

Unione Bolognese Naturalisti

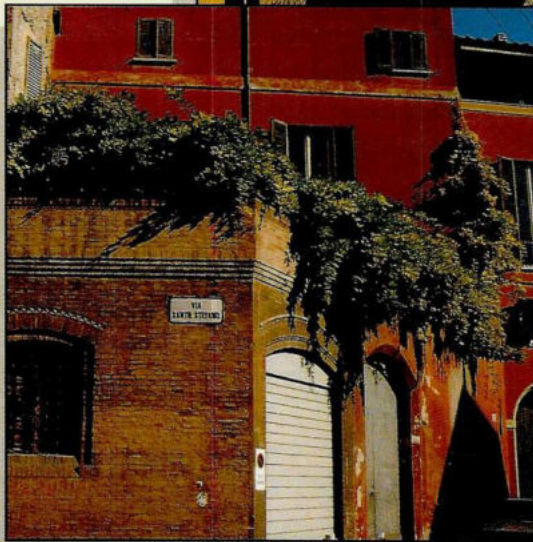
ECOLOGIA IN CITTÀ

Alla scoperta dell'ambiente urbano



a cura di
CARLO CENCINI
e
M. LUISA DINDO

introduzione di
GIORGIO CELLI



editrice lo scarabeo

*In ricordo
di Giorgina Silvera Valle,
Vicepresidente
dell'Unione Bolognese Naturalisti*

Unione Bolognese Naturalisti

ECOLOGIA IN CITTÀ

Alla scoperta dell'ambiente urbano

a cura di CARLO CENCINI e MARIA LUISA DINDO

introduzione di GIORGIO CELLI



EDITRICE LO SCARABEO BOLOGNA

In copertina: la poesia del verde urbano in alcuni scorci di Bologna.

Copyright © 1993 Editrice "Lo Scarabeo"
Via delle Belle Arti, 27/a - 40126 Bologna - Tel. 051 / 22.95.12

PRIMA EDIZIONE: DICEMBRE 1993
PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

Indice

<i>Presentazione</i> di C. CENCINI e M.L. DINDO	7
<i>Dalla savana alla città</i> di G. CELLI	11
L'ambiente fisico	
<i>Rocce e fossili in città con particolare riferimento alla città di Bologna</i> , di C. SARTI	17
<i>La geologia dell'area bolognese e il fenomeno della subsidenza</i> , di A. BERGONZONI e C. ELMI	25
<i>Il degrado dei monumenti lapidei in ambiente urbano</i> , di C. SABBIONI	41
<i>Il clima urbano</i> , di D. CAMUFFO	53
<i>La risorsa acqua e l'ambiente</i> , di G.C. CARLONI	63
Le piante in città	
<i>Flora e vegetazione urbana</i> , di F. CORBETTA	79
<i>I licheni in città</i> , di L. ZAPPA	89
<i>Relazioni tra piante e ambiente atmosferico</i> , di A. DE SANTIS	103
<i>La progettazione dei parchi e dei giardini urbani</i> , di A. CHIUSOLI	109
<i>I tetti verdi</i> , di A. CHIUSOLI	115
<i>I principali problemi fitopatologici del verde urbano</i> , di L. MARCHETTI	127
<i>Paesaggio vegetale della collina bolognese</i> , di A. ALESSANDRINI	143
<i>Orientamenti attuali nella sistemazione dei bacini collinari: il caso della collina bolognese</i> , di U. BAGNARESI	151

Gli animali in città

<i>I mammiferi terrestri e la città</i> , di D. SCARAVELLI	161
<i>Pipistrelli in città</i> , di D. SCARAVELLI	167
<i>Avifauna delle aree urbane con particolare riferimento alla conurbazione di Bologna</i> , di R. TINARELLI e P. BOLDREGHINI	173
<i>Anfibi e rettili in città</i> , di D. SCARAVELLI	187
<i>Insetti e altri artropodi in città</i> , di M.L. DINDO e G. CAMPADELLI	195
<i>Ecologia e ... api metropolitane</i> , di C. PORRINI	211
<i>Le principali parassitosi di cani, gatti, muridi e piccioni trasmissibili all'uomo in ambiente urbano</i> , di G. CANESTRI TROTTI	217

L'uomo e la città

<i>Lo sviluppo urbano: dalle origini a Megalopolis</i> , di C. CENCINI	257
<i>Il declino demografico delle grandi città italiane</i> , di R. MAJAKOS	279
<i>L'architettura della città e la sua interpretazione ecologica</i> , di G. LANDRISCINA	289
<i>Uomo e ambiente urbano</i> , di D. PETTENER	305
<i>Lo smaltimento e il recupero dei rifiuti solidi urbani e indu- striali</i> , di R. CENERINI	317
<i>Biologia urbana: un approccio ecologico nella ricerca didattica sul sistema ambientale «città»</i> , di N. RIZZOLI	325

Presentazione

È per noi motivo di grande soddisfazione presentare questo volume che raccoglie i contributi della terza edizione del corso «Ecologia in città», organizzato dall'Unione Bolognese Naturalisti nell'anno accademico 1989-90, con il patrocinio del Provveditorato agli Studi di Bologna e degli Assessorati all'Ambiente del Comune e della Provincia di Bologna.

Il volume esce con un certo ritardo. Lo sforzo richiesto è stato veramente notevole, soprattutto per le nostre deboli strutture, che si basano solo sul volontariato di pochi. Comunque, possiamo dire, non tutto il ritardo è venuto per nuocere. Infatti, pur mantenendosi sostanzialmente fedele all'impostazione del corso, il libro presenta alcune novità. Innanzi tutto i testi delle relazioni sono stati aggiornati dagli Autori e adattati all'impostazione del libro. Inoltre, grazie alla disponibilità di alcuni studiosi, il volume è stato arricchito anche con argomenti non trattati nel corso, che ci hanno consentito di offrire un quadro molto più ricco e completo.

Ma, innanzi tutto, che cosa significa un libro di «Ecologia in città»? Il titolo, anche se a noi sembra molto significativo, va meglio esplicitato; esso significa che anche in città si può fare, o meglio, studiare ecologia. Sarà ovviamente un'«ecologia» diversa, ma la metodologia è la stessa. A ben guardare, infatti, anche l'ambiente più artificiale creato dall'uomo - l'ecosistema urbano appunto - offre innumerevoli spunti tematici per lo studio delle forme viventi e delle relazioni che intercorrono tra di esse e l'ambiente in cui vivono. E non è cosa da poco: poter studiare l'ecologia senza bisogno di andare lontano e cercare un'ormai impossibile natura incontaminata, rende il volume di grande interesse didattico per gli Insegnanti, per i quali non è sempre né facile né possibile organizzare escursioni in un bosco, in una riserva integrale o in un parco nazionale.

La città infatti, anche se insospettatamente, è una palestra molto ricca per la ricerca. Saper «leggere» un paesaggio, imparare a vedere con occhi diversi e più attenti l'ambiente in cui viviano è una dote di grande importanza conoscitiva che si acquista solo con l'apprendimento. Per questo il libro è dedicato soprattutto agli Insegnanti (e ai loro studenti), anche se la varietà dei

temi trattati e la loro facile accessibilità, sono tali da poter interessare un pubblico più vasto di appassionati che desiderano meglio conoscere la propria città. E conoscere l'ambiente, comprenderne le intime leggi che lo regolano, sono il presupposto indispensabile per realizzare il suo corretto uso e la sua salvaguardia.

La città a cui il volume fa riferimento non è necessariamente Bologna, anche se molti contributi parlano di questa realtà. Ciò è comprensibile per vari motivi: qui è si è svolto il corso e qui operano e fanno ricerca la gran parte degli Autori. Pur tuttavia Bologna è solo un caso di studio: il libro, infatti, è dedicato alla città in senso lato, al suo ambiente visto in molte delle sue connotazioni fisiche, biologiche e sociali.

Nell'insieme i saggi qui raccolti descrivono un itinerario ideale, anche se ciascuno può essere letto indipendentemente dagli altri. Come in natura, dove la vita si basa e si imposta su un substrato fisico, così anche i contributi della prima parte del libro sono dedicati all'**ambiente fisico**. Da questi apprendiamo che la città è un vero museo all'aperto. I ciottoli dei selciati, i basamenti di pietra dei monumenti e i lastroni che ricoprono le facciate dei palazzi ci permettono di riconoscere rocce, minerali e talvolta anche fossili, di provenienza locale o anche molto lontana. Questi stessi materiali sono spesso sottoposti a una forte degradazione dalle sostanze che inquinano l'aria e minano anche il nostro organismo. Ma in città l'ambiente fisico non è solo quello geologico: anche il clima, la qualità dell'aria e le risorse idriche possono essere studiati e anche di questo si parla specificatamente.

Su questo substrato fisico si imposta la vita: prima di tutto quella vegetale e alle **piante in città** è dedicata la seconda parte del volume. Numerose sono le piante spontanee, adattatesi a vivere negli ambienti più inospitali, come i ruderi, le crepe dei muri, gli interstizi degli acciottolati. Alcune di queste umili forme di vita, come i licheni, si sono rivelati utili indicatori dello stato di salute dell'ambiente urbano.

Ma il verde è soprattutto quello «costruito», volutamente introdotto in città: dai parchi urbani ai giardini di quartiere, dai viali alberati al verde privato dei cortili, degli orti, dei terrazzi (veri e propri giardini pensili, anche se non proprio come quelli di Babilonia...) e dei balconi fioriti. Il verde urbano assolve a molte funzioni, che non sono solo estetiche e ricreative, ma anche igieniche e sanitarie. Infatti aiuta a creare particolari situazioni microclimatiche; consuma anidride carbonica e arricchisce l'aria in ossigeno; contribuisce all'abbattimento degli inquinanti e, financo, attenua i rumori. Il verde è però spesso malato come conseguenza dell'inquinamento atmosferico e anche questo crea grossi problemi.

Un paio di contributi sono poi dedicati alla collina e al suo paesaggio,

riferiti a Bologna che, come molte città italiane, offre negli immediati dintorni la possibilità di ritrovare i piaceri di una natura più libera e meno trasformata dall'uomo.

La terza parte del volume è dedicata agli *animali in città*. Oltre ai tradizionali amici a quattro zampe, agli onnipresenti piccioni, agli ospiti nocivi o fastidiosi (come topi e ratti, blatte e mosche), la città fornisce rifugio e copioso nutrimento ad un vero e proprio esercito di piccoli animali che qui hanno trasferito - con successo - il loro habitat: molti sono gli uccelli, ma anche i mammiferi, persino i rettili e gli anfibi e poi una moltitudine di insetti e di altri invertebrati. E a volte le sorprese sono veramente notevoli. Le api, opportunamente allevate, possono fungere da preziosi indicatori della qualità dell'aria, giacché nel miele si accumula tutta una compagine di metalli pesanti e di altre sostanze inquinanti.

Ma l'«ambiente» della città è tanto quello naturale, quanto quello sociale. Per questo la quarta e ultima parte del libro - *l'uomo e la città* - è stata allargata ai contributi di altre discipline, dedicati alle componenti umane, culturali ed economiche, nella ricerca di una chiave di lettura interdisciplinare: dalla geografia urbana all'architettura, dall'antropologia ai problemi dell'inquinamento e dello smaltimento dei rifiuti. E, per concludere, alcune concrete indicazioni, supportate da esempi, su come realizzare l'educazione ambientale in città.

Infine i ringraziamenti. Questo volume non avrebbe sicuramente potuto vedere la luce senza il generoso contributo finanziario di due sponsor che, anche in questa sede, vogliamo assai sentitamente ringraziare: essi sono il CONSORZIO CAVE, nella persona del suo Presidente Ing. Walther Vignoli, e l'ACOSER, nella figura del suo Presidente Dott. Andrea Lolli. Ad essi il più caldo, doveroso e sincero ringraziamento.

Ma il volume esce anche grazie al sacrificio e all'aiuto di alcuni cari amici che non possiamo dimenticare: ci riferiamo in primis al Prof. Francesco Corbetta, che con grande disponibilità ci ha assistito con provvidi consigli; al prof. Giorgio Celli che ha arricchito il libro con la sua autorevole introduzione; e ai coniugi Sandra e Gianni Janigro, titolari delle Edizioni Lo Scarabeo, che si sono prodigati con tutta la loro cura e professionalità nella stampa del volume, assumendosi anche - cosa che rende loro grande onore - non indifferenti oneri editoriali. Un grazie sentito, infine, a tutti gli Autori che hanno prontamente e generosamente risposto al nostro appello.

Carlo Cencini e Maria Luisa Dindo

Dalla savana alla città

Due scuole di pensiero, che forse si dovrebbero chiamare due indirizzi ideologici, visto che non abbiamo modo di pervenire a una esperienza scientifica decisiva che premi l'uno o l'altro, propugnano, o che l'essere umano sia una creatura culturale, assolutamente modellabile, e forse perfettibile, dagli altri uomini, e dalla società in genere, oppure che noi siamo condizionati dalla nostra filogenesi, prigionieri, per dir così, per più di un aspetto, del nostro passato biologico. Ne discende che i behavioristi, i difensori del primo punto di vista, si preoccupano ben poco se l'uomo, che si è evoluto nella savana, deve oggi vivere nelle metropoli, o nelle megalopoli, tra l'inquinamento e l'anomia, tanto si adatterà, mentre i difensori del secondo punto di vista, gli etologi, pensano che l'urbs debba essere progettata a misura, e in conformità quanto più sia possibile, dell'animale che è in noi, pena quel disagio della civiltà, per usare l'espressione di Sigmund Freud, che tutti, e qui prendo partito, sperimentiamo di persona, e quotidianamente.

Se è vero che l'ecosistema urbano è la struttura più artificiale che si conosca, è vero del pari che la natura, promossa da noi o clandestina, ne fa parte, e che noi stessi, animali di savana urbanizzati solo negli ultimi millenni della nostra storia, ergo di recente, viviamo ancora, vagando per i canyon dei grattacieli di cristallo, nel miraggio remoto delle nostre origini. Per ciò, tanto per cominciare, siamo posseduti da quella fitofilia, di cui ha parlato P. Dauvigneaud, che ci fa proclamare a gran voce l'importanza del cosiddetto verde urbano, e che su quei nuovi, spesso minuscoli, giardini di Babilonia, sui balconi e sui terrazzi delle nostre case per intenderci, alimenta una vegetazione floreale, che, a primavera, consente l'instaurarsi di vere e proprie catene trofiche: piante in vaso → afidi, sfruttati dalle formiche → coccinelle, la notazione è di Kuhnelt.

È stato scritto che i parchi cittadini, raramente relitti di arboreti precedenti l'avvento dell'urbs, e quasi sempre formati da specie botaniche ex-novo, sono gli equivalenti secolarizzati degli antichi giardini magici e mistici, dimora degli dei, e questa memoria di un passato sacro

sembra perdurare più trasparente che altrove all'ombra dei sakura giapponesi, ciliegi a fiore e non a frutto, i cui insediamenti formano al centro delle città del Sol Levante più congestionate e gigantesche dei veri e propri salotti di primavera. Quando i ciliegi fioriscono, i giapponesi invadono i giardini che li ospitano, conversando, facendo all'amore, meditando, e spesso, nelle notti di luna, fino all'alba, officiando un rito di temporaneo ritorno alla natura, e di socializzazione. Ma la *fitofilia*, nelle città del Ventesimo Secolo, si coniuga sempre più con la *zoofilia*. Gli animali cosiddetti di affezione stanno diventando una vera e propria popolazione di complemento, e, per fare solo un esempio, il contingente di gatti presente nel nostro paese si aggira sui sei milioni di esemplari, e si pensa sia in rapida crescita.

Il gatto sta, insomma, spiazzando il cane, che mena vita sempre più precaria in città, proscritto dai negozi e dai ristoranti, e anche talora dalle vie più *à la page*, perché si teme l'emissione sgradita dei suoi prodotti organici. Non del tutto a torto, se è vero che i cani di Bruxelles emettono, a quanto sembra, 25.000 tonnellate di urina e 5.500 tonnellate di feci all'anno, una quantità di tutto rispetto! Fatto curioso, da una inchiesta portata a termine in Belgio una ventina di anni fa, è risultato come i cani siano gli animali preferiti dalle classi agiate, mentre quelle povere puntano sui gatti. Non sarà che nei quartieri alti ci sono più parchi in cui i bobi di turno possono scorazzare a piacimento, e in surplus vigilare, e nei quartieri di periferia, invece, si aggirano più topi per gli esercizi di caccia dei mici? ... Chissà, ma a parte i benefici materiali che i cani e i gatti possono ancora offrire, gli uni come custodi delle ville, gli altri come persecutori di indiscreti roditori, la loro funzione, sono d'affezione, è ormai quasi esclusivamente di ordine psicologico: ci fanno compagnia, sono i confidenti delle nostre solitudini, e assolvono perfino dei compiti terapeutici, ovviamente senza aver conseguito nessuna laurea in medicina!

Si è scoperto, di recente, che accarezzare il pelo elettrizzabile di un gatto è un rimedio contro la tachicardia e l'ipertensione, e non c'è dubbio che portare a spasso il proprio cane comporti delle ricadute positive sul sistema cardiocircolatorio, sopra tutto in età avanzata. Si tratta del sogno di animalisti a tutto tondo? Per niente, delle autorevoli riviste scientifiche danno sempre più spazio a ricerche di *pet therapy*, così si chiama questa nuova strategia curativa, di confine con la psicosomatica, e per un etologo la cosa non può far scandalo. L'uomo è vissuto per migliaia di anni circondato dagli animali selvatici, e in simbiosi con gli animali domestici, e questi nostri compagni di viaggio sul pianeta sono entrati

a far parte di noi, non solo come ausiliatori e come confidenti, ma come esseri da fantasticare nei miti e nelle favole, da elevare agli altari come divinità zoomorfe o come totem, o da mettere allo specchio dei nostri vizi e delle nostre virtù. Per cui l'uomo ha bisogno degli animali non soltanto per aggiugarli all'aratro o, al peggio, per destinarli alla graticola, ma per riconoscersi e ritrovarsi in loro.

Per questo esultiamo se durante la passeggiata domenicale nei parchi pubblici della nostra città ci imbattiamo in una cincia o in un merlo, oppure, se ci va fatta proprio bene, in un garrulo scoiattolo tuttacoda. Il bello è che gli animali selvatici urbanizzati hanno spesso cambiato certe loro abitudini, dimostrando ancora una volta quanto l'istinto sia malleabile e pronto ad andare a scuola dall'esperienza. Per esempio, la distanza di fuga, nel senso di Hediger, si riduce considerevolmente negli uccelli che hanno eletto come dimora i parchi cittadini, per cui non è difficile poterli osservare da vicino. Ho potuto constatare di persona che se gli scoiattoli dei giardini pubblici italiani sono sempre un po' diffidenti, quelli di Londra sono proclivi a mangiarvi in mano, e ad Helsinki vi saltano addirittura sulle spalle, sollecitando l'elargizione di cibo, e mostrando una gran voglia di burlarsi di voi. Questa differente confidenza rispecchia in piccolo l'atteggiamento di una intera cultura, ed è vera l'equazione che più si va a nord più il rispetto per gli animali si generalizza. Succede così che con questi merli o questi scoiattoli la natura ci raggiunge nel cuore delle metropoli, e ci rimette per un momento in sintonia con gli antichi avatar del mondo. Quando un uomo osserva un animale si imbarca, lo sappia o no, per un viaggio nella preistoria e sta in contemplazione del mistero vivente delle proprie origini.

Tuttavia ogni medaglia ha il suo rovescio: l'ecosistema urbano offre numerosissimi e diversificati biotopi da colonizzare, nicchie vuote da invadere, e purtroppo non esistono fattori di regolazione simili a quelli che riscontriamo negli ecosistemi naturali per far fronte all'esodo dai campi delle specie dannose. Ogni edificio è, tirate le somme, un pianeta in miniatura, spesso immerso in un clima di perpetua primavera. Le cantine sono le caverne in cui prosperano le muffe e gli animali che se ne nutrono, i depositi dei cibi da conservare costituiscono il paradiso, ahimé non perduto!, delle blatte e dei ratti, gli appartamenti approvvigionano le tarme, e se con mobili antichi, gli instancabili tarli, i granai, o i sottotetti, se hanno aperture d'accesso, vengono sfruttati per la nidificazione da legioni di colombi, e così via. Si è capito di recente che la città *modella* spesso i suoi invasori, dando inizio a delle autentiche

microevoluzioni. Prendiamo il caso delle zanzare, e in particolare di *Culex pipiens*. Questa specie, allo stato selvatico, e cioè di pieno campo, era quasi esclusivamente ornitofila, poco interessata all'uomo come donatore di sangue, e più agli uccelli. Entrata a far parte dell'ecosistema urbano, dove l'uomo è l'animale più numeroso, si è trasformata in *C. pipiens molestus*, e ha elaborato una sfacciata preferenza per la nostra specie, insidiando con i suoi prelievi di sangue le nostre notti. Opportunista, si è adattata alla composizione faunistica del suo nuovo ambiente, e ha vinto in pieno la gara della sopravvivenza. Di più, la zanzara di campagna aveva bisogno, per entrare in copula, di compiere ampi voli nuziali. Bene, quella di città ha imparato ad accontentarsi di spazi ristretti, come i cunicoli fognari, e si riproduce benissimo anche senza fare delle acrobazie aeree preliminari. Sembra perfino che riesca a deporre le prime uova senza aver bisogno del pasto di sangue e subodoriamo, tra il serio e il faceto, che si prepari in tal modo a una nostra prossima estinzione.

Alla fin fine dobbiamo ricordare come le nostre città, piccole e grandi che siano, producano dei rifiuti ancora, per una certa parte, utilizzabili come cibo. Non soltanto per i barboni, che ho visto spesso frugare nei cassonetti, ma per gli animali, che hanno deciso in gran numero di eleggersi a commensali permanenti delle nostre discariche. I rifiuti della società del benessere e del consumismo originano, infatti, dei colossali self-service all'aperto per ratti, gabbiani, corvi, e così via. Ma non solo: si è visto che anche i lupi del Parco Nazionale d'Abruzzo, o gli orsi bianchi dell'Artico attingono, poveracci loro, a queste mense di fortuna, e la cosa genera in me una grande tristezza. Per concludere, l'uomo della città è l'erede dell'uomo della savana: per questo ha bisogno di avere attorno a sé delle piante e degli animali, e gli urbanisti dovranno tener sempre in maggior conto questa esigenza. Fare dell'ecologia urbana significa, allora, studiare i modi per una pacifica convivenza tra il giardino e il grattacielo, tra l'uomo e l'animale urbanizzato, tra il cacciatore delle origini, che fa ancora capolino in noi, e il cittadino del nostro secolo, e perché no?, del prossimo.

Giorgio Celli

L'ambiente fisico

ROCCE E FOSSILI IN CITTÀ CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLA CITTÀ DI BOLOGNA

*Carlo Sarti**

Fin dai tempi più remoti, cioè da quando l'uomo ha lasciato le capanne per vivere in edifici in muratura, le rocce sono state utilizzate nella costruzione della città. Naturalmente, con l'affinarsi delle tecniche di recupero delle rocce, nuovi materiali litici venivano utilizzati e con metodologie sempre diverse, ma, almeno fino ad oggi, l'uso delle rocce è stato insostituibile nell'edilizia, per rivestimenti di interni ed esterni e nelle pavimentazioni; fondamentali sono poi sabbie, ghiaie ed argille quando entrano nella composizione dei leganti per edilizia.

Le rocce sono suddivisibili in tre gruppi a seconda della loro genesi: 1) ERUTTIVE (generate per raffreddamento e solidificazione di un magma, in condizioni sotterranee e in questo caso prendono il nome di rocce **intrusive**, o solidificatosi in condizioni subaeree e in tal caso prendono il nome di rocce **effusive**), 2) SEDIMENTARIE (prodotte da un sedimento accumulatosi chimicamente o per degradazione di rocce preesistenti, che ha subito diagenesi), 3) METAMORFICHE (derivate dalla trasformazione, allo stato solido, di rocce eruttive, sedimentarie o anche metamorfiche, che vengono a trovarsi in condizioni di alte pressioni e temperature sotto la superficie terrestre e che ricristallizzano).

Una parte di queste rocce utilizzate come pietre da costruzione è presente in affioramento nel territorio bolognese; un secondo gruppo comprende invece le rocce «importate», fin dai tempi storici, da altre parti d'Italia.

* Museo di Geologia e Paleontologia dell'Università di Bologna

Rocce eruttive

Gli affioramenti di rocce eruttive che si trovano nei dintorni di Bologna sono molto esigui; si tratta per lo più di piccoli «scogli» di antica crosta oceanica, comprendenti Gabbro e Basalto, che «galleggiano» entro la formazione delle Argille Scagliose (Terreni caotici eterogenei degli Autori): si tratta dei cosiddetti «complessi ofiolitici». Le rocce che vengono estratte da questi complessi sono appunto GABBRI e BASALTI. Queste rocce non possono essere utilizzate a larga scala, data l'esiguità degli affioramenti; ma le rocce eruttive sono abbondanti in città e, data la loro alta resistenza, vengono quindi importate. Tra queste grande importanza rivestono le RIOLITI: si tratta di rocce effusive, che solidificano da un magma che giunge in condizioni subaeree. Queste effusioni danno luogo a grandi colate ignimbritiche. L'esempio più vistoso e vicino è visibile sulla sinistra della Valle dell'Adige tra Bolzano e Trento dove le Rioliti formano la vasta «Piattaforma Porfirica Atesina». Piattaforme simili sono presenti in varie parti del mondo.

Molte strade di Bologna sono pavimentate con i classici cubetti di Porfido, di colore da rosso a violetto cupo, che sono appunto delle Rioliti (si possono osservare ad esempio in Via Zamboni, tra il n. 35 e il n. 67).

I termini intrusivi delle Rioliti (ricordiamo che ad ogni magma che solidifica in superficie corrisponde lo stesso magma che solidifica in profondità) sono i GRANITI, anch'essi abbondantemente utilizzati a Bologna. Come esempio si può citare il pavimento dell'intero Istituto di Scienze Geologiche (Via Zamboni 67) in granito rosa di Baveno. Inoltre molti bordi dei marciapiedi sono di granito bianco.

Da pochi anni a questa tipologia che potremmo definire «classica», viene affiancata una serie di rocce eruttive provenienti soprattutto dall'estero, rocce esteticamente molto belle e con notevoli varietà di colori.

Rocce metamorfiche

L'uso delle rocce metamorfiche è molto antico; data infatti la proprietà di alcune di queste rocce di scindersi facilmente in lastre (fissilità), venivano utilizzate per ricoprire i tetti delle case.

A Bologna le rocce metamorfiche più comuni sono gli GNEISS, i MICACISTI e i MARMI.

A parte limitatissimi utilizzi di rocce del tipo SERPENTINO, ricavati dalle Ofioliti, si tratta esclusivamente di rocce importate da varie parti

d'Italia.

Gli GNEISS sono rocce di alto grado di metamorfismo che derivano dalla trasformazione di preesistenti rocce magmatiche (Ortogneiss) o sedimentarie (Paragneiss).

I MICASCISTI sono rocce di medio grado di metamorfismo, che derivano dalla trasformazione di rocce sedimentarie di tipo arenaceo (vedi più avanti). Il loro nome deriva dalla ricchezza in miche (soprattutto Muscovite) che danno alla roccia un aspetto sericeo.

Infine i MARMI sono la risultante della trasformazione di rocce sedimentarie carbonatiche; il marmo classico è quello bianco, saccaroide che tipicamente proviene dalle zone di Carrara. Il colore può essere comunque molto vario, a seconda delle inclusioni di vari minerali (abbiamo marmi rosati, verdastri, neri, ecc.).

A Bologna gli Gneiss sono utilizzati come pavimentazione stradale (ad esempio in Via Zamboni tra il n. 1 e il n. 35) oppure sono utilizzati come bordi di marciapiedi.

I Micascisti, per la loro facilità a scindersi in lastre, sono utilizzati, soprattutto come rivestimenti di palazzi, da non molti decenni in sostituzione della classica arenaria, abbastanza simile esteriormente, ma che a differenza di quest'ultima è molto più resistente agli agenti atmosferici. Micascisti usati come rivestimento esterno di palazzi sono studiabili ad esempio in Via Murri, all'altezza del n. 80.

I Marmi sono stati ampiamente utilizzati a Bologna anche nei secoli passati. Ricordiamo la Chiesa di S. Petronio, dove, accanto a rocce sedimentarie carbonatiche di vario genere, sono presenti marmi veri e propri. Marmi sono stati utilizzati per realizzare lo scalone dell'attuale sede della Banca d'Italia (in Piazza Cavour). Marmi bianchi di Carrara sono stati utilizzati inoltre per molti abbellimenti architettonici di chiese e palazzi e per sculture (famose ad es. quelle dell'Arca di Nicolò dell'Arca oppure quelle dell'altar maggiore della Chiesa dei Servi, ecc.).

Rocce sedimentarie

Sono le rocce che più in abbondanza caratterizzano la nostra città e le uniche che affiorano in gran quantità nel nostro territorio. Le rocce sedimentarie presenti nella provincia di Bologna e utilizzate nella costruzione della città sono:

- 1) CLASTICHE: arenarie, con granuli da grossolani a finissimi
- 2) EVAPORITICHE: gesso

qua. Per questa ragione è presente nel bolognese un grande complesso di grotte nei Gessi (ricordiamo le grotte del Farneto, della Spipola, Calindri, la Buca dei Buoi, delle Pisoliti, ecc.), fra i più grandi del mondo.

Il gesso si presenta in natura sotto vari aspetti: come gesso selenitico (a grandi cristalli trasparenti o con inclusioni, solitamente argillose), gesso ballatino (finemente laminato, a cristalli piccoli in straterelli), gesso alabastrino (saccaroide, esternamente simile al marmo, ma molto più tenero), gesso sericolitico (di aspetto fibroso e colore biancastro). Nel Bolognese è osservabile soprattutto nella forma di gesso selenitico, con i tipici cristalli a «coda di rondine».

Anche questa pietra, come ovvio, ha attirato l'attenzione dei bolognesi antichi e moderni; ricordiamo soprattutto i basamenti delle torri medioevali, alcune ancora presenti a Bologna. Nel tempo, sottoposta agli effetti dell'acqua piovana, la roccia ha carsificato, e si osservano esempi anche cospicui nei basamenti, con profonde docce che svelano la direzione di flusso delle acque meteoriche. Per la difficoltà di utilizzo quale pietra da costruzione (la lavorazione del gesso è ardua, per la sfaldabilità e la scarsa durezza) il gesso fu utilizzato limitatamente nei secoli passati; le recenti tecniche di taglio ne hanno riportato in auge l'utilizzo dopo levigatura, per rivestimenti di interni (ad es. l'esattoria della Cassa di Risparmio, in Piazza Cavour) o di esterni (ad es. il palazzo di Viale Carducci), o il palazzo di Viale Pietramellara a fronte della Stazione ferroviaria).

Ma, sia per interni che per esterni, il gesso levigato, anche se di gradevolissimo aspetto, non è certo consigliabile, data la sua scarsissima durezza (basta la pressione di un'unghia per rigarlo, sappiamo infatti che il gesso, dopo il talco, è il più tenero nella scala di Mohs). Ben altre possono essere le rocce utilizzabili al giorno d'oggi senza dover tenere attivate inutilmente delle cave nella vena del gesso, che provocano il degrado di un ambiente unico per caratteristiche geologiche, morfologiche, botaniche ecc...

3) **CALCARI**: le rocce carbonatiche, largamente utilizzate a Bologna, sono quasi tutte importate, ad esclusione del calcare micritico chiamato «Alberese» che troviamo in blocchi entro le Argille Scagliose; trattandosi di affioramenti di limitate dimensioni questo calcare veniva utilizzato per lo più per fare la calce. I maggiori affioramenti li possiamo osservare sul monte Canda, enorme alloctono che galleggia sulle argille scagliose; sulle pendici del monte si trovano ancora parecchie piccole cave dove veniva prodotta, in passato, calce in fornaci.

Le altre rocce carbonatiche sono tutte di provenienza extra-emiliana e fin dai tempi della Bononia romana venivano importate. Domina fra i calcari il «Rosso Ammonitico Veronese» (il «marmo rosso di Verona»), che, attraverso le vie fluviali, poteva giungere anche in tempi passati con relativa facilità a Bologna. Il Rosso Ammonitico Veronese è un calcare micritico di colore variabile tra il rosato e il biancastro, marcatamente nodulare. Gli affioramenti sono limitati al Veneto al Trentino.

I luoghi dove questo calcare è utilizzato sono a Bologna molto numerosi. Ricordiamo, tra i tanti: il pavimento della Chiesa di S. Petronio, il lastricato del «Pavaglione» in Via dell'Archiginnasio, il portico della Chiesa dei Servi, il pavimento della chiesa della Trinità (Via S. Stefano 87) ecc.

I fossili all'interno del Rosso Ammonitico sono, come si può dedurre dal nome, soprattutto ammoniti, cefalopodi marini comparsi nel Devoniano ed estintisi nel Cretaceo. Simili nella morfologia agli attuali Nautili, come questi possedevano una conchiglia spiralata comprendente una «camera d'abitazione» dove viveva l'animale e un «fragmocono» suddiviso da numerosi setti che veniva utilizzato soprattutto per salire o scendere entro la colonna d'acqua.

Quasi sempre, quando ci si trova in presenza di lastre di questo calcare, si possono osservare al suo interno ammoniti sezionate.

Meno frequenti delle ammoniti, all'interno del Rosso Ammonitico si possono riconoscere anche belemniti. Si tratta di cefalopodi marini comparsi nel Triassico ed estintisi all'inizio del Paleocene, simili nella morfologia alle attuali seppie. Come le seppie possedevano una conchiglia interna analoga all'attuale «osso» di seppia, anche se con le parti costituenti proporzionalmente di dimensioni diverse.

Esempi di belemniti sono riconoscibili in Via dell'Archiginnasio, all'altezza di Piazza Maggiore, oppure all'interno della Chiesa della Trinità.

L'età di questi fossili è solitamente Giurassica (circa 200 milioni di anni).

Altre rocce calcaree ben rappresentate sono le biocalcareni, ricchissime di fossili (foraminiferi, gasteropodi, lamellibranchi). Si tratta di calcari provenienti anch'essi per lo più dalle zone del veronese e vicentino). A Bologna si possono riconoscere, ad esempio, in via Ugo Bassi come pavimentazione dei portici, o come rivestimenti di esterni di vari palazzi, come i calcari che rivestono, esternamente e internamente, il cinema Adriano (Via S. Felice 52).

I foraminiferi sono osservabili in Via Ugo Bassi 25 o all'interno e

all'esterno del cinema Adriano; si tratta prevalentemente di Nummuliti, fossili di età probabilmente Eocenica (50 milioni di anni).

I foraminiferi sono organismi unicellulari marini, con scheletro calcareo, arenaceo o chitinoso. Si suddividono in foraminiferi planctonici e bentonici. Date le loro dimensioni notevoli (anche più di 5 cm) sono agevolmente osservabili ad occhio nudo.

Gasteropodi e Lamellibranchi, anch'essi piuttosto abbondanti entro le biocalcareniti, sono riconoscibili in Via Ugo Bassi n. 6 (Turritelle), in Via Guerrazzi 30/D e in Via Massarenti 77 (sezioni di Ostrea).

Infine, sempre entro biocalcareniti sono presenti echinoidi (ad es. all'esterno del Cinema Adriano) o alghe (in Via Ugo Bassi 25 e in Via S. Felice 1).

4) TRAVERTINI: si tratta di calcari incrostanti che si formano da acque sovrasature in carbonato di calcio. Nella nostra regione il Travertino è stato utilizzato quale pietra da costruzione fin dal tempo degli Etruschi (le tombe etrusche dei Giardini Margherita sono in Travertino). Anche oggi il Travertino viene comunemente utilizzato come pietra ornamentale per rivestimenti di interni ed esterni (ad esempio in Via S. Stefano 29-33).

In Emilia-Romagna il Travertino si estraeva in passato in discrete quantità; la località più nota è senza dubbio S. Cristoforo di Labante, nei pressi della omonima cascata, dove fino a poco più di vent'anni fa le cave erano ancora attive. La chiesa di S. Cristoforo, che domina la cava più vasta è costruita con grandi blocchi di questo travertino.

Oltre alle rocce sedimentarie, nel nostro territorio vengono estratti attivamenti sedimenti, che sono la base di tutta l'edilizia: ghiaie, sabbie, argille. Non si può dimenticare, a proposito delle ghiaie, che un utilizzo particolare di queste era la selciatura delle strade, come ancora si osserva nella Piazza della Chiesa di S. Domenico.

Tra le ghiaie un cenno a parte meritano i ciottoli silicei, che entrano a far parte di un segmento fondamentale e per lo più sconosciuto della storia dell'uomo, sia perché le selci sono state le prime rocce utilizzate dall'uomo per farne utensili, ma soprattutto per l'utilizzo che ne è stato fatto da quando l'uomo è riuscito a «fabbricarsi» il fuoco fino ai primi anni dell'800! I fiammiferi sono stati inventati infatti solo nei primi anni dell'800; per gran parte della nostra storia il fuoco veniva attizzato sbattendo un pezzo di ferro di varia foggia (il cosiddetto «Acciarino») contro la pietra focaia (cioè una selce variamente foggata e che veniva appositamente cavata e lavorata, prima di essere commercializzata).

Cenni bibliografici

- FERRARI A., *Paleontologia generale*, CUSL, 1984.
- MACKENZIE W.S., *Atlante dei minerali costituenti le rocce in sezione sottile*, Zanichelli, Bologna, 1988.
- MACKENZIE W.S., *Atlante delle rocce sedimentarie al microscopio*, Zanichelli, Bologna, 1988.
- MACKENZIE W.S., *Atlante delle rocce magmatiche e delle loro tessiture*, Zanichelli, Bologna, 1990.
- SARTI C., *Fossili in città. Una escursione paleontologica per le strade di Bologna*, «Nat. Mont.», 4, 1986.
- GALLI G. e SARTI C., *Morphology and microstructure of Holocene freshwater-stream cyanobacterial Stromatolites (Villa Ghigi, Bologna, Italia)*, «Révue Paléobiol.», 1, 1989.

LA GEOLOGIA DELL'AREA BOLOGNESE E IL FENOMENO DELLA SUBSIDENZA

Andrea Bergonzoni e Carlo Elmi***

Nell'area bolognese si distinguono, dal punto di vista geomorfologico, due principali unità, ossia il bordo del rilievo appenninico e l'antistante pianura alluvionale, i cui caratteri sono il riflesso di una profonda differenza strutturale e geotettonica: la prima è un'area in sollevamento, dominata da processi erosivi; la seconda è un'area subsidente, caratterizzata da processi di accumulo di sedimenti, recenti o in atto. Nella pianura, oltre al citato fenomeno di subsidenza a carattere regionale, di intensità molto ridotta, si sviluppa un affondamento a carattere locale, di entità notevolmente superiore, sia per la velocità, sia per valori complessivi. Per comprendere i due fenomeni, regionale e locale, i cui effetti si sommano, è opportuno procedere ad un esame sia pure sommario del quadro geologico locale, comprendendo in esso tanto le unità geolitologiche più profonde quanto quelle più recenti e superficiali, queste ultime più interessate al meccanismo della subsidenza. Nell'area collinare (fig. 1) affiorano in giacitura tettonicamente complessa unità litologiche di origine marina di età compresa tra il Miocene medio e il Pleistocene superiore (età da 10 a 0,6 milioni di anni). Esse sono costituite, in breve e sommariamente, da terreni caotici di natura argillitica («argilla scagliose»), da marne calcaree e arenacee, da gessi e argille (formazione-solfifera), da depositi argillosi pliocenici («argille azzurre»), e da sedimenti sabbioso-conglomeratici di ambiente litorale («sabbie gialle»). Si tratta di materiali per lo più a consistenza lapidea o di terreni coesivi fortemente sovraconsolidati.

Le stesse unità marine ora descritte sono profondamente ribassate

* Istituto di Scienze Minerarie dell'Università di Bologna

** Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università di Bologna

da un sistema di faglie E-O (flessura pedeappenninica) all'incirca coincidenti con il margine del rilievo collinare e si rinvengono più o meno con gli stessi caratteri nella zona di pianura, ricoperte da una potente coltre di sedimenti alluvionali recenti (pleistocenico-olocenici). Esse formano il cosiddetto «Appennino sepolto». Le unità marine più recenti, che sul margine appenninico affiorano a quote di 100 m e più, nell'antistante pianura si incontrano a profondità rapidamente crescenti, fino a oltre 400 m a una decina di km a N della flessura. In sintesi quindi abbiamo nella zona appenninica, in sollevamento, rocce per lo più a

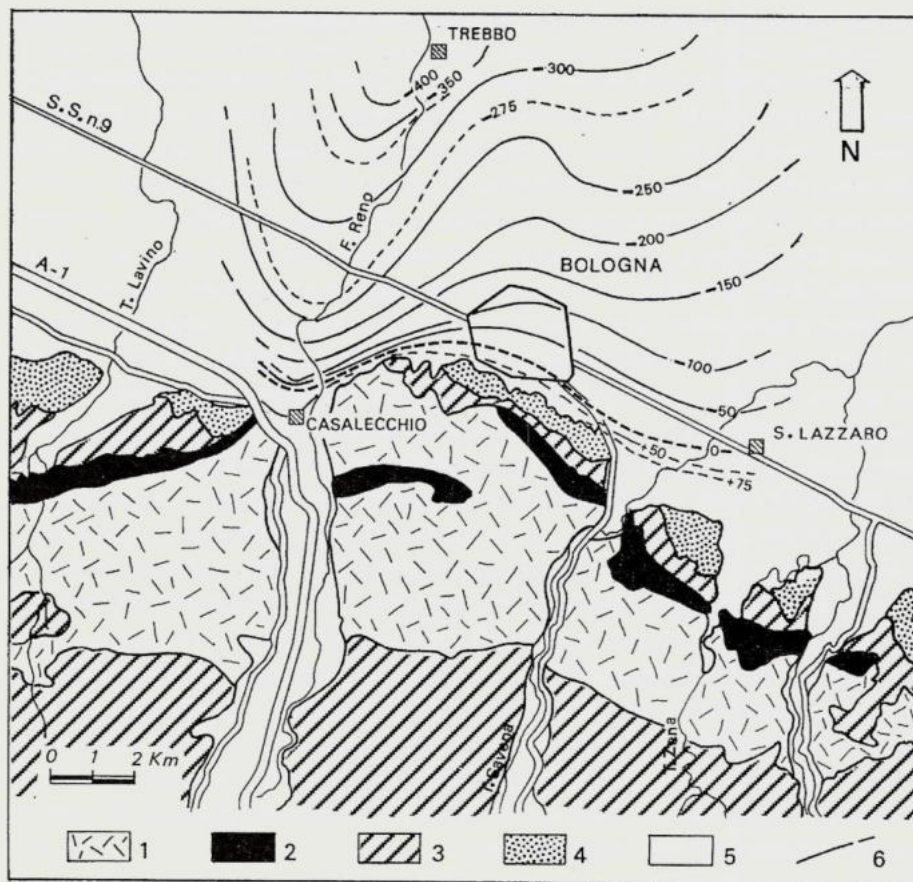


Fig. 1. Schema geologico. 1) Coltre liguride (argille scagliose e unità alloctone della successione emiliana). 2) Evaporiti, argille (formazione gessoso-solfifera - Messiniano). 3) Argille e sabbie (Pliocene). 4) Sabbie gialle (Pleistocene). 5) Alluvioni. 6) Tetto del substrato marino (quote riferite al livello del mare).

consistenza elevata, praticamente incompressibili; nella pianura sedimenti o rocce marine simili a quelle dell'Appennino esterno, ricoperte da una coltre di depositi alluvionali sciolti, a più bassa densità e a compressibilità progressivamente più elevata dal basso verso l'alto. La pianura presenta evidenti sintomi di subsidenza regionale, sia in atto sia passata, attiva per almeno 5,2 milioni di anni, come mostra l'accumulo continuo di sedimenti dal Pliocene inferiore all'Olocene (fig. 2).

Passiamo ora ad esaminare con maggiore dettaglio la copertura

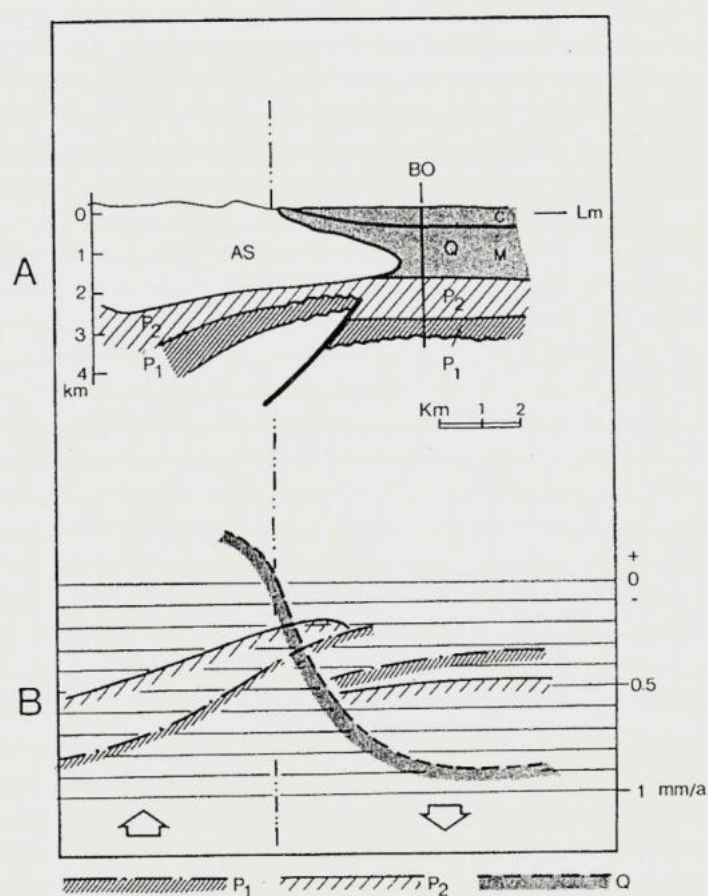


Fig. 2. A): Sezione AGIP in asse con la valle del Reno. Q: Quaternario; C continentale; M marino; P₂: Pliocene medio-superiore; P₁: Pliocene inferiore; AS: Argille Scagliose s.l.; Lm: livello del mare.

B): Velocità di abbassamento (subsidenza regionale) nel Quaternario in confronto al Pliocene inferiore (P₁) e medio-superiore (P₂).

alluvionale recente dell'alta pianura, nella quale si sviluppa il grave fenomeno della subsidenza locale cui si è fatto cenno sopra. La ricostruzione geologica di questi terreni è stata condotta mediante la raccolta di una considerevole mole di dati ricavati da sondaggi, pozzi, prove geofisiche, penetrometrie, scavi o prove in situ di vario genere fatti nel territorio del Comune di Bologna nell'ultimo trentennio. I dati raccolti che consistono in oltre 700 punti di indagine con più di 2500 stratigrafie, coprono l'intero territorio comunale, e riguardano con buon dettaglio i terreni situati fino ad una profondità di circa cento metri dal piano di campagna. Non mancano tuttavia, anche se più scarse, informazioni sui livelli più profondi, sia all'interno della coltre alluvionale quaternaria, sia nel substrato marino profondo.

Morfologia

La fascia dell'alta pianura bolognese è formata dalle conoidi alluvionali del fiume Reno e del torrente Sàvena, fra le quali si interpongono le conoidi minori del torrente Ravone, del rio Meloncello, del torrente Aposa e della fossa Cavallina. La conoide del Reno appare, sia nella sua conformazione superficiale, sia nella geometria dei suoi depositi più grossolani, di forma ristretta e notevolmente allungata e si protende nella pianura per oltre 10 km. Mostra delle lobature marginali, legate a rotte e deviazioni anche storiche del suo corso e corrispondenti nel sottosuolo a dossi ghiaioso-sabbiosi. La conoide del Sàvena indica con la sua forma a ventaglio allargato le successive deviazioni che ha subito il corso d'acqua: oltre il tracciato storico, seguito fino al 1776 e tuttora attivo nella sua parte più settentrionale (Sàvena abbandonato), si individuano numerose dorsali, coincidenti con assi di deflusso, certamente attivi in periodi recenti, in età romana e preromana.

Litologia superficiale

La fig. 3 mostra la distribuzione areale dei tipi litologici prevalenti, fino alla profondità di 5 m dal piano di campagna. I limiti tra i tipi litologici distinti, ossia ghiaie e ghiaie sabbiose, sabbie, argille sabbiose e limi (loam), argille, non sempre appaiono ben definiti a causa sia dei meccanismi deposizionali sia della scarsità di informazioni in alcune aree.

Nel settore occidentale si sviluppa un unico grande lobo ghiaioso allungato, il cui asse è coincidente con l'alveo attuale del Reno. Il corpo mostra un'interruzione ed una marcata strozzatura a N di Casalecchio, dove il fiume si addossa ai rilievi collinari con una brusca deviazione.

Lateralmente in sinistra si sviluppa la parte terminale, sabbiosa, della conoide del Lavino; verso N il corpo ghiaioso è bordato da lobi sabbiosi a direzioni divergenti, coincidenti in profondità con dossi ghiaiosi. Loam e argilla occupano le parti esterne, laterali e distali, della conoide, con varie irregolarità connesse all'influenza dei corsi d'acqua minori.

Nel settore orientale, allo sbocco cioè della valle del Sàvena, i materiali più grossolani si dispongono secondo due lobi, uno dei quali, diretto verso nord, è in asse con l'antico corso del fiume attivo sino al XVIII secolo. L'altro, in direzione ENE, coincide all'incirca con il corso attuale. I sedimenti sabbiosi presentano una distribuzione più articolata, che ricalca su una estensione più ampia quella delle ghiaie; oltre a tre lobi o lingue a direzione raggiata, si distingue una lingua ad andamento anomalo, OE, trasversale rispetto al decorso degli assi fluviali pedepenninici, che può indicare un antico percorso; tale ipotesi trova conferma dall'esame degli andamenti dei corpi ghiaiosi più profondi.

I corsi d'acqua minori non danno, a livello di litologia superficiale, depositi sufficientemente caratterizzati, tali da fornire indicazioni sulla evoluzione degli alvei: si tratta di sedimenti limo-argillosi che solo in profondità, in corrispondenza degli apici delle conoidi passano a sedimenti più grossolani, sabbiosi e subordinatamente ghiaiosi.

Nell'insieme, le aree con terreni superficiali francamente argillosi tendono a formare corpi isolati, in connessione con antiche plaghe palustri. È significativa la zona argillosa che si sviluppa nella parte orientale del centro storico, tra le conoidi del Sàvena e dell'Aposa e a margine di esse: si tratta con ogni evidenza di argille di decantazione di piana inondabile. Analoga origine hanno le argille presenti al margine esterno della conoide del Reno, oltre i limiti comunali di Bologna e nell'ansa a N di Casalecchio di Reno.

Oltre alle unità di ambiente continentale (alluvionale) fin qui descritte, compaiono in superficie (o sono presenti fino alla profondità di 5 m dalla superficie topografica), rocce di origine marina corrispondenti a quelle affioranti sul margine appenninico.

Nell'incisione del fiume Reno, all'apice della conoide compaiono terreni mio-pliocenici, argilloso-marnosi (Schlier e argille azzurre plioceniche), interrotti verso la pianura da una faglia EO, rilevabili anche dai sondaggi più superficiali.

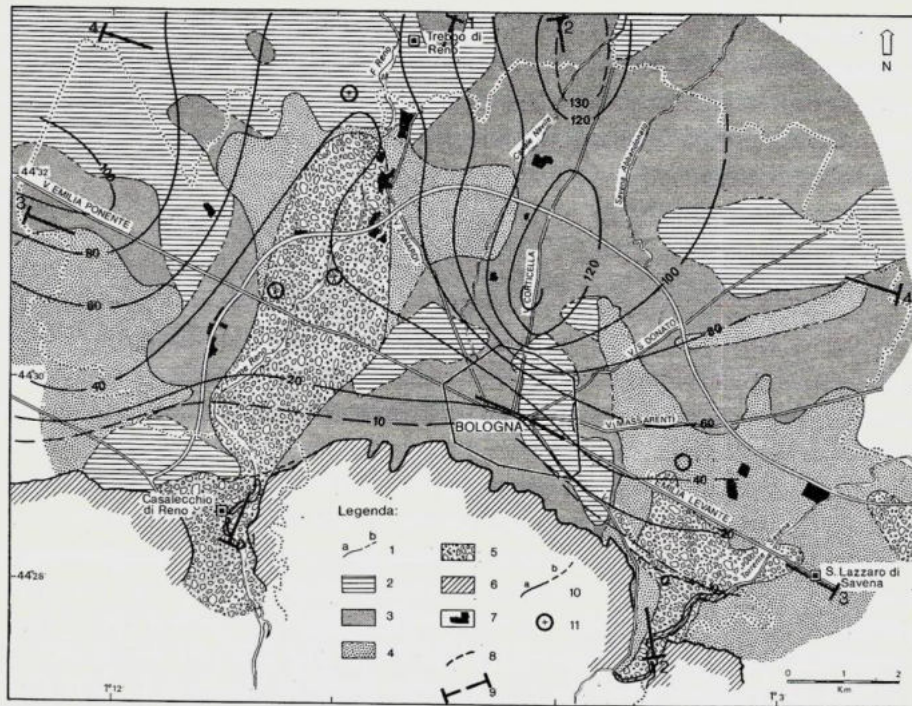


Fig. 3. Litologia superficiale nell'intervallo 0-5 m dal piano-campagna. 1) Limiti litologici certi (a) e incerti (b); 2) Argille e argille limose; 3) Limi da argillosi a sabbiosi, fitte alternanze di limi e sabbie fini; 4) Sabbie, sabbie ghiaiose o sabbie limose; 5) Ghiaie, ghiaie e sabbie, miscele varie di ghiaie e frazioni fini; 6) Unità prealluvionali (facies marine prequaternarie o litorali pleistoceniche); 7) Discariche, riempimenti di cavità artificiali; 8) Faglie; 9) Traccia di sezione; 10) Curve dell'abbassamento totale del suolo in cm nel periodo 1943-50 e 1970-72 (da PIERI e RUSSO 1978); 11) Centrali AMGA.

Nel Sàvena, è presente una successione che dal Miocene superiore (formazione gessoso-solfifera), giunge sino al Pleistocene («sabbie gialle» litorali). Queste ultime affiorano anche dalla coltre alluvionale, fuori dall'alveo, in rilievi isolati. La successione marina è anche qui troncata da una faglia a N della quale il substrato affonda bruscamente sotto i depositi alluvionali della pianura.

Il sottosuolo

La ricostruzione dei corpi geologici del sottosuolo è stata condotta mediante due tipi di rappresentazione, ossia carte dell'andamento dei livelli ghiaiosi e sezioni stratigrafiche (figg. 4, 5, 6, 7 e 8).

Nella fig. 4 è ricostruito, mediante isolinee ad equidistanza di 5 m riferite al livello del mare, il tetto dello strato ghiaioso più superficiale. La sua conformazione ricalca ancora una volta il modello già messo in luce dalle analisi precedenti. Tuttavia emergono alcuni elementi e alcune geometrie assai significative, che si discostano dai dati di superficie.

Il Reno non mostra più l'andamento allungato o a spatola visto in fig. 2, bensì una forma a lobi divergenti, separati da depressioni più accentuate nella parte distale; nella parte prossima al margine collinare l'accumulo è più compatto e regolare. Al suo apice la conoide appare spostata sulla destra dello sbocco vallivo, mentre in sinistra i sondaggi,

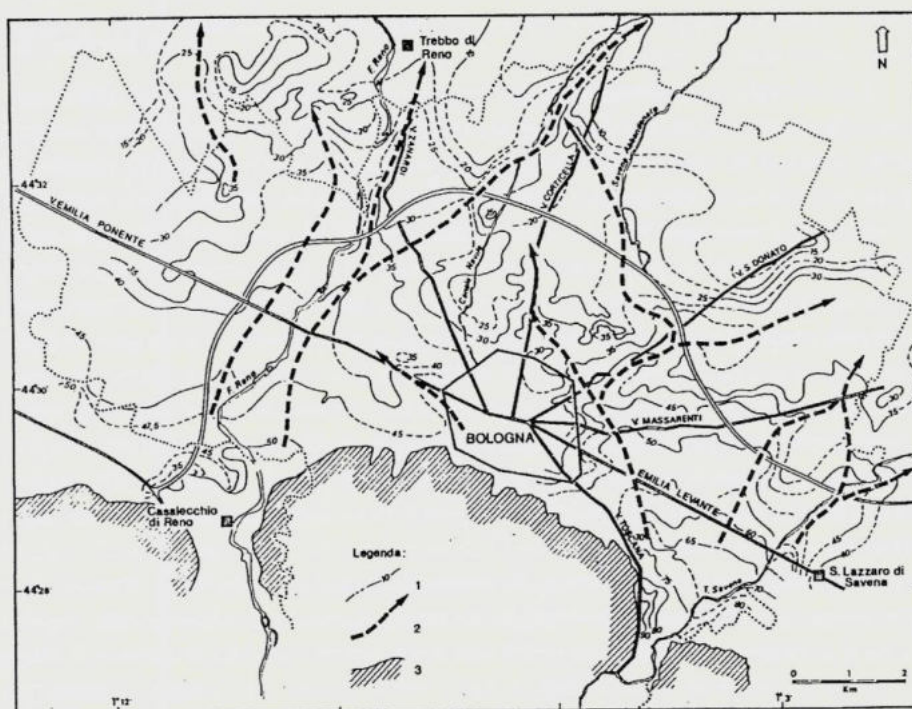


Fig. 4. Andamento del tetto dei depositi ghiaioso-sabbiosi. 1) Isobate in m riferite al l.m. certe (a) e incerte (b); 2) Assi dei principali lobi (paleovalvei); 3) Margine del rilievo collinare.

particolarmente numerosi nella zona, hanno posto in luce una depressione accentuata, con riempimenti di materiali fini argillosi di spessore introno ai 50 m. Nella sua geometria sepolta, la conoide del Reno si mostra abbastanza uniforme sino circa all'altezza della via Emilia ponente. Da qui prendono forma almeno quattro lobature a direzioni radiali: una con direzione N, verso Calderara di Reno, una seconda meno pronunciata e prolungata, parallela in sinistra al corso attuale del Reno, a circa 600 m da questo; una terza che si dirama con direzione NE e proseguita in coincidenza con l'alveo del Canale Navile verso Castel Maggiore; una quarta fiancheggiante in destra l'alveo attuale e spostata rispetto a questo di 400-500 m.

In profondità, nell'intervallo compreso tra i +50 e i -40 m s.l.m., ricostruito nelle sezioni trasversali e longitudinali, la conoide appare costruita a partire da un apice poggiante sul substrato marino e sul lembo rialzato della faglia pedeappenninica: qui gli spessori delle ghiaie sono ridotti a pochi metri. Procedendo verso N, in poche centinaia di metri la conoide subisce un notevole ispessimento e già ad un chilometro dal bordo della pianura le alluvioni raggiungono spessori dell'ordine delle centinaia di metri (fig. 1).

La conoide è strutturata in un corpo superiore di sedimenti ghiaiosi grossolani, interrotto da lenti e lingue pelitiche, che varia dai 30 m nella parte alta a ridosso del margine appenninico agli oltre 70 m della porzione più settentrionale (Trebo di Reno). La sua larghezza varia dai 6 km in corrispondenza della via Emilia agli 8 km della sezione più distale. Più in profondità i sondaggi indicano la presenza di almeno altri tre livelli ghiaiosi di spessore più contenuto (10 m), talvolta tra loro collegati, separati da intercalazioni limo-argillose che divengono progressivamente più spesse verso la pianura. Con il ridursi dello spessore dei livelli ghiaiosi aumenta la loro ampiezza trasversale. In corrispondenza della sezione 4, i livelli più profondi, ossia al di sotto del corpo ghiaioso principale, sono continui su un fronte di almeno 18-20 km in senso E-O: ciò può essere indizio di un rimaneggiamento litorale dei depositi della conoide.

Nella conoide del Sàvena, la sezione longitudinale (fig. 7) mostra una maggiore sporadicità degli accumuli ghiaioso-sabbiosi, che sono limitati a lingue di spessore relativamente contenuto. La continuità dei depositi grossolani è accertabile solo nella parte dell'apice (spessore massimo 30 m) che anche qui, come nel caso del Reno, appoggia sul labbro rialzato della faglia pedeappenninica.

Si individuano (fig. 4) cinque lobi principali, ciascuno con asse ad

andamento regolare, caratteristicamente assai diverso da quelli del Reno. Una prima direzione ripercorre per lunghi tratti il tracciato attivo sino al 1776 e si dirige verso il lobo del fiume Reno che coincide con l'attuale Canale Navile. Da questo si dirama un secondo che devia bruscamente verso ENE, in asse con la via S. Donato e che a sua volta presenta una diramazione verso NNO. Gli altri due lobi, posti nella porzione orientale della conoide, hanno una più regolare direzione NE, antiappenninica, e confluiscono verso lo scolo Zenetta.

I corsi d'acqua minori (Ravone, Aposa, ecc.) hanno sviluppato depositi grossolani solamente nelle parti intravallive dei rispettivi corsi, sedimentando nella pianura solo le parti più fini, sabbiose e limo-argillose. Solo a elevata profondità (70-80 m) si rinvengono lenti ghiaiose di spessore limitato a pochi metri, che peraltro possono anche appartenere ad alvei del paleo-Sàvena.

La subsidenza

Nella fig. 3 (litologia superficiale) e nelle sezioni di fig. 5, 6, 7, e 8, sono state riportate le curve dell'abbassamento totale del suolo, basate su rilievi topografici del periodo 1943-50 e 1970-72 (PIERI e RUSSO 1981). Si tratta di subsidenza locale, attivata negli ultimi 40 anni - con ogni evidenza - da estrazioni d'acqua dal sottosuolo. Il fenomeno ha subito ulteriori incrementi negli ultimi 20 anni, con punte di oltre 3 m di abbassamento totale. Gli abbassamenti presentano andamenti irregolari, ossia sono nulli in prossimità della collina, aumentano progressivamente verso la pianura e mostrano due massimi centrati uno all'incirca nella zona del quartiere fieristico, l'altro lungo la via Emilia ponente ai limiti del territorio comunale di Bologna. Questi andamenti dipendono ovviamente da un lato dalla distribuzione dei punti di prelievo e dalle quantità d'acqua emunte, dall'altro dalla diversa compressibilità dei terreni interessati e dai loro spessori. È noto infatti che mentre le terre grossolane (sabbie e soprattutto ghiaie) hanno una deformabilità molto ridotta, le terre fini presentano una maggior compressibilità, in rapporto sia al loro stato di addensamento, sia alla loro composizione granulometrica e mineralogica.

Dall'esame delle curve in pianta ed in sezione, la corrispondenza tra subsidenza locale (trascurando la subsidenza regionale, praticamente uniforme sull'intera area e comunque inferiore di due ordini di gran-

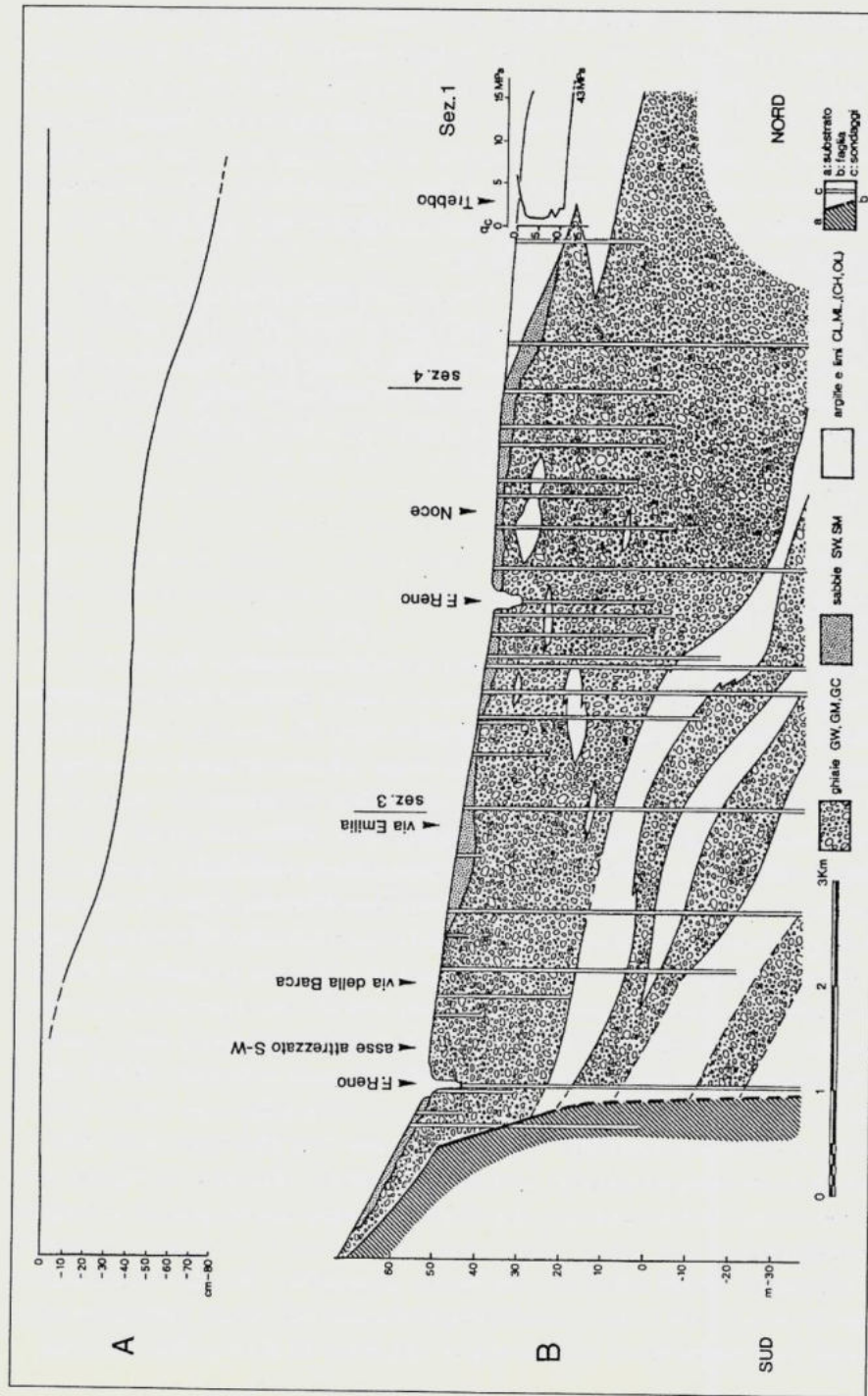


Fig. 5. Sezione 1 lungo l'asse del F. Reno: A - Abbassamento totale del suolo nel periodo 1943-50 e 1970-72 (da PIERI e Russo, 1978); B - Sezione litologica con grafici penetrometrici (resistenza alla punta q_c in MPa).

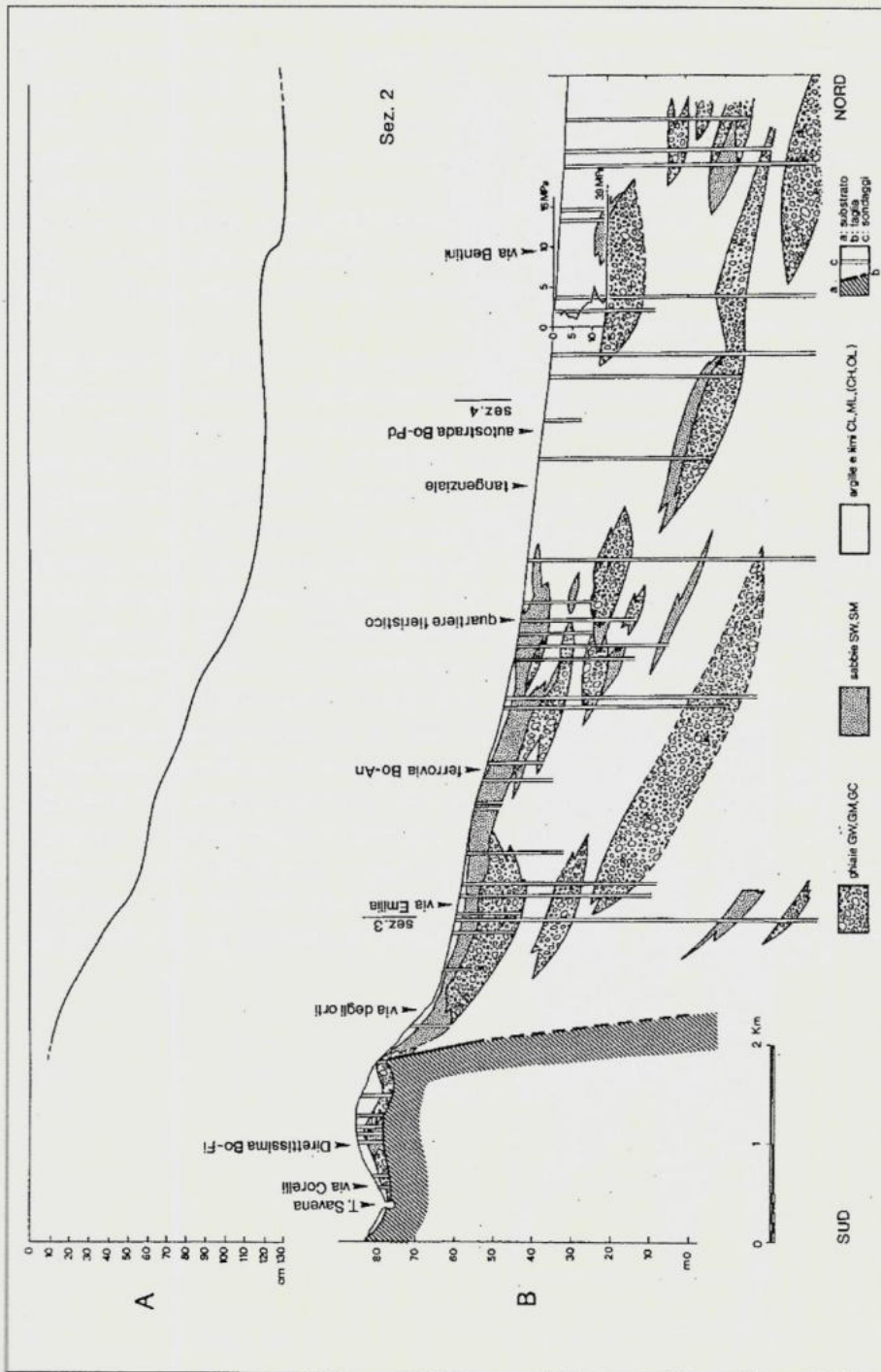


Fig. 6. Sezione 2 lungo l'asse del T. Savena. (V. legenda fig. 5).

dezza) e natura dei terreni sia superficiali che profondi, risulta particolarmente significativa: si nota infatti un più ridotto abbassamento del suolo in corrispondenza dei depositi ghiaioso-sabbiosi di conoide rispetto alle aree interconoidali dove prevalgono i sedimenti più fini. nelle sezioni longitudinali, poi, è posto in evidenza l'accentuarsi della subsidenza passando dal margine collinare (dove è nulla) alla pianura, in rapporto con l'accrescersi dello spessore, nella stessa direzione, delle alluvioni più sciolte e più comprensibili dei terreni nel substrato prealluvionale e con l'aumento – sempre nella stessa direzione, ossia da monte a valle – della frazione pelitica negli acquiferi.

Inoltre è di un certo interesse rilevare che i massimi di subsidenza sono lontani dalle zone di prelievo dell'acquedotto dove si ha per contro il massimo abbassamento dei livelli piezometrici (IDROSER, 1977).

Dall'insieme dei dati esaminati si può, in conclusione, arguire che:

1) La subsidenza locale (fig. 3) si verifica pressoché interamente a carico della copertura alluvionale recente (intervallo da 0 a 400 m): infatti è nulla in prossimità del margine collinare, dove sono presenti terreni del tutto simili come caratteri meccanici (addensamento, bassa compressibilità) a quelli che imbasano le alluvioni della pianura.

2) La subsidenza avviene prevalentemente se non esclusivamente nei terreni a granulometria fine e a bassa permeabilità (acquitardi): infatti la forma e la posizione delle linee di uguale abbassamento ricalcano con buona corrispondenza la distribuzione dei materiali alluvionali più fini. Questo elemento costituisce una ulteriore prova del fatto che gli abbassamenti interessano la sola copertura alluvionale, in quanto i terreni più profondi, di facies marina, hanno una distribuzione molto omogenea, soprattutto in direzione parallela alla linea di riva mentre le linee citate presentano la massima irregolarità proprio in tale direzione.

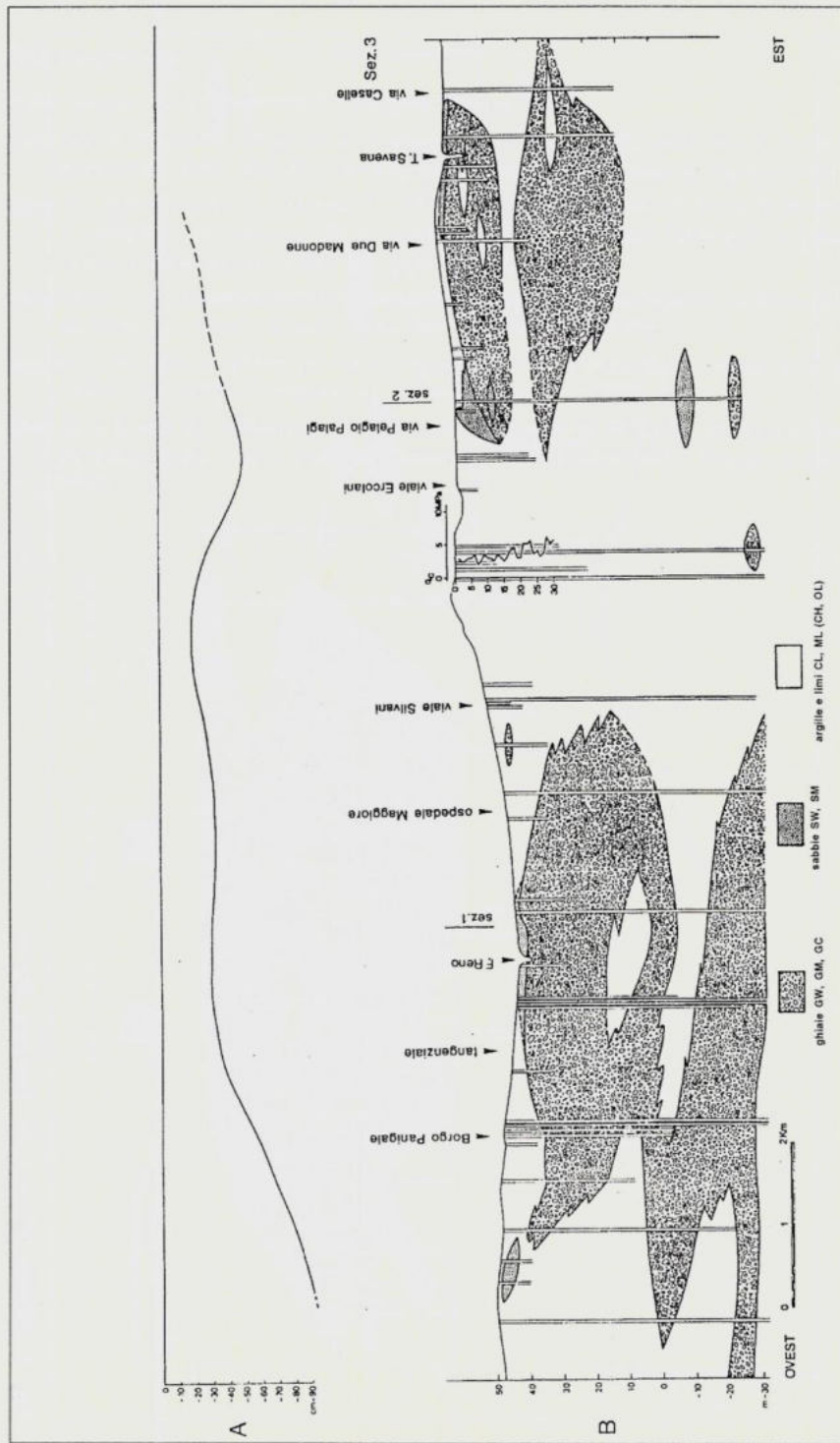


Fig. 7. Sezioni EO n. 3 (V. legenda fig. 5).

