

In: AA.VV., "Ecosistemi urbani. Convegno nell'ambito della Conferenza annuale della Ricerca. Atti dei Convegni Lincei 182", Roma, Accademia Nazionale dei Lincei, 2002, p.17-31

Convegno su "Ecosistemi urbani", Roma, 22-24 ottobre 2001

Il bilancio di materia e di energia nell'ecosistema urbano

Giorgio Nebbia
Professore emerito, Facoltà di Economia
Università di Bari
<nebbia@quipo.it>

Che cos'è l'ecologia urbana ?

La decisione dell'Accademia Nazionale dei Lincei di dedicare un convegno nazionale agli ecosistemi urbani offre l'occasione per chiarire, intanto, il campo di indagine dell'ecologia urbana. Sotto questo nome, infatti, vengono condotti studi diversissimi da studiosi di molto differente origine.

La città, dai tempi più antichi, è il territorio di aggregazione di popolazioni, di incontro di culture, di commerci e di potere. Dalla città "il re" emana i suoi ordini; nella città i mercanti trovano l'occasione per acquistare e vendere merci; nella città i sapienti hanno la possibilità di insegnare e studiare; nella città, nei tempi recenti, dopo la rivoluzione industriale, si sono insediate le fabbriche e la città ha attratto imprenditori e lavoratori. In alcune lingue, come il francese e l'italiano, il nome "cittadino" indica, per eccellenza, "la persona" umana.

Col passare del tempo le città sono diventate sempre più grandi come estensione, hanno inglobato boschi e terreni agricoli, hanno accolto una crescente popolazione e sono state attraversate da un crescente, spesso frenetico, talvolta caotico, flusso di persone e di oggetti materiali, di acqua e di energia.

Non c'è da meravigliarsi che questi mutamenti abbiano attirato l'attenzione di letterati e sociologi e naturalisti, al punto da dar vita ad una disciplina, o ad un complesso di discipline di ricerca e di insegnamento, che si chiamano proprio "urbanistiche".

Engels e Marx, Dickens e Zola e tanti altri non potevano parlare di ecologia urbana in senso moderno, ma avevano riconosciuto il carattere "vivente", "biologico" delle città. Così come alla città, ai suoi limiti, alla sua progettazione o riprogettazione, hanno dedicato la vita studiosi come Ebenezer Howard, Patrick Geddes, Lewis Mumford, nei cui scritti la città viene riconosciuta nel suo carattere di organismo "vivente".

La fine della seconda guerra mondiale, nel 1945, la gigantesca impresa di ricostruzione delle città distrutte, l'aumento della popolazione e delle migrazioni interne nei paesi industriali e in quelli del "terzo mondo", hanno dato vita all'urbanistica moderna e hanno sollecitato l'attenzione dei singoli governi e delle organizzazioni internazionali. Sono sorti numerosi centri di ricerca universitari sugli ecosistemi urbani e molte associazioni private come

Ekistics in Grecia o Italia Nostra in Italia. A partire dagli anni sessanta del secolo scorso l'Unesco ha creato uno speciale progetto 11 nel programma MAB (Man and Biosphere); in tale ambito sono state fatte, per iniziativa del prof. Valerio Giacomini (1914-1981), importanti indagini sugli ecosistemi urbani italiani, specialmente su quello di Roma.

I problemi delle città erano presenti nella conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano (Stoccolma, 1972); le Nazioni Unite hanno dedicato una conferenza alle condizioni dell'abitare, a Vancouver nel 1976, e hanno creato a Nairobi (una megalopoli in rapida espansione), la agenzia Habitat, fino ad arrivare ad un frenetico moltiplicarsi di iniziative sulle città cosiddette "sostenibili", sollecitato dal lancio di questa nuova parola magica, soprattutto dopo la conferenza delle Nazioni Unite di Rio de Janeiro, nel 1992, su "Ambiente e sviluppo", a cui fece seguito, nel 1996, la seconda conferenza "Habitat" a Istanbul e poi la "Carta" di Machu Piccu del 1997.

Il termine "sostenibile" dovrebbe indicare una città che vive e cresce, e assorbe acqua e genera rifiuti, senza compromettere la sua abitabilità futura, capace di far fronte ai bisogni di beni materiali e servizi per le masse di persone che tendono ad affollare gli spazi urbani in forma esplosiva, con un insostenibile flusso di mezzi di trasporto e di consumi nel Nord del mondo, con un insostenibile flusso di poveri e diseredati nel Sud del mondo.

Le ricerche sugli ecosistemi urbani e dell'ecologia urbana hanno visto l'incontro fra studiosi di diversissimi interessi: urbanisti, prima di tutto; studiosi di fisiologia e psicologia (si pensi solo agli effetti psicologici del rumore, alla percezione del colore e alla visione della città, e alle malattie legate agli inquinamenti e all'affollamento); i botanici hanno potuto esplorare la vita vegetale che spesso si presenta nelle città in forme del tutto particolari e che, d'altra parte, manifesta alterazioni e modificazioni dovute alla speciale atmosfera che "si respira" nella città, così come gli zoologi hanno potuto studiare la fauna di animali "domestici" e di parassiti che affolla le città umane; altri studiosi hanno esaminato l'inquinamento dell'aria e delle acque, la formazione di rifiuti e le vie attraverso cui gli agenti inquinanti escono dai confini urbani; molta attenzione è stata dedicata, fortunatamente, al ruolo dell'acqua "dentro" le città, acqua che si manifesta come fonte di energia (il che ha anche stimolato ricerche di archeologia industriale), come trasportatrice di rifiuti, in qualche caso come via di comunicazione.

