

Università IUAV  
di Venezia

Scuola di Dottorato  
Dottorato di ricerca in Nuove Tecnologie & Informazione  
Territorio e Ambiente

**Strumenti e nuove tecnologie per la conoscenza  
dell'ambiente e la diffusione dell'informazione.**

**Il caso del verde urbano nel contesto smart city**



**Rapporto sulle attività del II anno del dottorato di ricerca  
Ciclo XXVI**

**Dottoranda: SILVIA REBESCHINI**

dicembre 2012

## INDICE

<b>Premessa .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Attività di studio e formazione .....</b>	<b>3</b>
1.1 Master SIT e autoformazione .....	3
1.2 Seminari .....	3
<b>2. Il contesto del progetto di ricerca.....</b>	<b>6</b>
2.1 Il verde urbano: un'altra infrastruttura della smart city.....	6
2.2 Il verde urbano: fattore di contrasto all'inquinamento atmosferico.....	7
2.3 Il verde urbano e le piante allergeniche: aspetti sanitari .....	7
<b>3. Primi approfondimenti sui temi della ricerca .....</b>	<b>8</b>
3.1 Il verde urbano e il miglioramento della qualità dell'aria: il modello i-Tree Eco.....	8
3.2 Il verde urbano e i pollini aerodispersi: effetti sulla salute.....	11
3.3 Pollini aerodispersi e insorgenza dei sintomi: quale relazione? .....	12
3.4 Le nuove tecnologie a servizio della comunicazione medico-paziente .....	13
<b>4. Attività svolte .....</b>	<b>14</b>
<b>5. Argomenti di interesse per la ricerca.....</b>	<b>16</b>
<b>Altre attività.....</b>	<b>18</b>
<b>Bibliografia e Sitografia .....</b>	<b>19</b>

## Premessa

La finalità principale del rapporto consiste nella descrizione delle attività svolte durante il secondo anno del dottorato di ricerca in Nuove Tecnologie e Informazione Territorio e Ambiente.

La stesura del documento, tuttavia, richiedendo inevitabilmente un lavoro di raccolta e organizzazione coerente dei contenuti da esporre, mi ha consentito anche di riflettere con maggior obiettività sulle diverse attività svolte per valutare l'eventuale opportunità di ridefinire i contorni della ricerca e il percorso di studio.

La struttura del rapporto riflette i punti salienti dell'attività svolta quest'anno:

- proseguimento dell'attività di formazione per il riallineamento delle competenze attraverso lo studio individuale, la partecipazione ai seminari e alle conferenze organizzati nell'ambito del Dottorato NT&ITA, la partecipazione a conferenze esterne a IUAV riguardanti temi di interesse per la mia ricerca o per la mia professione, la frequenza alle lezioni di alcuni moduli didattici del Master SIT e telerilevamento;
- definizione della struttura del progetto di ricerca che si articola in due filoni distinti collegati tra loro da un nesso logico. Questa fase ha compreso l'avvio della ricerca bibliografica e la creazione della rete di contatti con i referenti dei singoli filoni tematici, attività entrambe estremamente dispendiose in termini di tempo;
- descrizione dettagliata di ciascun ramo della ricerca con riferimento alle principali fonti informative consultate e alla definizione degli obiettivi dello studio;
- resoconto delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi prefissati, individuazione di alcune criticità rilevate e descrizione di alcune attività previste;
- attività svolte all'esterno del dottorato.

**I contenuti del  
rapporto**

Dal confronto con quanto esposto nel precedente resoconto (gennaio 2012), emergono la continuità dell'attività di formazione e autoformazione, che proseguirà per tutto il periodo del dottorato, e l'avvio delle attività del progetto di ricerca che ha assunto in questi ultimi mesi una struttura consistente e definita, quantomeno a livello macroscopico.

Nonostante uno degli obiettivi principali dello studio resti l'utilizzo delle nuove tecnologie per favorire la comunicazione e la diffusione dell'informazione in campo ambientale, è emersa l'opportunità di integrare la ricerca analizzando anche alcuni dati sanitari in relazione alle condizioni dell'ambiente. Questa parte, a mio avviso, potrebbe fornire un elevato valore aggiunto alla ricerca poiché affronta il tema delle ricadute sulla salute umana dello stato ambientale, punto fondamentale del noto modello concettuale della realtà DPSIR (1), non sempre adeguatamente approfondito.

Come verrà specificato in seguito, il progetto si inserisce nella cornice della *smart city* e in particolare riguarda le declinazioni di *smart environment*, *smart health* e *smart citizens*.

Infatti, accanto allo studio sul ruolo della vegetazione nel miglioramento della qualità dell'aria in ambito urbano, verrà approfondito il tema del monitoraggio aerobiologico e del potenziale impatto sanitario dei pollini aerodispersi sulla popolazione sensibile.

Nelle diverse accezioni di *smart city* emerge il ruolo centrale delle persone che la vivono. Una città intelligente non può che essere costituita da cittadini intelligenti, dato che il sistema Città vive, cresce e si evolve grazie agli individui che la compongono. *Smart citizens* sono anche coloro che usufruendo dei sistemi innovativi di diffusione della conoscenza, contribuiscono attivamente, con la loro partecipazione, alla creazione di una rete in grado di fornire informazioni sempre più aggiornate, affidabili, trasparenti e condivise su ciò che li circonda e che è di loro interesse.

Efficienza, affidabilità, tempestività dei flussi informativi, ma anche partecipazione, condivisione, multiattorialità e trasparenza delle informazioni sono a mio avviso gli ingredienti necessari per percorrere con successo la strada verso la realizzazione di una *smart city*.

**Smart environment  
Smart health  
Smart citizens**

**Smart city e  
la centralità dei  
cittadini**

## 1. Attività di studio e formazione

### 1.1 Master SIT e autoformazione

Nei primi mesi dell'anno ho seguito le lezioni del modulo Basi di Dati del master di secondo livello "Sistemi informativi territoriali e telerilevamento".

Le conoscenze apprese durante le lezioni sono state fondamentali per organizzare un database dove archiviare le informazioni riguardanti i pazienti affetti da pollinosi visitati presso l'Azienda Ospedaliera di Padova (vedi § 4).

Nell'ultimo periodo ho iniziato ad utilizzare strumenti GIS (Quantum GIS) per pianificare l'attività di rilevamento dei dati del verde urbano e per la successiva elaborazione degli stessi.

### 1.2 Seminari

Ho partecipato ai seminari organizzati nell'ambito del dottorato NT&ITA. Alcuni si sono rivelati particolarmente interessanti e proficui per il proseguimento del mio percorso di ricerca.

Seminario: Wikicrazia, le frontiere delle politiche pubbliche collaborative al tempo della crisi

Alberto Cottica, 23 gennaio 2012

Seminario: Elaborazioni di immagini e video per l'estrazione della conoscenza

Andrea Prati, 26 gennaio 2012

Seminario: Green infrastructures and water management. New York and Philadelphia

Franco A. Montalto, 29 marzo 2012

Smart cities

Discussione tesi dottorato NT&ITA II ciclo e lezione magistrale di Luca De Biase, 5 aprile 2012

Seminario: Geo-FreeDOM: impatti di Free, Digital, Open, Mobile sul business  
geomatico, tendenze evolutive e prospettive future. Parte 1: il concetto di Free  
Paolo Dosso, 12 aprile 2012

Ho inoltre seguito con interesse il ciclo di conferenze tematiche e seminari denominato "Nuove tecnologie e gestione del territorio e dell'ambiente" organizzato nell'ambito delle "Iniziative di riallineamento culturale e tecnologico rivolte alle strutture tecniche della Provincia, dei Comuni, ai dottorandi IUAV e ai professionisti della provincia di Venezia"

- 7 giugno Nuove frontiere del remote sensing. G. Sylos Labini (Planetek Italia Srl)  
Tecniche e strumenti di ultima generazione per l'estrazione di informazione territoriale e ambientale da dati tele rilevati. S. Picchio (dottorato NT, IUAV)
- 14 giugno Rischio idrogeologico e idraulica urbana. G. La Loggia (Università di Palermo)  
Sistemi di rilievo 3D avionici e terrestri. N. Bucceri (LTS/Uni Sky Srl)
- 21 giugno Nuovi orizzonti della valutazione ambientale e NT. L. Marotta (IUAV)  
Geostatistica. R. Camporese (dottore NT, IUAV)
- 12 luglio Servizi localizzati: definizione, disegno, integrazione, interoperabilità. R. Laurini (INSA Lyone)  
Le tecnologie ICT per dispositivi mobili: progettare LBS sul proprio cellulare. A. Prati (IUAV)
- 19 luglio Software open source e open data per la PA. L. Menini (ARPAV)  
Geospatial Web - ingegnerizzazione. S. Menegon (dottorato NT IUAV)
- 20 settembre Design e riduzione alla fonte dei rifiuti. M. Chiapponi (IUAV)  
Governare l'incertezza nella società del rischio. S. Morini (IUAV)
- 27 settembre Filiere corte, territorio e agroalimentare. G. Piazza (Coldiretti Veneto)  
Opengis - N. Landelli (dottorato NT IUAV)
- 4 ottobre Cloud computing & PA. M. Vianello (Dirett. Parco Scientifico VEGA)  
Termomapping. N. Bucceri (LTS/Uni Sky Srl)