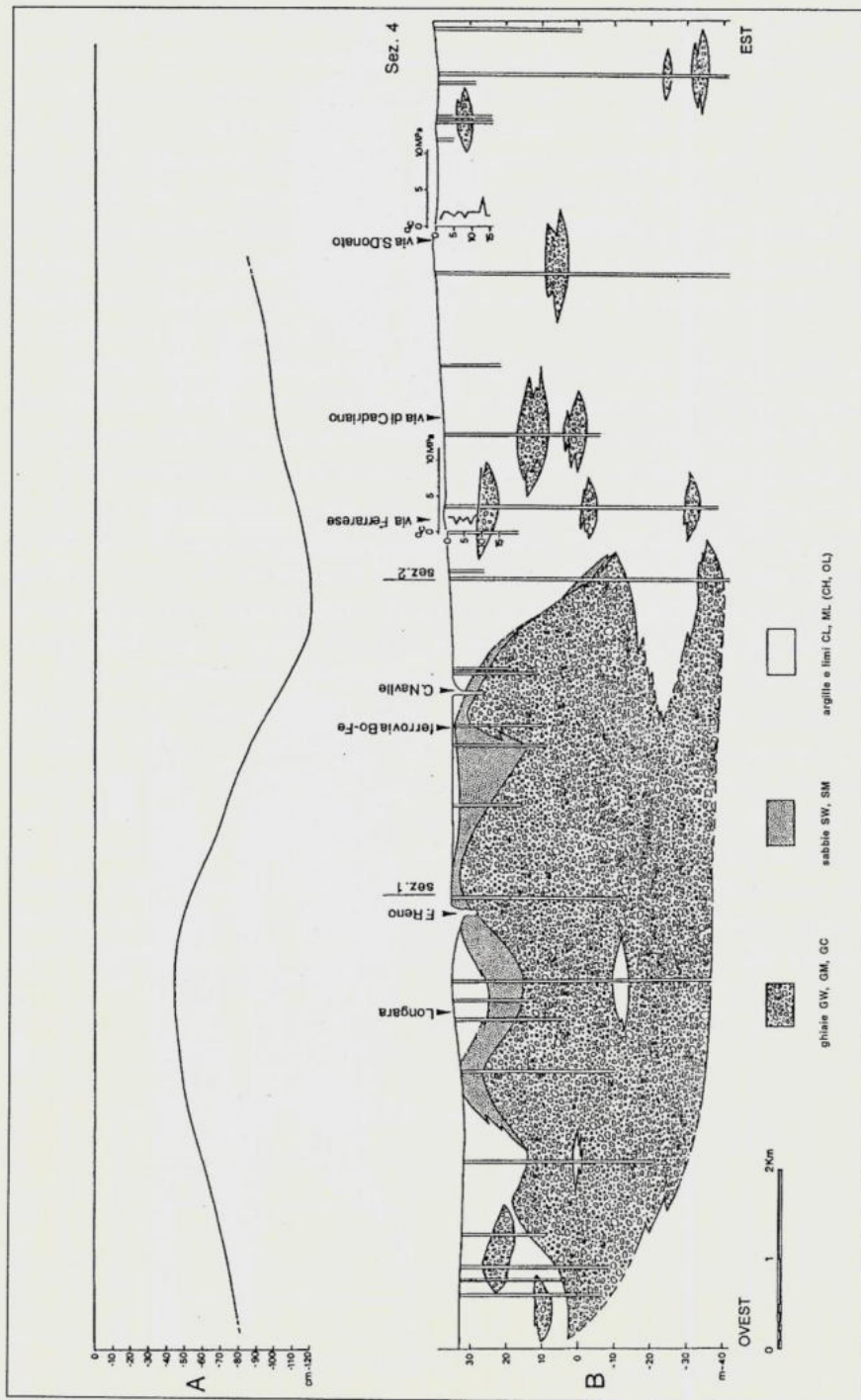


Fig. 8. Sezioni EO n. 4 (V. legenda fig. 5).

Bibliografia

- AGIP, *Acque dolci sotterranee*, Palombi, Roma, 1972.
- COMUNE DI BOLOGNA, *Progetto preliminare PRG 1984. Studio sulla rete di scolo e sulla protezione delle falde in Comune di Bologna*, Graficoop, Bologna, 1984
- ELMI C., BERGONZONI A., MASSA T., MONTALETTI V., BARATELLA P. L. e RONCHI A., *Il territorio di pianura del Comune di Bologna: aspetti geologici e geotecnici*, «Giorn. Geologia», 1985 (2), pp. 127-152.
- FRANCAVILLA F. e COLOMBETTI A., *Lineamenti idrogeologici della pianura della provincia di Bologna*, CNR, «Quad. Istit. Ric. Acque», 82, 1980.
- IDROSER, *Progetto di piano per la salvaguardia e l'utilizzazione ottimale delle risorse idriche in Emilia-Romagna*, L. Parma, Bologna, 1977.
- PIERI L. e RUSSO P., *Abbassamento del suolo nella zona di Bologna: considerazioni sulle probabili cause e sulla metodologia per lo studio del fenomeno*, Pitagora, Bologna, 1980.

IL DEGRADO DEI MONUMENTI LAPIDEI IN AMBIENTE URBANO

*Cristina Sabbioni **

Introduzione

Lo studio del degrado dei monumenti in pietra in ambiente urbano è stato affrontato nel corso degli anni da differenti angolazioni; la natura multidisciplinare di questo ampio campo di indagine ha consentito di enfatizzare di volta in volta gli aspetti chimici, fisici e biologici finalizzati allo studio dei materiali, dei meccanismi di degrado, dello stato di conservazione, degli interventi di restauro, subiti in passato o programmati per il futuro, per l'opera d'arte in esame.

Obiettivo del lavoro condotto nel mio Istituto è stato lo studio dell'interazione fra gas e aerosol atmosferico e i materiali di interesse artistico, allo scopo di identificare e quantificare il contributo dovuto alla deposizione atmosferica nella formazione degli strati superficiali di degrado.

Degrado dei materiali lapidei a bassa porosità (marmi e calcari)

Dallo studio delle varie tipologie di degrado, osservabili su monumenti ed edifici storici in varie città italiane ed europee, è stato proposto un modello semplificato dei processi chimico-fisici che intervengono nel weathering della pietra.

Per i materiali a bassa porosità come marmi e calcari, sono state individuate tre tipologie di degrado: a) aree nere - zone protette dal dilavamento dell'acqua piovana dove si accumulano, per deposizione

* Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto FISBAT, Bologna

secca e umida, gas e particelle atmosferiche insieme ai prodotti di reazione fra questi e le superfici lapidee, dando origine alla formazione di una crosta nera; b) aree bianche - zone esposte ad un intenso dilavamento da parte dell'acqua piovana che porta alla messa a nudo e al progressivo assottigliamento della roccia originaria; c) aree grige - infine zone completamente protette dall'azione dell'acqua piovana, dove i prodotti della deposizione atmosferica costituiscono uno strato incoerente e senza alcuna interazione con la roccia sottostante (fig.1).

La distribuzione areale di queste tre tipologie è strettamente correlata alla geometria della superficie lapidea in relazione alle precipitazioni: le aree bianche sono maggiormente estese su quelle superfici verticali esposte ad intenso dilavamento durante gli eventi di precipitazioni, mentre quelle nere sono tipiche dei sottosquadri e quelle grige di portici e sottotetti (CAMUFFO *et al.*, 1982; CAMUFFO *et al.*, 1983).

In generale le patine superficiali dei monumenti in pietra esposti ad atmosfere urbane sono il prodotto di interazione fra i materiali e la deposizione atmosferica, in particolare le croste nere sono le zone dove questi prodotti si accumulano.

A questo scopo sono stati prelevati campioni di croste nere su



Fig. 1. Esempio tipico di aree nere e bianche su un monumento in pietra.

monumenti in marmo e calcare (SABBIONI e ZAPPIA, 1992a). I campionamenti sono stati effettuati in diverse località dell'Italia centro-settentrionale: Roma, Milano, Venezia, Bologna, Ravenna, Verona, Trento ed Ancona. La scelta dei siti è stata effettuata in modo da includere varie tipologie di centri urbani: grandi (Milano, Roma), medi (Bologna, Venezia), piccoli (Trento, Ancona) industrializzati (Milano, Ravenna) e marini (Ravenna e Ancona). In ogni centro urbano il campionamento è stato eseguito su monumenti collocati in punti ed in situazioni diversificate (ad es. centro e periferia, strade con poco ed intenso traffico veicolare ecc.), in modo da essere rappresentativo non del singolo monumento, ma della città nel suo insieme.

I campioni, preventivamente essiccati, macinati e conservati a temperatura di 20 °C in ambiente inerte (N₂), venivano sottoposti ad una serie di indagini chimico-fisiche:

- Caratterizzazione fisica mediante porosimetro a mercurio (Porosimeter 2000 Carlo Erba) e adsorbimento di azoto (Autosorb 1 Quantachrome), al fine di identificare la porosità totale, la superficie specifica e lo spettro dei pori. Un marcato aumento della porosità è stato riscontrato negli strati di degrado rispetto al materiale originale, confermando come le patine, una volta formatesi, favoriscano la deposizione atmosferica di gas e particelle e costituiscano una sede privilegiata di attacco chimico, fisico e biologico.
- Caratterizzazione della matrice mediante diffrattometria a raggi x (XRD), spettroscopia infrarossa (FTIR) e analisi termica differenziale e ponderale (DTA e TGA) al fine di determinare i principali componenti delle patine di degrado.
- Determinazione del carbonio non carbonatico (Cnc) mediante combustione, dove il Cnc è stato da noi definito dalla seguente relazione:

$$Cnc = Ct - Cc$$

Ct è il contenuto del carbonio totale e Cc il carbonio carbonatico, presente in considerevoli quantità nei nostri campioni. La determinazione di Cnc è stata effettuata attraverso la preliminare eliminazione dei carbonati e successiva quantificazione del carbonio residuo costituito in questa fase da solo Cnc. La misura del carbonio non carbonatico è stata eseguita per combustione mediante LECO (Carbon and Sulfur Determinator CS44) corredato di Spettrofotometro IR (ZAPPIA *et al.*, 1993)

- Le concentrazioni elementari sono state determinate mediante spettrometria al Plasma (Inductively Coupled Plasma Emission

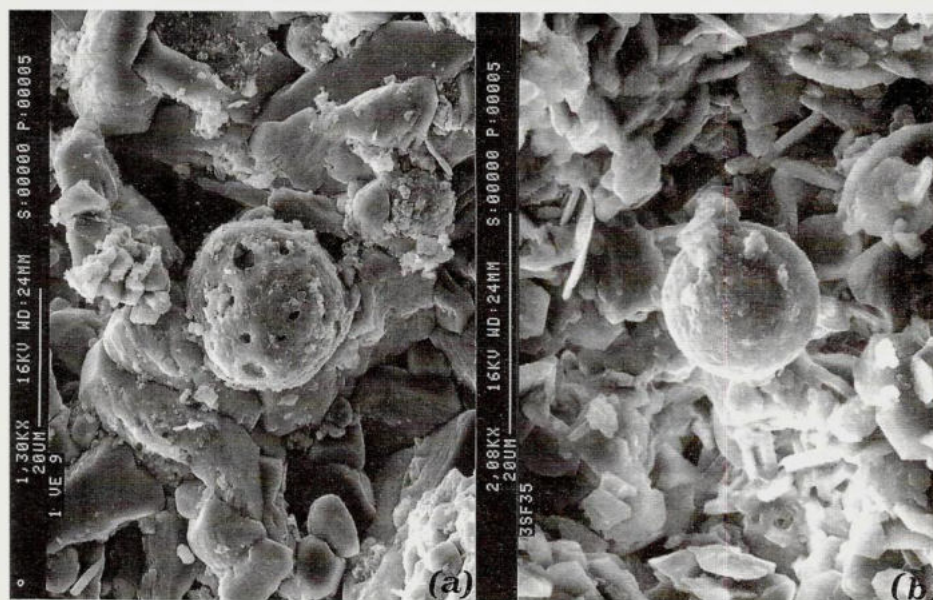


Fig. 2. Micrografie SEM di croste nere dove sono chiaramente visibili: a) particelle carboniose, b) particelle alluminosilatiche.

Spectroscopy - ICP Perkin Elmer 5500).

- L'identificazione delle singole particelle inglobate nelle patine di degrado è stata infine effettuata mediante microscopia elettronica a scansione (SEM) con analizzatore a raggi x in dispersione di energia (EDAX). Le croste sono state sciolte in acido cloridrico N10 e filtrate su filtri Millipore, che opportunamente grafitati hanno consentito di procedere ad analisi SEM-EDAX. Fra le tipologie di particelle osservate le più frequenti sono risultate: a) particelle sferiche carboniose tipiche delle emissioni degli impianti industriali a olio combustibile (BACCI *et al.*, 1983), come mostrato in fig. 2a; b) particelle sferiche lisce (fig. 2b) essenzialmente alluminosilatiche emesse dalla combustione del carbone (SABBIONI, 1992); c) particelle carboniose anche queste sferiche, ma con caratteristiche superficiali essenzialmente diverse da quelle mostrate in fig. 2a, che uno studio condotto sulle emissioni degli impianti per il riscaldamento domestico ha permesso di identificare come particelle emesse dalla combustione di impianti a gasolio (SABBIONI e ZAPPÀ, 1993). Gli spettri EDAX caratteristici delle parti-

celle carboniose identificate nelle patine di alterazione indicano S e V quali principali elementi associati alla matrice carboniosa.

In fig. 3 viene riportata la concentrazione media delle principali componenti costituenti le patine superficiali delle aree bianche e nere i dati indicano come nelle aree bianche predominano i carbonati con oltre il 93%, mentre nelle croste nere il gesso è sempre superiore al 70%.

Particolare attenzione è stata da noi attribuita alla misura del Cnc, che costituisce, dopo gesso e carbonati, il terzo principale componente delle croste nere. La presenza di particelle carboniose nelle patine di alterazione di monumenti storici è stata sino ad oggi segnalata, anche da altri autori, attraverso tecniche di microscopia ottica o elettronica (SABBIONI, 1992; LEYSEN *et al.*, 1989; AUSSET *et al.*, 1991). Il nostro ulteriore lavoro sperimentale ha consentito di fornire un indice quantitativo della concentrazione di particelle carboniose inglobate nello strato. Le misure eseguite mediante la metodologia analitica già descritta, indicano valori di carbonio non carbonatico (Cnc) variabili fra 1.4 e 2.8%, con un valore medio del 2.0% (ZAPPÀ *et al.*, 1993). Nel considerare questi dati va tenuto presente che le particelle carboniose sono solo in parte costituite da

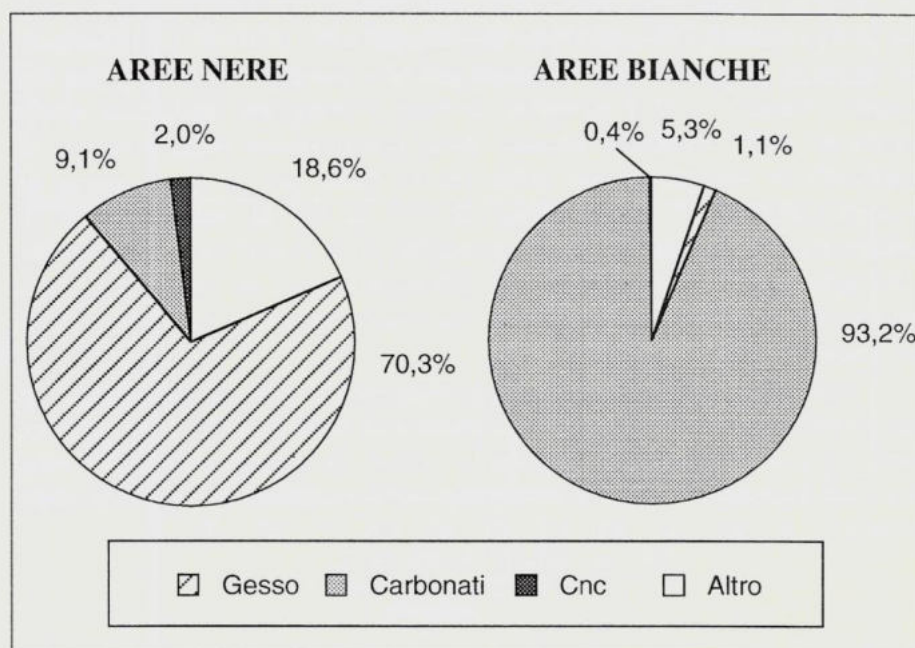


Fig. 3. Concentrazione media di gesso, carbonati e carbonio non carbonatico (Cnc) misurata nelle coste nere e nelle aree bianche degli otto siti esaminati.

carbonio (elementare e organico); esse contengono anche zolfo e metalli pesanti: la concentrazione delle particelle carboniose va quindi considerata maggiore del valore di Cnc. Nei meccanismi di formazione delle patine di gesso le particelle carboniose giocano infine un ruolo importante in quanto contengono, accanto al carbonio, quantità variabili di ferro e vanadio, metalli pesanti noti per il loro effetto catalitico nella reazione di ossidazione in fase eterogenea di S(IV) (MARTIN, 1983).

L'effetto sinergico perpetrato da queste particelle nelle reazioni che portano alla formazione del gesso è tuttora oggetto di ricerca. Prove specifiche di laboratorio, da noi condotte in camera di simulazione in presenza di SO₂ e particelle carboniose su varie tipologie di materiali (pietre: marmo di Carrara, travertino e pietra di Trani; malte aeree e idrauliche), hanno indicato come la presenza di particelle carboniose favorisca la deposizione di SO₂ e la formazione di prodotti di degrado (SABBIONI *et al.*, 1993).

I dati delle concentrazioni elementari, misurate nelle croste nere degli 8 siti urbani esaminati, mostrano un andamento omogeneo per quanto riguarda l'ordine di abbondanza degli elementi, indicando come le componenti che concorrono alla formazione delle croste nere hanno una origine comune (SABBIONI e ZAPPIA, 1992a). In tutti i siti, dopo il calcio e lo zolfo, gli elementi più abbondanti sono il silicio e l'alluminio, fra i metalli pesanti il Fe presenta la più alta concentrazione seguito dal piombo, mentre il V è presente in tutti i campioni analizzati quale tracciante delle particelle emesse dalla combustione degli olii (i.e. il combustibile maggiormente utilizzato in Italia per la produzione di energia elettrica). A scopo esemplificativo in fig. 4a sono riportate le concentrazioni elementari medie misurate nelle croste nere campionate a Bologna: lo zolfo è l'elemento più abbondante (con un valore del 19%), seguito dal Si (5%) e dal Fe (1.4%), che risulta essere il più abbondante fra i metalli pesanti rilevati.

I dati sono stati a questo punto elaborati al fine di identificare le componenti dovute alla deposizione atmosferica sulle superfici carbonatiche. Sono stati a questo scopo valutati i fattori di arricchimento dei vari elementi rispetto alla roccia carbonatica (FA_r) usando la seguente relazione:

$$FA_r = \frac{(X/Ti)_{\text{crosta nera}}}{(X/Ti)_{\text{roccia carb.}}}$$

X e Ti sono rispettivamente la concentrazione dell'elemento X e del titanio nella crosta nera e nella roccia carbonatica.

Quando i valori di FA_r sono prossimi o inferiori all'unità significa

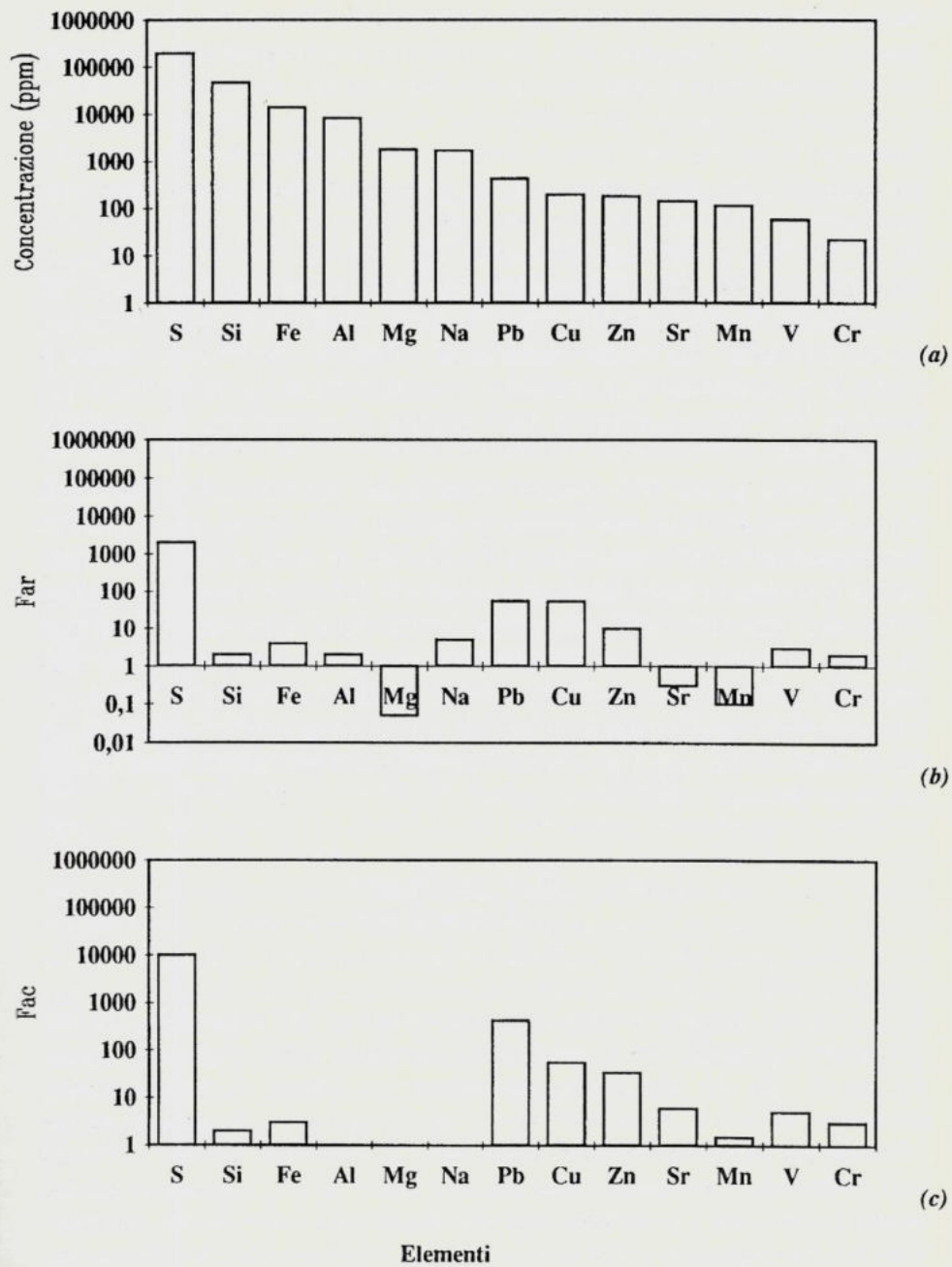


Fig. 4. Concentrazioni elementari e fattori di arricchimento calcolati rispetto alla roccia carbonatica (FA_r) e alla crosta terrestre (FA_c) per il sito di Bologna.

che quell'elemento ha una origine imputabile alla roccia carbonatica. Mentre se FA_r è maggiore di 1, l'elemento ha una origine non legata alla roccia carbonatica, quindi dovuta alla deposizione atmosferica. Come si può osservare a scopo esemplificativo in fig. 4b, lo zolfo ha il più alto fattore di arricchimento: questo elemento, che si deposita sulle superfici sia come SO_2 che come solfato, risulta essere indubbiamente il principale protagonista della deposizione atmosferica, mentre altri elementi, quali Si, Fe, Al, Mg e Na, che presentano alte concentrazioni nei campioni analizzati, hanno FA_r sempre inferiori a 5: questi limitati fattori di arricchimento indicano che la loro presenza nelle croste nere va largamente attribuita alla roccia carbonatica. D'altra parte vi sono elementi che, pur presentando concentrazioni piuttosto basse, quali Pb, Cu e Zn, rivelano FA_r apprezzabili: la loro origine è dovuta alla deposizione atmosferica.

A questo punto si è cercato di effettuare una ulteriore distinzione fra la componente naturale ed antropogenica della deposizione atmosferica inglobata nelle croste nere. La presenza di aerosol marino è stata messa in evidenza su monumenti in pietra in siti quali Venezia, Ravenna e Ancona (ZAPPIA *et al.*, 1989). Per evidenziare ulteriormente quegli elementi che sono traccianti tipici delle sorgenti antropogeniche (impianti di potenza, inceneritori, veicoli), è stato calcolato il fattore di arricchimento (FA_c) rispetto all'aerosol eolico («soil dust»), usando come riferimento valido per i diversi siti la composizione media della crosta terrestre (Mason, 1966) come segue:

$$FA_c = \frac{(X/Ti)_{\text{crosta nera}}}{(X/Ti)_{\text{crosta terr.}}}$$

X e Ti sono rispettivamente la concentrazione dell'elemento X e del titanio nella crosta nera e nella crosta terrestre. Come si può notare in fig. 4c Si, Fe, Al, Mg e Na presentano un fattore di arricchimento prossimo all'unità, indicando come la componente di aerosol eolico naturale sia trascurabile nelle croste nere. Al contrario zolfo e carbonio non carbonatico mostrano i due più alti valori di FA_c e possono quindi essere considerati i principali elementi legati all'inquinamento atmosferico che interagiscono con il nostro sistema, determinando la formazione delle croste nere. Segue il Pb, dovuto alle emissioni dei veicoli a benzina, e Zn tracciante degli inceneritori di rifiuti solidi urbani. Il V è da correlare alle particelle carboniose, essendo un noto tracciante della

combustione degli olii, mentre il Cu è tipico di svariate sorgenti di particelle antropogeniche.

Degrado dei materiali lapidei ad alta porosità (arenarie, calcareniti)

Per i materiali ad alta porosità, come arenarie e calcareniti, le tipologie di degrado osservabili sui monumenti nelle aree urbane sono completamente diverse da quelle sino ad ora descritte, in questo caso le superfici risultano annerite in modo omogeneo indipendentemente dalla geometria della superficie in relazione al dilavamento dell'acqua piovana. La differenza di annerimento rispetto ai materiali a bassa porosità va ascritta ai differenti meccanismi di deposizione e risospensione delle particelle atmosferiche (principalmente particelle carboniose, responsabili del colore delle patine) alla superficie di questi materiali. La rugosità superficiale e la presenza di pori da una parte favoriscono sia la presenza di acqua in fase liquida che la deposizione di gas e particelle, e dall'altra riducono la rimozione dalla superficie delle particelle e dei prodotti di degrado mediante risospensione o dilavamento.

Campionamenti condotti in modo estensivo soprattutto nella città di Bologna hanno permesso di individuare tre strati successivi, che abbiamo convenzionalmente chiamato strati A, B e C. In questo caso lo strato A è costituito da un sottile strato superficiale di spessore dell'ordine del millimetro, lo strato B da uno strato disaggregato sabbioso dell'ordine del centimetro, mentre lo strato C costituisce la roccia originaria. La composizione media dello strato A è risultata molto simile a quella delle croste nere analizzate sui monumenti in marmo e calcare: un esempio della concentrazione elementare rilevata nello strato A di una arenaria campionata alla Basilica di S. Francesco (Tombe dei Glossatori) in Bologna è riportata in fig. 5. Dove lo strato A si distacca dal monumento si ha la perdita totale anche dello strato B, mettendo a nudo la roccia originaria dello strato C ed esponendola ad un nuovo ciclo di attacco (SABBIONI e ZAPPÀ, 1992b).

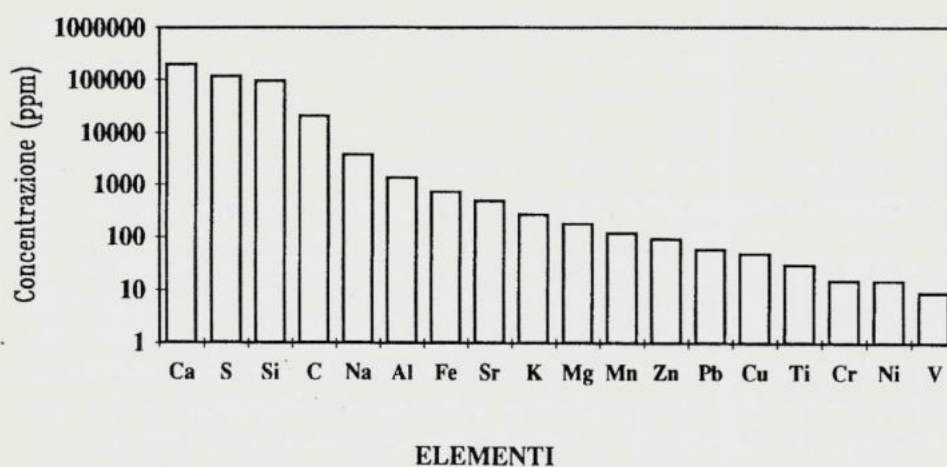
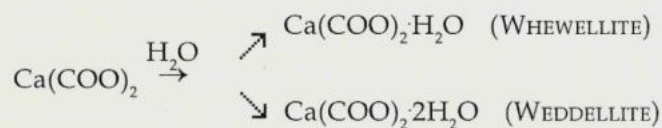


Fig. 5. Concentrazione elementare dello strato A di una arenaria (Tombe dei Glossatori, Bologna)

Weathering biologico

Sui monumenti calcarei è stata spesso segnalata una patina sottile di colore giallo-bruno, non assimilabile a nessuna delle tipologie fino ad ora descritte. L'analisi chimico-mineralogica ha rivelato che queste patine sono costituite da ossalato di calcio monoidrato e biidrato: $\text{Ca}(\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (whewellite) e $\text{Ca}(\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (weddelite). La formazione di questi due minerali è da attribuirsi alla secrezione di acido ossalico da parte di microorganismi (funghi e licheni) che proliferano sui supporti calcarei (SABBIONI e ZAPPÀ, 1991); l'acido ossalico attacca la superficie carbonatica con precipitazione di ossalato di calcio:



Sulle patine di ossalato, accanto a particelle di origine atmosferica quali aerosol eolico e particelle carboniose, sono stati riscontrati cristalli di gesso, indicando come la solfatazione sia un fenomeno successivo alla

formazione degli strati di ossalato. In generale la presenza di patine di ossalato sui monumenti nelle aree urbane costituisce la testimonianza di un fenomeno avvenuto in passato ed ora non più in atto, gli attuali livelli di inquinamento urbano sono infatti incompatibili con la vita di molti microorganismi.

Attualmente il principale meccanismo di degrado delle superfici calcaree è la solfatazione con formazione di patine di gesso. Le analisi eseguite mediante cromatografia ionica (HPLC) di croste nere hanno indicato una concentrazione di acido ossalico intorno ai 100 ppm, confermando come il contributo del weathering biologico alla formazione delle patine sia trascurabile.

Conclusioni

Lo studio delle principali componenti costituenti gli strati di degrado generalmente osservabili su monumenti storici in pietra nelle aree urbane ha messo in evidenza come siano il risultato dell'interazione fra i materiali e i prodotti della deposizione atmosferica. Questi risultati vogliono fornire una prova quantitativa di come gli strati di degrado si siano formati in tempi recenti e inglobino quindi tutte quelle componenti che sono tipiche dell'attuale composizione delle atmosfere urbane.

Ringraziamenti

I risultati di queste ricerche sono stati resi possibile dai finanziamenti ricevuti su questi temi di ricerca: CEE (Contracts ENV 757I, EV 4V 0051I, STEP 900543(9)), CNR-Progetto Finalizzato Energetica (IAB-480), ENEL (CRTN), CNR-Comitato Scienza e Tecnologia dei Beni Culturali.

Bibliografia citata

- AUSSET P., LEFEVRE R. e PHILIPPON J., *Atmospheric alumino-silicate microspherules inside the black crust of altered limestone at Fontevraud Abbey*, in BAER N.S., SABBIONI C. e SORS A.I. (a cura), *Science Technology and European Cultural Heritage*, Butterworth, Oxford, 1991, pp. 452-455.
- BACCI P., DEL MONTE M., LONGHETTO A., PIANO A., PRODI F., REDAELLI P., SABBIONI C. e VENTURA A., *Characterization of the particulate emission by a large oil fuel*

- fired power plant*, «J. Aerosol Science», 14, 1983, pp. 557-572.
- CAMUFFO D., DEL MONTE M., SABBIONI C. e VITTORI O., *Wetting, deterioration and visual features of stone surfaces in an urban area*, «Atmospheric Environm.», 16, 1982, pp. 2253-2259.
- CAMUFFO D., DEL MONTE M. e SABBIONI C., *Origin and growth mechanism of the sulphated crusts on urban limestone*, «Water, Air and Soil Pollution», 19, 1983, pp. 351-359.
- LEYSEN L., ROEKENS E. e VAN GRIEKEN R., *Air pollution-induced chemical decay of a sandy-limestone Cathedral in Belgium*, «Science Total Environm.», 50, 1986, pp.165-182.
- MARTIN L.R., *Kinetic studies of sulfite oxidation in aqueous solution*, in CALVERT J. G. (a cura), *Acid Precipitation*, Ann. Arbor Science, Michigan, 1983.
- MASON B., *Principles of Geochemistry*, Wiley, New York, 1966.
- SABBIONI C., *Characterization of atmospheric particles on monuments by scanning electron microscopy/energy dispersive x-ray analyses*, «Proc. Electron Microscopy EUREM 92», Granada, 2, 1992, pp. 773-6.
- SABBIONI C. e ZAPPIA G., *Oxalate patinas on ancient monuments: the biological hypothesis*, «Aerobiologia», 7, 1991, pp. 31-37.
- SABBIONI C. e ZAPPIA G., *Atmospheric-derived element tracers on damaged stone*, «Science Total Environm.», 126, 1992a, pp. 35-48.
- SABBIONI C. e ZAPPIA G., *Decay of sandstone in urban areas correlated with atmospheric aerosol*, «Water Air Soil Pollution», 63, 1992b, pp. 305-316.
- SABBIONI C. e ZAPPIA G., *Particles emitted by domestic heating units fuelled by distilled oil*, «Atmospheric Environm.», 27, 1993, pp. 1117-21.
- SABBIONI C., ZAPPIA G., GOBBI G. e PAURI M.G., *Deterioration of ancient and modern building materials due to environmental factors*, in BREBBIA C.A. e FREWER R. J.B. (a cura), *Structural Repair and Maintenance of Historical Buildings*, Comput. Mechanics, Boston, 1993.
- ZAPPIA G., SABBIONI C. e GOBBI G., *Weathering layers on stone monuments in maritime localities of Northern and Central Italy*, in ZEZZA F. (a cura), *La conservazione dei monumenti nel bacino del Mediterraneo*, Grafo, Brescia, 1989, pp 79-82.
- ZAPPIA G., SABBIONI C. e GOBBI G., *Non-carbonate carbon content on black and white areas of damaged stone monuments*, «Atmospheric Environm.», 27, 1993, pp. 1117-1121.

IL CLIMA URBANO

*Dario Camuffo**

Introduzione

Dalle notizie di stampa il largo pubblico si sta facendo l'opinione che l'uomo ai primi stadi della propria civiltà sia stato facile preda dei capricci del clima, come avvenne a noi nei secoli passati e come sta attualmente avvenendo nel Sahel, e che ora la situazione si stia capovolgendo, immettendo l'uomo in atmosfera sostanze tali da cambiare il bilancio delle radiazioni e quindi aumentando l'effetto serra.

A questi effetti su scala globale se ne aggiungono altri su scala locale, tanto più marcati quanto più intensa è l'attività umana. L'ambiente urbano ne è un esempio molto importante, anche perché in esso si svolge la maggior parte della nostra vita.

Ma... sono realmente vere queste premesse? Dall'inizio della storia dell'uomo, clima e uomo hanno costituito un binomio indissolubile, influenzandosi l'un l'altro in una lunga serie di retroazioni. Il clima è certamente stato uno dei fattori che molto hanno pesato su decisioni sociali quali abbandonare il paese d'origine, intraprendere migrazioni, assalire popoli vicini con condizioni climatiche più favorevoli. O sul sistema di vita: con società insediate lungo i grandi fiumi che erano gli unici a poter garantire acqua necessaria alla vita e all'agricoltura; o con società nomadi, ove l'avanzare delle stagioni non lasciava a lungo fili d'erba sufficienti a mantenere in vita nemmeno capre.

L'uomo però non si è limitato al ruolo passivo. Già nell'età della pietra strappava i suoi campi alle selve bruciando alberi e col suo girovagare disseminava chiazze di bruciato sui manti boschivi. Finché gli uomini furono po-

* Consiglio Nazionale delle Ricerche, ICTIMA, Padova

chi, questo fu un problema piuttosto limitato, ma ben presto assunse dimensioni diverse. Il problema non fu tanto l'utilizzo industriale, data la scarsa tecnologia degli antichi. I cedri del Libano vennero tagliati per secoli e trasportati in Mesopotamia, in Egitto, ma non crearono mai veri disastri ecologici. Questi avvennero ad esempio quando gli Assiri bruciarono tutti gli alberi delle selve mesopotamiche perché i fuorilegge non trovassero più un facile nascondiglio, o quando i Romani, per l'assedio di Gerusalemme che capitò nel 70 d.C., abbattono tutti gli alberi della regione. Queste furono antiche catastrofi ecologiche che trasformarono irreversibilmente il clima di quelle regioni, e che molto ricordano l'attuale scempio della foresta amazzonica. Tuttavia, prima di continuare, sarà utile chiarire cosa si intende per clima e quali modificazioni sono da attendersi, su scala globale e su scala locale.

Il clima non è definibile in termini di valori medi di alcuni parametri, quali ad esempio la temperatura e la piovosità. Il clima è definito dal ripresentarsi di varie situazioni meteorologiche sulla grande scala sinottica, e che localmente possono dar luogo a situazioni particolari, grazie all'effetto di schermo di una catena montuosa o al rilascio di calore e vapore da grandi distese d'acqua. Sono queste situazioni meteorologiche, con la loro frequenza e la loro durata, che vengono a definire i valori medi dei vari parametri e la loro variabilità interannuale. Non vi è nulla di determinato, se non una certa ripetitività di situazioni cui siamo più abituati e di altre meno frequenti, che chiamiamo «eccezionali» specie quando danno luogo ad effetti particolarmente sgraditi. Queste situazioni sono responsabili non solo nel definire i valori medi globali, ma anche la redistribuzione dell'energia sulla terra, a mezzo dei venti e delle correnti oceaniche.

I sistemi circolatori in atmosfera sono determinati dalle configurazioni bariche che si sviluppano sopra i continenti e sopra gli oceani. Quando i campi di pressione non presentano elevati gradienti lungo i paralleli, le masse d'aria si spostano mantenendosi alla stessa latitudine (circolazione zonale) e la temperatura diminuisce spostandosi verso nord. Nel caso invece di campi barici sviluppati con promontori o saccature lungo i meridiani, la circolazione diviene meridionale, alternando rami caldi di venti da sud a rami freddi della corrente di ritorno da nord. Questa configurazione è responsabile di forti variazioni delle caratteristiche climatiche delle varie regioni interessate, pur senza alterare il bilancio termico su scala globale.

Definire il clima non è una cosa semplice, in quanto con questo nome abbracciamo un insieme di situazioni meteorologiche ricorrenti, senza però che esista nessuna legge che ne garantisca la regolarità. Anzi,

l'irregolarità stessa fa parte delle caratteristiche climatiche, e in quanto tale tende a sfuggire ad una definizione che si basi sulla descrizione dei fenomeni più usuali e sugli andamenti medi, quelli che più usualmente vengono riportati nella definizione climatica di un sito.

Non è solo una curiosa eccezione che il più grande congelamento della laguna Veneta avvenuto negli ultimi due secoli sia capitato nel 1929, proprio vicino al culmine del recente optimum climatico. Ciò sta a significare che il clima non può esser definito solo in termini quantitativi di valori medi, ma anche in termini di frequenza con cui avvengono certe situazioni meteorologiche, per quanto rare queste possano essere.

Il clima si presenta non statico, con variabilità più o meno lenta e non esente da sorprese, fattore questo meglio definibile in termini probabilistici. Nel volere fissare il concetto di clima, occorre quindi ben delimitare la scala temporale e quella spaziale, visto che l'orografia, le masse d'acqua, la vegetazione e vari altri fattori interagiscono con l'atmosfera, alterando il bilancio energetico e la dinamica delle masse d'aria: cioè il clima locale.

La maggior parte degli uomini è interessata al proprio clima su scala locale. Questo può subire indesiderati cambiamenti a seguito di effetti su scala globale (es. effetto serra) o di interventi specifici locali. Nel caso di Venezia, ad es., interventi idraulici sulla laguna fatti a partire dal Medioevo migliorarono molto il clima locale e la salubrità dell'ambiente con la rimozione delle acque stagnanti. Un simile fatto non è nuovo: tali furono le opere irrigue degli Etruschi nella Pianura Padana e così eccellente fu il risultato a Ravenna, dove gli ampi spazi paludosi che godevano del ricambio delle acque di marea non furono mai un problema; anzi il clima di Ravenna era per questo molto rinomato (STRABONE, *Geografia*, V, 1,7) e lì venivano mandati i gladiatori per garantirne l'ottimo stato di salute.

Il regolare ricambio delle acque stagnanti con quelle marine portava a mitigare i rigori invernali e il rischio di congelamento delle acque basse; d'estate la calura veniva ridotta, come pure l'evaporazione da acque fresche era inferiore a quella che vi sarebbe stata sulle più calde acque delle paludi. La temperatura inferiore delle acque d'estate riduceva o addirittura impediva lo sviluppo della zanzara anofele e quindi della malaria.

Da sempre l'uomo è stato attento al clima nella scelta del sito in cui costruire la propria città o semplicemente la propria casa. Di questo ne trattano ampiamente, per esempio, Ippocrate nel *Perì Topon*, Vitruvio nel *De Architectura*, Plinio il Giovane nelle *Epistole*, Palladio nei *Quattro libri dell'Architettura*.

La serie delle temperature

Data la sua grande variabilità, il clima va considerato nel suo insieme su lunghi periodi di tempo, cercando di evidenziare i possibili cambiamenti di andamento. La ricostruzione del clima del passato può esser fatta in modi diversi: sulla base dei dati meteorologici strumentali, ma con questi si può ricostruire bene solo l'ultimo secolo; solo in alcuni casi fortunati si riesce a risalire agli ultimi 2 secoli e mezzo. La rilettura e l'analisi dei dati d'archivio (cronache, annali, diari, regesti, annotazioni in lettere o altro) permette abbastanza bene la ricostruzione degli ultimi 2 millenni e mezzo, ma con relativamente buona risoluzione l'ultimo millennio. Dati naturalistici basati sullo sviluppo degli anelli di crescita degli alberi danno utili informazioni sugli ultimi secoli e in alcuni casi sull'ultimo millennio. Altri tipi di dati naturalistici permettono una ricostruzione su scala di tempo molto maggiore, ma la loro risoluzione temporale diviene assai bassa. Nel caso della climatologia urbana, due tipi di dati sono particolarmente utili: le serie meteorologiche strumentali e i dati d'archivio.

A Padova esiste una tra le più lunghe serie meteorologiche strumentali esistenti, che comprende altri parametri in aggiunta alle precipitazioni già analizzate (CAMUFFO, 1984): le serie barometrica, della temperatura, del vento e di osservazioni a vista. Per quanto riguarda la serie delle temperature, essa cominciò con Poleni nel 1725 seguendo le istruzioni di Jurin, segretario della Royal Society di Londra, che suggeriva di misurare all'interno dell'abitazione, in una stanza esposta a nord in cui preferibilmente non venisse mai acceso il fuoco, per cui l'onda termica diurna doveva venire filtrata dalla diffusività termica della muratura ed una sola misura doveva esser sufficiente, una volta filtrate così le fluttuazioni con periodo inferiore alle 24 ore.

Il principio poteva esser buono, ma assai utopistica la realizzazione: in caso di vento la scarsa tenuta degli infissi cambiava fortemente il periodo di smorzamento, la capacità termica dell'insieme non assicurava certo un filtro esatto di 24 ore, la costante di tempo durante il riscaldamento non coincide con quella del raffreddamento essendo dovuta a processi fisici diversi, e per di più le «costanti di tempo» sono in realtà funzioni variabili con la situazione meteorologica esterna, le attività umane nell'abitazione non lasciavano imperturbato il sistema e così via.

Per valutare almeno alcuni di questi errori sarebbe stato utile eseguire misure in continua all'interno e all'esterno della casa del Poleni che era stata disabitata a lungo, ma nel frattempo sono iniziate delle opere di ristrutturazione che hanno cambiato la situazione. Un fattore

comunque ignoto sarebbe rimasto la quantità di calore fornita dalle abitudini culinarie di casa Poleni.

Successivamente le misure sono passate alla Specola e si può controllare la posizione dei chiodi ancora esistenti per avere un'idea della rappresentatività dell'esposizione, dell'irraggiamento solare possibile e della restituzione di calore da parte delle strutture murarie più vicine.

Anche in questo caso le misure venivano effettuate ad ore fisse per certi periodi di tempo noti, ma l'orario utilizzato da molti (es. Magistrato alle Acque) comporta un campionamento a distanza variabile con la stagione rispetto all'alba e al tramonto, sicché le medie ottenute in estate non sono paragonabili con quelle invernali, anche se comunque rimane la possibilità di paragonare fra loro le serie dei mesi omologhi.

Questa felice idea viene però scoraggiata dall'osservazione che le ore di misura non sono state rigorosamente le stesse durante la serie, ed anche negli spezzoni omogenei la non precisione dell'istante di lettura si traduce in variazione termica apparente e notevole, per il progredire dell'onda diurna.

Ciò ha suggerito di prendere tutti i dati, inserirli nell'onda diurna tipo per il giorno dell'anno e nella situazione meteorologica corrispondente, per poi passare ai dati orari così calcolabili, e infine da questi calcolare i valori medi diurni più affidabili. Questo lavoro per utilizzare correttamente i dati non è stato mai fatto per le altre serie secolari che sono state analizzate secondo due fasi distinte: il problema classico di ricostruire le scale termometriche usate nel passato; elaborazione statistica dei dati ridotti in unità convenzionali.

È fuor di dubbio l'importanza della serie, ma questa non può dir molto sull'evoluzione del clima nei tempi recenti perché la città è andata sviluppandosi in questo periodo, avvolgendo progressivamente nella propria isola di calore sempre crescente il posto di osservazione. Quest'isola di calore poi non è stata solo funzione delle dimensioni topografiche della fascia urbana, dell'aumento della superficie asfaltata a scapito di terreno erboso o della densità di popolazione, ma anche delle tecnologie usate per il riscaldamento e l'isolamento domestico, della variazione nell'uso dei vari combustibili, delle leggi per l'austerità e del traffico veicolare.

Ciò porterebbe a ritenere più affidabili le serie aeroportuali da affiancare a quelle urbane per i tempi moderni. Tuttavia, per poterne stabilire il coefficiente di correlazione, più lungo è il periodo scelto per il paragone, maggiori sono le differenziazioni tra le condizioni aeroportuali e quelle urbane (un problema molto simile al principio di indeterminazione)

e le fluttuazioni dei due sistemi rendono ancora più incerta la definizione. Inoltre, anche l'aeroporto di Padova ora è entrato nella fascia cittadina e ha assunto piste in cemento.

Queste sono le principali difficoltà che devono essere affrontate, e che comunque sconsigliano di utilizzare le lunghe serie climatiche strumentali per individuare un trend secolare nei tempi moderni in cui l'isola di calore urbano viene a sovrapporsi all'andamento climatico naturale.

Il clima urbano

La presenza stessa di una città, con la sua urbanistica, con le sue caratteristiche architettoniche e l'attività di coloro che vi abitano, altera localmente il clima regionale, inducendo interazioni caratteristiche, più o meno violente con l'atmosfera. Queste sono responsabili di una nuova definizione di clima locale: il clima urbano, le cui principali caratteristiche sono così sintetizzabili.

Isola di calore.

È ovvio che tutto il calore disperso dalle attività antropiche va, in ultima analisi, nell'atmosfera, generando un massimo termico in confronto alla circostante campagna. Questo effetto viene generato anche dalla stessa struttura della città. In confronto alla verde campagna pianeggiante, o con moderati declivi, la città costituisce con le pareti verticali delle case e con i tetti embriciati in terracotta, un efficace sistema di cattura e di immagazzinamento dell'energia solare, che viene poi restituita all'atmosfera. Ciò potenzia l'effetto di «isola termica» che mantiene la città più calda della circostante zona rurale, fenomeno particolarmente evidente di sera e nelle prime ore della notte. L'isola di calore diminuisce l'intensità e la frequenza delle nebbie rispetto alla zona rurale circostante.

Risalita convettiva.

Il calore rilasciato dalla città rende l'aria che la sovrasta meno densa, originando così un risalita convettiva quando la stabilità atmosferica lo permette. In queste condizioni, se vi è una bassa copertura stratiforme

(frequente d'inverno e nelle mezze stagioni), la risalita convettiva la fora e si può notare una zona d'azzurro sopra la città. L'effetto più vistoso avviene d'estate, quando l'altezza raggiunta dalla colonna ascendente d'aria calda raggiunge la quota in cui avviene la condensazione e si formano le nubi. Se la nube cumuliforme così generata riesce a svilupparsi sufficientemente, possono avvenire precipitazioni temporalesche limitate alla città o alla zona sottovento a questa. Questo fenomeno è particolarmente marcato nel caso di città di notevoli dimensioni, e il particellato urbano contribuisce, fungendo da nucleo di condensazione, ad aumentare la frequenza delle precipitazioni estive.

Disturbo aerodinamico alle correnti aeree.

In caso di vento, è ben noto che la presenza dei palazzi tende a stabilire al suolo delle zone di riparo. Tuttavia, le distorsioni create al campo del vento non sono omogenee, e vi sono delle zone in cui effettivamente il vento viene attenuato, ma altre in cui l'intensità del vento viene accentuata, a causa di turbolenza indotta o di incanalamento. Un passante in transito su queste zone può scambiare per una raffica, ma un osservatore locale può delimitare esattamente i limiti della zona in cui, ad esempio, si piegano gli ombrelli.

Nelle ore notturne, quando nella zona rurale circostante si è formata l'inversione notturna, il suolo coperto da aria più fredda e densa si trova in una quiete pressoché assoluta, mentre sopra questo «mare» d'aria fredda scivola velocemente il vento, se non è caratterizzato da raffiche in grado di distruggere la stabilità atmosferica al suolo. Le costruzioni più alte possono emergere dallo strato stabile, rientrando nello strato di vento più intenso. In questo caso, la turbolenza indotta crea un rimescolamento nelle masse d'aria, con l'effetto di rallentare quelle più alte ed accelerare quelle più basse. La ventilazione urbana quindi può essere maggiore di quella rurale nelle ore notturne.

Diffusione e trasporto di inquinanti.

Diversi sono meccanismi che intervengono a questo proposito.

L'attività di risalita convettiva sopra la città prevede necessariamente una convergenza di masse d'aria dalla zona circostante e una discesa di aria al contorno, per formare nella sua interezza la cella convettiva. Questo moto tende ad abbassare i fumi che si trovano a qualche cen-

tinaio di metri d'altezza, facendoli piombare all'interno della città, con un fenomeno noto come «fumigazione». Anche la turbolenza indotta dalle costruzioni alla ventilazione locale può causare un aumento della concentrazione al suolo di inquinanti che si trovavano originariamente a quote più elevate. Per lo stesso motivo vengono invece maggiormente diffusi gli inquinanti emessi in prossimità del suolo, migliorando la situazione per i passanti e per quanti abitano a pianterreno, ma peggiorandola per gli altri.

La geometria dell'insieme causa nelle strade il cosiddetto «effetto canyon», per cui le masse d'aria che fluiscono a livello dei tetti, perpendicolarmente alla strada, scendono nell'avvallamento per poi risalire. Con questo gli inquinanti raccolti dai camini vengono trasportati al suolo, lambendo le facciate delle case da un versante in discesa, dall'altro in risalita. Tra le due schiere di palazzi affacciati si forma un vortice stazionario. Nel caso in cui la circolazione anemologica sopra al livello dei tetti sia invece parallela alla strada, la massa d'aria che s'infiltra in questo «canyon» rimane imprigionata, senza possibilità di rimescolamenti con altra aria, se non molto parzialmente, nella parte alta. Ciò porta ad un continuo arricchimento degli inquinanti emessi a livello del suolo dal traffico autoveicolare, sino a raggiungere livelli preoccupanti.

Un'altra forma di inquinamento urbano è legato al suo microclima, più precisamente all'isola di calore e alla risalita convettiva che, come s'è visto, aumenta le precipitazioni locali. Le goccioline di pioggia, cadendo, hanno una grande efficacia nel rimuovere dall'atmosfera tutte le particelle in sospensione e buona parte delle sostanze gassose, facendole ricadere nella città stessa sotto forma delle cosiddette «piogge acide». Non per svalutare il fenomeno delle piogge acide, ma per evidenziare la presenza di uno peggiore, si ricorda che in un ambiente urbano le deposizioni in fase umida sono solo una parte molto modesta delle deposizioni in fase secca.

Conclusioni

Una domanda che possiamo porci è quanto il clima urbano si discosti dal clima zonale indisturbato. Il problema non è di così facile risposta, perché non esiste un clima zonale indisturbato, essendo il clima zonale, punto per punto, caratterizzato da altrettanti microclimi, la cui media può esser considerata, in prima approssimazione e con molta

cautela, come clima zonale. In tal senso esistono molti studi che permettono di valutare, almeno nelle linee generali, l'effetto urbano sull'ambiente circostante. Questo approccio si basa ovviamente sul confronto di dati ambientali misurati simultaneamente in punti diversi, in modo da evidenziare le singolarità emergenti in corrispondenza del sito urbano.

Possiamo anche considerare un approccio diverso, considerando, anziché le variazioni spaziali, quelle temporali. Questo punto di vista è certamente il più interessante, dato che proprio nelle città sono iniziate le prime serie di misure meteorologiche, alcune delle quali durano ininterrottamente da più secoli. Queste preziosissime serie, però, si trovano ad incorrere nel gravissimo inconveniente che le città sono cresciute grandemente negli ultimi anni. Ciò permetterebbe di estrarre l'alterazione urbana, se il clima fosse rimasto costante, come pure l'assetto del territorio. Ma anche il clima zonale è soggetto a variabilità, e non gode di documentazioni così antiche come quello urbano, che un tempo era soggetto ad effetti antropici assai modesti. Anche il territorio rurale è stato, in moltissimi casi, alterato da opere di bonifica e di trasformazione del territorio e della vegetazione naturale od agraria, venendo così ad alterare tutto il bilancio energetico al suolo e, conseguentemente, gli scambi con l'atmosfera. Pertanto, una valutazione esatta dell'evoluzione nel tempo del «disturbo antropico» rimane sempre, almeno parzialmente, indeterminata.

Si è visto che la stessa struttura architettonica di una città e l'attività umana al suo interno portano a delle modificazioni dell'ambiente naturale che possono presentare alcuni vantaggi, ma certamente anche notevoli svantaggi, che devono essere minimizzati per quanto possibile, dato che in una città sono affidati in massimo numero i più alti patrimoni dell'umanità: dalla salute ai beni culturali, tutti esposti a grave rischio.

Questo può esser certamente ridotto con una appropriata politica urbanistica, che riduca, ad esempio, le emissioni di inquinanti all'interno della città (riscaldamento, trasporti pubblici e privati, viabilità, orari differenziati, coibentazioni termiche), aumenti i polmoni di verde, scelga le tipologie edilizie e le modalità costruttive più idonee.

Una tale lungimirante politica sortirebbe però a magri effetti se non venisse accompagnata anche da una, generalmente mancante, coscienza cittadina del rispetto di sé e degli altri, dimostrabile a partire dalla rinuncia al fumo, dall'uso della bicicletta quando possibile, dall'adozione dei carburanti meno inquinanti (anziché dei meno costosi) e dal

risparmio energetico realizzabile anche con mezzi come il contenimento delle velocità e delle accelerazioni di auto e motoveicoli.

Ringraziamenti

Queste ricerche vengono effettuate nell'ambito del programma «Climatology and Natural Hazards» della Commissione della Comunità Europea, Contr. EV4C-0082-I.

Bibliografia

- BERGER A., SCHNEIDER S. e DUPLESSY J.C.L., *Climate and Geo-Sciences*, Kluwer, Dordrecht, 1989.
- BRIMPLECOMBE P., *The Big Smoke*, Methuen, Londra, 1987.
- BUDYKO M.I., GOLITSYN G.S., IZRAEL Y. A., *Global Climatic Catastrophes*. Springer-Verlag, Berlino, 1988.
- CAMUFFO D., *Clima e Uomo*, Garzanti, Milano, 1990.
- CAMUFFO D., *Freezing of the Venetian Lagoon since the IX Century AD in Comparison to the Climate of Western Europe and England*, «Climatic Change», 10, 1987, pp. 43-66.
- CAMUFFO D., *Deterioration Processes of Historical Monuments*, in SCHNEIDER T. (a cura) *Acidification and its Policy Implications*, Elsevier, Amsterdam, 1986, pp. 189-221.
- CAMUFFO D., *Analysis of the Series of Precipitation at Padova, Italy*, «Climatic Change», 6, 1984, pp. 55-77.
- CAMUFFO D. e CAVALERI L., *Oscillations in Pollutant Concentration Occurring in Cold Offshore Flow over Venice*, «Atmosph. Environm.», 14, 1980, pp. 1235-62.
- CAMUFFO D., DE BORTOLI M., e GAGLIONE P., *Tests on Atmospheric Diffusion with Tracers in an Urban Area*, NATO/CCMS, Bruxelles, 108, 1979, pp. 347-59.
- COLACINO M., *Use of Radiometric Measurements for the Study of Rome Heat Island*, «Arch. Met. Geoph. Biokl.», 26, 1978, pp. 207-217.
- COLACINO M. e DELL'OSSO L., *The Local Atmospheric Circulation in the Rome Area: Surface Observations*, «Boundary Layer Meteor.», 14, 1978, pp. 133-151.
- FLOHN H. e FANTECHI R., *The Climate of Europe: Past, Present and Future*, Reidel, Dordrecht, 1984.
- HENDERSON-SELLERS A. e ROBINSON P.J., *Contemporary Climatology*, Longman, Harlow, 1986.
- KONDRATYEV K.YA., *Climate Shocks: Natural and Anthropogenic*, Wiley, New York, 1988.
- MUNN R.E., *Descriptive Micrometeorology*, Academic Press, New York, 1966.
- OKE T.R., *Boundary Layer Climates*, Methuen, Londra, 1981.
- SANTOMAURO L., *Dinamica dell'inquinamento atmosferico da impianti industriali*, Calderini, Bologna, 1975.

LA RISORSA ACQUA E L'AMBIENTE

*Giulio Cesare Carloni**

Premessa

Da vent'anni in Italia si parla di «ambiente» e di «territorio». Da dieci la parola «ecologia» ha assunto un significato per l'uomo della strada. Da qualche anno l'industria ha scoperto che produrre inquinando meno genera maggiori profitti. Ma solo con la costituzione del Ministero dell'Ambiente è divenuto possibile un confronto a livello politico tra i vari protagonisti di una strategia ambientale tesa da un lato ad una azione di tutela e protezione dell'ambiente sotto qualsiasi profilo lo si veda, dall'altro ad uno sviluppo razionale del Paese, che non ne pregiudichi la sua sopravvivenza negli anni futuri.

Alle soglie del 2000 i protagonisti della cosiddetta politica ambientale sono i cittadini, le istituzioni, il mondo produttivo e la scuola nella sua accezione più ampia. Soltanto con uno stretto rapporto e con un costante scambio di esperienze tecniche e pratiche tra questi protagonisti si può cercare prima e consolidare successivamente una collaborazione tesa a consentire piani di sviluppo sia dell'ambiente fisico, sia di quello antropizzato dalle infrastrutture e dai servizi ad esso connessi.

Alla fine degli anni Sessanta sono stati effettuati i primi tentativi di fare entrare i parametri dell'ambiente nel calcolo economico, ma soltanto con l'introduzione della legge sulla Valutazione d'Impatto Ambientale (V.I.A.) anche da parte del nostro Stato, si è dato il via alla conservazione e al recupero delle condizioni ambientali, nonché alla valorizzazione del patrimonio naturale e alla difesa delle risorse naturali dall'inquinamento. Se lo spreco del bene ambiente fino a qualche anno fa si poteva

* Istituto di Topografia, Geodesia e Geofisica Mineraria dell'Università di Bologna

considerare la conseguenza di un uso razionale delle risorse, oggi alla luce di una presa di conoscenza del problema e delle sue effettive possibilità di intervento si deve operare adeguatamente nella realizzazione di programmi di sviluppo e dei grandi progetti ingegneristici che ad essi si accompagnano.

La città di Bologna, che, avendo una dimensione medio-grande, sotto certi aspetti può considerarsi un'isola felice nel marasma generale che caratterizza i centri metropolitani italiani, è stata sempre più investita nell'ultimo decennio da alcuni problemi di notevole complessità: traffico, viabilità, rumore, inquinamento idrico e atmosferico, abbassamento del suolo, degrado dei beni monumentali e paesaggistici.

Non mi soffermerò più di tanto su questi temi, sufficientemente noti ai più, se non per fare alcune considerazioni sulla «risorsa idrica» in una dimensione più ampia, che è quella dell'area padana.

In materia di Risorsa idrica è bene subito precisare che complesse e variegate sono le questioni che si sono andate via via individuando negli ultimi decenni. Prima fra tutte è quella della «Tutela della risorsa idrica» subito dopo la questione dell'«Uso plurimo delle acque».

Tutela della risorsa idrica

Per quanto riguarda la tutela c'è da dire che anche per l'area Padana, in cui ricade buona parte del territorio bolognese, come per altre porzioni di territorio nazionale e non, sono da tenere presenti i rapporti tra Territorio ed Acqua: il primo considerato sia come ambiente fisico, che antropizzato, la seconda sia come risorsa naturale, che come servizio primario. La fig. 1 mostra schematicamente le interazioni tra il Sistema Acqua, secondo i due approcci suddetti, ed il Sistema Territorio secondo i corrispondenti approcci di ambiente naturale e sede di insediamenti. Anche con la semplificazione adottata emerge immediatamente la complessità del problema. Si individuano tre reti idriche sovrapposte ed interferenti, di cui due «naturali» (i corsi d'acqua superficiali e le falde idriche sotterranee) ed una «artificiale», costituita da vari sistemi quali acquedotti, fognature, impianti irrigui, canalizzazioni, drenaggi, ecc. Sotto questo aspetto quanto più l'area è densamente abitata ed evoluta, quanto più le dimensioni dei bacini sono ridotte e più importanti i flussi sotterranei e quanto più le risorse sono limitate in relazione ai fabbisogni, come si verifica generalmente in Italia, tanto più la rete

artificiale deforma le caratteristiche originarie di quota, ubicazione, tempi, quantità e qualità delle reti naturali e tanto più inestricabili divengono le interazioni tra Acqua-risorsa ed Acqua-servizio. I due sistemi, quello naturale e quello artificiale, si integrano reciprocamente fino a costituire un sistema idraulico unico, assai complesso e strettamente connesso al territorio. Da quanto accade nel settore acqua, discende immediatamente la necessità di far fluire risorse finanziarie verso infrastrutture urbane ed industriali a tutela di una Risorsa che fa parte dell'Ambiente.

Il completamento e l'adeguamento del depuratore della città di Bologna, ad esempio, è determinante non solo per il suo territorio, ma per l'intera regione e per tutto il paese in previsione dei benefici che ne deriverebbero per lo stesso mare Adriatico.

Analogamente, la scelta strategica dell'utilizzo delle acque di superficie a scopi idropotabili e la consapevolezza del valore delle acque di falda che vanno tutelate adeguatamente richiede la predisposizione di interventi di prevenzione, salvaguardia e controllo dei fiumi Reno, Setta e Savena e dei territori circostanti che hanno assunto sempre più ruoli e funzioni determinanti per la qualità della vita. A tale azione protettiva si deve aggiungere però la creazione non più dilazionabile, come ha dimostrato la siccità del 1988-89, di invasi di piccola e media capacità sulle zone montane, onde creare riserve idriche da utilizzarsi sia ad uso idropotabile, che a scopi di regimazione delle portate dei corsi d'acqua, che ci ostiniamo a chiamare fiumi, ma che in realtà non sono altro che torrenti con portate variabilissime e soltanto per brevi periodi dell'anno a carattere continuo.

Uso plurimo delle acque

Passando alla seconda questione la metodologia di approccio per l'utilizzo razionale della risorsa acqua si basa essenzialmente su due principi:

1. l'adozione del «bacino idrografico» come ambito territoriale di base per la ricerca, lo studio, la pianificazione, la programmazione, la tutela e la gestione della risorsa;
2. il superamento della concezione che tende a distinguere gli aspetti della «difesa del suolo» (alluvioni ed eventi franosi, legati all'erosione in generale) da quelli della gestione complessiva del ciclo

INTERAZIONE ACQUA-TERRITORIO

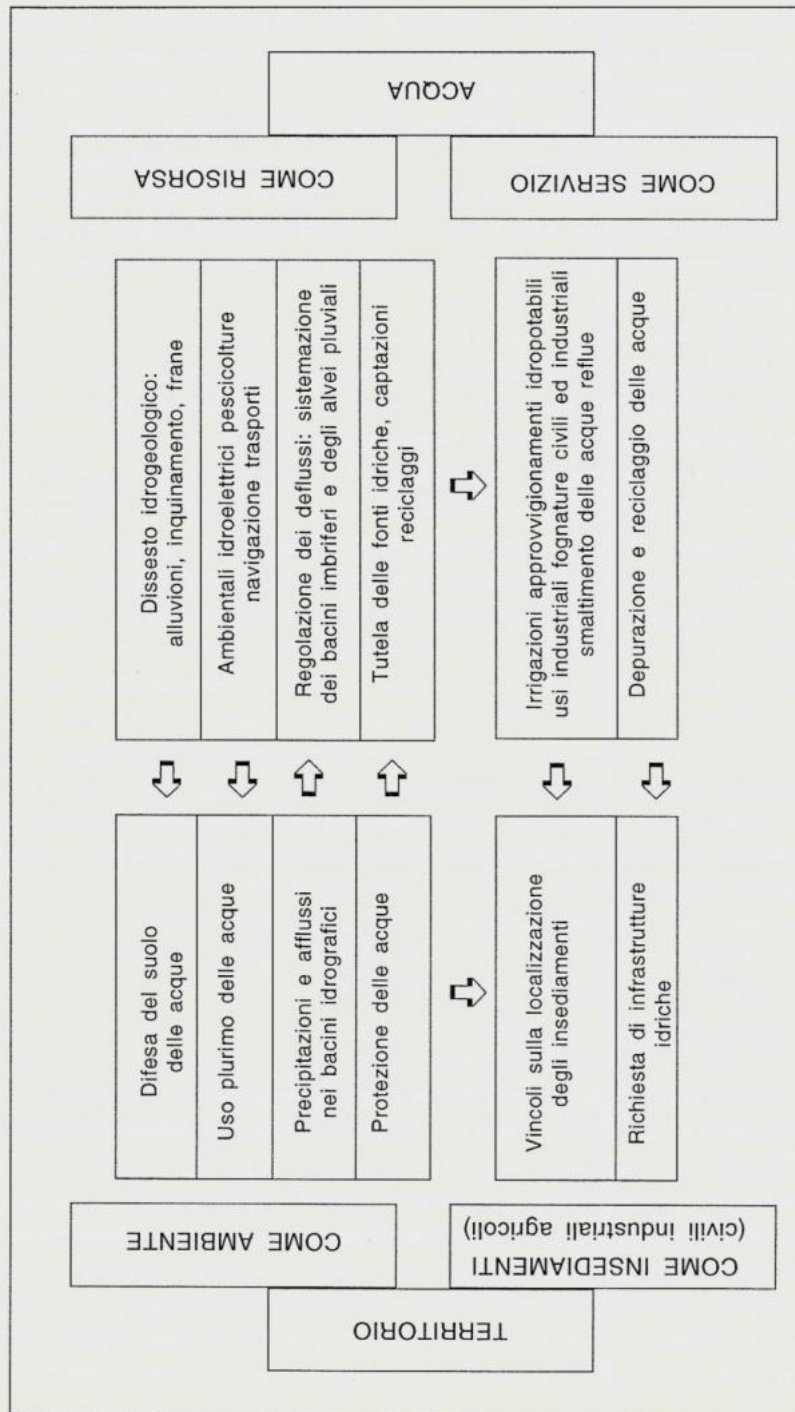


Fig. 1. Interazioni fra Sistema Acqua e Sistema Territorio.

integrale dell'acqua, e dell'uso reale del suolo, per affermare invece la necessità di un approccio intersettoriale ed interdisciplinare a tutti i problemi che con l'acqua abbiano implicazioni nell'ambito di una programmazione generale.

Le risorse naturali del territorio, ivi comprese le risorse idriche superficiali e sotterranee, costituiscono infatti un bene comune cui la progressiva diminuzione relativa, in rapporto all'aumento degli utenti e delle esigenze conferisce un rilevante valore economico.

Il momento della programmazione dell'uso della Risorsa idrica a fini plurimi diventa in tal modo quello in cui vanno verificate e confrontate le scelte da effettuarsi per soddisfare anche le diverse esigenze della difesa idraulica, della localizzazione degli insediamenti, degli obiettivi di qualità da garantirsi per ciascun corpo idrico, ecc.

Nella regione Emilia-Romagna, caratterizzata da una morfologia diversificata dalla pianura alla catena appenninica, la Pianificazione della risorsa idrica deve basarsi su:

- a) la valutazione del volume complessivo delle risorse idriche tenendo distinte quelle disponibili da quelle captabili attraverso interventi infrastrutturali, sufficienti a coprire a medio e lungo termine l'incremento della domanda nei vari settori civili e produttivi secondo uno sviluppo equilibrato;
- b) la individuazione della salvaguardia del Po e della tutela delle acque sotterranee quali obiettivi strategici fondamentali;
- c) la conseguente necessità di garantire la tutela delle fonti esistenti, di razionalizzare il sistema di accesso alle risorse al fine di abbattere gli «sprechi» e rimuovere i «privilegi».

In questi ultimi anni sono stati predisposti una serie di atti legislativi quali ad es. la legge nazionale 10.XII.1980 per la «Protezione del territorio di Ravenna dal fenomeno della subsidenza» e la legge regionale n. 9 del 1983 per la «Redazione del Piano territoriale regionale per il risanamento delle acque». Mentre sul piano tecnico-normativo sono diventati sempre più impellenti a) il Catasto regionale dei pozzi per uso extra domestico; b) la predisposizione del Piano di controllo degli emungimenti nelle aree di pianura soggette a subsidenza e c) infine sul piano delle infrastrutture la realizzazione di bacini di ritenuta quali la diga di Castrola, che garantirà il rifornimento idrico del territorio provinciale di Bologna e il completamento dei lavori del canale emiliano-romagnolo. Quest'ultimo rappresenta la struttura fondamentale in grado di assicurare la risorsa per usi industriali, irrigui e anche civili a vaste aree della regione Sud-Orientale. Senza ignorare la realizzazione di

opere di acquedottistica industriale nel ravennate e nel bolognese e di acquedottistica civile e ad usi plurimi nel ferrarese e nel modenese-reggiano.

Partendo da queste premesse l'obiettivo è quello di arrivare ad un livello di pianificazione sufficientemente omogeneo in tutto il territorio sulla base delle indicazioni a suo tempo redatte dal «Piano per la salvaguardia e l'utilizzo ottimale delle risorse idriche in Emilia-Romagna» (Idroser 1980) relativamente:

- all'aggiornamento e modifica del Piano Regolatore generale degli Acquedotti perseguendo l'obiettivo primario di assicurare il soddisfacimento delle esigenze idropotabili e civili;
- alla razionalizzazione e all'ottimizzazione tecnico-economica delle pratiche irrigue nel territorio regionale;
- alla garanzia per il settore produttivo di un'adeguata disponibilità di risorse, sia in termini quantitativi che qualitativi, in uno scenario che preveda un ragionevole livello di adozione di pratiche di risparmio e riciclo del bene acqua;
- alla tutela del territorio dal manifestarsi di fenomeni conseguenti a un distorto o non razionale uso della Risorsa e in particolare dall'abbassamento del suolo;
- all'assicurazione di un livello diffuso di qualità ambientale e di tutela dei valori naturali.

Piani di bacino idrografico

La metodologia per la redazione di un piano di bacino idrografico si articola in due fasi distinte:

A) FASE CONOSCITIVA, che prevede l'individuazione, la raccolta, l'elaborazione, la valutazione critica, l'organizzazione e la memorizzazione dei dati necessari alla conoscenza del sistema fisico territoriale e di quello socio economico.

Schematicamente si possono considerare cinque sistemi principali che formano l'oggetto di indagine di questa fase:

- il sistema fisico
- il sistema socio-economico
- gli usi della risorsa
- gli aspetti qualitativi

- i vincoli derivanti dagli atti programmatici ed amministrativi vigenti

Tale fase provvederà, per ciascuno di essi e a livello di ogni singolo bacino, la valutazione delle quantità in atto verificando ed estendendo il cumulo delle conoscenze già in larga parte disponibili nella nostra regione anche attraverso studi ed indagini specifiche.

Tali indagini prenderanno in esame separatamente il sistema dei corpi idrici superficiali, naturali ed artificiali, e quello delle acque sotterranee, valutandone le interazioni.

Per le acque superficiali i dati riguarderanno la situazione dei prelievi, concessi a diverso titolo, nonché l'effettivo grado di utilizzazione e saranno organizzati in un apposito catasto unitamente ad un monitoraggio dei bacini idrografici.

Per le acque sotterranee si dovrà provvedere al censimento completo dei pozzi e relativo catasto per tutta l'area regionale. Tale catasto, impostato su base automatica, individuerà per ciascun pozzo extradomestico il titolare, la localizzazione, la portata, le caratteristiche tecnico costruttive e i dati stratigrafici. Per i pozzi domestici, definiti tali dalle normative nazionali e regionali, i dati saranno riferiti ad aree di prelievo, mentre l'entità dello stesso sarà valutata a stima.

Tali dati permetteranno di ricostruire la situazione di ciascun corpo idrico per gli aspetti freaticometrici, di permeabilità, del coefficiente di immagazzinamento, integrati con quelli relativi alla qualità. Sarà opportuno infine il potenziamento della rete di controllo qualora esista.

B) FASE PROPOSITIVA, nella quale si delineano e si valutano comparativamente i possibili interventi; per quanto riguarda in particolare gli usi, questi possono essere suddivisi in:

- usi idropotabili e civili
- usi agricoli ed irrigui
- usi produttivi industriali
- usi energetici
- usi ai fini della navigazione
- usi ricreativi e turistici
- usi ambientali.