Proprio dai risultati dell'incontro di tali culture e conoscenze scientifiche diverse è possibile riconoscere nella congestione, nella solitudine, nell'inquinamento alcuni dei sintomi delle malattie del corpo vivente delle città dei paesi ricchi; nel sovraffollamento, nella violenza, nelle epidemie i sintomi delle malattie del corpo vivente delle città del Sud del mondo. Appare così che, come nel caso del corpo umano, non è possibile curare una parte senza considerare le condizioni complessive fisiche, fisiologiche e psicologiche dell'intero corpo, così non è possibile curare una delle malattie che affliggono il corpo vivente di una città --- si tratti di inquinamento o di squallore abitativo, di sovraffollamento o di mancanza di acqua, di smaltimento dei rifiuti o di mancanza di verde e spazi ricreativi --- senza esaminare e curare l'intero corpo della città.

Per far ciò bisogna conoscere e capire come "funziona" l'organismo urbano cominciando col riconoscere le analogie fra la sua vita e quella di qualsiasi altro essere vivente, col riconoscere, cioè, come invita a fare questo convegno, il carattere di "ecosistema" della città.

Il metabolismo urbano

Così come qualsiasi essere "vive" perché assorbe dall'esterno gas e acqua e materiali che vengono metabolizzati fino a diventare scorie e rifiuti, così si può parlare di un metabolismo urbano di cui si possono misurare, in unità fisiche, di massa e di energia, i flussi di materia ed energia attraverso i confini di una città, anch'essa essere "vivente"; dalla misura di tali flussi appare che anche la città, come qualsiasi ecosistema, possiede una capacità ricettiva --- o carrying capacity --- limitata nei confronti dei fenomeni vitali che si svolgono al suo interno.

Anzi, la città è un laboratorio ideale per riconoscere e misurare le analogie fra attività umane ed economiche e processi ecologici: la città, per la sua relativamente piccola e delimitata dimensione, per l'elevata densità di popolazione e di attività e per l'elevata intensità di consumi e di produzione di rifiuti, si presta ad essere analizzata come modello più generale delle interazioni fra attività umane e ambiente.

Una migliore conoscenza di questo modello ha anche qualche utilità pratica perché permette di comprendere come migliorare la salute e il benessere degli abitanti umani, come conservare meglio le testimonianze del passato, come amministrare correttamente la città e il territorio circostante.

L'idea che la città sia un sistema vivente, un vero e proprio ecosistema, sia pure artificiale, è stata espressa, oltre che dagli autori prima ricordati, da molti altri: Piccinato già nel 1942 parlava della "città come organismo"; Abel Wolman nel 1965 aveva descritto il "metabolismo delle città"; "ecosistema urbano" è il titolo di un libro di Nicoletti; alla "città come sistema", dedicò uno dei suoi convegni annuali, nel 1981, a Lecce, la Società Italiana per il Progresso delle Scienze; alcuni caratteri della città come ecosistema sono stati analizzati in alcuni lavori precedenti dell'autore.

Nella città la materia e l'energia sono "importate" sia dall'ambiente naturale "esterno" alla città, sia dalle attività produttive, pure esterne alla città. La materia e l'energia che entrano in una città alimentano sia le attività che si svolgono all'interno della città (negozi, officine, uffici), sia le attività di consumo delle famiglie e dei servizi: trasporti, riscaldamento e illuminazione degli edifici, eccetera.

Sia le attività produttive, sia quelle di "consumo" trasformano la materia e l'energia entrate nel sistema --- cioè le "merci" ambientali ed economiche --- in residui e rifiuti, cioè in "merci negative" che finiscono, più o meno rapidamente, nell'ambiente esterno. I residui e i rifiuti, nel loro passaggio attraverso la città prima di ritornare nell'ambiente esterno, provocano effetti negativi sulla salute degli abitanti, sugli edifici, sulle opere d'arte all'interno della città. Una parte dei residui e dei rifiuti può alimentare delle attività di raccolta, trattamento e riciclo, che si possono considerare anch'esse attività produttive, all'interno della città.

Può essere interessante a questo punto rilevare una prima differenza fra l'ecosistema città e gli ecosistemi naturali. Gli ecosistemi naturali, in genere, producono e rielaborano al proprio interno i rifiuti e i residui delle attività vitali che vi si svolgono. I rifiuti ridiventano, cioè, materiali in entrata per gli stessi cicli naturali. L'ecosistema città utilizza, metabolizza e rielabora invece materiali che sono sostanzialmente estranei alla vita che si svolge all'interno delle città. I rifiuti della città devono perciò essere portati all'esterno o trattati con processi tecnici e i rifiuti finali sono profondamente differenti dai materiali utili che sono entrati nella città e da cui i rifiuti si sono formati. La produzione di rifiuti "dentro" un ecosistema urbano è quindi generalmente accompagnata da effetti ambientali negativi, da un peggioramento della qualità dell'ambiente, da un inquinamento.

La conoscenza dei flussi di materia e di energia negli ecosistemi delle varie città è molto arretrata e spesso inesistente. Eppure tale conoscenza è importante per identificare gli effetti delle attività che si svolgono all'interno dell'ecosistema urbano sulla salute umana, sulla corrosione dei monumenti e delle strutture all'aperto, sulla vegetazione.

Una contabilità dell'ecosistema urbano come strumento di pianificazione

La conoscenza di tali flussi consentirebbe di risolvere anche alcuni problemi di pianificazione urbana: per esempio consente un confronto fra i vantaggi economici dovuti alla presenza in una città di attività produttive, commerciali e di trasporti, e i costi ambientali dovuti alla degradazione dei valori naturalistici (per esempio la scomparsa del verde), culturali, umani.