4

- 18 ottobre Reti sociali e modelli wiki. A.Cottica (Consiglio d'Europa, Strtasburgo)  
Tecnologie GeoDBMS per l'organizzazione e il processamento dei dati geografici. G.Borga (Dottore NT, IUAV)
- 27 novembre Esperienze di quadri di conoscenza per la nuova pianificazione. N. Martinelli (Politecnico di Bari)  
Mobile Mapping System. A. Ragnoli (dottorato NT IUAV)
- 13 dicembre L'utilizzo di tecnologia RFID come strumento di indagine delle reti sociali all'interno della aziende. M.Barzotto (dottoranda Ca' Foscari)
- 17 dicembre La piattaforma City Knowledge. F.Carrera (Worcester Polytechnic Institute, Massachusetts),

## 2. Il contesto del progetto di ricerca

### 2.1 Il verde urbano: un'altra infrastruttura della smart city

Nei primi mesi del 2012 si è delineata con maggior chiarezza la struttura del progetto di ricerca che, rispetto a quanto ipotizzato inizialmente, riguarda un ambito tematico più limitato e presenta obiettivi più chiari e concreti.

La cornice è quella della *smart city*, in particolare nelle declinazioni riguardanti l'ambiente (*smart environment*), la salute (*smart health*) e i cittadini (*smart citizens*).

Questi tre aspetti sono intimamente legati nello studio che sto conducendo; le connessioni presenti tra questi ambiti, troppo spesso studiati con un approccio settoriale, rappresentano dal mio punto di vista, l'aspetto interessante e innovativo dell'intero percorso di ricerca.

La matrice ambientale oggetto di approfondimento è il verde urbano che, come è noto, svolge numerose importanti funzioni all'interno dell'ecosistema cittadino. Oltre alla funzione estetica, infatti, esso "deve adempiere a svariati altri compiti con effetti sia a livello biologico che psicologico, tutti ricollegabili comunque al miglioramento della qualità di vita dell'uomo."(2)

Tra i benefici ambientali prodotti dalla presenza di parchi, giardini e alberature stradali in ambito urbano si evidenziano gli effetti positivi sul microclima (mitigazione delle isole di calore), sugli eventi meteo estremi (mitigazione degli effetti delle piogge intense attraverso l'intercettazione da parte della chioma e la percolazione nel suolo), sulla qualità dell'aria (produzione di ossigeno e sequestro di anidride carbonica).

In un'ottica *smart city*, quindi, il verde urbano dovrebbe essere oggetto di una progettazione accurata e di una gestione efficiente che tenga in considerazione tutte le sue numerose funzioni. Il verde urbano dovrebbe essere considerato un'infrastruttura vera e propria (green infrastructure) che pervade l'intero spazio urbano e ne condiziona la vivibilità.

Al pari delle altre infrastrutture, quella del verde può rendere la città un luogo vivibile, efficiente, rispondente ai bisogni dei cittadini e può contribuire al miglioramento delle condizioni ambientali e alla tutela della salute.

Smart city e  
green  
infrastructure

## 2.2 Il verde urbano: fattore di contrasto all'inquinamento atmosferico

Un altro aspetto positivo della copertura vegetale, anche e soprattutto in ambito urbano, è la capacità di sottrarre dall'atmosfera alcuni gas inquinanti nocivi per l'uomo e le piante stesse. Questa proprietà è purtroppo ancora poco conosciuta a livello di amministrazioni pubbliche e cittadini. In ambito scientifico, tuttavia, esistono numerosi casi di studio e sono disponibili dei modelli matematici per la determinazione quantitativa del contributo prodotto dalla vegetazione. Questo argomento sarà approfondito nel paragrafo 3.1

## 2.3 Il verde urbano e le piante allergeniche: aspetti sanitari

Tenendo in evidenza quanto affermato sopra, va evidenziato tuttavia che, in alcune occasioni, le aree verdi possono costituire delle "fonti di pressione" da gestire con attenzione e competenza, in quanto esse possono ospitare specie vegetali allergeniche, potenzialmente dannose per alcuni individui.

In alcuni periodi dell'anno, esse emettono in atmosfera quantitativi significativi di pollini che, veicolati dal vento, raggiungono i soggetti sensibili scatenando delle reazioni allergiche che si manifestano con disturbi soprattutto a carico dell'apparato respiratorio (asma, bronchite, rinite) (3, 4).

In occasione della V giornata del polline (21 marzo 2012) l'Associazione Italiana di Aerobiologia (AIA), Federasma Onlus e ISPRA si sono trovate concordi nell'affermare che per contrastare le malattie allergiche generate da pollini, è fondamentale un'azione combinata su tre fronti (5):

- il monitoraggio aerobiologico dei pollini e delle spore attraverso le reti del sistema delle Agenzie ambientali (POLLNET) e dell'Associazione italiana di aerobiologia (RIMA) per la prevenzione, la diagnosi, la terapia e la gestione clinica delle malattie allergiche;
- la progettazione del verde urbano che deve prevedere l'impiego di specie non allergeniche;
- la gestione dei giardini pubblici e privati mirata alla riduzione delle quantità di pollini emessi (scelta di tempi e procedure più appropriate).

**Pollini  
aerodispersi  
e allergie**

### 3. Primi approfondimenti sui temi della ricerca

#### 3.1 Il verde urbano e il miglioramento della qualità dell'aria: il modello i-Tree Eco

I problemi di inquinamento dell'aria in ambito urbano vengono di norma fronteggiati attraverso misure di riduzione/blocco del traffico, essendo questo la fonte principale delle emissioni dei gas nocivi (ossidi di azoto e polveri). Scarsa attenzione (o nulla) viene data, invece, alla componente vegetazionale, che da sola, può costituire in taluni contesti, un agente per ridurre il livello di concentrazione in aria degli stessi inquinanti.

La vegetazione dunque, ha anche una funzione di "cattura inquinanti", nel senso che è in grado di sequestrare dall'atmosfera alcune sostanze nocive attraverso l'assorbimento e la deposizione sulla superficie fogliare di alberi e arbusti.

Questa funzione si somma alle altre ben più note, tra tutte la produzione di ossigeno e il sequestro dell'anidride carbonica attraverso la sintesi della biomassa.

Per quantificare gli effetti positivi della vegetazione è disponibile un modello matematico che analizza i benefici prodotti dal verde (alberi e arbusti) sia dal punto di vista ambientale (miglioramento della qualità dell'aria, risparmio di energia, contrasto ai cambiamenti climatici), sia da quello economico.

Si tratta del modello di calcolo statunitense UFORE (Urban Forest Effects) realizzato alla fine degli anni '90 dal Servizio Foreste del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (USDA). Nel tempo il modello è stato costantemente aggiornato e migliorato affinché potesse essere utilizzato nei più svariati contesti territoriali; oggi incorpora l'applicazione iTree ECO che permette di interfacciare l'utente con il sistema di calcolo. (6, 7, 8).

Il calcolo viene eseguito combinando i dati strutturali della vegetazione con quelli sull'inquinamento atmosferico locale e sulle condizioni meteo. Assegnando inoltre un valore economico ai benefici prodotti dalla copertura vegetale è possibile effettuare delle comparazioni tra realtà urbane diverse.

Inoltre, poiché l'applicazione del modello permette di valutare gli effetti del verde urbano sulla qualità dell'aria, esso può essere impiegato per analizzare diversi scenari e ipotesi di intervento, e quindi può costituire un utile supporto alle decisioni delle amministrazioni sulla gestione del verde pubblico.

**Sottrazione degli inquinanti atmosferici**

**Il modello UFORE e iTree ECO**

Nonostante la maggior parte delle applicazioni del modello riguardino località degli Stati Uniti, negli ultimi anni sono stati condotti alcuni studi anche in Europa e in Italia.

