, umide, laghi) dove permettere l'esondazione dei fiumi e l'allagamento dovuto alle piogge intense. Un'ulteriore possibilità è il mantenimento di corridoi e cinture verdi (EC (2013b) finalizzati alla tutela della biodiversità ed eventualmente alla riqualificazione delle aree circostanti alle infrastrutture di trasporto. Il mantenimento di coperture arboree in tali spazi contribuisce inoltre al consolidamento dei versanti collinari, migliorando in questo modo il grado di resilienza della infrastruttura.

In particolare l'uso delle alberature negli spazi adiacenti alle infrastrutture stradali svolge diverse funzioni: prima di tutto di filtro biologico, con il miglioramento della qualità dell'aria attraverso l'assorbimento di inquinanti; inoltre ha un ruolo nel consolidamento delle scarpate e di conseguenza nel contrasto all'erosione del suolo; altre due funzioni importanti sono quelle di frangivento e antirumore; infine gli spazi verdi servono come riserve di biodiversità e schermatura delle infrastrutture stradali dal punto di vista estetico (Milano Serravalle, 2012).

3.4. Infrastrutture di trasporto pubblico

Possibili interventi di adattamento del trasporto pubblico, oltre a quelli già citati per le infrastrutture stradali e ferroviarie, riguardano la protezione delle aree di sosta dei passeggeri dal calore, nonché della climatizzazione dei mezzi di trasporto pubblico. Per le grandi città sono da considerare anche i rischi di inondazioni e la protezione dal calore all'interno delle stazioni sotterranee della metropolitana (Mayor of London, 2010).

Per quanto riguarda i progetti ferroviari sotterranei, esistono diverse opzioni di adattamento: per quanto riguarda l'allagamento delle stazioni e dei tunnel sono previste misure passive come gli ingressi e le uscite delle stazioni rialzati e misure attive come le paratie; per i materiali rotabili è prevista la dotazione di sistemi di condizionamento e la presenza di macchinari in grado di sostenere temperature molto alte; la costruzione di porte di banchina che isolano le stazioni dai tunnel permette la ventilazione forzata degli ambienti sotterranei; infine i binari sono progettati per resistere al cedimento in caso di variazione delle temperature (TfL, 2011).

3.5. Infrastrutture per la mobilità ciclistica

Opzioni di adattamento per i percorsi ciclopedonali consistono nel prevedere una maggiore integrazione con le aree verdi nonché la presenza di spazi di sosta ombreggiati e con fontanelle per l'approvvigionamento idrico.

4. Sviluppi futuri nel campo dell'adattamento

Ad oggi, le conseguenze dei cambiamenti climatici e degli eventi meteorologici per il settore dei trasporti sono state oggetto di un'attenzione molto limitata. Eppure, è ampiamente noto che le prestazioni dei sistemi di trasporto peggiorano in condizioni meteorologiche avverse ed estreme. Ciò è particolarmente vero nelle regioni densamente popolate (come molte zone costiere di tutto il mondo), in cui un singolo evento può portare a una catena di reazioni che influenzano gran parte del sistema di trasporto (Koetse & Rietveld, 2009).

Una buona parte dell'attenzione degli studiosi e del pubblico è infatti concentrata sulle opzioni di mitigazione dei cambiamenti climatici, che sono fondamentali in un'ottica di adattamento e devono essere ancora adottate in molti casi.

Quello che frena l'adozione di queste opzioni sono: gli alti costi da anticipare, la lentezza nella sostituzione dei materiali e la spesa legata alla modificazione o alla cancellazione di progetti infrastrutturali. Non bisogna inoltre trascurare l'importanza simbolica del possesso di un veicolo in molte società. Nell'attesa che le alternative diventino disponibili, le politiche pubbliche hanno un ruolo fondamentale nel semplificare le tecnologie e le pratiche poco inquinanti nel trasporto passeggeri e merci. Si potrà arrivare a questo coinvolgendo il settore privato. Sono inoltre necessarie specifiche norme per l'adattamento e la resilienza delle infrastrutture di trasporto esistenti, oltre a una maggiore consapevolezza degli impatti. Le compagnie saranno avvantaggiate dalla comprensione e dalla quantificazione dei rischi per le infrastrutture nel giustificare i propri investimenti. Infine, i co-benefici della mitigazione potranno compensare molti – se non tutti – costi dell'adattamento (Farrag-Thibault, 2014).

Oltre a far aumentare i costi di costruzione e di manutenzione, l'adattamento delle infrastrutture di trasporto avrà la conseguenza di utilizzare finanziamenti che potrebbero essere destinati all'espansione e all'aumento della capacità della rete, con effetti su tutti i modi di trasporto. Per esempio, se gli interventi di adattamento dovessero limitare lo sviluppo della rete ferroviaria in misura maggiore di quanto avviene per le infrastrutture stradali, questo potrebbe frenare lo spostamento modale verso servizi di trasporto meno inquinanti (IPCC, 2014).

Proprio perché l'attuazione di alcune opzioni di adattamento rischia di frenare gli sforzi verso la mitigazione dei cambiamenti climatici, è necessario coordinare i due aspetti.

Recentemente, all'interno del progetto *Green and Blue Space Adaptation for Urban Areas and Eco Towns (GRaBS)* è stata elaborata una tabella, qui sotto adattata per gli scopi di questo documento.

Tabella 2 – Azioni e opzioni di mitigazione e adattamento che si completano e rafforzano

Approccio strategico	Possibili sinergie	Mitigazione	Adattamento
Evitare/ridurre	Pianificazione di città compatte e <i>transit-oriented</i> con aree verdi	Ridurre le distanze, i cambi di destinazione d'uso, la domanda di trasporto e le relative emissioni	- Parchi e aree verdi con funzione di raffrescamento - Le distanze ridotte favoriscono gli spostamenti a piedi e in bicicletta
	Standard <i>climate-proof</i> per le infrastrutture	Trasporto pubblico affidabile e di qualità, infrastrutture pedonali e ciclabili	Infrastrutture resilienti
Spostare/Mantenere	Trasporto pubblico di qualità (insieme a misure di gestione della domanda di trasporto)	- Un trasporto pubblico di qualità attira più utenti e riduce i viaggi in automobile - Minore spazio per le strade - Minori emissioni di CO₂ per passeggero-chilometro	- Un trasporto pubblico di qualità è necessario per garantire la mobilità di chi non ha un'automobile - Un trasporto pubblico affidabile è fondamentale per la gestione dei disastri e l'evacuazione
	Standard <i>climate-proof</i> per le infrastrutture		
	Infrastrutture pedonali e ciclabili di qualità		
	Misure di gestione della domanda di trasporto che disincentivano l'uso di veicoli a motore privati		
Migliorare	- Fornitura di veicoli efficienti e resilienti - Standard per veicoli	I veicoli energeticamente efficienti riducono le emissioni di carbonio per chilometro	- I veicoli resilienti sono necessari per mantenere la ripartizione modale (trasporto pubblico affidabile e comodo) - L'aria condizionata dovrebbe funzionare con CO₂ (minore potenziale di riscaldamento rispetto agli idrofluorocarburi)

Fonte: Adattato da Inturri & Ignaccolo (2011, p. 5)

La tabella sopra riportata può rappresentare una guida alla individuazione di opzioni di mitigazione e adattamento che si completino e rafforzino e alla valorizzazione di tutte le sinergie possibili. È però importante che, per ciascuna di queste scelte, siano attentamente valutati tutti i costi e i benefici ambientali, nel contesto degli scenari di cambiamento climatico previsti per le diverse aree geografiche, dal momento che gli impatti futuri potranno variare da una regione all'altra.