Un primo incrocio fra i dati relativi agli usi in atto con quelli che definiscono il sistema fisico permetterà di tentare un bilancio in termini quantitativi. Dall'incrocio tra usi e sistema socio-economico potrà invece essere effettuata una stima dei parametri relativi agli standards di consumo, la proiezione degli stessi ai vari orizzonti temporali fissati in fase di pianificazione e la conseguente determinazione teorica della

risorsa necessaria. A questo punto sarà possibile, tenendo anche conto dei dati relativi agli aspetti qualitativi, una valutazione ragionata della situazione emergente che evidenzia le situazioni critiche sia in atto che potenziali e delinea le linee di intervento tenendo presente:

- che la priorità deve essere assegnata al soddisfacimento delle esigenze per usi civili, garantendo standards di dotazione idrica per abitante omogenei sul territorio regionale ed adeguati alle complessive necessità della società civile;
- che per gli usi agricoli è considerato vincolante il soddisfacimento dei bisogni, conseguenti all'attuale assetto territoriale, mentre verrà assoggettato ad una analisi costi-benefici, in termini di incremento di reddito netto, l'eventuale soddisfacimento di ulteriori fabbisogni;
- che per gli usi produttivi industriali è prioritario il soddisfacimento delle esigenze del settore, valutate sulla base di una previsione di sviluppo desumibile dagli strumenti della pianificazione economica e territoriale, individuando standards di consumo che tengano conto di quanto lo sviluppo tecnologico e la razionalizzazione dei processi produttivi già offrono in termini di risparmio idrico;
- che per gli usi energetici è vincolante il mantenimento delle attuali disponibilità, mentre eventuali possibili incrementi saranno assoggettati all'analisi costi-benefici, in termini di incremento del reddito netto, come beneficio economico;
- che le portate minime necessarie ad assicurare la navigazione devono essere considerate vincolanti;
- che tutti gli usi considerati devono sottostare alla V.I.A. al fine di garantire comunque la tutela dei valori ambientali più tipici e significativi.

Si ritiene necessario infine tenere presente che una parte importante delle attività sopra indicate, e in particolare quelle relative ai vari aspetti della fase conoscitiva, sono già in atto, a cura delle Amministrazioni Provinciali nell'ambito della redazione dei «Piani territoriali regionali per il risanamento e la tutela delle acque» articolati anche essi a livello di bacino idrografico come previsto dalla legge regionale 1 febbraio 1983 n. 9.

Le leggi antinquinamento e l'impatto ambientale

Il controllo dell'inquinamento ambientale è perifericamente affidato ai Laboratori Provinciali d'Igiene e Profilassi su cui incombono tutti gli

altri ampi compiti del controllo della salute pubblica, dall'igiene degli alimenti alla profilassi antirabbica.

Se fino a qualche decennio fa, per una peculiare situazione geografica, idrologica ed economica, il problema degli inquinamenti non ha rappresentato una delle insidie fondamentali per la nostra nazione impegnata a difendersi contro altri tipi di calamità, quali la miseria endemica di certe zone, l'analfabetismo, le malattie infettive, la disoccupazione, la malnutrizione, oggi, grazie proprio alle mutate condizioni socio-economiche e alla presa di coscienza di certi diritti umani, esso rappresenta per noi italiani un problema indilazionabile, oltre tutto se vogliamo rispettare la nostra posizione di allineamento con altri Paesi civili dell'Europa occidentale. Nonostante qualche legge sia stata fatta in Italia, siamo lontani da un'organizzazione razionale e capace di intervenire a regolare il sistema. L'Italia è infatti un paese di squilibri idrografici: basti pensare che al nord si hanno periodi di innevamento e grandi pianure con piogge abbondanti, al centro gli Appennini ricchi di sorgenti, a sud ridotta o inesistente possibilità di accumulo naturale in un contesto di precipitazioni scarse e di breve intensità (v. fig. 2). Quindi siamo di fronte ad un quadro che non può essere regolato con una semplice legge «antinquinamento» come la legge Merli, di nota fama, che peraltro è stata utile nel senso di tendere ad una migliore qualità degli scarichi inquinanti e quindi dei corsi d'acqua. Ma dove i corsi d'acqua non ci sono, o sono molto modesti, il problema si sposta alla pianificazione delle risorse che dev'essere affidato ad autorità locali capaci di legiferare. Le Regioni hanno avuto l'incarico di studiare il problema del loro fabbisogno idrico, di indagare quantità e qualità delle loro risorse, di determinare aree ottimali, dove servizi appositi avrebbero dovuto dedicarsi all'applicazione delle misure correttive per arrivare ad una sufficiente soddisfazione della domanda.

È stata scelta una via complessa: inventari e rilevamenti prima di pianificare, di costruire e di gestire. Ma inventari e rilevamenti in una situazione mutevole, talvolta nascosta e sommersa, quasi evasiva, certamente difficile, hanno praticamente dimostrato che, se alla base delle decisioni per il futuro ci dev'essere la perfetta e completa conoscenza del reale, ogni soluzione viene procrastinata a tempi inverosimilmente lontani. E così le leggi di rinvio, i piani che si sovrappongono ai piani, nuovi criteri o nuove esigenze obbligano a rivedere i piani: è uno studio senza fine, e intanto alcuni procedono, ma i più marcano il passo. Inoltre, altre e più notevoli difficoltà discendono dal numero degli organi competenti.

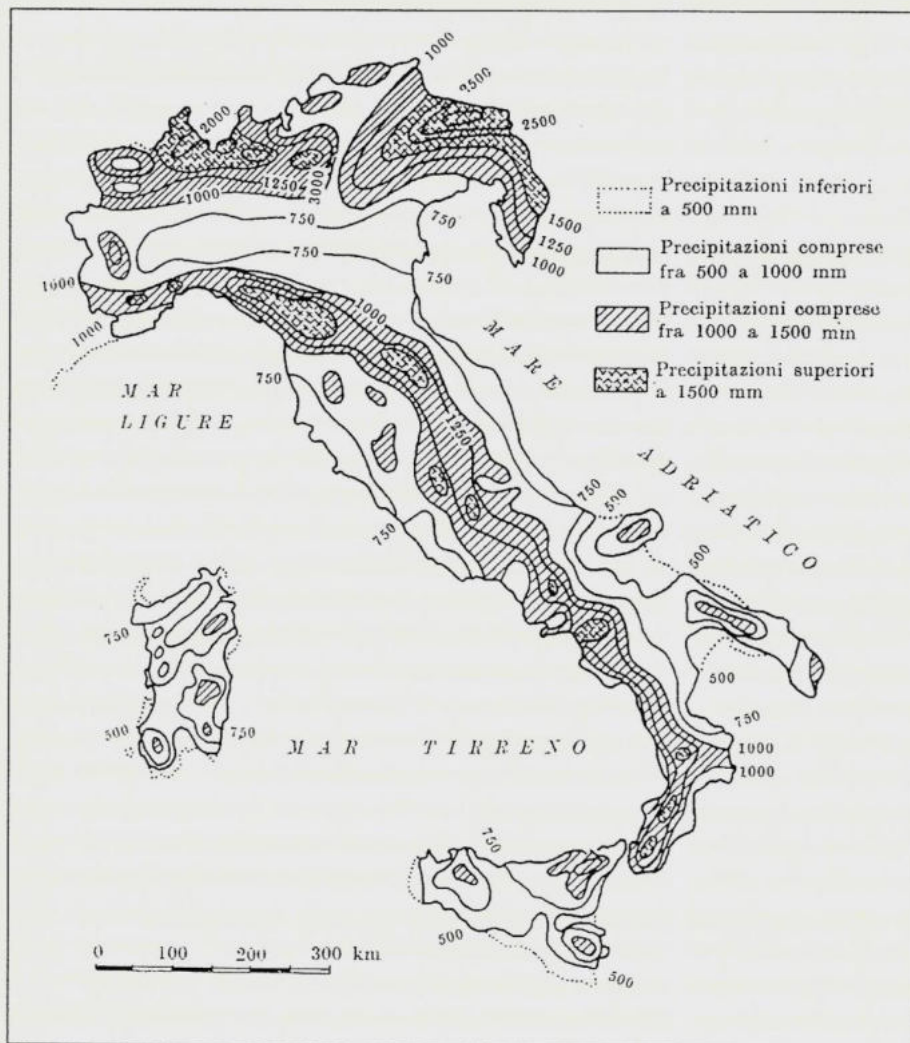


Fig. 2. Carte delle isoiete medie annuali in Italia nel trentennio 1921-1950 (Servizio Idrografico Italiano).

Gestione delle risorse idriche

Fin qui ciò che si sarebbe dovuto fare a livello periferico. Ma a livello nazionale che cosa è stato realizzato? Mentre la promulgazione di leggi speciali ha sempre richiesto al contempo la creazione di nuovi organi esecutivi e di controllo, che ne potessero garantire l'attuazione (la protezione delle acque è di competenza del Ministero dei Lavori

Publici, quella delle acque costiere delle Capitanerie di Porto, la protezione della piscicoltura è affidata alle Amministrazioni provinciali, i controlli di natura chimica e igienica ai Laboratori periferici centrali del Ministero della Sanità) la nuova legge per la protezione delle acque prevede la suddivisione del territorio nazionale in circoscrizioni idrografiche con un Consiglio di bacino, del quale sono chiamate a fare parte diverse competenze di carattere politico, amministrativo e tecnico, nonché una Giunta esecutiva di carattere essenzialmente tecnico. Il modello è quello della riforma inglese, che ha portato un notevole chiarimento nel concetto di gestione delle risorse idriche.

Tale sistema, che data dal 1974, è da considerare il più moderno, il più completo e il più efficiente. Si fonda sulla istituzione di una «Water Authority» (Autorità dell'Acqua) per ogni territorio considerato omogeneo e funzionalmente conveniente. Di questi territori ne sono stati individuati solo 10, con esclusione della Scozia, ove la riforma non ha operato in questo senso. Ogni Water Authority è governata da un Consiglio ove sono rappresentati sia i poteri centrali che i poteri locali dell'ambito territoriale interessato. Si è realizzata così una completa fusione tra funzioni programmatiche e gestionali di tutto il ciclo dell'acqua, perché tutto l'uso dell'acqua viene a ricadere sotto la tutela e la responsabilità anche operativa delle Water Authorities, le quali sono coordinate al centro da strutture statali per la determinazione degli indirizzi comuni e per la formazione professionale. Si noti, tra l'altro, che la formazione del personale è uno dei punti chiave per l'avviamento e il miglioramento di una riforma per molti versi complessa e difficile.

Occorre quindi definire un sistema articolato su 3 livelli decisionali ben definiti.

- A) Il livello statale, per le funzioni di indirizzo, di inquadramento e di coordinamento, tra le quali si indicano:
- 1) la formulazione dei criteri di base che le Regioni debbono applicare per la redazione dei piani di risanamento e di impiego delle risorse idriche e per la individuazione degli «ambiti territoriali ottimali» nei quali deve instaurarsi la gestione unificata delle fasi del ciclo integrale dell'acqua;
 - 2) l'emanazione di norme-quadro per la costituzione di dette gestioni unificate;
 - 3) la competenza a dirimere contrasti circa l'utilizzazione delle acque nei bacini «interregionali»;

- B) il livello regionale, per le funzioni di pianificazione, di individuazione dei territori sedi delle gestioni unificate, di costituzione statutaria di tali gestioni o aziende, sempre nel rispetto dei criteri di base e delle funzioni arbitrali spettanti al livello statale;
- C) il livello degli enti locali, i quali parteciperanno, attraverso le aziende statutariamente indicate dalle Regioni (ottenute specialmente mediante accorpamento od estensione di esercizi già funzionanti e mediante valutazione razionale degli interessi socio-economici legati all'uso dell'acqua) all'amministrazione delle risorse idriche e alla gestione unificata dei servizi del ciclo integrale in ognuno dei territori ottimali identificati dalla Regione.

I vantaggi del sistema proposto, realizzabile con pochi provvedimenti, amministrativi e legislativi, sono chiarezza, univocità di competenza ed eliminazione di conflitti.

Se nei territori adeguatamente delineati come adatti per la gestione unificata dei servizi e delle risorse (territori che la legge «Merli» definisce come «aree ottimali»), si realizzassero le proposte sopra indicate, si raggiungerebbero molti vantaggi per la Comunità.

Sarebbe innanzitutto un vantaggio economico fare gli investimenti al momento giusto e nella giusta misura, seguendo le decisioni operative del livello gestionale, che dovrebbe essere affidato ai rappresentanti del potere locale.

La responsabilità cumulata in un solo organo decisionale, sia per il servizio potabile, che per il servizio di allontanamento e depurazione, sarebbe un altro grande vantaggio, perché potrebbero essere valutate, nella pienezza delle diverse conseguenze, tutte le interferenze reciproche delle fasi del ciclo e unica sarebbe l'autorità chiamata a decidere e a dirimere le eventuali controversie.

In fatto di igiene, poi, il miglior autocontrollo di qualità – quello, per intenderci, che il produttore fa per conto suo prima che il controllore esterno venga a fare il suo dovere – sarebbe possibile per l'adeguata dimensione dei servizi. Se ne trarrebbe vantaggio non solo per la casistica delle più banali infezioni da acqua che capitano anche nei paesi più progrediti, ma, soprattutto, controllando meglio i tipi di inquinamento più subdoli e più sospetti, ritenuti oggi fonti di continue preoccupazioni. È mediante l'istituzione di centri appositi, regionali o di area, per lo studio del trattamento di alcuni inquinanti, cloroderivati ecc., che nei prossimi dieci anni dovranno essere combattuti seriamente tali in-

quinamenti. In realtà, molti inquinanti stanno avanzando con enorme grado di pericolosità, sia perché l'Uomo ne fa un uso sempre maggiore come fertilizzanti, sia perché nuovi mezzi e nuove scoperte scientifiche portano a individuare nuovi potenziali pericoli.

Conclusioni

La destinazione degli investimenti è un fatto di politica economica e tali scelte devono sottostare a quei criteri di priorità che solo le Autorità centrali di un Paese possono decidere nella loro piena responsabilità.

Il problema dell'acqua ha dalla sua parte una notevole consapevolezza di priorità: senz'acqua non c'è vita, non c'è sviluppo ecc... ecc... Ma il problema dell'acqua non deve per questo essere fonte di sperperi, di cattivi investimenti, di realizzazioni costruibili, ma non gestibili e di impianti geograficamente mal concepiti.

Per questo è necessario pianificare, e pianificare ad un livello decisionale che non sia troppo piccolo quale il comunello isolato, né tanto lontano quale il governo centrale.

Pianificare nel settore dell'acqua come servizio significa coordinare gli usi, limitare i trattamenti di depurazione allo stretto necessario, integrare le necessità di Regioni vicine anche con qualche grande trasporto, per riutilizzare le acque usate, far marciare di pari passo l'avanzamento della tecnologia specifica con l'avanzamento delle tecnologie parallele quali telecontrolli ed automazione, a tutto vantaggio dei costi generali, senza perdere di vista il problema delle tariffe. A tal proposito è da dire che in Italia l'acqua non costa molto. Basti considerare che 1 metro cubo (1000 litri) ovvero 1 tonnellata, alzato a 100-200 metri e distribuito al consumatore, non costa che poche centinaia di lire (210 a Genova, 171 a Torino, 250 a Palermo, 240 a Roma) contro tariffe molto più elevate nel resto di Europa (640 a Vienna, 570 a Monaco di Baviera, 500 a Parigi, 900 ad Amburgo). Questa differenza non può essere considerata come una indicazione positiva, ma sta a significare in linea generale che il livello del servizio, la sua affidabilità, il suo grado di specializzazione non sono del tutto comparabili con quelli stranieri. Il sintomo è grave soprattutto per la politica ambientale: una struttura di costi e tariffe può denotare una mancata trascuratezza nella restituzione dell'acqua all'ambiente per difetto di depurazione. Inoltre si può dire

che il costo dell'acqua per una famiglia tipo (circa 50 mila lire per 200 metri cubi all'anno) è ancora di poco peso, mentre il danno che si fa all'Ambiente per una pretesa agevolazione sociale può divenire in futuro molto più pesante o addirittura irreversibile.

Se l'Uomo vuol continuare a viaggiare trasportato sulla sua navicella spaziale che è la Terra, con sempre maggiori e diffuse comodità, è tempo che rivolga la sua attenzione, a quanto valga, in tutti i sensi, l'insufficienza dell'acqua e a quanto grave sia il freno economico sullo sviluppo nazionale per la deficitaria disponibilità di questo elemento.

È oggi che si deve decidere per il domani, specialmente in Italia, dove non lo si è ancora fatto; perché le decisioni sono lente, gli studi e i progetti in questa materia impegnano anni e anni, la costruzione delle opere pubbliche è talvolta defaticante; perché i consumi civili industriali aumentano, anche se non aumenta la popolazione, non appena si ravvisano segni di ripresa di sviluppo; perché non abbiamo il diritto, oggi che possiamo, di incidere negativamente sull'avvenire delle generazioni future.

Bibliografia essenziale

Acquedotto 2000, Bologna, l'acqua del duemila ha duemila anni, Grafis, Bologna, 1985.

CASTANY G., *Idrogeologia*, Flaccovio, 1982.

DI FIDIO M., *Tutela e gestione delle acque*, Pirola, Milano, 1991.

GISOTTI G. e BRUSCHI S., *Valutare l'Ambiente*, Nuova Italia Scient., Roma, 1990.

MOSETTI F., *Le acque*, UTET, Torino, 1977.

PRANZINI G., *La gestione delle risorse idriche*, (prefazione di G. NEBBIA), Ed. Autonomie, Roma, 1987.

Le piante in città

FLORA E VEGETAZIONE URBICA

*Francesco Corbetta**

Introduzione

«Nessuno fa attenzione a queste piccole e grame pianticelle che vegetano stentatamente nelle vie e nelle piazze meno frequentate della città. Nessuno vi bada...».

Con queste parole Lucio Gabelli, «Dottore in Scienze Naturali» e noto florista bolognese, introduceva una sua nota dal titolo: «Della flora ruderale in generale ed in particolare della vegetazione urbana», pubblicata nel 1900.

A distanza di quasi un secolo potremmo esordire con le stesse parole in un qualsiasi discorso che riguardi questo aspetto particolare del mondo vegetale. Infatti ben poco interesse suscitano nell'«uomo della strada», e solo raramente i botanici si soffermano ad approfondire lo studio delle piante che comunemente incontrano lungo i bordi delle strade e sui muri di città e paesi.

Eppure, agli inizi del secolo, sono stati molti i naturalisti, e tra questi anche botanici di chiara fama, come il famoso Béguinot, ad esempio, che si sono dedicati allo studio della flora urbana e ruderale, percorrendo vie e piazze di numerose città italiane.

Da queste ricerche nacquero tutta una serie di pubblicazioni di tipo descrittivo, di sapore vagamente ottocentesco, che oggi, a distanza di tanti anni, possono apparire superate, ma che pur sempre rappresentano un valido contributo, anche in termini di confronti, per chiunque voglia affrontare questo argomento.

Ricordiamo ad esempio i lavori di MATTEI (1866), sempre a Bologna; di CANNARELLA (1909) a Palermo; di G.B. TRAVERSO sulla «Flora urbana

* Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università dell'Aquila

pavese» (1899); di NOELLI (1913) a Torino; di BÉGUINOT (1911-1913) a Padova; di MINIO (1927) a Venezia.

Il COBAU, che in seguito si trasferì a Bologna ed erborizzò spesso sui «gessi», segnalò numerose novità per la flora bolognese e pubblicò, in vari contributi (1916; 1920; 1926), una «Flora vascolare spontanea della Città di Milano».

Una autentica «chicca» di carattere bibliografico è stata per me la recentissima scoperta (grazie ad un accuratissimo lavoro di bibliografia toscana di MOGGI ed altri) che il solito GABELLI ha dedicato un suo analogo studio anche alla città di Siena (1915).

Dopo questi studi, che coprono nel loro insieme un periodo di circa un quarantennio, come abbiamo già accennato, andiamo incontro a un lungo periodo di oblio, durante il quale nessun naturalista ha rivolto la propria attenzione a questo tipo di problema. Solo negli ultimi anni si è avuto un certo risveglio di interesse nel settore, e in città come Palermo, Bologna, Roma, Venezia (AA.VV., 1979), L'Aquila (FRATTAROLI,

1987) sono state svolte nuove ricerche sotto forma di tesi, tesine, tirocini sulle specie urbane che, a distanza di tanti anni dalle prime indagini svolte negli stessi centri urbani, sono interessanti come confronto e verifica dei cambiamenti che possono essere avvenuti nella composizione floristica, ovvero nel numero e nel tipo di piante presenti.

Un aspetto che poi va considerato è l'importanza che queste piante, soprattutto quelle maggiormente diffuse, possono avere per la produzione di pollini e, quindi, nel causare le fastidiose allergie, stagionali e non.

La caratteristica che maggiormente colpisce, della flora ruderale in genere, e di quella urbana in particolare, è la grande vitalità, e la capacità di adattamento a condizioni proibitive. Molte di que-

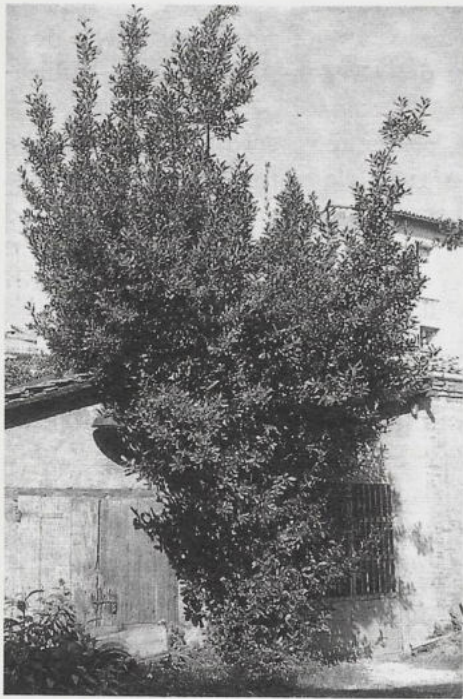


Fig. 1. Un grande Alloro (*Laurus nobilis*) nel cuore di Bologna, in un interno di Via delle Belle Arti.

ste piante vegetano, infatti, su selciati o piazze soggetti a continuo calpestio; si abbarbicano sui muri di pietra o di mattoni sgretolati; sfruttano l'umidità di ogni granello di terra; colonizzano le grondaie e i tetti delle case più vecchie; si nascondono sotto i gradini, sui portali delle chiese, sulle torri, nelle fessure tra marciapiedi e muri, inventandosi volta a volta, quasi su misura, le condizioni necessarie alla sopravvivenza.

È chiaro che la modernizzazione delle città, l'inquinamento, la scomparsa dei caratteristici selciati, sostituiti da più banale asfalto, o dai masselli di porfido, l'utilizzazione di materiali diversi nell'edilizia e anche la ristrutturazione dei vecchi edifici nei centri storici, si oppongono alla vita di queste specie. Anzi la loro presenza, valutata come sintomo di incuria e di abbandono, viene considerata molte volte con disprezzo.

Eppure, personalmente, non posso fare a meno di guardare con simpatia queste piantine, che, a volte, con poche foglioline smozzicate e che non arrivano mai a fioritura, sbucano ovunque vi sia un minimo di possibilità di vita.

Riprendiamo, infatti, ancora, un pensiero del Gabelli dal suo lavoro sulla flora urbana bolognese, secondo il quale queste specie non devono essere considerate come «i bassifondi» del mondo vegetale e sono, invece, «l'avanguardia ardita del regno delle piante che... cerca di riconquistare quello che l'uomo è per un istante riuscito a sottrarre...».

Credo che questo concetto sia fondamentale per capire l'importanza delle specie vegetali che vivono in città, anche se, a mio parere, molti aspetti di questa flora dalle caratteristiche così peculiari, sono andati persi nel corso del tempo a causa delle trasformazioni avvenute nelle città e nei paesi. Infatti, anche se non ci sono studi sufficienti per dimostrarlo in maniera rigorosa, basta vedere un elenco floristico tratto



Fig. 2. Ciuffi di parietaria o erba vetriola (*Parietaria officinalis*) sul basamento della torre Asinelli a Bologna.

da uno dei lavori svolti nei primi del secolo, e confrontarlo con uno di quelli più recenti riguardanti il medesimo luogo, per rendersi conto che c'è stata una grossa diminuzione nel numero delle specie urbane.

Rapporti tra flora urbana e fenomeno dell'avventiziato

Abbiamo visto in sede di introduzione come luoghi di insediamento della flora urbana siano muri od altri manufatti umani ma anche le macerie ed i ruderi che spesso, antiestetivamente, penetrano sin dentro le città e che, spesso e volentieri, anche a Bologna, fanno brutta mostra di sé alla periferia.

Sia sui muri che, soprattutto, sulle macerie e nei ruderi, si insediano molte piante avventizie.

Non sarà allora fuori luogo esaminare la nomenclatura di queste avventizie, nomenclatura recentemente proposta da VIEGI, CELA-RENZONI e GARBARI.

Ecco il prospetto per quanto riguarda la flora italiana:

Piante indigene o native:	(circa 5600)
	[spontaneizzate (circa 350)
	non spontaneizzate
Piante esotiche:	[coltivate
	non coltivate (o avventizie)
	casuali (circa 200)
	naturalizzate (un centinaio)

Possono costituire esempi di non spontaneizzate il Mais, il Riso, la Patata, i Cedri del Libano, dell'Himalaia e dell'Atlante (anche se, all'Aquila, sulle poderose mura del Castello e del fossato, nascono non pochi cedri dai semi sparsi dalle piante dell'adiacente Parco).

Possono costituire esempi di spontaneizzazione la *Robinia pseudacacia* (Robinia o Acacia); l'Ailanto (*Ailanthus glandulosa* o *A. altissima*) pericolosissima invadente (cfr. casi dell'isola di Montecristo e del litorale ferra-

rese); la *Broussonetia papyrifera* assai invadente anche a Bologna, ad es. in Via Siepelunga, e così via.

Non mi pare vi siano esempi di casuali riferibili alla realtà bolognese. Forse *Artemisia annua* e *Senecio inaequidens*.

Per quanto concerne le naturalizzate valgono gli esempi della diffusissima «Impia» (*Erigeron canadensis*), di *Artemisia annua* e, probabilmente, di *Senecio inaequidens*, abbondantissima a Verona, lungo la valle dell'Adige e poi nell'Aquilano e che più volte ha cominciato a fare capolino anche a Bologna, ad esempio in zona Fiera.

Flora urbana e conservazione della natura

Per quanto concerne la genesi della flora urbana le specie murali (Fico, Felci, Capper) derivano, intuitivamente, da ambienti rupestri vicini.

Le specie dei ruderi e delle macerie presentano invece una spiccata rassomiglianza con quelle dei greti fluviali (ed anche delle colture sarchiate) per cui sorge il dilemma: sono le compagini infestanti dei greti che derivano dai ruderi o viceversa? Alla luce della elementare considerazione che prima esistettero i greti e poi ruderi e coltivi sembra di poter ragionevolmente concludere che, dai greti, la flora si è irraggiata verso coltivi e ruderi.

In genere le specie sono floristicamente poco pregevoli e quindi gli interventi di diserbo e restauro si possono compiere senza soverchie preoccupazioni, specialmente nei confronti delle specie più distruttive, con robusti apparati radicali.

Già nei confronti del Cap-



Fig. 3. Tre magnifici esemplari di Cedro dell'Himalaia (*Cedrus deodara*) in Vicolo Bolognetti a Bologna.



Fig. 4. Le poderose mura del Castello di Monte S. Angelo (Foggia) ospitano la interessantissima composita *Inula candidissima* (= *I. verbascifolia*)

pero, per quanto non raro, ma poco dannoso, personalmente propenderei per la tutela.

Vi sono pochi casi in cui la flora muricola possiede una tale nobiltà da meritare attenta e doverosa tutela (cfr. il caso di *Inula candidissima* = *I. verbascifolia* endemica presente sulle mura del Castello di Monte S. Angelo, in Gargano e delle graziosissime *Aubretia* che allignano meglio sui muri che sulle rocce).

Anche la innocua e graziosissima *Linaria cymbalaria* meriterebbe rispetto e comprensione.

Sommatoria elencazione delle specie principali rinvenibili a Bologna

Dal classico lavoro di GABELLI e da uno, più recente, di SPOTO, stralciamo:

Felci

Asplenium trichomanes: scomparso ?

Asplenium ruta-muraria (Ruta di muro): scomparsi i pochi individui che vegetavano sulla facciata di San Petronio (restauri); da controllare la presenza in cima alla Torre degli Asinelli. Pare scomparsa anche lassù!

Adiantum capillus-veneris (Capelvenere): muro della cancellata dell'Orto Botanico; proveniente da piante che vegetano sul travertino della vicina fontana.

Angiosperme

DICOTILEDONI:

Urticacee

Ficus carica (Fico): muri, selciati, qua e là (ad es. in via S. Tommaso del Mercato).

Parietaria officinalis: (parietaria o erba vetriola): diffusissima.

Broussonetia papyrifera: mura; via Ranzani (adiacenze edificio Morassutti); infestante in via Siepelunga.

Polygonacee

Polygonum aviculare: tra le specie più tipiche dei selciati.

Chenopodiacee

Chenopodium vari: qua e là; tipiche ruderali.

Portulacacee

Portulaca oleracea: qua e là.

Caryofillacee

Stellaria media (centocchi o mordigallina): comunissima. Anche in Via S. Giacomo e alla base dei gradini dell'Istituto di Zoologia!

Paronichiacee

Polycarpon tetraphyllum; tipica dei selciati.

Papaveracee

Chelidonium majus (erba da porri, Celidonia): facilmente riconoscibile per il lattice aranciato. Muri, rudere ti freschi.

Capparidacee

Capparis spinosa (Cappero). È presente con una decina di cespi lungo le mura, in Viale Berti Pichat. Tali cespi derivano, molto probabilmente, dai semi prodotti da un grosso cespo impiantato, anni fa, all'interno delle mura sul terrapieno dell'ex Istituto di Patologia Vegetale, nell'area della Facoltà di Agraria. Ci permettiamo di esporre questa ipotesi perché la loro comparsa è decisamente posteriore all'impianto del cespo di cui sopra e vari agenti disseminatori (formiche?) possono aver agevolmente operato la diffusione.

Crucifere

Capsella bursa-pastoris (borsa del pastore): siliquette triangolari.

Geraniacee

Oxalis corniculata: selciati; infestante orti e giardini e financo cassette sui terrazzi!

Simarubacee

Ailantus glandulosa (= *A. altissima*): mura. Sull'edificio di Porta Zamboni allignava benissimo ma è stata opportunamente eliminata col restauro senonché ultimamente è ricomparsa. Infestante in via Siepelunga.

Scrofulariacee

Linaria cymbalaria: mura; qua e là.

Plantaginacee

Plantago media e *P. lanceolata*: marciapiedi, qua e là.

Cucurbitacee

Ecballium elaterium (Cocomero asinino): rudere ti intorno al Tiro a segno, lungo il Reno.

Composite

Erigeron (= *Conyza*) *canadensis*: infestante ovunque.

- Taraxacum officinale* (soffione o «piscialetto»): foglie «roncinate»; diffusissimo ed in ciò favorito dalla sua forma di disseminazione.
- Artemisia annua*: segnalata talvolta in periferia (Via Donato Creti). Da controllare nei ruderi di periferia. Profumo intensamente canforato.
- Senecio inaequidens*: naturalizzata; «castrense»?; diffusissima a Verona e in Veneto; in Trentino, nell'Aquilano. Da verificare ulteriormente a Bologna.

MONOCOTILEDONI

Graminacee

- Eleusine indica*: esotica spontaneizzata da coltivazione. Vegeta su selciati e tra le fessure dei marciapiedi.
- Hordeum murinum*: fessure ai bordi dei marciapiedi; spesso copioso, forma densi pratelli. Adatto a scherzetti da ragazzi (maniche, capelli).
- Bromus sterilis* ed altri *Bromus*: stessi ambienti; talora su vecchi tetti.
- Setaria viridis*: fessure ai bordi dei marciapiedi.
- Poa annua*: idem e selciati.
- Cynodon dactylon* (gramigna): facilmente riconoscibile per l'infiorescenza «a raggio di ombrello» e per il robusto rizoma. Spesso afflitta da «carboni».

In vicolo Cattani, in una grondaia, vegetò a lungo addirittura la Cannuccia di palude (*Phragmites australis* = *P. communis*).

Quando l'articolo era ormai composto ci è giunta notizia di uno specifico Convegno dal titolo «Problematiche floristiche delle aree urbane», tenutosi a Genova il 21 maggio 1993, nel corso del quale sono state presentate numerose relazioni di carattere generale per l'intero nostro Paese (BARBERIS *et al.*, HRUSKA, MARIOTTI, PECCENINI *et al.* e altre) e specifiche per aree urbane (ARRIGONI e RIZZOTTO, BARBERIS *et al.*, BIONDI e MOSSA, CAMARDA e ACHENZA, CELESTI GRAPOW e altre).

Altri importanti contributi sull'argomento sono riportati negli Atti del 31° Simposio IAVS (International Association for Vegetation Science) tenutosi a Roma nel 1988.

Bibliografia

- AA.VV., *Flora e Fauna della città di Venezia*, a cura della Società Veneziana di Scienze Naturali, Comune di Venezia, Consiglio di quartiere, 3, 1979.
- AA.VV., *Spontaneous vegetation in settlements*, «Braun-Blanquetia», 3, 1989.
- BÉGUINOT A., *La flora delle mura delle vie di Padova*, «Malpighia», 27, 1911-13.
- CANNARELLA P., *Flora urbica palermitana*, «Bull. Soc. Bot. It.», 1909.
- COBAU R., *Flora vascolare spontanea della città di Milano*, «N. Giorn. Bot. It.», 33, 1926.
- FRATTAROLI A.R., *Osservazioni sulla flora urbica de L'Aquila*, «Nat. Mont.», 2, 1987, pp. 43-50.
- GABELLI L., *Della flora ruderale in generale ed in particolare della vegetazione urbica*, «Il Pensiero Aristotelico», fasc. lugl.-dic., 1900.
- GABELLI L., *Contributo alla flora murale e ruderale del Senese*, «Atti Pont. Accad. Rom. N. Lincei», 68, 1915, pp. 137-146.
- MATTEI G.E., *Aggiunte alla flora bolognese*, Bologna, 1866.
- MOGGI G., MILLETTI N. e PAOLI P., *Bibliografia geobotanica toscana*, Pubbl. Museo Bot. Firenze, 25, 1987.
- NOELLI A., *Flora ruderale torinese*, «N. Giorn. Bot. It.», 20, 1913.
- SOC. VENEZ. SCIENZE NATURALI (a cura), *Flora e fauna della città di Venezia*, Com. Venezia, Cons. Quart. 3, 1979.
- SPOTO M.A., *Osservazioni sulla florula urbica di Bologna*, tesina di laurea, Univ. di Bologna, Fac. Scienze, 1971-72.
- TRAVERSO G.B., *Flora urbica pavese*, «N. Giorn. Bot. It.», 6 (3), 1899.

I LICHENI IN CITTÀ

*Luisa Zappa**

I licheni

I licheni sono tra gli organismi più diffusi sulla superficie terrestre; ciononostante pochi se ne saranno accorti. Spesso le macchie colorate che coprono i tronchi degli alberi o le barbe che pendono dai rami vengono identificate come «muschi», «muffe» o particolari forme parassite delle piante. Questo dimostra la scarsa conoscenza che si ha dei licheni e del loro habitat. Del resto soltanto nel 1869 lo svizzero Schwendener scoprì la loro vera natura: una simbiosi tra un fungo e un'alga.

Lo scopo principale di questo lavoro è di far conoscere meglio un gruppo di organismi che costituiscono una parte considerevole del regno vegetale e che vengono sempre più utilizzati come indicatori biologici per descrivere la qualità dell'ambiente.

La struttura

I licheni sono vegetali complessi, costituiti da due organismi che vivono in simbiosi.

Uno di essi è un fungo e l'altro è un'alga per lo più unicellulare.

È stato dimostrato che non si tratta di una simbiosi antagonista, cioè il fungo non è parassita dell'alga o viceversa; infatti l'alga può riprodursi attivamente nel tallo lichenico per via agamica e raggiunge uno sviluppo ottimale sicuramente migliore che allo stato libero; anche il fungo trae il massimo vantaggio da questo rapporto di simbiosi: ne

* Ecothema, Trieste.

sono dimostrazione lo sviluppo normale, la capacità di riprodursi e la disposizione stratificata del micelio nel tallo, tutte caratteristiche che indicano un adattamento alle più varie condizioni di vita.

Il fungo raggiunge nel lichene il suo completo sviluppo e il grado di sporificazione più evoluto, ma acquista anche nuove caratteristiche dovute alla vita di simbiosi: forma nuovi organi (rizine, isidi, cifelle, ...) e nuove sostanze chimiche (pigmenti colorati e acidi lichenici).

Questo significa che la simbiosi fungo-alga dà origine ad organismi con caratteri fisiologici completamente nuovi: l'alga fornisce al fungo le sostanze organiche prodotte fotosinteticamente, il fungo fornisce all'alga acqua e sostanze inorganiche: in questo modo il lichene può vivere in luoghi dove alga e fungo da soli non potrebbero vivere.

Il **tallo** costituisce la parte vegetativa del lichene e assume forme diverse con varia colorazione e consistenza.

La struttura tipica di un tallo lichenico può essere così schematizzata:

- **strato corticale superiore**, costituito da ife fungine strettamente intrecciate;
- **strato algale**, costituito da molte cellule algali tra le quali si inseriscono poche ife lasse, formando uno strato verde con capacità fotosintetiche. Lo spessore di questo strato è variabile e di solito è maggiore sul lato del tallo rivolto verso la luce, dove l'alga trova le condizioni ideali per il suo sviluppo;
- **strato midollare**, costituito da ife lasse con poche cellule algali e numerosi spazi più o meno ampi contenenti aria. Di solito la medulla non provvede alla conduzione dell'acqua, ma è destinata ad assolvere gli scambi gassosi del tallo che avvengono tramite pori corticali;
- **strato corticale inferiore**, costituito da ife più lasse che nel cortex superiore, alcune delle quali possono trasformarsi in rizine per ancorare il tallo al substrato. In molti licheni può essere assente.

Le forme di crescita

I licheni vengono normalmente distinti in base alla forma del loro tallo:

- i licheni **crostosi** crescono strettamente appressati al substrato, sia esso roccia o corteccia, dai quali è difficile asportarli; spesso più talli della stessa specie si fondono insieme coprendo il substrato in modo omogeneo; i licheni **endolitici**, una particolare forma di licheni crostosi, sono completamente immersi nella roccia. Il grado di penetrazione

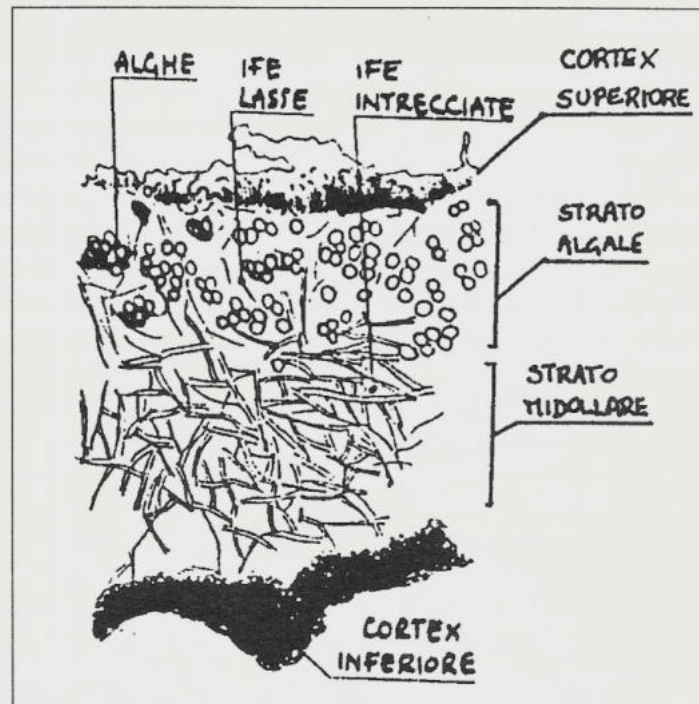


Fig. 1. Sezione di un tallo lichenico.

in profondità dipende dalla specie, dall'età del tallo e dal tipo di substrato. La superficie dei talli endolitici è spesso crivellata da minutissimi fori prodotti dai corpi fruttiferi che si originano interamente nella roccia e da piccoli solchi più o meno profondi nelle zone di contatto tra due o più talli;

- i licheni **foliosi** hanno uno scarso sviluppo in altezza e sono costituiti da lobi di varie dimensioni. Vivono su roccia o su corteccia e sono generalmente facili da asportare sia con un coltello che con le mani. Sono provvisti di particolari strutture dette rizine che ne garantiscono l'adesione al substrato.
- i licheni **fruticosi** hanno l'aspetto di piccoli cespuglietti e sono generalmente ancorati al substrato con un disco basale. Alcune specie crescono sul terreno o alla base degli alberi ed hanno una struttura eretta, altre specie, che hanno una struttura di sostegno differente, sono più elastiche e generalmente pendule e formano le caratteristiche «barbe» che in montagna spesso coprono i rami degli Abeti e dei Larici.

La riproduzione

Nei licheni esistono due tipi di riproduzione: vegetativa e sessuata:

- la moltiplicazione **vegetativa** può avvenire per frammentazione del tallo e rigenerazione delle ife da parte dei frammenti, oppure tramite i *soredi* e gli *isidi*, formazioni secondarie del tallo costituite da un gruppetto di alghe circondate da ife fungine, che si staccano e vengono trasportati dal vento. I soredi rappresentano la principale forma di riproduzione per molti licheni perchè hanno una elevata capacità di resistenza in ambienti secchi e possono resistere parecchi mesi senza perdere la capacità di svilupparsi;

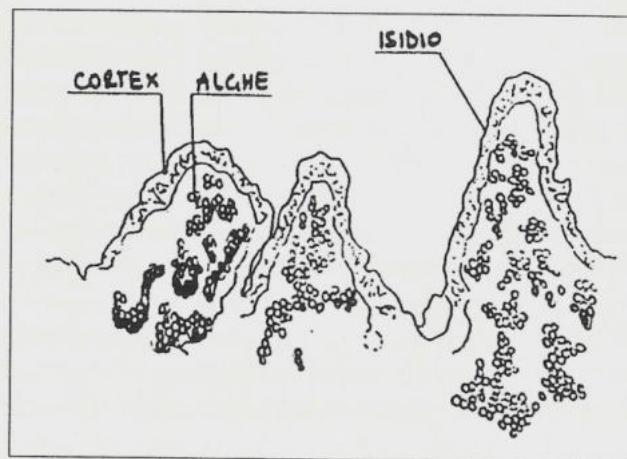


Fig. 2. Formazione di un isidio.

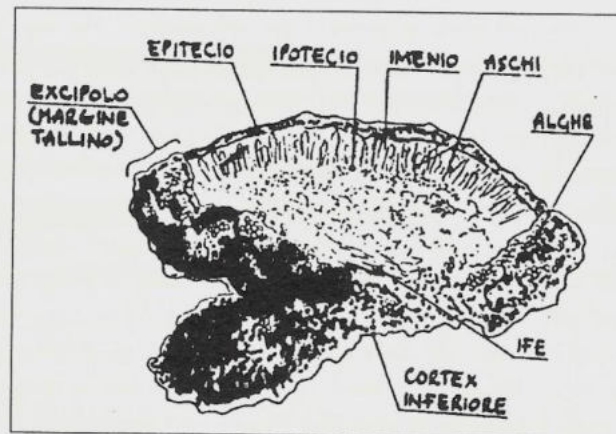


Fig. 3. Sezione di un apotecio.

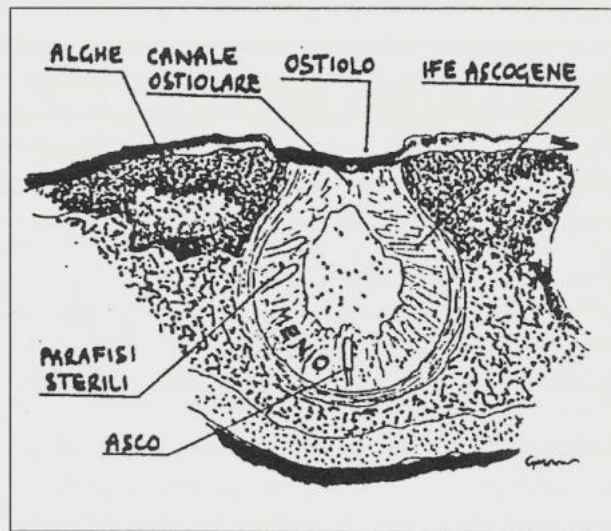


Fig. 4. Sezione di un peritecio.

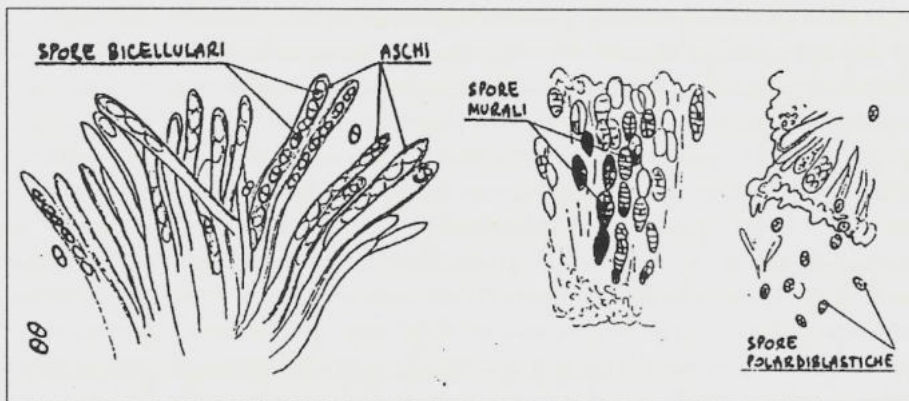


Fig. 5. Disposizione delle spore nel corpo fruttifero.

- la riproduzione **sessuata** è esclusiva del fungo e avviene tramite spore. Le spore si formano all'interno di *apotecii* di forma discoidale visibili sulla superficie del tallo, o di *peritecii* a forma di fiasco e affondati nel tallo. La forma e le dimensioni delle spore sono di grande importanza sistematica e solo valutandone le caratteristiche si può procedere alla determinazione tassonomica dei licheni. Dal punto di vista riproduttivo, le spore non rappresentano la soluzione ideale di propagazione di un lichene, a causa della scarsa probabilità

che esse hanno di incontrare l'alga specifica e le condizioni ambientali necessarie a dare origine ad un nuovo organismo.

L'ecologia

I licheni colonizzano substrati naturali come corteccia di latifoglie o di aghifoglie, legno marcescente, roccia o materiali che vengono utilizzati per manufatti come il marmo o l'arenaria. Si sviluppano molto bene nei boschi umidi delle regioni a clima temperato, sulle montagne delle regioni tropicali e nella tundra, dove spesso il suolo è ampiamente ricoperto da licheni che formano qui vere e proprie associazioni vegetali, e tollerano anche molto bene bruschi sbalzi termici e prolungati periodi di siccità, condizioni caratteristiche degli ambienti urbani.

I licheni costituiscono dunque una parte integrante molto importante dell'ecosistema e qualsiasi alterazione che interessa le comunità licheniche si ripercuote negativamente su altri organismi che da essi dipendono per la propria sopravvivenza. L'esempio più noto è certamente quello della *Cetraria islandica* che rappresenta la principale fonte di nutrimento per le renne e i caribù che vivono nelle tundre, ma anche molti piccoli invertebrati come lumache, chioccioline, bruchi e coleotteri si nutrono di varie specie licheniche. In molti casi si sopravvaluta la capacità delle biocenosi di resistere all'accumulo di sostanze tossiche che compromettono pericolosamente la sopravvivenza di interi gruppi di organismi. Per un certo periodo di tempo gli ecosistemi si adattano alla situazione locale malgrado una sensibile diminuzione della loro efficienza; alla fine si arriva al collasso con la scomparsa di vari organismi e con effetti visibili anche sull'uomo.

I licheni in città

Nel 1866 il lichenologo finlandese W. NYLANDER osservò a Parigi i licheni che crescevano sui tronchi degli alberi del parco del Lussemburgo: fu sorpreso nel constatare lo scarso numero di specie presenti e le cattive condizioni in cui si trovavano alcuni esemplari, attribuendone la causa alla scarsa «salubrité de l'air». Trent'anni dopo, nello stesso parco, l'abate Hué non trovò alcun lichene. Grazie alle osservazioni di questi

botanici e a numerosissimi studi successivi disponiamo oggi delle prove sul decremento della diversità biologica nelle comunità licheniche provocata dall'inquinamento.

Molte specie licheniche evitano dunque i centri urbani dove la loro crescita è inibita soprattutto dai gas tossici che inquinano l'aria. Alcune specie invece, a causa di particolari caratteristiche morfologiche, si sono adattate a vivere anche in città purchè la quantità di sostanze tossiche presenti nell'aria non sia eccessiva.

I licheni: indicatori biologici di inquinamento atmosferico

La crescente produzione di sostanze inquinanti e tossiche per l'uomo ha resa necessaria, negli ultimi anni, la ricerca di strumenti sempre più sensibili per il controllo dell'inquinamento. L'uso di complessi strumenti automatizzati (centraline di rilevamento), per quanto altamente affidabili, non risolve il problema del controllo dell'inquinamento atmosferico in quanto le misure effettuate sono limitate nel tempo e nello spazio. L'inquinamento è invece molto variabile sia nel tempo che nello spazio e dipende da numerosi fattori quali direzione dei venti, orografia, tipo di fonte emittente ecc., per cui la corretta mappatura di una data area implica una rete di punti di misura a densità elevata.

Nella stima dell'inquinamento ha un ruolo importante la valutazione dell'influenza che le numerose variabili hanno sull'ambiente. In quasi tutti gli studi di questo genere si usa ridurre la complessità delle situazioni limitando l'indagine ad alcuni fattori tra i gruppi di variabili che insieme formano l'ambiente. In tempi recenti è stato notevolmente sviluppato ed approfondito lo studio di piante ed animali capaci di reagire rapidamente al mutare delle condizioni ambientali e per questo designati con il termine **bioindicatori**. Utilizzando degli organismi viventi anzichè delle strumentazioni per l'analisi dello stato dell'ambiente si possono misurare effetti multipli su un organismo, il bioindicatore, che è già in sè un integratore di dati.

La scelta dei licheni quali bioindicatori di inquinamento atmosferico dipende strettamente dalla loro biologia ed ecologia. Numerosi studi hanno dimostrato in maniera convincente che è possibile correlare la distribuzione dei licheni con i livelli medi di diverse sostanze inquinanti dell'atmosfera.

Le caratteristiche principali che fanno dei licheni dei buoni indica-

tori biologici sono:

- *Riduzione della fotosintesi* per danneggiamento della clorofilla all'aumentare della concentrazione di anidride solforosa nell'atmosfera.
- *Riduzione della vitalità ed alterazione della forma e del colore* del tallo: avvicinandosi alle sorgenti inquinanti si osserva un peggioramento nello stato di salute del lichene che appare scolorito e molto fragile.
- *Riduzione della fertilità*, soprattutto nella produzione delle spore; i licheni che si moltiplicano di preferenza per via asessuata sono evidentemente favoriti nelle zone più inquinate e quindi nei centri urbani.
- *Diminuzione della copertura delle specie licheniche e alterazione della comunità lichenica*. È stato osservato che andando dal centro cittadino verso la periferia la copertura di alcune specie crostose cresce fino ad un massimo per poi decrescere in corrispondenza dell'aumento delle specie foliose, più poleofobe. Si è notato inoltre che le specie più resistenti all'inquinamento hanno una spiccata idrorepellenza, limitando in questo modo l'assorbimento di sostanze nocive.
- *Riduzione del numero totale di specie nel tempo e nello spazio*: molti studi confermano una rarefazione nel numero di specie licheniche nelle zone in cui si è verificato un incremento dell'inquinamento, mentre è stato notato un recupero di vitalità da parte della comunità lichenica conseguente ad una diminuzione dell'inquinamento atmosferico. In periodi e località differenti è stato osservato che andando dal centro cittadino verso la periferia il numero di specie licheniche aumenta, indipendentemente dal tipo di substrato considerato.
- *Elevata capacità di assorbimento e accumulo di sostanze prelevate dall'atmosfera*: infatti essi assumono le sostanze nutritive direttamente dall'umidità atmosferica attraverso tutta la superficie del tallo che non è ricoperta da cuticole impermeabili protettive, presenti invece nelle piante superiori.
- *Resistenza a periodi prolungati di secchezza e a temperature estreme*: in queste condizioni i licheni rallentano, ma non sospendono, le attività metaboliche e lo strato algale riesce a fotosintetizzare anche nei periodi molto secchi o molto freddi, concentrando all'interno del tallo le sostanze nutritive ed anche quelle dannose.
- *Crescita molto lenta* (*Parmelia caperata* ha una delle crescite più elevate, circa 1 cm all'anno in condizioni di benessere!) che garantisce una esposizione continua in grado di evidenziare anche basse concentrazioni di sostanze inquinanti e che consente di seguire l'evolversi dell'inquinamento. La lentezza del metabolismo sembra essere la

causa della maggior resistenza delle specie crostose rispetto a quelle foliose nei centri urbani.

I licheni possono essere utilizzati come bioindicatori o come bioaccumulatori:

- come bioindicatori quando si correla il disturbo ambientale con la progressiva alterazione dell'aspetto esteriore del tallo in presenza di sostanze inquinanti e con la diminuzione della diversità, poiché specie diverse presentano diversi gradi di tolleranza rispetto alle sostanze inquinanti;
- come bioaccumulatori sfruttando la capacità che questi organismi hanno di assorbire dall'atmosfera grandi quantità di sostanze inquinanti, soprattutto metalli pesanti, e di accumularli nel tallo.

I licheni dunque, a causa della loro biologia ed ecologia, sono indicatori estremamente sensibili dello stato dell'aria e precisi strumenti di accumulo di sostanze nocive presenti nella bassa atmosfera.

La quantificazione dell'informazione fornita dai bioindicatori sulla qualità dell'aria è data dall'*Index of Atmospheric Purity* (I.A.P.) proposto da DE SLOOVER nel 1964 che dà una valutazione quantitativa del livello di inquinamento atmosferico basandosi sulla frequenza e sulla tolleranza all'inquinamento delle specie licheniche presenti nell'area considerata. Successivamente sono state utilizzate diverse varianti di questa formula ed attualmente in Italia si usa il metodo standardizzato che ha come vantaggio principale l'indipendenza dal fattore di tolleranza attribuito alle singole specie rendendo l'indagine del tutto oggettiva rispetto a quelle realizzate in passato.

L'utilizzo di software per l'elaborazione statistica di base e le moderne tecniche di cluster analysis consentono di individuare le principali tendenze del fenomeno inquinamento e di formulare delle ipotesi sulle sorgenti di emissione dei contaminanti atmosferici e sui movimenti delle masse d'aria inquinata. Programmi di cartografia computerizzata permettono di individuare sulla carta topografica parti del territorio soggette ad analogo contaminazione: si ottiene così una fotografia dell'entità dell'inquinamento dell'area in questione che consente l'immediata localizzazione delle aree ad elevato rischio ambientale, l'individuazione delle cause dell'inquinamento e la pianificazione di interventi sia di risanamento che preventivi.

Per quanto riguarda l'Italia sono stati effettuati numerosi studi di biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico utilizzando i licheni come indicatori biologici: in ambienti collinari e montani a minor con-

taminazione (Emilia Romagna - Progetto CEE), in aree con insediamenti industriali e urbane (Alto Vicentino, La Spezia, Savona), nei pressi di inceneritori di rifiuti (Macerata, Popoli), su scala provinciale (Trieste, Pescara) e regionale (Regione Veneto).

I licheni sui monumenti

Alcune specie licheniche si sono insediate su substrati apparentemente inospitali come le superfici rocciose. Il loro habitat naturale è normalmente ristretto ad altopiani e aree montane dove ci siano estesi affioramenti rocciosi. Fin dall'antichità però, le attività dell'uomo hanno reso disponibili nuove superfici litiche in ambienti molto diversi da quelli originali, utilizzando nella costruzione di edifici e monumenti materiali di diversa natura e provenienza.

Oggi molti di questi monumenti presentano una discreta copertura lichenica, data sia da specie epilittiche che endolittiche.

Gli operatori che si occupano della manutenzione e del restauro di monumenti in pietra tendono spesso a fissare l'attenzione sui licheni epilittici nitrofilo, a causa delle loro dimensioni e dei loro vivaci colori. Esiste però un secondo gruppo di licheni, gli endolittici, che sono molto meno appariscenti perchè di colorazione spesso molto simile a quella del substrato. I licheni endolittici si accrescono completamente immersi nella pietra, a differenza delle forme epilittiche che la utilizzano solo come superficie di ancoraggio. In genere questi licheni sono poco nitrofilo e relativamente scialfili e spesso si trovano sulle parti basali dei monumenti con esposizione a settentrione.

L'insediamento di organismi su materiale lapideo, siano essi alghe funghi o licheni, avviene solo dopo che questo ha già subito un processo di alterazione dovuto all'esposizione agli agenti atmosferici. La fenomenologia di attacco e i meccanismi di alterazione sono funzione del tipo di substrato, delle condizioni ambientali in cui il manufatto si trova e dello stato di conservazione delle sue superfici.

I licheni che si insediano su superfici molto porose o comunque già deteriorate esercitano un'azione dannosa sia meccanica che chimica ed è evidente che simili fenomeni degenerativi sono particolarmente distruttivi se il substrato è costituito da monumenti.

L'azione aggressiva di tipo meccanico è dovuta alla penetrazione delle ife nelle microfrazture della roccia ed alle espansioni e contrazioni

del tallo corrispondenti a diversi stati di idratazione. In questo modo sulle pareti delle fessure si creano degli sforzi tensoriali che inducono lo sfaldamento delle superfici litiche. È probabile che l'alterazione meccanica prodotta dai licheni non sia successiva all'alterazione biochimica, ma piuttosto si tratti di una fase preliminare in quanto le ife che si introducono nelle fessure della roccia e vi si concentrano possono rilasciare sostanze chimiche corrosive.

L'alterazione biogeochimica indotta dai licheni sulla superficie del substrato può essere ricondotta all'azione della CO_2 prodotta dal catabolismo del lichene, all'azione di composti lichenici, e all'azione dell'acido ossalico:

- la CO_2 deriva dalla respirazione e sembra essere solo parzialmente responsabile dell'alterazione della roccia nelle immediate vicinanze del lichene, perchè parte di essa si scioglie in acqua: la presenza di acido carbonico determina una maggior solubilità del calcare e la formazione di bicarbonati solubili che possono essere dilavati o ricristallizzare nuovamente in carbonato di calcio formando delle incrostazioni più o meno evidenti;
- le sostanze licheniche che vengono rilasciate dalle ife fungine nei pori presenti nella matrice cristallina sono generalmente solubili in acqua. L'interazione di queste sostanze a carattere acido con i minerali contenuti nella roccia può dare luogo ad alterazioni morfologiche della matrice cristallina ed al rilascio di cationi metallici con la conseguente formazione di complessi cristallini insolubili che si depositano spesso sulle pareti esterne delle ife fungine o delle cellule algali. Secondo alcuni autori l'azione solubilizzatrice delle sostanze licheniche nei confronti di matrici calcaree sembra però essere molto limitata;
- la produzione di acido ossalico è stata dimostrata per molte specie licheniche: infatti vengono spesso rinvenuti sia sulla superficie esterna del tallo che in profondità strati più o meno consistenti di cristalli di ossalati di calcio.

L'alterazione chimica è dunque molto più grave di quella meccanica perchè le sostanze rilasciate dalle ife sono responsabili della solubilizzazione per una profondità di qualche millimetro dei minerali che costituiscono il substrato. Questa azione solubilizzatrice provoca un aumento della porosità della roccia e quindi l'esposizione ad altri agenti inquinanti di superfici più ampie.

Il trattamento delle superfici litiche coperte da licheni in caso di interventi di restauro e conservazione con l'applicazione di biocidi

determina in genere una perdita di consistenza dei licheni che si frammentano e a volte anche si staccano dal substrato. Un trattamento di questo tipo, in tale caso, può solo facilitare l'asporto meccanico dei talli lichenici. Nel caso invece dei licheni endolitici, il trattamento con biocidi, pur determinando la morte di alga e fungo, non si traduce in risultati evidenti a breve termine in quanto le ife fungine, di difficile decomposizione, permangono lungamente nella roccia. La morte e decomposizione delle cellule algali determina la formazione di uno strato permeabile all'acqua al di sotto della porzione corticale, che comunque si mantiene a lungo in quanto costituito da ife fungine. La degenerazione del tallo procede con la desquamazione dello strato corticale, che si stacca a piccole scaglie, lasciando libera una superficie estremamente porosa sottostante a quello che era lo strato gonidiale.

Il risultato è che un tale tipo di intervento determina l'esposizione di una superficie litica molto più soggetta all'attacco di agenti atmosferici (fenomeni di microcarsismo, assorbimento di vari inquinanti, ecc.) di quanto non avvenisse in presenza di un tallo lichenico vivo.

In conclusione il trattamento restaurativo/conservativo di superfici litiche coperte da licheni risulta particolarmente difficile e sconsigliabile nella maggior parte dei casi.

L'uso di biocidi spesso determina l'esposizione di superfici porose facilmente aggredibili da agenti fisico-chimici o biologici mentre l'asporto meccanico, spesso utilizzato nel caso di licheni endolitici, comporta inevitabilmente l'abrasione di uno strato superficiale del manufatto di spessore variabile.

Sono attualmente in corso ulteriori studi sui possibili meccanismi di alterazione delle rocce da parte dei licheni per poter definire se la loro presenza sia veramente dannosa o costituisca solo una forte alterazione cromatica; in tal caso, per evitare danni ancora maggiori, l'asporto dei talli lichenici andrebbe limitato soltanto ad alcuni casi altamente specifici.

Bibliografia

- BROWN D.H., HAWKSWORTH D.L. e BAILEY R.H., *Lichenology progress and problems*, Londra, 1976.
- ECOTHEMA, *Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico nel territorio del Comune di La Spezia e comuni limitrofi*, Dip. Biologia, Univ. Trieste, 1990.
- ECOTHEMA, *Studio ecologico ed elaborazione cartografica e statistica nell'ambito del*

- progetto di biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico nel territorio della Regione Veneto*, Dip. Biologia, Univ. Trieste, 1990.
- ECOTHEMA, *Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico nel territorio del Comune di Savona*, Dip. Biologia, Univ. Trieste, 1990.
- ECOTHEMA, *Studio ecologico ed elaborazione cartografica e statistica nell'ambito del progetto di biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico nel territorio della Provincia di Pescara*, Ecoforest, Pescara, 1990-92.
- ECOTHEMA, *Studio sui danni forestali di nuovo tipo mediante l'uso di licheni epifiti nei boschi demaniali di Modena, Ravenna e Parma*, 1991-92.
- ECOTHEMA, *Studio di biomonitoraggio mediante l'uso di licheni nel territorio della Provincia di Trieste*, Dip. Biologia, Univ. Trieste, 1992.
- ECOTHEMA, *Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico nel territorio del Comune di La Spezia e comuni limitrofi*, Dip. Biologia Univ. Trieste, 1992.
- ECOTHEMA, *Studio sui danni forestali di nuovo tipo mediante l'uso di licheni epifiti nei boschi demaniali di Modena, Piacenza, Forlì, Bologna e Parma*, 1991-92.
- ECOTHEMA, *Studio di biomonitoraggio ambientale mediante l'uso di licheni epifiti nei pressi dell'area del costruendo impianto di termodistruzione dei rifiuti ospedalieri di Popoli (Pescara)*, 1993.
- FERRY B.W., BADDELEY M.S. e HAWKSWORTH D.L., *Air pollution and lichenes*, Toronto, 1973.
- GASPARO D., *I licheni come bioaccumulatori di metalli pesanti nei dintorni di Trieste e nell'Alto Vicentino*, Tesi laurea, Sc. Biol., Univ. Trieste, 1988.
- NIMIS P.L., *I macrolicheni d'Italia: chiavi analitiche per la determinazione*, «Gortania, Atti Museo Friul. St. Nat», 8, 1986, pp.101-220.
- NIMIS P.L., MONTE M e TRETJACH M., *Flora e vegetazione lichenica di aree archeologiche del Lazio*, «Studia Geobotan.», 7, 1987, pp. 3-161.
- SEAWARD M., *Lichen ecology*, Londra, 1977.

RELAZIONI TRA PIANTE E AMBIENTE ATMOSFERICO

*Aurelio De Santis**

Le piante condizionano profondamente l'ambiente della superficie terrestre giacchè i loro processi vitali necessitano di acqua e sali minerali, che vengono prelevati dal terreno, e di ossigeno e biossido di carbonio (CO_2), che vengono prelevati dall'atmosfera. In questa sede ci interesseremo dei meccanismi di utilizzo dell'ossigeno e del biossido di carbonio da parte delle piante e degli effetti dell'operatività di questi meccanismi vitali sull'atmosfera. Le piante sono organismi autotrofi, cioè sono capaci di nutrirsi di sostanze minerali e di costruire le proprie molecole organiche utilizzando come base chimica semplici molecole inorganiche. E' chiaro che questo può avvenire solo con apporto continuo di energia. Le piante sono in grado, tramite il processo della fotosintesi, di trasformare energia luminosa del sole in energia chimica, cioè in energia di legame covalente in molecole organiche. Le piante hanno quindi la capacità di costruirsi le proprie molecole di zuccheri, amminoacidi, proteine, acidi grassi, fosfolipidi, terpeni, acidi nucleici, alcaloidi, ormoni e quant'altro richiede la loro complicatissima biochimica, utilizzando come composto di partenza il biossido di carbonio esistente nell'atmosfera. La quantità di questo gas nell'atmosfera è abbastanza scarsa (0,03 %) e costituisce uno stato di equilibrio. Infatti, quando la concentrazione di biossido di carbonio nell'atmosfera supera la quantità descritta, i mari assorbono l'eccesso; quando invece la concentrazione di biossido di carbonio scende al di sotto di quella indicata, i mari ne cedono all'atmosfera. È ovvio che questo succede su scala planetaria e che il fenomeno avviene con velocità più o meno lente. Può così succedere che in alcune zone dell'atmosfera la concentrazione di biossido

* Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale dell'Università di Bologna.

di carbonio salga al di sopra delle concentrazioni anzidette per motivi dovuti soprattutto alle attività umane (combustioni dei motori a scoppio o altre attività industriali). L'aumento di concentrazione del biossido di carbonio nell'atmosfera può concorrere a causare quello che comunemente viene definito effetto serra, portando al riscaldamento dell'atmosfera terrestre ed a modificazioni climatiche. Gli alberi, comunque, quando effettuano la fotosintesi consumano abbondantemente il biossido di carbonio (da 5 a 20 mg CO₂/dm²/h) e producono contemporaneamente ossigeno come sottoprodotto della fotosintesi. Le piante erbacee sono ancora più efficienti nella fotosintesi (da 15 a 70 mg CO₂/dm²/h). In questo processo chimico-fisico che avviene nelle foglie illuminate, infatti, l'acqua viene scissa nei suoi componenti idrogeno ed ossigeno. Quest'ultimo viene liberato nell'atmosfera e potrà servire a sostenere sia la respirazione degli animali e dell'uomo che quella delle piante.

Nelle foglie illuminate la respirazione è inoltre strettamente associata alla fotosintesi e coopera con questo processo per la formazione di mo-

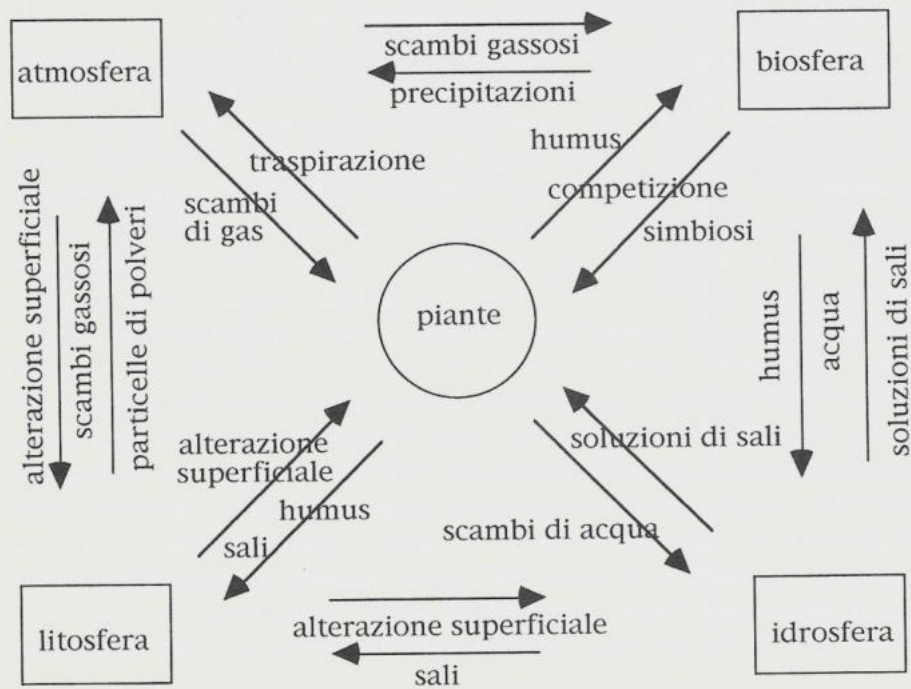


Fig. 1. Esempi di relazioni dirette od indirette tra piante ed ambiente.

lecole dotate di notevole energia chimica. Esiste inoltre un altro meccanismo di cooperazione tra fotosintesi e respirazione, denominato fotorespirazione. Questo meccanismo, dovuto alla buona affinità dell'enzima che effettua l'organica della CO_2 anche per l'ossigeno (ribuloso 1-5 difosfato carbossilasi-ossigenasi), riduce le capacità fotosintetiche e quindi di produttività e crescita delle piante, ma consente anche la sintesi di alcuni amminoacidi (glicina e serina) utili per il metabolismo della pianta stessa. Inoltre consente una respirazione vera e propria (cioè mitocondriale) della glicina prodotta in questa via metabolica. In ultima analisi quindi rappresenta un meccanismo alternativo alla sintesi degli zuccheri conseguente alla fase luminosa della fotosintesi, anche se ovviamente non consente la crescita delle molecole contenenti carbonio e quindi non rappresenta un guadagno netto per la pianta, in termini di molecole organiche costruite per via autotrofa. Durante la fotosintesi vengono prodotti nei cloroplasti, utilizzando il biossido di carbonio dell'atmosfera, molecole a tre atomi di carbonio (fosfogliceraldeide e fosfodiidrossiacetone). Queste molecole vengono esportate dal cloroplasto, mediante il trasportatore del fosfato e dei triosifosfati, e nel citoplasma avviene la loro condensazione aldolica, con formazione di fruttosio 1-6-difosfato. Questo zucchero viene generalmente trasformato in glucosio 1-fosfato ed utilizzato con un complesso meccanismo per la polimerizzazione ad amido o a componenti di parete (cellulosa ed emicellulose), oppure per la biosintesi del saccarosio (fig. 2) che verrà inviato per via floematica al resto della pianta (radici, giovani gemme, frutti e foglie in accrescimento).

Dal cloroplasto possono uscire anche molecole di tipo energetico, di uso pronto. Utilizzando l'energia luminosa può infatti essere effettuata nel cloroplasto la riduzione dell'acido ossalacetico ad acido malico, l'acido malico può essere trasportato fuori del cloroplasto ed inviato al mitocondrio, dove può essere respirato nel ciclo di Krebs, formando acido ossalacetico che può essere rinvio al cloroplasto per una successiva riduzione fotosintetica. In tal modo può essere operante una connessione diretta tra respirazione e fotosintesi, con produzione di ATP respiratorio, ottenuto però per via quasi direttamente fotosintetica. Come si vede, sia a livello respiratorio che fotorespiratorio esistono connessioni e sincronismi tra mitocondri e cloroplasti e sarebbe molto interessante conoscere i meccanismi che regolano queste interazioni. Non è difficile ipotizzare che la produttività delle piante, la capacità di sopravvivenza in condizioni di stress idrico, termico o salino siano fortemente influenzate dalle capacità di controllo di queste interazioni tra fotosintesi e respirazione. È infatti noto che taluni tipi di piante (piante a fotosintesi

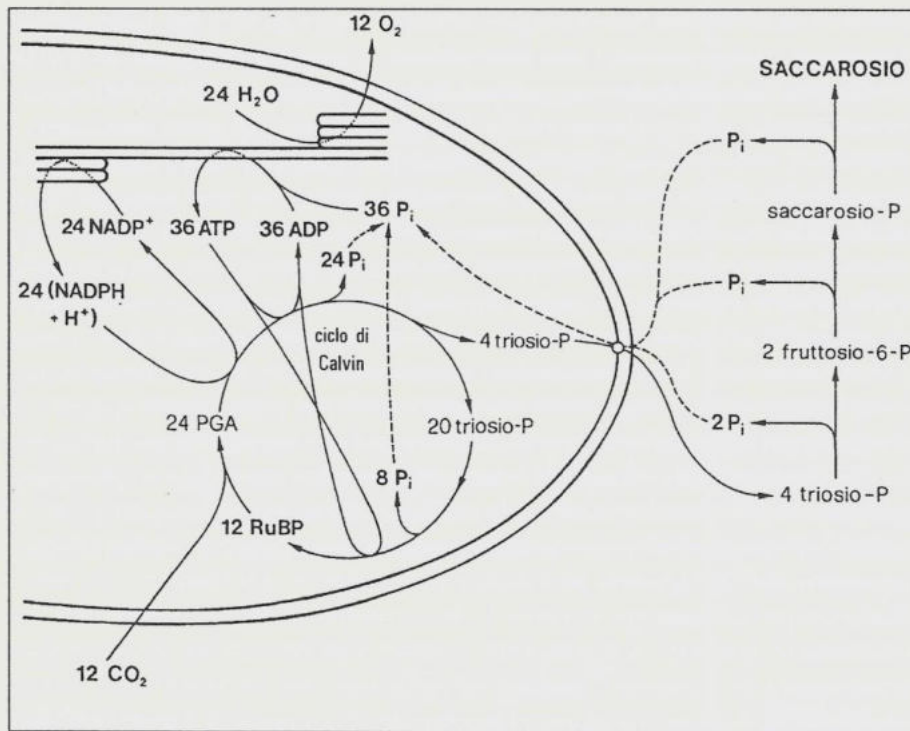


Fig. 2. Biosintesi del saccarosio in una cellula fotosintetica.

(NADP⁺ = nicotinammide-adenin-dinucleotide fosfato;

ATP = adenosin-trifosfato; ADP = adenosin-difosfato;

P_i = fosfato inorganico; RuBP= ribuloso 1-5 difosfato;

PGA = acido fosfoglicerico; triosio-P= aldeide fosfoglicerica e/o diidrossiaceton-fosfato)

C₄) sono in grado di evitare del tutto la fotorespirazione e quindi possono vivere anche in ambienti a bassa pressione parziale di CO₂, mostrando quindi alta produttività, sebbene a temperature più alte delle altre piante. Invece altre piante, generalmente Crassulacee, riescono a sopravvivere in ambienti desertici, estremamente aridi, pur avendo una produttività e crescita molto scarsa (piante a fotosintesi CAM).

Un problema ancora aperto è quello viceversa dell'effetto sulle piante di pressioni parziali di biossido di carbonio maggiori di quelle normalmente presenti nell'atmosfera. Come si è detto, è possibile che almeno in talune situazioni locali si possa avere un aumento della quantità di CO₂ nell'aria, come conseguenza della presenza di combustioni industriali, o di scarichi di automobili. E' noto che questi aumenti

possono provocare il cosiddetto effetto serra, con possibile aumento della temperatura terrestre e profonda influenza sulla meteorologia e sul clima. Studi effettuati su piante coltivate avevano fatto sperare che la crescita delle piante fosse un fattore di regolazione della quantità di biossido di carbonio nell'atmosfera. In altre parole, piante coltivate sottoposte a pressioni parziali di CO₂ maggiori di quelle normalmente rilevate nell'atmosfera terrestre crescono maggiormente di analoghe piante tenute a normale pressione parziale di biossido di carbonio. Al contrario alberi in condizioni naturali (cioè non irrigati e soprattutto non forniti di sali minerali in concentrazione ottimale in conseguenza di concimazioni) non crescono maggiormente a pressioni parziali di biossido di carbonio maggiori di quelle atmosferiche, anzi sviluppano radici più lunghe e sottili e foglie più piccole, con rami e tronchi pressappoco simili alle piante cresciute in atmosfera normale. Questo effetto di mancata crescita è da attribuirsi alla disponibilità limitata (in condizioni naturali) delle sostanze nutritive. E' evidente che saranno necessari studi basati su periodi temporali lunghi di trattamento degli alberi forestali in condizioni naturali, con pressioni parziali di CO₂ maggiori di quelle atmosferiche, per avere risposte più chiare. Comunque attualmente la sensazione è che non si possa sperare nelle piante dei boschi per limitare l'effetto serra dovuto all'aumento di biossido di carbonio.