In ambito nazionale si evidenziano lo studio sull'area verde dei Giardini di Porta Venezia a Milano (9) e lo studio del verde urbano del Comune di Forlì (10).

Per quanto riguarda la città di Padova è stato realizzato uno studio che valuta il contributo positivo alla qualità dell'aria prodotto dalle alberature presenti nella zona industriale (Consorzio ZIP). I risultati sono presentati in una tesi di laurea discussa presso dell'Università di Padova (Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali - TeSAF).

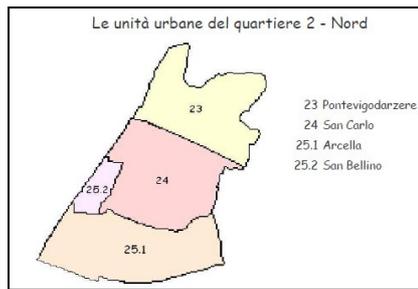
Nel mio percorso di studio applicherò il modello iTreeECO al verde pubblico di un quartiere del comune di Padova, partendo dai dati del censimento degli alberi rilevati nel 2012 dal Settore Verde del Comune. Dopo aver verificato la disponibilità:

- del dirigente del Settore Verde (Dott. Barbariol) a fornire i dati disponibili sulle alberature e ad identificare un referente interno alla struttura per un eventuale supporto;
- del Prof. Paolo Semenzato dell'Università di Padova (TeSAF) a fornire il supporto tecnico-metodologico per la fase di rilevazione dei dati sul campo e predisposizione dei dati da utilizzare nel modello,

nel mese di settembre ho iniziato le attività per giungere alle valutazioni conclusive nei tempi di svolgimento del dottorato.

La scelta dell'area di studio è stata determinata soprattutto dalla disponibilità dei dati di censimento degli [alberi rilevati dal Comune](#) che, al momento attuale, dispone di dati dettagliati solamente per due quartieri su cinque. Tra le informazioni rilevate durante il censimento vi è, infatti, l'indicazione della specie arborea, dato fondamentale per procedere alla successiva attività di integrazione delle informazioni necessarie all'applicazione del modello.

L'area di studio è il quartiere 2 Nord che comprende le unità urbane di Arcella, San Bellino, San Carlo e Pontevigodarzere.



Il quartiere 2 nord del Comune di Padova e le unità urbane

Il quartiere scelto rappresenta un'area molto urbanizzata, densamente trafficata e presenta valori elevati di concentrazione degli inquinanti atmosferici. Le condizioni ambientali critiche di questa area costituiscono un aspetto favorevole per esaltare gli effetti benefici prodotti dal verde sulla qualità dell'aria.

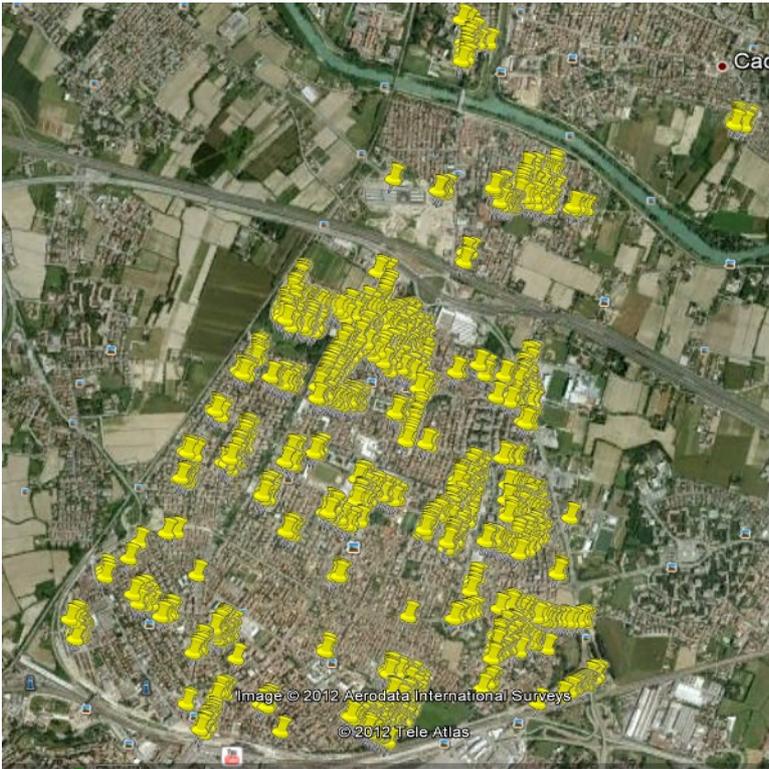
L'area di studio si estende per una superficie territoriale di 6,71 km<sup>2</sup> che ospita (al 31/12/2010) 39.513 abitanti di cui oltre 30.000 solo nelle zone Arcella e San Carlo. La popolazione, in costante calo negli ultimi 20 anni, rappresenta il 18,45% dell'intero Comune.

I confini sono costituiti a nord dal tracciato locale del fiume Brenta, a sud dalla la ferrovia Milano-Venezia, a dall'asse viario Plebiscito-Bigolo-Manca, ad ovest dalla linea ferroviaria Padova-Castelfranco Veneto.

Alcuni indicatori ambientali presentati nell'Annuario Statistico del Comune di Padova del 2011:

- il quartiere pur avendo il valore di superficie di verde pubblico sul totale della superficie superiore alla media comunale (6,3 rispetto a 3,9%), mostra tuttavia il più basso valore di superficie di verde pubblico per abitante (10.66 m<sup>2</sup>/ab rispetto al valore medio comunale di 17 m<sup>2</sup>/ab)
- i valori di qualità dell'aria registrati dalla centralina di monitoraggio situata nel quartiere mostrano superamenti sia a livello di concentrazione media annuale per il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), sia in termini di giorni di superamento dei valori limite di polveri sottili (PM10) e ozono (O<sub>3</sub>).

Sul territorio analizzato vi sono all'incirca 5000 alberi su suolo pubblico, suddivisi rispettivamente in 3500 individui tra parchi, giardini e aree verdi e 1500 lungo le strade.



Gli alberi del verde pubblico (parchi) nell'area di studio

### 3.2 Il verde urbano e i pollini aerodispersi: effetti sulla salute

Se il verde urbano costituisce senza dubbio un elemento di fondamentale importanza per la qualità della vita, soprattutto nei centri densamente popolati, esso può costituire in alcuni casi particolari una causa di disagi per alcune persone. Si tratta dei soggetti sensibili agli allergeni prodotti da alcune specie vegetali durante la fase della pollinazione.

I disturbi più seri generati con asma, bronchite e rinite allergica e colpiscono in molti casi i bambini e i giovani.

Secondo i dati riportati in ambito europeo e nazionale le malattie allergiche sono ai primi posti per numerosità di soggetti colpiti e, aspetto più allarmante, sono in continuo aumento.

I risultati dell'indagine multiscopo *Condizioni di salute e ricorso ai servizi sanitari* condotta da ISTAT nel 2005 su 60.000 famiglie (nota stampa del 2 marzo 2007) riferiscono che "le malattie croniche più diffuse tra la popolazione sono: l'artrosi/artrite (18,3%) l'ipertensione arteriosa (13,6%), le malattie allergiche

**Incidenza delle  
malattie allergiche**

(10,7%) con tassi molto elevati fin dall'infanzia: ne sono infatti, affetti almeno il 10,9% dei bambini e l'8,2% delle bambine fino a 14 anni.

Anche Federasma Onlus in occasione della Prima giornata del paziente allergico (21 marzo 2012) evidenzia un incremento, dal 1950 ad oggi, dal 10% al 30% della popolazione colpita da una manifestazione allergica, inclusi bambini e adolescenti. L'asma bronchiale colpisce un bambino su dieci e nell'80% dei casi sarebbe provocata da allergie, mentre la rinite allergica ne colpisce due su dieci (11).

Un quadro più dettagliato della situazione è presentato nel rapporto del Ministero della Salute sullo stato sanitario del Paese pubblicato nel 2011 (12).

Le patologie allergiche sono in costante aumento non solo in Italia, ma in molti paesi industrializzati. Nonostante vi siano diverse teorie che spiegano questo fenomeno, si possono individuare alcuni punti condivisi dalla comunità scientifica, quali l'aumento dell'inquinamento atmosferico, il contatto quotidiano con molte sostanze di sintesi (additivi alimentari, fibre sintetiche,...), l'aumento dell'assunzione di farmaci, l'introduzione di piante non autoctone e/o esotiche.