Bibliografia

ACT, Adapting to climate change in time, 2013. *Piano di adattamento del comune di Ancona*⁵⁷.

Böcker L., Prillwitz J., Dijst M., 2013. *Climate change impacts on mode choices and travelled distances: a comparison of present with 2050 weather conditions for the Randstad Holland*. Journal of Transport Geography, 28, 176-185.

Caserini S., Pignatelli R., 2010. *Cambiamenti climatici e trasporti: il contesto e gli impatti*. In: Castellari S., Artale V. (eds) *I cambiamenti climatici in Italia: evidenze, vulnerabilità e impatti*, Bononia University Press, Bologna.

CEDEX, Centro de estudios y experimentación de obras públicas, 2012. *La consideración del cambio climático en la evaluación ambiental de planes y programas – aplicación al caso de planes y programas de infraestructuras de transporte*. Centro de estudios y experimentación de obras públicas.

DRI, Danish Road Institute, 2010. *The blue spot concept. Methods to predict and handle flooding on highways*. Report 181, Road Directorate, Danish Road Institute.

EC, European Commission, 2013a. *Adapting infrastructure to climate change*. European Commission, Brussels.

EC, European Commission, 2013b. *Technical information on green infrastructure (GI)*, European Commission, Brussels.

Farrag-Thibault, A.. *Climate Change: Implications for Transport*. Cambridge Institute for Sustainability Leadership, Cambridge. Disponibile su: <http://www.cisl.cam.ac.uk/Resources/Climate-and-Energy/Climate-Change-Implications-for-Transport.aspx>

Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2006. *Cambiamenti climatici a scala regionale: danno economico generato da eventi alluvionali sul sistema delle infrastrutture lombarde*. Progetto Kyoto Lombardia.

HM Government, 2011. *Climate Resilient Infrastructure: Preparing for a Changing Climate*. TSO, London.

Inturri G. & Ignaccolo M., 2011. *GRaBS Policy Guidelines Summary - Adapting transport systems to climate change*. Town and Country Planning Association, London.

IPCC, 2013. *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2014. *Urban Areas*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Jaroszweski D., Chapman L., Petts J., 2010. *Assessing the potential impact of climate change on transportation: the need for an interdisciplinary approach*. Journal of Transport Geography, 18, 331-335.

Koetse M. J., Rietveld P., 2009. *The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings*. Transportation Research Part D, 14, 205-221.

⁵⁷ <http://www.actlife.eu/medias/260-actpianoadattamentoancona.pdf>

Mayor of London, 2010. *The draft climate change adaptation strategy for London* - Public Consultation Draft, Greater London Authority, London.

Milano Serravalle, 2012. *2007-2011: 5 anni di rapporto ambientale*⁵⁸.

Mills B., Andrey J., 2002. *Climate Change and Transportation: Potential Interactions and Impacts*⁵⁹.

Taylor M. A. P., Philp M., 2010. *Adapting to climate change – implications for transport infrastructure, transport systems and travel behaviour*. Road & Transport Research, 19: 4, 69-82.

TfL, Transport for London, 2011. *Safety, health and environment assurance committee - Sustainability and Crossrail*, 9 March 2011⁶⁰.

⁵⁸ http://www.serravalle.it/doc/64testi_6RSA_2007_-_2011.pdf

⁵⁹ <http://climate.dot.gov/documents/workshop1002/mills.pdf>

⁶⁰ <http://www.tfl.gov.uk/assets/downloads/Item08-SHEAC-9-March-2011-Sustainability-Crossrail.pdf>

IL CENTRO STORICO DI VENEZIA E I CAMBIAMENTI CLIMATICI

Margaretha Breil¹

¹ Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

Abstract

Le problematiche che l'innalzamento del livello del mare crea nelle città costiere vengono in un certo senso anticipate dagli allagamenti periodici del centro storico di Venezia. Una ricerca attualmente in corso indaga sull'importanza delle attività dei proprietari privati di unità edilizie finalizzate a proteggere i loro edifici e soprattutto di quelle volte a limitare i danni nei piani terra causati dalle inondazioni dovute ad eventi di marea estrema⁶¹. Si tratta infatti di un'attività rilevante, in grado di integrare un sistema articolato di protezione che prevede infrastrutture di grande scala e di tipo organizzativo o un sistema di allerta pubblica.

Parole chiave

Inondazione, aree urbane, impatti costieri, adattamento privato

1. Introduzione

Il centro storico di Venezia è uno dei luoghi iconografici per la visualizzazione delle perdite che potrebbero essere causate dai cambiamenti climatici, ed in particolare dall'innalzamento del livello del mare. L'immagine del patrimonio culturale veneziano permanentemente sommerso nell'acqua lagunare ha stimolato iniziative da tutto il mondo mirate ad occuparsi della città e dei rischi che i livelli crescenti del mare rappresentano per essa.

Ad oggi, Venezia non si è ancora dotata di un piano di adattamento, benché nel gennaio 2014 sia stato approvato dal consiglio comunale un primo documento preparatorio per una pianificazione sistematica del territorio urbano rispetto ai cambiamenti climatici, che interessa l'intero territorio comunale e riguarda anche altri impatti futuri quali eventi estremi di precipitazione e onde di calore (Comune di Venezia, 2014). Il documento approvato si limita ad una descrizione qualitativa delle aree in cui saranno necessarie misure di adattamento, senza però provvedere ad una delineazione concreta di attività o misure di pianificazione.

Uno degli impatti futuri, quello degli allagamenti dovuti a livelli di maree crescenti, rappresenta già una realtà per il centro storico di Venezia. Allagamenti temporanei fanno parte della storia di Venezia, e la città ha sviluppato una serie di strategie per convivere con questo fenomeno. Venezia rappresenta perciò un interessante caso studio in cui i futuri impatti dei cambiamenti climatici sono, anche se con entità ridotte, anticipati in un tessuto urbano di grande valore storico. Il caso presenta perciò l'occasione per studiare possibilità e limiti di un adattamento ad allagamenti dal mare, specialmente per quanto riguarda le misure prese per proteggere il tessuto edilizio diffuso della città. Tali misure vengono realizzate dai proprietari dei singoli edifici (privati ma anche pubblici), per ridurre l'impatto degli allagamenti che interessano con una frequenza crescente l'abitato e la vita quotidiana della città. Si tratta di misure per la protezione delle strutture edilizie da allagamenti in occasione di maree eccezionali, e non sono, nel senso stretto, difese rispetto ad un clima che cambia, ma piuttosto interventi che mirano a fronteggiare impatti ascrivibili ad una variazione naturale degli eventi meteorologici.

Anche se non direttamente connessi ai cambiamenti climatici, il caso di Venezia e le sue strategie per convivere con allagamenti occasionali, sono interessanti per il disegno di strategie di adattamento, perché mettono in evidenza - tra l'altro - il potenziale ruolo delle attività diffuse che intraprenderanno gli attori privati, che non saranno da sole capaci di garantire un adattamento, ma rappresentano un importante complemento a misure infrastrutturali organizzative pubbliche.

⁶¹ L'articolo qui presentato illustra le attività in corso nell'ambito del caso studio di Venezia del progetto "Bottom up Climate adaptation Strategies Towards a Sustainable Europe" (BASE), www.base-adaptation.eu.

Il presente articolo fornisce un breve sguardo d'insieme, in mancanza di un vero e proprio piano di adattamento comunale, sulle misure attualmente intraprese per proteggere la città dagli impatti delle inondazioni da maree, e descrive una ricerca attualmente in corso che mira a dare una dimensione quantitativa alle attività dei privati in tema di adattamento.