Viceversa sicuramente la presenza di vegetazione ha profonde influenze sul clima di una regione. La presenza di vegetazione causa sicuramente un aumento dell'umidità relativa nell'atmosfera in conseguenza di fenomeni di traspirazione. Viene quindi influenzata la trasparenza dell'atmosfera e la cosiddetta radiazione oscura della superficie terrestre. Conseguente è l'aumento della temperatura dell'aria intorno alle piante, parametro che influisce ancora sulla umidità relativa e quindi sulla traspirazione. La vegetazione regola quindi la temperatura e l'umidità dell'aria che la circonda, e ne viene a sua volta regolata nella crescita, visto che esiste una produttività di traspirazione, cioè uno stretto rapporto tra fotosintesi e traspirazione.

Cenni bibliografici

ALPI A., PUPILLO P. e RIGANO C., *Fisiologia delle piante*, EdiSES, Napoli, 1992.

FORTI G., *La fotobiologia*, «Le Scienze quad.», 46, 1989.

RICKLEFS R.E., *Ecologia*, Zanichelli, Bologna, 1976.

LA PROGETTAZIONE DEI PARCHI E DEI GIARDINI URBANI

*Alessandro Chiusoli**

Il giardino è sempre stato la rappresentazione di un'ideale meta per l'uomo. I giardini dell'antichità erano diversi da quelli che oggi vediamo e ci immaginiamo. Le città non erano così densamente popolate e non si sentiva, quindi, la esigenza di grandi spazi verdi. I giardini di quei tempi erano piuttosto parchi di ville dei re o dei grandi dignitari. Parchi destinati ad un uso privato per il proprietario, la sua famiglia ed i suoi amici.

Nei tempi più antichi la perfezione del creato prese forma in uno splendido giardino ricolmo di fiori e di frutta: il Paradiso terrestre descritto dalla Bibbia. Simile nella immagine ai Campi Elisi dell'antichità pagana: verdi prati, fiumi, per le anime degli eroi e degli uomini buoni. In tutte le epoche, quindi, l'uomo ha idealizzato i propri giardini per dimostrare il suo amore per la grandiosa bellezza della natura.

Gli Egiziani coltivarono giardini ricchi di palme ai cui piedi fiorivano gelsomini, mirti, rose, con pergole e chioschi ornamentali. Le acque del Nilo permettevano di coltivare moltissime piante importate da lontani paesi. Gli Egiziani quindi pare abbiano avuto il primato di essere tra i primi «inquinatori» della vegetazione, per dirla con gli integralisti, oggi di moda. Non che chi vi parla, per certi versi, non lo sia, ma *est modus in rebus*. Sono disposto a definire con razionalità gli aspetti più validi della natura, ma, in un ambiente cittadino, apprezzo anche un tocco di esotismo, specie se, a causa dell'inquinamento, frutto della nostra civiltà certe specie, esotiche da noi, sono le uniche in grado di sopravvivere un po' di più nell'ambiente cittadino.

Anche nelle regioni del Medio oriente, con terre fertili, ricche di

* Dipartimento di Colture Arboree dell'Università di Bologna.

acque e con clima particolarmente favorevole, come la Mesopotamia, sorsero giardini che secondo Strabone non avevano nulla da invidiare a quelli egiziani. I più famosi furono quelli «pensili» di Babilonia, pare ordinati da Nabucodonosor per ricreare per la moglie, di origine persiana, il clima incantato dei favolosi «paradisi» del suo paese. Di questi giardini abbiamo una descrizione di Strabone. Erano installati in un apposito ed immenso edificio formato da più terrazze ognuna delle quali era sostenuta da volte e pilastri cavi, collegati col terreno.

In Grecia la limitata disponibilità di acqua non permise mai la costruzione di parchi lussureggianti. Alessandro Magno di ritorno dalle campagne d'Asia, dove aveva potuto documentarsi ammirando i «paradisi», diede un grande impulso allo sviluppo dei giardini che, tuttavia, a causa delle realtà stazionali (che si possono riassumere in: sole, roccia, poca acqua) rimasero soprattutto luoghi ombrosi più che siti fioriti. Attorno ai templi, le Accademie, i Licei, i giardini pubblici offrivano un luogo di meditazione. Platani attorno ai licei, le accademie erano caratterizzate dall'olivo. Pochi i giardini privati. Ebbero una certa fama quelli di Epicuro e Licurgo. Quello di Teofrasto fu soprattutto famoso come collezione di piante.

I giardini a Roma ebbero una grande popolarità e negli «atrii» venivano coltivate piante da fiore e piante utili. Negli orti invece si piantava l'olivo, il melograno, il ciliegio ed il fico, piante tutte importate dall'Asia. L'arte del giardinaggio raggiunge presso i Romani una grandissima perfezione, tanto che essi, per primi, introdussero anche dei mezzi ausiliari per coltivare le piante esotiche provenienti da zone calde e non adatte a sopravvivere nei rigidi inverni italiani. All'epoca di Tiberio le serre funzionavano egregiamente: i locali erano coperti da lastre di mica, venivano riscaldati col vapore o con gli ipocausti (dai quali, per mezzo di tubi disposti sotto i pavimenti, si diffondeva il calore in vasi o in statue cave: veri e propri caloriferi monumentali disposti simmetricamente nelle serre).

Già all'epoca dei Romani esistevano due concezioni fondamentali dei giardini, concezioni che si ripetono ancor oggi. Una si basava sulla disposizione regolare e geometrica delle piante, (che abbiamo già ricordato per i giardini egiziani) e che si ritrova, molti secoli più tardi nel giardino rinascimentale italiano e in quelli che ne sono derivati: i giardini francesi del '500 e '600. L'altra, tipica del giardino barbarico, più naturale, consigliava una disposizione delle piante copiando la natura, disposizione che è stata poi ripresa nel 18° secolo dai giardini paesistici inglesi.

Nel giardino regolare a Roma l'arte topiaria raggiunse le sue massime espressioni. Le differenti parti del giardino erano divise con siepi e piante accuratamente e ripetutamente tagliate. Nel massimo splendore pare che anche scultori di fama firmassero statue «in verde» realizzate con plastici arbusti di tasso, mirto, bosso e leccio.

Giardino regolare e giardino naturale: queste due formule nascondono un grande problema: giardino di impegno e giardino di disimpegno. In relazione al lavoro necessario per mantenerli. Di giardini regolari, di giardini di impegno ne abbiamo molti nel nostro paese. Di validi e di meno validi. Quelli validi costituiscono un grande, grandissimo impegno per i proprietari, sia privati o enti pubblici.

Anzitutto perché i giardini storici sono caratterizzati dal fatto di essere costruiti, in gran parte, da materia vivente. Vivente ma non immortale. E questo è il primo grande *gap* del giardino. Questa considerazione significa quindi un costo di manutenzione elevato, anzi, elevatissimo, per giardini di una determinata fattura.

Le piante significano, prima o poi, problemi di ricostruzione totale di determinate strutture, perché la materia vivente oltre che soggetta a malattie, intemperie, guasti, è mortale e alla morte va cambiata.

In secondo luogo, esiste, specie nei paesi come il nostro, il grande problema costituito dai giardini storici e dal verde esistente che è stato progettato, a suo tempo, per ritmi di vita, per un modello di civiltà tanto diverso da quello proprio dell'attuale periodo. Le piccole airole, cintate di siepette tutte da potare, le alberate urbane confinate in spazi ristretti e ingabbiate in forme obbligate che richiederebbero interventi annuali da parte di giardinieri attenti, affezionati e amanti del sacrificio che tale lavoro sempre comporta. Tutte realtà, queste, comuni alle nostre città piccole e grandi e la cui gestione, in termini di tabelle, mansioni, e, soprattutto, del poco personale che gli Enti pubblici hanno per il verde ed i giardini è pressoché impossibile. Che dire poi dei centri in cui ci si affida soltanto ad organizzazioni, che gestiscono il verde in maniera che io non esito a definire illegali ed illegittime, in quanto distruggono, a spese del contribuente, un bene di tutti quali sono il verde ed i giardini?

Il verde di vecchia concezione, è molto spesso ingestibile con metodi moderni. Di qui i danni o l'abbandono e l'incuria, le potature stravolgenti dovute ormai non più ad ignoranza, dopo lustri che illustriamo i problemi, le soluzioni ed effettuiamo dimostrazioni.

Oltre ai giardini storici definisco giardini di impegno quelli che richiedono una accurata attività dei giardinieri durante tutto l'anno.

Attività che si svolge in una attenta e costosa manutenzione. Manutenzione che, molto spesso, può superare, a livello di costi, quello iniziale degli impianti.

Una sola cifra. Oggi un giardino di tipo semplice, un giardino pubblico intendo, prato alberi e gruppi di arbusti, costa circa 15-20.000 lire al metro quadrato. Per la manutenzione, secondo i calcoli del Comune di Roma, e precisamente per tagliare l'erba 3-4 volte all'anno e per raccogliere, male, le immondizie, si spendono nei giardini più di 10.000 lire al metro quadrato (ogni anno la metà del costo di impianto). Manutenzione che, quasi sempre, nei bilanci degli Enti Pubblici è sottovalutata in termini di previsione di spesa anche perché la gestione non ha e, soprattutto non dà, notorietà. È evidente in termini di notorietà, specie in periodi elettorali, che la realizzazione di un nuovo parco paga molto di più del mantenere il verde esistente. Questa manutenzione, così onerosa, è oggi comunque affrontabile al patto che le operazioni ad essa connesse vengano meccanizzate il più possibile.

Ma la meccanizzazione è possibile entro termini accettabili soltanto quando il verde è stato progettato per l'uso delle macchine, cioè quando gli spazi verdi sono accessibili ovunque da macchine di dimensione appropriata alla dimensione dello spazio in cui la macchina deve operare. Così per i tagli dell'erba, la raccolta dei rifiuti, delle foglie, la potatura degli alberi e delle siepi, la irrigazione, ecc..

Ne deriva, quindi, il coinvolgimento del progettista del verde, il paesaggista, che deve conoscere a fondo i problemi tecnici connessi con la gestione meccanizzata delle aree verdi, le quali vanno ideate anche in relazione alle macchine che dovranno venirvi usate, con problemi di ampiezza, pendenza, carico utile sopportabile dalle superfici su cui si transita, dimensioni della viabilità di servizio ecc.

Infatti in molti casi la manutenzione non è possibile perché non c'è posto per gli spostamenti della macchina, o perché questa non può operare, o perché rischia il ribaltamento, o perché non può effettuare le necessarie manovre.

Altro problema ancora, è la motorizzazione ed i suoi riflessi sul verde pubblico. Problema questo che sta stravolgendo il verde esistente, confinando sempre più gli alberi in aiole inadatte, su percorsi a misura di auto ma non di albero e che, anche in sede di nuovi progetti, dimostra una ben triste realtà: che in Italia di verde si parla, ci si allarma se si abbatte un albero moribondo ma non si fa nulla per impedire che il verde si restringa, che l'albero nell'ambiente urbano sia rispettato a spese del cemento e del manufatto. Mai, mai ripeto, succede in contrario.

Torniamo ai giardini, quelli tradizionali, che alcuni di noi ricordano di aver visto da bambini, o che si vedono in occasione di qualche mostra o fiera o, semplicemente, quando trascorriamo qualche giorno in una città termale. Nelle città sono ormai bestie rare: i giardini davanti alle stazioni ferroviarie, in qualche cittadina di provincia o nelle città termali o balneari. Le fioriture richiedono costante impegno, applicazione, cure e manodopera. Nei giardini privati, specie se piccoli, l'impegno economico è minore specie se sorretto dall'entusiasmo dei proprietari. Questi giardini tuttavia rappresentano una costante preoccupazione quando li abbandoniamo a se stessi o in mani altrui, costose e pasticciere nello stesso tempo.

Ed ecco perché questo costante ricorrere alla forma più naturale del giardino, quello che alcuni chiamano ancora giardino inglese, che i Romani chiamavano di stile barbarico, meno di effetto, ma che richiede molto meno impegno. Ecco il ricorrere ai mezzi tecnici, agli automatismi, alle macchine per irrigare, diserbare, raccogliere rifiuti e foglie, tagliare erba.

Ecco perché tanti giardini oggi sono, non dico brutti, ma non particolarmente belli da vedere. Anche perché non sono progettati e chi li fa limita la propria cultura alle proprie colture o a quelle che economicamente più gli rendono.

Non voglio drammatizzare, resteranno sempre aiuole fiorite o angoli spettacolari nei giardini, così come resteranno sempre nel campo dei ristoranti certi famosi templi della cucina. Ma per un pasto in un ristorante valido esistono, quanti? 100-1.000 o 10.000 posti per nutrirsi. Così è e sarà sempre più per i giardini, per il verde.

La tendenza di oggi è questa: verde e giardini molto semplici, funzionali, per chi ha fretta, per chi le cose le fa fare e vuole spendere il meno possibile. Ciò evidentemente non esclude chi deve o può spendere e chi, vivaddio, si diverte e dedica al giardino ore e ore di paziente lavoro non pagato se non con quelle piccole o grandissime soddisfazioni di cui il giardino o il vaso da fiori è prodigo per chi si impegna.

Bibliografia

- CHIUSOLI A., *Aspetti vegetazionali del paesaggio bolognese*, «La Mercanzia», 11, 1975.
CHIUSOLI A., *Parchi e giardini, Progettazione*, Encicl. Agr. It., vol. 8, REDA, Roma, 1975.

CHIUSOLI A., *L'analisi del paesaggio*, «Genio Rurale», 2, 1977.

CHIUSOLI A., *L'albero, l'uomo, la città. La politica del verde nella città*, CLUEB, Bologna, 1979.

CHIUSOLI A., *Il giardino nella natura*. Edagricole, Bologna, 1980.

CHIUSOLI A., *Progettazione di giardini*, Edagricole, Bologna, 1983.

CHIUSOLI A., *Il Bosco Urbano*, «Giardino Fiorito», 1/2, 1993.

GIACOMINI V., *Il paesaggio vegetale italico*, «Nat. Mont.», 1, 1970.

SERENI E., *Storia del paesaggio agrario italiano*, Laterza, Bari, 4a ed., 1976.

SESTINI A., *Il paesaggio*, TCI, Milano, 1963.

TOMASELLI R., *Note illustrative della carta della vegetazione naturale potenziale d'Italia*, Min. Agr. For., Collana Verde, 27, Roma, 1970.

TOMASELLI R., *Le carte della vegetazione potenziale naturale*, «Parametro», 23, 1974.

I TETTI VERDI

*Alessandro Chiusoli**

In alcuni paesi del Nord-Europa, soprattutto in Germania e Svizzera, da almeno 10 anni si vanno diffondendo nuovi tipi di giardini pensili.

Tali giardini, che in molti casi si possono chiamare, con traduzione letterale del termine, «tetti verdi» o «muri verdi», contribuiscono decisamente a migliorare l'ambiente urbano, in quanto la vegetazione, che svolge molte funzioni salutari all'interno delle città (cfr. CHIUSOLI, 1980, tab. a p. 19), si sviluppa al di sopra degli edifici, creando vere e proprie aree verdi. In queste aree verdi le piante erbacee perenni, arbusti e, anche, piccoli alberi vengono raggruppati in associazioni artificiali, ecologicamente equilibrate al punto da costituire veri e propri mini ecosistemi. Le piante sono coltivate a tappeto su superfici che, altrimenti, sarebbero rivestite da normali materiali di copertura per tetti piani (lastre o ciottoli posati a protezione delle guaine impermeabilizzanti). In alcune città che abbiamo avuto occasione di visitare durante una visita tecnica nell'estate 1989 (Monaco di Baviera e Stoccarda) e in altre visitate durante il 1988 (Zurigo, Berna, Losanna e Neuchatel) questi elementi di verde urbano sono molto diffusi. In grandi complessi edificati comprendenti banche, edifici commerciali, industriali, scolastici e residenziali, già da diversi anni sono una realtà consolidata migliaia di metri quadrati di piante. In Germania lo sviluppo di queste speciali aree verdi si è accentuato anche grazie all'intelligente politica di alcune Amministrazioni Pubbliche, che favoriscono con contributi o agevolazioni chi realizza coperture «verdi».

* Dipartimento di Colture Arboree dell'Università di Bologna.

Una rivoluzione tecnologica

Molto spesso nel nostro Paese si ritiene che «tetto verde», o «giardino pensile», sia un lusso per pochi. Anzi, la corrente mentalità di costruttori di edifici porta a ritenere che il giardino sia spesso l'ultima delle preoccupazioni a carico di chi abiterà l'edificio, oppure un accessorio da realizzarsi con la minore spesa possibile.

Per ritornare ai giardini o «tetti verdi», cioè a quelli al livello di coperture, attualmente in Italia la maggior parte dei sistemi di realizzazione adottati è abbastanza costosa, i mezzi e le tecnologie usate sono pesanti con conseguenti problemi di statica al punto che al paesaggista non resta che la soluzione di sistemare contenitori o fioriere in prossimità di muri portanti o sopra pilastri al fine di ripartire i carichi. In genere, poi, tali realizzazioni sono prevalentemente mirate più alla spettacolarità dell'arredo che alla funzionalità di un sistema ecologicamente equilibrato e che può svolgere funzioni salutari nell'ambito urbano e dare nel contempo un valido apporto di risparmio energetico.

Al contrario, il sistema oggi prevalentemente usato all'estero nei Paesi citati è del tutto rivoluzionario rispetto a quello da noi impiegato, soprattutto nei confronti delle tecnologie adottate per la irrigazione delle piante. L'acqua, infatti, che viene ritenuta il principale fattore limitante per lo sviluppo delle piante sulle coperture degli edifici, garage, grandi autorimesse, magazzini, terrazzi ed altri, crea da noi problemi che non

sempre sono di facile soluzione.

Il sistema tradizionale si avvale, infatti, di differenti metodi di adduzione dell'acqua. Questa viene fornita alle piante dalla superficie del substrato di coltivazione, o per aspersione (spesso manuale) o con distribuzione localizzata a goccia.



Fig. 1. Monaco di Baviera - Ospedale Munchen Bogenhansen. Superficie giardini pensili 10.000 m². Verde intensivo. Spessore substrato cm 15+40.

Dalla superficie del terreno l'acqua attraversa il substrato esplorato dalle radici e, di qui, quella in eccesso, defluisce alla rete di scarico. È un sistema questo che non offre grande sicurezza, non esistendo riserva. Inoltre le acque in eccesso dilavano fertilizzanti dai substrati. La vita delle piante è strettamente legata alla continua disponibilità di acqua ed alla necessità che la rete di adduzione idrica non abbia mai guasti.

I nuovi sistemi invece, e ci riferiamo a quelli che vengono costruiti in Germania Occidentale protetti dal marchio commerciale OPTIMA, sono basati su un principio differente.

Una falda permanente di acqua, simile a quella che in natura è la naturale falda utilizzata dalle piante, provvede a far risalire per capillarità l'umidità alle radici delle piante. Particolari e semplici tecnologie, brevettate dalla OPTIMA, permettono di mantenere costante il livello di questa falda, eliminando l'acqua in eccesso proveniente dalle piogge, o alimentando il livello quando questo, o per effetto della evaporazione dalla superficie o della traspirazione delle piante, tende ad abbassarsi.

In realtà i sistemi adottati sono due: il primo, definito «verde estensivo», non prevede reintegri della falda; permette una sistemazione a verde economica con piante erbacee basse, rustiche, (in genere *Sedum* o altre specie resistenti anche a lunghi periodi di siccità) che possono vivere, nelle regioni sufficientemente piovose, col solo apporto idrico proveniente dalle precipitazioni atmosferiche.

Il secondo, «verde intensivo», è usato per i veri e propri giardini pensili, con piante dotate di differenti esigenze nei confronti dell'umidità del terreno e, come si è detto, oltre a provvedere all'eliminazione dell'acqua in eccesso provvede a mantenere automaticamente il livello di falda attraverso un sistema automatico che permette di riportare l'acqua di riserva al livello desiderato, una volta che questa scarseggi.



Fig. 2. Ospedale di Monaco: un giardino al 3° piano.



Fig. 3. Ospedale di Monaco: giardini alla zona di ingresso con caffetteria sotto al giardino due piani di servizi, garages, ingresso ambulanze.

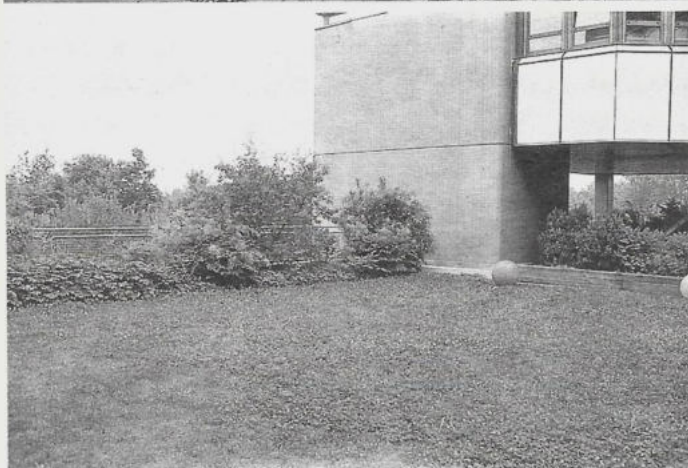


Fig. 4. Ospedale di Monaco: zona di terapia fisica e riabilitazione all'aperto al 3° piano.



Fig. 5. Ospedale di Monaco : giardini al terzo piano, la pavimentazione in legno delimita le airole.

Entrambi i sistemi, poi, si avvalgono di speciali substrati ottenuti miscelando rocce che hanno subito un trattamento termico per esaltarne la porosità, con substrati di origine organica e fertilizzanti a lenta cessione.

La ricerca scientifica

Tutti questi sistemi di coltivazione e, in particolare, questo, diffuso commercialmente in Germania dalla OPTIMA, derivano dalle complesse ricerche che da oltre 20 anni sono condotte presso l'Università Agraria di Weihenstephan nei pressi di Monaco di Baviera, nell'Istituto di Scienze del Suolo e Nutrizione delle Piante, diretto dal Prof. Dott. F. Penningsfeld. La scuola di Weihenstephan è da anni all'avanguardia negli studi sulla nutrizione e irrigazione delle piante, con risultati che, dal punto di vista applicativo, hanno rivoluzionato molti settori del verde. Basti citare la ben nota idrocoltura, (sistemi LUWASA, ora estesamente diffusi da noi per le piante da interni), e «tetti verdi», sistema OPTIMA. Il Prof. Penningsfeld e i suoi numerosi colleghi e collaboratori, tra cui citiamo Hans-Joachim Liesecke, hanno messo a punto tecniche e realizzato approfondite ricerche su piante, substrati e loro rapporti con le esigenze idriche e termiche in ogni condizione ecologica immaginabile. Tali studi, pur nel rigore scientifico, hanno esplorato ed approfondito le possibilità applicative dei sistemi del «tetto verde» in ogni tipo di clima.

La realtà in Italia

Fino alla scorsa estate per costruire nel nostro Paese un «tetto verde» o giardino pensile con il sistema OPTIMA occorreva rivolgersi direttamente alla OPTIMA in Germania. Oggi il si-



Fig. 6. Cassa di Risparmio di Monaco (Stadtsparkasse Munchen). Superficie di giardini pensili 5.000 m², realizzazione 1987/88.

stema è disponibile anche da noi tramite la INTERPARK di Bolzano che ne ha l'esclusiva per il nostro paese. Per la redazione di progetti di «tetti verdi» o giardini pensili l'INTERPARK si avvale della consulenza del CENTRO RICERCHE PROGETTAZIONE PAESAGGIO di S. Lazzaro di Savena (Bo).

Le fotografie a corredo di questa nota sono state scattate durante una approfondita visita da noi compiuta in Germania, in compagnia dei responsabili della OPTIMA e della INTERPARK, oltre che da tecnici del verde urbano del Comune di Bolzano.

Il sistema OPTIMA

Su un tetto piano, privo di vegetazione, nelle zone dell'Europa centro settentrionale, si possono registrare sbalzi di temperatura, tra l'estate e l'inverno, di oltre 110 °C. Infatti (schema 1) la differenza di temperatura (climi continentali) può variare tra i -30°C e i +80°C. Per effetto di uno strato continuo di vegetazione il salto termico si può ridurre ad un massimo di 30°C. A parità di condizioni le temperature superficiali, infatti, possono variare tra -5°C e + 25°C. Ne derivano numerosi vantaggi che qui elenchiamo:

- minori sollecitazioni alla struttura del tetto ed agli elementi da costruzione che esso protegge. L'intera struttura del tetto viene a sua volta protetta e la durata dei materiali isolanti del tetto aumenta considerevolmente. Inoltre il verde orizzontale sui tetti costituisce, sia in estate che in inverno, una ulteriore ottima barriera isolante per il calore;
- se il tetto non è coperto di vegetazione, l'acqua piovana scorre direttamente, senza venire utilizzata, negli appo-



Fig. 7. Università di Monaco. Sistemazione di tetto a verde estensivo.

Fig. 8. Una sistemazione a verde estensivo con prevalenza di *Sedum*.



Fig. 9. Stoccarda. Complesso residenziale «Tazzelwurm»: verde intensivo ed estensivo. Superficie 1480 m².



Fig. 10. Stoccarda complesso residenziale «Tazzelwurm» copertura di un'area con verde intensivo.





Fig. 11. Zona umida realizzata con verde intensivo su un edificio commerciale.

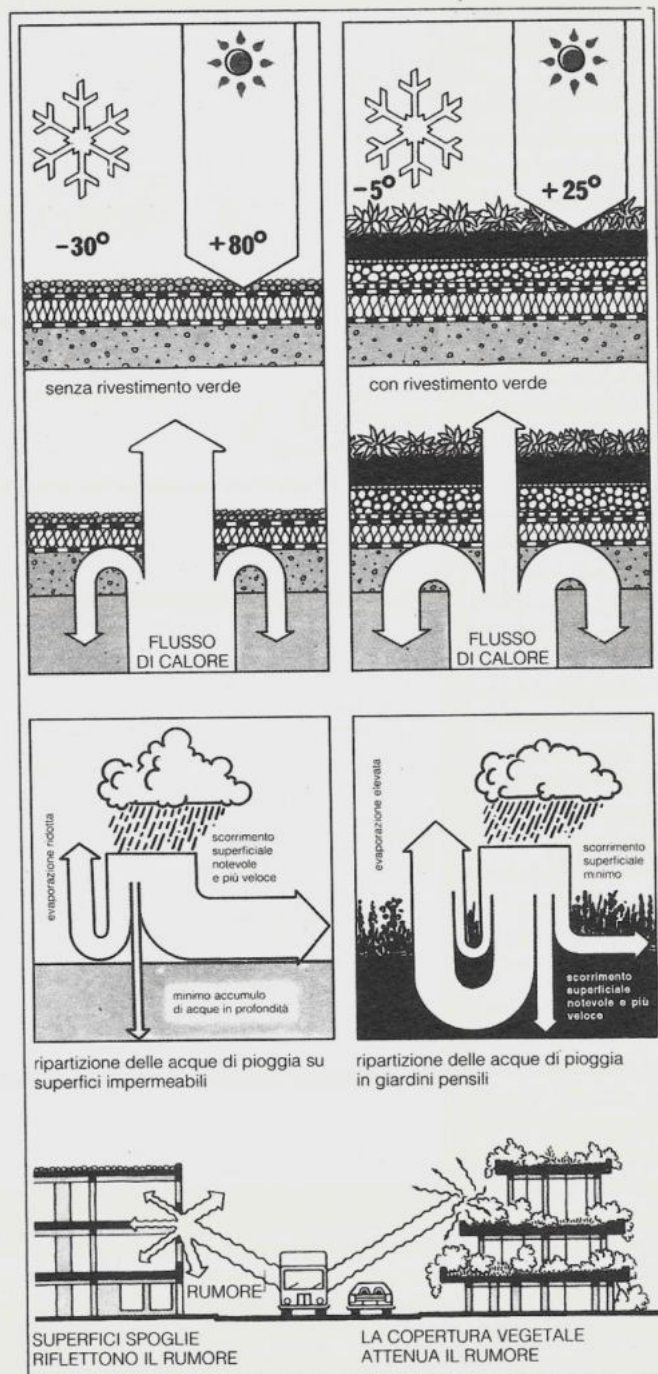
siti scarichi; questo fatto può causare, in caso di precipitazioni di elevata intensità, sovraccarichi alla rete di smaltimento idrico;

- viceversa accade se il tetto è inverdito, soprattutto se si tratta di verde intensivo con sistema di subirrigazione (per risalita capillare). In questo caso le precipitazioni vengono in gran parte assorbite, l'acqua rimane a disposizione delle piante e attraverso queste ritorna, tramite la traspirazione, all'atmosfera ed al ciclo naturale dell'acqua;
- dove le strade sono strette, il disturbo causato dall'inquinamento acustico può venire sensibilmente ridotto mediante il rinverdimento di tetti e facciate (verde orizzontale e verde verticale). Superfici di costruzione non rivestite riflettono il rumore, mentre le superfici inverdite assorbono in gran parte le onde sonore.

Lo schema 1, gentilmente fornito dalla OPTIMA, riporta in modo schematico quanto esposto.

Lo schema di come viene realizzata una copertura verde col sistema OPTIMA, nel tipo più complesso (verde intensivo) è riportato nello schema 2.

Il giardino sul tetto non deve necessariamente realizzarsi solo su edifici privati: ospedali, banche, edifici commerciali, supermercati, grandi magazzini, ristoranti e alberghi possono offrire alla comunità centinaia di metri quadrati di aree verdi pensili, per migliorare in generale gli ambienti urbani offrendo nel contempo rispettivamente, ai frequentatori, dipendenti, pazienti, clienti, un area di relax verde in pieno ambiente urbano.



Schema 1.

Schema 2.

Fase 1: tetto preesistente con elementi e dispositivi tecnici

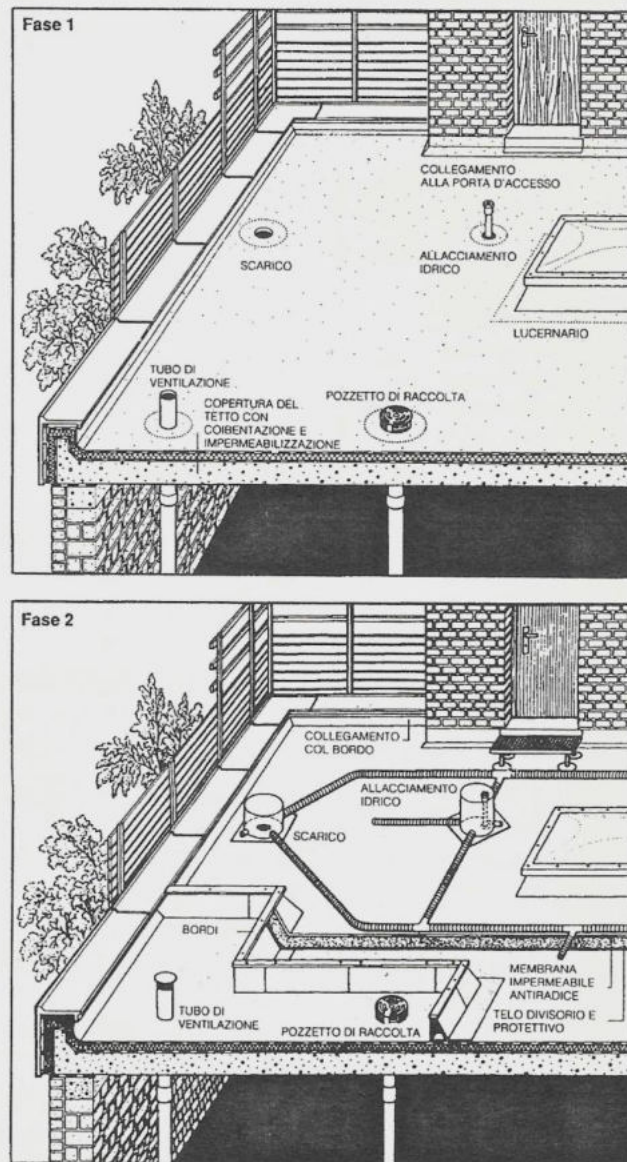
Presupposto indispensabile per un impianto verde è l'esecuzione tecnicamente specializzata dei lavori di costruzione e di isolamento del tetto con tutti i necessari collegamenti e allacciamenti. Per l'irrigazione e lo smaltimento delle acque deve essere prevista l'installazione di dispositivi tecnici adeguati. Fondamentalmente è possibile effettuare la trasformazione a verde di un tetto anche dopo la costruzione del terrazzo o tetto piano. È opportuno però che le guaine isolanti siano del tipo più idoneo (guaine plastiche tipo SARNA) con barriere antivapore, e non i sorpassati sistemi a «cartoni catramati» ancora in uso in molte zone italiane.

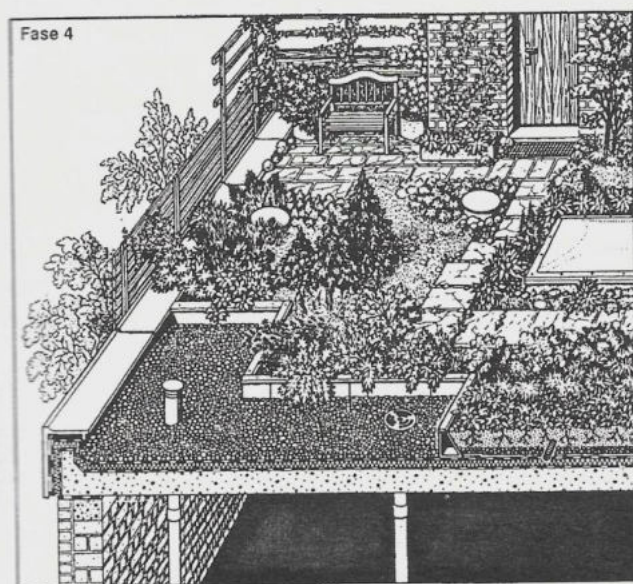
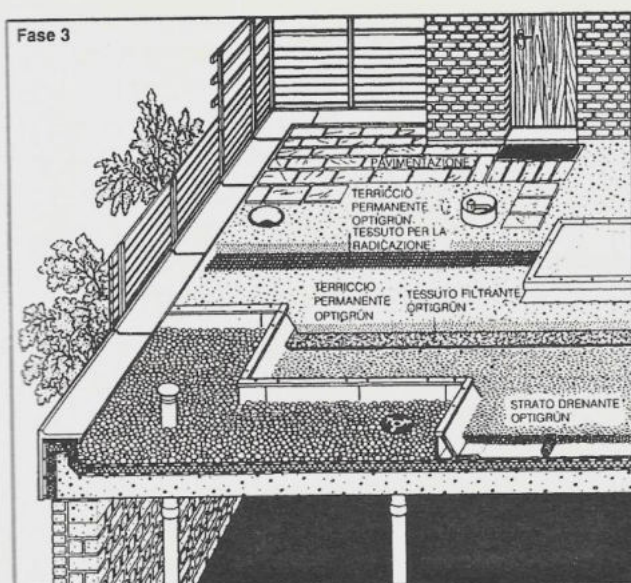
A seconda dell'utilizzo previsto e del tipo di vegetazione, occorre tener conto del carico ammissibile dalla struttura per unità di superficie. Gli impianti di verde orizzontale estensivo con strato di accumulo dell'acqua piovana si possono realizzare a partire da circa 140 kg/mq, quelli intensivi, che prevedono anche un'irrigazione completamente automatica grazie al maggiore spessore dello strato di drenaggio, invece, si realizzano a partire da circa 190 kg/mq.

Fase 2: posa della membrana antiradice e costruzione delle reti per l'irrigazione e smaltimento delle acque.

Per prima cosa viene posata sulla guaina di copertura finita, una guaina divisoria e protettiva, poi su di essa si posa la membrana antiradice OPTIMA. Essa serve come protezione della isolazione del tetto dall'attacco delle radici, ma contemporaneamente forma un catino a tenuta ermetica che consente l'accumulo dell'acqua piovana.

L'efficienza della membrana antiradice dipende esclusivamente dalla specializzazione dei tecnici che la posano e che sigillano i margini e le fughe, e dalla cura con cui essi lavorano.





l'allontanamento delle malerbe, ad una concimazione annuale degli impianti di irrigazione e di smaltimento

Fase 3: spargimento del materiale di riporto

Lo strato drenante OPTIMA è costituito da minerali scelti, adatti per le piante, e trattati termicamente a temperature elevate. Esso ha la funzione di drenare l'acqua in eccesso, ma ha anche il compito di drenare l'acqua piovana, che in esso si accumula, per via capillare attraverso la stuoia filtrante sovrastante fino al livello della vegetazione, e ciò in maniera continuata e regolare. Lo strato superiore, quello della vegetazione, è di terriccio permanente OPTIMA, un terriccio sperimentato ormai da diverse decine d'anni che viene periodicamente sottoposto scientificamente a specifici controlli di qualità. Anche dopo parecchi anni non è necessario cambiare il terriccio OPTIMA. Lo dimostrano giardini pensili Optima che hanno oggi più di 25 anni.

Fase 4: impianto del verde

Si possono creare senza difficoltà diverse combinazioni di piante, mettendo a dimora comunità di piante ricche e varie. Le possibilità di modellare il proprio giardino pensile, dandogli un'immagine personale mediante un'accurata disposizione delle piante, sono praticamente infinite. Ovviamente rimane sempre la possibilità di aggiungere piante o di sostituirne.

La cura dei giardini pensili della OPTIMA si riduce essenzialmente al di mantenimento ed al controllo delle acque in eccesso.

Se la progettazione è fatta a regola, il giardino sul tetto soddisfa una serie di esigenze di tipo ecologico, psicologico e tecnico-pratico. L'ideale sarebbe una collaborazione continua tra il paesaggista o progettista del verde e l'ingegnere o architetto progettista dell'edificio, cosicché l'edificio e il giardino sul tetto si integrino in maniera vicendevolmente utile.

Le costruzioni circostanti, la pianta, la forma, la struttura, la scelta dei materiali e le soluzioni per dettagli sono determinanti al fine delle possibilità di utilizzo, della manutenzione e delle possibilità di sviluppo delle piante sulle aree verdi anche senza collegamento diretto col terreno.

Bibliografia

- BORIANI M.L., *Progettare le aree verdi*, CLUEB, Bologna 1987.
- BUCKWALD K. e ENGELHARDT W., *Landschaftsplage und Naturschutz in der Praxis*, BLV, Monaco, 1973.
- CHIUSOLI A., *Il giardino della natura*, Edagricole, Bologna 1980.
- CHIUSOLI A., *Progettazione di giardini*, Edagricole, Bologna 1983.
- CHIUSOLI A., *Elementi di paesaggistica*, CLUEB, Bologna, 1985.
- CHIUSOLI A., *Progetto giardino*, BE.MA., Milano 1989a.
- CHIUSOLI A., *I tetti verdi*, «Giardino Fiorito», 11, 1989b.
- CHIUSOLI A. e BORIANI M.L., *Progetto Abitare il Verde*, BA.MA., Milano, 1990.
- CHIUSOLI A., *Tetto verde*, BA.MA., Milano 1991.
- GRUB H., *Unternehmen Grün*, Callwey, Monaco, 1990.
- LIESECKE H.J., KRUPKA B., LÖSEN G. e BRÜGGEMANN H., *Grundlagen der Dachbegrünung*, Patzer Verlag, Berlino, 1989.

I PRINCIPALI PROBLEMI FITOPATOLOGICI DEL VERDE URBANO

*Luigi Marchetti**

Le piante ornamentali, inserite nel contesto sia urbano (alberature stradali, viali, ecc.) che extraurbano (giardini, siepi, ecc.) assumono oggi sempre maggiore valorizzazione: ciò è dovuto ad una nuova coscienza ecologica sia da parte dei privati che di molti enti pubblici; si è capito che il problema «verde» è fondamentale, oltre che per la funzione estetica-decorativa, anche quale migliore antidoto all'inquinamento.

Ecco quindi che tende ad allargarsi la diffusione delle essenze vegetali (più o meno pregiate) che servono ad arricchire le alberate cittadine e a circondare di verde i centri abitati ed i parchi.

La sopravvivenza degli alberi in ambiente urbano è però difficoltosa rispetto a quella delle piante poste a dimora in ambiente rurale, per gli elementi inquinanti che tra l'altro ostacolano alcuni dei principali processi fisiologici (respirazione e traspirazione); è necessario, quindi, che la scelta delle essenze sia indirizzata verso soggetti, che oltre a non avere particolari esigenze pedologiche, perciò nutrizionali, siano esenti da agenti fungini od entomatici, i quali potrebbero compromettere irrimediabilmente la vitalità delle piante stesse.

Occorre inoltre controllare che il materiale usato per la copertura vegetale di dette aree, prodotto in vivai forestali più o meno specializzati, non presenti sintomi di potenziali alterazioni.

* Osservatorio regionale per le malattie delle piante di Bologna

Specie vegetali più diffuse

In relazione ai problemi sopraesposti, tra le specie che trovano utile impiego per il verde urbano, quindi principalmente diffuse e che tratteremo sotto il profilo fitosanitario, sono ad esempio, tra le latifoglie: il platano, l'ippocastano, il tiglio, l'acero, le querce a foglia caduca, il leccio, il bagolaro, l'olmo e il pioppo. Vi sono poi latifoglie tipicamente ornamentali, allevate specialmente per il loro aspetto decorativo: ricordiamo la quercia rossa, il maggiociondolo, il sorbo, il ligustro, il lauroceraso, e l'evonimo.

Tra le conifere più diffuse abbiamo i cedri (*deodara*, *atlantica* e *libani*), pini (il *nigra* e il *pinea*), la tuia e il cipresso.

Principali alterazioni parassitarie

Le malattie fungine che di seguito descriveremo sono numerose: faremo pertanto una descrizione (sintomatologia, eziologia, epidemiologia e terapia) dei parassiti più diffusi per i quali occorre vigilare in modo particolare e adottare tutte le norme precauzionali e terapeutiche necessarie. Tratteremo le alterazioni parassitarie dell'apparato aereo (foglie, germogli, rami); le malattie che colpiscono gli organi conduttori, cioè l'ascesa e la discesa degli umori linfatici (le cosiddette «tracheomicosi»); le infezioni dell'apparato radicale (colletto e radici); le fisiopatie, cioè le alterazioni dovute a fattori non parassitari (terreno, squilibri idrici, termici, ecc.); infine tratteremo le infezioni provocate da agenti di carie del legno. La lotta contro le malattie dovrà essere attuata con farmaci specifici di volta in volta, cercando di ridurre il più possibile il numero dei trattamenti, usando formulati di bassa tossicità e a largo spettro d'azione, al fine sia di un minore inquinamento dell'ambiente circostante, sia di una minore intossicazione delle piante stesse.

Platano (gen. *Platanus*)

Questa pianta arborea, largamente impiegata come essenza di arredo nei viali cittadini e nelle principali vie di comunicazione, presenta sempre maggiori attacchi di agenti patogeni fungini ed entomatici. Riteniamo in merito che una delle concause di ciò derivi dall'applicazione di non corrette norme agronomiche, come i tagli di potatura non

disinfettati, i quali espongono tali superfici all'ingresso di agenti patogeni.

Una delle malattie che da qualche tempo rappresenta il principale pericolo per questa pianta è il «seccume» o «antracnosi» dovuto al microrganismo fungino *Gnomonia platani*. Le piante colpite presentano ingiallimento e appassimento precoce delle foglie, irregolarità di sviluppo della chioma, un'abbondante ramificazione dei rametti con presenza di scopazzi e un generale deperimento che, nei casi più gravi, può causare la morte della pianta.

Sintomatologia. I primi sintomi compaiono in primavera sulle giovani foglie e sui germogli, talora confusi con danni da freddo: essi consistono in aree imbrunite, inizialmente giallo-rossastre che disseccano e si estendono lungo le nervature principali e secondarie fino al picciolo, ricoprendo alla fine l'intera superficie fogliare.

Il microrganismo provoca molte depressioni della corteccia di forma ellittica, di colore rosso-bruno e che si fessurano evolvendosi sotto forma di cancri.

L'infezione si diffonde per mezzo dei conidi che, sospesi in gocce d'acqua, vengono disseminati su altre foglie e, se la temperatura si mantiene entro valori compresi tra i 20 e i 25°C, germinano dando origine al micelio che penetra attivamente per via cuticolare, causando necrosi sulle nervature principali e secondarie. Occorre ricordare che l'intensità con cui l'infezione ogni anno si manifesta è da porre in relazione alla presenza della *Corythucha ciliata*, l'emittero che facilita la penetrazione del patogeno e che oggi rappresenta la più grave avversità entomatica.

Terapia. Per le piante maggiormente compromesse è necessario eseguire un radicale risanamento con l'asportazione delle parti più



Fig. 1. Platano completamente necrotizzato per attacco di cancro colorato blu (*Ceratocystis fimbriata*).

colpite, avendo poi l'avvertenza di ricoprire la ferita con mastici, i quali hanno lo scopo di evitare l'insediamento nel legno di funghi agenti di carie e di proteggere dagli agenti atmosferici la superficie esposta.

La lotta della malattia per via chimica deve essere possibilmente impostata su criteri preventivi; l'epoca più opportuna per la somministrazione dei farmaci inizia con l'apertura delle gemme, facendo seguire altri due trattamenti rispettivamente a 10 e a 20 giorni di distanza dal primo. I prodotti chimici che hanno fornito i migliori risultati sono il Benomyl e il Carbendazim (alla dose di 100-120 g per ettolitro di acqua). Detti interventi è bene vengano ripetuti per alcuni anni al fine di ottenere un risultato duraturo nel tempo.

Altro parassita del platano che ha effetti decisamente letali è la *Ceratocystis fimbriata*; essa si diffonde nell'intero corpo della pianta, colpendola negli organi più vitali, cioè nell'apparato in cui si svolge il movimento della linfa, con effetti quindi irrimediabilmente distruttivi.

Si tratta di un parassita da ferita, il quale raggiunge le trachee attraverso i raggi midollari penetrando attraverso le cellule della corteccia e del cambio cribro-legnoso. La malattia ha decorso molto rapido e può provocare la morte di una pianta adulta nel giro di pochissimi anni.

La lotta deve essere basata principalmente su criteri preventivi che evitino l'estendersi dei focolai di infezione, mediante la distruzione e successiva bruciatura delle piante morte o gravemente danneggiate. Inoltre, occorre disinfettare gli attrezzi di potatura e ricoprire le superfici di taglio con specifici mastici fungistatici già citati precedentemente.

Sono in corso di sperimentazione particolari trattamenti con prodotti sistemici iniettati, tramite apposita attrezzatura, all'interno della pianta stessa e i risultati, specie se in fase iniziale della malattia, sembrano essere incoraggianti.

Ippocastano (*Aesculus hippocastanum*)

È una meravigliosa pianta, molto decorativa, che può arrivare fino a 25 metri di altezza ed è assai sensibile all'inquinamento. Molti esemplari presenti nelle alberature cittadine (soprattutto lungo i viali di circonvallazione delle città) tendono a vegetare con estremo ritardo: le foglie, presentanti ingiallimenti con necrosi parziali o totali, cadono in pieno periodo estivo con la conseguenza di trovarsi in luglio e agosto



Fig. 2. Aree necrotiche di colore cuoio su foglie di Ippocastano in seguito ad infezione di *Guignardia aesculi*.

fezione in seguito alla quale le foglie finiscono per seccare e cadere precocemente (da non confondere con la fisiopatia sopraccitata). La pianta viene conseguentemente traumatizzata, non potendo più adempiere alle normali funzioni fisiologiche, quali primariamente la fotosintesi clorofilliana.

Sintomatologia. Le foglie colpite presentano numerose areole decolorate a localizzazione internervale che poi confluiscono formando un'unica macchia necrotica interessante l'intera lamina: successivamente si ha un'anticipata filloptosi. Sui tessuti colpiti si differenziano i corpi fruttiferi costituiti dai «picnidi», da cui fuoriescono molti conidi rotondeggianti i quali diffonderanno l'infezione durante tutto il periodo estivo. Sulle foglie cadute a terra si differenziano le fruttificazioni ascofore, aventi lo scopo di diffondere i germi per le prime infezioni primaverili.

Terapia. Si consiglia l'esecuzione della lotta chimica solo nei casi di effettiva necessità, anche perché l'infezione non colpisce sistematicamente tutti gli anni, tuttavia, da sperimentazioni eseguite recentemente su piante in vivaio è stato appurato che prodotti benzimidazolici (quali il Carbendazim o il Benomyl), distribuiti dalla schiusura delle gemme ad intervalli di 10-15 giorni in due o tre trattamenti, possono contenere efficacemente l'infezione.

Una buona norma consiste, specie se le piante sono in numero ridotto, nella raccolta e distruzione delle foglie infette cadute a terra, eliminando in questo modo una delle potenziali fonti di diffusione del microrganismo.

con piante totalmente defogliate.

È questa una fisiopatia cui occorrerà porre rimedio sostituendo questa essenza con altre piante più resistenti all'inquinamento atmosferico, quali ad esempio il bagolaro e il frassino.

Uno dei principali parassiti fungini che colpiscono l'ippocastano è la *Guignardia aesculi*; si tratta di un'in-

Altra malattia dell'ippocastano, che riveste tuttavia importanza molto più modesta rispetto alla precedente, è la *Mycosphaerella hyppocastani*; essa colpisce le foglie formando piccole macchie angolose di color bruno su cui si differenziano le fruttificazioni del patogeno. L'alterazione, favorita da un andamento climatico umido e freddo, può provocare, anche in questo caso, una prematura caduta delle foglie.

Come interventi terapeutici si consiglia quanto già detto per l'alterazione precedente.

PIOppo (gen. *Populus*)

La specie più impiegata a scopo ornamentale, accanto al *Populus alba*, è il pioppo cipressino (*Populus nigra pyramidalis*) a portamento piramidale utilizzato per la formazione di viali alberati o per barriere frangivento. Di questa specie descriviamo l'alterazione più comune che colpisce le foglie dei pioppi sia europei che americani, provocando la caduta anticipata del fogliame. Si tratta della *Marssonina brunnea*; il suo sviluppo è favorito da condizioni climatiche primaverili-estive che non superino i 20°C abbinata a decadi in cui le precipitazioni piovose siano comprese tra valori di 30 e 40 millimetri e ciò per consentire la germinazione dei conidi del patogeno.

Sintomatologia. L'alterazione fogliare si manifesta dapprima con macchioline giallo-scure sulla pagina inferiore che man mano si estendono fino ad occupare, nei casi più gravi, l'intera lamina. Le foglie colpite assumono una colorazione bronzea e si ha allora una caduta anticipata del fogliame con grave danno all'intera pianta, la quale, diminuendo la capacità fotosintetica, riduce conseguentemente il proprio accrescimento.

Al sopraggiungere dell'inverno, il fungo può sopravvivere o sotto forma di piccoli stromi all'interno dei tessuti delle foglie cadute al suolo, o sulle branche di dimensioni più ridotte, o infine all'estremità dei rami. Al risveglio primaverile il micelio fungino produrrà i conidi (elementi di propagazione) i quali trasportati dal vento, acqua o altri vettori, diffonderanno l'infezione su nuove foglie.

Il metodo più idoneo per controllare questo patogeno si ottiene ricorrendo al miglioramento genetico, ricercando cioè cloni varietali di questa pianta naturalmente resistenti al fungo.

Terapia. La lotta con mezzi chimici resta, allo stato attuale, una necessità insostituibile, per limitare i danni del microrganismo. I fungicidi

più efficaci si sono rivelati quelli a base di Maneb e di Mancozeb, intervenendo una decina di giorni dopo l'inizio dell'apertura dei germogli, continuando poi a trattare con frequenza mensile nei casi di condizioni climatiche favorevoli all'infezione. Le dosi di prodotto per principio attivo variano dai 3 Kg per ha nei trattamenti da terra ai 3,5 Kg per ha nei trattamenti aerei. Per quanto riguarda l'uso del mezzo aereo, occorre ricordare che sono in vigore precise disposizioni che impongono l'uso di formulazioni con l'aggiunta di sostanze antideriva, aventi lo scopo di limitare al massimo le contaminazioni del farmaco per gli animali e gli insediamenti umani.

Olmo (gen. *Ulmus*)

Questa pianta, facente parte spesso di alberature di città oppure di parchi privati, viene colpita da una terribile malattia: la Grafiosi (*Graphium* o *Ceratocystis ulmi*).

Sintomatologia. Detto fungo, che ha provocato danni incalcolabili qualche decenni addietro, quando le nostre viti erano «maritate» con gli olmi, può manifestarsi con due sintomatologie: una, caratterizzata da un disseccamento repentino delle foglie, che rimangono attaccate all'albero, con un andamento di tipo apoplettico; l'altro decorso, invece, è ad andamento cronico, caratterizzato da un progressivo ingiallimento, caduta delle foglie e da parziale disseccamento della parte aerea. Gli organi legnosi, aerei e sotterranei, se sezionati trasversalmente, presentano un imbrunimento in corrispondenza dei tessuti legnosi, dovuto alla formazione di un materiale gommoso all'interno delle trachee, cioè degli elementi conduttori in cui si svolge il movimento della linfa ascendente.

Questo fatto, assieme all'azione di tossine emesse dalla crittogama, impe-



Fig. 3. Olmo completamente disseccato per attacco di grafiosi (*Ceratocystis ulmi*): si nota la caratteristica decorticazione attorno al tronco.

disce il rifornimento idrico degli organi vegetali, i quali appassiscono e disseccano.

L'insediamento del fungo sull'ospite può avvenire attraverso lesioni di qualsiasi natura, tra cui quelle provocate dai coleotteri scolitidi, i quali agiscono anche come vettori dei germi.

Terapia. Per quanto riguarda la lotta da adottare, consigliamo di scortecciare gli olmi ammalati, dato che gli scolitidi, compiono parte del loro ciclo nelle cortecce di piante deperite. Come terapia di tipo chimico, si può intervenire, se l'infezione è di recente data, con prodotti ad attività sistemica, iniettati direttamente nel tronco con apposite apparecchiature. Le ricerche procedono in questo senso con risultati incoraggianti.

Leccio (*Quercus ilex*)

Si tratta di una pianta che trova impiego come essenza ornamentale in alberature stradali, nell'arredo di moderni parchi e giardini per le forme geometriche che può assumere.

Sotto il profilo sanitario questa pianta è sensibile ad alcune avversità crittogamiche tra cui le più ricorrenti sono quelle causate da *Phyllosticta ilicina* ed *Elsinoë quercus-ilicis*.

Phyllosticta ilicina. **Sintomatologia.** Si tratta di un fungo deuteromicete che comprende numerose specie parassite di piante arboree ed erbacee, spontanee e coltivate.

Esso attacca le foglie provocando sulla pagina superiore la formazione di macchie grigiastre con orlatura bruna. Queste aree secche e necrotizzate si lacerano facilmente staccandosi, e dando alle foglie un caratteristico aspetto bucherellato. Il disseccamento talora prosegue interessando l'intera lamina fogliare, con conseguente filloptosi anticipata.

Detto microrganismo si sviluppa con frequenza nei periodi a clima caldo-umido, cioè dalla tarda primavera fino al primo autunno, causando, in annate favorevoli alla malattia, la caduta anticipata delle foglie.

Elsinoë quercus-ilicis. **Sintomatologia.** Questo fungo attacca le foglie ed i giovani germogli del leccio; sulla pagina superiore del lembo fogliare compaiono macchie puntiformi, isolate, di colore brunastro, con bordo più chiaro, circondate da un alone clorotico. Successivamente queste macchie si allungano, assumono forma irregolare a contorno marcato e confluiscono l'una con l'altra, costituendo aree necrotiche, di colore bruno-scuro alla periferia e grigiastro al centro.

Se l'attacco del patogeno avviene all'inizio della primavera, le foglie dapprima raggrinziscono, disseccano e cadono; se invece l'infezione si ha nel periodo autunnale, presentano solamente necrosi delle aree colpite cui segue la lacerazione di queste zone con la comparsa sulla lamina della caratteristica vaiolatura.

Terapia. La lotta contro queste due crittogame non richiede in genere interventi con anticrittogamici specifici, poiché l'infezione non raggiunge limiti tali da arrecare danni veramente gravi. Riteniamo tuttavia che ottimi risultati si possono eventualmente ottenere con prodotti, da distribuirsi alla prima comparsa dell'infezione, a base di ditiocarbammati (quali Mancozeb) o prodotti cuprici come ossicloruro di rame o poltiglia bordolese.

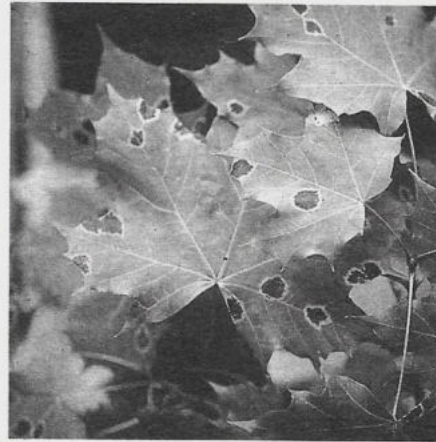


Fig. 4. Foglie di Acero presentanti le caratteristiche macchie crostiformi di *Rythisma acerinum*.

Querce (gen. *Quercus*)

Una delle più gravi malattie fungine del genere *Quercus* (*robur*, *pubescens*, *sessiflora*, *cerris*, ecc.) è l'Oidio o Mal bianco, il cui agente responsabile è la *Microsphaera alphitoides*.

Sintomatologia. Vengono colpiti rametti, germogli e foglie; queste ultime presentano sulla pagina superiore macchie biancastre che possono estendersi fino ad occupare l'intera lamina, indi ingialliscono, necrotizzano e cadono, causando alla pianta una filloptosi anticipata.

I giovani germogli ed i rametti erbacei vengono ricoperti da una muffa biancastra, costituita da micelio fungino e, in seguito, possono produrre rametti in soprannumero, affastellamento della vegetazione la quale assume il caratteristico aspetto «a scopazzi».

La malattia si diffonde con grande facilità per mezzo dei conidi, i quali germinano anche solo in presenza di umidità atmosferica.

Terapia. I criteri da adottare per la lotta contro il Mal bianco variano a seconda che le piante colpite siano allevate in vivaio, oppure facciano parte di parchi e giardini.

Nel primo caso, all'inizio dell'infezione, cioè alla comparsa

dell'efflorescenza biancastra, occorre intervenire con anticrittogamici quali lo zolfo bagnabile o antioidici specifici con principi attivi a base ad esempio di Dinocap, Triforine, Fenarimol ecc. alle dosi di 200-300 g per quintale di acqua. Per le querce adulte, impiegate a scopo ornamentale, è consigliabile eseguire specifici trattamenti solo nei casi di effettiva necessità, per evitare inquinamenti dell'habitat e anche perché è raro che per piante di grosse dimensioni vi siano danni tali da comprometterne la vitalità stessa.



Fig. 5. Foglie di Quercia con sintomatologia iniziale di oidio o mal bianco (si nota la decolorazione della lamina fogliare).

Tiglio (gen. *Tilia*)

Questa meravigliosa pianta non viene in genere colpita da attacchi gravi di microrganismi: il più comune è la *Gnomonia* o *Gloesporium tiliae*. In seguito a tale alterazione le foglie presentano tacche di forma angolosa, localizzate in genere lungo le nervature, di colore rossastro e che portano al disseccamento dell'intera lamina fogliare. Se non in caso di gravi attacchi, è consigliabile non eseguire alcun trattamento antiparassitario, ma raccogliere e distruggere le foglie cadute a terra sulle quali si differenziano i germi propagatori dell'infezione.

Cipresso (gen. *Cupressus*)

La più grave malattia crittogamica che colpisce, oltre al *Cupressus sempervirens*, le specie *Cupressus arizonica* e *Cupressus macrocarpa*, è rappresentata dall'infezione causata da un fungo, esattamente il *Seiridium* (*Coryneum*) *cardinale* (cancro corticale).

Sintomatologia. La malattia si è andata estendendo sul nostro Paese con una rapidità sempre maggiore, tanto da fare temere in certi momenti la totale distruzione del nostro patrimonio cipressicolo. Fortunatamente questa catastrofe non si è verificata, anche se la malattia permane tuttora grave ed è diffusa con minore intensità. L'infezione si diffonde princi-

palmente nella corteccia e nella zona cambiale del fusto e dei rami del cipresso, causando inizialmente un appiattimento dell'area colpita che assume poi la colorazione tipica rosso-mattone.

Successivamente in questa zona necrotica compaiono numerose fenditure in senso longitudinale, cui si accompagna un'abbondante fuoriuscita di resina. La parte lesionata tende progressivamente ad allargarsi nel tronco causando il disseccamento dei rametti e delle branche al di sopra dell'infezione fino alla morte di tutta la pianta. Ai margini della zona colpita compaiono piccole pustole, prima rossastre poi bruno-nerastre costituenti le fruttificazioni agamiche del fungo e contenenti numerosissimi conidi; questi ultimi a maturità, trasportati dalla pioggia e dal vento, vanno a germinare su altre piante: il promicelio che da essi origina penetra all'interno dell'ospite mediante ferite o lenticelle oppure attraversando la giovane corteccia.

Il «cancro» del cipresso è un parassita prevalentemente da ferita, perciò il suo insediamento avviene attraverso una qualsiasi soluzione di continuità, come danni da freddo, da grandine e da insetti; relativamente a questi ultimi, è stato messo in evidenza che il coleottero corticicolo *Phloeosinus aubei* è il vettore responsabile della diffusione del fungo.

Terapia. Per piante già notevolmente compromesse dalla malattia è consigliabile l'abbattimento tempestivo e la distruzione delle stesse al fine di eliminare un potenziale veicolo d'infezione. Per quanto riguarda la lotta chimica, si consiglia la prevenzione laddove ci siano cipressi di particolare valore ambientale o decorativo e la cura, all'inizio dell'infezione, con prodotti quali il Benomyl o il Carbendazim alla dose di 120



Fig. 6. Tronco di cipresso (*Cupressus sempervirens*) in cui è visibile una marcata lesione corticale con presenza dei corpi fruttiferi del microorganismo (acervuli).

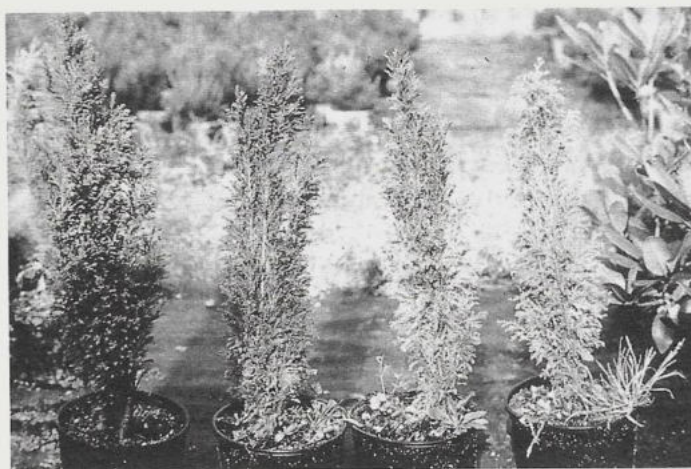


Fig. 7. Piantine di cipresso in vivaio completamente necrotizzate per grave attacco di cancro corticale (*Seiridium cardinale*).

g per ettolitro di acqua. Altro prodotto ad azione cosiddetta «di contatto», molto valido se distribuito in fase estremamente iniziale della malattia, è la poltiglia bordolese industriale da impiegarsi alla dose di Kg 1-1,2 per 100 litri d'acqua con l'aggiunta di un bagnante. I trattamenti debbono essere in numero di 3 o 4 ogni anno, distribuiti nel periodo primavera-autunno a distanza di 15-20 giorni l'uno dall'altro.

Acer (*Acer campestre* e *negundo*)

Di questa pianta prendiamo in considerazione due crittogame: esattamente il «Cancro» e il Ritisma.

Il «cancro» provocato da *Septogloeum hartigianum*, colpisce l'acero campestre e il negundo: esso si insedia, tramite lesioni di qualsiasi natura, sui giovani germogli e sui rametti lignificati; in seguito si differenzia una lesione cancerosa mentre la parte del ramo soprastante finisce per disseccare. Si possono avere danni gravi per piantine poste in vivaio.

Terapia. Distruzione del materiale ammalato e trattamenti anticrittogamici preventivi alle piante in vivaio.

L'altra malattia, il *Rhytisma acerinum*, provoca la comparsa, sulle foglie di diverse specie di aceri, di macchie crostiformi, irregolari, poi confluenti, di colore nero-pece. Sulla foglia lesionata, in corrispondenza delle macchie, si nota la formazione di uno stroma micelico nerastro che ha sostituito il mesofillo fogliare.

Pino (gen. *Pinus*)

Di questo genere di pianta ricordiamo le due principali alterazioni fungine: la Ruggine vescicolosa e la Ruggine curvatrice dei rami.

La Ruggine vescicolosa, imputabile a *Cronartium ribicola*, si manifesta con la comparsa sugli aghi di zone giallo rossastre trasformantesi poi in vescicole biancastre, le quali rompendosi liberano una polvere giallastra costituita dalle «ecidiospore», cioè dagli organi diffusori dell'infezione. Dato che la malattia viene trasmessa dal ribes, si consiglia la distruzione di tale pianta, se trovasi in prossimità di quella di pino.

La Ruggine curvatrice dei rami di pino (*Melampsora pinitorqua*) è una malattia che si rivela assai grave dopo periodi piovosi; si manifesta all'inizio di maggio con macchie ovali giallastre sui giovani germogli. In corrispondenza del punto colpito la corteccia si fende in senso longitudinale. Le piante in semenzaio subiscono il disseccamento della porzione apicale del fusticino, il quale può ripiegarsi in corrispondenza della lesione, descrivendo una curva a forma di S.

La malattia compie parte del suo ciclo biologico in vicinanza dei pioppi tremuli, i quali dovranno essere distanti almeno un chilometro dai pini.

Cedro (*Cedrus deodara*, *atlantica* e *libani*)

Per quanto riguarda queste conifere, dobbiamo dire che in genere esse non vanno soggette ad attacchi di vere e proprie malattie crittogamiche, ma ad alterazioni dell'apparato aereo imputabili a danni da freddo,



Fig. 8. Legno di taglio completamente alterato e deformato per fase terminale di infezione da carie.

squilibri idrici e termici in genere. Sono invece assai sensibile (specialmente l'*atlantica* e il *deodara*), ad infezioni dell'apparato radicale, tra cui ricordiamo principalmente l'*Armillaria mellea* e la *Rosellinia necatrix*.

La sintomatologia, simile per tutti e due i tipi di funghi, si manifesta sulle piante con uno stato di sofferenza generale, con ingiallimenti diffusi su tutta la chioma; inoltre l'apparato radicale presenta al di sotto della corteccia delle placche miceliali feltrose, percorse dalle «rizomorfe», di colore cremeo, emananti un forte odore di fungo.

In una fase iniziale dell'infezione si può intervenire, scoprendo le radici, irrorandole con preparati cuprici tipo poltiglia bordolese industriale al 2% e lasciandole scoperte per un certo periodo di tempo.

Abbiamo poi i marciumi basali che si verificano specialmente su piante in vivaio o semenzaio: ricordiamo i *Pythium*, le Fitoftore e i *Fusarium*. Si tratta di patogeni che colpiscono di solito le porzioni ipogee o le parti inferiori dello stelo, specie in ambiente ricco di umidità o poco aerato o scarsamente illuminato.

Gli organi colpiti da *Pythium* appaiono di colore grigio-biancastro a seguito della distruzione degli elementi sottostanti a quelli epidermici, rispettando solo quelli legnosi. La lotta è impostata sulla rimozione delle varie cause che favoriscono lo sviluppo del patogeno e consiste nel regolare le condizioni termoigrometriche dei semenzai, evitare semine troppo fitte e limitare il ristagno d'acqua nel terreno.

La Fitoftora provoca alterazioni riguardanti la zona del colletto, per cui la parte colpita va soggetta ad un marciume umido, mentre la parte aerea ingiallisce, deperisce e finisce gradualmente per disseccarsi.

I *Fusarium* sono specie polifaghe, capaci di svilupparsi su svariate piante erbacee; provocano alterazioni ai vasi conduttori dette «tracheofusariosi». Anche in questo caso lo sviluppo del fungo è favorito da cattive condizioni pedologiche. Lesioni prodotte sull'ospite favoriscono l'entrata dei microrganismi. È bene disinfettare preventivamente il terreno con Fomalina, o con Metham-sodium o con Metilisotiocianato evitando gli eccessi di irrigazione e consentendo di conseguenza un sufficiente drenaggio.

Gli agenti di carie del legno

Questi microrganismi, appartenenti alla classe dei Basidiomiceti, penetrano nella pianta attraverso ferite (tagli di potatura, lesioni trau-



Fig. 9. Intervento di potatura effettuato su tigli con eliminazione delle branche infette da agenti di carie del legno.

matiche, ecc.) o altre soluzioni di continuità, formando all'esterno della pianta dei corpi fruttiferi o macrofunghi detti «carpofori».

I sintomi esterni delle carie sulle piante appaiono tardivamente e coincidono, in genere, con particolari periodi climatici favorevoli per il vegetale. Talvolta, l'infezione da carie si manifesta improvvisamente ed è accompagnata da disseccamenti con defogliazione e morte repentina (apoplezia). L'alterazione del legno, cioè della massa xilematica, si presenta all'osservazione microscopica con aspetti diversi in modo tale che abbiamo delle trasformazioni differenziate della zona attaccata. Il legno si disgrega, diventa stopposo e si risolve in un ammasso friabile, biancastro in seguito alla scomparsa della lignina.

Tra i più attivi agenti di carie del legno abbiamo ad esempio il *Polyporus hispidus* che produce il marciume del cuore del legno di piante forestali; il *Trametes pini*, agente del marciume rosso di alcune conifere; la *Daedalea quercina*, responsabile del marciume cubico del legno; il *Merilius lacrimans*, che provoca il «marciume secco» del legname di conifere già posto

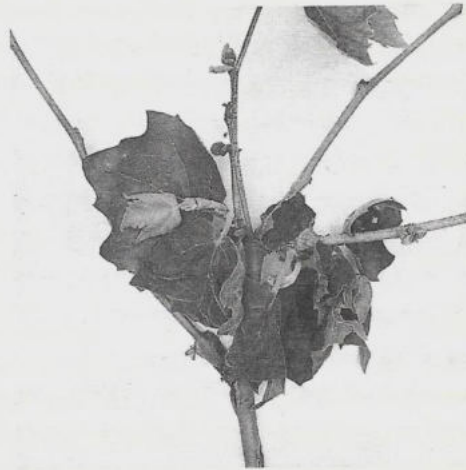


Fig. 10. Rametti di platano necrotizzati perché colpiti da Antracnosi (*Gnomonia platani*).

in opera.

Dato, come dicevamo, che l'insediamento di questi funghi avviene anche attraverso i tagli di potatura e di rimonda, è necessario che l'asportazione dei rami e delle branche così colpite sia eseguita in modo che sulla superficie di taglio non si creino possibilità di ristagno di acqua o deposito di residui di vario genere. Occorre, inoltre, per le branche nelle quali sono state praticati tagli di una certa ampiezza, provvedere con la ricopertura di appositi mastici fungistatici capaci di proteggere i tessuti sottostanti vitali, affinché possano compiere un regolare processo di cicatrizzazione o quanto meno favorire una più lunga conservazione del legno stesso.

Un aspetto particolare della cura delle parti colpite da carie consiste nell'allontanamento di tutte le parti di legno alterate, tramite la cosiddetta «slupatura», eseguita con speciali attrezzi affilati, fino alla messa a nudo dei tessuti sani. Le cavità così ripulite dovranno essere disinfettate, tramite pennellature da ripetere a distanza ravvicinata, con fitofarmaci ad azione sistemica o con prodotti a base cuprica, avendo cura di eseguire periodici controlli ed eventuale manutenzione, assicurando, in ogni caso, uno sgrondo efficiente delle acque.

Bibliografia

- MARCHETTI L., ZECHINI D'AULERIO A. e BADIALI G., *Un biennio di lotta chimica contro l'Antracnosi del platano*, «Inf. Fitopatol.», 10, 1984, pp. 35-36.
- ZECHINI D'AULERIO A., MARCHETTI L. e BADIALI G., *Prova di lotta contro l'agente dell'antracnosi del platano (Guamania platani Kleb) con iniezioni di fitofarmaci al tronco*, «Inf. Agr.», 42 (45), 1986.
- MARCHETTI L., *Il cancro colorato blu del platan*, «Inf. Agr.», 5, 1933, pp. 20-22.
- MARCHETTI L., ZECHINI D'AULERIO A. e GRASSI S., *Protezione dei tagli di potatura su platani con mastici*, «Inf. Agr.», 40 (41), 1984.
- ZECHINI D'AULERIO A., MARCHETTI L. e BADIALI G., *Un biennio di lotta chimica contro l'agente del seccume dell'Ippocastano*, «Atti Giorn. Fitopatol.», 1984.
- MARCHETTI L., ZECHINI D'AULERIO A., DALLA VALLE E. e LODI M., *Prova di lotta contro la grafiosi dell'olmo con iniezioni di fitofarmaci al tronco*, «Monti e Boschi», 2, 1990.
- MARCHETTI L. e MONTI G., *Il cipresso, una pianta da salvare*, «Il Divulgat.», 21, 1987.
- MARCHETTI L., *Lotta all'avversità più temibile del cipresso*, «Terra e Vita», 25, 1933, pp. 50-51.

PAESAGGIO VEGETALE DELLA COLLINA BOLOGNESE

*Alessandro Alessandrini**

I punti di vista dai quali viene affrontato lo studio della copertura vegetale di un territorio sono quello *floristico* e quello *vegetazionale*.

La *flora* è l'insieme dei tipi di piante (specie, sottospecie, varietà ecc.) che vivono in una determinata area. Alle singole specie possono essere aggiunte altre informazioni come la località, il tipo di distribuzione geografica, il tipo di ambiente nel quale si trovano, ecc.

Una prima osservazione è che le piante tendono ad abitare solo in certi ambienti e non in altri; alcune piante si trovano solo nei boschi (l'Anemone dei boschi, la Scilla a due foglie), altre solo lungo i corsi d'acqua (i Salici, i Pioppi), altre ancora sulle argille, e così via. Si possono quindi classificare le piante a seconda degli ambienti che abitano; esistono piante «termofile» (che amano il caldo), «idrofile» (che amano luoghi ricchi d'acqua), e così via.

Gli studi floristici sono poi necessari per individuare specie vegetali rare, particolarmente delicate, poco frequenti o in pericolo di scomparsa.

L'altro punto di vista si preoccupa di cogliere i legami significativi esistenti tra specie che hanno esigenze simili di habitat e che tendono quindi a comparire insieme, ad «associarsi» ogni volta che le condizioni ambientali lo rendono possibile. In questo modo vengono individuate delle «comunità vegetali»; l'insieme delle comunità vegetali di un territorio è la *vegetazione*. Se si parla di bosco, di prateria, di cespuglieto, si parla, anche se in modo approssimativo («fisionomico») di vegetazione.

La distribuzione geografica delle piante (delle singole specie come delle comunità) non è casuale, ma è regolata da numerosi fattori che possono essere riuniti secondo lo schema che segue.