Un caso è rappresentato da Venezia, in cui l'ecosistema della città storica convive con l'ecosistema laguna, insieme all'ecosistema industriale Marghera. Ciascun sottosistema è ugualmente importante per la sopravvivenza ecologica e umana degli altri due e, a sua volta, contribuisce al degrado degli altri due. Il funzionamento delle tre unità potrebbe essere meglio regolato se si avessero corrette informazioni sulle loro interazioni. Taranto è un altro esempio di una città lagunare in cui convivono un centro storico, una affollata città moderna, un porto e varie attività produttive e di servizi.

Una analisi dell'ecosistema urbano è utile, comunque, per qualsiasi città. Le città, in quanto ecosistemi, hanno, come si è già ricordato, una carrying capacity che, a sua volta, dipende dalla carrying capacity delle strade, degli spazi verdi, del territorio esterno in cui ciascuna città si trova. Dalla carrying capacity di una città dipende la quantità massima di popolazione, di traffico, di merci e rifiuti, di attività, che la città e il territorio possono sopportare. Se ci si avvicina o si supera la carrying capacity, una città va incontro ad un rapido aumento delle malattie, del malessere urbano, della congestione, delle tensioni sociali. Tanto che empiricamente alcune città --- è il caso di Bologna --- hanno deciso di porre un limite alla popolazione e agli insediamenti produttivi al proprio interno.

Ai fini della redazione di una contabilità fisica degli scambi che si verificano in una città sono probabilmente utili anche migliori conoscenze sulla contabilità fisica delle migliaia di edifici in essa esistenti, ciascuno dei quali "funziona" come un processo autonomo con le sue attività di consumi e di servizi, ma anche talvolta di produzione di merci: consumi delle famiglie e degli uffici, riscaldamento e illuminazione, fabbriche, eccetera. Nel caso particolare delle città i flussi di materia e di energia variano nelle stagioni dell'anno, il che complica la loro analisi e descrizione.

Vediamo ora quali conoscenze dovrebbero essere approfondite per poter descrivere il funzionamento, lo stato di "salute", il metabolismo di una città.

I confini dell'ecosistema urbano

Per redigere una contabilità dei flussi di materia e di energia --- misurati proprio come numero di autoveicoli, tonnellate di merci, metri cubi di acqua, kilogrammi di agenti inquinanti, unità di energia, tutti per unità di tempo --- attraverso una città occorre, prima di tutto, definire i confini fisici e geografici, ecologicamente significativi, della città.

In alcune città --- originariamente centri medievali delimitati da cerchia di mura e con alcune strade radiali di accesso --- il confine del "centro storico" è comodo ai fini dell'analisi e le "porte" di accesso rappresentano i punti, limitati come numero, in cui si potrebbero misurare bene i flussi dei materiali e delle persone in entrata e in uscita.

Bologna dentro le mura ha la dimensione ideale per uno studio del genere; altre città murate -- per esempio Lucca --- si presterebbero bene all'analisi, ma sono relativamente piccole e i risultati che potrebbero fornire sono più difficilmente applicabili ad altri ecosistemi urbani; Roma ha una cerchia di mura in cui si sono aperti troppi punti di accesso, il che rende più difficile lo studio.

In altre città il tessuto urbano è diffuso e addirittura è frammentato in quartieri che rappresentano sottosistemi dell'ecosistema complessivo: i quartieri sono spesso collegati fra loro e con il centro mediante dei "cordoni ombelicali", vie di traffico soggette a particolare congestione, ma anche relativamente comode per i rilevamenti da parte degli analisti dell'ecosistema urbano. In altri casi si hanno delle conurbazioni (un termine "inventato" da Geddes), un territorio urbanizzato in forma quasi continua che si estende attraverso i confini amministrativi di vari comuni, ma che rappresenta un solo grande ecosistema.

Lungo l'Adriatico si hanno alcuni esempi di tali conurbazioni: una è rappresentata dalla zona fra Cervia, Rimini e Gabicce; un'altra è la fascia costiera pugliese che si estende, in modo praticamente continuo, per circa 140 km, da Barletta, attraverso molti altri paesi fino a Bari e continua, a sud-est, fino a Monopoli, interessato al trasporto di merci e al pendolarismo dei lavoratori e degli studenti.

Lungo il Tirreno una conurbazione lunga 50 km attraversa tre province --- da Bocca di Magra a Carrara, Massa, Forte dei Marmi, Viareggio --- con comuni problemi di congestione, erosione delle spiagge, inquinamento industriale, irrisolti perché ciascuna unità amministrativa è incapace di riconoscere che si tratta di un unico ecosistema e pertanto incapace di lavorare con quelle vicine per la sua gestione unitaria. La "gestione" dell'ecosistema urbano in questi casi richiederebbe un coordinamento fra gli enti locali.

Ai fini della delimitazione del territorio dell'ecosistema città è importante anche avere informazioni sulla storia e l'evoluzione del territorio. Notevole interesse, per l'analisi dei flussi di merci e rifiuti, ha la presenza, nell'ecosistema urbano, di un fiume --- è il caso di Firenze o Roma --- o di un reticolo di antichi canali sotterranei, come a Milano o Bologna, che rappresentano i corpi riceventi, in continuo naturale movimento, delle acque di fogna.