2. Le maree

Essendo ubicato in una laguna costiera che comunica direttamente con il mare Adriatico attraverso tre aperture, il centro storico di Venezia è esposto alle escursioni di marea. La parte settentrionale dell'Adriatico è infatti l'unica parte del Mediterraneo che ha un'escursione delle maree significative.

L'ubicazione nella laguna, scelta originariamente come misura di difesa contro invasioni nemiche, rappresenta perciò un valore sia in termini ambientali – le maree assicurano lo scambio continuo di acqua tra laguna e mare – che strategico perché assicura l'accesso alla città e al porto dal lato del mare. Al contempo espone la città al rischio di subire danni in casi di maree straordinarie.

La frequenza delle maree straordinarie è cresciuta in maniera significativa negli ultimi decenni, fatto dovuto a una combinazione tra trasformazioni antropogeniche dell'intera laguna, prima tra tutte l'estrazione di acque dolci da falde sottostanti la laguna, che ha accelerato il processo naturale della subsidenza a cui è esposta l'area costiera veneta. In seguito ai processi di subsidenza, l'area della laguna di Venezia e il suo *hinterland* si stanno attualmente abbassando di circa 0.05 cm/all'anno, mentre per l'intero periodo del '900 viene stimato un abbassamento di 12 cm causato dalla subsidenza ed un innalzamento del livello medio del mare di 13cm, risultando in un innalzamento del mare relativo di circa 25 cm (Carbognin *et al.*, 2009).

Questo innalzamento ha comportato a Venezia una crescente frequenza di maree che raggiungono un livello tale da inondare grandi parti del suolo urbano, creando problemi al trasporto ed alla circolazione. Le maree raggiungono sempre più spesso parti degli edifici che non sono protetti da materiali resistenti alla risalita capillare dell'acqua salina, creando danni alle murature e agli intonaci.

Si tratta di maree estreme causate in momenti particolari in cui si sovrappongono fattori meteorologici con variazioni naturali delle maree astronomiche e oscillazioni del livello del mare nel bacino del mare Adriatico che è particolarmente lungo e stretto (le cosiddette sesse).

Quando a Venezia in occasione di una marea estrema viene superato il livello di 80 cm sopra lo zero mareografico locale (Zero Mareografico della Punta della Salute), si parla di "Acqua Alta". A questo livello di marea non si allaga nemmeno il 2% della città, benché interessi due dei punti iconografici della città: Piazza e Basilica di S. Marco. L'evento di marea più alto finora verificatosi è stato quello del 4 novembre 1966, quando una marea estrema ha raggiunto il livello di 194 cm sopra il livello medio marino locale; questo evento, durante il quale circa il 90% della superficie della città è stato allagato, ha segnato una svolta nelle politiche urbane in relazione alle maree, dando il via ad una serie di misure tese a proteggere la città dagli impatti delle maree.

3. Le misure di protezione per il Centro Storico di Venezia

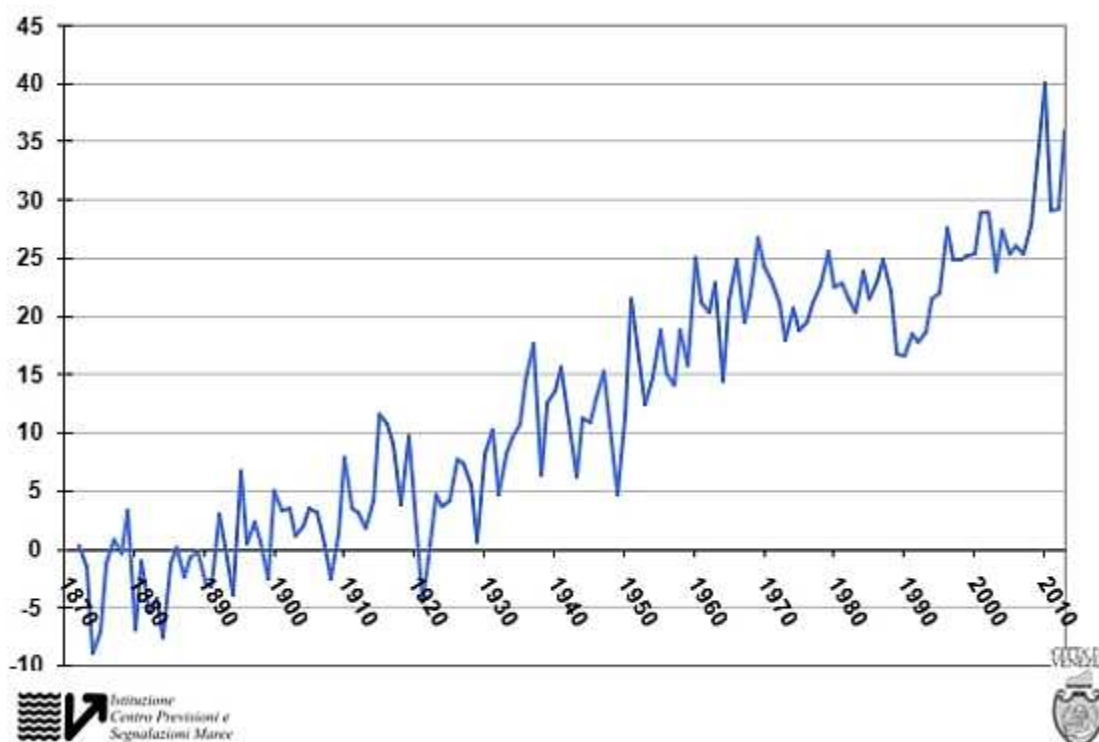
Le misure finora finanziate e realizzate nell'ambito della laguna di Venezia comprendono sia misure infrastrutturali che organizzative. La più nota misura nel dibattito nazionale e internazionale è l'infrastruttura di protezione nelle tre bocche di porto. Il cosiddetto sistema MoSE (**MODulo Sperimentale Elettromeccanico**) è attualmente in costruzione e se ne prevede l'ultimazione per il 2016. Una volta ultimate, le barriere mobili del sistema dovrebbero chiudere la laguna verso il mare in caso di rischio di maree eccezionali.

Gli elevati costi del progetto (5,4 miliardi di euro spesi fino ad oggi e più di 6 miliardi di euro come costi finali stimati, più che quattro volte la somma inizialmente preventivata) hanno generato discussioni e polemiche a livello urbano e nazionale. Anche se non progettato in vista di cambiamenti climatici e forti innalzamenti del mare, il progetto per le barriere mobili viene attualmente proposto

come misura di protezione contro questi impatti; il consorzio di imprese responsabili per la realizzazione dichiara infatti che l'opera sia in grado di fronteggiare un incremento del livello del mare di 60 cm⁶². Un tale innalzamento del livello del mare implicherebbe però – assumendo una frequenza di eventi estremi costante – un'estensione dei periodi di chiusura delle barriere, con relativi danni per l'economia urbana e soprattutto per quella portuale (Vergano *et al.*, 2010; Fontini *et al.*, 2010) in termini di ritardi e interruzioni del traffico commerciale nel porto, senza tenere conto delle conseguenze ecologiche per la laguna che derivano da prolungate interruzioni dello scambio di acqua con il mare.

Mentre queste opere infrastrutturali sono state progettate e realizzate sotto la regia del governo nazionale, gli interventi gestiti a livello comunale consistono di misure diffuse di adattamento infrastrutturale e di misure di tipo organizzativo. Una parte importante di queste opere mira all'adeguamento della struttura urbana ai livelli crescenti delle inondazioni. Per assicurare la percorribilità delle vie urbane in occasione di maree medio-alte, sono stati innalzati i livelli di pavimentazione pubblica in alcune delle zone più basse del centro e delle isole per raggiungere ove possibile la misura di 120 cm sopra lo zero mareografico. Il funzionamento delle barriere mobili del MOSE è infatti previsto per maree sopra un livello di 110cm per limitare l'impatto delle chiusure sulle attività del porto (Vergano *et al.*, 2010).