* Assessorato all'ambiente e difesa del suolo della Regione Emilia-Romagna

1. *Fattori climatici.* Il clima è il risultato, diretto o indiretto, dell'energia che proviene dal sole. Studiando il clima (precipitazioni, temperature, ecc.) si possono mettere in evidenza i rapporti tra questo e la copertura vegetale. Ad esempio, certe caratteristiche di tipo mediterraneo del clima di Bologna sono utili per spiegare la presenza di piante mediterranee nella collina bolognese.

2. *Fattori geologici e pedologici,* cioè l'insieme dei fattori che agiscono attraverso il tipo di roccia e di suolo. Le piante, attraverso l'apparato radicale, assorbono le sostanze minerali dal suolo. Per questo ha grande importanza l'insieme delle caratteristiche chimiche e fisiche del substrato. In particolare sono importanti il diametro delle particelle di cui è costituita la roccia, il contenuto in acidi ed in basi, la permeabilità, il contenuto in sostanza organica.

3. *Vicende storico-climatiche.* La storia naturale di un territorio è all'origine di molti caratteri della sua flora; uno tra i più appariscenti è la presenza di specie che, dopo aver conosciuto una più ampia distribuzione geografica, ora sono rifugiate in poche aree circoscritte.

Ricordano climi più caldi ed aridi le specie a distribuzione mediterranea che si trovano sui colli bolognesi, come ad esempio l'Alaterno, la Fillirea e l'Erica arborea.

4. *Fattori umani.* Le attività umane hanno assunto, nella storia, un'importanza via via maggiore per l'ambiente. Dal punto di vista dell'intervento sul mondo vegetale sono state realizzate sostituzioni di forme di vegetazione su estensioni molto ampie. Le antiche foreste sono state infatti sostituite con coltivazioni, praterie, pascoli. Sono state importate piante di interesse economico e ornamentale; altre sono state importate involontariamente; altre, infine, sono scomparse.

Percorrendo, con qualche deviazione, un itinerario ideale che ha inizio dal Monte Paderno in direzione sud fino al Monumento di Sabbiuino e da qui, verso ovest, fino al fondovalle del Reno, i tipi di ambiente e quindi di vegetazione sono molto diversi. Si passa dai boschi alle praterie, ai calanchi, ai gessi, al greto del Reno...

I boschi

Il paesaggio vegetale della collina bolognese, come ci appare oggi, è il risultato soprattutto dell'attività e delle scelte umane. Il regolare alternarsi di coltivazioni, di lembi di bosco, di praterie, di parchi, è la sintesi vivente di scelte che sono state compiute anche molti secoli fa e che sono state tramandate di generazione in generazione.

È quindi difficile immaginare quale fosse l'aspetto originario di questi luoghi e forse la più efficace testimonianza dell'antica foresta a Querce caducifoglie che ricopriva i colli bolognesi sono i maestosi esemplari di Roverella che si trovano nel parco di Villa Ghigi.

I boschi che oggi possiamo vedere (ad esempio nel versante nord di Monte Paderno e al Parco Talon) sono piuttosto malridotti a causa dell'eccessiva utilizzazione cui sono stati sottoposti nei periodi passati. Il bosco è un uso del suolo meno redditizio delle coltivazioni ed è stato quindi tralasciato solo in quelle aree, in genere di limitata estensione, che per ragioni microclimatiche (esposizione a nord, troppo fresche e poco illuminate dal sole) o geomorfologiche (eccessiva inclinazione) non erano coltivabili. A seconda dell'esposizione, sono ben riconoscibili due tipi di bosco: i *Querceti (a Roverella dominante)* ed i *boschi dominati dal Carpino nero*.

I Querceti caducifogli sono tipicamente legati alle esposizioni meridionali, calde, assolate e tendenzialmente aride; sono dominati, nello strato arboreo, dalla Roverella. Tipico e molto diversificato è lo strato arbustivo, composto da numerose specie spinose come le Rose selvatiche (la Rosa canina e la Rosa sempreverde), il Biancospino, il Prugnolo, il Pero selvatico e altri.

Lo strato erbaceo, a copertura continua, è dominato da Graminacee (il Brachipodio o il Bromo eretto a seconda del tipo di suolo); tipico di questi ambienti è il Geranio sanguigno, le cui foglie d'autunno assumono una intensa colorazione rossa. Pure legati a questi boschi sono le Viole (varie specie), l'Anemone epatico e la Primula.

Spesso questo bosco assume la fisionomia di una boscaglia con stato arboreo discontinuo; ciò avviene in luoghi ad elevata inclinazione dove il suolo stenta a formarsi, essendo continuamente dilavato dall'acqua piovana. In queste condizioni, come ad esempio nella scarpata del versante sud di Monte Paderno, si trova anche il Còtino, un arbusto che d'autunno si copre di caratteristici frutti piumosi. Queste condizioni estreme, quasi rupestri, sono caratterizzate dalla presenza di piccolissimi arbusti, alti al massimo 20 o 30 cm, come l'Elicriso italico, la Fumana

e gli Eliantemi.

Lo stato arboreo dei boschi dominati dal Carpino nero è formato anche dall'Acero opalo, dal Nocciolo, dal Corniolo e, nello strato arbustivo, dal Viburno lantana; molto frequente (ma lo si trova anche e spesso nei querceti) è il Frassino orniello, chiamato anche Albero della manna perché la sua corteccia contiene un liquido ricco di zuccheri (specialmente mannosio). Questo tipo di bosco si trova nelle esposizioni settentrionali, più fresche ed umide.

Lo strato erbaceo è a copertura discontinua, con forte presenza di piante a fioritura precoce. L'Elleboro odoroso fiorisce a volte dalla fine di gennaio; già a metà di marzo si trovano poi la Scilla a due foglie, il Dente di cane, l'Anemone ranuncoloide, la Pulmonaria. Fioriscono invece nella prima estate l'Elleborina comune, la Platantera a due foglie, la Viola di Reichenbach. Decisamente tardiva è la fioritura del Ciclamino.

Un discorso a parte meritano le fitte boscaglie di Robinia (che impropriamente viene anche chiamata Acacia). Questo albero, oggi così familiare, è in realtà estraneo alla nostra flora; è stato infatti importato dall'America alla fine del '700 e si è naturalizzato un modo invadente e preoccupante. Analogo è il discorso per le numerose Conifere (soprattutto il Pino nero) che vengono usate per rimboscimento e che spesso hanno vita stentata e non danno i risultati sperati. Sarebbe auspicabile (ma questo è un discorso ormai fin troppo noto) che nei tentativi di rimboscimento venissero usate specie della nostra flora, non solo per rispettare le linee del nostro paesaggio naturale, ma anche per avere maggiori garanzie di successo. È questo il criterio seguito per le operazioni di restauro naturalistico del versante sud di Monte Paderno.

Le praterie

Le praterie (come ad esempio quelle del versante sud di Monte Paderno) sono caratterizzate dal Bromo eretto e sono sempre interpretabili, almeno a queste altitudini, come originate dall'uomo in sostituzione del bosco. Questo intervento, a prima vista negativo, ha comunque originato una notevole diversificazione ambientale, favorendo l'espansione di numerose specie pratensi che verosimilmente erano un tempo confinate in aree ben più ristrette.

Queste praterie sono localizzate in aree ad elevata inclinazione, su

suolo poco profondo e sassoso; se diminuisce l'inclinazione si creano le condizioni favorevoli per lo sviluppo di un'altra Graminacea estremamente invadente, il Brachipodio.

Dopo un'intensa utilizzazione come pascolo o a sfalcio, le praterie sono oggi in gran parte abbandonate e così hanno la possibilità di crescere numerosi arbusti che, con la loro presenza, indicano la potenzialità verso il bosco di queste formazioni vegetali. Oltre agli arbusti già citati come componenti del Querceto, sono da ricordare il Ginepro e la Ginestra, entrambi decisamente eliofili.

La vegetazione delle argille

Le argille sono un substrato piuttosto ospitale per le piante. Scarsamente permeabili all'acqua, ricche di sali, spesso ad inclinazione elevatissima come nei calanchi, selezionano severamente la presenza delle piante.

Solo là dove l'inclinazione è meno elevata sono presenti popolamenti erbacei continui dominati da una graminacea che, si è già visto, tende ad occupare totalmente la superficie a disposizione: il Brachipodio. Queste praterie sono forse da interpretare come degradazione di antichi pascoli, un tempo ben più ricchi di piante utilizzabili come alimento dal bestiame. Sono qua e là punteggiate da arbusti (ancora le Rose, il Ginepro) o da alberi allo stadio arbustivo (caratteristici sono l'Olmo ed il Cerro).

I calanchi, invece, ospitano una vegetazione discontinua formata da specie a ciclo annuale (come l'Orzo marino) tra le quali alcune si trovano anche come infestanti delle colture; la Sulla, che allietta con le sue rosse fioriture questo paesaggio, caratterizza l'ambiente di passaggio tra le praterie e le ripide pareti del calanco vero e proprio. Il fondo delle vallecole, con suolo intriso d'acqua ed asfittico, ospita tipicamente il Farfaro, piccola composita a fioritura precocissima.

La vegetazione dei gessi

I gessi, pur non ospitando flora e vegetazione esclusive, offrono un esempio di ambiente a morfologia estremamente diversificata per cui si trovano a stretto contatto piante con le più diverse esigenze ambientali

suolo poco profondo e sassoso; se diminuisce l'inclinazione si creano le condizioni favorevoli per lo sviluppo di un'altra Graminacea estremamente invadente, il Brachipodio.

Dopo un'intensa utilizzazione come pascolo o a sfalcio, le praterie sono oggi in gran parte abbandonate e così hanno la possibilità di crescere numerosi arbusti che, con la loro presenza, indicano la potenzialità verso il bosco di queste formazioni vegetali. Oltre agli arbusti già citati come componenti del Querceto, sono da ricordare il Ginepro e la Ginestra, entrambi decisamente eliofili.

La vegetazione delle argille

Le argille sono un substrato piuttosto ospitale per le piante. Scarsamente permeabili all'acqua, ricche di sali, spesso ad inclinazione elevatissima come nei calanchi, selezionano severamente la presenza delle piante.

Solo là dove l'inclinazione è meno elevata sono presenti popolamenti erbacei continui dominati da una graminacea che, si è già visto, tende ad occupare totalmente la superficie a disposizione: il Brachipodio. Queste praterie sono forse da interpretare come degradazione di antichi pascoli, un tempo ben più ricchi di piante utilizzabili come alimento dal bestiame. Sono qua e là punteggiate da arbusti (ancora le Rose, il Ginepro) o da alberi allo stadio arbustivo (caratteristici sono l'Olmo ed il Cerro).

I calanchi, invece, ospitano una vegetazione discontinua formata da specie a ciclo annuale (come l'Orzo marino) tra le quali alcune si trovano anche come infestanti delle colture; la Sulla, che allietta con le sue rosse fioriture questo paesaggio, caratterizza l'ambiente di passaggio tra le praterie e le ripide pareti del calanco vero e proprio. Il fondo delle vallecole, con suolo intriso d'acqua ed asfittico, ospita tipicamente il Farfaro, piccola composita a fioritura precocissima.

La vegetazione dei gessi

I gessi, pur non ospitando flora e vegetazione esclusive, offrono un esempio di ambiente a morfologia estremamente diversificata per cui si trovano a stretto contatto piante con le più diverse esigenze ambientali

Bibliografia

Per i nomi italiani delle piante ci si è in massima parte uniformati a PIGNATTI S., *Flora d'Italia*, Bologna, 1982; è quindi opportuno riferirsi a questa opera per chi volesse conoscere il nome botanico (in latino, ma scientificamente più corretto) delle piante qui sopra citate.

ALESSANDRINI A. e BETTINI I., *La vegetazione e i suoi elementi floristici mediterranei, in Gli affioramenti gessosi dell'Emilia-Romagna, proposte di tutela*, Ist. Beni Cult. Reg. Emilia-Rom., «Documenti», 17, 1982, pp. 37-46.

ALESSANDRINI A. e CORBETTA F., *Vegetazione e flora del «Contrafforte pliocenico», «Il Carrobbio», 7, 27-38.*

BERTOLANI MARCHETTI D., *Cenni sulla vegetazione della fascia gessosa fra i torrenti Savena e Zena (provincia di Bologna)*, «Le Grotte d'Italia», 3, 1959-60, pp. 1-4.

COBAU R., *Su la flora dei «gessi bolognesi», «N. Giorn. Botan. Ital.», 39, 1932, pp. 313-345.*

COCCONI G., *Flora della Provincia di Bologna*, 1883.

CORBETTA F., *Alcuni aspetti della vegetazione dei gessi bolognesi*, «Nat. Mont.», 4, 1964, pp. 30-37.

CORBETTA F., *Infiltrazioni mediterranee nell'Appennino bolognese*, «Mitteilungen der Ostalpin-dinarischen pflanzensoziologischen Arbeitsgemeinschaft», 7, 1967, pp. 129-134.

CORBETTA F., *Progetto di restauro naturalistico di terreni abbandonati sul Monte di Paderno (collina bolognese)*, «Nat. Mont.», 19, 1972, pp. 49-58.

FERRARI C., *La vegetazione dei calanchi nelle «argille scogliose» del Monte di Paderno*, «Not. Soc. Ital. Fitosociol.», 6, 1971, pp. 31-51.

FERRARI C., *La vegetazione delle rupi gessose di Miserazzano e della Croara (Bologna)*, «Not. Soc. Ital. Fitosociol.», 6, 1974, pp. 65-74.

PIROLA A. e ROSSETTI A., *Polygono Xanthietum italici, ass. nova, vegetazione di greto del corso medio del Reno (Bologna)*, «Not. Soc. Ital. Fitosociol.», 8, 1974, pp. 15-27.

FERRARI C., *Flora e vegetazione dell'Emilia-Romagna*, Reg. Emilia-Rom., 1980.

**ORIENTAMENTI ATTUALI
NELLA SISTEMAZIONE DEI BACINI COLLINARI:
IL CASO DELLA COLLINA BOLOGNESE**

*Umberto Bagnaresi**

La collina italiana è stata intensamente utilizzata dall'uomo. In questo territorio i plurisecolari rapporti tra uomo ed ambiente sono profondamente cambiati in questi anni, determinando numerosi problemi, che riguardano, tra l'altro, la conservazione dei valori storici, paesaggistici e produttivi ivi esistenti.

Le proposte per un nuovo e più soddisfacente assetto produttivo, economico e sociale della collina, idoneo a salvaguardare e a valorizzare le risorse presenti, sono ormai numerose, ma non tutte soddisfacenti.

Tra gli altri, il problema di mantenere attive l'economia e le strutture agricole assume in questo caso una particolare importanza, anche per le relazioni esistenti tra agricoltura e conservazione del suolo.

Ma, a tale scopo, molti cambiamenti devono essere attuati, ad esempio, la tradizionale sistemazione idraulico-agraria della collina, basata sull'opera e la presenza dell'uomo, deve necessariamente trovare schemi attuativi più aderenti all'attuale realtà di questo territorio; la viabilità e le altre infrastrutture devono essere più adeguate ai nuovi mezzi di trasporto, la destinazione colturale di molti terreni va attentamente riveduta in relazione alle loro attitudini naturali ecc.

Ben poco può essere oggi integralmente conservato di quanto l'uomo agricoltore ha realizzato nei secoli, salvo alcuni beni di interesse storico-culturale il cui valore non può essere ovviamente commisurato in termini di produttività agricola.

Il recupero e l'ammodernamento dell'agricoltura collinare richiede un impegno organizzativo, operativo e finanziario che il singolo privato non è in grado di sostenere e rientra pertanto in quella categoria di

* Dipartimento di Colture Arboree dell'Università di Bologna

attività pubbliche che vanno sotto il nome di bonifica, in quanto sono rivolte a stabilire nel territorio interessato le basi per un nuovo e più stabile rapporto tra uomo ed ambiente.

I benefici dell'opera di bonifica, intesa questa in termini moderni e ciò come azione programmata nel tempo e nello spazio per assicurare o favorire una razionale conservazione e gestione dei valori produttivi, naturali e culturali di un dato territorio, non possono valutarsi solo in termini di convenienza economica. L'alternativa alla bonifica della collina è l'abbandono totale e disordinato del territorio, ovvero una sua irrazionale utilizzazione, distruttiva dei valori presenti con tutte le conseguenze negative che ne possono derivare.

Questi problemi e necessità si trovano esaltati nella collina situata nelle strette vicinanze di un centro urbano di notevoli dimensioni. Un esempio tipico a questo riguardo è rappresentato dalla collina bolognese, da tempo soggetta ad una profonda evoluzione delle sue caratteristiche agricole tradizionali ed oggetto di diverse proposte di intervento di riassetto culturale.

I terreni che costituiscono la collina bolognese hanno diverso significato ai fini idrogeologici e produttivi. Accanto ad aree su cui è possibile prospettare l'attuazione di colture anche intensive (ad es. terrazze nei fondo-valle) ve ne sono altre che, a causa della loro eccessiva acclività e per la loro instabilità, non possono essere convenientemente lavorate con le macchine, a meno di effettuare imponenti opere di sistemazione la cui manutenzione diventerebbe alquanto problematica. Altre, ancora, presentano vasti movimenti franosi ed erosioni calanchive.

Un'attenta analisi delle attitudini culturali dei terreni rappresenta, quindi, un primo passo essenziale per stabilire le caratteristiche e le priorità delle opere di sistemazione idraulica agraria e forestale da realizzarsi in un quadro di bonifica del territorio, in relazione alle reali possibilità produttive di ogni area elementare e delle sue necessità di conservazione fisica, ma anche dove oggi è opportuno lasciare alle forze della natura la realizzazione di un nuovo equilibrio vegetazionale.

Nella collina bolognese sono frequenti gli affioramenti argillosi di varia origine. Le pendici argillose, un tempo oggetto di una intensa e generale attività agricola, sono oggi soggette a tipi diversi di uso, in relazione ad una molteplicità di fattori, non solo fisici o naturali. L'impiego del bosco per utilizzare le risorse produttive dei terreni o per conservare meglio il suolo o per altri scopi non conduce sempre a risultati soddisfacenti.

Le difficoltà per un utile impiego del bosco nei terreni argillosi



Fig. 1. Una razionale sistemazione idraulico agraria nella collina argillosa può permettere ancora l'attuazione di colture intensive.

aumentano, ovviamente, allorché si tratta di rivestire e consolidare terreni soggetti a forte erosione, instabili, in cui la roccia madre non ha subito l'azione del clima e della vegetazione e presenta tutte le sue caratteristiche originarie ancora intatte.

Un tempo, il notevole costo delle opere di sistemazione e di regimazione idraulica poteva giustificarsi con la conquista e la difesa di terreno su cui ottenere in breve tempo alcune produzioni agricole (migliorando, con l'uso della zappa e dell'aratro, con concimazioni, con coltivazioni appropriate, le caratteristiche dell'argilla vergine) e con la necessità di contenere l'estendersi dei fenomeni erosivi (calanchi) o il verificarsi di movimenti franosi, a scapito delle colture agricole. Tutto ciò favorì indubbiamente, in passato, la scelta dell'indirizzo idraulico-agrario nella sistemazione delle pendici argillose più dissestate, in alternativa a quello idraulico-forestale di così difficile attuazione. Questo indirizzo mantiene tuttora, in alcune zone non troppo marginali, la sua validità, anche se gli obiettivi e i mezzi per la bonifica delle terre argillose hanno subito sostanziali modifiche in questi ultimi anni.

Infatti, la sistemazione idraulico-agraria dei terreni argillosi trova ancora una soddisfacente applicazione nelle pendici non troppo dissestate, mentre in quelle maggiormente erose e nelle aree calanchive si tende ad attuare interventi meno intensivi e meno impegnativi, anche nei riguardi della manutenzione delle opere. In queste si devono rilevare due importanti novità che hanno influito sui tradizionali criteri di sistemazione ampiamente applicati in passato:

- la disponibilità di potenti macchine operatrici capaci di rimuovere o lavorare in breve tempo grandi masse di terreno e di roccia argillosi;
- la difficoltà o l'impossibilità (salvo ovvie eccezionali) di poter contare su operatori disposti a coltivare le pendici sistemate.

La crisi dell'agricoltura collinare sembrerebbe favorire un maggior impiego del bosco nell'opera di sistemazione, pur con tecniche più aggiornate e più graduali di quelle impiegate nel passato. Ma questo si verifica raramente. Nella maggioranza dei casi, l'opera di sistemazione dei calanchi viene oggi invece limitata alla realizzazione di «colmata di monte» attraverso briglie in terra battuta, attuate oggi con maggiore facilità di un tempo grazie all'impiego dei suddetti mezzi meccanici. Infatti, l'eccessivo costo del modellamento e lo scarso interesse produttivo delle superfici che ne risultano, anche se profondamente rimaneggiate da ruspe e da esplosivi, inducono a contenere la sistemazione alle sole opere di fondo («traverse» o «briglie» in terra battuta), lasciando sostan-



Fig. 2. «Briglia» in terra battuta realizzata dal Consorzio di bonifica «Reno-Palata» nell'anfiteatro calanchivo «Rio dei Rii», a monte della città di Bologna (loc. Sabbiuno). Attualmente la colmata di monte è già completata e svolge egregiamente le sue funzioni di consolidamento e di supporto alla espansione della vegetazione spontanea, senza alterare le caratteristiche salienti del Calanco.



Fig. 3. Antico calanco colonizzato con colture agricole e vegetazione arborea.

zialmente alla natura il compito di colonizzare gradualmente le pendici con la vegetazione spontanea.

Nelle aree dove l'esodo agricolo è stato notevole, le stesse colmate di monte, un tempo utilizzate anche con colture agricole intensive, sono oggi lasciate incolte, ovvero vengono coltivate in modo precario. Un esempio di questo tipo di intervento può osservarsi nei calanchi di «Rio dei Rii», a monte di Bologna.

In alcuni bacini collinari dell'Appennino settentrionale, dove sono frequenti i fenomeni dell'abbandono delle aziende e delle colture agricole, si stanno sperimentando questi nuovi criteri di intervento, che nelle aree calanchive più rilevanti possono compendiarsi nello schema operativo qui di seguito illustrato.

Prima di ogni intervento sistematorio, in un bacino elementare («anfiteatro calanchivo») vengono preliminarmente valutati i rapporti tra questo e il bacino principale. In molti casi è infatti necessario provvedere all'isolamento del bacino elementare da quello principale, mediante la realizzazione di un'opera trasversale di fondo, da effettuarsi in vicinanza della confluenza dei due bacini.

Le linee di intervento nell'ambito di ogni bacino elementare possono essere così schematizzate:

- realizzazione di una o più briglie di I ordine, in terra battuta nel compluvio principale;
- consolidamento dell'area calanchiva mediante la realizzazione di briglie (sempre in terra battuta) di II ordine risalendo i compluvi, con la conseguente formazione di colmate di monte che potranno

rivestirsi artificialmente alla base con vegetazione (erbacea, arbustiva, arborea) idonea ad espandersi in seguito spontaneamente, favorendo in tal modo un ulteriore consolidamento al piede delle pareti argillose ed, in genere, utile a contrastare il movimento a valle delle colate fangose;

- favorire nei compluvi minori ed ovunque sia possibile il rivestimento in verde mediante semine e piantagioni di specie erbacee od arbustive idonee, in piccole colmate naturali o indotte, risalendo verso monte;
- rallentare l'espansione a monte e laterale del calanco specialmente in corrispondenza dei punti più fragili, a mezzo di opere di isolamento idraulico (fossi di guardia e di scolo) e di consolidamento in verde;
- regolare, nelle aree pre-calanchive, lo scolo delle acque con affossature in trasverso permanenti, convoglianti le acque verso i compluvi naturali, possibilmente presidiati con opere in verde;
- assicurare la permanenza o potenziare l'efficienza dei nuclei di vegetazione arborea ed arbustiva spontanea eventualmente presenti all'interno nelle aree dissestate e ai loro margini.

Lo schema di lavoro qui sopra illustrato dovrà, ovviamente, essere adattato alle condizioni reali di ogni bacino elementare. Le opere intensive (briglie in terra battuta) previste per la sistemazione di fondo, non rappresentano una novità e non hanno bisogno di delucidazioni. Nel determinare la priorità dell'una o dell'altra opera, è importante rispettare la necessaria progressione dal basso verso l'alto, salvo la presenza di punti naturalmente stabili lungo gli alvei o per motivi di particolare urgenza.

Di notevole interesse risulta l'attuazione di opere di consolidamento in verde nelle colmate, nei compluvi per il rivestimento in verde nelle colmate, nei compluvi, per il rivestimento di zone erose, per il presidio di affossature permanenti, per limitare la progressione dell'area calanchiva, mediante rivestimenti leggeri ed idonei ad espandersi spontaneamente.

Questo tipo di sistemazione «estensiva», in verde, che si basa sostanzialmente su indirizzi naturalistici, dovrebbe quindi sostituire quell'opera di sistemazione idraulico-agraria capillare, un tempo attuata e curata direttamente dai contadini e che comportava un attento presidio delle acque nelle pendici, ma che non può più realizzarsi nelle aree molto dissestate. Questa può invece ancora essere attuata nelle pendici più stabili e suscettibili di una proficua opera di sistemazione idraulico-agraria con opere superficiali e profonde (drenaggi). Vi sono esempi di colture frutticole intensive realizzate con successo in pendici argillose

opportunamente sistemate (es. collina romagnola), non eccessivamente acclivi od instabili e nell'ambito di aziende agricole molto efficienti e meccanizzate. Solo la possibilità di ottenere cospicue produzioni (ad es. con l'albicocco) possono giustificare le onerose sistemazioni e manutenzioni necessarie.

Questi interventi, assai diversi per tipo ed onerosità di opere ed – ovviamente – per finalità, vanno scelti e realizzati non solo dopo una profonda conoscenza delle caratteristiche locali del clima e del terreno, ma anche in relazione alle caratteristiche, alle tradizioni ed alle tendenze evolutive dell'agricoltura locale.

Ritornando ai calanchi o, comunque, alle aree collinari argillose più dissestate, oggi può essere utile o necessario intervenire prontamente solo laddove i fenomeni di dissesto fisico sono in veloce progressione e minacciano la stabilità di pendici ancora suscettibili di una intensa coltivazione agricola, ovvero l'equilibrio idraulico di bacini più vasti ed importanti per la presenza di insediamenti, infrastrutture ed attività umane.

In altri casi meno gravi è sufficiente la realizzazione di poche opere di contenimento in terra, presidiate in verde, di facile manutenzione.

La priorità degli interventi di sistemazione nelle aree collinari può essere valutata in relazione a due principali parametri: il primo di carattere puramente fisico (gravità del dissesto idrogeologico) e il secondo carattere economico e sociale (presenza di abitati, colture redditizie, strade ecc.).

Alcuni studi sono in corso per valutare l'importanza di detti parametri al fine di definire piani di intervento efficaci e realistici, che tengano anche conto, cioè, dell'impossibilità di intervenire subito ovunque, in considerazione anche della cronica carenza ed insufficienza dei finanziamenti per la realizzazione di tali interventi.

In questo quadro di opportunità, necessità e disponibilità nei bacini più dissestati possono evidenziarsi aree più o meno vaste in cui può essere utile favorire l'evoluzione naturale della vegetazione con modeste opere di presidio idraulico, piuttosto che intervenire con costosi rimboschimenti che, come si è detto, possono avere esito incerto per le citate caratteristiche negative di molti suoli argillosi.

Possiamo concludere confermando l'utilità di una pianificazione territoriale volta a riconoscere condizioni e ad indicare interventi, incentivi e priorità più corrispondenti alle potenzialità, ai valori e al ruolo di ogni bacino elementare.

Cenni bibliografici

AA. VV., *L'utilizzazione dei terreni argillosi dell'Appennino*, ISEA, Bologna, 1978.

AA.VV., *Studio generale della collina italiana*, Ass. Naz. Bonif., Irrigaz. e miglior. fondiari, Edagricole, 1987.

BAGNARESI U., *Orientamenti attuali nella sistemazione dei bacini collinari italiani*, «Quad. Idronomia montana», AIDI, 4, 1984.

BAGNARESI U., *Problemi di forestazione nelle aree argillose dell'Appennino*, «Atti XXI Corso di Cultura in Ecologia», Univ. Padova, 1984, pp. 10-15.

BAGNARESI U., *Forestazione e protezione del suolo*, «Quad. Italia Nostra», 23, 1989.

BAGNARESI U., FERRARI C., MUZZI E. e ROSSI G., *Ricerche sulla sistemazione a verde di una cava di argilla (Appennino reggiano)*, Reg. Emilia Rom., 1991.

Gli animali in città

I MAMMIFERI TERRESTRI E LA CITTÀ

*Dino Scaravelli**

Quando pensiamo ai mammiferi presenti nelle città, l'immaginazione corre subito ai nostri più famosi commensali: i topi ed i ratti. Come vedremo invece ben altre presenze sono nascoste tra le case, quasi a riprova di quanto già illustrato per altre componenti naturali nei vari contributi di questo libro.

Il più comune frequentatore degli abitati, come denuncia il suo nome, è il Topolino delle case (*Mus domesticus*). Questo piccolo roditore riesce ad utilizzare al meglio il rifugio offerto dalle nostre case e soprattutto le sterminate dispense che gli mettiamo a disposizione. E' in grado infatti non solo di nutrirsi di ogni cibo, ma di utilizzare anche i nostri rifiuti o altre sostanze per noi assolutamente non appetibili. L'unico concorrente in questa gara di adattabilità è rappresentato dal Ratto grigio (*Rattus norvegicus*). Questo roditore, che può superare il mezzo chilo di peso, è giunto in Europa con vere e proprie invasioni verso la fine del Settecento. Qui gli ambienti agricoli ed urbani erano stati precedentemente colonizzati dal congenerico Ratto nero (*Rattus rattus*), emigrato dal vicino oriente nel Medio Evo. Il Ratto grigio, forte ed aggressivo, scacciò il secondo, più piccolo ma maggiormente atletico ed arboricolo, dagli ambienti più favorevoli. Attualmente quindi il Ratto nero sopravvive con le proprie popolazioni nei sottotetti e nei luoghi elevati, mentre in natura è possibile rinvenirlo nei cespuglieti della macchia mediterranea.

La tipica plasticità eco-etologica di questi roditori si rivela la carta vincente nel colonizzare gli ambienti agricoli e antropizzati e per insediarsi

* Istituto per la Conservazione e lo Studio dei Materiali Naturalistici della Romagna

popolazioni a volte davvero floride (LUNIAK e PISARSKI, 1982; AA.VV., 1989). Sono oltretutto responsabili di enormi perdite di alimenti, sottratti o resi inutilizzabili, e di gravi danni a strutture edili. Rappresentano poi il veicolo di numerose malattie trasmissibili all'uomo, tra cui la peste, che si stima aver ucciso da sola 300 milioni di persone. La gestione delle loro popolazioni, volta al contenimento dei danni, necessita spesso di grandi risorse e di un approccio multidisciplinare (AA.VV., 1989).

Ma la città non è fatta di sole case e magazzini: vi sono giardini, parchi, cortili, strade e ferrovie che creano un mosaico di microambienti in grado di sostenere una diversificata comunità di Mammiferi, anche se le superfici disponibili con un certo grado di naturalità sono di esigue dimensioni (DICKMAN, 1987; DICKMAN e DONCASTER, 1987).

I Roditori sono rappresentati, oltre che dai commensali precedentemente ricordati, anche da elementi tipicamente selvatici che però riescono a ritrovare in particolari microambienti cittadini le adatte condizioni di vita. I prati di periferia sono colonizzati dall'Arvicola di Savi (*Pytimys savii*), a cui subentra nelle zone cespugliate delle colline l'Arvicola rossastra (*Clethrionomys glareolus*). I corsi d'acqua eventualmente presenti possono mantenere popolazioni di Arvicola d'acqua (*Arvicola terrestris*) se vi permane una sufficiente qualità chimico-biologica e le rive mantengono una adeguata vegetazione, fonte di rifugio e alimentazione. La presenza di siepi, rive alberate o giardini possono creare adeguati corridoi ecologici con le formazioni forestali limitrofe e quindi favorire le presenze di Scoiattolo rosso (*Sciurus vulgaris*) e Ghiro (*Myoxus glis*). Quest'ultimo spesso poi si rifugia proprio nelle costruzioni per passare in letargo l'inverno. I Topi selvatici (*Apodemus* spp.) sono animali di grande mobilità e plasticità e, provenendo dalla campagna circostante, si adattano facilmente agli ambienti urbani, trovando nicchie ottimali nella periferia e in alcuni parchi a basso disturbo antropico. Qui generalmente incontrano un minor numero di predatori naturali ma vengono contenuti numericamente ad opera dei gatti e delle derattizzazioni.

Il Riccio (*Erinaceus europaeus*) sembra adattarsi discretamente agli ambienti antropizzati (REEVE, 1982; MORRIS, 1983; DICKMAN, 1987). Nelle aree periurbane i luoghi maggiormente utilizzati per la costruzione dei nidi appaiono i parchi ed i giardini, essendo presenti in questi angoli di tranquillità le condizioni adatte e i materiali necessari, grazie alla disponibilità di foglie, cascami, cespugli se non addirittura di manufatti (MORRIS, 1973, BERTHOUD, 1976, REEVE e MORRIS, 1985; SCARAVELLI, 1991). Per questa specie se da un lato in città sono assenti i naturali predatori dall'altro l'intensa circolazione veicolare miete numerosissime vittime



Fig. 1. Riccio (*Erinaceus europaeus*).

(MABEL SCHIAVO, 1990).

Altri Insettivori si localizzano nelle aree verdi delle città. La Talpa (*Talpa europea*) penetra dalla periferia e si insedia nei parchi, negli orti periferici e negli alvei fluviali ed è facilmente riscontrabile grazie ai monticelli e alla terra smossa durante le operazioni di scavo. I Topiragno, rappresentati dalle specie dei generi *Sorex* e *Crocidura*, necessitano di una certa copertura arbustiva e si ritrovano più facilmente nelle aree abbandonate o negli angoli non «gestiti» dei parchi, dove spesso cadono vittime di bottiglie e altri contenitori, efficienti trappole a caduta, attratti dall'odore delle sostanze che vi fermentano all'interno (MORRIS E HARPER, 1965; STODDARD, 1980; MABEL SCHIAVO, 1990).

Anche i Carnivori non disdegnano gli ambienti antropizzati: famose sono le presenze generalizzate e talvolta massicce nelle città inglesi della Volpe (*Vulpes vulpes*) (HARRIS, 1986; MACDONALD, 1987) così come l'insediamento di popolazioni di Tasso (*Meles meles*) in parchi ed aree periurbane (HARRIS, 1984). Questo fenomeno non è solo britannico ma si presenta comune anche ad altre realtà, non ultima l'Italia. Altri Mustelidi quali Faina (*Martes foina*) e Donnola (*Mustela nivalis*) cercano rifugio nelle zone abitate, dove trovano con facilità grandi quantità di

roditori antropofili, loro prede principali e rifugi sicuri in luoghi impensabili.

Il Gatto domestico (*Felis catus*) oltre ad essere un familiare coinquilino è altrettanto spesso un elemento semi-selvatico come i molti randagi che popolano i centri storici italiani. In queste condizioni l'asocialità di questo felino viene meno, essendo disponibile una grande quantità di cibo e mancando quindi il principale fattore di competizione. Si consolidano allora le interazioni di gruppo e si struttura un vero comportamento sociale (NATOLI, 1985).

Prendendo Bologna quale esempio della realtà italiana, vi ritroviamo buona parte dei diversi taxa succitati e se da una parte topi e ratti non mancano, sono stati rinvenuti anche Ghiro e Scoiattolo rosso così come Donnola e Faina sono state avvistate quasi in centro. Non da ultimo presenze ancora inusuali per le nostre situazioni sono state notate nell'immediata periferia: il Capriolo (*Capreolus capreolus*) è stato infatti avvistato nei pressi del Cimitero Polacco e comunque pascola nascosto sulle colline (S. MATTIOLI, com. pers.), similmente a quanto avviene in tutto il centro Europa.

Un programma della sezione cittadina del WWF ha portato all'istituzione di un'area ad evoluzione naturale all'interno di un parco cittadino. Oltre all'incremento di biodiversità vegetale che ha caratterizzato fin dai primi momenti l'iniziativa, una vera esplosione di vita animale è stata l'effetto più appariscente (SCARAVELLI e BONAFEDE, 1992). Tra i mammiferi i Topiragno, il Topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*) e l'Arvicola del Savi hanno trovato subito un rifugio sicuro e anche il Riccio frequenta assiduamente la piccola zona. Si è avuta la riprova che per mantenere un ambiente ricco e diversificato anche in seno agli agglomerati urbani sono necessari solo un po' di gestione oculata e l'appoggio di tecnici con appropriate conoscenze. Si ottengono così aree fruibili, a basso costo di mantenimento, e anche paesaggisticamente molto valide (BAINES, 1986; GILBERT, 1991).

Non bisogna tralasciare che una gestione corretta deve anche impedire gli eventuali inquinamenti faunistici che si verificano, soprattutto nelle vicinanze delle città, per il rilascio, accidentale o voluto, di animali non autoctoni di compagnia. Valga per tutti l'esempio dello Scoiattolo grigio (*Sciurus carolinensis*) che nel Regno Unito, dai parchi ove era stato rilasciato, si è poi diffuso su buona parte del territorio, a scapito dell'autoctono Scoiattolo rosso e producendo ingenti danni forestali (CORBET e HARRIS, 1991). Purtroppo anche in Italia si sta verificando la stessa situazione e si segnalano già consistenti danneggiamenti alle colture (CURRADO *et al.*, 1987; CURRADO e SCARAMOZZINO, 1989).

Infine non si può non accennare a come i micromammiferi possano fungere da efficaci bioindicatori della struttura del territorio, dei mutamenti ambientali e del carico di inquinanti in ambienti rurali (AMORI e PASQUALUCCI, 1987) come nei territori urbani (CRISTALDI *et al.*, 1985) e divenire quindi funzionali strumenti per l'analisi e la gestione ambientale (DICKMAN, 1987).

Ringraziamenti.

Si ringrazia Stefano Mattioli di Bologna per la gentile collaborazione.

Bibliografia

- AA. VV., *Les rats des villes*, «La Défense des Végétaux», n. spec., 43, 1989, pp. 1-64.
- AMORI G. e PASQUALUCCI, F., *Elementi di valutazione ambientale di tre siti nell'Italia centrale (Lazio) tramite l'analisi dei rigetti di Tyto alba (Scopoli, 1769)*, «Acqua Aria», 9, 1987, pp. 1085-1089.
- BAINES C., *The wild side of town*, BBC & ELM Tree, London, 1986.
- BERTHOUD G., *Note préliminaire sur les déplacements du herisson europeen (Erinaceus europaeus L.)*, «La terre et la vie», 32, 1978, pp. 83-87.
- CORBET G.B. e HARRIS S., *The handbook of british mammals*, Blackwell, Oxford, 1991.
- CRISTALDI M., IERARDI L. A., PARADISI S. e TOMMASI M., *Rodents as biological indicators of environmental impact*, in HELMY M.A.H., ZAGHLOUL T.M., SALIT A.M. e ZAKARIA M. (a cura), «Proc. II Symp. Recent Advances in Rodent Control», Kuwait, 1985, pp. 93-104.
- CURRADO I. e SCARAMOZZINO P.L., *Grey squirrel in Italy (Sciurus carolinensis Gmelin, 1788)*, «5th Int. Theriol. Congr.», Roma, 1989.
- DICKMAN C.R., *Habitat fragmentation and vertebrate species richness in an urban environment*, «J. Appl. Ecol.», 24, 1987, pp. 337-351.
- DICKMAN C.R. e DONCASTER C.P., *The ecology of small mammals in urban habitats. I. Populations in patchy environment*, «J. Anim. Ecol.», 56, 1987, pp. 629-640.
- GILBERT O.L., *The ecology of urban habitats*. Chapman & Hall, Londra, 1991.
- HARRIS S., *Ecology of urban Badger Meles meles: distribution in Britain and habitat selection, persecution, food and damage in the city of Bristol*, «Biol. Conserv.», 28, 1984, pp. 349-375.
- HARRIS S., *Urban foxes*, Whitted, London, 1986.
- LUNIAK M. e PISARSKI B. (a cura), *Animals in urban environment*, Ossolineum, Varsavia, 1982.
- MABEL SCHIAVO R., *I micromammiferi: ricci investiti e topiragno ubriachi*, in: MANNUCCI

- A. (a cura), *La città degli animali*, Guerrini, Milano, 1990, pp. 141-149.
- MACDONALD D.W., *Running with the Fox*, Unwin Hyman, Londra, 1987.
- MORRIS P., *Winter nests of the hedgehogs*, «Oecologia», 11, 1973 pp. 299-313.
- MORRIS P., *Hedgehogs*, Witthed, Londra, 1983.
- MORRIS P.A. e Harper J.F., *The occurrence of small mammals in discarded bottles*, «Proc. Zool. Soc.», Londra, 145, 1965, pp. 148-153.
- NATOLI E., *Il comportamento sociale del gatto randagio (Felis catus L.) nell'ambiente urbano*, «Animalia», 12, 1985, pp. 59-85.
- REEVE N.J., *The home range of the hedgehog as revealed by a radio tracking study*, «Symp. Zool. Soc.», Londra, 49, 1982, pp. 207-230.
- REEVE N.J. e MORRIS, P., *Construction and use of summer nests by hedgehogs*, «Mammalia», 49(2), 1985, pp. 187-194.
- STODDARD D.M., *Urban small mammals*, «J. Zool.», Londra, 191, 1980, pp. 403-433.
- SCARAVELLI D., *Un nido di Riccio Erinaceus europaeus nella città di Forlì*, «Ecol. urbana» 2(2/3), 1991, pp. 2-3.
- SCARAVELLI D. e BONAFEDE, F., *Un'oasi nel parco*, «Ecologia urbana», 1992, in stampa.

PIPISTRELLI IN CITTÀ

*Dino Scaravelli**

Le piccole ombre che di notte i lampioni proiettano sui più alti muri e tra le strade appartengono ai rappresentanti del più bistrattato gruppo di mammiferi, i Chiroteri, meglio conosciuti come Pipistrelli. Ci troviamo davanti forse i più interessanti tra i rappresentanti di questa classe, se non altro per essere gli unici ad avere sviluppato la capacità di volare attivamente.

Oltre a popolare le notti dei nostri campi e foreste, li ritroviamo nelle nostre città. Forse quest'ultimo ambiente apparirà un po' particolare ma i sistemi abitativi sono adattissimi alle presenze di Pipistrelli, essendo innanzitutto più caldi dell'ambiente circostante, in genere con un minor carico di pesticidi e soprattutto presentando svariate possibilità di rifugio: sottotetti non utilizzati, tegole, crepe di intonaci, grondaie e decorazioni, cantine, vecchi edifici e monumenti. D'altra parte che cos'è una casa se non una piccola grotta artificiale dotata di ogni comfort? Bisogna tra l'altro sfatare la tradizione che vede nelle grotte l'habitat elettivo dei pipistrelli: alcune specie vi sono legate strettamente, ma più per le costanti condizioni di temperatura e umidità presenti al loro interno, che non per il bisogno di oscurità, mentre la maggior parte preferisce rifugiarsi nei luoghi costruiti sopra elencati o negli alberi cavi. Infatti nei parchi i grandi alberi presenti, che spesso mostrano buchi e screpolature profonde, magari in connessione con abitazioni di vecchio tipo, possono dare ospitalità alle specie che in natura mostrano preferenza per i boschi, riuscendo a conservare anche in ambiti ristretti una notevole diversità specifica e consistenti popola-

* Istituto per la Conservazione e lo Studio dei Materiali Naturalistici della Romagna.

zioni (CERVENY & BÜRGER, 1989).

Questi animali sono sensibilissimi a tutti gli stress ambientali, in particolare durante la riproduzione. Risultano quindi interessanti indicatori dello stato di salute dell'ecosistema, non solo perché la loro stessa presenza e la composizione specifica della comunità di questi animali sono direttamente legate alla qualità dell'ambiente ma anche per la notevole sensibilità ai pesticidi. Nutrendosi di insetti, e spesso proprio di quelli fastidiosi quali zanzare e mosche, possono infatti facilmente incorrere in fenomeni di rapido bioaccumulo di dannosi principi attivi e metaboliti. Tra i maggiori disastri causati a suo tempo dagli organoclorurati (DDT e simili) ci furono morie di massa a carico di diverse specie sia europee che americane (CLARKE, 1981, CORRAO *et al.*, 1986, STEBBINGS, 1988) e il problema sembra ora ripresentarsi con le più moderne famiglie di pesticidi (CLARKE, 1988). Per questi animali che producono pochi figli (spesso un solo cucciolo e non tutti gli anni) avvenimenti di questo tipo possono causare il crollo di una popolazione locale. In città il problema è legato anche ai trattamenti disinfestanti delle abitazioni, spesso per nulla selettivi e in grado di distruggere con poche spruzzate intere colonie con piccoli.

Questi piccoli capolavori dell'evoluzione portano con sé il più pesante bagaglio di pregiudizi che sia possibile immaginare: dall'essere succhiatori di sangue, portatori di sfortuna, estirpatori di capelli femminili, possessori di orina che rende calvi e così via all'infinito. Quando «va bene» sono considerati semplicemente repellenti e chi se li trova in casa non ha altro desiderio che di allontanarli dal suo dominio di splendida pulizia. Non è quindi inutile ribadire quanto questi animali siano a tutti gli effetti assolutamente innocui e universalmente riconosciuti come utilissimi cacciatori di insetti. Occupando di notte la nicchia tipica di cince, rondone, codiroso ed altri uccelli insettivori, si rivelano particolarmente efficaci nel controllo di Chironomidi ed altri insetti a volo notturno e crepuscolare. Valga per tutte l'esperienza del dr. CHARLES A.R. CAMPBELL, che, già dal 1915, pensò di favorire la nidificazione dei chiroteri quale contributo alla lotta biologica alle zanzare, predisponendo apposite strutture, grandi *bat roost*, veri e propri «alberghi». Il pieno successo conseguito in Texas, con una produzione accessoria di guano, venduto (con cospicui ricavi) come ottimo fertilizzante, fu anche esportato nelle Paludi pontine negli anni venti. Proprio per la loro indiscussa utilità, furono tra i primi animali protetti dalla legge in Italia, fin dal lontano 1939. Farebbero bene a ricordarselo quelli che li scacciano a scopate o con altri mezzi più truci!

Ma quali sono i segnali della presenza di questi discreti coinquilini? A parte la visione diretta degli animali nelle strutture, a volte possono essere ritrovati i piccoli caduti dai luoghi di riproduzione durante l'estate o le minute (6-7 mm di lunghezza per 1-2 di spessore) innocue feci che si depositano sotto i luoghi di riposo (figura 1). Tutto ciò in genere non costituisce alcuna sorta di problema, ma in tal caso ci si può rivolgere alle associazioni protezionistiche che, contattando gli specialisti, potranno prendere visione e suggerire soluzioni. Anche nel caso di colonie consistenti insediate in opere monumentali, sebbene non sia ancora definito chiaramente, parrebbe essere scarsa l'importanza del guano nel deterioramento delle strutture carbonatiche (CALANDRA *et al.*, 1989).

I pipistrelli si insediano in una moltitudine di microambienti presenti nelle costruzioni (fig. 1), rimanendo spesso completamente sconosciuti agli utilizzatori umani delle stesse strutture.

Delle 30 specie italiane di Chiroterri, quali allora possono essere rinvenute nelle nostre città? Quelli osservabili più facilmente, soprat-

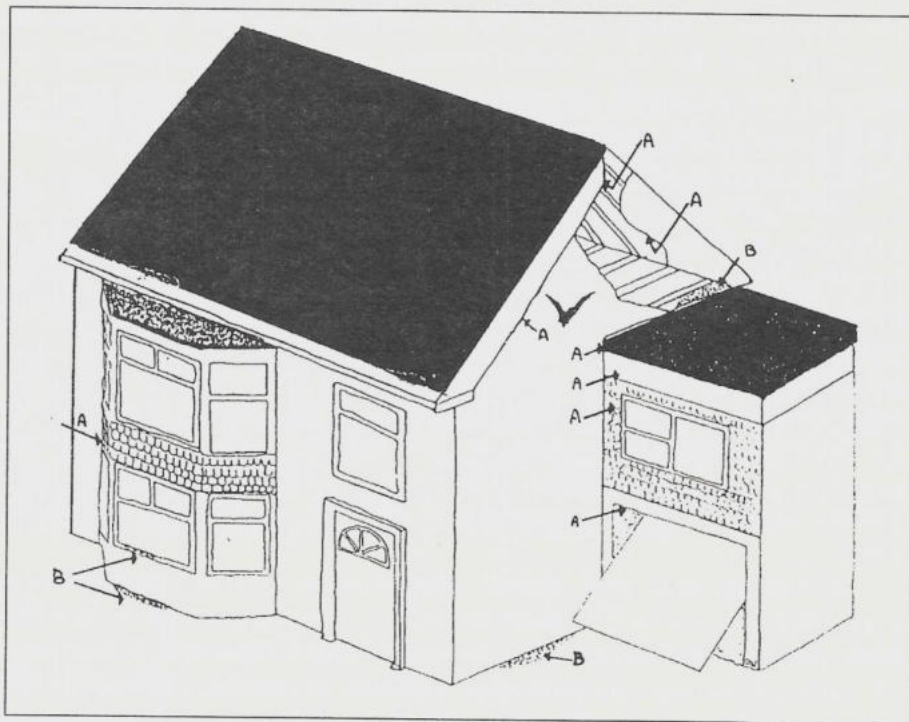


Fig. 1. A: possibili rifugi per Chiroterri; B: feci indicatrici di presenza di Chiroterri

tutto nelle loro cacce sotto i lampioni, sono i rappresentanti del genere *Pipistrellus*: Pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*) e, *P. albolimbato* (*Pipistrellus khuli*). Questi piccoli Chiroteri si trovano particolarmente a loro agio in fessure sotto alle grondaie, sotto le tegole ed in altre localizzazioni tipicamente casalinghe. Non da meno si possono ritrovare in ambito cittadino i ben più grandi Serotino (*Eptesicus serotinus*) e Vespertilio maggiore (*Myotis myotis*) che occupano soprattutto sottotetti e soffitte. La Nottola (*Nyctalus noctula*) si nasconde nel cavo degli alberi nei parchi e a volte anche nei sottotetti. Davvero particolari tra gli abitanti delle soffitte sono l'Orecchione (*Plecotus auritus*) e l'Orecchione meridionale (*Plecotus austriacus*), che devono il loro nome agli enormi padiglioni auricolari, lunghi quasi quanto il corpo dell'animale. Questi sensibilissimi ricevitori degli echi di ritorno del biosonar vengono ripiegati durante il riposo sulla schiena, al fine di disperdere meno calore. Due rappresentanti della famiglia Rhinolofidae, il Ferro di cavallo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*) e il Ferro di cavallo minore (*R. hipposideros*) si appendono liberamente ai soffitti in sottotetti caldi ove partoriscono il loro unico piccolo e si trasferiscono poi in cantine e cavità per svernare. Queste specie sono caratteristiche per la particolare conformazione del naso, contraddistinto appunto da una cartilagine a forma di ferro di cavallo, sormontata da una «lancetta». Tale conformazione sembra legata alla particolare emissione degli ultrasuoni che in questa famiglia avviene appunto attraverso la cavità nasale.

Nelle zone dove stato condotto un mappaggio sistematico delle presenze, le aree urbane hanno riservato molte sorprese. Nel caso di Londra (MICKLEBURGH, 1987) ben 14 specie sono state identificate. Altrettanto rilevante però è la rarefazione o la scomparsa rispetto a dati di alcuni decenni precedenti delle specie maggiormente sensibili e la progressiva riduzione del numero dei luoghi adatti come rifugio, processo comune a tutta l'Europa (STEBBINGS, 1988). Inoltre le popolazioni di Chiroteri insettivori viventi in città mostrano una minore diversità specifica, minore abbondanza di individui e forse minor successo riproduttivo rispetto a quelle riscontrabili in ambienti rurali (KURTA e TERAMINO, 1992).

A Bologna sono stati rilevati ultimamente, oltre ai Pipistrelli nano e albolimbato, anche il Pipistrello di Savi (*Hypsugo savi*) e il Serotino. Nella provincia di Forlì gli unici dati riguardanti il Pipistrello di Nathusius (*P. nathusii*) derivano da esemplari catturati in cantine, (ZANGHERI, 1957) così come altre specie [(Ferro di cavallo maggiore e minore, Serotino, Nottola, Vespertilio smarginato (*Myotis emarginatus*)] sono state ritrovate



Fig. 2. Giovane pipistrello albolimbato.

comunque in abitazioni o in ambito cittadino (SCARAVELLI e BASSI, 1992).

Un patrimonio quindi indiscutibilmente importante è conservato proprio nel più umanizzato degli ambienti. Indispensabile, proprio per questa stretta relazione con la nostra specie, creare una adeguata sensibilizzazione: in Inghilterra, prima fra le nazioni europee a porsi questo obiettivo, sono nati molti «Bat groups» e specifiche leggi impediscono agli inquilini di disfarsi dei pipistrelli che eventualmente occupano le abitazioni (HUTSON, 1988); allo stesso modo ora si comportano Germania, Svizzera e, in minor misura, Francia. Anche in Italia qualcosa si sta muovendo (FERRARI, 1990) grazie anche ad alcuni progetti specifici, ma ancora lunga è la strada che comunque dovrà passare attraverso una adeguata campagna di informazione per sfatare leggende e riconciliare i rapporti con questi splendidi abitanti della notte.

Bibliografia

CALANDRA V., DONGARRA G. e ORECCHIO S., *Bat conservation and problems connected with monument deterioration*, in HANAK V., HORACEK I. e GAISLER J. (a cura),

- European Bat Research 1987*, Charles Univ. Press, Praga, 1989, pp. 645-650.
- CERVENY J. e BÜRGER P., *Density and structure of the bat community occupying an old park at Zihobce (Czechoslovakia)*, in HANAK V., HORACEK I. e GAISLER J. (a cura), *European Bat Research 1987*, Charles Univ. Press, Praga, 1989, pp. 475-488.
- CLARK D.R., *Bats and environmental contaminants: a review*, U.S. Fish & Wildlife Serv., 235, 1981.
- CLARK D.R., *How sensitive are bats to insecticides?*, «Wildlife Soc. Bull.», 16, 1988, pp. 399-403.
- CORRAO A., CATALANO E. e ZAVA, B., *Destructive effects of chlorinated pesticides on bat colony (Chiroptera)*, «Mammalia», 49, 1985, pp. 125-130.
- HUTSON A.M., *Bats in houses*, FFPS, NCC & Vincent Wild., Londra, 1988.
- KURTA A. e TERAMINO, J., *Bat community structure in an urban park*, «Ecography», 15, 1992, pp. 257-261.
- MICKLEBURGH S., *Distribution and status of bats in the London area*. «Lond. Natur.», 66, 1987, pp. 41-91.
- FERRARI M., *Topi con le ali: pipistrello è bello*, in MANNUCCI A. (a cura), *La città degli animali*, Guerrini, Milano, 1990, pp. 135-140.
- SCARAVELLI D. e BASSI, S., *Chiropteri*, in GELLINI S., CASINI L. e MATTEUCCI C., *Atlante dei Mammiferi della Provincia di Forlì*, Maggioli, 1992.
- STEBBINGS B., *Conservation of european bats*, Helm, Londra, 1988.
- ZANGHERI P., *Fauna di Romagna. Mammiferi*. «Boll. Zool.», 24, 1957, pp. 17-38.

AVIFAUNA DELLE AREE URBANE CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLA CONURBAZIONE DI BOLOGNA

Roberto Tinarelli e Paolo Boldreghini***

Introduzione

Nell'ambito del notevole aumento di interesse verso le scienze naturali, avvenuto in Italia negli ultimi venti anni, si può dire che solo dopo la pubblicazione di «Clandestini in città» (PRATESI, 1975), in cui venivano messe in luce la ricchezza e la varietà della fauna urbana, gli studiosi e gli appassionati di ornitologia hanno cominciato a considerare gli Uccelli presenti nelle città con la stessa attenzione ed interesse che erano stati riservati sino a quel momento alle specie che frequentano ambienti naturali o seminaturali.

Nonostante i numerosi studi sulla fauna presente in varie metropoli europee ed alcuni contributi precedenti come quello sugli Uccelli della città di Milano (MOLTONI, 1953), solo dall'inizio degli anni '80 hanno cominciato ad essere disponibili elenchi dettagliati delle specie ornitiche presenti durante l'anno in diversi centri urbani italiani.

Le ricerche sino ad ora eseguite sull'avifauna urbana (GUERRA, 1979; RALLO e PALMA, 1981; LA MANTIA, 1982; FRAISSINET e MILONE, 1985) hanno evidenziato per molte specie inaspettate capacità di adattamento a nuovi ambienti o ad ambienti profondamente trasformati rispetto a quelli comunemente frequentati.

Inoltre, poiché negli ambienti urbani è profondamente avvertito dalla popolazione umana il bisogno di un contatto con la natura, è risultato evidente che lo sviluppo della conoscenza degli Uccelli presenti nelle città poteva risultare utile sia a fini educativi e di sensibilizzazione sia, soprattutto, per l'individuazione di specie e comunità faunistiche

* Consulente naturalista e ornitologo.

** Istituto di Zoocolture dell'Università di Bologna.

che potessero essere utilizzate come indicatori ambientali per valutare la diversità ed il grado di suscettibilità degli ecosistemi urbani in riferimento anche alla salute umana e alla qualità della vita in città.

Negli ultimi anni, in particolare, si è verificato in Italia un forte incremento di iniziative e progetti di ricerca, ai quali hanno collaborato sia ornitologi professionisti sia numerosi birdwatchers, che ha interessato centri urbani italiani grandi e piccoli come Firenze, Livorno, Napoli, Roma, Milano, Palermo, Cagliari, Torino, Cossato per i quali sono già stati o verranno presto prodotti atlanti con la distribuzione e l'abbondanza delle varie specie ornitiche che vivono in città durante tutto o parte del loro ciclo biologico.

Perché gli uccelli vivono negli ambienti urbani?

Oltre a specie generalmente note come Piccione, Merlo e Passero, sono regolarmente presenti nei centri urbani numerosi altri Uccelli che normalmente sfuggono all'attenzione della maggior parte dei cittadini, il cui insediamento è consentito dalla elevata varietà di condizioni ecologiche. Nei capoluoghi di provincia italiani è stata sino ad ora accertata la presenza di 176 specie (escludendo le accidentali) di cui 101 nidificanti (FRAISSINET, 1993).

La composizione dell'ornitofauna di ogni centro urbano, oltre che da fattori biogeografici, è determinata da un insieme di fattori abbastanza complessi. Per sintetizzare, si può dire che in ogni centro urbano sono presenti due categorie di specie: una composta dagli Uccelli legati agli ambienti preesistenti alla costruzione della città e rimasti integri ed estesi, l'altra composta invece da specie ornitiche adattatesi con successo agli ambienti più antropizzati oppure attratte dai nuovi ambienti creati all'interno e ai margini delle città (giardini ornamentali, cimiteri, cave, discariche, piazzali di porti, centri industriali e commerciali etc.).

Tutte le specie di Uccelli che frequentano i centri urbani durante una parte o tutto il loro ciclo biologico sono comunque attratte da almeno uno dei seguenti fattori:

- 1) disponibilità di risorse trofiche;
- 2) disponibilità di condizioni adatte alla riproduzione;
- 3) disponibilità di condizioni adatte alla sosta e al riposo.

Vediamo più approfonditamente in che cosa consiste la disponibilità delle suddette condizioni ecologiche.

Disponibilità di risorse trofiche

Le risorse trofiche teoricamente disponibili per gli Uccelli nell'ambiente urbano possono essere ascritte a due categorie: quelle prodotte nell'ecosistema urbano stesso e quelle prodotte all'esterno e importate per soddisfare le necessità alimentari dei cittadini.

Le prime sono di gran lunga inferiori in quanto la produttività degli ambienti urbani è assai bassa e praticamente limitata alle aree verdi, sempre assai scarse. Tuttavia in tali aree, soprattutto se non sono oggetto di «cure» troppo meticolose, si producono semi di piante erbacee, frutti secchi e carnosì di alberi e arbusti, Insetti, lombrichi ed altri invertebrati, utilizzati da numerose specie di Uccelli, soprattutto quelle originariamente caratteristiche dei biotopi di transizione foresta-prateria.

Enorme invece è la quantità di sostanze alimentari appartenenti alla seconda categoria, anche se disponibili per la fauna solo per la quota rappresentata da rifiuti e immondizie. Alcune specie (notoriamente Passero e Piccione, ma anche Tortora dal collare orientale, Merlo, Pettiroso, Cinciallegra) approfittano dei resti alimentari che casualmente o talvolta appositamente vengono sparsi un po' ovunque dagli abitanti umani della città. Altre specie, quali alcuni Corvidi e Laridi (Gabbiani) sono attratte soprattutto dai punti di concentrazione delle immondizie, cioè le discariche, ed hanno tratto grandi benefici a livello di popolazione dalla capacità di sfruttare una risorsa alimentare praticamente illimitata.

Bisogna infine ricordare che alcuni Uccelli presenti nelle città, soprattutto quelli rappresentati da popolazioni gregarie e molto numerose quali Storno, Piccione e talvolta Taccola, dipendono ampiamente da risorse alimentari rinvenibili nelle aree rurali periferiche o addirittura nella campagna aperta, per utilizzare le quali compiono spostamenti giornalieri anche di svariati chilometri.

Disponibilità di condizioni adatte alla riproduzione

L'ambiente urbano offre agli Uccelli essenzialmente due habitat di nidificazione. Uno è rappresentato da parchi e giardini ed è assimilabile ai già citati biotopi di transizione foresta-prateria: a seconda della struttura di tali formazioni vegetali del tutto o largamente artificiali compiono o prevalgono specie legate ad ambienti di prateria con radi cespugli o specie legate ad arbusteti fitti o specie legate agli alti alberi e, raramente, specie legate agli alberi vetusti.

L'altro habitat di nidificazione è assimilabile all'ambiente rupestre ed

è rappresentato dalle costruzioni stesse. Queste sono tanto più utilizzate quanto più sono ricche di irregolarità, anfratti, cavità, che costituiscono il vero sito di costruzione del nido. In genere gli edifici antichi e i ruderi offrono possibilità di nidificazione molto più ampie e alcune specie quali Rondone, Rondine, Balestruccio, Taccola, Piccione, Passero, Civetta, Barbagianni si sono adattate così bene a questo habitat da usarlo molto più frequentemente dell'originario habitat costituito da pareti rocciose.

Si deve comunque tener presente che la scelta dell'ambiente urbano per svolgervi la riproduzione è certamente determinata, oltre che dalla disponibilità di siti di nidificazione, dalla disponibilità di risorse alimentari e probabilmente, nonostante la diffusa presenza di gatti domestici, da una minore pressione di predazione.

Disponibilità di condizioni adatte alla sosta e al riposo

L'utilizzazione dell'ambiente urbano come luogo di sosta e riposo notturno è particolarmente evidente nel caso di Uccelli gregari nella fase internuziale e quindi durante la migrazione e lo svernamento. Il caso più noto è quello dello Storno, ma il fenomeno riguarda anche altre specie, quali Passero, Ballerina bianca e, altrove, Corvo, Gabbiano comune etc. Le popolazioni di queste specie usano le campagne circostanti per alimentarsi ma si raccolgono verso sera in città per trascorrervi la notte, talvolta anche in zone apparentemente molto disturbate dalle attività umane. Evidentemente i rumori e le luci non vengono percepiti come dannosi ed hanno un peso molto maggiore i fattori positivi, rappresentati dalla maggiore temperatura e dalla minore forza dei venti (importanti soprattutto in inverno), dalla già citata bassa pressione di predazione, dall'assenza di attività venatoria, dalla diffusa disponibilità di alberi sempreverdi etc.

Il caso della conurbazione bolognese

La conurbazione di Bologna, cioè l'agglomerazione urbana costituita dalla città e dai centri minori periferici prima autonomi poi assorbiti dalla città in espansione, presenta le tipiche caratteristiche di un centro urbano dell'entroterra che si estende tra una pianura fortemente coltivata e urbanizzata già in tempi storici e una collina che ha parzialmente conservato sino ad oggi ambienti di pregevole interesse naturalistico. La

conurbazione bolognese è inoltre lambita ed attraversata da alcuni corsi d'acqua tra i quali il più importante è il fiume Reno. Nel caso delle aste dei suddetti fiumi e torrenti che discendono dall'Appennino e si inoltrano nella pianura, occorre sottolineare che esse rappresentano per molti animali, soprattutto Mammiferi, Anfibi e Rettili, le uniche vie di espansione verso e all'interno della pianura nella quale, oltre a numerose aree urbanizzate, vi sono ostacoli insormontabili come le autostrade ed una fitta rete viaria. In particolare risulta di grande importanza per gli Uccelli il corso del fiume Reno la cui lunga valle viene da sempre utilizzata soprattutto durante le migrazioni come uno dei corridoi preferenziali per l'attraversamento dell'Appennino settentrionale. Lungo le aste fluviali sono inoltre presenti, anche in prossimità delle zone più urbanizzate, alcuni ambienti quali fasce ripariali di arbusti ed alberi, cave abbandonate e zone incolte, frequentati da numerose specie ornitiche alcune delle quali, come ad esempio il Topino e il Corriere piccolo, sono legate esclusivamente a questo tipo di ambienti.

L'avifauna presente nell'arco dell'anno sul territorio urbano bolognese (AA.VV., 1991-92), salvo nel caso di alcuni dei maggiori parchi situati nella collina a sud della città, non è stata sino ad ora oggetto di alcuna specifica ricerca e quindi le informazioni riportate in questa sede scaturiscono da osservazioni e rilevamenti compiuti negli ultimi venti anni personalmente e da altre persone ritenute attendibili.

Questo contributo ha quindi anche lo scopo di evidenziare la necessità di intraprendere ricerche, come quelle compiute o attualmente in corso nei maggiori centri urbani italiani, soprattutto sulle specie residenti e nidificanti. Queste specie, infatti, per il fatto di svolgere una parte vitale del loro ciclo biologico come la riproduzione (generalmente da marzo-aprile a luglio-agosto) nei vari ambienti urbani, hanno con questi ultimi dei rapporti esclusivi e particolarmente significativi a livello ecologico che ne fanno dei buoni indicatori della qualità e delle caratteristiche ambientali. Si può dire inoltre che nell'attuale contesto socio-culturale gli Uccelli sono considerati tra gli animali più noti e rivestono un particolare interesse conservazionistico e gestionale.

Nell'ambito della compilazione di un inventario delle specie che si riproducono nella conurbazione bolognese (vedi tab. 1) il territorio interessato è stato suddiviso schematicamente in quattro settori (vedi fig. 1) che presentano differenti livelli e tipi di urbanizzazione.

Di seguito è riportata una breve descrizione dei suddetti settori e delle specie ornitiche più caratteristiche presenti in essi sia durante il periodo riproduttivo sia in altre stagioni.

Centro storico racchiuso dalle mura del XIV secolo (I settore)

Questo settore si contraddistingue dal resto della conurbazione per i numerosi edifici antichi tra cui torri, palazzi e chiese generalmente ricchi di anfratti e cavità come sottotetti, cornicioni, fori delle colombaie etc. che hanno favorito specie che originariamente frequentavano gli ambienti rupicoli e gli anfratti rocciosi come Piccione, Taccola, Rondone e Codiroso spazzacamino. Quest'ultima specie ad esempio, presente con poche coppie a Bologna, vive altrimenti tra le rocce dei prati sommitali e le pareti rocciose dell'alto Appennino.

Questo settore è caratterizzato inoltre dalla scarsità di spazi verdi. In esso sono infatti presenti poche strade con filari di alberi e solo otto aree utilizzate come giardini e parchi pubblici che, ad eccezione del parco della Montagnola, sono in genere di ridottissima superficie. È tuttavia grazie a queste e ad altre poche zone, come l'Orto Botanico di via Irnerio ed alcuni giardini privati con alberi monumentali, che si deve la presenza di ben 15 delle 22 specie nidificanti segnalate in questo settore. Si tratta di specie come Allocco e Picchio muratore che nidificano negli anfratti di alberi monumentali e di Uccelli come Codiroso, Merlo, Capinera, Cinciallegra, Fringuello, Verzellino e Verdone ai quali è spesso sufficiente una piccola siepe e qualche albero per trovare cibo e nidificare.

La specie ornitica dominante in questo settore è tuttavia il Piccione o Colombo, comune del resto in tutto il territorio della conurbazione bolognese. Nei secoli scorsi erano presenti nella città molti piccioni torraioli o selvatici, appartenenti alla stessa specie che vive attualmente su falesie e in città dell'Europa meridionale, richiamati dalle numerose colombaie predisposte in torri, palazzi, chiese e campanili per vari scopi tra cui quello alimentare. L'origine dell'attuale popolazione di piccioni è stata documentata da GHIGI (in BALLARINI *et al.*, 1989): un gruppo di colombi domestici, insediatosi sulla chiesa di San Petronio, crebbe a tal punto da soppiantare i torraioli preesistenti. Secondo BALLARINI *et al.* (1989) quindi il Colombo di città, presente a Bologna così come in altre città italiane ed europee, sarebbe derivato non dalla moltiplicazione degli ancestrali gruppi di colombi selvatici, ma da successive composite aggiunte di colombi di provenienza varia, per lo più domestica.

Grazie alla disponibilità quasi illimitata di anfratti e spazi per la nidificazione e alla notevole disponibilità di cibo fornita dai cittadini stessi, i colombi sono andati rapidamente aumentando, modificando il loro ciclo biologico e nidificando in tutti i periodi dell'anno. L'elevata densità di individui, la scarsità di predatori naturali e la riduzione di

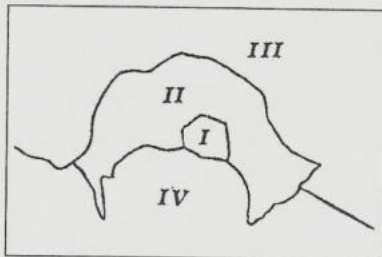
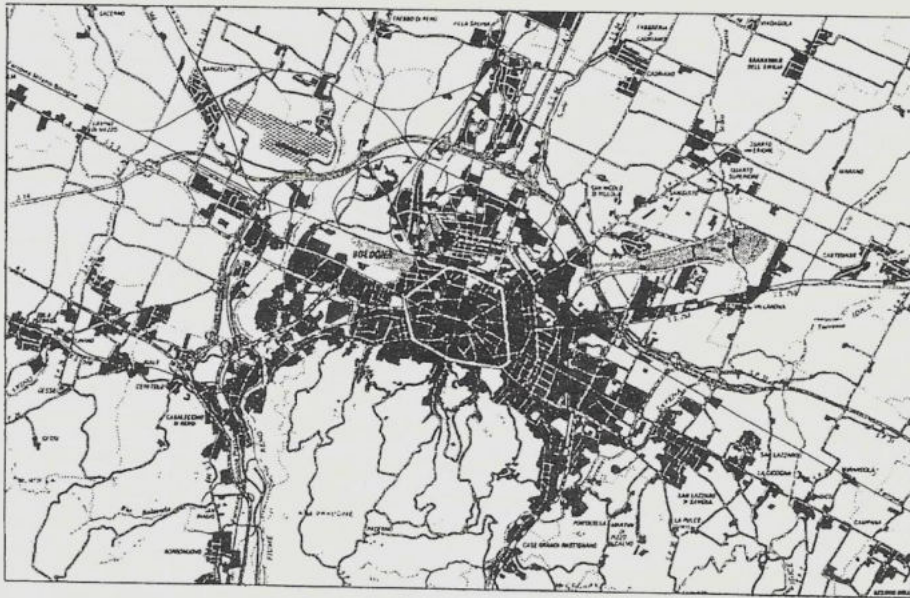


Fig. 1. Suddivisione schematica della conurbazione di Bologna in settori.

ogni tipo di pressione selettiva, hanno favorito però la massiccia diffusione di numerose malattie tra la popolazione urbana di Colombo alcune delle quali (salmonellosi, clamidiosi, morbo di Lyme) trasmissibili all'uomo. Ciò, unitamente al degrado causato dall'effetto delle deiezioni su monumenti e palazzi, ha provocato nell'ultimo decennio vivaci polemiche sui vari metodi utilizzabili per gestire le popolazioni urbane di Colombo.

Nel centro storico di Bologna è abbastanza abbondante anche una specie appartenente alla famiglia dei Corvidi, la Taccola, spesso confusa con il Colombo. Questa specie, arrivata a Bologna negli anni '60 (TOSCHI, 1967), si è poi diffusa anche nelle zone periferiche della città e nei centri minori. Nell'ultimo decennio alcuni organi di informazione hanno falsamente affermato che la sua espansione fosse stata favorita da deliberate introduzioni operate dall'uomo per contenere il numero dei colombi

Tabella 1. Elenco delle specie ornitiche nidificanti nei vari settori della conurbazione bolognese. Ognuna delle 64 specie elencate è indicata con + se la nidificazione è certa e con (+) se la nidificazione è ritenuta probabile ma non è mai stata documentata con certezza.

SPECIE	SETTORE			
	I	II	III	IV
GERMANO REALE			+	
POIANA				(+)
GHEPPIO			+	
QUAGLIA			+	+
FAGIANO COMUNE	+	+	+	
GALLINELLA D'ACQUA			+	
CORRIERE PICCOLO		+	+	
PICCIONE DOMESTICO	+	+	+	+
TORTORA DAL COLLARE OR.	+	+	+	+
TORTORA			+	+
CUCULO			+	+
BARBAGIANNI	(+)	(+)	(+)	+
ASSIOLO				(+)
CIVETTA	+	+	+	+
ALLOCCO	+		+	
GUFO COMUNE				+
SUCCIACAPRE				+
RONDONE	+	+	+	+
MARTIN PESCATORE			+	+
UPUPA			+	+
TORCICOLLO	+	+	+	+
PICCHIO VERDE		+	+	+
PICCHIO ROSSO MAGGIORE			+	+
ALLODOLA			+	+
TOPINO		+	+	
RONDINE	+	+	+	+
BALESTRUCCIO	+	+	+	+
BALLERINA BIANCA		+	+	+
CUTRETTOLA			+	
SCRICCIOLO				+
PETTIROSSO				+
USIGNOLO		+	+	+

segue tabella

SPECIE	SETTORE			
	I	II	III	IV
CODIROSSO SPAZZACAMINO <i>Phoenicurus ochruros</i>	+	+	+	+
CODIROSSO <i>P. phoenicurus</i>	+	+	+	+
SALTIMPALO <i>Saxicola torquata</i>			+	+
MERLO <i>Turdus merula</i>	+	+	+	+
TORDO BOTTACCIO <i>Turdus philomelos</i>				+
USIGNOLO DI FIUME <i>Cettia cetti</i>			+	
CANAPINO <i>Hippolais polyglotta</i>		+	+	+
STERPAZZOLA <i>Sylvia communis</i>				+
CAPINERA <i>Sylvia atricapilla</i>	+	+	+	+
LUI' PICCOLO <i>Phylloscopus collybita</i>		+	+	+
PIGLIAMOSCHE <i>Muscicapa striata</i>	+	+	+	+
CINCIA BIGIA <i>Parus palustris</i>		+	+	+
CINCIARELLA <i>Parus caeruleus</i>		+	+	+
CINCIALLEGRA <i>Parus major</i>	+	+	+	+
PICCHIO MURATORE <i>Sitta europaea</i>	+	+	+	+
RAMPICHINO <i>Certhia brachydactyla</i>		+	+	+
RIGOGOLO <i>Oriolus oriolus</i>			+	+
AVERLA PICCOLA <i>Lanius collurio</i>				+
GHIANDAIA <i>Garrulus glandarius</i>				+
GAZZA <i>Pica pica</i>		+	+	+
TACCOLA <i>Corvus monedula</i>	+	+		+
CORNACCHIA GRIGIA <i>Corvus corone cornix</i>		(+)	+	+
STORNO <i>Sturnus vulgaris</i>	+	+	+	+
PASSERA D'ITALIA <i>Passer italiae</i>	+	+	+	+
PASSERA MATTUGIA <i>Passer montanus</i>				+
FRINGUELLO <i>Fringilla coelebs</i>	+	+	+	+
CIUFFOLOTTO <i>Pyrrhula pyrrhula</i>				+
VERZELLINO <i>Serinus serinus</i>	+	+	+	+
VERDONE <i>Carduelis chloris</i>	+	+	+	+
CARDELLINO <i>Carduelis carduelis</i>		+	+	+
ZIGOLO NERO <i>Emberiza cirrus</i>				+
STRILLOZZO <i>Miliaria calandra</i>		+	+	+
TOTALE SPECIE PER SETTORE	22	36	48	59

dei quali, si diceva, la Taccola fosse accanita divoratrice di uova. È vero che questo Corvide è stato addirittura osservato mentre aggrediva ed uccideva anche colombi adulti e giovani appena usciti dal nido, tuttavia la Taccola, da buona opportunistica quale è, utilizza le risorse trofiche più abbondanti e più facilmente accessibili, quali rifiuti ed animali morti, competendo con il Colombo soprattutto nell'utilizzazione delle cavità più adatte per la nidificazione.