Una volta definito il confine dell'ecosistema urbano occorre avere informazioni sulla sua popolazione: di esseri umani, in primo luogo, ma anche di animali domestici e magari anche di parassiti. La popolazione di una città varia lentamente col tempo e nella sua struttura per età: ma varia anche rapidamente, dalla mattina alla sera, per il flusso dei lavoratori pendolari.

E' come se, alla mattina, una città si gonfiasse --- di popolazione, di merci, di rifiuti --- raggiungendo nelle ore centrali della giornata la massima densità, per sgonfiarsi lentamente verso la sera fino a raggiungere una situazione di riposo nelle ore della notte, per ricominciare la mattina dopo.

Nel caso delle città turistiche si ha un aumento, molto intenso, della popolazione in una breve stagione, d'inverno o d'estate. Le variazioni della popolazione hanno effetti rilevanti ai fini della progettazione degli impianti che assicurano i servizi essenziali, come

l'approvvigionamento idrico o le fognature e i depuratori. Nelle città turistiche, per esempio, acquedotti e fognature o trasporti, in grado di soddisfare le richieste nel periodo di massimo affollamento restano largamente sottoutilizzati per i rimanenti mesi dell'anno; d'altra parte gli stessi servizi sufficienti per la popolazione "normale" sono insufficienti nei periodi di punta della presenza turistica.

Stabiliti i confini geografici e la popolazione dell'ecosistema-città che si vuole studiare, occorre misurare la quantità di materiali e di energia che entrano nella, ed escono dalla, città. Un problema abbastanza complicato perché interessa conoscere sia le quantità di merci che entrano --- e le quantità di scorie che escono --- da ciascuno dei settori vitali della città (abitazioni, negozi, trasporti, uffici, fabbriche, attività artigianali, ospedali, eccetera), sia gli effetti generati da ciascun settore. Si vedrà che gli effetti negativi talvolta sono dovuti ad agenti chimici immessi nell'aria, o nelle fognature, o ai rifiuti solidi, talvolta la nocività urbana viene dal rumore, dalla congestione del traffico.

In queste brevi considerazioni non si può offrire nessuna soluzione, ma viene presentato soltanto un elenco dei problemi e delle carenze di informazione.

Ad esempio in alcune città, anzi in alcune zone di alcune città, viene misurata la concentrazione di alcuni gas nell'atmosfera, talvolta l'intensità del rumore, e su queste informazioni vengono talvolta prese delle decisioni amministrative: limitazione del traffico, limitazione delle ore di riscaldamento.

Questo modo di procedere ha due inconvenienti: il primo è che viene misurata la concentrazione nell'aria soltanto di alcune delle sostanze critiche ai fini della salute e della qualità dell'ambiente. Altre sostanze (ugualmente pericolose, come idrocarburi aromatici cancerogeni, solventi, nitroderivati aromatici, metalli) non vengono analizzate.

Il secondo inconveniente è che non è possibile conoscere la provenienza di ciascun agente inquinante: se viene dal traffico, dal riscaldamento urbano, dalle industrie che si trovano alla periferia fuori dai confini dell'ecosistema urbano, ma i cui agenti inquinanti sono portati dai venti all'interno.

Lo stesso vale, come vedremo, per i rifiuti solidi: nel flusso complessivo vengono miscelati quelli della vita domestica, quelli dei mercati generali, quelli dei negozi e quelli degli uffici, ciascuno dei quali ha composizione merceologica molto diversa e diversa suscettibilità alla raccolta separata e al riciclo.

Merci ed energia

Le merci in entrata in un ecosistema urbano sono diversissime: acqua, alimenti (verdura, carne, cereali, alimenti in scatola, eccetera), carta, materie plastiche e imballaggi, mobili, carburanti, materiali da costruzione, materie prime industriali, nel caso esistano attività produttive entro il tessuto urbano.

Oltre all'energia solare, l'elettricità è la principale fonte di energia, generata al di fuori delle città e importata come tale. Le reti di distribuzione ad alta e media tensione dell'elettricità spesso penetrano nel tessuto urbano ed è in corso un vivace dibattito sulla pericolosità dei campi elettromagnetici generati intorno a tali reti per le popolazioni che vivono nelle vicinanze. I carburanti vengono importati come materiali e liberano energia dentro

l'ecosistema.

Una parte dei materiali importati resta "immobilizzata" dentro la città: mobili, libri, materiali da costruzione. Fenomeni analoghi del resto avvengono, sia pure con altri materiali, negli ecosistemi naturali.

La maggior parte dei materiali in entrata viene però rapidamente "consumata", trasformata in varie sostanze di rifiuto: anidride carbonica, ossido di carbonio, polveri, anidride solforosa, ossidi di azoto e altri gas che finiscono per lo più nell'atmosfera; rifiuti organici e inorganici, avanzi di cibo e detersivi, che finiscono nelle acque e fuoriescono dalla città con i fiumi o le fognature.

In qualche caso i rifiuti immessi nelle acque interagiscono con le acque della falda sotterranea della stessa città; in altri casi la falda acquifera della città contiene rifiuti provenienti dall'esterno, "importati", per esempio provenienti dallo scarico nel sottosuolo di rifiuti prodotti da attività lontane, industriali o agricole.

Un esempio è rappresentato dal cromo o dai solventi clorurati che sono stati identificati nella falda acquifera sotto la città di Milano, provenienti da attività produttive insediate anche a decine di chilometri "a monte" della città. Oppure dalla presenza di pesticidi usati in agricoltura e che si sono dispersi fino a contaminare le falde acquifere che alimentano gli acquedotti di varie città della valle padana.

Una certa quantità di "rifiuti", infine, viene trasportata fuori dalla città in forma solida.