Figura 1 - Le variazioni del livello medio del mare a Venezia (esprese in cm), dal 1872 al 2013



Fonte: Comune di Venezia, Centro Maree⁶³

La struttura urbana di Venezia pone alcuni limiti a questi interventi dovuti alla compatibilità con il tessuto edilizio (altezza nei sottopassaggi, livelli di soglia degli edifici adiacenti), e a questioni di conservazione, perciò non in tutte le aree era possibile portare le superfici di pavimentazione al livello di sicurezza di 120 cm.

All'inizio degli anni '70, il Comune si è dotato inoltre di un centro di osservazione delle maree, connesso ad un sistema di allerta per gli abitanti, in maniera da poter creare e diffondere preavvisi in caso di previsione di eventi estremi. Il centro di osservazione è stato successivamente trasformato in Istituto di Previsioni e Segnalazioni Maree; le sirene dei primi anni sono state sostituite da un sistema

⁶² https://www.mosevenezia.eu/?page_id=16&lang=it.

⁶³ <http://www.comune.venezia.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2967>.

di allarme sonoro che dà anche informazioni sul livello di marea atteso. Il sistema è stato affiancato da sistemi di informazioni telematiche (segreteria telefonica, sms, pagine internet e applicazioni *smart-phone*) sempre più sofisticati, tenendo conto anche del fatto che molti operatori economici non vivono più nel centro storico, ma hanno nondimeno bisogno di allerte nel caso di previsioni di maree estreme. È complementare al sistema di allerta inoltre un servizio di passerelle che vengono posate in caso di maree alte per assicurare la percorribilità di collegamenti essenziali per la città.

4. Misure per la protezione degli edifici

Parallelamente a questi interventi pubblici, i proprietari di edifici privati hanno iniziato ad adattare le loro abitazioni ai livelli di allagamenti crescenti, al fine di ridurre gli impatti negativi. Obiettivo dello studio sarà di fornire informazioni riguardo ai costi ed ai benefici di tali misure. I proprietari degli edifici devono fare infatti i conti con una serie di danni causati dagli allagamenti e dalle maree nelle strutture edilizie, nonché danni causati da interruzioni delle attività commerciali per allagamenti di spazi o delle vie d'accesso, e con i costi di preparazione e di riordino delle merci e delle attrezzature prima e dopo un allagamento. Per diminuire gli impatti delle maree, in molti casi sono state realizzate misure in grado di impedire o limitare l'accesso dell'acqua all'interno dell'unità o di limitare l'impatto delle inondazioni, bloccando i processi di risalita capillare delle acque saline all'interno delle murature. Come risulta dalla Tabella 1, l'efficacia delle opere di adattamento e la conseguente riduzione del danno all'interno dei locali dipendono sia dalla tipologia della misura di protezione, sia dalla quota raggiunta dalla marea. Interventi quali la costruzione di una vasca a tenuta stagna consentono una protezione assai superiore rispetto ad una semplice paratia, ma possono rivelarsi inutili nei casi in cui la marea superi il livello superiore della vasca. Come per l'innalzamento delle vie di comunicazione pubblica, anche per l'adattamento dei piani terra degli edifici ai livelli crescenti delle maree esistono limiti dettati dalle strutture edilizie, in quanto per l'innalzamento del livello interno dei vani (rialzo), la misura più diffusa per l'adattamento, i limiti vengono posti dall'altezza dei soffitti. Tale limite, infatti, farà sì che in molti casi non sarà possibile alzare i pavimenti interni a livelli che possano ritenersi esenti da allagamenti in una prospettiva di innalzamento del mare.

Tabella 1 - Funzione delle misure di adattamento

Tipo Protezione	Funzione	Tipi di danni evitati
Rialzo	Innalza la quota interna della pavimentazione e diminuisce di conseguenza la frequenza di allagamenti dell'unità.	Tutte le tipologie, a condizione che il livello di marea non superi la quota interna, comprensiva del rialzo.
Vasca (completata da paratia)	Impermeabilizzazione completa dell'unità impedendo l'ingresso dell'acqua (scarichi, porta, impermeabilizzazione della muratura fino ad un determinato livello di altezza).	Tutte le tipologie, a condizione che l'acqua non riesca a penetrare dalla porta, superando la paratia o il livello massimo dell'impermeabilizzazione.
Pompa	Espelle l'acqua penetrata nell'unità tramite un sistema di pompaggio.	Se non accompagnata da altre misure, riduce solo i danni alle porte interne perché l'acqua viene espulsa prima che il livello ne raggiunga l'estremità inferiore.
Paratia	Impedisce l'ingresso dell'acqua dalla porta d'ingresso dell'unità tramite una barriera meccanica.	Se non accompagnata da altre misure, riduce solo i danni alle porte esterne perché l'acqua riesce comunque a penetrare dal sottosuolo.
Pompa + Paratia	Combina le protezioni di pompa e paratia.	Riduce i danni alle porte interne ed esterne.
Taglio della muratura	Impedisce il fenomeno di risalita capillare dell'acqua ricca di composti salini lungo i muri, tramite l'inserimento di una barriera all'interno delle murature (es. lastra di piombo o sigillatura chimica).	Elimina i danni alle pareti.

Fonte: basato su Breil *et al.*, 2005

5. La valutazione dei costi

I danni considerati nello studio riguardano essenzialmente l'incremento delle spese di manutenzione, se paragonati a edifici ubicati in una città fuori dalla laguna, e sono in parte direttamente riconducibili al contatto degli elementi edilizi con l'acqua salina, e in parte dovuti al contatto delle fondazioni con le acque saline nel sottosuolo. Quest'ultimo è in particolare il caso dei danni dovuti alla risalita salina, un fenomeno di assorbimento capillare di acqua salina dalle fondamenta e dalle mura di materiali porosi come mattoni. Senza misure di protezione, le mura accumulano infatti acqua salina, erodendo lentamente i mattoni.

Non si tiene conto di costi di manutenzione relativi ai pavimenti, presumendo che questi non subiscano danni dal contatto con l'acqua di mare se adeguatamente trattati; è infatti sufficiente lavare la superficie con acqua dolce, considerato che non si trovano pavimenti fatti di materiali particolarmente sensibili al contatto con l'acqua come il legno. Nell'edilizia veneziana, infatti, questi materiali sono generalmente usati nei piani superiori, ma non nel piano terra dove esiste un rischio di allagamento. Entra però nel calcolo dei costi relativi agli eventi di marea il costo della pulizia di questi pavimenti.

Per quanto riguarda mobili, merce e attrezzature elettriche, non si hanno dati su danni da allagamenti, ma si può presumere che due fattori contribuiscano a tenere relativamente bassi questi costi: il primo è dovuto ad una generale tendenza a spostare le residenze dai piani terra situati a livelli bassi verso edifici a livelli più alti, l'altro è legato al sistema di pre-allerta esistente da alcuni anni, che permette sia ai residenti che agli esercenti di mettere in sicurezza oggetti che potrebbero subire danni da inondazioni. Grazie a questo sistema di accorgimenti, i danni alle merci ed alle attrezzature possono essere eventualmente limitati a casi di maree che superano di gran misura il livello di previsione, come è successo in alcuni rari casi.