Tra gli Uccelli più rari in questo settore della conurbazione vi sono la Rondine e il Balestruccio. La prima specie è attualmente presente con una piccolissima popolazione (2 nidi fino al 1992 sotto il portico di via Indipendenza in corrispondenza della Montagnola) e fino agli anni '70 alcuni nidi erano osservabili anche sotto i portici di via San Vitale e di Via Zamboni. Il Balestruccio è più numeroso della specie precedente ed è presente in più punti, tra cui i cornicioni del palazzo collocato tra piazza Minghetti, via Farini e via Castiglione, sede di una grossa colonia.

Per questo così come per gli altri settori vi sono anche alcune segnalazioni di Falconi ed altri rapaci durante i mesi invernali e le migrazioni, probabilmente attirati dall'elevato numero di piccioni.

Zona di pianura attorno al centro storico, delimitata dal semianello dell'autostrada a nord, da via Porrettana a sud-ovest, dal corso del Torrente Savena a est e da via Murri e via Toscana a sud-est (II settore).

Insieme al settore precedente è forse l'area più interessante della conurbazione nella quale è possibile studiare le sorprendenti capacità di adattamento all'ambiente urbano di numerose specie che hanno colonizzato la città solo negli ultimi 20-30 anni. Il buon numero di specie nidificanti (36) in questo settore riflette bene l'elevato livello di diversificazione ambientale. Sono infatti presenti piccolissimi nuclei di edifici del secolo scorso attorno ai quali si sono sviluppati monotoni insediamenti abitativi costruiti dal secondo dopoguerra in poi che si alternano come in un mosaico a insediamenti industriali e commerciali, stazioni, depositi e linee ferroviarie, strade a scorrimento veloce, golene fluviali, ex cave, campi incolti, cimiteri. I parchi e i giardini pubblici di questo settore non sono numerosi e non posseggono formazioni arbustive o alberi maturi degni di interesse per l'avifauna. Tuttavia i parchi e i giardini pubblici, unitamente ai numerosissimi giardini privati (molto spesso di dimensioni minuscole), ai frequenti gruppi di alberi e ai filari di alberi lungo

le strade, consentono una diffusione capillare del Merlo, del Passero d'Italia e della Tortora dal collare orientale. Quest'ultima specie, in particolare, ha esigenze ecologiche abbastanza simili a quelle del Colombo, nidifica però anche su alberi e addirittura sui lampioni riuscendo così a vivere in zone della città dove i moderni edifici senza cavità ed anfratti non permettono l'insediamento del Colombo.

La Tortora dal collare orientale è una specie arrivata in Italia solo recentemente. È infatti originaria dell'Asia meridionale e fece la sua comparsa in Europa nella seconda metà del 1700 durante una espansione che venne certamente favorita da introduzioni e dalla protezione accordata per motivi religiosi dagli Ottomani. La specie selezionò come habitat preferenziale gli ambienti urbani e all'inizio del 1800 era già presente in varie zone della regione Balcanica. Nel 1900 si verificò una decisa espansione verso nord-ovest e l'occupazione dell'Italia settentrionale avvenne tra gli anni '40 e '50 (BRICHETTI *et al.*, 1986). A Bologna la specie è divenuta molto comune soprattutto negli anni '70 così come in molti centri minori della Provincia.

Di particolare interesse risultano le zone del lungo Savena e del lungo Reno. Nella prima zona, benché la vegetazione ripariale ed igrofila sia stata e continui in alcune zone ad essere fortemente degradata e ridotta da vari interventi antropici, è possibile osservare durante il periodo riproduttivo specie come Picchio rosso maggiore, Picchio verde, Torcicollo, Rampichino, Rigogolo, numerose Cince e il Martin pescatore.

Nella zona del lungo Reno, oltre alle specie legate agli ambienti con vegetazione ripariale arborea e arbustiforme, sono presenti alcuni Uccelli abbastanza insoliti ed interessanti quali il Topino, una specie molto gregaria, affine alla Rondine, che nidifica in colonie nelle pareti sabbiose lungo le rive del fiume e sui bordi delle cave scavando gallerie di lunghezza variabile tra i 40 e i 100 centimetri al termine delle quali vi è una piccola camera in cui vengono deposte le uova. Generalmente le pareti sabbiose occupate dalle colonie di Topino appaiono letteralmente crivellate da un numero di fori più che doppio rispetto al numero reale di nidi e l'instabilità delle pareti sabbiose costringe spesso questa specie a cambiare di anno in anno il sito di nidificazione.

Lungo le isole di ghiaia e sabbia del fiume e sul fondo delle cave è possibile osservare il Corriere piccolo, un piccolo limicolo molto mimetico che nidifica sul terreno deponendo le sue uova in una piccola depressione tra i sassi.

Durante le migrazioni, soprattutto lungo il Reno, è possibile osservare numerose specie di migratori in una stessa giornata.

Numerosi gabbiani comuni frequentano in autunno e in inverno il Reno, il Savena e i tratti scoperti del canale Navile inoltrandosi a volte in zone della città lontane dai corsi d'acqua. Fino ai primi anni '80 questa specie era molto più numerosa grazie alla enorme disponibilità di cibo fornita dall'immondezzaio situato nei pressi della tangenziale (o semianello dell'autostrada) dove nei mesi invernali si poteva osservare anche il Gabbiano reale.

Durante l'autunno e nella prima parte dell'inverno, soprattutto in questo settore, stormi di decine di migliaia di Storni arrivano frequentemente durante la sera sui tetti, le antenne e gli alberi per trascorrervi la notte.

Zona di pianura a nord del semianello dell'autostrada, della via Bazzanese e del tratto di via Emilia in direzione Rimini (III settore).

In questo settore la superficie delle zone urbanizzate decresce progressivamente rispetto ai precedenti settori e rimangono significative superfici di terreni agricoli con maceri, piantate, siepi, frutteti, case coloniche e antiche ville che contrastano fortemente con le aree di recente urbanizzazione, in genere costituite da insediamenti abitativi, industriali e commerciali.

È questo uno dei settori più ricchi di specie nidificanti (48) nel quale sono presenti sia le specie delle zone più urbanizzate, quali Taccola e Piccione, sia quelle delle zone coltivate di pianura come Upupa, Alodola, Saltimpalo, Cutrettola, Strillozzo.

Al di fuori del periodo riproduttivo numerose specie di Uccelli acquatici e in particolare Airone cenerino e Nitticora possono essere osservate in volo o in sosta lungo il Reno, in maceri e canali.

Zona collinare a sud dei viali Aldini, Panzacchi e Gozzadini, a ovest di via Murri e via Toscana e a sud-est di via Saragozza e via Porrettana (IV settore).

La superficie delle aree urbanizzate di questo settore è fortemente decrescente da nord verso sud. Già a ridosso dei viali, al limite settentrionale del settore, si trovano alcuni parchi abbastanza grandi frequentati da Uccelli tipici dei boschi sia giovani sia maturi dell'Appennino. Lungo le strade che escono dalla città verso sud si estendono prevalen-

temente insediamenti civili di recente realizzazione al di sopra dei quali, risalendo i versanti delle colline, vi sono case coloniche, antiche ville, chiese e monasteri dispersi in mezzo a campi di cereali, frutteti, boschi e zone non coltivate in cui è facile osservare Uccelli come Fagiano, Gheppio, Poiana, Tortora e Cornacchia grigia.

Di particolare interesse risultano i parchi di alcune ville antiche nei quali il gran numero di alberi molto maturi e monumentali permette elevate densità di specie ornitiche legate agli stadi del bosco maturo (Picchi e Cince), difficilmente riscontrabili nei boschi cedui dell'appennino. Tra i parchi e i giardini pubblici che hanno la suddetta caratteristica occorre ricordare i Giardini Margherita, confinanti con il settore del centro storico, nei quali sono presenti numerose specie ornitiche e in particolare, grazie anche alla presenza di molte querce mature, sono facilmente osservabili il Rampichino, il Picchio muratore, il Picchio rosso maggiore e la Ghiandaia. All'interno dei Giardini Margherita vi è anche un laghetto nel quale le anatre, ivi allevate per scopi ornamentali, richiamano talvolta numerose specie di anatre selvatiche di passaggio come Marzaiola, Germano reale, Canapiglia, Mestolone e Moriglione che però non sostano a lungo a causa della massiccia presenza antropica.

Nei mesi invernali sono facilmente osservabili sia negli ampi parchi sia nei giardini privati specie quali Pettiroso, Scricciolo, Regolo, Ciuffolotto, Lucherino, Frosone, Tordo bottaccio e Tordo sassello.

Bibliografia

- AA.VV., *Parchi e giardini bolognesi*, a cura del Centro Villa Ghigi, suppl. «La Repubblica», 18, 1991-1992.
- BALLARINI G., BALDACCINI N. E. e PEZZA F., *Colombi in città*, Doc. 6, Ist. Naz. Biol. Selvagg., Ozzano E. (Bologna), 1989.
- BRICHETTI P., *Uccelli a Brescia*, Sintesi, Brescia, 1989.
- BRICHETTI P., SAINO M. e CANOVA L., *Immigrazione ed espansione della Tortora dal collare orientale Streptopelia decaocto in Italia*, «Avocetta», 10, 1986, pp. 45-49.
- DINETTI M. e ASCANI P., *Atlante degli uccelli nidificanti nel comune di Firenze*, Firenze, 1990.
- FRAISSINET M., *Il birdwatching urbano in Italia*, «Riv. Ital. Birdwatching», 1(2), 1993, pp. 74-82.
- FRAISSINET M. e MILONE M., *Gli uccelli nella città*, Edagricole, Bologna, 1985.
- GUERRA M., *Fauna ornitica di Bergamo (Città alta)*, «Riv. Ital. Orn.», 49, 1979, pp.

61-87.

LA MANTIA T., *Dati quantitativi sull'avifauna nidificante in una zona suburbana di Palermo*, «Avocetta», 6, 1982, pp. 41-46.

MASCARA R., *Uccelli in città (Caltagirone, Gela, Niscemi)*, Lussografica, Caltanissetta, 1992.

MOLTONI E., *Gli uccelli di Milano città*, Mondadori, Milano, 1953.

PRATESI F., *Clandestini in città*, Mondadori, Milano, 1975.

RALLO G. e PALMA R., *Fauna in città; i Vertebrati di Venezia*, «Boll. Soc. Ven. Sc. Nat.», 5, 1981, pp. 34-49.

SEMENTATO M. e ARE G., *Sull'avifauna della città di Mestre e delle sue conterminazioni sub-urbane*, «Boll. Soc. Ven. Sc. Nat.», 7, 1981, pp. 91-99.

TOSCHI A., *Taccole a Bologna*, «Riv. Ital. Orn.», 1967, pp. 251-252.

ANFIBI E RETTILI IN CITTÀ

*Dino Scaravelli**

Anfibi e Rettili, per quanto estremamente diversi, vengono usualmente associati nelle disquisizioni sull'ambiente, se non altro per essere accomunati dallo stesso tipo di metabolismo. Sono i cosiddetti «animali a sangue freddo» cioè, per precisione, animali pecilotermi la cui temperatura corporea non rimane costante ma è legata alle variazioni termiche dell'ambiente di vita. Per questa ed altre ragioni ecologiche la massima diversità specifica tra questi vertebrati si riscontra nelle regioni a clima caldo. In Europa le specie presenti sono relativamente poche, ma in Italia troviamo, grazie alla conformazione della penisola, una grande ricchezza. Essere elemento di unione tra la zona mediterranea e il blocco continentale, insieme alla grande diversificazione dei paesaggi presenti, consente nel nostro paese la vita di specie adattate a luoghi caldi a poca distanza da altre di derivazione centro o nord-europea.

Si tratta di animali poco mobili e sensibili ai cambiamenti ambientali. Sono quindi tra i vertebrati che maggiormente risentono dell'inse-diamento di comunità umane organizzate, le città. Mentre le modificazioni indotte dall'agricoltura «tradizionale», come l'apertura di pascoli o la costruzione di muretti a secco, di stagni artificiali per l'abbeverata, o di edifici rurali, avevano un basso impatto se non addirittura risultavano positive per alcune specie, le nuove strutture abitative e produttive rurali e soprattutto quelle urbane si presentano come un ambiente nuovo, diverso, completamente avulso da quello preesistente e ben poco adatto ad ospitare questi animali.

Tutti gli Anfibi hanno fisiologicamente bisogno dell'acqua per la

* Istituto per la Conservazione e lo Studio dei Materiali Naturalistici della Romagna.

riproduzione e trovare luoghi confacenti in città asfaltate, con fontane piastrellate, diviene estremamente difficile. Da un anno all'altro i riproduttori che fanno ritorno a stagni, pozze e corsi d'acqua che li hanno visti nascere possono invece trovare il tutto trasformato in un parcheggio o magari in una discarica incontrollata. La perdita degli abituali siti di riproduzione per una popolazione può significare l'estinzione o, se è possibile, la migrazione di massa verso altri possibili siti. Queste «marce della speranza» sono purtroppo piccoli percorsi di guerra, affrontati tra pesticidi, strade trafficate e prati tosati all'inglese. Chi riesce a salvarsi da quello che sembra un suicidio di massa deve poi guardarsi da superstizione e ignoranza. Potete certamente immaginare come spesso vada a finire e cosa possa accadere a quelle specie che, come il Tritone crestato (*Triturus cristatus*), tendono a rimanere più a lungo nelle acque...

Le specie legate agli ambienti boscati quali il gruppo delle Rane rosse, bisognose di un umido sottobosco, o il Saettone (*Elaphe longissima*), associato a cespugli e alberi in zone xeriche, ritrovano ben poco dei loro originari habitat nelle attuali città, dove tutto è artificializzato allo stremo, compreso il verde pubblico. Non parliamo poi delle specie più

sensibili legate ad acque pulite o a ricche lettine in decomposizione come le salamandre: sono le prime a scomparire per la presenza antropica.

Qualche specie è comunque riuscita a colonizzare la città, occupandola quale ideale estensione degli ambienti originali, le zone aride aperte e rocciose. Tipicamente la Lucertola muraiola (*Podarcis muralis*) deve il nome proprio alla sua presenza ovunque il muro non sia una ostile colata di calcestruzzo, ma presenti anche se pochi segni di una sua particolare «naturalità»: buchi e crepe, sicuri rifugi per la specie e un po' di vegetazione, asilo per le prede. Meno presente nelle città settentrionali è la Lucertola campestre (*Podarcis sicula*), legata ad ambienti

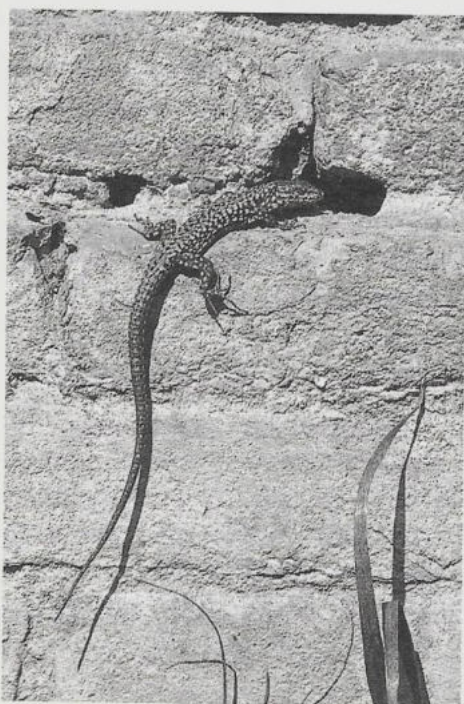


Fig. 1. Lucertola muraiola

aperti e caldi. Specie più mediterranea, si ritrova infatti comunemente negli abitati centro meridionali, dove soppianta la lucertola muraiola.

Il Geco (*Tarentula mauritanica*) è un'altra specie mediterranea che ha trovato rifugio nei luoghi abitati, tanto da essere oramai più comune nelle abitazioni che in natura. Questo notturno catturatore di zanzare e di altri insetti è facilmente osservabile negli angoli dei soffitti a cui si tiene aggrappato grazie alle «ventose» e alle unghie di cui sono dotate le dita, mirabile adattamento ad ambienti rocciosi verticali. La specie è stata trasportata anche al nord, fuori dal suo limite climatico, con le spedizioni di legna o di altri materiali ove i gechi trovano rifugio. Nel settentrione sopravvivono colonie proprio nelle città, ove la temperatura invernali, grazie al riscaldamento domestico, si mantengono più elevate rispetto all'ambiente circostante e ove sono possibili anche nuove nascite. Colonie di gechi si trovano in diverse città come per esempio Verona (ALBERTINI, 1976) e Bologna (SCARAVELLI, oss. pers.).

Allora ci troviamo davanti a pochi resti della passata ricchezza? Ciò è vero solo in parte perché quando vengono effettuate indagini accurate si scopre come, negli angoli più tranquilli delle nostre caotiche metropoli, si sia rifugiata una notevole diversità di specie. Si rimane colpiti in particolare, iniziando ad approfondire le conoscenze sull'argomento, dall'esame dei resoconti stesi dai naturalisti anni addietro. Ci si rende conto allora della situazione di notevole «selvaticità» che circondava le nostre città anche solo pochi decenni o al massimo un secolo fa. Boschetti e paludi, torrenti e macchie si trovavano subito fuori dalle mura e in questi ambienti albergava una vita assai ricca, come dimostrano le citazioni dei grandi erpetologi che ritrovavano vipere, altri serpenti e complesse erpetocenosi a due passi da casa. Addirittura VANDONI (1914) cita la Salamandrina dagli occhiali (*Salamandrina terdigitata*) per i dintorni di Bologna, mentre ora questa specie è relegata ad ambienti caratteristici per la loro naturalità e per il basso disturbo antropico.

Anche se la situazione è decisamente peggiorata, ancora oggi, seppure con molta attenzione ed un po' di fiuto, si incontrano diverse specie entro i limiti della città. Se questi confini sono poi considerati in senso ampio e quindi comprendono anche gli immediati dintorni, i parchi e gli orti, allora il numero di possibili incontri si fa subito più elevato. D'altronde si tratta, a parte la Lucertola muraiola, di specie elusive, timide e spesso notturne e quindi piuttosto difficili da scorgere.

Alcune indagini condotte in altri paesi europei hanno messo in evidenza sia l'andamento spesso negativo delle popolazioni, sia i fattori ambientali che condizionano la presenza delle differenti specie.

DICKMAN (1987), partendo dalla considerazione che nelle città inglesi esistono attualmente almeno 70000 ettari di zone verdi, ha esplorato questa importante risorsa naturalistica nella città di Oxford. Sono state rilevate cinque specie di Anfibi [Rospo comune (*Bufo bufo*), Rana rossa (*Rana temporaria*), Tritone crestato centroeuropeo (*Triturus cristatus*), Tritone palmato *T. helveticus*), Tritone punteggiato (*T. vulgaris*)] e quattro di Rettili [Lucertola vivipara (*Lacerta vivipara*), Orbettino (*Anguis fragilis*), Biscia dal collare (*Natrix natrix*) e Marasso (*Vipera berus*)] insieme a venti specie di Mammiferi. Il risultato di maggior interesse consiste nell'aver accertato che anche un ambiente estremamente frammentato come quello urbano può dare ospitalità a queste specie, dato che i fattori condizionanti non sono tanto la grandezza delle aree (l'ampiezza minima necessaria accertata è di 0,55 Ha) quanto la presenza di acque permanenti e di una certa copertura vegetale. Il maggior fattore di disturbo è quello della frequentazione umana e delle relative opere di manutenzione.

Considerazioni simili si possono trarre dal lavoro di Beebee (1979) che, analizzando la distribuzione degli Anfibi in aree urbane del Sussex, ha riscontrato che il 15% dei giardini presentava pozze e di queste il 50 % venivano usate per la riproduzione dalle tre specie più comuni (in ordine decrescente di frequenza *R. temporaria*, *T. vulgaris* e *B. bufo*).

KRAL *et al.* (1983), nell'area di Brno, hanno evidenziato come tre anfibi e due rettili siano spariti dall'area investigata negli ultimi 40 anni. Oltre a questo effetto di impoverimento, hanno sottolineato come la diversità intrinseca dell'ambiente considerato, cioè la presenza di molteplici componenti (zone boscate, acque, zone indisturbate) costituisca il fattore condizionante il numero di specie presenti, più che le dimensioni o la lontananza da fonti di inquinamento. Solo Rospo comune, Rospo smeraldino (*B. viridis*), Lucertola degli arbusti (*Lacerta agilis*) sono da considerare, per quella regione, sinantropici stretti, in quanto in grado di trovare condizioni di riproduzione e mantenimento permanenti.

Le indagini svolte a Milano dal gruppo Emys (FERRI, 1990) hanno evidenziato la presenza di Rospo smeraldino, Rana verde (*Rana «esculenta»*), Raganella (*Hyla arborea*), Tritone crestato, Tritone punteggiato, Lucertola muraiola, Ramarro (*Lacerta viridis*), Biscia dal collare, Biacco (*Coluber viridiflavus*) e Colubro liscio (*Coronella austriaca*). Le relative popolazioni sono ridotte e parcellizzate, legate ai pochi «ambienti rifugio» periferici rimasti, quali parchi e aree abbandonate ove permangono le poche pozze o sono localizzate vasche e cisterne in disuso.

Anche a Bologna le osservazioni compiute rivelano molte, silenzio-



Fig. 2. Rospo smeraldino.

se, presenze, tra cui, naturalmente, la Lucertola muraiola, la Lucertola campestre, il Ramarro, il Geco, l'Orbettino e la Luscengola (*Chalcides chalcides*) nella zona pedecollinare, il Biacco, che si spinge anche in piena città, la Biscia dal Collare e il Colubro di Esculapio, tra i Rettili, ed il Rospo comune, il Rospo smeraldino, la Rana verde, il Tritone punteggiato ed il Tritone crestato tra gli Anfibi (STAGNI, 1987; SCARAVELLI, OSS. pers.).

In definitiva ben poco basterebbe per dare alle città una struttura che permetta la convivenza dell'uomo e delle sue molteplici problematiche con una moltitudine di altre specie.

I cambiamenti devono essere apportati con raziocinio e con le dovute conoscenze. Come vanno evitati gli errori di impianto dei vegetali non adatti durante la creazione di uno spazio verde, così è importante che le attività che influenzano il patrimonio faunistico, bene collettivo, siano soggette ad attenti controlli. Danni sono avvenuti proprio per mano di chi ha operato sulla scorta dei dettami di alcuni autori che, propugnando il «giardino naturale», consigliano con leggerezza di fare un piccolo stagno e poi di immettervi alcune specie di Anfibi. I risultati di un'inchiesta svizzera (TESTER, 1988) hanno mostrato come i soggetti provenienti dagli scarsi siti di riproduzione naturali non abbia-

no trovato habitat adatti nei giardini e siano morti o migrati, incorrendo nei pericoli già esposti. Senza parlare poi del rilascio in ambiente di specie provenienti da altri paesi, vendute tranquillamente nei negozi specializzati. L'inquinamento faunistico ed i potenziali pericoli sanitari che ne derivano risultano spesso assai gravi.

In alcuni casi c'è poi chi si aspetta di poter avere la botte piena e la moglie ubriaca, ponendo in anguste pozze pesci affamati e larve di anfibi...

Un giardino naturale ben organizzato può dare asilo a numerosissimi animali diversi e divenire un ambiente particolarmente utile in città non solo per la gioia di chi lo gestisce ma anche per i molteplici inquilini che lo possono popolare. Deve però essere concepito e realizzato con un aiuto qualificato, soprattutto se viene ideato per accogliere animali.

La sopravvivenza di Anfibi e Rettili nelle città non solo è possibile, ma basterebbero pochi «accorgimenti» affinché le presenze non siano sporadiche ma si possano consolidare popolazioni vitali. Bisogna attuare una apposita gestione del verde che veda la creazione di spazi ove possa avvenire una evoluzione spontanea della vegetazione, con suo conseguente arricchimento. L'impianto di zone boscate, con alberi e cespugli autoctoni, ove il sottobosco possa svilupparsi ed arricchirsi senza che periodiche «pulizie» facciano scempio, corredate da pozze d'acqua perenni costituisce di fatto l'ideale approccio al problema, tanto più che tutte le componenti della biocenosi ne trarrebbero un grandissimo beneficio. I vantaggi sarebbero notevoli anche per la comunità umana che potrebbe così ricucire lo strappo verificatosi tra la vita di tutti i giorni e la natura, sempre più relegata ad immagini esotiche e lontane e sempre meno alla quotidianità.

La scuola può assumere un ruolo fondamentale in questo processo, sia modificando opportunamente gli spazi verdi a propria disposizione sia attraverso l'opera di educazione all'ambiente. Nel parco della scuola si può creare, se la superficie è sufficiente, un vero e proprio laboratorio naturale dove i ragazzi possono esplorare ed interessarsi ai fatti ambientali. Con una programmazione di lezioni, esperienze e soprattutto visite sul campo, si può creare interesse e responsabilizzare i ragazzi.

I risultati concretizzati a livello europeo mostrano come, se opportunamente guidati ed educati, i ragazzi possono divenire i primi difensori e propugnatori delle realtà naturalistiche locali.

Bibliografia

- ALBERTINI G., *Insedimenti di Tarentula mauritanica nella città di Verona*, «Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona», 3, 1976, pp. 35-51.
- BEEBE T. J., *Habitats of the british amphibians. Suburban parks and gardens*, «Biol. Conserv.», 15, 1979, pp. 241-257.
- DICKMAN C. R., *Habitat fragmentation and vertebrate species richness in an urban environment*, «J. Appl. Ecol.», 24, 1987, pp. 337-351.
- FERRI V., *Rospì senza principessa*, in MANNUCCI A. (a cura), *La città degli anomali*, Guerini, Milano, 1990, pp.125-134
- KRAL B., PELLANTOVA J. e KOKES J., *Amphibians and reptiles of the Brno urban agglomeration*, «Folia Zool.», 32(1), 1983, pp. 51-66.
- STAGNI G., *Anfibi e Rettili*, in *Ecologia in città*, Un. Bol. Natural., Bologna, 1987, pp. 69-72.
- STAGNI G., *La fauna: Anfibi e Rettili*, in *La collina di Bologna*, Com. Bologna, 1982, pp. 142-144.
- TESTER U., *Aussetzen von Amphibien am Gartenweiher - of praktiziert selben erfolgreich*, «Wiltiere», (6)1, 1988, pp. 8-11.
- VANDONI C., *Anfibi e Rettili*, Hoepli, Milano 1914.

INSETTI E ALTRI ARTROPODI IN CITTÀ

Maria Luisa Dindo e Guido Campadelli**

La città costituisce un ambiente di vita altamente idoneo per molti artropodi, insetti in particolare. Essa, infatti, possiede caratteristiche in tal senso ideali, quali l'abbondanza e la varietà di substrati alimentari, la disponibilità d'acqua, la presenza di edifici al cui interno la temperatura è pressochè costante lungo tutto l'arco dell'anno, grazie al riscaldamento centralizzato. Tutto ciò favorisce lo sviluppo di numerosi artropodi, aventi esigenze, peraltro, anche molto dissimili tra loro: la città, infatti, è un ecosistema composito, in cui è possibile individuare biotopi con caratteristiche diverse (tab.1), i quali, comunque, essendo adiacenti l'uno all'altro, consentono un facile interscambio di specie.

Va puntualizzato che l'artropodofauna urbana, pur essendo abbastanza tipica e uniforme nei vari agglomerati urbani, è, almeno in parte, condizionata dalle caratteristiche del territorio: in una città costiera, ad esempio, saranno presenti alcune specie assenti in una città dell'entroterra.

In generale, comunque, il numero degli artropodi urbani è destinato, nel tempo, ad aumentare: continue sono, infatti, le possibilità di ingresso di nuove specie in città, per diffusione attiva, ma, soprattutto, passiva (tramite le merci, gli automezzi, le piante, gli animali domestici).

Essendo ridotta l'azione dei loro fattori di contenimento naturale (come, del resto, capita di regola negli ecosistemi artificiali, dovuti all'azione dell'uomo), le popolazioni di artropodi in ambiente urbano possono raggiungere livelli numerici tali da causare problemi piccoli o grandi, tanto più che alcuni di essi sono potenziali vettori di microrganismi patogeni.

Ciò premesso, viene qui di seguito presentata una panoramica degli

* Istituto di Entomologia «Guido Grandi» dell'Università di Bologna.

Tab. 1. Biotopi urbani (da PAIOTTA e OSELLA, 1985)

Biotopi urbani	<ol style="list-style-type: none"> 1) Aree edificate (abitazioni, magazzini, pastifici, industrie dolciarie, ecc.) 2) Aree verdi (parchi, giardini, viali, ecc.) 3) Aree di traffico (strade, piazze, ecc.) 4) Zone umide (fontane, vasche, raccolte d'acqua in alberi cariatati, raccolte d'acqua in contenitori abbandonati, canali ecc.) 5) Zone ruderali 6) Aree tecnogeniche (aree industriali, discariche, ecc.)
----------------	--

insetti e degli altri artropodi più comuni in città. La trattazione è peraltro limitata ai due biotopi principali, le aree edificate e le aree verdi. Tale suddivisione, comunque, non va interpretata in modo rigido, dal momento che alcune specie indicate come infeudate alle aree edificate possono essere reperite, comunemente o eccezionalmente, anche nelle aree verdi e viceversa.

Artropodi delle aree edificate

Mosche, mosconi, moscerini

La mosca domestica, *Musca domestica domestica* L. (Diptera Muscidae) è uno degli insetti più comuni nelle nostre case, nonchè uno dei più invisibili. Tale antipatia è, del resto, pienamente giustificata, dal momento che questo dittero, oltre ad essere noioso, rappresenta anche una potenziale minaccia per la salute dell'uomo. Esso, infatti, frequenta, da un lato, luoghi luridi, cumuli di rifiuti domestici, escrementi (tutti ottimi substrati per le larve) e, dall'altro, stoviglie, alimenti, superfici del corpo di adulti e bambini. La mosca può, inoltre, essere vettore di germi patogeni di malattie quali la febbre tifoidea, la congiuntivite, il colera, la dissenteria. La trasmissione avviene per mezzo dell'apparato boccale (di tipo succhiatore lambente), oppure tramite le deiezioni, o anche col solo contatto delle zampe.

Il ciclo di sviluppo della mosca è fortemente influenzato dalla

temperatura. Si passa infatti da una durata minima di 8-10 giorni a 35°C a una durata massima di 45-51 giorni a 16°C (Scirocchi, 1988). Elevatissimo è il potenziale riproduttivo di questo insetto, le cui femmine possono arrivare a deporre, in casi eccezionali, fino a 2000 uova. Le pullulazioni di mosche sono, comunque, in parte ostacolate da agenti di contenimento biotici e abiotici, quali il fungo *Entomophthora muscae* Cohn., che, in autunno, attacca e uccide gli adulti, di cui non è raro trovare i cadaveri, anche in numero cospicuo, sui davanzali delle finestre.

Nelle case, pure molto comuni sono i cosiddetti «mosconi della carne», *Calliphora erythrocephala* Meig., *Lucilia caesar* L. (Diptera Calliphoridae) e *Sarcophaga carnaria* L.

(Diptera Sarcophagidae) (fig. 1). I Calliforidi si distinguono per le loro livree dai riflessi metallici, di colore blu (nel genere *Calliphora*) e verde (nel genere *Lucilia*). I Sarcofagidi sono invece caratterizzati da corpo grigiastro con striature più scure sul protorace. Tutti questi mosconi, durante gli stadi larvali, si evolvono a spese di carni morte, mentre da adulti si nutrono di liquidi vari, che vanno a suggerire, oltre che dalle carni in decomposizione, anche da escrementi, fiori, frutti molto maturi. In rari casi, la deposizione delle uova (o delle larvette, per le specie vivipare come *Sarcophaga carnaria*) può avvenire anche in ferite purulente dell'uomo, in particolare se si tratta di persone sporche e maleodoranti.

Pressoché innocui, a parte il fastidio talora arrecato con la loro massiccia presenza, sono infine gli arcinoti «moscerini dell'aceto», *Drosophila fasciata* Meig., *D. fenestrarum* Fall. e *D. funebris* F. (Diptera Drosophilidae). Oltre che dall'aceto, questi insetti sono attirati da svariate sostanze vegetali fermentanti, come la frutta sovramatura. Eventuali attacchi alla frutta conservata nei magazzini si verificano solo se il prodotto è già avariato, o comunque in cattivo stato.



Fig. 1. *Sarcophaga carnaria* L.

Gli insetti «striscianti»

Col termine «striscianti» si possono globalmente definire gli insetti accomunati dall'abitudine di rifugiarsi in anfratti e interstizi di pavimenti e pareti, allontanandosene, per lo più di notte, per andarsi a procacciare il cibo (cfr. Süss, 1990). In ambiente urbano, i più comuni sono sicuramente le formiche e gli scarafaggi.

Le formiche, insetti sociali dalle abitudini di vita assai interessanti, sono attratte nelle abitazioni (nonchè nei supermercati, negli alberghi, nelle industrie alimentari) da detriti di prodotti alimentari e in special modo da sostanze zuccherine. Particolarmente adattata agli ambienti chiusi è *Monomorium pharaonis* L., piccola formica di colore giallo ocraceo, di origine tropicale e pertanto favorita da condizioni di elevata temperatura ed umidità. I nidi possono essere costruiti all'interno o all'esterno degli edifici, spesso in luoghi non facilmente accessibili, come le fessure dei pavimenti e le screpolature delle pareti. Le società, assai numerose, sono di tipo poliginico, caratterizzate cioè dalla presenza di più femmine feconde.

Società analoghe presenta la famigerata formica argentina, *Iridomyrmex humilis* Mayr, le cui operaie sono responsabili, specie nelle zone costiere dell'Italia centro-meridionale e della Liguria, di danni a scapito dei fiori, nonchè di invasioni di serre, allevamenti di polli, alveari, abitazioni ed industrie alimentari. Essendo questa specie assai adattabile, i suoi nidi possono trovarsi in ambienti disparati, all'esterno o all'interno degli edifici. Per il complesso dei danni che arreca, la lotta contro la formica argentina è stata resa obbligatoria con D.M. 24/VII/1922.

Altrettanto invadenti delle formiche sono gli scarafaggi o blatte, senz'altro tra gli ospiti più sgraditi delle nostre case e più dannosi per l'uomo. Essi, infatti, possono contaminare le derrate alimentari con sostanze ripugnanti, emesse da speciali ghiandole, e trasmettere gravi malattie (tifo, salmonella, epatite virale). Igrofile, termofile e lucifughe, di giorno le blatte se ne stanno riparate negli anfratti delle pareti e dietro i mobili. Fuoriescono invece durante la notte, salvo schizzare di nuovo nei loro rifugi se qualcuno, all'improvviso, accende la luce nella stanza. Le femmine depongono le uova non singolarmente, ma racchiuse all'interno di «ooteche», sorte di valigette di forma grossolanamente cilindrica.

Della trentina di specie di blatte presenti in Italia, solo alcune si sono adattate ad essere sinantropiche e a un regime dietetico praticamente onnivoro. Fra queste, le più comuni sono *Blatta orientalis* L. (Blattoidea Blattidae) (lo scarafaggio nero), *Blattella germanica* L. (Blattoidea Blattellidae) (fig. 2) (la più diffusa nelle industrie alimentari, nelle panetterie, nelle cucine dei ristoranti)

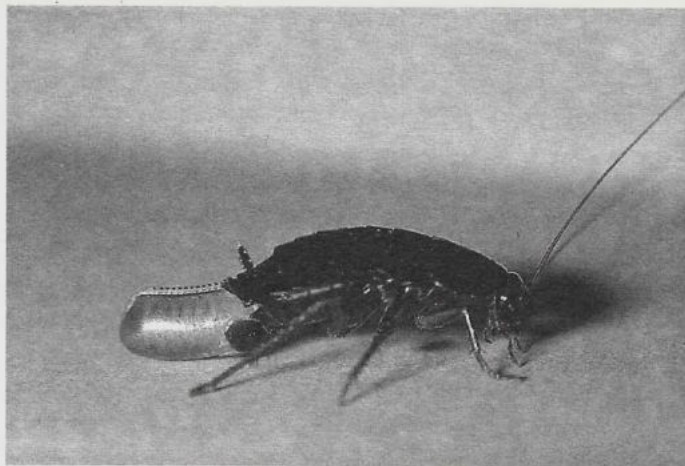


Fig. 2. *Blatta orientalis* L. (Foto Mazzotti).

e *Supella longipalpa* (F.) (Blattoidea Blattellidae), segnalata per la prima volta in Italia una decina di anni fa e ormai ambientata in diverse città. Date le loro abitudini e la loro notevole prolificità, gli scarafaggi sono spesso difficili da combattere. Una scrupolosa igiene, l'eliminazione di fessure e interstizi, nonché la conservazione degli alimenti in contenitori ben chiusi rappresentano comunque ottime norme di prevenzione.

Infestanti delle derrate

Le derrate alimentari possono essere danneggiate da numerosi insetti, molti dei quali appartenenti all'ordine dei Lepidotteri e a quello dei Coleotteri. Tra i primi, vanno annoverate in particolare *Plodia interpunctella* Hb. ed *Ephestia kuehniella* Zell. (fig. 3) (Lep. Phycitidae). Le due specie presentano diverse caratteristiche comuni riguardo alle abitudini e al ciclo di sviluppo, il quale può avere in entrambe una durata variabile in funzione di diversi fattori, come la temperatura ambientale e la qualità dell'alimento disponibile. Sia *P. interpunctella* che *E. kuehniella* possono trovarsi in svariati ambienti ed evolversi a spese di derrate di diverso genere (grano, riso e altri cereali, farine, crusche, biscotti, pasta, cioccolato, frutta secca), tuttavia la prima è più comune nelle abitazioni, nelle pasticcerie, nelle industrie dolciarie, mentre la seconda è più tipica dei mulini, nutrendosi soprattutto (ma non solo) di farina o di semola. Le larve di *P. interpunctella* producono grandi quantitativi di seta, con cui imbrigliano e avvolgono ciò che attaccano. Nei magazzini può

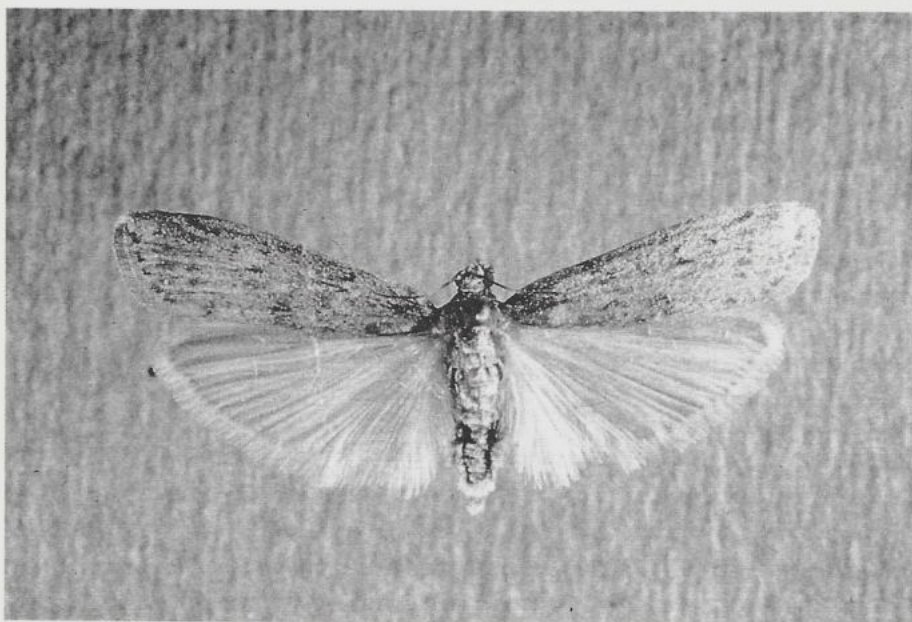


Fig. 3. *Ephestia kuehniella* Zell.

addirittura capitare che accumuli di derrate vengano ricoperti, a lungo andare, da tele sericee a più strati, talora di notevole estensione (vari metri quadrati). Le larve di *E. kuehniella* hanno anche la possibilità di insinuarsi nella massa degli alimenti, pur tendendo a rimanere in superficie nel caso delle farine.

Per quanto riguarda i Coleotteri, si possono ricordare i «punteruoli» *Sitophilus granarius* (L.) e *S. oryzae* (L.) (Coleoptera Curculionidae), responsabili di danni ai semi di vari cereali, alle paste alimentari e (solo gli adulti) alle farine. I due Curculionidi hanno costumi abbastanza simili, anche se il primo è in grado di sopportare temperature più basse del secondo, che già a 0°C non può sopravvivere a lungo.

Attacchi a svariate sostanze conservate (frutta secca, farine, spezie, tessuti, crine vegetale e animale) possono essere compiuti da *Lasioderma serricornis* F. (Coleoptera Anobiidae), minuscolo insetto noto soprattutto per i danni arrecati al tabacco, lavorato o grezzo e alle imbottiture dei mobili. La specie affine, *Stegobium paniceum* L. (Coleoptera Anobiidae), può pure evolversi su svariate sostanze, prediligendo i substrati amilacei.

I coleotteri tenebrionidi *Tribolium confusum* Duv., *Tribolium castaneum* Herbst e *Tenebrio molitor* L. si nutrono principalmente di farina e sono molto frequenti nei mulini. *T. molitor* si distingue per le sue dimensioni

abbastanza cospicue, trattandosi di un insetto delle derrate: può infatti raggiungere i 15 mm e per questo, ma soprattutto per il suo colore nero lucente, può essere confuso, ad un'osservazione superficiale, con lo scarafaggio nero.

Ancora, sono da ricordare i Coleotteri Dermestidi, in particolare *Dermestes lardarius* L., il quale attacca voracemente carni insaccate, lardo, carni essiccate, ma anche il pellame non conciato, le pellicce, i bozzoli dei bachi da seta.

Infine, meritano un accenno gli acari delle derrate, minuscoli artropodi appartenenti alla classe degli Aracnidi (i quali sono distinguibili dagli Insetti tra l'altro per avere, allo stadio adulto, tipicamente 4 paia di zampe anzichè 3). Gli acari delle derrate possono attaccare, a seconda della specie, vari tipi di sostanze conservate, semi di frumento, farina, formaggi, insaccati, arachidi, zucchero, succhi di frutta, tabacco. Le loro pullulazioni sono favorite da condizioni di elevata umidità relativa (almeno del 60%) e di scarsa ventilazione. Le derrate colpite possono subire gravi danni, più che per le perdite dirette in quantità, per le modificazioni fisico-chimiche e biologiche ad esse arretrate.

Questi acari, inoltre - così come quelli detti «della polvere», che vivono nel pulviscolo, nutrendosi di minutissimi detriti di origine organica - sono frequentemente responsabili di forme asmatiche e altre fastidiose allergie.

Infestanti di lana, pelli, pellicce e carta

Stoffe e feltri di lana, tappeti, cuscini e materassi, pelli e pellicce possono essere gravemente danneggiati dalle larve («tarme») di tre specie di Lepidotteri Tineidi con abitudini di vita assai simili: *Tineola bisselliella* Hum. (la più diffusa) *Tinea pellionella* L. e *Tricophaga tapetzella* L. (più comune in magazzini e depositi che nelle abitazioni). L'alimentazione di queste tarme è basata sulla cheratina, una proteina di cui sono costituiti la lana e il pelo in genere dei mammiferi, le penne e le piume degli uccelli. La digestione di tale sostanza, di per sè praticamente indigeribile, da parte delle tarme è resa possibile da particolari microrganismi presenti nel canale alimentare. Peraltro, la cheratina da sola non sarebbe sufficiente a garantire alle larve una alimentazione completa. Tale è il motivo per cui queste prediligono stoffe e indumenti che conservano, anche in minima traccia, residui di altre sostanze organiche, come grasso e sudore. Va segnalato che le femmine adulte, prima di deporre le uova, non hanno l'abitudine di svolazzare a lungo per la casa: pertanto, dare

disperatamente la caccia alle farfalline che si vedono volare in prossimità degli armadi è una fatica pressochè inutile, trattandosi quasi sempre di maschi o di vecchie femmine, non più in grado di ovideporre.

Pelli e pellicce possono essere attaccate anche da Coleotteri Dermestidi, come *Dermestes lardarius*, già citato tra gli insetti dannosi alle carni conservate, e *D. vulpinus* F., particolarmente ghiotto di pelli e cuoiami. Il regime dietetico di questi insetti è sostanzialmente lo stesso negli stadi giovanili e in quello adulto. Al contrario, altri piccoli Dermestidi, quelli appartenenti al genere *Anthrenus*, hanno alimentazione differenziata a seconda dello stadio di sviluppo. Gli adulti (dalle livree variegata) si nutrono infatti di nettare e polline e vivono sui fiori di campo, dove si accoppiano. Le femmine depongono però le uova in prossimità di sostanze animali secche, di cui si nutrono le larve: pelli, pellicce, oggetti in cuoio, lana, piume, collezioni di insetti e uccelli. Costumi simili agli *Anthrenus* presentano i Dermestidi appartenenti al genere *Attagenus*, tra i quali il più noto è *A. pellio* L.

Alcuni insetti risultano dannosi per la carta, i libri, le stampe. Uno dei più comuni è *Lepisma saccharina* L. (Thysanura Lepismatidae), nota come «pesciolino d'argento» per il suo corpo slanciato, ricoperto di squame dai riflessi metallici. Le lepisme possono nutrirsi a spese di svariate sostanze (stoffe, zucchero, tappeti), ma prediligono la colla di rilegatura dei libri, di cui spesso attaccano anche la carta. A volte, inoltre, danneggiano quadri e stampe, potendosi insinuare sotto le cornici. Ghiotti di colla di rilegatura dei libri sono anche i minuscoli Psocotteri, noti appunto come «pidocchi dei libri». Benchè la maggior parte di essi viva all'aperto (su corteccie, foglie, nidi di animali), alcuni si sono facilmente adattati agli edifici chiusi, trovando soprattutto negli ambienti umidi e polverosi le condizioni di vita ottimali. I danni arrecati sono per lo più legati alla capacità di questi insettini di moltiplicarsi in modo spesso prodigioso.

Gli insetti xilofagi

Gli insetti dannosi per il legno in opera, genericamente noti con il nome di «tarli,» appartengono all'ordine dei Coleotteri. Essi presentano caratteristiche diverse, a seconda della specie, in riguardo all'andamento delle gallerie scavate dalle larve, al tipo di rosime e di escrementi prodotti, alla forma e alle dimensioni dei fori di sfarfallamento degli adulti.

Nella famiglia degli Anobiidi sono compresi due dei tarli più co-



Fig. 4. *Reticulitermes lucifugus* Rossi

muni nel nostro territorio, *Anobium punctatum* Deg. e *Xestobium rufovillosum* Deg., il primo dei quali può evolversi a spese di legno sia di latifoglie che di conifere, mentre il secondo è nocivo soprattutto al legno di latifoglie, come la quercia. *X. rufovillosum* infesta legname non particolarmente asciutto, degradato da muffe. Le larve di ambedue le specie emettono scarsi quantitativi di rosime. Al contrario, le larve di *Lyctus brunneus* Steph. (Coleoptera Lyctidae), tipico infestante di legnami esotici, lasciano dietro di sé abbondante rosime, minutissimo, simile a farina, che ne rende riconoscibili gli attacchi.

Molto nocivo alle travi, specialmente a quelle in legno di conifere, è *Hylotrupes bajulus* L. (Coleoptera Cerambycidae). Le larve di questo insetto, la cui attività si prolunga per alcuni anni (in casi eccezionali fino a 15), possono progressivamente distruggere l'interno delle travi, senza che, all'esterno, compaiano, fino all'ultimo, segni evidenti.

Danni simili a quelli provocati da *H. bajulus*, ma ben più gravi, possono essere prodotti, sia pure occasionalmente, dalle termiti, note anche col nome improprio di «formiche bianche». Si tratta di insetti sociali, che vivono, per lo più, nei paesi tropicali. In Italia, la specie più importante, per i danni che può arrecare a strutture lignee, nonché, nelle biblioteche, agli antichi volumi è *Reticulitermes lucifugus* Rossi (Isoptera

Rhinotermitidae) (fig. 4). Gli operai, completamente ciechi, scavano gallerie all'interno del legno in opera (o dei libri). Anche in questo caso, il materiale danneggiato appare esternamente pressochè intatto, tanto che, di solito, l'infestazione, fino all'ultimo, passa inosservata. L'areale di diffusione di *R. lucifugus* in Italia è piuttosto vasto, estendendosi dalle regioni centro-meridionali fino alle fasce costiere dell'Italia settentrionale e a qualche località della pianura padana. Un esteso focolaio di *R. lucifugus* è stato segnalato nel centro storico di Bagnacavallo (Ravenna) da CAMPADELLI (1987).

Ditteri ematofagi

Zanzare e pappataci sono i Ditteri ematofagi più comuni nelle città. Le loro femmine, dotate di apparato boccale succhiatore perforante, necessitano di sangue di Vertebrati per la maturazione delle uova. Esse sono, dunque, le responsabili delle ben note e fastidiose punture, la cui conseguenza, di solito limitata a una irritazione locale più o meno intensa, può essere talora l'insorgenza di gravi malattie, essendo questi insetti potenziali vettori di germi patogeni. I maschi sono invece innocui, in quanto si nutrono esclusivamente di liquidi zuccherini.

Le zanzare appartengono alla famiglia dei Culicidi. Le loro larve sono acquaiole e vivono a spese di microrganismi vegetali e animali in sospensione. Secondo la specie di appartenenza, le uova possono essere deposte sulle acque dalle più diverse caratteristiche fisiche, chimiche, batteriologiche. In città, potenziali focolai larvali sono rappresentati da fontane e vasche, da alberi cariati, da contenitori abbandonati, da canali a cielo aperto dove non è effettuato un regolare smaltimento delle acque. Le specie più diffuse nelle aree urbane appartengono ai generi *Culex* e *Aedes*. In particolare, la zanzara più adattata alla città è *Culex pipiens* L., di cui esistono una forma ornitofila (predominante nelle zone in cui le acque hanno temperatura inferiore ai 18°C) e una forma antropofila (predominante laddove le acque hanno una temperatura superiore ai 18°C e sono ricche di sostanza organica). Inoltre, a seconda delle caratteristiche del territorio, possono essere presenti nelle città specie di zanzare legate a determinati habitat: ad esempio, nelle città costiere è diffusa *Aedes caspius* Pall., le cui larve si sviluppano bene solo in acque salmastre o salse, pur non disdegnando, occasionalmente, quelle dolci.

Da non confondersi con le zanzare sono i Ditteri Tipulidi, comunemente noti come «zanzaroni». Nonostante il loro aspetto, simile a quello di grosse zanzare, questi insetti, al di là della repulsione che possono

suscitare, sono del tutto innocui: sprovvisti di apparato boccale succhiatore perforante, sono infatti incapaci di pungere.

I pappataci (Diptera Psychodidae) sono piccoli Ditteri dalle ali subrotondeggianti, rappresentati in Italia da 8 specie, delle quali le più comuni sono *Phlebotomus papatasi* Scop. e *P. perfiliewi* Parr. Contrariamente alle zanzare, hanno un volo silenzioso. Le femmine, con le loro fastidiose punture, possono trasmettere gravi malattie, quali la leishmaniosi viscerale e cutanea e la febbre detta «dei tre giorni», nota anche come «febbre da pappataci». In generale, la presenza di pappataci in città è indice di cattive condizioni igieniche generali. Le larve, infatti, si nutrono di detriti organici e risultano particolarmente abbondanti nelle foglie marcescenti cadute al suolo, negli scantinati umidi, nei cumuli di rifiuti abbandonati al di fuori delle normali discariche.

Ectoparassiti di persone e animali

In questa categoria sono compresi insetti e acari che vivono, in via temporanea o permanente, sul corpo delle persone o degli animali.

Tra gli insetti ectoparassiti permanenti dell'uomo, i più diffusi sono, attualmente, i pidocchi, in particolare *Pediculus humanus capitis* Deg. (Anoplura Pediculidae). Infestazioni da parte di questa specie vengono di frequente lamentate in città, nelle aree ad alta densità di popolazione, soprattutto nelle scuole. *P. humanus capitis* vive sul capo e le femmine depongono circa un centinaio di uova («lendini»), fissandole ai capelli. Con le sue punture, questo insetto provoca irritazioni cutanee con forte prurito e, nei casi peggiori, può trasmettere gravi malattie, come la febbre ricorrente e il tifo esantematico. La diffusione dei pidocchi da una persona all'altra può avvenire per contatto diretto, ovvero tramite capelli caduti, su cui sono incollate le lendini. Altri pidocchi, meno comuni di *P. humanus capitis*, sono *P. humanus corporis* Deg., che staziona, di norma, tra le pieghe dei vestiti e si porta sulla pelle solo per pungere e succhiare sangue e *Phthirus pubis* L. (Anoplura Pediculidae) (la «piattola») che vive sulle zone del corpo ricoperte da peli radi (pube, ascelle, sopracciglia, petto).

Un ectoparassita temporaneo ematofago dell'uomo, ma anche di altri mammiferi, nonché di uccelli è la «cimice dei letti», *Cimex lectularius* L. (Rhynchota Cimicidae). Questo insetto possiede la caratteristica di emettere un odore sgradevolissimo (è infatti dotato di ghiandole repugnatorie). Nelle abitazioni, vive tipicamente nelle fessure dei muri e dei mobili ovvero dietro le carte da parati. Attivi esclusivamente di

notte, gli adulti sono in grado di ingerire quantitativi di sangue pari a quattro-cinque volte il loro peso corporeo. Grazie al miglioramento generale delle condizioni igieniche, la cimice dei letti è oggi presente in maniera piuttosto sporadica.

All'ordine degli Afanitteri e alla famiglia dei Pulicidi appartiene *Pulex irritans* L., ectoparassita specifico dell'uomo, ma che può accidentalmente attaccare anche altri Vertebrati, quali il cane, il gatto, il cavallo, il maiale, il ratto. Più comuni nelle città sono però le pulci del cane, *Ctenocephalides canis* Curtis, del gatto, *C. felis* Bouché, del ratto, *Nosopsyllus fasciatus* Bosc. (Aphaniptera Ceratophyllidae). Le pulci possono essere pericolose in quanto potenziali vettrici di numerose malattie.

Un cenno meritano infine gli acari ectoparassiti. Tra quelli che attaccano l'uomo, sono da ricordare l'«acaro della scabbia», *Sarcoptes scabiei* (L.) (Acari Sarcoptidae) e il «demodex dei follicoli», *Demodex folliculorum* (Simon) (Acari Demodicidae). Tra quelli che colpiscono gli animali, nelle città particolare diffusione ha avuto, in questi ultimi anni, la zecca del piccione, *Argas reflexus* F. (Acari Argasidae), che può pungero anche l'uomo, a volte con fastidiose conseguenze (intenso prurito, reazioni eritematose, edemi localizzati).

Artropodi predatori degli insetti e degli acari delle case

All'interno degli edifici, le pullulazioni di insetti e acari sono in parte ostacolate dall'azione di artropodi predatori appartenenti alle classi degli Aracnidi, dei Chilopodi e degli Insetti. In quanto agenti di contenimento di organismi potenzialmente nocivi, tali artropodi sono da considerarsi animali utili; tuttavia la loro presenza (oltre ad essere, talora, essa stessa fonte di problemi) è un indice di condizioni ambientali non ideali (trascuratezza, scarsa pulizia, eccessiva umidità), tali da consentire l'insediamento degli artropodi loro prede.

Tra gli Aracnidi, i più diffusi sono i Ragni, molti dei quali, come è noto, catturano le vittime, rappresentate da insetti, per mezzo di ragnatele di forma diversa a seconda della specie. Nelle case, sono comuni soprattutto il «ragno delle cantine», *Tegenaria domestica* Clerck. (Araneae Agelenidae) e il «ragno ballerino», *Pholcus phalangioides* Füssli (Araneae Pholcidae). Nonostante il loro aspetto poco rassicurante, questi ragni possono considerarsi non pericolosi. Eventuali (e poco probabili) morsicature da parte di *T. domestica* hanno, in genere, scarse conseguenze.

Molto temuti, ma in realtà assai meno pericolosi di quanto comunemente si pensi, sono gli Scorpioni, aracnidi predatori dall'addome

allungato, la cui porzione terminale (metasoma) è rivolta verso l'alto e provvista di ghiandola velenifera e di pungiglione. Hanno robuste chele, che utilizzano per catturare e immobilizzare le prede (insetti e ragni), che vengono poi uccise col veleno. In Italia, la specie più diffusa è *Euscorpheus italicus* Hbst. (Scorpiones Chactidae). Presenti sono pure *E. carpathicus* L. e *E. flavicaudis* Deg., di taglia più piccola. Il loro habitat è rappresentato da luoghi umidi e oscuri. Nelle abitazioni, possono rifugiarsi negli anfratti dei muri, da cui escono nelle ore notturne. Gli scorpioni sono animali schivi, che sfuggono l'uomo e lo pungono solo se vengono stuzzicati, pestati coi piedi nudi o presi in mano. Le loro temute punture sono dolorose, ma di solito non pericolose, salvo che per i bambini.

Più comuni nelle case, specie in ambienti umidi e poco ventilati, in vecchi libri o in scatole da collezione, sono gli Pseudoscorpioni, piccoli aracnidi simili agli Scorpioni, ma da essi ben distinguibili per l'assenza di metasoma. Predatori di acari e di minuscoli insetti (psocotteri in particolare), gli Pseudoscorpioni sono, per l'uomo, pressochè innocui. Anche se sono provvisti di chele dotate di ghiandole velenifere (con cui afferrano e immobilizzano le vittime), la loro puntura (poco probabile) non ha sulle persone effetti apprezzabili.

Del tutto inoffensivo, malgrado l'aspetto indubbiamente sgradevole, è un chilopode, *Scutigera coleoptrata* F. (Scutigermorpha Scutigeridae), detto «centopiedi delle case». Attivo predatore di mosche (e, secondariamente, di altri insetti), questo animale, dotato di 14 paia di lunghissime zampe, si muove molto rapidamente, specie quando viene spaventato.

Infine sono da annoverare due insetti, entrambi Rincoti Eterotteri appartenenti alla famiglia dei Reduviidi: *Reduvius personatus* L., detto anche «cimice crudele», e *Ploiaria domestica* Scop., detta anche «cimice armata». *R. personatus* deve il suo nome specifico all'abitudine, propria degli stadi giovanili, di mascherarsi ricoprendosi di polvere. *P. domestica*, attera, dotata di zampe medie e posteriori lunghissime, può essere, ad una osservazione molto superficiale, confusa con un ragno. Dotati di apparato boccale succhiatore perforante, questi insetti possono pungere l'uomo. In particolare, la puntura di *R. personatus* è dolorosissima, seguita da gonfiore e, talvolta, da rialzo della temperatura corporea.

Artropodi delle aree verdi

Le alberature cittadine sono soggette ad attacchi più o meno massicci da parte di insetti e acari. Ad esempio, i platani sono frequentemente colpiti da *Corythucha ciliata* Say (Rhyncota Tingidae) (fig. 5), la quale, importata dall'America circa una trentina di anni fa, si è rapidamente diffusa in tutta Italia. Durante la bella stagione, questo insetto vive sulla pagina inferiore delle foglie, che imbratta con i propri escrementi e che punge allo scopo di nutrirsi, provocando la comparsa, sulla pagina superiore, di ingiallimenti che tendono ad estendersi gradualmente. In settembre-ottobre, gli adulti si portano sotto la corteccia del tronco per svernare. Anche se non risulta che gli alberi colpiti risentano degli attacchi della tingide fino a morire, i danni sono piuttosto gravi, tanto più che, debilitati, i platani diventano più facilmente soggetti ad essere colpiti da serie malattie fungine, come il cancro colorato. Inoltre, occorre tener conto del danno estetico (un viale di platani, ingialliti già ad agosto, si presenta piuttosto male) e del fastidio provocato ai passanti dalla caduta degli insetti, tanto più che, sia pure occasionalmente, le punture della tingide possono colpire anche l'uomo, causando, a volte, fastidiose irritazioni.

Il tiglio, altra pianta molto comune nei nostri viali, può essere colpito da un afide, *Eucallipterus tiliae* L. (Rhynchota Aphididae), le cui pullulazioni sono favorite da un clima umido, meglio se contraddistinto da intense precipitazioni piovose. Il danno alla pianta, di solito non grave, è rappresentato dalle punture di nutrizione sulle foglie. Inoltre, quest'afide emette abbondantissime quantità di liquido zuccherino (la cosiddetta melata), che imbratta le foglie a volte in modo da costituire una vera e propria pioggia, a scapito, ad esempio, delle auto lasciate in sosta sotto le fronde dei tigli. La melata favorisce la nascita di funghi («fumaggini») sulle foglie, che appaiono allora ricoperte da una sorta di patina nerastra. Questo soprattutto se la stagione decorre particolarmente umida. Opposta è la situazione climatica propizia ad un altro fitofago dei tigli, *Eotetranychus tiliarius* Henn. (Acari Tetranychidae), la cui presenza può essere massiccia specie in condizioni di aria secca, alte temperature e scarsità d'acqua. Le foglie colpite presentano delle decolorazioni diffuse, fino a diventare bronzee, ad arricciarsi e, nei casi più gravi, a cadere. Lo svernamento è compiuto dalle femmine fecondate, che se ne stanno nelle screpolature della corteccia, protette da tele sericee molto evidenti, specie all'inizio dell'inverno.

Un insetto che, negli ultimi anni, si è diffuso in modo preoccupante,

rappresentando una minaccia anche per le latifoglie di viali, parchi e giardini delle nostre città, è *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera Arctiidae). Si tratta di una farfalla di colore bianco, con forme che presentano punti neri sulle ali anteriori. Le larve giovani conducono vita gregaria e vivono in un nido sericeo molto lasso che ingloba le foglie di cui tali larve si nutrono. Successivamente, esse si disperdono e, cibandosene, scheletrizzano il lembo fogliare.

Nei giardini, si possono reperire diversi altri insetti, alcuni dei quali dannosi alle piante ornamentali. Le rose, per esempio, possono essere attaccate da *Cetonia aurata* L. (Coleoptera Scarabaeidae), dalla bella livrea di colore verde metal-



Fig. 5. *Corythuca ciliata* Say

lico. Le larve di questa specie si evolvono in detriti vegetali (spesso in legno marcescente), mentre gli adulti si nutrono di nettare e di varie parti del fiore. Tra i nemici delle rose sono inoltre da ricordare l'afide *Macrosiphum rosae* L. e i cicadellidi *Cicadella viridis* (L.) e *Typhlocyba rosae* L. Le femmine di *C. viridis* provocano nei rametti, con l'ovipositore, delle incisioni in cui depongono le uova; tali incisioni causano l'irregolare circolazione della linfa e aprono il via ad infezioni di varia natura. *T. rosae*, invece, danneggia la pianta soprattutto a livello delle foglie, le quali presentano, in seguito alle punture della cicalina, piccole zone decolorizzate che, se numerose, ne causano la precoce caduta.

Piuttosto comuni nei giardini sono i Ditteri Sirfidi, come quelli appartenenti al genere *Eristalis*, le cui larve, dette, per la loro curiosa forma, «a coda di topo» vivono nella melma, in acque putride, nei pozzi neri. Gli adulti si nutrono di nettare e polline e svolgono un ruolo di grande importanza nella fecondazione incrociata delle piante.

Nei parchi e nei giardini delle nostre città sono inoltre presenti le vespe (*Polistes gallicus* L., *Vespula germanica* F., *Vespa crabro* L.), le quali, giustamente, sono temute per le loro dolorose punture, più o meno

pericolose a seconda della sensibilità di chi è punto. Gli adulti sono glicifagi, per cui, attirati da sostanze zuccherine, possono pure entrare nei reparti di industrie alimentari, nei laboratori dolciari, nei mercati ortofrutticoli, nelle abitazioni. Le larve vengono invece nutrite, oltre che con liquidi zuccherini, con tessuti animali trituriati dagli adulti, che, pertanto, frequentano anche le pescherie, le macellerie, talora i cumuli di immondizie. Occasionalmente, le vespe possono risultare vettrici di microrganismi patogeni.

Bibliografia citata

- CAMPADELLI G., *Prima segnalazione di Reticulitermes lucifugus Rossi per la Romagna*, «Boll. Ist. Ent. «G. Grandi» Univ. Bologna», 42, 1987, pp. 175-178.
- PAIOTTA G. e OSELLA G., *Quaderni naturalistici: I) La fauna della città di Verona*, 1985, pp. 1-94.
- SCIROCCHI A., *Guida alla disinfestazione*, Ed. Sc. Intern., Roma, 1988.
- SÜSS L., *Gli intrusi, Guida di Entomologia urbana*, Edagricole, Bologna, 1990.

Altre letture consigliate

- AA. VV., *Atti Convegno di Entomologia urbana per la qualità della vita*, Coppini, Firenze, 1985.
- BIGAZZI M. e GARDENGGI G., *Animali pericolosi al mare, ai monti, in casa*, Edagricole, Bologna, 1983.
- DOMENICHINI G. e CROVETTI A., *Entomologia urbana*, Utet, Torino, 1989.
- EBELING W., *Urban Entomology*, Univ. Calif., Div. Agric. Sci., 1975.
- GELOSI A., SÜSS L., *Insetti e acari dei cereali e in magazzino*, Edagricole, Bologna, 1992.
- GRANDI G., *Introduzione allo studio dell'Entomologia*, Edagricole, Bologna, 2 voll., 1951.
- SÜSS L., *Gli infestanti delle derrate conservate e delle industrie alimentari*, Mo.Ed.Co., Milano, 1988.

ECOLOGIA E ... API METROPOLITANE

*Claudio Porrini**

La caotica crescita delle nostre città, incentivata da una politica non più contingente alla nostra realtà, come la concentrazione nei centri cittadini di tutte le attività di interesse comune, le ha rese per lo più invivibili. Il problema del trasporto urbano, pubblico e privato, gli angusti spazi a disposizione e l'atmosfera avvelenata sono alcuni dei motivi che stanno portando sempre più gli agglomerati urbani ad essere considerati delle *necropoli* e non più delle *ecopoli*, dove l'uomo doveva vivere in armonia con la natura, che era la filosofia che aveva ispirato i progetti di diverse città.

Già nel secolo scorso le metropoli come Londra e Parigi, in piena rivoluzione industriale, erano considerate inospitali per lo smog e la puzza che i camini delle fabbriche emettevano nell'atmosfera.

Oggi questi insediamenti, nella maggior parte dei casi, sono stati allontanati dalle città; si calcola però che in queste aree, a livello mondiale, circolino circa 500 milioni di automobili che rendono la situazione ormai esplosiva.

Per queste problematiche è difficile trovare delle ricette generali che possano essere applicate in qualsiasi città. In ogni caso la valutazione della qualità della vita nei nostri agglomerati urbani, rimane una condizione indispensabile per operare delle scelte. Alcuni strumenti possono essere molto utili come vari indicatori sociali, economici e ambientali. Ed è su questi ultimi che verterà il mio contributo.

Il controllo dell'atmosfera cittadina è affidato, nella maggior parte dei casi, alle centraline automatiche che dislocate in punti nevralgici ci informano in tempo reale sull'andamento dei vari inquinanti nell'aria.

* Istituto di Entomologia «Guido Grandi», Università di Bologna

Ma la problematica della diffusione nell'ambiente dei diversi contaminanti e delle vie di immissione nel nostro organismo rimane comunque molto complessa.

Il piombo, ad esempio, un elemento che ha avuto un grande rilievo nella storia dell'uomo, è stato trasformato, nel corso dei secoli, da metallo fondamentale ad elemento inquinante da cui proteggersi. Anche ultimamente, infatti, il piombo è stato oggetto di ulteriori e approfondite valutazioni riguardanti la sua pericolosità nei confronti di vari organismi.

Come abbiamo accennato questo metallo ha avuto un ruolo estremamente importante presso le antiche civiltà. Gli Egiziani lo impiegavano per la preparazioni di cosmetici e per la fabbricazione di amuleti, piatti, anelli e numerosi altri manufatti. Ma sono stati i Romani ad assegnargli un'importanza primaria per le loro tecnologie. Il piombo veniva utilizzato sia per la costruzione delle infrastrutture urbane (condutture idriche, cisterne per la raccolta dell'acqua, ecc.) sia in cucina: le pentole e i tegami infatti erano rivestiti di questo metallo che non conferiva, al contrario del bronzo, un sapore amaro ai cibi.

L'uso del piombo nei primi due secoli d.c. fu veramente imponente (il consumo pro-capite raggiunse i 4 Kg/anno, molto vicino a quello odierno negli Stati Uniti) tanto che all'inizio del '900 A. Kobart ipotizzò che la contaminazione diffusa, dovuta al forte impiego di questo metallo, fosse una delle cause della caduta dell'Impero Romano.

Ma se a quel tempo la contaminazione da piombo riguardava solo una parte della popolazione mondiale, oggi, per la sua diffusione ormai planetaria, la maggior parte degli abitanti della terra è in contatto con questo elemento per. Una ricerca condotta alla fine degli anni '60 da Murozumi e collaboratori, tendente a valutare il tasso di piombo presente negli strati di neve e di ghiaccio, di età geologica diversa, nella Groenlandia e nell'Antartico, ha dimostrato come il metallo sia aumentato notevolmente intorno al 1750, all'inizio della rivoluzione industriale, e imponentemente dal 1940 in corrispondenza dell'espansione della circolazione automobilistica.

Il traffico veicolare contribuisce mediamente per il 90% alla presenza di piombo nell'ambiente, in particolar modo nei centri urbani. Da una ricerca svolta qualche tempo fa, è scaturito che la polvere raccolta nelle strade del centro di Milano conteneva fino a 2360 ppm (parti per milione) di piombo, contro un contenuto naturale medio di 16 ppm nella crosta terrestre. È intuibile come ambienti così potentemente contaminati comportino anche un aumento della quantità di piombo ingerito

Bologna Luglio '91



Piombo



- bassa presenza
- media presenza
- ▲ alta presenza

Fig. 1. Le api possono essere impiegate con successo per controllare la presenza di vari contaminanti negli ambienti urbani.

dall'uomo attraverso la respirazione, il cibo e le bevande. Però, a quanto risulta da un'altra ricerca condotta nel 1982 da Facchetti e Geiss, del Centro di ricerca della Comunità Europea di Ispra, sembra che solo una parte del piombo (circa il 27%) che si riscontra nel sangue dei cittadini di Torino derivi da quello presente nelle benzine. Gli autori rilevano però l'incertezza dei dati dovuta anche alla mancata considerazione di alcune variabili come l'introduzione del piombo attraverso la dieta. Questa notizia, come altre reperibili in letteratura, ci conferma che le vie di immissione nel nostro organismo di certi contaminanti sono diverse, e che quindi le centraline automatiche, presenti ormai in molte città italiane, non sono sufficienti a fornirci un'informazione completa.

Un valido contributo a questo proposito ce lo possono dare gli indicatori biologici.

Molti autori si sono cimentati nel fornire una definizione appropriata per questi organismi. Celli, ad esempio, afferma che «un buon indicatore biologico è un organismo di facile reperimento e gestione, che reagisce in maniera osservabile, macro o microscopica, visuale o strumentale, ma sempre con accertamento di notevole accessibilità alle modificazioni del suo ambiente; la sua risposta deve inoltre porsi a una soglia di sensibilità piuttosto bassa, e in qualche modo proporzionale, più o meno grossolanamente, alla intensità della modificazione». Infatti, come ha scritto invece Ghetti, «il più piccolo degli organismi è più complesso di qualsiasi calcolatore elettronico, ed è predisposto per ricevere informazioni, elaborarle e rispondere non solo per il presente ma anche per il recente passato».

Anche in città da qualche tempo, per conoscere il grado di inquinamento, vengono impiegati dei bio-indicatori sia vegetali che animali. Le performances dei licheni, ad esempio, sono sfruttate in questo senso, da più di un secolo e ormai in molte città, in particolare nel nord Europa, esistono reti fisse di monitoraggio della qualità dell'aria. Nel regno animale, invece, più di recente stanno suscitando un forte interesse degli straordinari insetti da sempre utili all'uomo: le api. Questi Imenotteri sociali, grazie ad alcune loro prerogative di ordine etologico, fisiologico e anatomico (quali l'elevato numero di individui per ogni colonia, i numerosi viaggi di andata e ritorno dall'alveare, l'ampio territorio perlustrato, la raccolta massiccia di nettare, polline, melata, acqua e propoli, il corpo peloso, ecc.), si sono dimostrati in grado di fornire puntuali indicazioni sulla presenza, nelle varie aree, di diversi contaminanti dell'ambiente urbano.

La città non è certamente il luogo ideale per «fare» dell'apicoltura

e per produrre del miele, ma l'ape in questo ambiente può disporre di estese fioriture, alcune delle quali estremamente appetibili al nostro insetto.

Uscendo la mattina dall'alveare e inoltrandosi per le vie della città sorvolando macchine e autobus, fra palazzine e grattacieli alla ricerca del prelibato ed energetico nettare e del proteico polline, l'ape può soffermarsi sui fiori, o sulle foglie imbrattate di melata, di *Tilia* spp., che adorna le piazze nei centri storici cittadini, oppure su *Robinia pseudo-acacia*, o *Sophora japonica*, o ancora su *Acer* spp. e *Aesculus hippocastanum* che compongono i viali alberati che dal centro si diramano verso le periferie delle nostre città; le api possono trovare anche alberate di *Pittosporum tobira*, *Quercus ilex*, *Eucalyptus* spp., ecc. soprattutto nelle città del sud. Oltre ai viali l'ape ha a disposizione anche le essenze delle siepi spartitraffico, dei giardini pubblici, degli innumerevoli giardini privati e delle balconate che garantiscono una fioritura ininterrotta da febbraio ad ottobre. Se poi l'alveare ha necessità di acqua per la sua regolazione termica o per la preparazione del cibo per le larve, le api bottinatrici la raccolgono nelle fontane o in occasionali luoghi come pozzanghere o vari contenitori.

La strategia impiegata, per cercare di sfruttare le numerose «informazioni» che l'ape è in grado di rilevare nell'ambiente che circonda l'alveare, è quella di prelevare a cadenza mensile, da tutti gli alveari-stazione strategicamente dislocati in vari punti della città, varie matrici come il miele «giovane», derivato cioè dal nettare raccolto sui fiori dalle bottinatrici nei 15-20 giorni precedenti (si calcola che una singola ape visita, in media, un migliaio di fiori al giorno), oppure, tramite un aspiratore, si catturano alcune api bottinatrici di ritorno all'alveare, da sottoporre anch'esse all'analisi di laboratorio per stabilire il contenuto in piombo, cromo, nichel, cadmio, ecc. Inoltre, per individuare precisamente le zone di bottinamento, si procede alla identificazione dei pollini, caratteristici per ogni pianta, presenti nel campione di miele o sul corpo degli insetti catturati.