La valutazione delle quantità di materiali in entrata e in uscita nell'ecosistema urbano deve essere fatta riferendosi ad una unità di tempo determinata. La loro quantità, infatti, varia da mese a mese e talvolta da settimana a settimana. Nei mesi invernali, per esempio, a causa del riscaldamento degli edifici, è più elevata l'immissione nell'atmosfera dell'anidride solforosa e delle polveri e del calore di rifiuto.

Nel caso di gas come l'anidride solforosa e gli ossidi di azoto, le piogge reagiscono con la massa totale di gas presenti nell'atmosfera e formano sostanze acide e corrosive che vengono trascinate a terra e sono responsabili, per esempio, dei fenomeni di corrosione dei monumenti, delle strutture, e anche dei beni privati all'aperto.

Bisogna perciò disporre anche di accurate informazioni sulla frequenza e intensità delle piogge e sulla loro composizione chimica da cui dipende l'acidità.

I rifiuti solidi

I rifiuti solidi costituiscono una delle più vistose ed ingombranti forme in cui si presentano le scorie della trasformazione e dell'uso delle merci nella vita urbana. Una città di centomila abitanti produce circa 100 tonnellate al giorno di rifiuti solidi domestici, a cui vanno aggiunti i rifiuti dei macelli, dei mercati generali, delle industrie, la spazzatura delle strade, i copertoni usati, le automobili usate.

La qualità merceologica dei rifiuti varia da mese a mese, da quartiere a quartiere, dipende dal tipo di alimentazione, dalla presenza in un quartiere di uffici e di attività commerciali (è allora maggiore la quantità di carte e di imballaggi), di macelli e mercati, e così via.

Benché esistano rigorose leggi che prescrivono come vanno smaltiti razionalmente, i rifiuti solidi spesso vengono lasciati in mucchi all'aperto nelle periferie, oppure vengono sepolti in cave (discariche più o meno impermeabilizzate): in molti casi l'acqua che percola attraverso i mucchi di rifiuti dilava sostanze solubili e talvolta nocive che vanno ad inquinare le falde idriche sotterranee.

Talvolta i rifiuti vengono frazionati in qualche modo per recuperare materiali riutilizzabili (carta, vetro, alluminio, metalli ferrosi, materie plastiche), ma tale separazione è difficile e inefficiente quando si tratta di separare i materiali riciclabili dai rifiuti misti, di composizione e provenienza molto eterogenea, ed è efficace soltanto se viene fatta al momento della loro formazione, nelle abitazioni o uffici o negozi o officine.

Dai materiali ottenuti attraverso la raccolta separata è possibile ottenere altre materie utili, anche se le bizzarrie del mercato spesso vanificano lo sforzo fatto per evitare la pura e semplice discarica, costosa e ecologicamente dannosa.

Infine i rifiuti solidi urbani vengono talvolta bruciati in impianti di incenerimento che possono anche fornire calore recuperabile, per esempio per produrre elettricità o per scaldare edifici. Gli impianti di incenerimento possono causare l'inquinamento dell'atmosfera, attraverso i gas che fuoriescono dai camini, l'inquinamento del terreno e delle acque dovuto al fatto che le piogge sciolgono e trascinano nel terreno le sostanze solubili presenti nelle ceneri, spesso immesse nelle discariche all'aperto. Ciascuna di queste operazioni di smaltimento dei rifiuti funziona come un vero e proprio "processo" produttivo, con un suo bilancio economico ed ecologico su cui si sa ancora ben poco.

Trasporti

Si è già accennato come il trasporto di merci e di persone, soprattutto il traffico automobilistico, pubblico e privato, provocano l'immissione nell'atmosfera di numerose sostanze: polveri, ossido di carbonio, derivati del piombo, ossidi di azoto, idrocarburi e molte altre.

Le emissioni di agenti inquinanti ed i rumori variano in modo difficilmente prevedibile nelle varie ore del giorno, nei vari giorni della settimana: hanno però generalmente un andamento ciclico, con massimi in certe ore e in certi giorni. Il miglioramento delle indagini statistiche su questi aspetti dell'ecosistema urbano --- numero di veicoli per ora nelle varie strade o punti di accesso, tempi di percorrenza e di fermata, velocità media dei mezzi di trasporto pubblici e privati --- consentirebbe di prevedere i periodi di crisi.

Una partita di calcio, le manifestazioni fieristiche, le feste natalizie sono momenti di punta delle nocività e della congestione ed occorre cercare di capire di quanto tali nocività aumentano rispetto ai giorni "normali" e quando la loro intensità e pressione porta vicino ad un vero e proprio collasso dell'ecosistema urbano, qualcosa di simile a quello che succede quando il numero degli individui di una popolazione animale si avvicina alla carrying capacity di un territorio, con conseguente oscillazione caotica del numero di tali individui (non a caso i fenomeni caotici sono stati "scoperti" osservando quanto avviene nelle curve di crescita "logistica" della popolazioni)

I mezzi di trasporto, oltre a contribuire all'inquinamento e al rumore nelle città, occupano una

grande porzione della carrying capacity delle strade e dei parcheggi, e talvolta occupano anche spazi che potrebbero essere usati per altre attività.

Quando la sosta degli autoveicoli avviene abusivamente sulle strade, si ha un brusco rallentamento dell'intero traffico e un aumento dell'inquinamento e del consumo di carburante. Addirittura quando gli autoveicoli parcheggiano sui marciapiedi viene impedito il movimento a piedi delle persone. Questi disturbi sono la conseguenza della, già ricordata, limitata carrying capacity delle strade e dello spazio urbano.