### **3.3 Pollini aerodispersi e insorgenza dei sintomi: quale relazione?**

A causa dell'elevata variabilità delle caratteristiche individuali che determinano una diversa risposta sanitaria alle medesime condizioni ambientali, è assai difficile trovare una relazione quantitativa tra i dati di concentrazione dei pollini in atmosfera e gli effetti sanitari nei soggetti sensibili.

Per migliorare l'efficienza e la tempestività delle cure nei pazienti allergici sarebbe molto utile conoscere le soglie di concentrazione in aria dei diversi pollini oltre le quali si scatenano le risposte allergiche dei soggetti sensibili, in altre parole le dosi "critiche" degli agenti allergeni.

A tal proposito sono disponibili alcuni risultati di studi che hanno determinato tali valori soglia; si tratta in particolare dell'olivo (162 pollini/m<sup>3</sup>) e delle graminacee (35 pollini/m<sup>3</sup>) (13, 14)

Se i dati di concentrazione pollinica giornaliera relativi alle principali famiglie botaniche allergeniche sono facilmente disponibili, in quanto rilevati dalle reti di monitoraggio regionali (ARPA) coordinate a livello nazionale da ISPRA (rete POLLNET), quelli sulla sintomatologia dei soggetti allergici vengono rilevati solamente per finalità specifiche di studio e ricerca, e quindi in ambiti locali e per periodi limitati di tempo.

**Livelli di  
concentrazione  
soglia e dose**

Uno strumento utilizzato dai medici, sia per la diagnosi della malattia sia per il monitoraggio delle condizioni del paziente, che contribuisce alla raccolta sistematica dei dati sulla sintomatologia dei soggetti allergici è il “diario dei sintomi”

Si tratta di una tabella in formato cartaceo che i pazienti compilano giornalmente con informazioni sintetiche sul proprio stato di salute e sulle terapie farmacologiche seguite. In occasione delle visite ospedaliere periodiche il diario viene visionato dal medico che ne analizza i contenuti.

Alcuni limiti evidenti di tale procedura sono il supporto cartaceo dei dati, la mancanza di un quadro complessivo che offra una visione d’insieme, l’alta probabilità che i dati risultino incompleti o compilati a posteriori.

**Il diario  
dei sintomi**

### **3.4 Le nuove tecnologie a servizio della comunicazione medico-paziente**

Una proposta di miglioramento del flusso informativo medico-paziente che superi i problemi accennati sopra (e non solo), proviene dall’impiego delle nuove tecnologie applicate ad uno strumento d’uso quotidiano: il telefono cellulare.

Si tratta di progettare e realizzare un’applicazione mobile che sostituisca la compilazione giornaliera del modulo cartaceo e invii in tempo reale, o con periodicità da definire, i dati al medico che potrà così disporre di serie temporali di dati in formato digitale. L’applicazione dovrà essere inizialmente distribuita ad un numero limitato di pazienti “sperimentatori” individuati direttamente dal medico allergologo.

Alcuni aspetti positivi della compilazione del diario mediante l’utilizzo dell’applicazione per smartphone:

Per il paziente:

- possibilità di ricevere un promemoria giornaliero per la compilazione per evitare dimenticanze e garantire dati completi e tempestivi;
- velocità e facilità di compilazione del diario per chi possiede uno smartphone.

Per il medico:

- maggior probabilità di ricevere dati completi e tempestivi
- archiviazione strutturata dei dati;
- dati generati in formato digitale pronti all’uso per successive elaborazioni.

**Ipotesi applicativa:  
una app per  
smartphone**

## 4. Attività svolte

Come già evidenziato, in questi ultimi mesi ho approfondito tematiche diverse con l'obiettivo finale di poter ricomporre un quadro complessivo coerente al termine del percorso di ricerca.

Nell'ambito del progetto da svolgere in collaborazione con il Comune di Padova sulla determinazione delle quantità di inquinanti atmosferici sottratti ad opera della vegetazione in ambito urbano, ho iniziato la raccolta del materiale bibliografico, ho quasi completato la predisposizione dei dataset meteo e qualità dell'aria e ho eseguito la maggior parte dei rilievi sul campo per integrare il dataset del censimento degli alberi fornito dal Comune con dati e informazioni necessarie all'applicazione del modello iTreeECO.

La fase di campionamento degli alberi è stata condotta durante i mesi di settembre, ottobre e novembre (in parte) ed è stata inizialmente condotta al fianco di un esperto forestale che mi ha fornito le istruzioni metodologiche di base per condurre le misure in modo corretto.

Gli alberi campionati rappresentano il risultato di una selezione operata in fase di progettazione del rilievo concordata con il Prof. Semenzato, sulla base di criteri di rappresentatività delle specie arboree e della loro distribuzione sul territorio.

Per quanto concerne il tema del verde urbano e degli effetti sanitari dei pollini aerodispersi, ho approfondito i temi del monitoraggio aerobiologico, dei sistemi informativi per la diffusione dei dati e dei sistemi per la previsione delle concentrazioni polliniche in atmosfera.

Inoltre ho avuto l'opportunità di approfondire alcuni aspetti inerenti l'ambito sanitario grazie alla disponibilità e collaborazione di un medico allergologo operante presso l'Azienda Ospedaliera di Padova.

Sin dai primi incontri è emersa con chiarezza la consapevolezza che il continuo aumento delle malattie allergiche va affrontato e studiato con un approccio interdisciplinare. Fattori quali l'inquinamento atmosferico, i cambiamenti climatici, lo stile di vita e la familiarità possono giocare un ruolo importante nello sviluppo di tali patologie.

**Raccolta dati:  
alberi  
aria  
meteo**

Ho iniziato la ricerca e consultazione di materiale bibliografico riguardante le relazioni tra malattie allergiche e fattori ambientali quali l'inquinamento atmosferico e i cambiamenti climatici (15).

Con l'obiettivo di osservare delle relazioni tra i dati sanitari dei pazienti residenti a Padova e visitati presso l'ospedale e i dati ambientali riferiti allo stesso periodo temporale (concentrazione pollinica e qualità dell'aria), ho predisposto un database in Microsoft Access (attualmente in fase di test) per l'acquisizione delle informazioni sanitarie, ora disponibili solamente su supporto cartaceo.

Sempre in ambito sanitario, ho avuto l'occasione di osservare personalmente come le nuove tecnologie potrebbero costituire un mezzo per migliorare l'efficienza della comunicazione, non solo tra il personale medico, ma anche tra medico e paziente.

In particolare mi riferisco all'esempio della compilazione su carta del diario dei sintomi da parte dei pazienti affetti da pollinosi (disturbi provocati da allergia ai pollini), descritto al paragrafo 3.3.

Dopo aver concordato con il medico referente le informazioni da registrare e aver effettuato una analisi preliminare della struttura del database, ho ricevuto dal Prof. Andrea Prati le indicazioni per acquisire le competenze di base per realizzare l'applicazione per dispositivi mobili su piattaforma Android. Quest'ultima attività, nonostante l'interesse dimostrato dal medico referente, è rimasta ad uno stadio iniziale (16).

### **Concludendo...**

E' probabile che io abbia ipotizzato un progetto complessivo troppo ambizioso, data la vastità dell'argomento e la molteplicità di competenze necessarie per sviluppare le singole parti che lo compongono.

Tuttavia, disponendo ancora di un periodo di tempo significativo per svolgere la ricerca, ho deciso di percorrere in modo parallelo i diversi filoni tematici che caratterizzano il progetto e di rimandare al primo semestre del terzo anno la definizione della struttura del rapporto conclusivo.