Il risultato finale sono delle mappe, molto particolareggiate (come è riportato nell'esempio di fig. 1), che mese per mese indicano il livello di presenza, nelle varie aree della città, dei diversi contaminanti indagati. Per fare un esempio, anche se riferiti ad anni diversi, le città di Firenze, Pisa (1986), Modena e Reggio Emilia (1988 e 1989) sono risultate più inquinate da piombo rispetto alla città di Bologna (1989 e 1990), mentre il nichel è stato riscontrato in concentrazioni più elevate nel capoluogo emiliano (1989) e a Reggio Emilia (1988 e 1989) rispetto a

Modena (1988 e 1989). Complessivamente, comunque, i centri storici sono risultati quasi sempre più contaminati delle periferie anche se queste, ultimamente, registrano livelli crescenti di compromissione.

Anche se ci sono ancora alcuni aspetti da mettere a punto (taratura dell'alveare, impiego di altre matrici oltre al miele, semina in punti strategici di essenze mellifere, ecc.), i dati fin qui ottenuti fanno ben sperare per un futuro impiego generalizzato a basso costo di questo eccellente bioindicatore, sia in città che nelle zone industriali. Il dato fornito dall'ape risulta infatti di estremo interesse per l'elevato livello di informazione contenuta e non ancora sfruttata a pieno.

Cenni bibliografici

- CAVALLERI A., *Contaminazione da piombo*, «Sapere», 4, 1985, pp. 5-9.
- CONTESSI A., *Le api, biologia, allevamento, prodotti*, Edagricole, Bologna, 1990.
- CELLI G., *L'ape come indicatore biologico*, lettura Acc. Naz. Entom., Firenze, 1993 (in stampa).
- CELLI G. e PORRINI C., *L'ape, un efficace bioindicatore dei pesticidi*, «Le Scienze», 274, 1991, pp. 42-54.
- GHETTI P.F. (prefaz.), *Atlante per il riconoscimento dei Macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*, Staz. Sperim. Agr. Forest., Serv. Protez. Amb., Prov. Trento, 1988.
- PORRINI C., *Gli indicatori biologici*, in CELLI G. (a cura), *Ecosistemi*, «Le Scienze quad.», 53, 1990, pp. 98-99.
- SCHMIDT DI FRIEDBERG P. (a cura), *Gli indicatori ambientali: valori, metri e strumenti nello studio dell'impatto ambientale*, Angeli, Milano, 1986.
- WEEBER K.W., *Smog sull'Attica. Problemi ecologici nell'antichità*, Garzanti, Milano, 1991.

LE PRINCIPALI PARASSITOSI DI CANI, GATTI, MURIDI E PICCIONI TRASMISSIBILI ALL'UOMO IN AMBIENTE URBANO

*Giorgio Canestri Trotti**

Le principali infezioni

Nelle città italiane vivono molti animali di cui 4 milioni di cani, 5 milioni di gatti, 4,3 milioni di uccelli e 1 milione di animali di altre specie, ospiti nelle case; un numero indubbiamente maggiore sono i randagi. Verso di essi si hanno atteggiamenti diversi, ma di solito (MANTOVANI *et al.*, 1976, 1978 a e b) si classificano come:

- 1) animali d' affezione, domestici e non: cani, gatti, criceti, topolini, uccelli da gabbia, tartarughe, pesci, scimmie, e serpenti;
- 2) animali non domestici di cui si ama la presenza: piccioni, passeri, storni, rondoni, gabbiani, ricci e scoiattoli;
- 3) animali selvatici verso i quali si è indifferenti: rospi, rane, lucertole, piccoli rapaci e pipistrelli;
- 4) animali selvatici di cui si avversa la presenza: topi, ratti e serpenti (confusi quasi sempre con le vipere).

Anche dalla convivenza con le specie solitamente più apprezzate o meglio integrate nella comunità umana derivano non solo aspetti positivi, ma anche negativi (BALDELLI e MANTOVANI E., 1974; BELLANI *et al.*, 1978; O.M.S., 1981; BALLARINI, 1983; GENCHI, 1983; MANTOVANI, 1983). Da una valutazione soggettiva di tali aspetti originano atteggiamenti che estremizzati possiamo definire di «zoomania», quando si cerchi di imporre la presenza degli animali a qualunque costo e in qualsiasi ambiente, o per contro di «zoofobia», quando la si voglia escludere completamente dalla comunità umana.

Di questa contrapposizione non è raro trovare traccia negli spazi sui giornali riservati alle opinioni di lettori che, se zoofobi, provocano

* Dipartimento di Biologia Animale, Università di Torino.

talvolta: allarmismo esagerato (ad esempio per i rischi di trasmissione di malattie), interventi più o meno opportuni delle autorità sanitarie con emanazione di divieti quasi sempre disattesi (per i cani, di vagare liberi o accedere a centri urbani, negozi, ristoranti, alberghi, ecc.), spreco di denaro pubblico (creazione di gabinetti per cani, inadatti o perfino controproducenti), fatti di violenza sugli animali, distribuzione di bocconi avvelenati.

A tutto ciò, corrispondono reazioni altrettanto inopportune da parte degli zoomani quali: totale mancanza di considerazione per i problemi sanitari, ostilità verso qualsiasi provvedimento di profilassi messo a punto dalle autorità sanitarie, distribuzione di cibo il più delle volte inadatto, snaturante l'indole animale e richiamo di animali indesiderabili quali topi, ratti, mosche, scarafaggi, atteggiamento di difesa ad oltranza del tutto acritico (il mio cane non sporca, il mio cane è così buono, così educato, non fa male a nessuno, il mio gatto non fa puzza, non perde il pelo), dono di animali a persone che poi se ne dovranno disfare (con conseguenti randagismo, abbandono di animali nelle autostrade, incidenti), scelta di animali inadatti o pericolosi, maleducazione dei proprietari.

In questo modo gli aspetti negativi restano e si ingigantiscono riducendo l'importanza e l'indiscutibile utilità della presenza animale in ambiente urbano.

Per un più corretto atteggiamento nei confronti della presenza degli animali in ambiente urbano, cioè per un equilibrato comportamento zoofilo, bisognerà quindi tenere conto degli aspetti oggettivamente negativi cercando di ridurne il più possibile gli effetti.

Uno dei problemi più vistosi, sgradevoli e pericolosi, legati alla presenza animale in ambiente urbano è quello degli escrementi, in particolare dei cani. Per questo problema sarebbe auspicabile che i proprietari si rendessero conto dell'opportunità di minimizzare gli effetti negativi di questa polluzione che, ad esempio, può essere tollerata lungo i bordi stradali, ma non nel mezzo dei marciapiedi e ancor meno nei prati dei giardini pubblici o nelle sabbie per il gioco dei bambini (GENCHI, 1976; BETTINI e CANESTRI TROTTI, 1978; SCHAFFERT e STRAUCH, 1978). Per i cani potranno essere studiati appositi gabinetti o approntate aree per le passeggiate igieniche, ma le soluzioni finora sperimentate hanno molti limiti o sono inutili o possono perfino contribuire ad un peggioramento della situazione sanitaria. Per ora il rimedio più pratico e responsabile ci pare quello che abbiamo visto adottare da un distinto signore che al momento opportuno piazzava un giornale vecchio dietro

al suo cane, poi raccoglieva e gettava «il tutto» nella spazzatura.

Per «l'esplosione demografica» dei piccioni (BALLARINI, 1984), causa di imbrattamento e danni al patrimonio artistico e di problemi sanitari da miceti e zecche, si dovrà impedire con massima cura che strutture edilizie come tetti, balconi, ecc. costituiscano punti di nidità per tali volatili.

Importantissimo è il trattamento dei rifiuti urbani. Bisogna assolutamente impedire che gli animali liberi possano disporre di alimenti abbandonati o possano rovistare fra i rifiuti; ciò può favorire la lotta al randagismo ed inibire la proliferazione di topi e ratti, fattori di sporcizia e conseguenza della sporcizia.

Occorre poi evitare l'esistenza di animali non desiderati e ciò, anche se molto spiacevole (lotta al randagismo, castrazione o soppressione dei neonati indesiderati), è comunque atto responsabile. Una vita randagia può essere senz'altro causa di maggiori sofferenze per gli animali.

Certi cani, gatti e anche uccelli possono essere fonti di rumori ed anche odori mal tollerabili dai vicini; per il primo aspetto, in passato, era possibile intervenire con la devocalizzazione, per il secondo è necessaria la massima cura per lo stato di pulizia.

Un animale che viva in città non dovrebbe avere un' indole aggressiva e comunque non dovrebbe assolutamente essere lasciato libero di avvicinare improvvisamente le persone e determinare spavento, morsicature e graffi. È appena il caso di ricordare i recenti episodi mortali di bambini aggrediti, gli incidenti automobilistici, le moltissime persone che ogni anno vengono sottoposte a trattamento antirabbico fino a qualche tempo fa inutile in Italia (ora la rabbia è presente in alcune regioni settentrionali), le malattie che i graffi possono trasmettere e infine gli obblighi relativi alla museruola e al guinzaglio.

Una critica severa merita poi la sempre più diffusa moda di tenere in casa animali esotici. È una vera e propria forma di esibizionismo, che nulla ha a che vedere con la zoofilia, da cui deriva il rischio di trasmissione di patologie difficilmente controllabili, mancando in genere le opportune competenze.

Infine, la possibile trasmissione di malattie dagli animali all'uomo dovrebbe essere tenuta sempre in particolare conto, anche perchè i primi a subirne le conseguenze sono gli stessi animali e i loro proprietari. Un bagaglio minimo di norme di educazione sanitaria e la loro corretta applicazione possono ridurre notevolmente gli effetti negativi. A tal fine, in questa sede, si tratterà delle più comuni malattie parassitarie, trasmissibili dagli animali all'uomo, legate alla presenza in ambiente urbano di cani, gatti, topi, ratti e piccioni

Infezioni da Protozoi

Leishmaniosi viscerale

È chiamata anche febbre nera o Kala azar e ne sono responsabili *Leishmania donovani* in Asia e Africa, *L. infantum* nel Bacino del Mediterraneo, *L. chagasi* in Sud America.

Sono protozoi flagellati, distinguibili fra loro solo con metodi biochimici ed immunologici, che presentano due diversi stadi di sviluppo: la forma amastigote, rotondeggiante e priva di flagello, che misura 1,5 - 3 μm , e la forma promastigote affusolata, lunga 15 - 20 μm e dotata di un flagello della stessa lunghezza.

In quasi tutte le aree geografiche in cui è presente, la leishmaniosi è considerata una zoonosi (malattia trasmissibile dagli animali all'uomo) tranne che in India dove sembrerebbe una infezione esclusivamente umana. In molti focolai italiani (Sicilia e Italia Meridionale) il cane costituisce un importante serbatoio dell'infezione, per una diffusa presenza dei parassiti a livello cutaneo, facilmente raggiungibili dalla puntura dei flebotomi. In altri focolai della malattia, come in quello verificatosi in Emilia-Romagna nel 1971, il cane non sembra coinvolto nell'infezione (PAMPIGLIONE e CANESTRI TROTTI, 1990); in Toscana la volpe ed il ratto (*Rattus rattus*) fungono da serbatoio silvestre.

La trasmissione dei protozoi avviene mediante la puntura dei flebotomi (*Phlebotomus perniciosus* e *P. major* sarebbero le specie responsabili della trasmissione della malattia in Italia) o pappataci. Sono insetti del gruppo dei Ditteri Nematoceri come le zanzare, ma più piccoli, lunghi 2-3 mm, ad abitudini prevalentemente notturne, apparato pungente corto e tozzo, corpo rivestito di peli lunghi e sottili, zampe lunghe e sottili, ali che in riposo sono perpendicolari al dorso e appaiate. Volano silenziosamente e le femmine ematofaghe provocano una puntura piuttosto dolorosa.

Le femmine infette, all'atto di pungere un ospite idoneo, inoculano nei suoi tessuti la forma promastigote che viene successivamente fagocitata da macrofagi e altre cellule del S.R.E. (Sistema Reticolo-Endoteliale), preposte alle difese naturali dell'organismo, entro cui, dopo aver perso il flagello ed assunta la forma amastigote, si moltiplicano distruggendole ed invadendo nuove cellule.

Ciò può portare nel caso della leishmaniosi viscerale ad una vasta distruzione di cellule del S.R.E. e quindi anche alla possibile morte dell'ospite.

Il flebotomo si infetta ingerendo, tramite la puntura, le forme amastigote presenti in macrofagi, nel sangue dell'ospite vertebrato; nell'intestino i

parassiti assumono la forma promastigote, si moltiplicano, risalgono nel faringe dove in grandissimo numero formano una specie di tappo che dovrà essere espulso al momento di una nuova puntura per permettere al sangue aspirato di entrare. Il flebotomo infetto inoculerà così un cospicuo ammasso di parassiti nel nuovo ospite provocandone l'infezione.

L'infezione nel cane è chiamata dagli autori francesi leishmaniosi generale, per la sua ampia diffusione nei tessuti di questo ospite. Si osservano lesioni a livello della cute con manifestazioni a tipo di eczema cronico, zone di rarefazione del pelo con desquamazione furfuracea, ulcerazioni, ipertrofia ungueale, febbre irregolare, astenia, dimagrimento fino alla cachessia, lesioni oculari (cheratite), splenomegalia, anemia, leucopenia, ipergammaglobulinemia. La malattia si manifesta in genere in forma sporadica, con mortalità elevata per i casi non curati. Questa apparente sporadicità è spiegata dalla vasta diffusione di infezioni inapparenti (forme asintomatiche) in mezzo alle quali il caso di malattia conclamata rappresenta per così dire la punta di un iceberg.

Nell'uomo sono frequenti le forme inapparenti e quelle oligosintomatiche. Le forme conclamate appaiono in genere sporadicamente ed evolvono con andamento cronico, portando alla morte il 75% dei casi non curati. Manifestazioni più comuni della malattia sono: febbre elevata irregolare, epato e splenomegalia, anemia con leucopenia e piastrinopenia, ipergammaglobulinemia.

La diagnosi parassitologica è spesso difficile. Si ricerca il parassita mediante puntato del midollo osseo, biopsia epatica o splenica. Vengono inoltre utilizzate reazioni sierologiche aspecifiche e specifiche ed anche prove di intradermoreazione.

La profilassi è basata sulla lotta ai flebotomi, sulla distruzione dei serbatoi animali del protozoo e sulla terapia di tutti i casi di malattia del cane e dell'uomo. Nel cane tuttavia il trattamento terapeutico non dà sempre risultati soddisfacenti per cui si rende opportuno o l'abbattimento o l'allontanamento del soggetto in zona ove non esistano flebotomi.

Giardiasi del cane, del gatto e dei roditori

Sono causate rispettivamente da *Giardia canis*, *G. cati* e *G. muris*, protozoi flagellati caratterizzati da forme vegetative piriformi (lunghezza 10-20 μm), 8 flagelli, 2 nuclei, 1 disco sottorio e da forme cistiche elissoidali (lunghezza 8-14 μm).

Questi flagellati sono morfologicamente e biologicamente indistinguibili fra loro e anche da *G. intestinalis*, specie parassita dell'uomo. Quest'ul-

tima può infettare il cane, il gatto ed altre specie animali, così si sta facendo strada l'ipotesi che le suddette specie possano essere in realtà un' unica specie e che quindi le infezioni animali possano essere trasmesse all'uomo.

G. intestinalis, in forma vegetativa, ha localizzazione intestinale, prevalentemente duodenale, e determina diarrea grassosa interferendo nell'assorbimento dei grassi, sia per lesioni dei microvilli, sia per copertura meccanica della mucosa, talvolta febbricola e complicazioni a carico delle vie biliari. La trasmissione avviene per ingestione delle forme cistiche eliminate con le feci, con cibo, acqua e mani sporche.

La diagnosi si effettua mediante esame delle feci. La profilassi è basata sull'educazione sanitaria, igiene delle mani e dei cibi, risanamento ambientale e lotta alle mosche che possono trasportare passivamente le cisti contaminando il cibo.

G. intestinalis è risultata presente nel 2,5 % dei bambini di alcuni asili nido di Bologna (CANESTRI TROTTI *et al.*, 1988).

Toxoplasmosi

Causata da *Toxoplasma gondii*, protozoo della classe Coccidia, a distribuzione cosmopolita, senza specificità di ospite nella fase asessuata che può manifestarsi in tutti i mammiferi, uomo compreso, e gli uccelli (MANDELLI e PERSIANI, 1966; PAMPIGLIONE e SAMIR YASSIN, 1973).

L'infezione è molto diffusa, ma la malattia conclamata è poco frequente: nel 1980 si valutava a circa mezzo miliardo il numero di persone infette e a oltre 2 miliardi il numero di mammiferi domestici infetti. L'infezione è trasmissibile anche per via transplacentare ed è più patogena per gli embrioni che per gli adulti.

Nella fase sessuata il protozoo è specifico dei felidi (gatto, puma, gattopardo, lince, ecc.), ha localizzazione intestinale (moltiplicazione enteroepiteliale) e comportamento analogo a quello dei coccidi del genere *Isospora*, ma con possibilità di diffusione generalizzata per via ematica e localizzazione in visceri, muscoli e sistema nervoso. Per tale ragione i felidi sono considerati ospiti completi.

Il protozoo presenta i seguenti stadi morfologici. Pseudocisti: formazione rotondeggiante di 10-30 μm contenente alcune decine di cistozoiti o meglio di tachizoiti, così chiamati per la rapidità della loro moltiplicazione. La pseudocisti è in pratica costituita da un macrofago nel cui citoplasma, entro un vacuolo, proliferano i tachizoiti; rappresenta la fase proliferativa del parassita, nelle forme acute e subacute. I tachizoiti, per

rottura della cellula ospite, possono ritrovarsi liberi in essudati o nel sangue. Assumono allora forma a semiluna con dimensioni di 4-6x2-3 μm . Il tachizoite può penetrare attivamente nella cellula ospite ove si moltiplica asessualmente per endodiogenia ripetuta, fino a riempirla completamente di cellule parassite.

Cisti: formazione rotondeggiante a parete propria, delle dimensioni di 7-100 μm , presente in tessuti ed organi (soprattutto nei muscoli e nel tessuto nervoso), contenente fino a 50.000 cistozoiti o meglio bradizoiti, così chiamati per la loro lenta moltiplicazione; rappresenta la fase di resistenza del parassita (forme croniche) dovuta alla reazione immunitaria dell'ospite. Si forma in pochi giorni e può sopravvivere per anni, anche per tutta la vita dell'ospite.

Oocisti: di forma elissoideale, con dimensioni di 10-12 μm , contenente 2 sporocisti a loro volta contenenti 4 sporozoiti ciascuna; presente solo in feci di gatto o altri felidi; origina dalla fusione del micro e macrogamete (fecondazione) e costituisce lo stadio di resistenza nell'ambiente esterno essendo dotato di una robusta parete. Si valuta che circa l'1 % dei gatti eliminino oocisti.

Ciclo biologico (fig. 1): la *fase sessuata* o enteroepiteliale (schizogonia e gametogonia) si verifica nell'epitelio dell'intestino del gatto, originandosi da tachizoiti o bradizoiti o sporozoiti ingeriti con il cibo. Mentre avviene la moltiplicazione schizogonica a livello della mucosa intestinale, alcuni zoiti (sporo- o bradi- o tachizoiti) attraversano la lamina propria dell'intestino e si moltiplicano come tachizoiti in macrofagi già poche ore dopo l'infezione disseminandosi per via ematica o linfatica nei tessuti extraintestinali del gatto. Gli schizonti intestinali, frattanto, dopo 3-15 giorni, daranno luogo ai gameti. Dopo la fecondazione da parte del microgamete (gamete maschile), il macrogamete (gamete femminile) diviene zigote e circondandosi di una parete più spessa si trasformerà in oocisti immatura. Questa verrà espulsa nel lume intestinale e uscirà all'esterno con le feci. Il gatto può espellere per 7-20 giorni le oocisti, alla media di 10 milioni di oocisti al giorno. Le oocisti diverranno mature dopo 1-5 giorni nell'ambiente esterno (sporogonia). La *fase asessuata* extraintestinale o tissulare si verifica nell'organismo di qualsiasi ospite non felino e, come si è detto, anche nel gatto. Dall'intestino il parassita, attraversandone la parete, si diffonde all'intero organismo probabilmente per via ematica, viene captato da cellule del S.R.E. e nel loro interno si stabilisce sotto forma prima di pseudocisti e poi (dopo 4-6 giorni) di cisti, in differenti organi. Il parassita si moltiplica asessualmente per endodiogenia, particolare tipo di moltiplicazione in cui 2 cellule figlie del parassita sono originate all'interno di una cellula madre

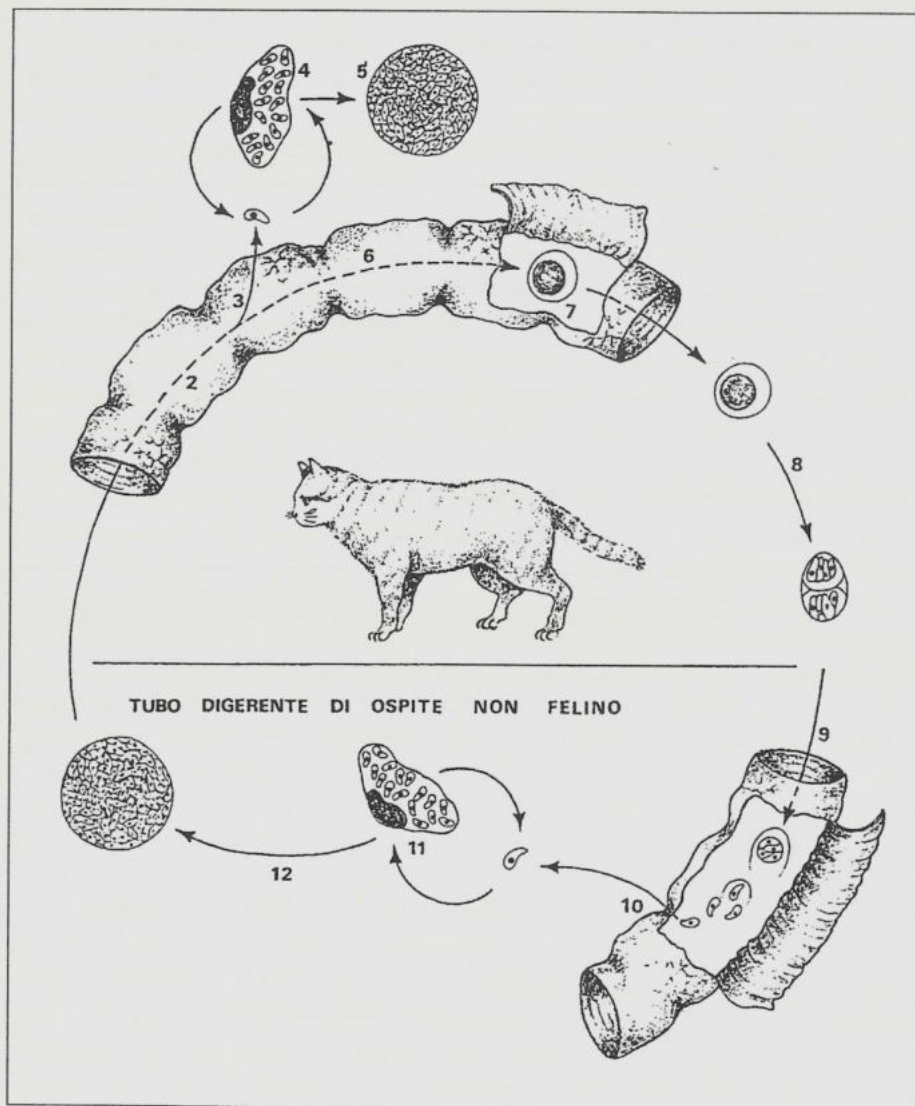


Fig. 1. Ciclo biologico di *Toxoplasma gondii*: 1) ingestione della cisti da parte del gatto, 2) schizogonia (ciclo enteroepiteliale, *pro parte*, 3) passaggio della barriera intestinale e diffusione nell'intero organismo (ciclo extraintestinale), 4) formazione di pseudocisti (tachizoiti), 5) formazione di cisti (bradizoiti), 6) gametogonia (ciclo entero-epiteliale, *pro parte*), 7) formazione dell'oocisti (sporonte) e sua espulsione, 8) maturazione dell'oocisti nel terreno, 9) ingestione dell'oocisti da parte di un altro ospite (non felino), 10) passaggio della barriera intestinale e diffusione nell'intero organismo (ciclo extraintestinale), 11) formazione di pseudocisti (tachizoiti), 12) formazione di cisti (bradizoiti).

che viene poi distrutta dall'accrescersi delle due cellule figlie.

Potere patogeno: esistono ceppi patogeni e ceppi scarsamente patogeni; la maggior parte delle infezioni, nell'uomo come negli animali, sono asintomatiche, ma a volte il parassita può divenire patogeno e provocare anche la morte dell'ospite. Le forme cliniche possono essere congenite o acquisite. Le forme congenite si verificano solo quando la madre acquisisce l'infezione durante la gravidanza. I tessuti embrionali sono molto sensibili al parassita, in particolare quelli del sistema nervoso e possono venire gravemente lesi anche se la madre non dimostra segni di malattia. Segni caratteristici di malattia nel feto umano sono: retinocoroidite, idrocefalo e calcificazioni endocellulari che si accompagnano spesso a convulsioni, paralisi e ritardi mentali. Si può verificare talvolta l'aborto. Lesioni oculari lievi possono rendersi manifeste anche dopo la nascita e fino all'età adulta. Nelle infezioni acquisite post-natali si possono avere: linfadeniti, miocardite, lesioni del sistema nervoso, forme acute febbrili (anche mortali) e forme ad andamento cronico con febbri. Negli animali si verificano ugualmente sia forme congenite che acquisite. Le prime sono ritenute una delle cause di aborto negli ovini e forse in altre specie; forme acquisite con manifestazioni di polmonite, encefalite, miosite e anche con decesso sono state segnalate in suini, bovini, cani, conigli e piccioni. Il gatto è raramente affetto da infezione-malattia; quando questa si manifesta, provoca forme polmonari.

Diagnosi: evidenziazione del parassita sotto forma di cisti (reperto istologico) o di oocisti (reperto coprologico nel gatto) o per prova biologica (inoculazione di materiale sospetto in peritoneo di topo). Data la difficoltà di questo tipo di isolamento sono stati messi a punto numerosi metodi sierologici tra cui i più attendibili sono il Dye-test o reazione di Sabin e Feldmann e la reazione di immunofluorescenza indiretta. Il significato della positività di queste reazioni e del titolo di anticorpi presenti, in relazione a manifestazioni cliniche sospette nell'uomo non è tuttavia di facile valutazione.

Epidemiologia (fig. 2): il gatto si infetta predando topi o ingerendo altre carni crude di animali infetti, o per ingestione di oocisti eliminate con le feci da altri gatti e contaminanti il terreno. Un gatto, durante la fase enteropitelliale, emette per 1-2 settimane milioni di oocisti, iniziando dopo 5-40 giorni dall'avvenuta infezione. Il gatto emette oocisti una sola volta nella vita, a meno di particolari stimolazioni immunologiche non ancora ben chiarite. La trasmissione da un ospite all'altro si realizza o per contaminazione degli alimenti con feci di gatto (le oocisti possono mantenersi infettanti oltre un anno nel terreno) o con essudati, secreti ed escreti; oppure

per ingestione di carni poco cotte o crude di ovini, suini, conigli, bovini, contenenti cisti del parassita; frequente è anche la trasmissione congenita, che può verificarsi quando l'infezione avviene durante la gravidanza. Per l'uomo le forme infettanti possono essere le seguenti:

- oocisti eliminate nelle feci di gatto o altri felidi,
- oocisti di passaggio eliminate da artropodi, molluschi o uccelli coprofagi,
- cisti o pseudocisti incluse in organi e tessuti (carni),
- cisti o pseudocisti eliminate con il fiato nelle gocce di Fluegge, zoiti eliminati in secreti o escreti di animali infetti,
- zoiti di passaggio nel sangue (forme congenite),
- zoiti inoculati o inalati accidentalmente (infezioni di laboratorio).

Profilassi: basata essenzialmente su cautele igieniche circa la contaminazione da feci di gatto, l'ingestione di carni crude o poco cotte e la contaminazione delle mani dopo contatto con materiale potenzialmente contaminato (suolo; carni per macellai, cuochi e massaie; escreti e secreti animali). Il calore a 56 gradi centigradi distrugge le cisti già dopo 15 minuti.

Criptosporidiosi

Infezione causata nei mammiferi, in base alle attuali conoscenze, da *Cryptosporidium muris* e *C. parvum*, protozoi sporozoi a distribuzione cosmopolita, rimasti pressochè sconosciuti fino agli anni 80, quando cominciarono ad essere riconosciuti come causa di diarrea neonatale nel bovino e anche nell'uomo (CANESTRI-TROTTI, 1987).

I vari stadi di sviluppo hanno forma rotondeggiante, dimensioni variabili fra 2-7 µm e si riscontrano generalmente attaccati all'orletto striato delle cellule intestinali o nelle feci.

Ciclo biologico: l'infezione di un nuovo ospite si realizza per ingestione di oocisti infettanti appena emesse con le feci. Queste non presentano sporocisti, contengono 4 sporozoi e misurano a seconda della specie da 4 a 7 µm di diametro. Nell'ambiente esterno restano vitali per mesi. La riproduzione asessuata e quella sessuata si compie in un solo ospite, attraverso gli stadi di sporozoite, trofozoite, schizonte, merozoite, microgamete, macrogamete, zigote, oocisti.

Diagnosi: ricerca delle oocisti, difficili da differenziare dai lieviti, mediante esame microscopico delle feci previa concentrazione e realizzazione di strisci colorati con la tecnica di Ziehl-Neelsen modificata.

Potere patogeno: può provocare diarrea, specie negli animali molto giovani. Nell'uomo è causa di diarrea neonatale e più frequentemente

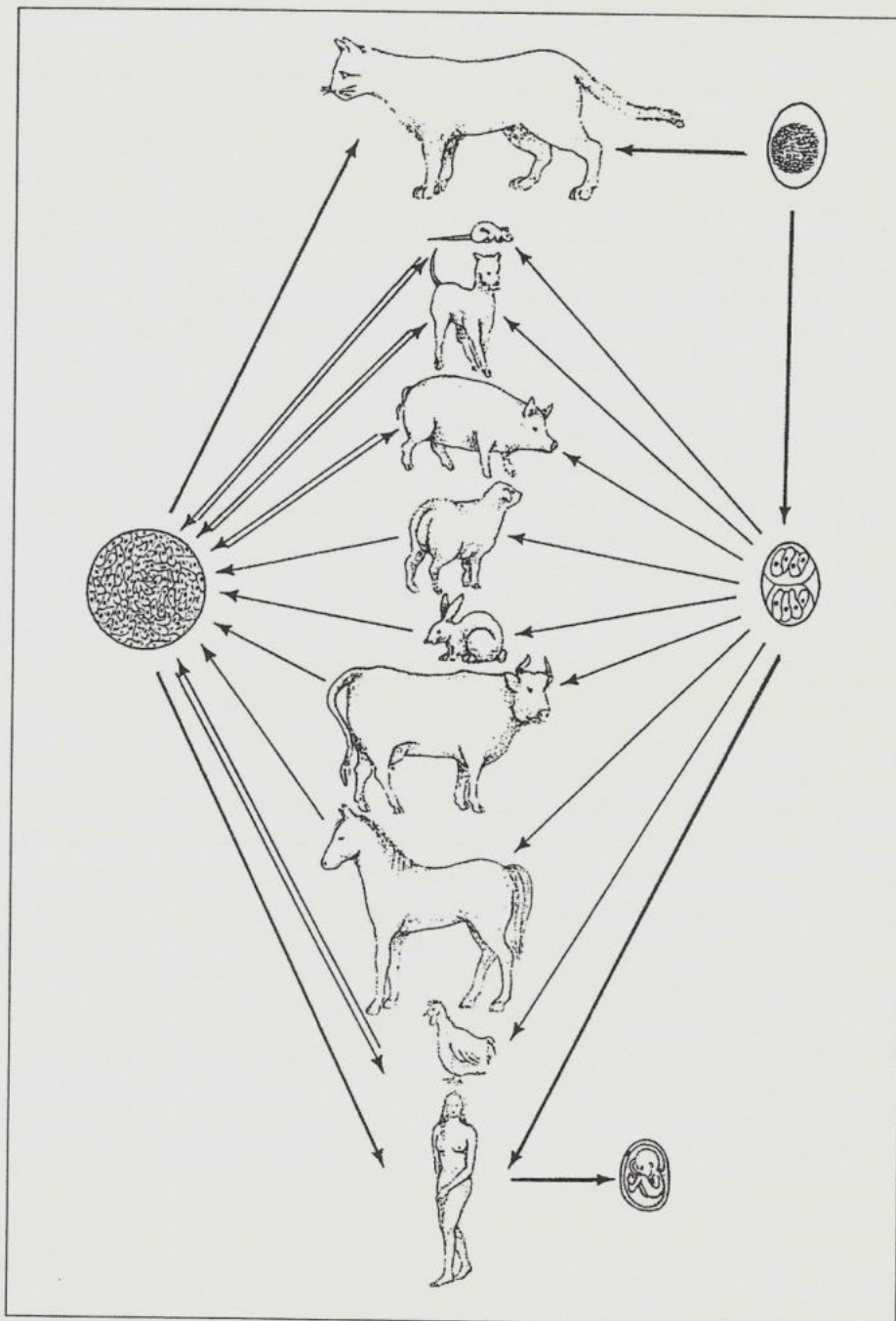


Fig. 2. Trasmissione dell'infezione da *Toxoplasma gondii*.

nei soggetti immunodepressi, come ad esempio nei soggetti portatori di AIDS, costituendo una delle più frequenti infezioni opportunistiche.

È stata dimostrata la trasmissibilità dell'infezione dagli animali all'uomo.

Pneumocistosi

Infezione causata da *Pneumocystis carinii*, microrganismo d' incerta posizione sistematica. Da alcuni autori considerato un protozoo sporozoo, da altri un micete (Ascomicete). Segnalato nell'uomo e in cani, gatti, ovini, caprini, equini, suini, conigli, alcune specie di scimmie e di roditori. Cosmopolita, largamente diffuso (infezioni inapparenti), anche in Italia. Presenta forme vegetative rotondeggianti o ameboidi, del diametro di 1,2-5 μm e forme cistiche di 4-7 μm in cui i parassiti sono raggruppati in rosette di 8 elementi.

Ciclo biologico: pare abbia luogo interamente a livello degli alveoli polmonari. La riproduzione avverrebbe in un primo tempo per fissione binaria e successivamente per formazione intracistica di 8 nuovi organismi con modalità più simili a quanto si verifica nei lieviti che negli sporozoi.

Potere patogeno: questi microrganismi sono causa di polmoniti interstiziali nell'uomo, soprattutto in individui nei primi mesi di vita (specialmente prematuri) o in anziani o in soggetti debilitati da malattie neoplastiche o sottoposti a terapia immunodepressiva o da immunodepressione acquisita (AIDS). Si tratta di una tipica infezione opportunistica o di sortita. Nella maggior parte delle infezioni, tuttavia non vi sono manifestazioni di malattia.

Epidemiologia: il contagio avviene per via respiratoria. I cani e i gatti, come pure ratti e topi, potrebbero fungere da serbatoio animale nell'ambiente domestico.

Diagnosi: reazioni d' immunofluorescenza e fissazione del complemento; individuazione del parassita in puntati di tessuto polmonare o materiale da aspirazione broncoscopica, o meglio su liquido ottenuto mediante lavaggio broncoalveolare, con colorazioni elettive.

Infezioni da Trematodi

Alcuni dei trematodi trasmissibili da cani e gatti all'uomo sono *Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis felinus*, *Echinostoma* spp., *Metagonimus*

yokogawai, *Paragonimus* spp., *Schistosoma* spp. ed *Heterophyes heterophyes*. In questa sede si accenna brevemente alla opistorchiasi e alla eterofiasi.

Opistorchiasi

È provocata da *Opisthorchis felineus* parassita di felidi, canidi e raramente dell'uomo. Gli adulti ermafroditi, misurano 10x25 mm e sono localizzati nei dotti biliari dove producono uova opercolate che vengono eliminate con le feci e si schiudono solo se ingerite da un mollusco gasteropode (*Bythinia leachi*) che funge da primo ospite intermedio. All'interno del mollusco si susseguono gli stadi larvali di miracidio, sporocisti, redia ed infine di cercaria. Questa abbandona l'ospite per penetrare attivamente in un pesce (tinca, barbo, carpa) che funge da secondo ospite intermedio nei cui muscoli si trasforma in metacercaria; l'ospite definitivo si infetta ingerendo i pesci crudi con le metacercarie; i parassiti immaturi raggiungono poi il fegato per via canalicolare.

Questi trematodi determinano lesioni dei canali biliari che possono coinvolgere l'intero parenchima epatico fino alla cirrosi.

Eterofiasi

È provocata da *Heterophyes heterophyes*, parassita dell'uomo, ma anche del gatto, del cane e della volpe. Gli adulti, ermafroditi, misurano 1-1,7 mm; il ciclo biologico richiede anche in questo caso come primo ospite intermedio un mollusco e come secondo ospite intermedio un cefalo o altri pesci di acque salmastre. Gli adulti vivono nel tenue provocando diarrea e dolori intestinali.

INFEZIONI DA CESTODI

Cestodi pseudofillidei

Botriocefalosi

È provocata da *Diphyllobothrium latum*, parassita allo stadio adulto dell'intestino di uomo, cane, gatto e altri mammiferi.

Ciclo biologico: l'adulto può raggiungere una lunghezza di 2-12 m; lo scolice è dotato di botrie ed il resto del corpo, lo strobilo, è costituito da

3000-4000 proglottidi più larghe che lunghe, da cui vengono progressivamente eliminate nell'intestino uova opercolate che devono raggiungere l'acqua dolce per poter sopravvivere. Da queste, dopo 1-2 settimane di maturazione, fuoriesce una larva ciliata, chiamata coracidio, che conduce vita planctonica. Questa, per poter evolvere, dovrà essere ingerita dal primo ospite intermedio (crostaceo planctonico dei generi *Cyclops* e *Diaptomus*) nel cui interno si formerà una larva procercoide; il secondo ospite intermedio, un pesce d'acqua dolce (persico, luccio, bottatrice, ecc.) si infetta ingerendo crostacei parassitati; la larva procercoide dall'intestino del pesce passa nei suoi tessuti muscolari trasformandosi in larva plerocercarioide o spargano (0,5-2 cm). Se pesci predatori divorano il pesce parassitato, lo spargano passa dal secondo ospite a questo terzo ospite (accidentale e non obbligato) fissandosi nella sua muscolatura e continuando nel suo accrescimento. L'ospite definitivo, un carnivoro ittiofago (uomo compreso), si infetta mangiando il pesce ospite intermedio. Il parassita si ancora quindi con lo scolice a livello della mucosa del tenue dell'ospite definitivo e si sviluppa in adulto; può sopravvivere per anni, emettendo fino ad un milione di uova al giorno.

Potere patogeno: il parassita adulto esplica soprattutto un'azione locale spoliatrice, con sottrazione di chimo, e tossica generale (emissione di cataboliti); può provocare tuttavia anche un'anemia perniciosiforme per assorbimento selettivo di vitamina B12. Nei pesci provoca la sparganososi, parassitosi che impone il sequestro dei pesci colpiti.

Diagnosi: reperto delle caratteristiche uova nelle feci dell'ospite definitivo.

Epidemiologia: la botriocefalosi, frequente in zone lacustri, in Italia è stata più volte segnalata in persone nutritesi di pesce proveniente dai laghi settentrionali (PAMPIGLIONE e DI GUARDO, 1968).

Profilassi: educazione sanitaria delle popolazioni lacustri (non mangiare pesci crudi o poco cotti), risanamento ambientale (non immissione diretta di fogne in acque lacustri), controllo del mercato del pesce, sequestro e congelazione dei pesci con sparganososi, terapia degli ospiti definitivi affetti dal parassita (uomo, cane, gatto).

Cestodi ciclofillidei

Dipiliasi

È provocata da *Dipylidium caninum*, parassita assai comune nel cane e nel gatto, alcune volte segnalato nell'uomo anche in Italia.

L'adulto è lungo 15-50 cm, con scolice dotato di un rostello armato da più serie di uncini; le proglottidi mature sessualmente presentano doppi apparati genitali maschili e femminili; le proglottidi gravide contengono numerose capsule ovigere racchiudenti ognuna circa 20 uova. Lo strobilo nell'insieme ha un aspetto moniliforme mentre le singole proglottidi sono simili a semi di zucca o di melone (da cui l'antico nome di *Taenia cucumerina*) e sono dotate di movimenti propri per alcune ore dopo l'emissione.

Ospiti intermedi sono le pulci del genere *Ctenocephalides*.

Ciclo biologico: inizia con l'eliminazione mediante le feci delle proglottidi nel terreno; dalla loro disgregazione si liberano le uova che vengono ingoiate da larve di pulci (ospite intermedio), nel cui interno si sviluppa la forma larvale detta cisticercoide. Il cane (ospite definitivo) si infetta schiacciando fra i denti la pulce parassitata, divenuta nel frattempo adulta, ed ingerendo il cisticercoide che si sviluppa in adulto nell'intestino tenue del cane.

Diagnosi: si effettua con il reperimento delle proglottidi o delle capsule ovigere o delle uova nelle feci.

Profilassi: sono opportuni il trattamento insetticida per la distruzione delle pulci e quello antielmintico dei soggetti parassitati.

Potere patogeno: si manifesta con l'irritazione della mucosa intestinale, con o senza diarrea, e sottrazione di alimento in relazione al numero di parassiti presenti. Talvolta non appare sintomatologia evidente.

Imenolepiasi

È provocata da *Hymenolepis nana* e *H. diminuta*.

H. nana è parassita dell'intestino dell'uomo e anche di topi e ratti. È presente in alcune regioni dell'Italia meridionale (PAMPIGLIONE, 1962). Misura 1-5 cm x 0,5-1 mm. È la tenia più piccola che da adulta può colpire l'uomo. È dotata di rostello retrattile armato di uncini. Non ha ospite intermedio; lo stadio larvale, cisticercoide, si forma nello spessore dei villi intestinali dello stesso ospite definitivo.

Epidemiologia: l'infezione si realizza per via orale per contaminazione di alimento o mani con materiale fecale fresco (le uova non sopravvivono a lungo nell'ambiente esterno); le uova possono essere diffuse dalle mosche. La sua presenza è indice di basso livello igienico della comunità (fecalismo ambientale).

Potere patogeno: provoca irritazione della mucosa intestinale, con o senza diarrea e dolori addominali; sono segnalati disturbi nervosi (convulsioni).

Diagnosi: presenza delle uova nelle feci (le proglottidi si disintegrano nell'intestino e liberano così le uova).

Profilassi: basata sul miglioramento delle condizioni socioeconomiche, educazione sanitaria.

Hymenolepis diminuta è parassita dei ratti e molto raramente dell'uomo; misura 20-60x0,4 cm ed ha scolice inerme. Si differenzia da *H. nana* avendo nel ciclo biologico un ospite intermedio invertebrato (*Tenebrio molitor* e altri insetti). L'ospite definitivo si infetta ingerendo l'ospite intermedio parassitato.

Echinococcosi-idatidosi

È provocata da *Echinococcus granulosus* e costituisce la più pericolosa zoonosi presente in Italia (PUCCINI e COLELLA, 1979; ARRU *et al.*, 1980; ROMBOLI *et al.*, 1980; ARRU *et al.*, 1982). Il parassita è cosmopolita e particolarmente diffuso nelle regioni del mondo ove la pastorizia è intensa.

Allo stadio adulto è parassita dell'intestino tenue del cane e di altri canidi (echinococcosi). Come ospite intermedio ha ovini, bovini, suini, caprini, equini, camelidi, vari mammiferi selvatici e l'uomo (idatidosi).

Provoca danni ingenti nel bestiame ed è particolarmente pericolosa per l'uomo in quanto curabile solo chirurgicamente. Da qualche tempo, nei casi non operabili, si cominciano ad ottenere apprezzabili risultati con il trattamento chemioterapico delle cisti.

L'adulto ha dimensioni assai ridotte (5 mm) ed è costituito da uno scolice armato, da un breve collo e da sole 3 proglottidi, una immatura, una sessualmente matura ed una gravida contenente 400-800 uova non distinguibili da quelle di altre tenie parassite del cane.

La forma larvale, sferica e cava, è detta cisti idatidea ed ha parete costituita da due membrane attorniate da una terza formata da tessuto connettivo di reazione dell'ospite. All'interno della cisti sono presenti liquido idatideo, capsule proligere, protoscolici e cisti figlie.

Ciclo biologico (fig. 3): inizia con l'eliminazione di proglottidi gravide che cadono sul terreno frammiste alle feci del cane. Alla disgregazione delle proglottidi, le uova notevolmente resistenti contaminano il terreno, i pascoli e le acque. Ingoiato da un ospite idoneo, l'uovo libera nello

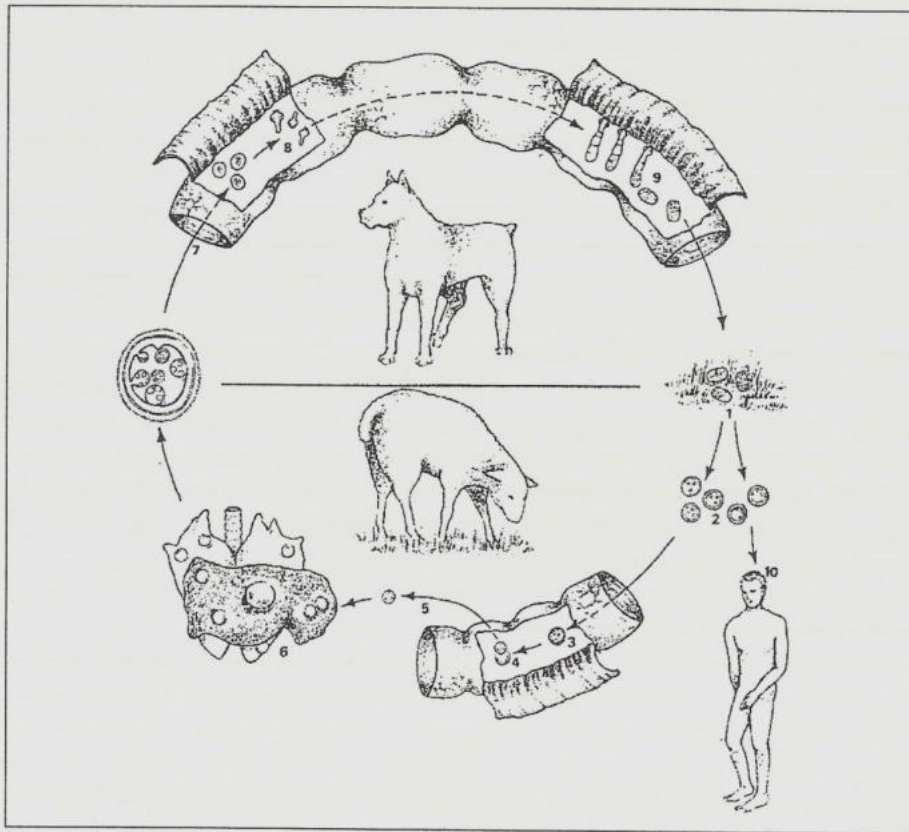


Fig. 3. Ciclo biologico di *Echinococcus granulosus*: 1) fuoriuscita di proglottidi gravide, 2) dispersione di uova nell'ambiente, 3) ingestione delle uova da parte dell'ospite intermedio, 4) liberazione della larva esacanta, 5) passaggio ai visceri, 6) sviluppo delle cisti idatidee, 7) ingestione di cisti da parte dell'ospite definitivo, 8) sviluppo degli adulti, 9) maturazione degli adulti e distacco di proglottidi gravide, 10) possibile infestazione dell'uomo.

stomaco la larva esacanta che raggiunge per via ematica in primo luogo il filtro epatico; se non vi si installa può fermarsi a livello polmonare oppure raggiungere, passando nella circolazione arteriosa, ogni altro organo o tessuto. Dalla larva esacanta si forma la cisti idatidea; dotata di capacità riproduttiva asessuata, essa si accresce lentamente raggiungendo notevoli dimensioni, soprattutto in relazione alla longevità dell'ospite; nell'uomo può raggiungere dimensioni di oltre 15 cm. Il ciclo si completa con l'ingestione da parte del cane di cisti fertili presenti in

residui di mattazione. Dai protoscolici ingeriti, in 4-10 settimane evolvono gli adulti che vivranno nell'intestino tenue del cane per circa un anno.

Azione patogena: l'adulto nell'intestino del cane dà luogo a modesti fenomeni irritativi. Ben più importante è invece la fase larvale cistica, sia per l'azione meccanica complessiva prodotta dal suo continuo accrescimento, sia per le possibili gravi complicazioni dovute alla sua rottura (shock anafilattico talvolta mortale, disseminazione di protoscolici nell'organismo causa di echinococcosi secondaria generalizzata), al suo infettarsi (ascessi epatici o polmonari) o alla sua trasformazione involutiva (caseificazione e calcificazione).

Epidemiologia: il cane infetto rappresenta la sorgente di infezione e gli ospiti intermedi si infettano con alimenti o acque contaminate dalle sue feci. Anche per l'uomo l'infezione può verificarsi per ingestione di acqua o alimenti contaminati o con le mani sudice. Le uova sopravvivono nel terreno per circa un anno. Il cane si infetta nutrendosi di residui della mattazione (clandestina o non controllata o, se controllata, ove non è stata eseguita la completa distruzione dei visceri parassitati) o di residui di carogne abbandonati sul terreno e contenenti cisti fertili che possono restare vitali ed infettanti per più giorni anche in mezzo a tessuti in putrefazione. L'echinococcosi è stata di recente riprodotta sperimentalmente in cani alimentati con carni vendute per alimentazione animale in rivendite autorizzate di Bologna e Roma (MANTOVANI *et al.*, 1978).

Diagnosi: negli animali, ospiti intermedi, si effettua quasi sempre come reperto necroscopico delle cisti. Nell'uomo vengono utilizzate reazioni sierologiche, l'intradermoreazione di Casoni ed indagini radiologiche, ecografiche e scintigrafiche che permettono spesso una diagnosi clinica. Per il cane non è sufficiente il reperto coprologico delle uova del parassita data la loro somiglianza con quelle di altre tenie del cane. Diagnosi certa si ha solo con il reperto di parassiti adulti nel duodeno o nell'ileo alla necroscopia.

Profilassi: si basa sull'educazione sanitaria, il trattamento periodico dei cani con tenicidi, il controllo della mattazione seguita dalla distruzione completa e sistematica dei visceri parassitati, il divieto di far accedere i cani nei mattatoi, la soppressione dei cani randagi.

Echinococcosi alveolare

È causata da *Echinococcus multilocularis*, parassita dell'intestino della volpe, del cane e del gatto. È presente in Europa (Baviera, Tirolo

austriaco e Francia), in Russia (Siberia), nel Giappone settentrionale e in Alaska.

L'ospite intermedio è costituito generalmente da roditori selvatici e talvolta da uomo, bovini ed ovini. L'adulto si differenzia da *E. granulosus* per la posizione del poro genitale e per le dimensioni più ridotte (4 mm). Il ciclo biologico è simile a quello di *E. granulosus*.

Le cisti piccolissime (circa 1,5 mm) sono ammassate l'una all'altra così da dare all'organo colpito un aspetto spugnoso, detto a mollica di pane. La mancanza di una membrana connettivale dell'ospite attorno alla cisti favorisce una invasione progressiva dell'organo di tipo tumorale. La localizzazione è epatica nel 95 % dei casi; provoca nell'uomo grave malattia con ittero, febbre irregolare, dimagrimento e letalità superiore all'80 % dei casi.

Cenurosi

Presente in Italia, è chiamata anche capostorno. È provocata da *Multiceps multiceps*, parassita allo stato adulto dell'intestino tenue di cani ed altri canidi, ospiti definitivi. Più frequentemente sono colpiti i cani da pastore. Gli ospiti intermedi sono ovini, caprini, bovini, equini ed uomo. L'adulto è lungo 40-100 cm. Lo stadio larvale, detto cenuro, si sviluppa solo nel sistema nervoso centrale dell'ospite intermedio ove può raggiungere un diametro di oltre 5 cm; contiene alcune centinaia o migliaia di scolici, visibili anche ad occhio nudo.

Ciclo biologico: adulto nell'intestino di un canide, emissione di proglottidi gravide con le feci, dispersione delle uova nei pascoli, ingestione dell'uovo da parte dell'ospite intermedio, larva esacanta in circolo, localizzazione nel sistema nervoso centrale, sviluppo del cenuro, ingestione del cenuro da parte di un canide, sviluppo dell'adulto.

Potere patogeno: causa sindromi neurologiche dovute alla compressione meccanica esercitata dal parassita, correlate alla localizzazione del cenuro.

Diagnosi: è generalmente clinica o necroscopica nell'ospite intermedio. Nel cane si effettua con il reperimento delle proglottidi nelle feci; le uova non sono differenziabili da quelle di altre tenie del cane.

Profilassi: basata sulla educazione sanitaria degli allevatori e delle popolazioni rurali, sul trattamento periodico dei cani con tenicidi, sul controllo e distruzione degli organi colpiti e sul divieto di accesso dei cani nei mattatoi.

Infezioni da nematodi

Trichinellosi

È causata da quattro diverse specie di nematodi del genere *Trichinella* di cui la più nota è *T. spiralis*. È stata segnalata in oltre 103 specie di mammiferi, per lo più carnivori, onnivori, roditori, insettivori (cane, gatto, lupo, volpe, orso, maiale, uomo, cinghiale, ratti, topi, riccio, ecc.) e occasionalmente anche erbivori (cavallo) (MANTOVANI *et al.*, 1976; PAMPIGLIONE *et al.*, 1978). È una delle zoonosi di maggiore rilievo, per la gravità dei sintomi, in sanità pubblica. Negli USA la sua diffusione si aggira attorno allo 0,1% della popolazione umana.

Sono nematodi piccolissimi (maschio lungo 1,5 mm, femmina lunga 3 mm), parassiti intestinali a vita molto breve.

Ciclo biologico: le larve, incistate nei muscoli dell'ospite, si liberano per digestione di questi muscoli da parte di un altro ospite recettivo, che li ha ingeriti. In 2-4 giorni si sviluppano gli adulti. Dopo l'accoppiamento i maschi muoiono entro pochi giorni, mentre le femmine vivipare sopravvivono per 4-16 settimane deponendo circa 1500 larve che attraverso il circolo sanguigno raggiungono i muscoli per formare in breve tempo cisti ovalari delle dimensioni di 400-600 μm in cui restano avvolte a spirale e vitali per molti mesi o anni.

Epidemiologia: classicamente vengono riconosciuti due tipi di cicli di diffusione, un ciclo urbano che coinvolge generalmente suini e ratti o suini e suini ed un ciclo silvestre che in Italia si verifica soprattutto fra volpi e roditori silvestri o volpi e volpi (per cannibalismo), con possibilità di intreccio fra i due cicli (suino allo stato semibrado che ingerisce carni trichinotiche di volpe su carcassa abbandonata).

Potere patogeno: a livello intestinale, azione di tipo traumatico-irritativo a cui consegue reazione infiammatoria della mucosa (diarrea). Successivamente si hanno fenomeni tossico-allergici generali (febbre, edema del volto, esantema, eosinofilia) che si sommano a fatti locali muscolari sia irritativi che tossici (miositi con mialgie, miocardite). A seconda della carica infettante nell'uomo le infezioni possono essere inapparenti, lievi, gravi o mortali.

Diagnosi: esame microscopico di frammenti di muscolo (esame trichinoscopico) e digestione artificiale di frammenti di muscolo nel suino; esami sierologici e biopsie nell'uomo.

Profilassi: controllo delle carni suine (esame trichinoscopico alla macellazione); igiene dell'alimentazione del suino, derattizzazione, cot-

tura prolungata delle carni o loro conservazione a -15 gradi centigradi per 30 giorni, o a -25 per 20 giorni. La salagione, il disseccamento e l'affumicazione delle carni non danno sicurezza completa.

Toxocariasi

È causata da *Toxocara canis*, nematode assai frequente nel cane anche in Italia, specialmente nei cuccioli e nei giovani. Il maschio misura 8-10 cm, la femmina 16-18 cm; ambedue hanno aspetto lanceolato per la presenza di ali cervicali; le uova sono sferoidali con parete spessa e mamellonata. Il complesso ciclo biologico è schematizzato nello schema seguente.

Il cane si infetta con uova presenti nel terreno, da larve presenti in muscoli di ospiti intercalari, da larve presenti nei muscoli della madre.

Potere patogeno: si osservano nel cane turbe enteriche, dimagrimento, astenia, anemia, processi flogistici e granulomatosi a carico del fegato e del polmone; l'intensità varia in relazione alla carica infettante di adulti e/o larve.

L'ingestione di uova fertili da parte dell'uomo può provocare gravi fenomeni infiammatori e necrotici a livello del fegato ed altri organi come cervello, occhio, ecc. (sindrome chiamata *larva migrans visceralis*).

Diagnosi: si effettua sul cane mediante esame delle feci. Nell'uomo per svelare la sindrome *l.m.v.* si utilizzano reazioni sierologiche che hanno evidenziato in Inghilterra una percentuale di positività sierologica del 2-3 % tra bambini di età scolare. Indagini al riguardo sono state condotte anche in Italia (GENCHI e FALAGIANI, 1980; BRUNELLO *et al.*, 1981; GENCHI, 1981; BRUNELLO *et al.*, 1982; GENCHI *et al.*, 1982; BRUNELLO *et al.*, 1983).

Profilassi: si basa sull'educazione sanitaria, sull'igiene dei canili, sulla disinfezione del terreno negli allevamenti di cani, sul trattamento delle cagne gravide e dei cuccioli di 2-3 settimane.

Anchilostomiasi

È determinata nei cani e nei gatti da varie specie di nematodi del genere *Ancylostoma*: *A. caninum* e *Uncinaria stenocephala* nel cane e *A. tubaeforme* nel gatto. Gli adulti lunghi 1-1,5 cm, vivono nel duodeno e nell'ileo attaccati alla mucosa intestinale con la bocca armata di lamine e denticoli con cui provocano piccole lesioni per succhiare il sangue di cui si nutrono.

Ciclo biologico: dalle uova, eliminate con le feci e maturate nel

terreno, fuoriescono larve rabditoidi che mutano in larve strongiloidi o filariformi divenendo infettanti; queste penetrano per via cutanea in ospiti idonei, passano in circolo, penetrano negli alveoli polmonari, risalgono l'albero respiratorio, divengono larve di quarto stadio, maturano in adulti nel tubo digerente dove si accoppiano e le femmine iniziano la deposizione delle uova.

Sintomatologia: negli animali si distingue una fase di penetrazione cutanea, una fase migratoria ed una intestinale. La prima, caratterizzata da intenso prurito e dermatiti, occasionalmente con infezioni secondarie piogeniche. La seconda è generalmente asintomatica, ma al tavolo anatomico patologico si osservano emorragie agli alveoli polmonari. La gravità dei sintomi nella fase intestinale dipende da vari fattori: età, condizioni nutritive, numero dei parassiti e resistenza specifica dell'animale. Si osserva in genere anemia ed enterite.

L'invasione e migrazione nella cute umana di larve di anchilostomi del cane e del gatto provoca la sindrome chiamata *larva migrans cutanea*. Le larve possono penetrare in qualunque punto della superficie cutanea, ma più colpiti sono mani e piedi. Le larve possono restare attive nella cute per settimane o mesi, ma raramente si spostano dal punto di ingresso. Dopo la penetrazione si manifestano nel punto di entrata piccole papule eritematose e pruriginose. Dopo 2-3 giorni si manifesta la caratteristica eruzione lineare serpiginosa, intensamente pruriginosa, che può persistere anche mesi. Successivamente possono comparire vescicole e croste. Si riscontra eosinofilia e si può avere infiltrato polmonare fugace a causa della migrazione delle larve attraverso i polmoni.

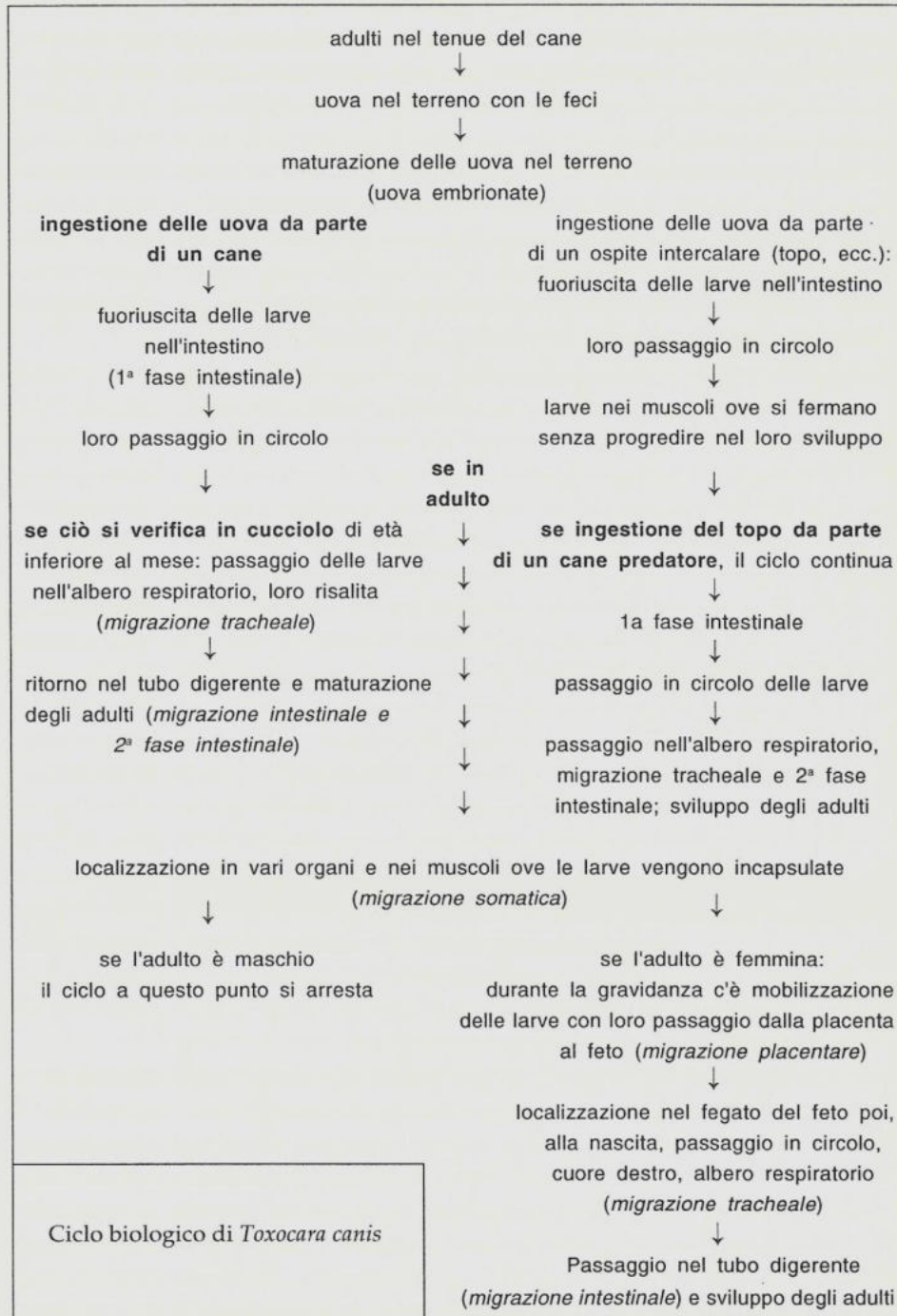
Diagnosi: negli animali è basata sulla ricerca microscopica delle uova nelle feci; la diagnosi della sindrome *l.m.c.* è essenzialmente clinica.

Profilassi: consiste nel mantenere buone condizioni igieniche degli animali, evitando l'umidità eccessiva, asportando e distruggendo le feci ed eseguendo periodiche disinfezioni.

Strongiloidiasi

È causata da *Strongyloides stercoralis*, nematode proprio dell'uomo, colpisce anche il cane e il gatto.

Ciclo biologico: le femmine partenogenetiche conducono vita parassitaria nello spessore della mucosa del duodeno; qui partoriscono uova che si schiudono lungo il tragitto intestinale liberando larve rabditoidi che giungono all'esterno con le feci; tali larve, nel terreno, possono evolvere in larve strongiloidi (o filariformi) infettanti oppure divengono adulti,



maschi e femmine a vita libera, di aspetto totalmente diverso da quello della femmina parassita. Gli adulti a vita libera, saprozoi e dotati di esofago rabditoide, sono a sessi separati e misurano circa 1 mm di lunghezza mentre le femmine parassite, istofaghe e con esofago rettilineo, strongiloide, hanno una lunghezza di oltre 2 mm. Gli adulti a vita libera si accoppiano nel terreno producendo uova da cui sgusciano larve rabditoidi che mutano in larve strongiloidi infettanti, del tutto simili a quelle precedentemente citate, per aspetto e comportamento. Le larve strongiloidi infettanti, derivate dal ciclo diretto o da quello indiretto, penetrano attivamente nel nuovo ospite per via cutanea, quindi per via ematica raggiungono il cuore destro, poi il polmone; dopo la penetrazione negli alveoli polmonari risalgono l'albero respiratorio, ridiscendono nell'intestino e qui evolvono a femmine adulte parassite partenogenetiche.

Può verificarsi una infezione diretta dell'ospite originario da parte delle larve rabditoidi, che evolvono nello stadio strongiloide infettante prima di abbandonare l'intestino. Una volta passate in circolo attraverso la mucosa intestinale, il ciclo continua con le stesse modalità.

Potere patogeno: le larve durante la migrazione possono determinare gravi dermatiti serpiginose, veicolare germi e provocare, specie durante il passaggio attraverso il polmone, fenomeni infiammatori, polmoniti localizzate, infiammazioni gravi in vari organi a seguito di localizzazioni ectopiche e reazioni allergiche generali ed eosinofilia. Gli adulti possono determinare infiammazione della mucosa intestinale e causare diarrea. Le autoinfezioni ed iperinfezioni, favorite in genere da fatti immunodepressivi, possono determinare gravi fenomeni allergici generali, talvolta fatali. La strongiloidiasi umana è considerata malattia opportunistica nell'AIDS.

Angiostrongilosi

Parassita dei ratti, accidentalmente dell'uomo, riscontrato in Australia, Isole del Pacifico, Asia meridionale. Gli adulti filiformi, lunghi 17-34 mm, vivono nelle arterie polmonari, depongono uova che vengono trattenute a livello dei capillari originando larve che passano negli alveoli polmonari, risalgono la trachea, vengono deglutite e quindi eliminate all'esterno con le feci. Per l'ulteriore sviluppo le larve devono essere ingerite o penetrare nell'ospite intermedio, un gasteropode polmonato. Quando questo viene ingerito da un ratto, le larve attraversano la parete dell'intestino e tramite il circolo sanguigno raggiungono il sistema nervoso centrale. Dopo ulteriore muta, le larve migrano nello spazio subaracnoideo, quindi raggiungono le arterie polmonari per divenire sessualmente mature.

Anfibi, pesci, crostacei ed altri invertebrati nutrendosi dei molluschi infetti possono fungere da ospiti paratenici o d'attesa.

Potere patogeno: nell'uomo, il parassita non compie il ciclo completo, ma solitamente muore nel sistema nervoso centrale determinando manifestazioni meningei gravi. L'uomo può infettarsi consumando crudi o poco cotti i molluschi ospiti intermedi o quelli paratenici. Sembra anche che le larve infettanti possano liberarsi dal mollusco e contaminare le verdure.

Dirofilariosi cardiaca

È causata da *Dirofilaria immitis*, parassita del cane, ma anche del gatto e della volpe e occasionalmente dell'uomo, diffuso in molte regioni del globo e assai frequente anche in Italia. Gli adulti misurano 15-25 cm e vivono nel ventricolo destro e nell'arteria polmonare; le femmine vivipare producono microfilarie che vengono trascinate nel circolo sanguigno da cui possono essere assunte con il pasto di sangue da zanzare. Ad avvenuta maturazione delle microfilarie in larve infettanti nella zanzara, queste possono essere inoculate, all'atto di un nuovo pasto di sangue, in un nuovo ospite definitivo.

Potere patogeno: nel cane può provocare da pochi sintomi a grave insufficienza cardio-circolatoria, dispnea, collasso, edema polmonare e talvolta morte improvvisa dell'ospite, in relazione alla carica infettante. Infezioni umane attribuite a questo nematode sono state più volte riportate negli U.S.A. con localizzazione cardiaca di singoli parassiti o più frequentemente in lesioni infartuali polmonari (HENNIGAR e FERGUSON, 1968).

Profilassi: assai difficile da attuare nelle zone di endemia dove peraltro si rendono utili trattamenti filaricidi stagionali e lotta alle zanzare.

Dirofilariosi sottocutanea

È causata da *Dirofilaria repens*, presente in molte regioni italiane e caratterizzata da un ciclo biologico simile al precedente; gli adulti vivono nel sottocute del cane con poca o nessuna patogenicità. Questo nematode può essere accidentalmente trasmesso all'uomo dove generalmente la larva si sviluppa in adulto senza riprodursi sessualmente; causa il formarsi di granulomi solitari a sede cutanea, sottocutanea, sottocongiuntivale, sottomucosa e talvolta anche polmonare (PAMPIGLIONE *et al.*, 1991).

Infestazioni da artropodi

Infestazioni da pulci

Le pulci sono insetti olometaboli, lunghi 2-4 mm, di colore bruno scuro, senza ali e corpo appiattito lateralmente; gli adulti hanno apparato boccale atto a pungere, sono ematofagi e resistono a lunghi digiuni; hanno arti forti e lunghi di cui il terzo paio atto al salto; le larve sono vermiformi, hanno apparato boccale masticatore con cui si nutrono di residui organici e materiale ematico parzialmente digerito dalle pulci adulte.

Sono importanti per l'irritazione che gli adulti con la puntura possono provocare, per le gravissime malattie infettive che possono trasmettere: peste bubbonica, tifo murino, ecc.) e perchè possono fungere da ospiti intermedi di parassiti.

Le pulci sono molto diffuse e praticamente tutti gli animali che vivono liberi ne sono infetti (SIOLI e TRALDI, 1983).

La trasmissione da un animale all'altro avviene per contatto diretto o indiretto. Le diverse specie hanno affinità per una particolare specie animale, ma questa è molto relativa. *Ctenocephalides canis* infatti, oltre che sul cane può ritrovarsi su gatto, coniglio, ratto, uomo, *Ctenocephalides felis felis* oltre che sul gatto può ritrovarsi su cane, coniglio, ratto, topo, uomo e *Pulex irritans* oltre che sull'uomo può ritrovarsi su ratto, coniglio e cane. L'uomo viene generalmente attaccato dalle pulci degli animali quando queste non dispongono di ospiti naturali; ciò si verifica soprattutto in ambienti in cui gli ospiti naturali non sono più presenti, ma sono rimaste uova, larve e pupe in maturazione.

Le infestazioni leggere, negli animali, sono pressochè asintomatiche, ma quelle massive provocano irritazioni cutanee con formazioni di squame e croste. Per l'uomo sono invece molto fastidiose anche leggere infestazioni essendo particolarmente sensibile alla puntura. Infestazioni massive provocano orticaria di tipo papuloso.

Profilassi: accurata e continua pulizia, disinfestazione degli animali e degli ambienti.

Infestazioni da zecche

Le zecche sono acari ematofagi capaci di trasmettere con la puntura importanti malattie infettive e parassitarie agli animali e all'uomo. Sono caratterizzate dalla presenza di stigmi respiratori posti sui lati, nelle vicinanze della parte basale del quarto paio di zampe; hanno corpo ovalare, appiattito a digiuno, rotondeggiante dopo il pasto (in modo

particolare le femmine). Sono parassiti obbligati temporanei o periodici di rettili, uccelli e mammiferi, con specificità più per l'ambiente che per la specie animale.

In Italia sono presenti (STARKOFF, 1958; MANILLA e SOBRERO, 1980; MANILLA, 1982, 1985; CANESTRI TROTTI *et al.*, 1984, 1988, 1991; CANESTRI TROTTI e CORRADINI, 1986; CANESTRI TROTTI e FIORAVANTI, 1988; SOBRERO e MANILLA, 1988; GIANNETTO *et al.*, 1991) oltre 30 diverse specie di zecche appartenenti alle famiglie Ixodidae (zecche dure) e Argasidae (zecche molli) che frequentemente attaccano l'uomo (SIOLI e TRALDI, 1983 *l.c.*).

Zecche Ixodidae

Hanno uno scudo chitinoso duro, particolarmente ispessito, che ricopre dorsalmente tutto il corpo del maschio, mentre si estende solo nella parte anteriore del corpo nelle larve, nelle ninfe e nelle femmine adulte; presentano dimorfismo sessuale accentuato: il corpo del maschio è duro e poco dilatabile, mentre quello della femmina è elastico e può assumere notevoli dimensioni quando è pieno di sangue, raggiungendo un peso pari a 100 volte quello iniziale; il corpo globoso è diviso in una parte anteriore, molto ridotta, detta gnatosoma (falsa testa) ed un tronco detto podosoma; lo gnatosoma è costituito da una base su cui si impiantano un paio di cheliceri, un ipostoma impari, un paio di palpi; il podosoma è dotato di zampe articolate, 4 paia negli adulti e nelle ninfe e 3 paia nelle larve.

La puntura non è solo vulnerante; i cheliceri lacerano la cute, la saliva digerisce i tessuti e l'ipostoma penetra gradatamente; la digestione salivare continua e provoca rotture di capillari e linfatici; sangue e linfa vengono così succhiati per aspirazione da una tasca emorragica, dapprima assai lentamente. Attorno all'ipostoma si forma una struttura a manicotto che rende più stretta la fissazione della zecca all'ospite.

Le zecche sottraggono una grande quantità di sangue, concentrandolo per rapida eliminazione dell'acqua tramite le ghiandole coxali e salivari.

Ciclo biologico: si distinguono zecche ad 1, 2, 3 ospiti. *Rhipicephalus sanguineus* ed *Ixodes ricinus* sono zecche a tre ospiti, tra le più comuni in Italia negli animali domestici ed anche nell'uomo. Le femmine adulte fecondate, succhiano sangue per 7-10 giorni, lasciano l'ospite e sul terreno iniziano la deposizione delle uova da cui, dopo 35-50 giorni, usciranno le larve che dovranno attaccarsi ad un primo ospite su cui compiere il pasto di sangue. Dopo il pasto le larve abbandonano l'ospite, cadono al suolo e compiono la metamorfosi che le porta divenire ninfe

dopo 7-9 giorni. Le ninfe compiono il pasto su un secondo ospite che abbandonano per trasformarsi in adulti che effettueranno il pasto e si accoppieranno su un terzo ospite. Il ciclo dura circa 2 mesi.

Azione patogena: possono trasmettere encefaliti, encefalomieliti, febbre Q, tularemia, piroplasmosi e borreliosi (Malattia di Lyme).

Generalmente poche zecche non determinano sintomi di rilievo, ma quando sono in gran numero si può avere anemia ed irritazioni cutanee che in seguito al grattamento possono infettarsi. Le ghiandole salivari delle zecche possono contenere una tossina che se inoculata può talvolta dare luogo nell'uomo e negli animali alla cosiddetta paralisi da zecche che si manifesta da poche ore a qualche giorno dopo che la zecca ha iniziato il pasto di sangue. Nei casi gravi si tratta di una paralisi ascendente di tipo flaccido che può portare a morte specialmente se non si provvede all'asportazione delle zecche. Nell'uomo di solito la sintomatologia determinata dalla puntura consiste in irritazione locale e complicazioni batteriche. Non risultano descritti in Italia casi umani di paralisi da zecche; sono state invece segnalate encefaliti da zecche (VERANI *et al.*, 1980) febbre bottonosa (SCAFFIDI, 1982; BALDELLI *et al.*, 1989), febbre Q (MANTOVANI e BENAZZI, 1951), Malattia di Lyme (FUMAROLA *et al.*, 1985; TREVISAN *et al.*, 1986).