Per valutare costi e benefici derivati dalle misure, l'incremento del costo di manutenzione dovuto ad allagamenti ed alla presenza di acqua salina nel sottosuolo può essere quantificato, mettendo in relazione le informazioni sulle caratteristiche fisiche delle unità site al piano terra con la frequenza con cui subiscono allagamenti. I potenziali danni futuri nel caso di innalzamento del livello del mare si possono invece tradurre in crescenti impatti da risalita salina e in crescenti frequenze di allagamento. Per quanto riguarda le informazioni sulle caratteristiche fisiche degli edifici, esse si basano sull'aggiornamento di un rilievo fatto alcuni anni fa dal Comune di Venezia, mentre la stima dei costi è basata su "giudizi di esperti" e verte principalmente sui costi di manutenzione. I ripetuti allagamenti richiedono, infatti, interventi di manutenzione con una frequenza maggiore rispetto alle città che non sono interessate da un tale impatto, e dipendono in maniera diretta dalla frequenza con cui un elemento edilizio (muratura, intonaco, porta) viene in contatto diretto con l'acqua salina, oppure dalla distanza dal livello dell'acqua nel sottosuolo. Ambedue i fattori possono essere visti come il risultato del livello dell'edificio rispetto allo zero mareografico locale, che determina il diverso grado d'esposizione delle singole strutture edilizie in relazione alla sua ubicazione relativa al livello dello zero mareografico locale. Usando le frequenze dei massimali delle maree raggiunti attualmente (assunto come uno scenario "Business as Usual, BAU"), si possono così tradurre livelli altimetrici in frequenze di marea, e nella stessa maniera, per simulare gli impatti dei futuri cambiamenti climatici dovuti all'innalzamento del livello del mare, si assume che le frequenze delle maree osservate oggi si spostino ai livelli che corrispondono alla misura dell'innalzamento del mare.

Da un'analisi di un campione del database effettuata alcuni anni fa, risulta che, tra le attività economiche rilevate nel 2003, più del 30 % utilizza qualche forma di protezione (vedi Tabella 2), molto spesso (in più di un terzo dei casi) si tratta di rialzi e di paratie. Circa nella metà dei casi in cui una paratia era presente, essa era coadiuvata da una pompa in maniera da evacuare immediatamente le acque di marea che entrano nonostante la paratia, e solo meno di un decimo ha realizzato opere edili costose quali la creazione di una vasca.

Tabella 2 - Frequenza delle misure di protezione (2003)

Attività economiche che:	Frequenza	Percentuale
utilizzano le protezioni	944	36,3%
non utilizzano le protezioni	1645	63,3%
non hanno risposto	9	0,3%
Totale	2598	100%

Fonte: basato su Breil *et al.*, 2005

Dopo un adeguato aggiornamento di questo database (necessita infatti sia di un aggiornamento riguardo alle misure di adattamento adoperate, sia di una corretta attribuzione delle misure altimetriche, che sono state rese disponibili recentemente), sarà possibile quantificare il beneficio che l'adozione di queste misure, finanziate da investimenti dei proprietari del tessuto edile presente nella città, riesce a creare in termini di risparmio di costi di manutenzione. Si attendono informazioni interessanti per le potenzialità che derivano da misure di adattamento privato che creano benefici diretti per gli stessi privati⁶⁴, e possono essere considerati complementari a misure infrastrutturali per la protezione del centro storico.

6. Conclusioni

La quantità di interventi di adeguamento intrapresi dai proprietari di edifici nel centro dimostra che l'aspetto delle attività diffuse intraprese dai privati ha una rilevanza non trascurabile. Essi rappresentano una parte di un sistema articolato con risposte differenziate per diversi livelli di inondazione, anche se non saranno in grado, nella forma presente, di sostituirsi a misure di protezione contro maree maggiori, che diventeranno più probabili con l'innalzamento del livello del mare.

Bibliografia

- Breil M., Gambarelli G., e Nunes P., 2005. *Economic Valuation of on-Site Material Damages of High Water on Economic Activities Based in the City of Venice: Results from a Dose-Response-Expert-Based Valuation Approach*. In: T. Spencer e C. Fletcher (a cura di), *Flooding and Environmental Challenges for Venice and Its Lagoon: State of Knowledge*, 205. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Carbognin, L., Teatini, P., Tomasin, A. e Tosi, L., 2009. *Global Change and Relative Sea Level Rise at Venice: What Impact in Term of Flooding*. *Climate Dynamics* 35 (6): 1039–47. doi:10.1007/s00382-009-0617-5.
- Comune di Venezia, 2014. *Venezia Clima Futuro. I Cambiamenti Climatici a Venezia*. Direzione Ambiente e Politiche Giovanili; Settore Tutela dell'Aria e delle Fonti di Energia. <http://www.comune.venezia.it/flex/cm/pages/ServeAttachment.php/L/IT/D/6%252Fe%252F6%252FD.da5d926f3453bb363eed/P/BLOB%3AID%3D73377>.
- Fontini, F., Umgiesser, G. e Vergano, L., 2010. *The Role of Ambiguity in the Evaluation of the Net Benefits of the MOSE System in the Venice Lagoon*. *Ecological Economics* 69 (10): 1964–72.
- Tompkins, E. L., e Eakin H. 2012. *Managing Private and Public Adaptation to Climate Change*. *Global Environmental Change* 22 (1): 3–11. doi:10.1016/j.gloenvcha.2011.09.010.
- Vergano, L., Umgiesser, G. e Nunes, P., 2010. *An Economic Assessment of the Impacts of the MOSE Barriers on Venice Port Activities*. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 15 (6): 343–49.

⁶⁴ Per una discussione sui diversi tipi di adattamento privato, si veda, tra altro, Tompkins e Eakin (2012).

COMUNICARE LA RESILIENZA NELLA SOCIETÀ DEL RISCHIO

Piero Pelizzaro^{1, 2}

¹Kyoto Club, ²Climalia srl

Abstract

Ulrich Beck è diventato famoso negli anni Ottanta del secolo scorso con il volume su *La società del rischio*⁶⁵, che ha provocato discussioni di notevole ampiezza fra gli studiosi e nell'opinione pubblica perché pubblicato pochi giorni dopo la catastrofe di Chernobyl. L'idea centrale proposta dal sociologo tedesco era che, nelle società industriali avanzate, la «*produzione sociale di ricchezza va sistematicamente di pari passo con la produzione sociale di rischi*». Ai conflitti distributivi tipici della prima fase di industrializzazione si sono progressivamente sovrapposti i problemi e i conflitti relativi ai rischi emergenti come effetti collaterali degli sviluppi della scienza e della tecnologia, che si traducono in «*minacce irreversibili per la vita di piante, animali e uomini*», indipendenti dall'appartenenza di classe. Beck sottolinea sempre più, accanto al rischio ambientale, i nuovi rischi prodotti dagli sviluppi della finanza mondiale, ormai libera da ogni vincolo e dai controlli della politica, in grado di produrre una crescente instabilità e innescare catastrofiche crisi economiche. L'idea di vivere ormai in un mondo fuori controllo ha spostato l'attenzione del sociologo tedesco dalle condizioni e dai processi che moltiplicano i rischi per le nostre società al problema del potere in un contesto ormai inevitabilmente globalizzato.