Conoscendo i rapporti fra lo spazio percorribile e lo spazio disponibile per la sosta degli autoveicoli, le condizioni dell'inquinamento e l'intensità del rumore, un'amministrazione dovrebbe poter regolare i trasporti privati e pubblici (per esempio migliorando la qualità dei trasporti pubblici) in modo da far sì che il massimo numero di persone entri, esca e circoli dentro la città nel minore tempo possibile e con il minore inquinamento possibile, con il minore consumo di carburanti possibile, e con il minor uso possibile della strada e degli spazi collettivi. Questa ottimizzazione si traduce anche in una ottimizzazione economica.

In una ricerca condotta anni fa a Bari e aggiornata più di recente è stato calcolato che gli ingorghi del traffico dovuti alle soste lungo le strade delle automobili e dovuti alla prevalenza del traffico privato (rappresentato, per lo più da automobili, ciascuna delle quali trasporta in genere una sola persona), rispetto ai trasporti collettivi, comporta la perdita, in media, di un'ora di tempo al giorno per centomila persone al giorno per almeno la metà delle giornate dell'anno. E' stato valutato che il disordine del traffico "costi" agli abitanti di una città di medie dimensioni, nel corso di un anno, oltre 15 milioni di ore, sottratte alla famiglia, al tempo libero, al lavoro, allo studio.

Assegnando al tempo che potrebbe essere risparmiato se il traffico fosse meglio regolato e se fossero fatte rispettare le leggi, un valore monetario e aggiungendo il costo della perdita di salute associata alla congestione del traffico e all'inquinamento, è possibile calcolare che gli abitanti di una media città di 100.000 abitanti subiscono una perdita di ricchezza monetaria equivalente ad alcune centinaia di milioni di euro all'anno.

Tutte le indagini finora condotte sull'inquinamento, sui consumi di energia e sulla congestione dovuti al traffico sono concordi nell'indicare la necessità di una politica dei trasporti urbani che scoraggi l'uso dei mezzi di trasporto privati e che potenzi la disponibilità e l'efficienza dei mezzi di trasporto pubblici, collettivi. I mezzi di trasporto pubblici consentono infatti di assicurare la mobilità degli abitanti con un consumo di energia e con un inquinamento atmosferico, per passeggero-kilometro, molto minori rispetto ai mezzi di trasporto privati.

Le precedenti considerazioni, ancora semi-quantitative, potrebbero ricevere conferma ed essere rafforzate proprio da una analisi del funzionamento almeno di alcuni degli ecosistemi urbani italiani.

Attività produttive

Nel tessuto urbano e intorno ad una città sono in genere insediate delle attività produttive. Dentro le stesse città si trovano attività artigiane --- lavanderie a secco, verniciatori, officine di riparazione e rottamazione di autoveicoli, distributori di benzina, depositi di copertoni usati, eccetera --- e le attività dell'edilizia. Vicino alle città spesso sorgono, e poi talvolta

scompaiono, delle zone industriali.

In Italia l'insediamento delle attività produttive nelle, o vicino alle, città è regolata ancora da norme del tutto inadeguate. Un giudizio sulla compatibilità della presenza di una attività produttiva in una città presuppone la conoscenza, nell'ambito di ciascun ciclo produttivo che interagisce con il sistema urbano, dei flussi di materia e di energia di cui si è più volte parlato.

La presente proposta di una contabilità fisica nell'ecosistema urbano consentirebbe anche di fare un passo avanti rispetto all'attuale legge sulle industrie pericolose, basata sul recepimento della cosiddetta "direttiva Seveso" (con molte successive varianti) la quale stabilisce la pericolosità soltanto sulla base della quantità di certe sostanze pericolose presenti in uno stabilimento.

Si è già accennato che le industrie e le attività artigianali contribuiscono, spesso in modo sensibile, all'inquinamento atmosferico prodotto dalle altre attività urbane. La vicinanza agli, o la presenza negli, ecosistemi urbani di attività produttive, ciascuna con i suoi rifiuti liquidi e solidi, spesso di composizione diversissima da quella dei rifiuti delle attività domestiche, rendono più difficili anche le operazioni di trattamento, depurazione, smaltimento dei rifiuti e di bonifica e recupero delle aree in cui residui, scorie e rifiuti sono stati scaricati.

Per un governo dell'ecosistema urbano

L'idea di analizzare una città come un ecosistema non ha soltanto interesse intellettuale e scientifico, ma è essenziale per una efficace politica della città.

Essa è utile, per esempio, per stabilire quali limitazioni vanno poste al traffico e alla sosta degli autoveicoli, dove localizzare le attività produttive, quali combustibili si possono usare per il riscaldamento, quali servizi collettivi vanno potenziati, quali prezzi vanno chiesti ai privati per avere dei benefici collettivi, come la diminuzione delle malattie, minore corrosione, minori costi di manutenzione, la possibilità di incontrarsi e comunicare.

La conoscenza dello "stato di salute" ecologica di una città, acquistata attraverso un inventario dei dati noti e di quelli che occorre misurare e attraverso una analisi complessiva dell'ecosistema urbano, consentirebbe di avviare, finalmente, una politica urbana capace di far diventare più umana --- o, forse, soltanto umana --- "civile", la vita nelle nostre città.

Chi sa che in una delle nostre città amministratori e studiosi si uniscano per accettare la sfida di una analisi dell'ecosistema urbano, per scoprire, magari, che i vantaggi, in termini di miglioramento della qualità della vita urbana e di aumento del consenso, giustificavano la fatica fatta.