## 5. Argomenti di interesse per la ricerca

Tenendo sempre presente che l'obiettivo principale della ricerca è studiare come l'utilizzo degli strumenti messi a disposizione dalle nuove tecnologie possono migliorare la qualità della vita dei cittadini anche in termini di ottimizzazione dei flussi informativi (qualità dei contenuti, tempestività e aggiornamento delle informazioni, facilità e velocità di trasmissione, sicurezza, ecc.), si possono individuare alcuni aspetti centrali caratterizzanti il progetto:

- Stato dell'ambiente: è il contesto generale, in quanto la ricerca prende in considerazione i dati e le informazioni relative al verde urbano e alla qualità dell'aria, compresi i dati provenienti dal monitoraggio aerobiologico per l'identificazione e la misura degli agenti allergenici (pollini);
- Salute: acquisizione di informazioni sanitarie sull'occorrenza di patologie/disturbi di origine allergica e successivo confronto con i dati ambientali;
- Nuove tecnologie: utilizzo di applicazioni mobile per la comunicazione e l'informazione, utilizzo di immagini telerilevate per indagini sulla copertura vegetale e per il rilievo di dati puntuali sugli alberi in funzione dell'applicazione del modello i-TreeEco (17);
- Partecipazione, collaborazione, condivisione: anche se questi aspetti non sono trattati fino a questo momento, il progetto offre molte opportunità per sperimentare un eventuale sistema di monitoraggio partecipato (segnalazione di disturbi da agenti allergenici, monitoraggio fenologico per individuare periodi di massima fioritura delle piante, misura dei dati dendrometrici delle piante per infittire la rete di dati necessaria all'applicazione del modello i-TreeEco anche in altri contesti). E' in corso di valutazione da parte degli enti interessati (ARPAV, IUAV e Consiglio di quartiere 2 di Padova) un progetto di monitoraggio partecipato, destinato agli abitanti del quartiere, per il rilevamento dei dati dendrometrici di alberi situati all'interno di alcuni parchi urbani. Lo svolgimento del progetto consentirebbe di raggiungere diversi obiettivi, tra cui: testare un processo di monitoraggio partecipato in ambito ambientale, stimolare la conoscenza del proprio territorio e la socialità, paragonare i risultati ambientali prodotti dallo stesso modello alimentato con dati raccolti con diverse modalità;

**I concetti chiave  
della ricerca**

- Smart citizens: non è sufficiente disporre di un accesso rapido, semplice e sicuro all'informazione, utilizzando ove possibile le nuove tecnologie disponibili; il cittadino "intelligente" deve essere messo in grado, se lo desidera, di condividere dati e informazioni in suo possesso con la comunità attraverso gli strumenti del cosiddetto web 2.0, in virtù del principio che ognuno di noi è informazione.

## Altre attività

Ho partecipato ad alcuni eventi che, pur non essendo tutti strettamente inerenti alle attività del dottorato, hanno contribuito al mio percorso di formazione e all'aggiornamento dei temi trattati in ambito professionale.

- Convegno Verde Città, Comune di Padova, 30 marzo 2012
- Dalla partecipazione alla cogestione dei beni comuni, Fondazione LANZA, Padova, 15 maggio 2012
- Metadati del repertorio nazionale dei dati del territorio, Regione Veneto, Dipartimento provinciale ARPAV di Mestre Venezia, 17 maggio 2012
- Convegno Big Data, VEGA, Venezia, 15 giugno 2012
- Workshop Internazionale ECOTECHGREEN – CITY + LANDSCAPE, Nuovi paesaggi per la città attiva, nell'ambito di Flormart – Padova, 14 settembre 2012
- Smart City Exhibition, Bologna, 29 ottobre 2012
- Corso di formazione PHP - livello base organizzato da Arpav – Padova, 12-14-15 novembre 2012

Durante il primo semestre ho partecipato alle attività del gruppo di lavoro coordinato dalla Regione Veneto (Servizio Informativo) finalizzate al lancio del portale veneto degli Open Data <http://dati.veneto.it> avvenuto in occasione del convegno Big Data del 15 giugno.

In particolare mi sono occupata della selezione e del data entry nel portale dei dataset ambientali di competenza di ARPAV e dei relativi metadati.

Nel corso degli ultimi mesi dell'anno ho collaborato alla ristrutturazione del sito internet del Dottorato NT&ITA. Tra le varie attività svolte, quelle principali a cui ho partecipato:

- analisi progettuale della nuova struttura
- modifica e aggiornamento del menu di navigazione e delle relative pagine web
- Integrazione e aggiornamento dei contenuti (seminari, atelier, ecc..)
- ristrutturazione della sezione Dottorandi e aggiornamento delle pagine dei profili personali.

## Bibliografia e Sitografia

- (1) spiegazione del modello DPSIR ( Drivers, Pressure, State, Impact, Response)  
[http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/reti/generale\\_231.asp](http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/reti/generale_231.asp)
- (2) Frenguelli G., Passaleva A., La scelta delle piante destinate al verde ornamentale, 2003, Editoriale nel GIORN IT ALLERGOL IMMUNOL CLIN 2003;13:177-191
- (3) Regione Toscana, ARPAT – Verde e salute, 2010 Firenze
- (4) ARPAV, Regione del Veneto, *Pollini, ambiente e salute*, 2011
- (5) [http://www.adnkronos.com/IGN/Sostenibilita/Risorse/Aumentano-i-pollini-nellatmosfera-servono-spazi-verdi-anti-allergia\\_313113434800.html](http://www.adnkronos.com/IGN/Sostenibilita/Risorse/Aumentano-i-pollini-nellatmosfera-servono-spazi-verdi-anti-allergia_313113434800.html)
- (6) <http://www.itreetools.org/eco/>
- (7) <http://www.itreetools.org/eco/international.php>
- (8) <http://www.ufore.org/>
- (9) Siena F., Buffoni A., Inquinamento atmosferico e verde urbano. Il modello UFORE, un caso di studio. Rivista Sherwood n. 138 novembre 2007 pp.17-21
- (10) Comune di Forlì, Settore Ambiente - Progetto di fattibilità di un sistema del verde di mitigazione da inquinamento - condotto da Armando Buffoni, Paolo Toccafondi, Simone Pinzauti
- (11) <http://www.isprambiente.gov.it/it/archivio/eventi/anno-2012/5813-polline>
- (12) Rapporto del Ministero della Salute sullo stato sanitario del paese  
<http://www.salute.gov.it/pubblicazioni/ppRisultatiRSSP.jsp>
- (13) Brito FF et al Ann Allergy Asthma Immunol 2011 feb; 106(2); 146-52 (olivo)
- (14) Brito FF et al J Investig Allergol Clin Immunol 2010; 20(4); 295-302 (graminacee)
- (15) Ecoscienza, Rivista di Arpa Emilia Romagna, numero 2 maggio 2012, pp 71-89  
<http://www.arpa.emr.it/ecoscienza/rivista.asp?id=28>

(16) Jonathan Stark - Sviluppare applicazioni per Android con HTML, CSS e JavaScript  
- 2010 O'Reilly ISBN 978-88-481-2594-9

(17) Abd-Elrahman, A.H., et al, A community-based urban forest inventory using online mapping services and consumer-grade digital images. Int. J.Appl. Earth Observ. Geoinf. (2010), doi: 10.1016/j.jag.2010.03.003

**Altre letture:**

Michele Roccato, Terri Mannarini - Non nel mio giardino. Prendere sul serio i movimenti Nimby. - 2012 Il Mulino ISBN 978-88-15-23752-1

Sergio Pistoï - Il DNA incontra Facebook. Viaggio nel supermarket della genetica. - 2012 Collana I Grilli - Marsilio

## Il ruolo del verde urbano nella smart city e il suo contributo al miglioramento della qualità dell'aria

### La crescita delle città e la nascita delle smart cities

L'aumento della popolazione mondiale e la conseguente crescita dei centri urbani, sia nei Paesi in via di sviluppo che in quelli industrializzati, hanno progressivamente modificato lo stile di vita dei cittadini, che si trovano a vivere in contesti urbani sempre più distanti dall'ambiente naturale.

Il progresso industriale e tecnologico ha permesso il raggiungimento di un elevato livello di prosperità materiale ed economica, sacrificando tuttavia il rapporto uomo-natura che si sta rivelando fondamentale per il benessere e la qualità della vita. Il documento "*Ecological Science and Sustainability for a Crowded Planet*", prodotto dalla Ecological Society of America evidenzia come il nostro secolo sarà caratterizzato da problematiche ambientali, derivanti dal continuo aumento della popolazione umana che produrrà sugli ecosistemi esistenti il più pesante impatto antropico mai visto prima (1, 2).

Considerando che in Europa circa il 75% della popolazione vive in aree urbane e si prevede che nel 2020 tale soglia raggiungerà l'80% (3), non stupisce la crescente attenzione da parte delle istituzioni, del mondo della ricerca, delle amministrazioni locali e delle imprese sui temi che hanno come oggetto la città.