Parole chiave

Rischi, opportunità, resilienza, adattamento, clima, mitigazione

1. Introduzione

Le differenze di opinione pubblica sulle priorità che si devono dare per affrontare il cambiamento climatico continua (insieme ad altri fattori) ad essere un ostacolo importante per lo sviluppo di politiche stabili e di lungo termine sui cambiamenti climatici nei paesi sviluppati ed in Italia. Alcuni decenni di sforzi per comunicare la scienza climatica non hanno creato una percezione condivisa dei rischi del clima che cambia tra i cittadini. Recenti ricerche, sulla percezione del cambiamento climatico e di altri rischi, danno una nuova spiegazione sul motivo per cui questo avviene, e suggeriscono alcuni modi di sviluppare una comprensione più condivisa di questi aspetti. Studi recenti mostrano come i valori sociali e morali delle persone siano il più forte indicatore della loro percezione dei rischi del cambiamento climatico - un indicatore più forte dell'orientamento politico, dell'istruzione, del reddito, del sesso, origine razziale, o di qualsiasi altra variabile che la scienza ha esaminato. I valori sono caratterizzati su due dimensioni: "gerarchia-egualitarismo" e "individualismo-comunitarismo". Le persone con una visione del mondo "gerarchica" tendono a credere che i diritti, i doveri, le merci e gli uffici devono essere distribuiti in modo differenziato e sulla base delle caratteristiche sociali ben definite e stabili, mentre quelli con una visione del mondo "egualitario" tendono a credere che queste cose dovrebbero essere distribuite equamente. Le persone che aderiscono a una visione del mondo "comunitaria" tendono a credere che gli interessi della società dovrebbero avere la precedenza su quelli individuali e che la società dovrebbe avere la responsabilità di garantire le condizioni in cui gli individui possono prosperare, mentre chi si iscrive a una visione del mondo "individualista" tende a credere che gli individui dovrebbero garantire le condizioni in cui possano prosperare, senza interferenze o l'assistenza collettiva. Esiste una chiara correlazione tra queste visioni del mondo e le percezioni di rischio climatico. Quelli con prospettive egualitarie e comunitarie tendono a percepire maggiori rischi derivanti dal cambiamento climatico. Quelli con prospettive gerarchiche e individualiste valutano il rischio dei cambiamenti climatici come inferiore. I valori delle persone sono un forte indicatore della loro percezione del rischio del cambiamento climatico.

Questo effetto è così forte che l'alfabetizzazione scientifica generale non tende sempre ad aumentare il riconoscimento dei rischi del cambiamento climatico. Piuttosto, un recente studio condotto dall'Università di Yale indica che una maggiore alfabetizzazione scientifica generale e matematica

⁶⁵ Ulrich Beck, *La società del rischio. Verso una seconda modernità*, traduzione di Walter Privitera, Carlo Sandrelli, 1 ed., Carocci Editore, 2000, pp. 380, ISBN 88-430-1650-4

aumenta la differenza di risultati tra quelli con valori diversi - un effetto di polarizzazione. Incrementi di alfabetizzazione scientifica e matematica, come misurato da risposte a una serie di domande volte a verificare la conoscenza scientifica generale - piuttosto che una specifica conoscenza della scienza del clima - conducono i comunitaristi egualitari a percepire maggiori rischi del cambiamento climatico. Al contrario gli individualisti-gerarchici percepiscono meno il rischio all'aumentare dell'alfabetizzazione scientifica, anche se per nessuno dei due gruppi l'effetto è molto forte rispetto alla differenza tra i due gruppi. L'aumento dell'alfabetizzazione scientifica generale tende ad aumentare le differenze nella percezione del rischio tra le persone di valori diversi. *Quanto i cambiamenti climatici rappresentano un rischio per la salute umana, la sicurezza e la prosperità?*

Il *driver* di base per la forte relazione tra valori e percezione del rischio sembra essere il vantaggio che tutti noi troviamo nel condividere prospettive comuni con coloro che ci circondano. I nostri punti di vista hanno poca influenza sul corso del cambiamento climatico, ma se le nostre opinioni differiscono da quelli a cui ci sentiamo vicini e con i cui valori si tende ad identificarsi, può diventare socialmente costoso. Gli studiosi della comunicazione del rischio chiamano questo sviluppo una "*tragedia dei commons - rischio-percezione*". La ricerca suggerisce che le dimostrazioni supplementari di prove scientifiche sul cambiamento climatico, per affrontare un presunto *deficit* di informazioni o di comprensione, difficilmente sarà sufficiente a convincere coloro che percepiscono un conflitto tra la scienza e il loro valore di riconoscere i rischi. Tuttavia un importante avvertimento qui è che, come l'indagine sull'alfabetizzazione scientifica generale, pur con una conoscenza non specifica della scienza del cambiamento climatico, rimane possibile che una maggiore conoscenza della scienza del clima possa cambiare le percezioni, come altri studi hanno dimostrato. *Quindi, se un maggior approfondimento della scienza non è sufficiente, cosa si può fare?* Da recenti studi si può dunque suggerire una serie di lezioni importanti per la comunicazione sul cambiamento climatico che potrebbero rivelarsi trasferibili, e che possono contribuire ad evitare inutili dispersioni come avviene con i valori gerarchici e individualisti.

In primo luogo, cambiare la percezione delle soluzioni per limitare il cambiamento climatico può alterare l'accettazione della scienza. Individualisti-gerarchici sono più propensi ad accettare la verità di una descrizione della scienza del cambiamento climatico, se si dice che implica un ruolo maggiore per l'energia nucleare, piuttosto che parlare di una maggiore regolamentazione dell'inquinamento. Questo perché l'energia nucleare è più coerente con il loro sistema di valori, ad esempio stimolando una maggiore padronanza della natura e il rispetto delle élite tecniche, con un conseguente maggiore controllo sulle attività delle imprese e degli individui che porti ad una maggiore regolamentazione dei fattori inquinanti. Vogliamo poi evidenziare un altro importante messaggio. Le persone sono più inclini a credere ad informazioni provenienti da qualcuno che pensano condivida i loro valori. Tutto ciò implica, ad esempio, che una presentazione da parte dell'esercito americano sulla pianificazione dei conflitti climatici connessi, possa risultare più convincente di un video di Al Gore. Quanto più un messaggio parla di questioni che sono importanti per le persone, come la salute pubblica, tanto più efficace essa può essere.

A partire da questi presupposti nell'esperienza maturata in ambito climatico negli ultimi anni l'emergere delle priorità legate alle azioni di adattamento ci fanno dire che esse dovranno essere affrontate con la stessa priorità della mitigazione e con adeguati accordi istituzionali per migliorare l'azione ed il sostegno ad esse. Ma, come nel caso di tanti di questi sforzi organizzativi globali sul cambiamento climatico, le priorità dell'adattamento non riescono a riconoscere l'enorme problema di fondo che ha di fatto bloccato il progresso su tutti gli aspetti di questo problema. La difficoltà non è tanto una questione di capire le soluzioni, ma più quella di sviluppare il sostegno di un pubblico che o non crede che il cambiamento climatico sia realmente indotto dall'uomo, o non si sente particolarmente minacciato da esso. *Come incoraggiamo tutte quelle persone a fare (e pagare) le cose che dobbiamo attuare per rispondere ai cambiamenti che sono già in corso?* Come suggeriscono molti testi scientifici, una migliore comunicazione del rischio sulla base dei fatti da solo non sarà sufficiente. Anni di ricerca hanno fornito un quadro nitido degli elementi affettivi che modellano la nostra percezione dei fatti. Sappiamo molto su come i rischi vengono percepiti, nonostante i fatti. Possiamo guardare a quelle intuizioni sulle percezioni del rischio per capire e rispettare come e perché le persone sentono il loro modo di fare sul cambiamento climatico, incoraggiando un sostegno per l'adattamento che rispetti le prospettive emotive piuttosto che cercando solo di nutrire a forza la gente ai fatti.