Ne guadagnerebbe la scienza ecologica e anche il buongoverno della città.

Alcuni riferimenti bibliografici di ecologia urbana

Alberti M., Solera G. e Tsetsi V., "La città sostenibile", Milano, Franco Angeli, 1993

- Autori vari, "Ecologia delle aree urbane. La riqualificazione delle zone in disuso", Milano, Guerini e associati, 1990
- Autori vari, "The big city or bust. Surviving the South's urban revolution", *The Unesco Courier*, June 1999, p. 17-36
- Bettini, Virginio, "Elementi di analisi ambientale per urbanisti", Milano, CLUP, 1986
- Bettini V., "L'analisi ambientale", Milano, CLUP; 1990
- Bettini V. (a cura di), "Elementi di ecologia urbana", Torino, Einaudi, 1996
- Biondi E. (a cura di), "Verde, città a territorio, aspetti, dinamiche e metodologie della tutela ambientale urbana ed extraurbana", Fabriano, Centro Studi Vallermita, 1984
- Bonnes, Mirilia, "The ecosystem approach to urban settlements. 20 years of the 'MAB-Rome' Project", Unesco, Paris, 9 november 2000
- Bookchin, Murray, "The limits of the city", New York, Harper & Row, 1974; traduzione italiana col titolo: "I limiti della città", Milano, Feltrinelli, 1975
- Boyden S., Millar S., Newcombe K. e O'Neill B., "The ecology of a city and its people. The case of Hong Kong", Canberra, Australian National University Press, 1981
- Boyden S. e Celecia J., "The ecology of megalopolis", *The Unesco Courier*, 34, (4), 24-27 (aprile 1981)
- Carra L., "Onde sospette. Elettricità e salute", Roma, Editori Riuniti, 1994
- Cederna, Antonio, "Appunti per un'urbanistica moderna", Milano, Italia Nostra, 1972
- Celecia, John, "The city: so human an ecosystem", *Nature and Resources*, 32, (2), 2-15 (1996)
- Celecia J., "Unesco and MAB programme and urban ecosystem research. A brief overview of the evolution and challenge of a three-decade international experience", Unesco, Paris, 9 November 2000, <www.unesco.org/mab/urban/>
- Cencini, Carlo, e Dindo M.L., "Ecologia in città. Alla scoperta dell'ambiente urbano", Bologna, Editrice Lo Scarabeo, 1993
- Cignini B., Massari G. e Pignatti S., "L'ecosistema Roma, ambiente e territorio", Roma, Palombi, 1995
- Comune di Bari, "Bari: città, ambiente", Atti di una giornata di studi, 1982
- Comune di Roma, "Guida al verde di Roma", Roma, Lozzi e Rossi Editori, s.d.(ma 1998 o 1999)
- Dendrinos D.S., "The dynamics of cities. Ecological determinism, dualism and chaos", New York, Routledge, 1992

- Doglio, Carlo (1915-1995), e Samonà A. (a cura di), "Oggi l'architettura", Milano, Feltrinelli, 1974
- Don G., "Nature in the urban landscape. A study of city ecosystems", Baltimore (MD), York Press, 1973
- Douglas I., "The urban environment", London, Arnold, 1983
- Doxiadis C., "Ekistics. An introduction to the science of human settlements", London, Hutchinson, 1968
- Doxiadis C., "Anthropopolis. City for human development", New York, Norton, 1975
- "Ekistics", Athens, vol.1-2, 1956; vol. 57, 1990
- Emery M.J., "Promoting nature in cities and towns: a practical guide", London, Croon Helm, 1986
- Evelyn, John (1620-1706), "Fumifugium, or the inconvenience of the aer and smoake of London dissipated", London, 1661, numerose ristampe
- Folke C., Janson A., Larsson J. e Costanza R., "Ecosystem appropriation by cities", *Ambio*, 26, (3), 167-172 (1997)
- Fowler, William, "The city state of the Greeks and Romans", New York, McMillan, 1952
- Gardner J., "Urban wilderness: nature in New York City", Earth Environmental Group, New York, 1988
- Geddes, Patrick (1854-1932), "Cities in evolution", London, Williams and Norgate, 1915 (traduzione italiana col titolo: "Città in evoluzione, Milano, Il Saggiatore, 1970)
- Giacomini, Valerio (1914-1981), "Cities in crisis", *The Unesco Courier*, 34, (4), 23 (April 1981)
- Giacomini V., "Rome considered as an ecosystem", *Nature and Resources*, 17, (1), 13-19 (1981)
- Gilbert O.L., "The ecology of urban habitats", London, Chapman & Hall, 1989
- Giovenale, Fabrizio, "Come leggere la città", Firenze, La Nuova Italia, 1977
- Gordon D. (editor), "Green cities: ecologically sound approaches to urban space", Montreal, Black Rose Books, 1990
- Gottmann, Jean (1915-1994), "Megalopolis. The urbanized northeastern seaboard of the United States", New York, The twentieth Century Fund, 1961; traduzione italiana col titolo: "Megalopoli. Funzioni e relazioni di una pluri-città, Torino, Einaudi, 1970
- Gutkind E.A., "The expanding environment: the end of cities, the rise of communities", 1953