Un forte impulso allo studio e alla realizzazione di soluzioni tecnologiche innovative in ambito urbano, atte a migliorare l'efficienza dei servizi e l'utilizzo delle risorse, è stato fornito anche dalle recenti iniziative di finanziamento promosse dalle istituzioni nell'ambito del programma *smart city*. In linea con l'Unione europea che ha previsto di investire da qui al 2020 oltre dieci miliardi di euro per finanziare i progetti più meritevoli riguardanti le reti elettriche, i trasporti e l'efficienza energetica nell'edilizia, anche l'Italia sta percorrendo la stessa strada. Il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca nel 2012 ha destinato un milione di euro allo sviluppo di progetti per le *Smart Cities*(4)

### Dallo sviluppo delle tecnologie alla centralità dei cittadini

Della definizione e interpretazione del concetto di *smart city* se ne parla da tempo e sono numerosi i soggetti appartenenti al mondo delle istituzioni, della ricerca e delle imprese che hanno fornito la propria visione rappresentata attraverso l'utilizzo di termini quali innovazione, tecnologia, comunicazione digitale, informazione, sostenibilità, efficienza, *e-government*, partecipazione, sicurezza.

Negli ultimi tempi, tuttavia, è emersa una crescente attenzione e considerazione per il ruolo del cittadino che deve occupare una posizione centrale nella discussione, in quanto principale destinatario e beneficiario delle azioni elencate sopra. In altre parole si è definito con maggior chiarezza il concetto che gli interventi strutturali, tecnologici e culturali da mettere in atto per costruire una città intelligente vanno concepiti come strumenti per raggiungere l'unico vero importante obiettivo: il miglioramento della qualità della vita delle persone, del loro benessere psico-fisico. In estrema sintesi, dunque, una città è intelligente se è costituita da cittadini che operano scelte intelligenti a livello politico, tecnico, sociale e adottano strumenti innovativi offerti dalla tecnologia per fare della città un luogo piacevole in cui vivere.

Nel corso dell'evento *Smart City Exhibition 2012* questo concetto è stato evidenziato da autorevoli esponenti di spicco sia del mondo scientifico e accademico che delle istituzioni. Esperti e pionieri dell'innovazione, tra i quali Carlo Ratti del Massachusetts Institute of Technology di Boston, hanno confermato la necessità di avviare una nuova fase in cui i progressi e le soluzioni innovative fornite dalle nuove tecnologie trovino applicazione per il miglioramento dell'ambiente e della qualità della vita. (5)

Un approccio simile emerge anche dalla definizione di Benanti, che pone l'accento sulla necessità di una politica lungimirante che dedichi attenzione ai temi della qualità dell'ambiente naturale e culturale, della coesione sociale, della disponibilità e diffusione dell'informazione e della mobilità:

"*a smart city is a urban space, well directed by a forward-looking politics, which faces the*

*challenge posed by the globalization and by the economic crisis in terms of competitiveness and sustainable development with a particular attention to social cohesion, to knowledge diffusion and availability, to the creativity, to the freedom and mobility really functional, to the natural and cultural environment quality". (6)*

## **Qualità della vita, benessere e verde urbano**

Parlando di qualità dell'ambiente nel contesto di *smart city* è evidente che, rispetto all'approccio tradizionale, cambiano gli obiettivi da raggiungere. Non è più sufficiente assicurare il rispetto dei limiti dei parametri previsti dalla normativa per le diverse componenti ambientali, né l'osservanza delle norme per la tutela della salute umana. Tali obiettivi vanno superati se si punta al perseguimento del benessere dell'individuo.

Anche il concetto di benessere va inteso in modo nuovo: esso non coincide più con l'assenza di patologie, ma indica, secondo la definizione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, uno stato complessivo di buona salute fisica, psichica e mentale.

In merito a ciò, esistono sempre più evidenze che confermano l'importanza delle aree verdi urbane nel miglioramento del benessere. La fruizione di parchi e giardini in un contesto urbanizzato aiuta i cittadini a soddisfare le proprie esigenze esplicite ed implicite, tra cui quella di vivere in un contesto ambientale non solo salubre ma anche piacevole.

Accanto al valore estetico-ornamentale, a quello ricreativo-sportivo e ambientale, il verde pubblico ha anche una importante funzione sociale, che si manifesta nella capacità di influenzare le condizioni psico-fisiche degli individui.

## **Green infrastructure**

La valutazione del verde urbano presente nelle città viene spesso condotta soltanto in termini quantitativi, adottando come criterio di riferimento il rispetto della soglia minima di estensione stabilita dal DM n.1444 del 1968 (9 metri quadrati per abitante). Tale approccio, pur fornendo un indicatore sintetico, potenzialmente confrontabile e di facile comprensione, offre un'informazione decisamente insufficiente, se non addirittura errata, sulle reali funzioni della vegetazione in ambito cittadino.

Per valutare il verde urbano anche nel suo ruolo funzionale, è preferibile utilizzare un approccio sistemico basato sul concetto di infrastruttura verde (*green infrastructure*). Questo concetto, che ha radici nei Paesi del nord Europa ma si è diffuso ampiamente anche negli Stati Uniti, si basa sull'idea che sia possibile coniugare lo sviluppo urbano con il mantenimento delle funzioni esercitate dalla componente vegetazionale, purché le diverse aree verdi presenti sul territorio vengano connesse tra loro in un sistema a network. (7)

Il termine infrastruttura, compare tra quelli utilizzati per declinare il significato di *smart city* e compare nei contesti che fanno riferimento ai temi della mobilità, dell'energia e della comunicazione digitale.

Appare evidente, tuttavia, che anche il verde urbano possiede le caratteristiche di un'infrastruttura vera e propria. Tra queste la sua multifunzionalità, la necessità di una progettazione integrata e multidisciplinare, il carattere pervasivo dello spazio urbano, l'obiettivo di assicurare la massima connessione tra le diverse parti e la necessità di una continua gestione efficiente per mantenerne il valore.

In molti contesti urbani, pianificare e progettare il verde urbano in termini di *green infrastructure* permette di affrontare le problematiche connesse al ciclo dell'acqua in modo integrato, ottimizzando gli interventi e riducendo l'impiego di risorse. A titolo di esempio si riportano le esperienze di New York e Philadelphia, presentate dal Prof. Montalto della Drexel University lo scorso anno presso lo IUAV (8) e quella di Los Angeles dove, utilizzando un tipo di approccio integrato, si affrontano in modo sinergico le problematiche di gestione degli eventi alluvionali causati da improvvise piogge intense e quelle del rifornimento idrico nei periodi di siccità. (9)

Anche l'Agenzia Ambientale Europea (EEA) nel recente rapporto "*Urban Adaptation to Climate Change in Europe*" (10) evidenzia più volte il ruolo chiave della *green infrastructure* nella pianificazione e gestione degli interventi di adattamento ai cambiamenti climatici e fornisce strumenti e indicazioni concrete per fronteggiare i fenomeni meteo-ambientali nei centri urbani.

## **I servizi ambientali del verde urbano**

La vegetazione costituisce l'anello di congiunzione tra alcuni comparti e risorse ambientali, come il suolo, l'atmosfera, le acque, e come tale essa gioca un ruolo fondamentale all'interno dei cicli biogeochimici del carbonio e dell'acqua.

In un contesto urbanizzato può accadere che l'effetto delle piante sia determinante per il raggiungimento o il mantenimento dell'equilibrio delle dinamiche ambientali a livello di microscala.

Si consideri come esempio il fenomeno dell'isola di calore (*urban heat island*) che, a causa del significativo aumento della temperatura dell'aria nel centro urbano rispetto alle aree periurbane e rurali, determina un cambiamento del microclima con anomalie di circolazione delle masse d'aria. I materiali impiegati nelle città per la costruzione degli edifici, delle pavimentazioni e delle coperture assorbono la radiazione solare incidente accumulando negli strati dell'aria prossimi al suolo grandi quantità di calore che viene rilasciato durante le ore notturne. Al contrario la superficie verde, costituita soprattutto dalle chiome degli alberi e dai prati, assorbe solo in parte la radiazione solare per svolgere i processi di biosintesi; il resto viene subito restituito all'atmosfera sotto forma di radiazione riflessa, o trasmessa al suolo sottostante. Anche di notte la vegetazione esercita un'azione mitigatrice sulla temperatura, dato che con il processo di evapotraspirazione rilascia nell'atmosfera vapore acqueo che modifica l'umidità dell'aria.

Nella stagione estiva, inoltre, gli alberi vicini agli edifici possono fungere da schermo alla radiazione solare contribuendo alla riduzione dei consumi energetici per il condizionamento delle abitazioni. Anche in inverno le alberature possono contribuire al risparmio energetico dovuto al riscaldamento degli edifici. Infatti essi possono contribuire ad attenuare l'effetto negativo del vento, nonostante costituiscano uno schermo alla radiazione solare incidente.