2. Perché è importante la percezione del rischio

Il rischio è soggettivo. Non è solo una questione di fatti, ma come quei fatti si sentono. Il cambiamento climatico è un esempio perfetto. Gli stessi fatti portano ad interpretazioni e opinioni molto diverse. Per costruire relazioni di lavoro più costruttive intorno a proposte di adattamento ai cambiamenti climatici, è necessario rispettare ciò che dà forma a queste interpretazioni. E' necessario sapere non solo come le persone si sentono, ma perché. Ci sono due grandi gruppi di persone che potrebbero non essere pronti a sostenere l'adattamento ai cambiamenti climatici; quelli che normalmente vengono definiti i "dubbiosi/negazionisti", e le "Ho Hummer" - persone che credono che il cambiamento climatico è reale e già accade, ma non sono abbastanza interessati a fare molto su di esso. Ci sono aspetti unici della psicologia nella percezione del rischio che spiegano i sentimenti di ogni gruppo. La maggioranza (anche se fluttuante) ritiene il cambiamento climatico reale, ma quando si chiede a queste persone quanto sono disposte a spendere, o quanto già fanno, l'ampio sostegno si riduce. Perché? Ci preoccupiamo di meno sui rischi che noi non pensiamo possano realmente coinvolgerci direttamente. *Possiamo dire che il cambiamento climatico avrà un impatto negativo sulle nostre vite nei prossimi 10 anni?* La maggior parte delle persone, anche credenti ardenti, crede, sbagliando, di no. Ci preoccupiamo di meno dei rischi che sono più lontani nel futuro. Nonostante i cambiamenti già in atto, le conseguenze drammatiche del cambiamento climatico sono di solito rappresentate ad anni e decenni, di distanza. Questo ammorbidisce anche la nostra sensibilità sui rischi per i nostri bambini. Ci preoccupiamo di meno dei rischi causati da scelte che producono anche benefici. Il vantaggio dei comportamenti che causano il cambiamento climatico è enorme - poiché l'energia da combustibili fossili fornisce il modo più comodo di vita in cui il mondo sviluppato vive attualmente e il modo in cui il mondo in via di sviluppo vuole e di conseguenza ci preoccupiamo di meno dei rischi sui quali non abbiamo un certo controllo e che portano benefici superiori.

Come applichiamo queste informazioni per incoraggiare i cittadini alla sfida dell'adattamento?

Renderlo locale e personale. Noi non viviamo a livello globale. Viviamo sulle strade dei quartieri e nelle comunità. Noi non controlliamo i futuri "rapporti sul clima" del domani. Ci preoccupiamo del tempo in cui viviamo, dell'oggi. Dobbiamo dunque rendere il cambiamento climatico, e l'adattamento, locale.

Renderlo concreto, non astratto. Focus su aspetti specifici, non generali. Non dobbiamo parlare genericamente dell'innalzamento dei mari, ma dire ai veneziani come cambierà la laguna veneta. Non enunciare scenari catastrofisti, ma che cosa potrebbe significare per la golena locale. Non meno neve, ma quello che la minor presenza del manto nevoso potrebbe significare alle forniture idriche locali e alle tariffe. Parlare in modo dettagliato delle potenzialità reali, non per grandi concetti.

Farlo oggi, non domani. Ci sono sempre più fonti che descrivono gli impatti regionali dei cambiamenti climatici. Le persone sono più propense a sostenere l'adattamento a ciò che sta già avvenendo, o può accadere presto, rispetto a quello che potrebbe accadere negli anni futuri. In tal senso è importante segnalare il *trade-off* tra rischi e benefici. L'adattamento ora è vantaggioso dal punto di vista economico e più facile da attuare ora che aspettare conseguenze più gravi. E molti comportamenti adattivi offrono enormi benefici al di là del cambiamento climatico.

Osservare le conseguenze del ritardo. Ritardare l'adattamento potrebbe lasciare la vostra comunità locale con un minor controllo, se alcuni dei risultati plausibili previsti si avvereranno.

Smettere di combattere convinzioni più profonde. A tal fine consideriamo ora gli scettici/negazionisti. Può essere un anatema per i credenti del cambiamento climatico, ma creare un ambiente positivo intorno all'adattamento significa anche saper accettare il rifiuto da parte di qualcuno, che il cambiamento climatico sia causato dall'uomo, e inquadrare dunque le azioni di adattamento facendo riferimento ad altri valori. L'oramai polarizzato dibattito tra credente e dubbioso/negazionista per il cambiamento climatico non è sempre sostenuto dai fatti scientifici e chi ha ragione - anche se è così che il problema è impostato - si attesta su posizioni che concordano con le persone con cui condividiamo l'opinione generale e su come la società dovrebbe essere organizzata.

3. Comunicare il rischio per Bologna Città Resiliente

A partire da questi assunti i partner del progetto LIFE+ *BLUE AP* hanno costruito una strategia di comunicazione che pone la percezione dei rischi sistemici come punto di partenza per la comprensione delle informazioni relative alle attività del progetto. I rischi provocati dal cambiamento climatico non sono ancora del tutto compresi da una parte della cittadinanza. Se da un lato si vede una crescente consapevolezza che il clima sta cambiando, le sue conseguenze non sono ancora del tutto chiare tra i cittadini. A tal fine durante il percorso partecipato di costruzione del Piano d'Adattamento abbiamo notato che gli individui variano notevolmente in termini di valori, conoscenze, e convinzioni sul cambiamento climatico. Grazie a queste informazioni raccolte in questa parte del progetto s'è preferito cambiare le attività di comunicazione concentrandosi su una comunicazione mirata al trasferimento del problema climatico sul territorio locale, utilizzando un termine molto diffuso per l'opposizione alle grandi opere NIMBY (*Not In My Back Yard*)⁶⁶, stiamo cercando di portare nel giardino di casa dei cittadini bolognesi i rischi ed impatti del cambiamento climatico. Questo studiando dei messaggi che suscitano risposte adattative dagli individui, in quanto trasferendo nella vita quotidiana di un cittadino le conseguenze del riscaldamento globale si cerca di superare quella barriera tipica del clima che prova a dimostrare l'esistenza del problema parlando dei ghiacciai perenni o dell'orso polare, che per quanto corretti come rischi sistemici, non possono essere percepiti come propri dai cittadini delle aree urbane com'è Bologna. In particolare, vi è una crescente preoccupazione per l'effetto *boomerang*, il fenomeno in cui i messaggi suscitano risposte opposte a quelle previsti. Questo a causa degli squilibri tra i messaggi e i destinatari, effetti che possono verificarsi quando un messaggio innesca costrutti indesiderati nel ricevitore. Questo può seguire l'elaborazione competitiva delle diverse componenti di un messaggio, facendo emergere messaggi secondari rispetto ad altri a causa dell'influenza di percezioni preesistenti o di atteggiamenti e valori consolidati nella cultura tradizionale.

A tal fine si stanno predisponendo attività di tipo formativo e conoscitivo rivolte alla cittadinanza. Attraverso una comunicazione iconografica si ambisce a creare un immaginario collettivo sugli impatti e sui rischi del cambiamento climatico, e grazie ai corsi di formazione si proverà a stimolare le capacità adattive e resilienti della comunità bolognese. Questo per far aumentare la consapevolezza che il cambiamento climatico possa essere affrontato con le pratiche esistenti e non necessariamente con grandi opere infrastrutturali o tecnologie all'avanguardia.