- Hahn E. e Simonis U.E., "Ecological urban restructuring", *Ekistics*, 58, (348-349) (1991)
- Havlick S.W., "The urban organism. The city's natural resources from the environmental perspective", New York, Macmillan, 1974
- Hoily K., "Riscopriamo la natura in città", Milano, Piccoli, 1985
- Hough M., "Cities and natural process", New York, Routledge, 1994
- Howard, Ebenezer (1850-1928), "The garden cities of tomorrow", Cambridge, MIT Press, 1965
- Hruska, Krunica (a cura di), "Ecologia urbana", Napoli, CUEN, 2000, 279 pp.
- Kroll, Lucien, "Ecologie urbane", Milano, Franco Angeli, 2001
- Laurie I.C., "Nature in cities: the natural environment in the design and development of urban green space", New York, Wiley, 1979
- Lorenzo, Raymond, "La città sostenibile", Milano, elèuthera, 1998
- Lyle J.T., "Design for human ecosystems. Landscape, land use and natural resources", New York, Van Nostrand Reinhold, 1985
- Martinotti G., "Metropoli. La nuova morfologia sociale della città", Bologna, Il Mulino, 1993
- Miles P.M. e Miles H.B., "Town ecology", London, Hulton Educational Publications, 1967
- Mumford, Lewis (1895-1990), "The culture of cities", New York, Harcourt and Brace, 1938; traduzione italiana col titolo: "La cultura delle città", Milano, Edizioni di Comunità, 1954
- Mumford L., "The urban prospect", New York, Harcourt, Brace & World, 1968; London, Secker & Warburg, 1968
- Mumford L., "The city in history. its origins, its transformations and his prospects", New York, Harcourt. Brace & World, 1961; traduzione italiana col titolo: "La città nella storia", Milano, ETAS Kompass, 1967; Milano, Bompiani, 1977
- Mumford L., "The natural history of urbanization", in: W.L. Thomas Jr. (editor), "Man's role in changing the face of the Earth", Chicago, Chicago University Press, 1956
- Nebbia, Giorgio, "Merci ed energia nell'ecosistema città", in: SIPS, "La città come sistema", Società Italiana per il Progresso delle Scienze", Roma, 1982, 147-162 (#869)
- Nebbia G., "La città come organismo vivente", in: S. Distaso (a cura di), "La popolazione delle città italiane. Tendenze in atto e prospettive", Bari, Cacucci, 1992, p. 705-714
- Nebbia G., "Storia naturale delle merci nell'ecosistema urbano", in: V. Bettini, "Elementi di ecologia urbana", Torino, Einaudi, 1996, p. 135-151
- Nebbia G., "Il collasso dei sistemi urbani", *Consumi e Società*, 13, (6), 21-23 (novembre-dicembre 1999)

- Newcombe K., Kalma J.D. e Asron A.B., "The metabolism of a city. The case of Hong Kong", *Ambio*, 7, (1), 3-15 (1978)
- Nicholson-Lord D., "The greening of the cities", London, Routledge and Kogan Paul, 1987
- Nicoletti, Manfredi (a cura di), "L'ecosistema urbano", Bari, Dedalo Libri, 1978
- Owen, Robert (1771-1858), "A new view of society and other writings", London, Everyman Editions, 1927
- Park R.E., Burgess E., McKenzie R., e Wirth L., "The city", Chicago, The University of Chicago Press, 1925
- Piccinato L. "La progettazione urbanistica. La città come organismo", 1942, ristampa Venezia, Marsilio, 1988. Si veda anche: F. Malusardi, "Luigi Piccinato e l'urbanistica moderna", Roma, Officina, 1993.
- Platt R., Rowntree R.A. e Muick P.C., "The ecological city .Preserving and restoring urban biodiversity", Amherst, Massachusetts University Press, 1994
- Pratesi, Fulco, "Natura in città", Milano, Rizzoli, 1984
- Società Italiana per il Progresso delle Scienze, "La città come sistema", Roma, 1982
- Soleri, Paolo, "Arcology. The city in the image of man", Cambridge, M.I.T. Press, 1969"
- Stern E.W. e Montag T., "The urban ecosystem. A holistic approach", Stroutsburg (PA), Hutchinson and Ross, 1974
- Trefil J.S., "A scientist in the city", New York, Doubleday, 1994
- Unesco, Manifesto di Aalborg, 1994
- Unesco, Man and Biosphere (MAB), progetto 11, MAB Report Series n. 13 (ottobre 1973), n. 31 (giugno 1975); n. 42 (Giugno 1976)
- Unesco, MAB, "MAB Programme. Biennial Report 1987-1988", Unesco, Paris, 1989, p. 19-21.
- Unesco, MAB, "Urban ecology applied to the city of Rome", MAB Project 11, Progress Report n. 2, Istituto di Botanica, Università, Roma, settembre 1981, 280 pp; Progress Report n. 3, 1981; Progress Report n. 4, 1991.
- Unesco, MAB, "L'ambiente nel centro storico a Roma", Comune di Roma, Ufficio speciale interventi sul centro storico, Roma, 1989, 204 pp.
- Unione Bolognese Naturalisti, "Ecologia in città", Bologna, 1987
- "*Urban ecology*" (www.urbanecology.org)
- Vacca, Roberto, "Morte di Megalopoli", Milano, Mondadori, 1974

Valentinelli A., "Primo rapporto sull'ecosistema urbano", Milano, Ambiente Italia, 1994

Viviani R., "Ecologia urbana e igiene ambientale", Firenze, G e G, 1971

Ward, Barbara (1914-1981), "The house of man", Toronto, McClelland & Stewart Ltd., 1976;
traduzione italiana col titolo: "La casa dell'uomo. Come inventare la città", Milano,
Mondadori, 1976

Weber, Max, "The city", New York, The Free Press, 1958

Wolman, Abel, "The metabolism of cities", *Scientific American*, 213, (3), 178-190
(September 1965)