La copertura verde contribuisce anche a mitigare gli effetti negativi delle piogge intense diminuendo il rischio di alluvioni, grazie all'effetto di intercettazione dell'acqua da parte delle chiome degli alberi e all'aumento della percolazione dell'acqua nel suolo. (11)

## **Mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici**

Nella prospettiva di un'evoluzione climatica come quella definita dagli studi del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), gruppo intergovernativo di esperti afferenti a due organismi delle Nazioni Unite (WMO e UNEP), le città si troveranno sempre più spesso a dover fronteggiare e gestire situazioni critiche generate dagli eventi meteorologici. L'impatto di questo scenario è aggravato dal fatto che nei centri urbani si concentra la maggior parte della popolazione.

In questo contesto futuro diventa ancora più importante tutelare e valorizzare il patrimonio verde per poter usufruire dei benefici prodotti in termini di mitigazione degli effetti negativi. (12)

Non va dimenticato, infatti, che la vegetazione attraverso il processo di crescita della biomassa, sequestra l'anidride carbonica dall'atmosfera determinando un abbassamento della concentrazione in aria dei gas ad effetto serra, con conseguente rallentamento del processo di riscaldamento del pianeta.

## **Il contributo del verde al miglioramento della qualità dell'aria. Lo strumento i-Tree Eco**

L'anidride carbonica non è l'unico gas presente nell'atmosfera su cui la vegetazione può esercitare un effetto positivo. Le piante, in particolare gli alberi, possono contribuire al miglioramento della qualità dell'aria in ambito urbano attraverso il sequestro dall'atmosfera di alcuni agenti inquinanti come le polveri, gli ossidi di azoto e di zolfo, il monossido di carbonio e l'ozono.

Questa funzione non è affatto secondaria se si considera che la qualità dell'aria nei centri urbani è un tema ambientale critico, molto percepito a livello di opinione pubblica in quanto è stata dimostrata la corrispondenza tra la elevata concentrazione di inquinanti in atmosfera e l'aumento dell'incidenza di patologie e disturbi a carico dell'apparato respiratorio. Importanti risultati sono emersi dagli studi MISA (Metanalisi Italiana degli Studi sugli effetti a breve termine

dell'inquinamento Atmosferico) condotti nel 2001 e 2004 su alcune città campione da un gruppo di lavoro composto da esperti provenienti da Università, ARPA, ASL, Regioni ed Enti locali.

Gli episodi acuti di inquinamento dell'aria in ambito urbano vengono di norma fronteggiati attraverso misure di riduzione del traffico, fonte principale delle emissioni dei gas nocivi come ossidi di azoto e polveri sottili. Nel medio-lungo termine questa problematica è gestita attraverso le misure di piani e programmi di risanamento dell'atmosfera che, tuttavia, non considerano il potenziale contributo alla riduzione degli inquinanti esercitato dalla componente vegetazionale che, in taluni contesti, può rivelarsi significativo.

Per quantificare i benefici ambientali offerti dalla vegetazione è disponibile un modello matematico che combina i dati strutturali della vegetazione con quelli sull'inquinamento atmosferico locale e sulle condizioni meteorologiche. Lo strumento è il modello UFORE - Urban Forest Effects- elaborato all'inizio degli anni '90 dal Servizio Forestale del Dipartimento dell'Agricoltura statunitense; gli algoritmi si basano sui meccanismi di rimozione degli inquinanti atmosferici da parte delle piante mediante assorbimento e deposizione secca sulla superficie fogliare. Nel tempo il modello è stato aggiornato per essere meglio adattato ai diversi contesti territoriali ed è stato inserito in uno strumento completo e articolato, la software suite *i-Tree*.<sup>(13)</sup>

*i-Tree* è in continua evoluzione e fornisce un set di applicativi per l'analisi della vegetazione urbana e la valutazione dei benefici. È uno strumento di supporto destinato a chiunque si occupi di verde urbano per migliorarne la gestione, per quantificare i servizi ambientali forniti e per valutare la struttura della vegetazione. Infatti esso comprende dei moduli distinti che si focalizzano sulle diverse funzioni ambientali del verde urbano (Hydro, Eco, Design, Vue) e su temi specifici legati alla quantificazione e gestione del patrimonio verde (Canopy, Storm, Species Selector). Lo strumento permette di assegnare un valore economico ai benefici prodotti e ottenere così una valutazione economica del patrimonio verde di una città che può essere paragonata ad altre realtà urbane, purché valutate con lo stesso metodo.

Il modulo indicato per gli obiettivi di studio da utilizzare è *i-Tree Eco*, frutto della collaborazione tra i padri ideatori del modello UFORE (Nowak e Crane del US Forest Service Northern Research Station (NRS) e McHale del SUNY College of Environmental Science and Forestry) con il Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (USDA).

I processi biochimici di assorbimento e deposizione fogliare sui quali si basa il modello sono strettamente dipendenti dalla tipologia della pianta e dalle condizioni climatico-ambientali. <sup>(14)</sup> Per l'utilizzo del modello sono pertanto richiesti dati dettagliati sulla vegetazione, sulla qualità dell'aria e meteorologici, riferiti allo stesso periodo temporale.

Per quanto riguarda i primi, essi vanno rilevati sul campo attraverso delle campagne di misura condotte secondo due diversi approcci: l'inventario completo (*complete inventory*) che prevede di misurare singolarmente ogni albero presente nell'area di studio, o l'inventario per campioni (*sample inventory*), adatto per analizzare vasti territori, che consente di estendere all'intera area di studio i risultati ottenuti dai campionamenti effettuati su un numero limitato di aree a diversa destinazione d'uso (*sample plots*).

I dati sulla vegetazione arborea ed arbustiva comprendono la determinazione della specie, l'altezza totale del fusto e l'altezza della base della chioma, il diametro del tronco, l'ampiezza della chioma, la percentuale di chioma mancante rispetto alla silhouette standard della specie, l'esposizione solare e il periodo vegetativo, cioè l'intervallo di tempo tra la comparsa e la caduta delle foglie. Queste informazioni consentono di determinare l'indice di area fogliare (*leaf area index*, LAI) che rappresenta il dato principale per quantificare i benefici ambientali prodotti dalla pianta.

Le informazioni sulla qualità dell'aria dell'area di studio costituiscono il punto di partenza per effettuare il bilancio degli inquinanti sottratti ed emessi dalla vegetazione. Se infatti è sempre vero che il verde urbano sottrae all'atmosfera le polveri sottili, gli ossidi di azoto e di zolfo e il monossido di carbonio, esso può in alcuni casi contribuire alla formazione di ozono troposferico a causa delle emissioni di COV (composti organici volatili, precursori dell'ozono) prodotti da alcune specie.

Qualità dell'aria e condizioni meteo sono fortemente legati tra loro ed entrambi influiscono in modo determinante sui processi biochimici delle piante. Entrambi i dataset devono contenere valori orari. Per la qualità dell'aria vengono richiesti i valori medi orari di concentrazione dei principali inquinanti (PM10, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO), mentre per i parametri meteorologici, oltre a quelli consueti (temperatura, umidità, precipitazioni, direzione e velocità del vento, ecc.) ne sono richiesti altri non rilevati dalle reti di monitoraggio.

## Casi di studio

La maggior parte delle applicazioni del modello UFORE e successivamente di *i-Tree Eco* è riferita agli Stati Uniti, ma si trovano numerosi casi di studio anche in paesi come il Canada, l'Australia, l'India, il Brasile e la Cina. In tutto, a gennaio 2012 risultavano implementati oltre 800 progetti per un totale di oltre 10 mila utilizzatori del modello.

In Europa, oltre all'Italia, l'utilizzo di *i-Tree* risulta diffuso in l'Inghilterra, in Spagna e in Olanda (15).

Per l'Italia si segnalano le esperienze effettuate sui parchi urbani di Milano, Firenze e Forlì (16,17, 18).

## Il monitoraggio partecipato

L'attività di raccolta dei dati sulla vegetazione per l'applicazione del modello può essere molto dispendiosa in termini di tempo, anche se condotta con la metodologia del rilievo per aree campione (plot sample). Per questo può risultare conveniente, in alcuni contesti, coinvolgere la popolazione locale (volontari, associazioni, scuole) nell'attività di rilievo dei dati sul campo. Il supporto dei cittadini può costituire un aspetto positivo per l'esito del progetto non solo in termini di risorse e di tempo, ma anche in termini di coinvolgimento alle iniziative che si svolgono nella propria città o quartiere. Attraverso la partecipazione, la popolazione locale ha l'opportunità non solo di sperimentare, apprendere e ampliare la propria conoscenza, ma anche di osservare i luoghi della vita quotidiana con occhi diversi. Attività di questo tipo favoriscono la creazione del legame tra il territorio e i cittadini i quali, giocando un ruolo attivo nel processo di conoscenza e gestione della risorsa pubblica possono diventare più consapevoli del suo valore e più attenti alla sua tutela.