Per il settore privato invece abbiamo pensato alla diffusione di un questionario che ci aiutasse a capire le necessità e la percezione relativamente ai sistemi produttivi e di gestione. Questo convinti che le imprese svolgono un ruolo significativo nell'aiutare le città a costruire la resilienza. La conoscenza di base sviluppata per questo assunto viene dal fatto che vi è una maggiore preoccupazione per le città ed i loro sistemi socio-economici, che include fattori di stress climatici come incendi, inondazioni e ondate di calore. Secondo un recente sondaggio sviluppato dal *Carbon Disclosure Project* di 110 città in tutto il mondo, il 98% sta segnalando un rischio relativo al cambiamento climatico. "*Queste città stanno segnalando che questo rischio è ora, non in futuro*" si evince dalle conclusioni del rapporto CDP, "*Wealthier, Healthier Cities*"⁶⁷, presentato durante l'estate 2014 a Londra, che ha effettuato un'analisi approfondita sulle conseguenze a cascata dei cambiamenti climatici legati e variabilità. E' importante notare come il 71% delle città coinvolte sta mettendo in atto piani di resilienza in una certa misura. Dal 2004 ad oggi nella sola regione di New York, sono stati spesi 300 milioni di dollari gli investimenti per proteggere 2,5 miliardi di dollari di *asset* relativamente alla gestione delle acque reflue e per ridurre sensibilmente le ripetute perdite dovute alle inondazioni. Va però evidenziato come non vi è un piano *one-size-fits-all* quando si parla di adattamento al cambiamento climatico. La flessibilità è estremamente necessaria in quanto bisogna capire qual è il livello di rischio che si è disposti ad accettare.

Ad esempio se modelliamo l'efficacia delle zone umide a proteggere ciò che sta dietro, si può mettere un valore sulla zona verde ed umida. Se da un lato questo aumenta il valore del terreno e dell'opera, rimane ancora troppo complicato calcolare il valore intero che quella zona ha per la comunità locale, al di là che sia un *buffer* utile in caso di maltempo. Le città e le imprese faranno sempre più affidamento sul bilanciamento tra infrastrutture verdi – naturali – e grigie. Questo per aumentare la

⁶⁶ Con NIMBY (acronimo inglese per Not In My Back Yard, lett. "Non nel mio cortile") si indica un atteggiamento che si riscontra nelle proteste contro opere di interesse pubblico o non, che hanno, o si teme possano avere, effetti negativi sui territori in cui verranno costruite, come ad esempio grandi vie di comunicazione, cave, sviluppi insediativi o industriali, termovalorizzatori, discariche, depositi di sostanze pericolose, centrali elettriche e simili.

⁶⁷ <https://www.cdp.net/CDPResults/CDP-Cities-2013-Global-Report.pdf>.

resilienza delle infrastrutture quando avvengono eventi naturali con frequenza ed intensità sempre più rapidi.

4. Conclusioni

Come osservato in precedenza, ci sono molti motivi, oltre all'adattamento ai cambiamenti climatici, per cui le comunità dovrebbero ridurre il consumo energetico, ridurre l'impatto delle inondazioni, proteggere i residenti locali da temperature estreme, e così via. A differenza della mitigazione, che richiede l'accettazione che il comportamento umano è il problema, l'adattamento richiede che si guardi a quello che sta succedendo, considerando degli scenari ragionevoli di ciò che è probabile che accada, identificando infine i modi più idonei per proteggersi. Quello che si sta suggerendo non è dissimile dai negoziati sul clima, passare da argomenti da campo di battaglia ad un'area dove si possa trovare un terreno comune. In tutto questo, la fiducia è fondamentale e dipende dall'onestà, ad un minor accento su scenari globali peggiori ed improbabili, e ammettendo le incertezze. Questo attraverso una condivisione del controllo del processo decisionale, con l'ascolto e la comprensione di posizioni divergenti e per quanto possibile parlare in modo da farsi intendere. E soprattutto, si tratta di rispettare le prospettive emotive sottostanti che modellano i sentimenti di ognuno sui cambiamenti climatici, che siano esse credenti, devote, *ho hummers* o negazioniste. Le scienze fisiche dei cambiamenti climatici possono dirci molto.

La psicologia della percezione del rischio può aiutarci a usare ciò che sappiamo per sviluppare una risposta costruttiva.

Bibliografia

- Barry-Kappes H., Sharma E. & Oettingen G., 2013. *Positive fantasies dampen charitable giving when many resources are demanded*. Journal of Consumer Psychology, 23(1), 128-135.
- Feinberg M. & Willer R., 2010. *Apocalypse soon? Dire messages reduce belief in global warming by contradicting just-world beliefs*. Psychological Science, 22(1), 34-38.
- Mejinders A.L., Midden C. J. & Wilke H. A., 2001. *Role of negative emotion in communication about CO2 Risks*. Risk Analysis, 21, 955-966.
- O'Neill S. J. & Nicholson Cole S., 2009. *"Fear Won't Do It" : Promoting Positive Engagement With Climate Change Through Visual and Iconic Representations*. Science Communication, 30, 355-379.
- Pietrantonio L. & Prati G., 2009. *Psicologia dell'emergenza*. Bologna: Il Mulino.
- Pietrantonio L., 1999. *Psicologia della salute*. Roma: Carocci.
- Rumiati R. & Lotto L., 2007. *Introduzione alla psicologia della comunicazione*. Bologna: Il Mulino.
- Sandman P.M., 1993. *Responding to community outrage: Strategies for effective risk communication*. Fairfax, VA: American Industrial Hygiene Association.
- Savadori L. & Rumiati R., 2005. *Nuovi Rischi e Vecchie Paure*. Bologna: Il Mulino.
- Sellnow T.L., Ulmer R.R., Seeger M.W., Littlefield R., 2009. *Effective Risk Communication: A message-centered Approach*. New York: Springer.
- Spence A., Poortinga W. & Pidgeon N., 2012. *The psychological distance of climate change*. Risk Analysis, 32(6), 957-972.

Linee guida

Centres for Disease Control and Prevention, 2002. *Crisis and emergency risk communication*.

Centres for Disease Control and Prevention, 2011. *Crisis and emergency risk communication by leaders for leaders*.

Covello V., Allen F., 1988. *Seven Cardinal Rules of Risk Communication*. US Environmental Protection Agency, Washington, DC: Office of Policy Analysis.

European Food Safety Authority, 2006. *EFSA Risk Communications Strategy and Plans*.

FAO and WHO, 1998. *The application of risk communication to food standards and safety matters*.

Health Canada and the Public Health Agency of Canada, 2006. *Strategic Risk Communications Framework and Handbook*.

U.S. Department of Health and Human Services, 2002. *Communicate in a Crisis: Risk Communication Guidelines for Public Officials*.

United States Environmental Protection Agency, 2007. *Risk Communication in Action: The Risk Communication Workbook*.

United States Environmental Protection Agency, 2007. *Risk Communication in Action: The tools of message mapping*.

United States Nuclear Regulatory Commission, 2002. *Effective Risk Communication: The Nuclear regulatory Commission's Guidelines for External Risk Communication*.

WHO, 2005. *Effective Media Communication during Public-Health Emergencies*.

WHO, 2005. *Outbreak communication guidelines*.

WHO, 2008. *Outbreak communication planning guide*.

ISPRA

ARTA Abruzzo

ARPA Basilicata

ARPA Calabria

ARPA Campania

ARPA Emilia-Romagna

ARPA Friuli Venezia Giulia

ARPA Lazio

ARPA Liguria

ARPA Lombardia

ARPA Marche

ARPA Molise

ARPA Piemonte

ARPA Puglia

ARPA Sardegna

ARPA Sicilia

ARPA Toscana

ARPA Umbria

ARPA Valle d'Aosta

ARPA Veneto

ARPA Bolzano

ARPA Trento