D'altra parte un approccio partecipativo comporta delle attività di organizzazione e coordinamento aggiuntive, per garantire ai partecipanti la formazione necessaria per condurre le misure utilizzando i metodi e le procedure corrette, il supporto tecnico durante il periodo di rilevamento, la fornitura dei materiali di supporto e della eventuale strumentazione, al fine di assicurare la qualità dei risultati.

Alcune esperienze di monitoraggio partecipato per l'applicazione di *i-Tree Eco* e un'ampia documentazione di supporto per organizzare queste iniziative sono disponibili sul sito web di *i-Tree*.

## Le nuove tecnologie

Possiamo quindi affermare che la partecipazione dei cittadini nelle attività di rilevamento dei dati ambientali rappresenta uno strumento di monitoraggio ambientale innovativo che può avere importanti risvolti: la produzione di conoscenza "dal basso" da integrare al sapere ufficiale delle istituzioni, il miglioramento del sistema di comunicazione tra enti e vasto pubblico, il consolidamento del legame cittadino-territorio.

Si tratta di un modello innovativo di organizzazione delle attività di acquisizione delle informazioni che comporta l'utilizzo di strumenti partecipativi atti ad incentivare la collaborazione e la condivisione al fine di massimizzare l'efficienza del sistema.

L'utilizzo delle nuove tecnologie, nel senso più comune del termine, nell'ambito dello studio e della gestione del verde urbano è un tema che per i suoi molteplici aspetti e soggetti interessati merita un approfondimento *ad hoc*.

In questa sede si può solo accennare al fatto che è in continuo aumento la disponibilità di strumenti in grado migliorare la qualità dei risultati delle elaborazioni e valutazioni ambientali, di risparmiare risorse, di facilitare la comunicazione delle informazioni a tutti i livelli: istituzionale, tecnico, imprenditoriale e pubblico. Si tratta ad esempio di strumenti innovativi per il rilievo la misura di dati ambientali, di sistemi per la raccolta, la condivisione e la diffusione delle informazioni in tempo reale, di dispositivi mobili che favoriscono la produzione di dati pervasivi.

Per fare qualche esempio, restando nell'ambito dei dati sulla vegetazione necessari per l'applicazione *i-Tree Eco*, è oggetto di studio e valutazione l'utilizzo di MMS (mobile mapping system) per l'acquisizione di dati strutturali della vegetazione e la successiva predisposizione di modelli 3D da impiegare nella gestione del verde urbano. Un altro ambito di ricerca riguarda il

potenziale impiego di immagini rilevate con fotocamere digitali, da parte di cittadini rilevatori volontari, per integrare o verificare le misure effettuate sul campo. (19, 20)

Un'altra categoria è rappresentata dalle applicazioni per *smartphone* e *tablet*, dispositivi elettronici sempre più largamente in uso. Gli ambiti di applicazione sono vari: dal riconoscimento delle specie vegetali, alla misurazione di altezze e distanze, alla localizzazione di alberi censiti dagli enti competenti, alla possibilità di segnalare all'amministrazione eventuali situazioni di pericolo o disservizio. L'uso di piattaforme web di condivisione delle informazioni permette alle amministrazioni pubbliche non solo di diffondere i propri dati, ma anche di raccogliere le informazioni fornite dai cittadini, con il duplice obiettivo di integrare il quadro di conoscenze di base sul territorio e di fornire ai cittadini uno strumento innovativo per interagire con l'amministrazione.

## **Conclusioni**

Al pari delle altre infrastrutture urbane anche la *green infrastructure* è determinante per rendere la città un luogo rispondente ai bisogni dei cittadini, contribuendo al miglioramento delle condizioni ambientali e al benessere psico-fisico. Il verde urbano svolge molte funzioni tra le quali la capacità di rimuovere dall'atmosfera alcuni inquinanti tipici dei centri urbani, come polveri sottili e ossidi di azoto. I benefici prodotti da questi processi si possono quantificare utilizzando lo strumento *i-TreeEco* (USDA) che si basa sul modello matematico UFORE.

Oltre a questo strumento sono disponibili diverse tecnologie, dispositivi e applicazioni che permettono di approfondire la conoscenza del patrimonio verde pubblico delle aree urbane, sia a fini di studio che di gestione, con sempre maggior efficienza e rapidità.

Il ruolo fondamentale esercitato dalla vegetazione urbana sull'uomo e sull'ambiente, così come le potenzialità offerte dall'uso delle nuove tecnologie, sono entrambi aspetti noti e riconosciuti in ambito accademico e tra gli esperti del settore, ma quantomeno sottovalutati in quello istituzionale e del vasto pubblico.

Appare necessario, pertanto, in futuro investire maggiori risorse per colmare il gap culturale tra queste due parti, creando maggior consapevolezza sul valore del patrimonio verde migliorando gli strumenti di informazione e comunicazione e incentivando i cittadini a svolgere un ruolo attivo, partecipando alla gestione di questa preziosa risorsa pubblica.

## Bibliografia

1. Ecological Society of America - Ecological Science and Sustainability for a Crowded Planet – 2004
2. Editoriale de Il monito del giardino. Uomo, città e alberi: un rapporto da ridisegnare. Disponibile all'indirizzo <http://www.ilmonitodelgiardino.it/index.php/home/bilanci-e-auspici/20-editoriale/138-uomo-citta-e-alberi-un-rapporto-da-ridisegnare>
3. EEA Briefing 4/2006 - La sovraccrescita urbana in Europa. Documento disponibile all'indirizzo [http://www.eea.europa.eu/it/publications/briefing\\_2006\\_4](http://www.eea.europa.eu/it/publications/briefing_2006_4)
4. sito del MIUR <http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/web/ricerca/smart-cities-and-communities-and-social-innovation>
5. I protagonisti di Smart City Exhibition 2012 <http://www.smartcityexhibition.it/i-protagonisti/>
6. la definizione di Benanti è contenuta nella presentazione di Ferrini F. disponibile all'indirizzo [www.georgofili.it/download/1135.pdf](http://www.georgofili.it/download/1135.pdf)
7. Lockhart J., Green Infrastructure: the strategic role of trees, woodlands and forestry - Arboricultural Journal 2009, Vol. 32, pp. 33–49 AB Academic Publishers
8. materiali del seminario <http://www.ricercasit.it/dottorato/Content.aspx?page=280>
9. Esperienza di Los Angeles raccontata dal fondatore di TreePeople (<http://www.youtube.com/watch?v=uGzbDmgQHTo&feature=related> )
10. Agenzia Ambientale Europea (EEA) "Urban Adaptation to Climate Change in Europe" EEA Report / No 2/2012 ISSN 1725-9177
11. Bettini V., Ecologia Urbana. L'uomo e la città. 2004 – UTET
12. S.E. Gill, J.F. Handley, A.R. Ennos, S. Pauleit - Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure. Built Environment vol. 33 No 1
13. sito web i-Tree <http://www.itreetools.org/index.php>
14. <http://itreetools.org/eco/resources/UFORE%20Methods.pdf>
15. Who's using iTree <http://www.itreetools.org/index.php> e [http://www.itreetools.org/eco/resources/Eco\\_User\\_Map\\_Jan2012.pdf](http://www.itreetools.org/eco/resources/Eco_User_Map_Jan2012.pdf)
16. Siena F., Buffoni A., Inquinamento atmosferico e verde urbano. Il modello UFORE, un caso di studio. Rivista Sherwood n. 138 novembre 2007 pp.17-21
17. Paoletti E., Bardelli T., Giovannini G., Pecchioli L., - Air quality impact of an urban park over time. Procedia Environmental Science 4 (2011) 10-16.
18. Comune di Forlì "Progetto di fattibilità di un sistema del verde di mitigazione da inquinamento" Comune di Forlì, Settore Ambiente. Studio condotto da Armando Buffoni, Paolo Toccafondi, Simone Pinzauti.
19. Winnie SHIU, Kam Biu TAM, Evaluation of Mobile Mapping System (MMS) Survey for Public Housing Estates in Hong Kong. FIG working week 2012. Roma 6-10 maggio 2012
20. Abd-Elrahmana, A.H., et al., A community-based urban forest inventory using online mapping services and consumer-grade digital images. Int. J. Appl. Earth Observ. Geoinf. (2010), doi: 10.1016/j.jag.2010.03.003