Zecche Argasidae

Zecche molli, dorsalmente prive di scudo o placche chitinose ispessite. Guardando le ninfe e gli adulti dal dorso il rostro non è visibile, perchè disposto in posizione antero-ventrale. Dimorfismo sessuale non evidente.

Ciclo biologico: si attua attraverso le fasi di uovo, larva (esapode e con gnatosoma apicale), ninfa ed adulto; la ninfa prima di divenire adulto subisce più mute; dopo le mute la femmina depone uova più volte. Parassiti temporanei, succhiano il sangue dell'ospite (uccelli e mammiferi) soprattutto di notte, poi l'abbandonano per nascondersi negli anfratti dei ricoveri o nel terreno. Il pasto di sangue non è unico per ogni fase di sviluppo, come negli Ixodidae, nè si prolunga per più giorni; il sangue viene assunto in più volte e per brevi periodi. Possono resistere a lunghi digiuni, anche di anni. L'accoppiamento avviene sul terreno.

Argas reflexus è specie diffusissima in Italia, parassita dei piccioni che vivono nei tetti delle nostre case, ma anche di altri uccelli domestici e selvatici. I maschi misurano 4-5 x 3 mm, le femmine digiune 5 x 3 mm, ripiene di sangue 10 x 5 mm; il corpo in entrambi i sessi è fortemente appiattito, con bordi laterali che separano nettamente la faccia dorsale da quella ventrale.

Provoca anemie gravi nei giovani animali; può trasmettere *Borrelia anserina* (spirochetosi dei gallinacci) e *Aegyptianella pullorum*; si sospetta che possa trasmettere *B. burgdorferi* agente della Malattia di Lyme (SIMEONI *et al.*, 1991).

Queste zecche possono annidarsi nei sottotetti frequentati da piccioni e cadere poi nelle abitazioni umane pungendo anche l'uomo e provocando notevoli molestie (MIADONNA *et al.*, 1982; PAMPIGLIONE e CANESTRI TROTTI, 1986; GENCHI e FALAGIANI, 1991).

La disinfestazione degli ambienti infestati è molto difficile; recentemente in provincia di Trento si sono ottenuti buoni risultati con l'impiego di deltameterina (FILOSI, 1991).

Acariasi dermanissica

È causata da *Dermanyssus gallinae*, piccolo acaro del sottordine Mesostigmata, che colpisce piccioni, polli, uccelli selvatici, ma anche mammiferi domestici ed anche l'uomo. Ha corpo ovalare piriforme (0,7 mm), biancastro a digiuno, rosso dopo il pasto, zampe robuste. Vive di giorno nelle crepe o interstizi del suolo ed intonaci, di notte si porta sui volatili per succhiarne il sangue. Provoca anemie, irritazioni cutanee e perdita delle piume; trasmette agenti patogeni di interesse aviare come *Pasteurella aviseptica* e *Borrelia anserina*.

Rogne

Con questo termine si indicano alcune parassitosi cutanee provocate da diverse specie di acari dei generi *Demodex*, *Sarcoptes* e *Cheyletiella*.

Rogna demodettica

Gli acari del genere *Demodex* hanno corpo vermiforme lungo 0,25 mm. Sono cosmopoliti, frequentissimi nel cane, ma segnalati in altri mammiferi domestici e nell'uomo. Vivono parassiti nelle ghiandole sebacee e follicoli piliferi provocando la rogna demodettica particolarmente importante nel cane. Le lesioni compaiono in zone circoscritte della cute, soprattutto nella testa ove si formano papule senza che l'animale in un primo tempo ne soffra; in seguito la pelle diviene squamosa, ispessita, di colore rossastro, con zone depilate e formazione di pustole grigio-violaceo e croste; a questo punto l'animale emana odore ripugnante, il

prurito aumenta notevolmente, l'animale deperisce e si può avere cachessia e morte.

Casi di rogna demodettica sono stati segnalati nell'uomo, ma si ritiene siano causati da una specie specifica per questo ospite: *D. folliculorum*.

Rogna sarcoptica

È causata da *Sarcoptes scabiei*, specie cosmopolita che presenterebbe numerose varietà (da alcuni autori ritenute specie diverse), specializzate su diversi ospiti. Ne sono colpite varie specie animali fra cui il cane, il gatto e l'uomo. Esiste specificità d'ospite, ma possono aversi contagi con attecchimento del parassita anche su specie non abituali.

Sono acari dal corpo rotondeggiante con dimensioni al limite del visibile (0,2-0,5 mm). Larve, ninfe, maschi e anche femmine non fecondate si trovano sulla superficie della cute o in mezzo alle croste, mentre le femmine fecondate scavano gallerie nell'epidermide ove depositano le uova. Le larve sgusciate dalle uova perforano la parete della galleria, migrano in superficie divenendo ninfe e quindi adulti in 2-3 settimane.

Negli animali il parassita si localizza soprattutto nelle zone di cute scarsamente ricoperte di peli e determina intenso prurito; il soggetto parassitato traumatizza la cute sfregandosi violentemente; compaiono noduletti, vescicole, crostine e si ha caduta di pelo; successivamente si formano vere e proprie croste ed ispessimento della cute. Se la rogna viene trascurata si instaurano infezioni da piogeni. Gli acari di origine animale determinano nell'uomo irritazioni che sono principalmente di origine allergica e talvolta ipercheratosi; tali lesioni tendono tuttavia a guarire spontaneamente.

Rogne da Cheyletiella

Sono causate nelle diverse specie animali da specie diverse del genere *Cheyletiella*, acari dal corpo molle e ovalare (0,3-0,4 mm) che tuttavia non hanno strettissima specificità. Ad esempio *C. yasguri* provoca dermatiti nel cane, *C. blakei* nel gatto, *C. parasitivorax* nel coniglio, ma quasi sempre anche nelle persone che hanno contatti con gli animali parassitati. Negli animali l'infezione è generalmente asintomatica mentre nell'uomo si hanno lesioni puntiformi e pruriginose, soprattutto al tronco, arti, natiche. (CANESTRI TROTTI e VENTUROLI, 1978; CANESTRI TROTTI *et al.*, 1984).

Conclusioni

Nella lotta contro queste parassitosi hanno un ruolo determinante una corretta attività diagnostica e terapeutica, ma anche una precisa valutazione della situazione epidemiologica esistente che insieme alla educazione sanitaria costituisce un elemento essenziale per qualsiasi forma di profilassi.

A titolo informativo ci pare quindi utile riportare nelle seguenti tabelle i risultati di alcune delle ricerche svolte presso l'Istituto di Malattie Infettive, Profilassi e Polizia Veterinaria dell'Università di Bologna sulla distribuzione delle parassitosi del cane e del gatto a Bologna o in Emilia-Romagna.

Tab. 1. Esami coproparassitologici su 551 cani della città di Bologna (da CANESTRI TROTTI G. e PAMPIGLIONE S., «La Nuova Veterinaria», 49, 1973, pp. 270-273).

	Campioni fecali provenienti da soggetti						TOTALE	
	con sintomat. intestinale		randagi		del centro cittadino			
	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%
Campioni esaminati	151		100		300		551	
Campioni negativi	43	28,5	46	46,0	247	82,3	336	61,0
Campioni positivi per protozoi:								
<i>Isospora canis</i>	34	22,5	5	5,0	-	-	39	7,1
<i>Isospora bigemina</i>	3	2,0	1	1,0	1	0,3	5	0,9
<i>Isospora rivolta</i>	2	1,3	1	1,0	-	-	3	0,5
<i>Giardia canis</i>	1	0,7	-	-	-	-	1	0,2
Campioni positivi per elminti:								
<i>Trichuris vulpis</i>	50	33,1	28	28,0	31	10,3	109	19,8
<i>Toxocara canis</i>	21	13,9	19	19,0	17	5,7	57	10,3
<i>Toxascaris leonina</i>	13	8,6	13	13,0	4	1,3	30	5,4
<i>Ancylostomatidae</i>	19	12,6	4	4,0	2	0,7	25	4,5
<i>Taeniidae</i>	12	7,9	6	6,0	2	0,7	20	3,6
<i>Dipylidium caninum</i>	7	4,6	1	1,0	3	1,0	11	2,0
Campioni positivi per parassitosi plurime	44	29,1	14	14,0	7	2,3	65	11,8

Tab. 2. Esami coproparassitologici su 300 gatti della città di Bologna (da CANESTRI TROTTI G., ARNONE B. e PAMPIGLIONE S., «La Nuova Veterinaria», 49, 1973, pp. 274-278).

	Domestici		Randagi	
	N.	%	N.	%
Campioni esaminati	171		129	
Campioni negativi	69	40,4	37	28,7
Positivi per protozoi:				
<i>Isoospora felis</i>	33	19,3	27	20,9
<i>Isoospora bigemina</i>	2	1,2	1	0,8
<i>Isoospora rivolta</i>	2	1,2	0	0,0
<i>Toxoplasma gondii</i>	0	0,0	1	0,8
Positivi per elminti:				
<i>Toxocara cati</i>	80	46,8	75	58,1
Taeniidae	5	2,9	8	6,2
<i>Ancylostoma tubaeforme</i>	2	1,2	8	6,2
<i>Toxascaris leonina</i>	3	1,7	2	1,5
Positivi per parassitosi plurime	23	13,4	26	20,1

Tab. 3. Contaminazione del suolo dio aree di verde pubblico e istituzioni scolastiche di Bologna (da BETTINI P. e CANESTRI TROTTI G., «Parassitologia», 20, 1978, pp. 211-215).

	Aree di verde pubblico						Aree di istituzione scolastiche					
	sabbiera		terreno circost.		totale		sabbiera		terreno circost.		totale	
Campioni di suolo	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%
Esaminati	46		86		132		118		35		153	
Positivi	5	10,9	18	20,9	23	17,4	23	19,5	4	11,4	27	17,6
positivi per:												
Coccidi	1	2,2	3	3,5	4	3,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ancylostomatide	1	2,2	12	14,0	13	9,8	8	6,8	1	2,9	9	5,9
<i>Toxocara sp.</i>	0	0,0	6	7,0	6	4,5	6	5,1	2	5,7	8	5,2
<i>Toxascaris leonina</i>	1	2,2	1	1,2	2	1,5	7	5,9	1	2,9	8	5,2
<i>Trichuris vilpis</i>	3	6,5	3	3,5	6	4,5	2	1,7	0	0,0	2	1,3

Tab. 4. Esami coproparassitologici su 790 cani di proprietà nella città di Bologna (da ARNONE B. e LABANTI G., «Boll. Ass. It. Vet. piccoli animali», 1979, 18, pp. 35-38).

CAMPIONI	TOTALI	CAMPIONI		M	F
		<12 MESI	>12 MESI		
N° Esaminati	790	448	342	499	291
Positivi	51,4	60,9(a)	38,9(b)	54,0	48,8
Positivi per:					
parassitosi plurime	12,9	14,7	10,5	11,9	15,1
oocisti di coccidi	5,7	7,8(c)	2,9(d)	5,7	5,8
uova di <i>Toxocara canis</i>	21,6	33,3(e)	6,4(f)	22,7	20,6
uova di <i>Toxascaris leonina</i>	7,2	7,1	7,3	7,0	7,9
uova di <i>Trichuris vulpis</i>	13,3	11,4	15,8	13,3	13,7
uova di <i>Ancylostoma caninum</i> e/o <i>Uncinaria stenocephala</i>	11,3	12,9	9,1	10,4	13,1
uova e/o proglottidi di cestoidi	7,0	6,0	8,2	6,7	7,6

Nota: Solo le differenze di positività fra (a) e (b), fra (c) e (d), fra (e) e (f) sono statisticamente significative, ($P < 0,05$). M = maschi; F = femmine.

Tab. 5. Esami coproparassitologici in cani della provincia di Forlì (da BAZZOCCHI F. e CANESTRI TROTTI G., «Parassitologia», 22, 1980, pp. 149-154).

Campioni e specie di parassiti	Campioni di feci provenienti da cani								Totale	
	da caccia		da guardia e compagnia		randagi		da pastore			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Campioni esaminati	256		109		35		10		410	
Campioni positivi	194	76	73	67	27	77	8		302	74
Campioni positivi per:										
<i>Ancylostoma caninum</i> e/o <i>Uncinaria stenocephala</i>	71	28	23	21	11	31	2		107	26
<i>Toxocara canis</i>	48	19	25	23	11	31	1		85	21
<i>Trichuris vulpis</i>	43	17	12	11	9	26	0		64	16
Tecniidae	36	14	9	8	3	9	5		53	13
<i>Toxascaris leonina</i>	23	9	10	9	2	6	1		36	9
<i>Dipylidium caninum</i>	7	3	6	6	0	0	1		14	3
Coccidi	5	2	6	6	1	3	0		12	3
Campioni positivi per parassitosi plurime	33	13	14	13	7	20	2		56	14

Tab. 6. Esami coproparassitologici su gatti della città di Bologna (da CANESTRI TROTTI G. e ARNONE B., «Parassitologia», 28, 1986, pp. 212-214).

	Maschi		Femmine		< 4 mesi		fra 4 e 12 mesi		> 12 mesi		Domestici		Semi-domestici		Randagi		Totale	
	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%
Campioni esaminati	44		44		31		17		40		53		19		16		88	
Campioni positivi	22	50,0	18	40,9	19	61,3	9	52,9	12	30,0	22	41,5	9	47,4	9	56,3	40	45,4
Positivi per protozoi:																		
<i>Cyphosporidium muris</i>	1	2,3	0	0	0	0	0	0	1	2,5	1	1,9	0	0	0	0	1	1,1
<i>Giardia cati</i>	3	6,8	3	6,8	5	16,1	1	5,9	0	0	4	7,5	0	0	2	12,5	6	6,8
<i>Isospora felis</i>	0	0	3	6,8	2	6,4	1	5,9	0	0	1	1,9	1	5,3	1	6,2	3	3,4
<i>Isospora rivolta</i>	1	2,3	1	2,3	0	0	0	0	2	5,0	2	3,8	0	0	0	0	2	2,2
<i>Sarcocystis spp.</i>	0	0	1	2,3	0	0	1	5,9	0	0	0	0	1	5,3	0	0	1	1,1
<i>Toxoplasma spp.</i>	0	0	2	4,5	2	6,4	0	0	0	0	2	3,8	0	0	0	0	2	2,2
Positivi per Elminti																		
<i>Ancylostoma tubaeforme</i> 1	2,3	0	0	0	0	0	0	1	2,5	0	0	1	5,3	0	0	1	1,1	
<i>Dipylidium caninum</i>	3	6,8	1	2,3	1	3,2	0	0	3	7,5	1	1,9	2	10,5	1	6,2	4	4,5
Taeniidae	1	2,3	0	0	0	0	0	0	1	2,5	0	0	1	5,3	0	0	1	1,1
<i>Toxocara cati</i>	14	31,8	14	31,8	16	51,6	8	47,0	4	10,0	16	30,2	5	26,3	7	43,7	28	31,8
Positivi per parassitosi plurime	2	4,5	6	13,6	7	22,6	1	5,9	0	0	5	9,4	1	5,3	2	12,5	8	9,0

Tab. 7. Risultati indagine parassitologica su 91 canii sottoposti a necropsopia nelle città di Bologna, Firenze e Milano (da POGLAYEN G., TRALDI G., CAPELLI G. e GENCHI C., «Ann. Ist. Super. Sanità», 22 (1), 1986, pp. 513-516).

Dei 116 gatti esaminati, 91 (78%) sono risultati positivi per parassiti gastro-enterici; in particolare:

<i>Toxocara cati</i>	57	(49%)
<i>Dipylidium caninum</i>	48	(41%)
<i>Isospora felis</i> (11) e altri coccidi (4)	15	(16%)
<i>Taenia hydatigera</i>	13	(11%)
<i>Ancylostoma tubaeforme</i>	11	(9%)
<i>Toxascaris leonina</i>	4	(3%)
<i>Ollulanus tricuspis</i>	4	(3%)
<i>Mesocestoides lineatus</i>	2	(1,7%)
<i>Spirometra</i>	1	(0,8%)
Infestazioni multiple	55	(60%)

Bibliografia

- ARRU E., LEONI A. e MARCEDDU L., *Indagini sui rapporti tra idatidosi-echinococcosi degli animali e dell'uomo*, «Clin. Vet.», 105, 1982, pp. 307-312.
- ARRU E., NIEDDU A.M., HUBER H.O. e BALBO S.M., *Idatidosi in Italia con particolare riferimento alla Sardegna ed alla Sicilia*, «Atti Tav. Rot. Echinococcosi-Idatidosi», Alghero, 1980, pp. 29-31.
- BALDELLI R. e MANTOVANI E., *Zoonosi trasmesse da animali da laboratorio*, «N. Ann. Igiene Microbiol.», 25, 1974, pp. 1-83.
- BALDELLI R., MORGANTI L., CIMMINO C. e SEBASTIANI P., *Rickettsia conorii: indagine sieroepidemiologica nel cane e nell'uomo in provincia di Bologna*, «Atti Soc. It. Scienze Veter.», 43, 1989, pp. 1105-1109.
- BALLARINI G., *Patologia animale da urbanizzazione e salute umana*, «Atti Giornata di studio su Zoonosi ed animali da compagnia. Scuola per la ricerca scientifica», Brescia, 1983, pp. 11-27.
- BALLARINI G., *Linee di intervento sulle popolazioni di colombi in città*, «Nuovo Progr. Vet.», 39, 1984, pp. 1126-1134.
- BELLANI L., MANTOVANI A. e RAVAIOLI L. (a cura), *Proceedings of the W.H.O. Expert Consultation on some Veterinary Public Health Problems*, «Ann. Ist. Super. Sanità», 14, 1978, pp. 185-409.
- BETTINI P. e CANESTRI-TROTTI G., *Contaminazione parassitaria da feci di cane e gatto nel terreno e nelle sabbie di giardini pubblici e scuole della città di Bologna*, *Parassitologia*, 20, 1978, pp. 211-215.

- BRUNELLO F., FALAGIANI P. e GENCHI C., *L'impiego del Rast per la determinazione delle IgE specifiche verso gli antigeni larvali di Toxocara canis in una sospetta epidemia intrafamiliar di toxocariasi*, «Parassitologia», 23, 1981, pp. 29-132.
- BRUNELLO F., GENCHI C. e FALAGIANI P., *Larva migrans viscerale da Toxocara cati*, «Rec. Progr. in Medicina», 73, 1982, pp. 65-82.
- BRUNELLO F., GENCHI C. e FALAGIANI P., 1983, *Detection of Larva - specific IgE in human toxocariasis*, «Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.», 77, 1983, pp. 279.
- CANESTRI TROTTI G., *Criptosporidiosi: contributi di ricerca dell'Istituto di Malattie Infettive, Profilassi e Polizia Veterinaria dell'Università di Bologna*, «Giorn. Mal. Infett. Parassit.», 39, 1987, pp. 476-484.
- CANESTRI TROTTI G. e CORRADINI L., *Aggiornamento alla fauna ixodologica dell'Emilia-Romagna*, «Parassitol.», 28, 1986, pp. 215-216.
- CANESTRI TROTTI G., CORRADINI L. e VISCONTI S., *Indagine preliminare sulla fauna ixodologica del Boscone della Mesola (Ferrara)*, «Ann. Ist. Super. Sanità», 22, 1984, pp. 481-482.
- CANESTRI TROTTI G., FANTINATI M. e FIORAVANTI M.L., *Aggiornamento alla fauna ixodologica del Veneto*, «Parassitol.», 30 suppl., 1988, pp. 41-42.
- CANESTRI TROTTI G. e FIORAVANTI M.L., *Aggiornamento alla fauna ixodologica del Trentino-Alto Adige*, «Atti Conv. Intern. Mal. Infett. arco alpino», Castelrotto Siusi, 1988, pp. 46-47.
- CANESTRI TROTTI G., FIORAVANTI M.L. e RUSSEL E., *Reperti ixodologici nel Friuli Venezia Giulia (1985-89)*, «Atti 2° Conv. Intern. Malattie Infettive nell'arco alpino», Siusi allo Sciliar, 1991, pp. 52-53.
- CANESTRI TROTTI G., TAMPPIERI M.P. e VISCONTI S., *Segnalazione di acari del genere Cheyletiella Canestrini 1885 in gatti a Bologna*, «Atti Soc. It. Sci Vet.», 38, 1984, pp. 767-770.
- CANESTRI TROTTI G. e VENTUROLI M., *Segnalazione in un cane in Italia di Cheyletiella yasguri Smiley 1965*, «Parassitologia», 20, 1978, pp. 205-210.
- CANESTRI TROTTI G., VISCONTI S., VACCA F. e ZONI D., *Sulla presenza di Giardia intestinalis in asili nido della città di Bologna nel 1987*, «Giorn. Mal. Inf. Parassit.», 40, 1988, pp. 638-640.
- FILOSI L., *Esperienza di lotta alle zecche in provincia di Trento*, «Atti 2° Conv. Intern. Malattie Infettive nell'arco alpino», Siusi allo Sciliar, 1991, pp. 35-36.
- FUMAROLA D., MARCUCCIO C., CROVATO F., NAZZARI G., CIMMINO M.A. e BIANCHI G., *Lyme diseases in Italy. First reported case*, «Boll. Ist. Sierot. Milan.» 64, 1985, pp. 483-485.
- GENCHI C., *Incidenza di uova di alcune specie di elminti intestinali del cane nei parchi pubblici della città di Milano*, «Arch. Vet. Ital.», 27, 1976, pp. 98-99.
- GENCHI C., *Ascaridiosi del cane e salute pubblica*, «Praxis Vet.», 2, 1981, pp. 8-9.
- GENCHI C., *Zoonosi da endoparassiti*, «Atti Giornata di studio su Zoonosi ed animali da compagnia. Scuola per la ricerca scientifica», Brescia, 1983, pp. 67-87.
- GENCHI C. e FALAGIANI P., 1980, *Indagine preliminare sulla diffusione di larva migrans viscerale di Toxocara spp. nella popolazione umana: immunodiagnosi con il Rast*,

- «Parassitologia» 22, 1980, pp. 314-315.
- GENCHI C. e FALAGIANI P., *Reazioni allergiche al morso degli Argasidi: un rischio emergente per la salute pubblica*, «Atti 2° Conv. Intern. Malattie Infettive nell'arco alpino», Siusi allo Sciliar, 1991, pp. 34-35.
- GENCHI C., FALAGIANI P. e BRUNELLO F., *Incidence of Toxocara Specific IgE antibodies in humans on north Italy urban areas*, «Acta Med. Pat. Inf. Trop.» 1° suppl., 1982, pp. 141-143.
- GIANNETTO S., FIORAVANTI M.L., TUMINO G. e CANESTRI TROTTI G., *Aggiornamento alla fauna ixodologica della Sicilia. Nota I*, «Atti XLV Conv. Naz. Soc. It. Sci. Vet.», Palermo, 1991 (in stampa).
- HENNIGAR G.R. e FERGUSON R.W., *Pulmonary dirofilariasis manifested as a coin lesion: report of a case and review of the literature*, «Arch. Pathol.», 85, 1968, pp. 266-271.
- MANDELLI G. e PERSIANI G., *Ricerche sierologiche sulla presenza e diffusione della toxoplasmosi nei piccioni torraioli (Columba livia)*, «Clin Vet.», 89, 1966, pp. 101
- MANILLA G., *Zecche ed Uccelli d'Italia II*, «Riv. Parassit.», 43, 1982, pp. 367-381.
- MANILLA G., *Nuove osservazioni faunistiche e biologiche sulle zecche (Acari: Ixodoidea) in Abruzzo ed altre regioni d'Italia (nota IV)*, «Parassitol.», 27, 1985 pp. 279-295.
- MANILLA G. e SOBRERO L., *Nuove osservazioni faunistiche e biologiche sulle zecche d'Abruzzo (Nota II)*, «Riv. Parassit.», 41, 1980, pp. 55-163.
- MANTOVANI A., *Igiene urbana veterinaria*, «Atti Giornata studio Zoonosi ed animali da compagnia. Scuola per la ric. scient.», Brescia, 1983, pp. 115-160.
- MANTOVANI A., BATTELLI G. e ZANETTI R., *Aspetti e problemi della convivenza animali-uomo in città*, «Boll. Ass. It. Vet. Piccoli Animali», 15, 1976, pp. 242-253.
- MANTOVANI A., BATTELLI G. e ZANETTI R., *Problems associated with coexistence of man and animals in urban areas*, «Ann. Ist. Super. Sanità», 14, 1978 a, pp. 265-272.
- MANTOVANI A., BATTELLI G. e ZANETTI R., *Special problems of zoonoses connected with urban areas*, «Ann. Ist. Super. Sanità», 14, 1978 b, pp. 287-294.
- MANTOVANI A. e BENAZZI P., *Isolamento della Coxiella burneti dal cane naturalmente infetto mediante la zecca Rhipicephalus sanguineus*, «Atti Soc. It. Sci. Vet.», 5, 1951, pp. 363-368.
- MANTOVANI A., FILIPPINI I., SACCHETTI A., BERGOMI S., CAVRINI C., MARASTONI G., BALESTRAZZI V., BALDELLI R., BATTELLI G., CANESTRI TROTTI G., GAIARDI S., MARI S., SANGUINETTI V., AMBROSI M., POLIDORI G. e PIERGILI-FIORETTI D., *Observations sur un foyer de trichinose humaine en Italy*, «Bull. Acad. Vet. France», 49, 1976, pp. 213-217.
- MANTOVANI A., POGLAYEN G., STAGNI M., TASSI P. e WIDENHORN O., *Infezione urbana da Echinococcus granulosus*, «Parassitologia», 20, 1978, pp. 101-111
- MIADONNA A., TEDESCHI A., LEGGIERI E., FALAGIANI P., NAZZARI M., MANZONI M. e ZANUSSI C., *Anaphylactic shock caused by allergy to the venom of Argas reflexus*, «Ann. Allergy», 49, 1982, pp. 293-294.
- Oms, *WHO/Wsava guidelines to reduce human health risks associated with animals in*

- urban areas, «Veterinary Public Health», 81, 1981, p. 29.
- PAMPIGLIONE S., *Indagini sulla diffusione dell'imenolepiasi nella Sicilia occidentale*, «Parassitol.», 4, 1962, pp. 49-58.
- PAMPIGLIONE S., BALDELLI R., CORSINI C., MARI S. e MANTOVANI A., *Infezione sperimentale del cavallo con larve di trichina*, «Parassitol.», 20, 1978, pp. 183-193.
- PAMPIGLIONE S. e CANESTRI TROTTI G., *Nuove osservazioni sulla presenza molesta di Argas reflexus in abitazioni umane a Bologna*, «Acta Medit. Patol. Inf. Trop.», 3, 1986, pp. 1-5.
- PAMPIGLIONE S. e CANESTRI TROTTI G., *Guida allo studio della Parassitologia*, Esculapio, Bologna, 1990.
- PAMPIGLIONE S., CANESTRI TROTTI G. e RIVASI F., *La dirofilariose humaine en Italie*, «Ann. Parasit. Hum. Comp.», 66, 1991, pp. 1-9.
- PAMPIGLIONE S., e DI GUARDO G., *La botriocefalosi sul lago Maggiore: a proposito di un nuovo caso umano*, «Riv. Parassit.», 29, 1968, pp. 191-196.
- PAMPIGLIONE S. e SAMIR YASSIN M.A., *Ruolo degli animali nella epidemiologia della toxoplasmosi umana*, «Nuovo Progr. Vet.» 28, 1973, pp. 727-732.
- PUCCHINI V. e COLELLA G., *Nuovi controlli sulla incidenza della infestazione del cane da Echinococcus granulosus (Batsch, 1786) in provincia di Matera*, «Nuovo Progr. Vet.», 34, 1979, pp. 1049-1050.
- ROMBOLI B., SCHIAVO A., POGLAYEN G., PAPALIA S., DE GIOVANNI F. e MARTINI M., *Rilevazioni statistiche inerenti l'incidenza dell'echinococcosi-idadidosi in Italia*, «Atti Tav. Rot. «Echinococcosi-Idatidosi"», Alghero, 1980, pp. 13-18.
- SCAFFIDI V., *Rilievi acarologici siciliani per l'attuale endemoepidemia di febbre bottonosa: Rhipicephalus sanguineus*, «Riv. Parassit.», 43, 1982, pp. 167-174.
- SCHAFFERT R.M. e STRAUCH D., *Naturally infected dog droppings from public parks and playgrounds as a possible source of infections with salmonellae and helminths*, «Proceedings of the W.H.O. Expert Consultation on some Veterinary Public Health Problems. Ann. Ist. Super. Sanità», 1978, pp. 295-300.
- SIMEONI J., CACCIAPUOTI B., CICERONI C., CONCI P., LOESCH M., MIAN P. e VEDOVELLI C., *La diffusione delle zecche in Alto Adige ed il loro significato quali vettori di malattie*, «Atti 2' Conv. Intern. Malattie Infettive nell'arco alpino», Siusi allo Sciliar, 1991, pp. 40-42.
- SIOLI C. e TRALDI G., *Zoonosi da ectoparassiti*, «Atti Giorn. Studio Zoonosi animali da compagnia. Scuola per la ric. scient.» Brescia, 1983, pp. 89-102.
- SOBRERO L. e MANILLA G., *Aggiornamenti sulle zecche d'Italia*, «Bonifica», 2 suppl., 1988, pp. 1-111.
- STARKOFF O., *Ixodoidea d' Italia*, Pensiero Scientifico, Roma, 1958.
- TREVISAN G., CROVATO F., MARCUCCIO C., FUMAROLA D. e SCARPA C., *Lyme Disease in Italy*, «Zbl. Bakt. Hyg. A.», 263, 1986, pp. 459-463.
- VERANI P., LOPES M.C., CIUFOLINI M.G., NICOLETTI L., AMADUCCI L., FRATIGLIONI L., PACI P., LEONCINI F. e BALDUCCI M., *Studies on the occurrence of tick-borne encephalitis in Italy*, «Proc. Int. Symp. New Aspects Ecol. Arbovir.», Bratislava, 1980, pp. 65-74.

L'uomo e la città

LO SVILUPPO URBANO: DALLE ORIGINI A MEGALOPOLIS

*Carlo Cencini**

Alla ricerca di una definizione

Fra le modificazioni dell'ambiente da parte dell'uomo, la creazione delle città è senza dubbio quella più radicale, quella che più di ogni altra cancella e trasforma le originarie condizioni naturali, creando un paesaggio artificiale o «costruito» completamente nuovo.

Il primo problema in cui ci si imbatte, nello studio delle città, è quello di definire esattamente l'oggetto di studio. Malgrado siano ben chiare a tutti le profonde differenze esistenti tra le due forme estreme di insediamento, quello urbano e quello rurale, in realtà le differenze tra città e campagna, a cui ci riferiamo così facilmente nel linguaggio quotidiano, sono assai sfumate e diventano molto difficili da definire in precisi termini di studio.

Un tempo la città si poneva in netta contrapposizione con la campagna circostante per il fatto di essere chiusa entro la cerchia protettrice delle mura, che costituivano una barriera fisica molto netta tra urbano e rurale. La crescita urbana conseguente all'industrializzazione ha fatto ben presto superare quella situazione ideale, portando allo scavalco delle rigide cinte murarie e al dilagare delle periferie urbane nelle campagne circostanti.

Oggi i confini della città non sono sempre ben definiti e molto spesso la città sfuma, poco a poco, quasi impercettibilmente, verso la campagna. Non esiste più, cioè, né fisicamente, né socialmente, una chiara e netta dicotomia tra città e campagna. Soprattutto nei paesi industrializzati ci troviamo sempre più spesso di fronte ad una continuità senza soluzione, dove non esiste di fatto un punto in cui termina

* Istituto di Geografia dell'Università di Bologna

l'ambiente rurale e comincia quello urbano e la divisione tra popolazione urbana e popolazione rurale è necessariamente arbitraria.

Se poi si percorre la scala delle forme di insediamento, dalla fattoria isolata al villaggio, alla cittadina, alla città, fino alle grandi metropoli, a ben guardare non è possibile trovare una linea di demarcazione netta e concettualmente significativa oltre la quale un agglomerato rurale minimo diventa urbano e viceversa. Ne consegue che il metodo universale e apparentemente più efficace di definire una città, sulla base di un numero minimo di abitanti, è difficilmente applicabile soprattutto in presenza di situazioni economiche e sociali diverse.

Se il numero degli abitanti non basta a differenziare un insediamento minimo da una città, un elemento distintivo essenziale è dato, invece, dalle «funzioni», cioè dai servizi offerti dal centro. Mentre un villaggio rurale vive essenzialmente di attività agricole, la città presenta una prevalenza di numerose e diversificate attività non solo agricole, ma anche commerciali, industriali, finanziarie, amministrative, culturali e sociali.

L'origine della città

La città, secondo un antico detto, è vecchia quanto la civiltà; entrambe sono il frutto di lunghi e complessi processi di natura sociale, economica e politica, sviluppatisi autonomamente e in tempi diversi in varie parti del mondo.

Le prime manifestazioni di vita urbana sono nate nell'Oriente: in Mesopotamia, nella bassa valle del Nilo e nelle vaste pianure dell'Indo, tra i 5000 e i 7000 anni a.C., e sono state rese possibili dalla concentrazione di un *surplus* di beni alimentari prodotti localmente dalla diffusione di una agricoltura irrigua e intensiva, che utilizzava tecniche molto avanzate, quali l'uso dei metalli, dell'aratro, della ruota, della ceramica, ecc.

Catal Huyuk in Anatolia e Uruk, in Mesopotamia, meritano l'appellativo di città più antiche della storia, ma analoghi fermenti aggregativi percorsero la Siria, la Palestina e l'Egitto. Con varianti più o meno significative, troviamo insediamenti di tipo urbano in Egitto (Menfi, Tebe, Heliopolis, Luxor); in Mesopotamia (oltre alla citata Uruk: Ur, Kish, Susa, Ninive e la favolosa Babilonia); in Siria (la mitica Ebla); in Anatolia (Hattusa e Troia, teatro delle note vicende omeriche); in Fenicia (Tiro, Biblo e Sidone); in Palestina (Gerico e Gerusalemme). Analoghe

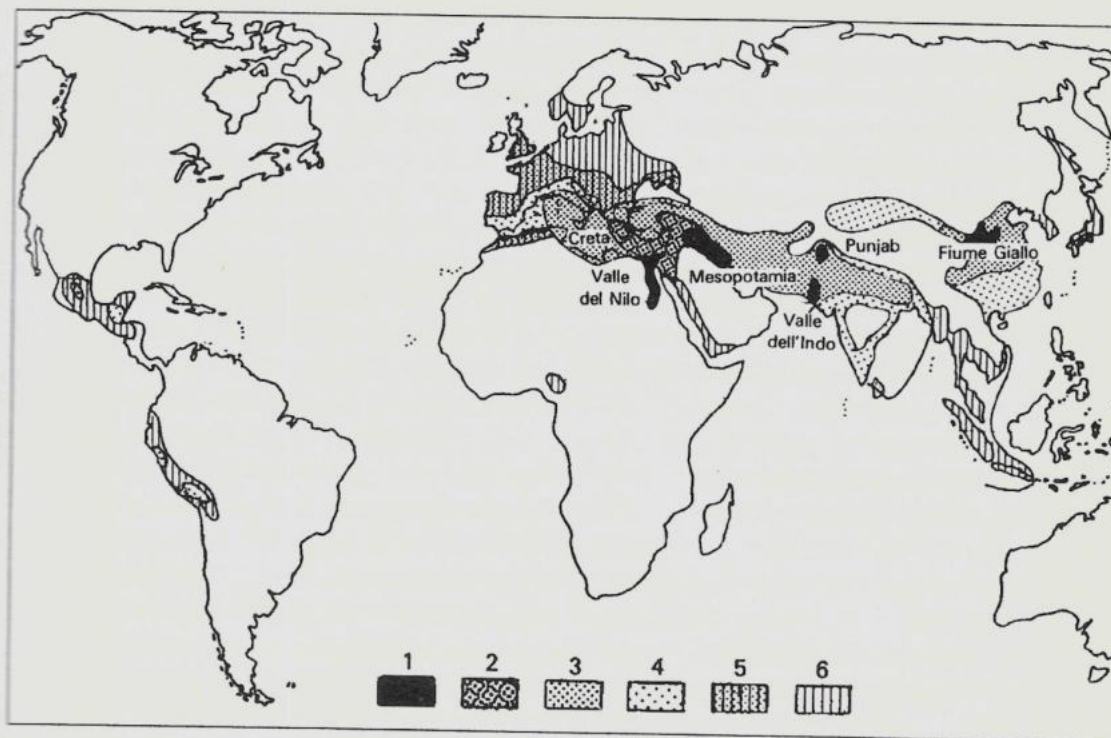


Fig. 1. La diffusione del fenomeno urbano: 1. Civiltà urbane nel III millennio a.C.; 2. Focolai e zone di urbanizzazione con origine nel II millennio; 3. Diffusione nel I millennio fino al V secolo a.C.; 4. Diffusione tra il V e il I secolo a.C.; 5. Diffusione sotto l'impero romano; 6. Diffusione nel Medioevo.

origini hanno avuto le prime città del Medio Oriente (Susa e Persepoli in Persia) e della valle dell'Indo (Harappa e Mohenjo-Daro).

Un poco più tardi sorsero le prime città della Cina, come Anyang e Chengchou lungo le fertili valli del Fiume Giallo, durante la dinastia Shang. In America la vita urbana fiorì invece solo alla fine del II millennio a.C. in due aree assai lontane e ben distinte: lungo la costa atlantica dell'attuale Messico, con lo sviluppo delle città di Copàn, Uxmal, Chichen, ecc., nell'ambito della civiltà maya, e di Cuzco, nell'altopiano andino, a opera della civiltà inca.

La forma tipica urbana di quel tempo era la città-palazzo, abitazione del sovrano (quasi sempre divinizzato). Attorno al palazzo reale si dislocavano i templi, i magazzini, i quartieri amministrativi. Nelle prime fasi della storia umana le città dovevano essere molto piccole. Secondo i risultati degli scavi in Mesopotamia e nella Valle dell'Indo, la popo-

lazione urbana oscillava dai 7 ai 20.000 abitanti, che sono valori molto modesti se paragonati agli standard moderni.

L'urbanizzazione giunse per la prima volta in Europa solo nel III millennio a.C., e precisamente nell'isola di Creta, dove, grazie alla posizione estremamente favorevole al commercio nel Mediterraneo orientale, sorse la civiltà minoica o cretese. Da qui la civiltà urbana si diffuse alla Grecia continentale, dove si sviluppò la civiltà micenea (con le città di Micene, Argo, Tebe, Tirinto, ecc.).

In Grecia le città si svilupparono e si moltiplicarono; nel V secolo a.C. se ne contavano circa 200. La città greca era una tipica *città-stato*, vale a dire che ogni città (e l'area circostante ad essa tributaria) costituiva un'unità politica territorialmente ben definita, indipendente e autosufficiente. Le città avevano dimensioni e popolazione assai ridotte, erano cinte da mura ed erano costituite da un insediamento che sorgeva ai piedi di una cittadella fortificata o *polis* (ad esempio la famosa Acropoli di Atene). A quel tempo le città svolgevano soprattutto tre funzioni: quella mercantile, quella politico-amministrativa e quella religiosa; a ciascuna di esse corrispondeva una particolare struttura urbana: la piazza del mercato (*l'agorà*, ove si svolgevano anche le riunioni pubbliche), il palazzo governativo e il tempio.

Tra il 750 e il 500 a.C. i mercanti greci fondarono numerose città coloniali lungo le coste europee del Mediterraneo (tra cui Marsiglia), in Asia Minore e sulle coste del Mar Nero. Molte città raggiunsero fama e splendore come le colonie dell'Italia meridionale (la cosiddetta Magna Grecia), alcune delle quali (ovviamente assai trasformate) esistono ancora oggi, come Siracusa, Agrigento, Reggio Calabria, Crotona, Metaponto, Taranto, ecc.

La città romana

Una delle maggiori imprese dei Romani fu la diffusione della città e della vita urbana in gran parte dell'Europa occidentale. Ai tempi di Augusto, in Italia erano state fondate circa 400 nuove città. Altre città furono fondate nella Penisola Iberica, nella Gallia fino alla frontiera del Reno, nell'Europa orientale fino al Danubio e, oltre la Manica, in Britannia, in aree che non avevano conosciuto prima alcuna forma di vita urbana.

Numerose città romane sorsero attorno agli accampamenti militari, dove commercianti e artigiani si stabilivano per approvvigionare l'esercito, come testimonia la presenza dei suffissi *caster* o *chester* (derivati dal

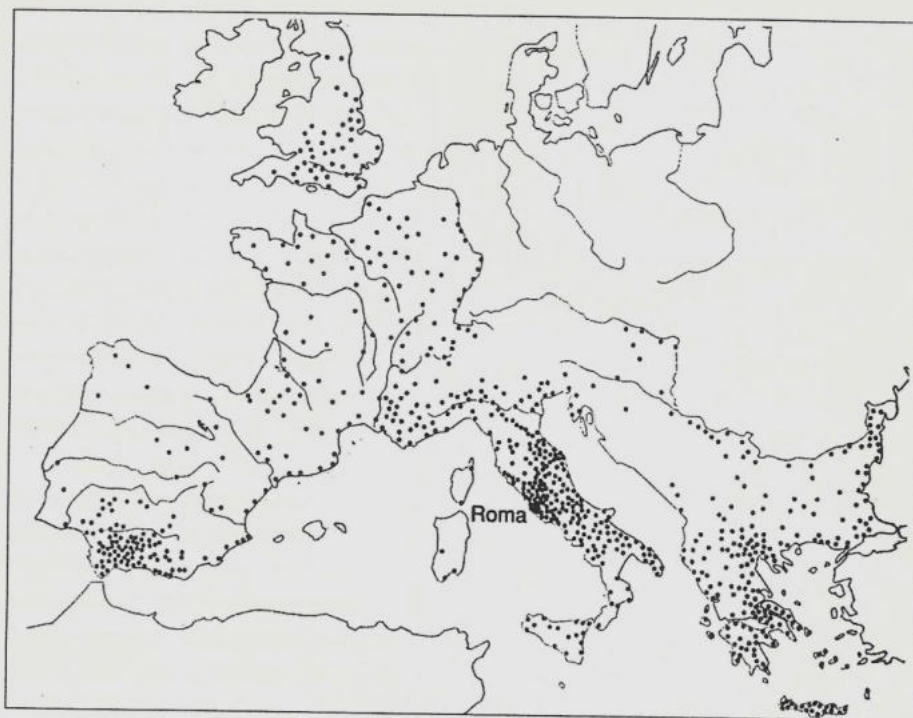


Fig. 2. Le città dell'Impero Romano nel II secolo d.C. Da notare la concentrazione di città nell'Italia centrale, nella Spagna meridionale e in Grecia.

latino *castrum* = accampamento militare) in molti nomi di città britanniche (Lancaster, Manchester, Winchester, Chester, Leicester, ecc.). Altre città derivarono dalla trasformazione dei villaggi fortificati delle tribù che venivano sottomesse, come nel caso degli *oppida* dei popoli celtici, frequentemente ricordati da Cesare, che erano centri fortificati collocati sulla cima di colline o difesi da paludi e corsi d'acqua. In questo modo furono fondate città come Parigi, Gergovia (l'attuale Clermont-Ferrand), Reims, Bourges, ecc. Altre città, infine, vennero fondate dallo Stato (le *coloniae*) in siti accuratamente scelti e secondo schemi pianificati dai gromatici (i «geometri» dell'epoca). In questo caso la città assumeva la forma regolare, a scacchiera, cioè con strade parallele che si incrociavano ad angolo retto, a partire da due strade principali, il *cardo maximus*, orientato più o meno in direzione nord-sud, e il *decumanus maximus*, orientato perpendicolarmente, in direzione est-ovest. Al punto di incontro delle due strade maggiori era collocato il centro della città con il foro, il tempio e gli altri edifici pubblici. L'orientamento della città non era

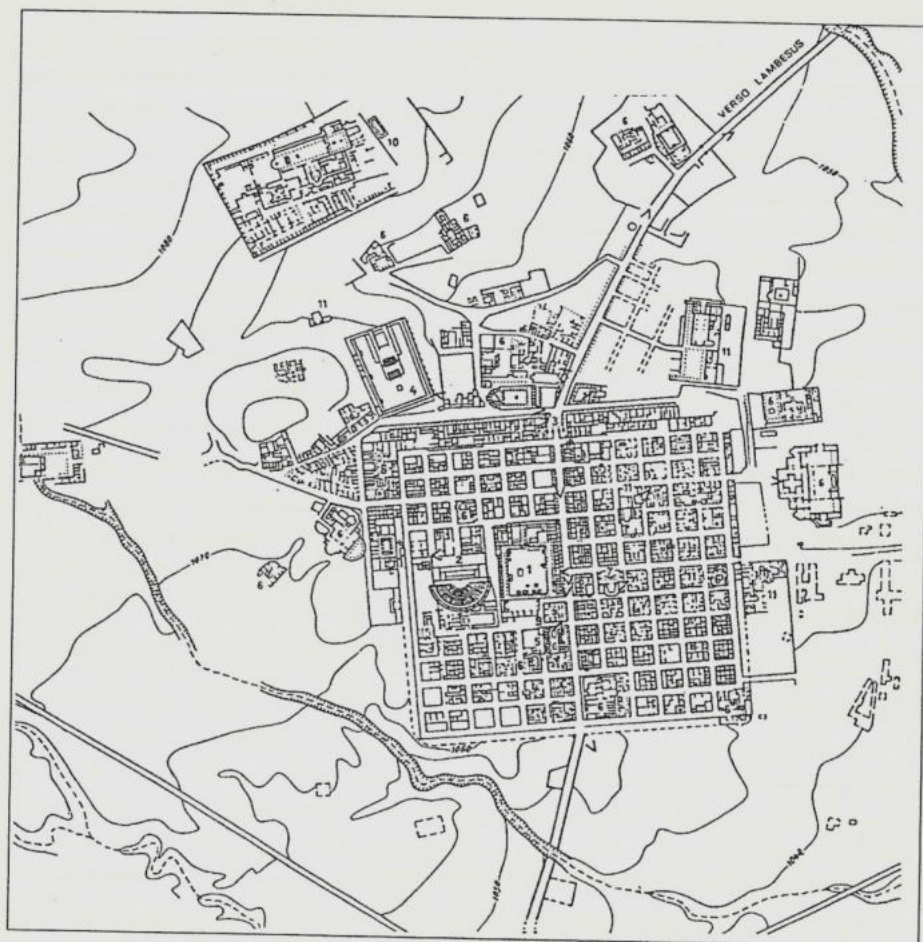


Fig. 4. La pianta perfettamente ortogonale, e ancora molto ben conservata, della città romana di Timgad, nell'attuale Algeria.

Romano d'Occidente, molte città, soprattutto nelle zone periferiche dell'Impero, furono completamente abbandonate o decadde a villaggi; altre conservarono un barlume di vita urbana grazie all'esistenza di una funzione religiosa o militare, piuttosto che commerciale o produttiva. La presenza della sede di un vescovado o di un monastero (dal tempo della conversione al cristianesimo, i vescovi avevano la loro residenza nelle *civitates*, i centri amministrativi romani) fu l'unico elemento di continuità urbana durante il lungo e travagliato periodo dell'Alto Medioevo. Solo nell'Europa sud-orientale bizantina (l'Impero Romano d'Oriente durò sino al 1453) e nelle regioni del Mediterraneo colonizzate dagli

Arabi, sopravvissero grandi città commerciali e amministrative, come Costantinopoli e Granada.

L'eredità dell'urbanizzazione romana è stata comunque considerevole, non solo in Europa, ma anche in Africa e nel Vicino Oriente. Molte delle principali città europee portano ancora nomi di origine romana. In alcuni casi l'originaria pianta stradale romana, a «scacchiera», è ancora visibile nel centro storico. In città come Pavia o Verona, la pianta stradale romana - non gli edifici, naturalmente - è sorprendentemente ben conservata, compresi gli assi principali del cardine e del decumano massimo. Ma anche in altre città, soprattutto dell'Italia settentrionale e centrale, troviamo chiari i segni del reticolo romano originario: si pensi, ad esempio, a Piacenza, Torino, Aosta, Brescia, Como, Firenze e Ferrara. Fuori d'Italia, ricordiamo Saragozza nella Spagna nord-occidentale, Colonia in Germania e Chester in Inghilterra.

La città medievale e moderna

Dopo il Mille il ristabilimento dell'ordine con il sistema feudale, la ripresa demografica e il lento rifiorire del commercio e dell'artigianato favorirono la ripresa della vita urbana in Europa e il nascere di una fitta rete di piccole città. Numerosi insediamenti di origine romana acquistarono nuova vitalità, altri sorsero spontaneamente attorno a nuclei preurbani fortificati, costituiti dalla roccaforte o dal castello di un feudatario o dell'autorità religiosa, solitamente collocati in posizione di difesa, spesso su di un'altura.

In Europa, con pochissime eccezioni, come nel caso di alcune città minerarie e balneari sorte in epoca successiva, quasi tutte le città moderne sono la continuazione di città mercantili fondate nel Medioevo.

La città medioevale era caratterizzata dalla compresenza di tre elementi: il *mercato*, lo *statuto* e le *mura*. Quella mercantile era indubbiamente la principale funzione economica delle città in epoca preindustriale. Tutte le città medioevali erano sede di mercati che si tenevano nella piazza principale con frequenza giornaliera o settimanale, e dove confluivano le merci prodotte nell'area d'influenza della città, ma anche merci d'importazione come spezie, sale, tessuti, ecc. Nelle città maggiori si svolgevano anche importanti fiere mercantili annuali, alcune delle quali hanno avuto vita secolare e famosa, come le fiere di Francoforte e Lipsia in Germania, di Bruxelles e delle Fiandre in Belgio e di Alessandria, Padova, Verona e Gonzaga in Italia.

Gli statuti cittadini erano i decreti governativi che garantivano una certa autonomia politica alla città medioevale e alla nascente borghesia cittadina (le comunità di mercanti e di artigiani), in contrapposizione alle campagne, ancora assoggettate all'aristocrazia feudale e signorile.

La mura di cinta erano uno degli elementi fondamentali della struttura urbana medioevale. Esse assolvevano non solo alle esigenze di autodifesa della città dagli attacchi esterni, ma facilitavano anche il controllo sui movimenti da e per la città e l'esazione dei diritti doganali. Dietro lo stimolo della crescita demografica, spesso nascevano nuovi sobborghi oltre le mura, e col tempo si rendeva necessaria la costruzione di una nuova cinta. Ancora oggi nella pianta di molte città europee di origine medioevale si possono riconoscere i segni di tre o quattro di queste ricostruzioni. A Bologna, ad esempio, ci sono ancora tracce della prima cerchia di mura del III secolo (detta *di selenite*) (fig. 5), alcuni tratti delle mura della seconda cerchia del secolo XII (detta *dei torresotti*) (fig. 6) e dell'ultima, quella costruita tra il XIII e XIV secolo, intorno alla quale scorre la circonvallazione. All'interno delle mura la pianta era molto irregolare, priva di qualsiasi pianificazione, con strade strette e tortuose, generalmente disposte a raggera, che da un nucleo centrale si dipartivano in direzione delle porte.

Nel Medioevo anche le maggiori città avevano una dimensione molto modesta. Prima del 1350 pochissime superavano i 100.000 abitanti (forse Milano e Venezia). Parigi contava forse 80.000 abitanti e Londra circa 40.000; la maggior parte delle altre città era invece molto piccola (da 2000 a 20.000 abitanti).

La distribuzione spaziale delle città medioevali formava una fitta rete di centri posti a distanza regolare, da 30 a 50 km per i centri maggiori e da 20 a 30 km per i centri minori, in relazione alla possibilità che anche i contadini delle regioni più lontane potessero recarsi, a piedi o con carri trainati da cavalli, al mercato cittadino nell'arco di una giornata e fare ritorno a casa prima di notte.

Nel periodo rinascimentale e barocco, e fino al diffondersi della rivoluzione industriale, le città europee subirono importanti modificazioni, sia riguardo alle dimensioni che alla morfologia. Anche se la maggior parte della popolazione continuò a vivere nelle campagne, le città esistenti crebbero di dimensione e di importanza, soprattutto le capitali degli Stati nazionali: nel 1800 Londra contava già 850.000 abitanti, Parigi e Napoli più di 400.000. Porti come Anversa, Amsterdam, Venezia e Genova e città commerciali dell'entroterra, come Colonia, Firenze e Milano, superavano in misura notevole le dimensioni di una

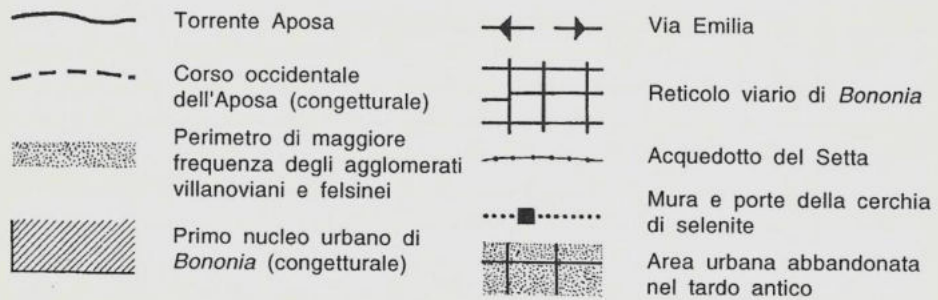
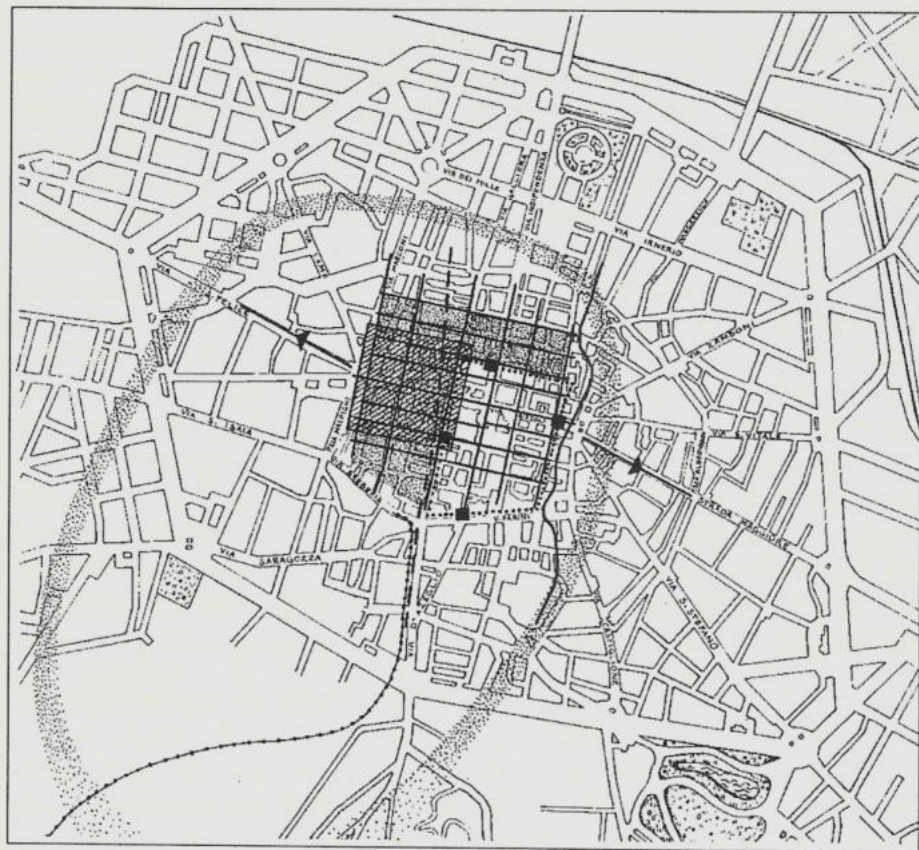


Fig. 5. Bologna nell'antichità (fino al VI secolo) (da Ricci, 1980).







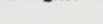



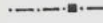




	Torrenti e canali		Cattedrali
	Corso occidentale dell'Aposa (congetturale)		Chiese e conventi degli ordini mendicanti
	Mura e porte della cerchia di selenite		Limiti di quartiere
	Addizione longobarda		Mercato grande
	Mura e porte della cerchia dei torresotti		Area di addensamento delle scuole dei giuristi
	Mura, porte (o posterle) e baraccani dell'ultima cerchia		Area di addensamento delle scuole degli artisti
	Sedi del potere politico		

Fig. 6. Bologna nel Medioevo (secoli VI-XIV) (da Ricci, 1980).

città media.

La struttura urbana si abbellì con la costruzione di palazzi signorili e la creazione di grandi piazze e di ampi viali alberati che attraversavano la città, spesso disposti a raggiera, a partire da una piazza centrale (ne sono un ottimo esempio i *Champs Elysée* e la *Place de l'Étoile*, a Parigi, o gli *Unter den Linden*, a Berlino; anche Torino vanta un notevole patrimonio di viali alberati).

Benché le città abbiano una storia millenaria, la maggior parte del loro sviluppo, sia in termini di popolazione che di espansione territoriale, è avvenuta negli ultimi due secoli ad opera della grande trasformazione economica e sociale innescata dalla rivoluzione industriale.

In epoca precedente la principale prerogativa della città era costituita dal mercato, ovvero dalla funzione redistributrice dei beni, la cui produzione avveniva soprattutto in ambito rurale. Con la rivoluzione industriale la trama dei rapporti tra urbano e rurale si modifica profondamente e diventa più complessa: la città, che già deteneva il ruolo distributivo delle merci (e della ricchezza), diventa anche il luogo di produzione.

Il fabbisogno di manodopera richiesto dalle nuove attività industriali, che da due secoli a questa parte si sono venute coagulando intorno ai centri urbani dei paesi più progrediti, ha determinato un'impressionante crescita della dimensione della città e della sua popolazione, le

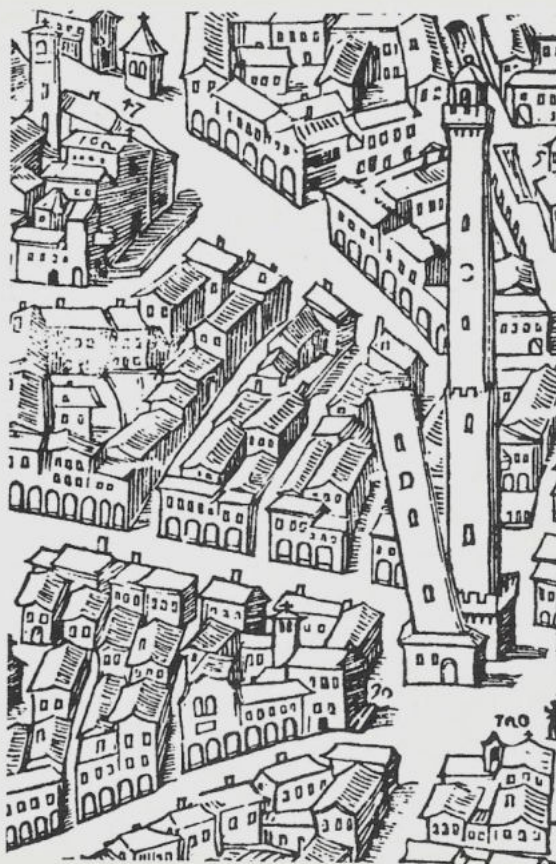


Fig. 7. Vicoli concentrici alle spalle delle Due Torri a Bologna, in una carta di M. BORBONI (ried. del 1724, particolare). L'impronta medievale originaria si è mantenuta fino ai nostri giorni.

cui conseguenze si riflettono sul modo di vita di centinaia di milioni di persone.

La popolazione urbana che, all'inizio del XIX secolo, era ovunque inferiore al 15% della popolazione totale, è cresciuta fino a raggiungere percentuali superiori al 60-70%. L'Inghilterra e il Galles furono le prime aree interessate da tale sviluppo e già alla fine del secolo scorso più di tre quarti della popolazione inglese viveva in agglomerati urbani.

La rivoluzione industriale non ha creato città nuove, ma ha dato un incredibile impulso alle città mercantili preesistenti, promuovendo lo sviluppo di centri prima modesti e insignificanti, ma favoriti dalla presenza di risorse energetiche o minerarie.



Fig. 8. Palmanova, singolare città-fortezza con pianta a stella, costruita nel 1593 dai Veneziani per difesa contro l'Impero d'Austria.

L'esplosione urbana contemporanea

Uno dei fenomeni geografici e sociali più vistosi del nostro tempo è senza dubbio la crescita della popolazione urbana. Al boom demografico degli ultimi decenni si è infatti associato un aumento, ancora più accelerato, della popolazione che vive nelle città. Il processo di urbanizzazione, innescato dalla rivoluzione industriale, è ormai un fenomeno incontenibile. Al termine della seconda guerra mondiale un'ondata di crescita urbana si è diffusa in tutto il mondo occidentale: i modelli già consolidati negli Stati Uniti si sono diffusi con rapidità in Giappone e poi in Europa, mentre il mondo sovietico ha subito gli effetti di una forzata urbanizzazione pioniera verso l'Asia, seguito, non molto più tardi, da buona parte del Terzo Mondo.

È molto difficile stabilire con precisione la percentuale degli abitanti che vive in città, sul totale della popolazione mondiale, poiché i criteri utilizzati nei vari paesi per definire la città e la popolazione urbana,

differiscono notevolmente. Anche se un computo complessivo e un confronto fra i vari Stati non è possibile, si possono riportare alcuni dati significativi, sia pure a titolo indicativo.

Considerando area urbana i centri con più di 20.000 abitanti, si è calcolato che nel 1800 solo il 2,5% della popolazione viveva in città (1 abitante ogni 40). Nel 1950 la proporzione era salita al 25% (1 su 4) e oggi ha raggiunto il 45%, mentre si prevede che, nel vicino Duemila, raggiungerà il 50% (1 su 2).

Naturalmente esistono notevoli differenze di percentuale da zona a zona: ad esempio al 76% di inurbati dell'Australia, al 74% dell'America Latina e al 69% dell'Europa, si contrappone solo il 33% dell'Asia orientale, il 29% dell'Africa e il 24% dell'Asia meridionale.

Anche a livello dei singoli paesi le differenze sono molto marcate. In Gran Bretagna, dove è stato molto precoce, il processo di urbanizzazione ha ormai raggiunto livelli massimi: più del 92% degli Inglesi vive oggi in città. Anche gli Stati Uniti sono tra i paesi più urbanizzati del mondo: la percentuale di popolazione urbana era del 70% nel 1980 e le previsioni indicano che raggiungerà l'80% alla fine del secolo. In Russia, in Brasile e in Venezuela, la popolazione urbana raggiunge il 60%, mentre in India rappresenta solo il 20% della popolazione totale.

Un efficace mezzo di confronto e di misura della crescita urbana è costituito dalle città milionarie, cioè le città che contano più di un milione di abitanti. Se ai primi dell'Ottocento soltanto Londra superava il milione di abitanti, nel 1920 le città milionarie erano già 24 e attualmente sono quasi 200 (con forti concentrazioni in Europa, Stati Uniti, Giappone, Russia e Cina). Il 13% della popolazione mondiale (1 persona su 8) vive in una di queste grandi città.

Oggi si preferisce ricordare quelle che hanno raggiunto e superato i *dieci milioni* di abitanti: Città del Messico, New York, Tokyo, San Paolo, Los Angeles, Shanghai, Il Cairo, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Pechino e Calcutta. Questi dati si riferiscono non più alle città nei loro limiti amministrativi originari, bensì alle aree metropolitane che comprendono, oltre al nucleo centrale, anche i sobborghi e i centri minori vicini, inglobati dal dilagare della città sul territorio.

Le città del Terzo Mondo

I processi di urbanizzazione non sono esclusivamente legati all'industrializzazione, anzi il maggior contributo alla crescita attuale delle

grandi città viene dal Terzo Mondo. Nei paesi sottosviluppati l'urbanesimo è cominciato più tardi, ma è oggi in piena ascesa e procede a ritmi superiori a quelli dei paesi industrializzati. Solo cinquant'anni fa, in Africa, Léopoldville contava 50.000 abitanti; oggi, con il suo nuovo nome di Kinshasa, la capitale dello Zaire ne conta 3.800.000. Il Cairo, nello stesso arco di tempo, è passato da 800.000 abitanti a più di 13 milioni.

La formazione di enormi metropoli è forse la caratteristica più vistosa dell'urbanizzazione dei paesi in via di sviluppo. Ormai le metropoli più popolate, con poche eccezioni, sono nel Terzo Mondo. Città del Messico, con i suoi quasi 20 milioni di abitanti, è oggi la città più popolosa, avendo superato l'agglomerato di New York, che conta «solo» 18 milioni di abitanti.

Tra le altre metropoli del Terzo Mondo ricordiamo San Paolo (15 milioni), Il Cairo (13), Calcutta (11), Buenos Aires (11), Rio de Janeiro (10), Seoul (9-10), Delhi (8), Bombay (8), Jakarta, ecc. Per alcune di esse le previsioni di crescita, per il vicino anno 2000, sono veramente impressionanti: 32 milioni per Città del Messico, 24 per San Paolo, 16-20 per Calcutta, 13-17 per Jakarta, 16 per Il Cairo e per Bombay, ecc.

In queste città, le luci sfavillanti, i grattacieli, i negozi ricolmi di merci, le auto, gli uomini ben vestiti e le donne eleganti ed emancipate, sono alcuni tra i più accattivanti simboli della società del benessere che attraggono irresistibilmente i contadini, stanchi di una vita fatta di monotonia e di miseria. Ma poiché in quei paesi, a fronte dell'aumento della popolazione urbana, non corrisponde un reale sviluppo economico e un'adeguata crescita delle attività produttive, quelle folle finiscono per stiparsi in luoghi non attrezzati ad accoglierli, con gravissimi problemi di sussistenza.

L'immigrazione selvaggia ha cambiato il volto delle metropoli del Terzo Mondo, cosicché all'interno dello stesso agglomerato si contrappongono spesso due città nettamente distinte. A fianco dei monumentali e moderni distretti centrali, costruiti anche per motivi di prestigio, e dei ricchi e opulenti quartieri delle classi agiate, che nulla hanno da invidiare alle moderne metropoli dei paesi occidentali, si sviluppano enormi periferie urbane abusive, formate da miserabili catapecchie costruite con mezzi di fortuna, mancanti dei più elementari servizi, in condizioni igieniche precarie e con una densità abitativa elevatissima. Ogni paese possiede un suo linguaggio per designarle: nell'America Latina sono chiamate *favelas*, in Asia *kampong* e in Africa *bidonvilles*.

Dalle conurbazioni alle megalopoli

La crescita delle dimensioni demografiche comporta l'estensione dell'area urbanizzata. Man mano che aumenta il numero degli abitanti, attorno alla città centrale si moltiplicano i sobborghi. La crescita può avvenire in vari modi: nel modello più semplice attraverso una disordinata espansione «a macchia d'olio». Così è stato, per esempio, per Milano, Bruxelles, Parigi e Londra. Nella loro espansione le città hanno spesso inglobato i nuclei, i villaggi e i centri minori vicini, in un raggio sempre più vasto; solo raramente si sono estese su campagne poco popolate, come è avvenuto, ad esempio, nel caso di Roma.

In questo modo è avvenuta la formazione di grandi *aree metropolitane*, che comprendono, oltre alla città vera e propria, anche i comuni che le gravitano attorno.

Quando si riporta la popolazione di una grande metropoli, è necessario specificare se si fa riferimento al solo nucleo urbano centrale o all'intero agglomerato, perché i dati sono molto differenti. Qualche dato chiarirà meglio la differenza: il distretto metropolitano di Parigi è abitato da 8,7 milioni di abitanti, mentre Parigi propriamente detta comprende solo 2,2 milioni di abitanti; l'agglomerato metropolitano di Buenos Aires raggiunge i 10,7 milioni, mentre la città vera e propria arriva appena a 2,9.

Tra gli agglomerati urbani, un posto a parte spetta alle *conurbazioni*, dovute alla crescita di due o più città vicine e indipendenti che si dilatano, a tal punto, da fondersi topograficamente tra di loro in un unico grande organismo. Nel corso dell'avvicinamento, una città può avere la meglio sulle altre che diventano, in pratica, solo dei quartieri periferici. Altre volte, invece, ciascuna città si specializza in attività diverse e complementari.

In Europa si possono riconoscere numerose conurbazioni: significativo è l'esempio tripolare di Lille-Roubaix-Tourcoing, nella Francia settentrionale; la conurbazione della Tyneside, formata da Newcastle, Sunderland, South Shields, presso l'estuario della Tyne nel nord dell'Inghilterra; la conurbazione del bacino carbonifero della Rhur, che ospita circa 5 milioni di abitanti e di cui fanno parte: Duisburg, Düsseldorf, Essen, Dortmund, Wuppertal, Colonia, Solingen e molte altre città, ciascuna delle quali svolge funzioni in parte complementari.

Una gigantesca conurbazione di oltre 6 milioni di abitanti è costituita dalla «città anello» olandese, il *Randstad Holland*, formato da Rotterdam, L'Aia, Amsterdam, Utrecht e altre città minori che nella loro crescita

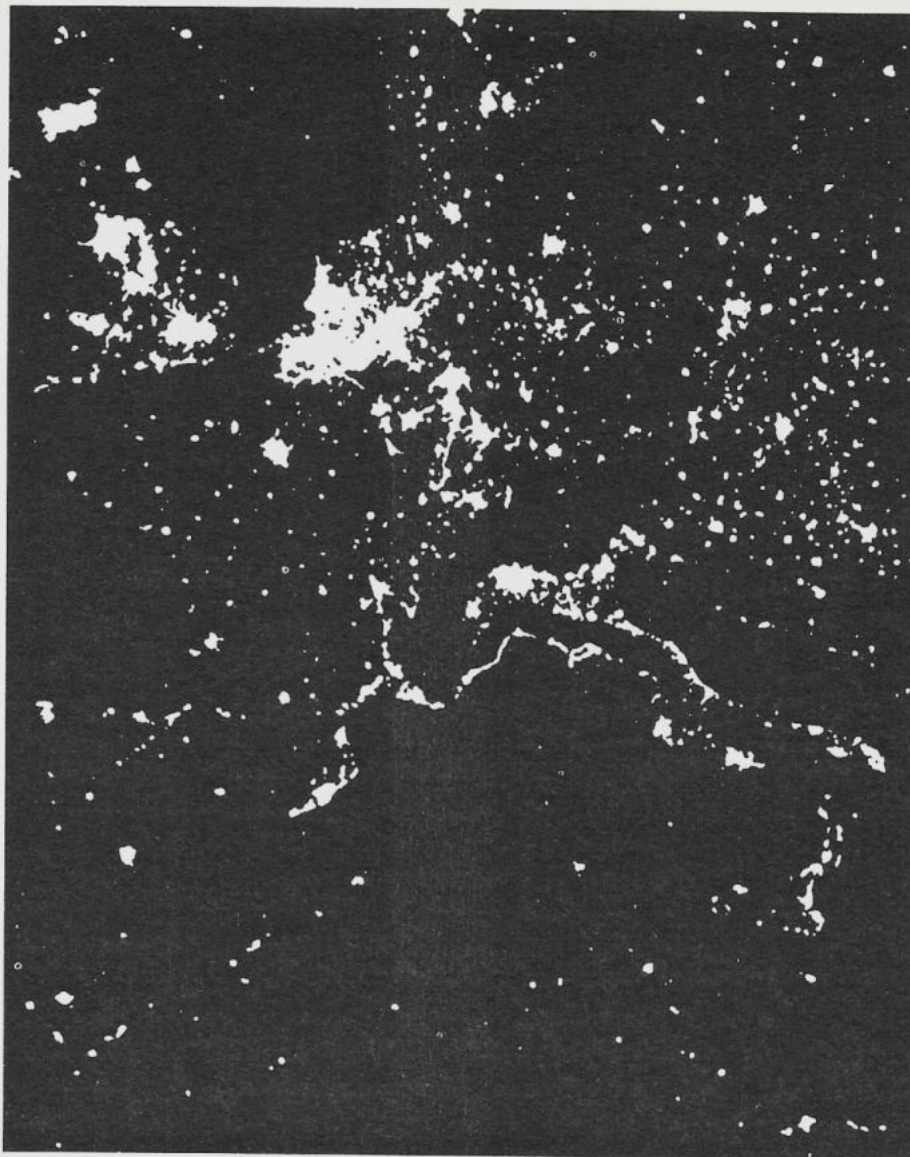


Fig. 9. L'Europa di notte fotografata dal satellite. Le luci delle città costiere permettono di riconoscere il contorno del continente. È ben visibile, ad esempio, in basso a destra il contorno della penisola italiana. Le luci evidenziano poi il «cuore» industriale dell'Europa, in corrispondenza di Germania occidentale, Belgio e Paesi Bassi. Altrettanto vistose appaiono le concentrazioni urbane dell'Inghilterra (da Londra al Nord industriale) e della Padania.

hanno formato una sorta di grande anello urbanizzato, che circonda un «cuore verde» di aree ad agricoltura intensissima. Un particolare esempio di conurbazione è dato dalla metropoli londinese formata dal grande agglomerato centrale (la *Greater London*) racchiuso entro una cintura verde di aree agricole e circondato da 11 città satelliti pianificate (le *new towns*), costruite a una cinquantina di chilometri e più dal centro.

Spesso la continua crescita delle città ha portato ad un'urbanizzazione generalizzata del territorio: le città si sono allargate e si sono moltiplicate fino a coprire quasi interamente la regione. Si parla allora di una vera e propria *regione urbana*, caratterizzata da una struttura a nebulosa molto vasta e quasi senza soluzione di continuità, dove la totalità degli abitanti ha adottato generi di vita urbana. Il principale carattere distintivo di una regione urbana è la densità dell'insediamento ma, naturalmente, nessuna regione urbana è di fatto interamente urbanizzata, nel senso di essere coperta del tutto da edifici contigui. Restano spazi interstiziali riservati al tempo libero, ai parchi pubblici e ai boschi e ad una agricoltura molto specializzata e altamente intensiva.

La compenetrazione tra i generi di vita urbano e rurale è oggi ulteriormente rafforzata dalla tendenza di una parte della popolazione urbana a vivere in un ambiente rurale. L'antica distinzione tra città e campagna è caduta; essa ha lasciato il posto a nuove forme di occupazione del suolo e ha creato vaste zone di commistione di generi di vita rurale e urbano, che per questo sono talvolta dette, con un azzecato neologismo, aree «rurbane».

Nel 1961 un geografo americano, Jean Gottmann, intuì che le decine di città della costa nord-orientale degli Stati Uniti, che si susseguono quasi senza interruzione lungo un fronte di oltre 600 km, cioè Boston, New York, Filadelfia, Baltimora, Washington, ecc., erano ormai strettamente collegate tra di loro grazie anche alla facilità e rapidità dei collegamenti, soprattutto aerei. Esse costituivano in pratica un'unica grande regione urbana, lunga oltre 600 km, con una popolazione complessiva che ammonta, oggi, a 50 milioni di abitanti. L'autore denominò questo vasto sistema urbano policentrico, *Megalopolis*, che in greco significa «grande città».

Secondo questo concetto, e adottando come soglia minima una popolazione di almeno 25 milioni di abitanti, si possono contare oggi nel mondo almeno altri cinque casi analoghi: la megalopoli dei Grandi Laghi, che si estende dalla città di Québec a est, fino a Milwaukee a ovest, includendo Montreal, Ottawa, Toronto, Detroit, Buffalo, Cleveland e Chicago; la megalopoli di Tokaido, che riunisce una trentina di città

tra le più grandi del Giappone: Tokyo, Yokohama, Nagoya, Osaka, Kobe, Kyoto, ecc.; la megalopoli dell'Inghilterra, che si estende da Dover fino alle rive della Mersey, comprendendo Londra, Birmingham, Manchester, Liverpool, Sheffield, Leeds, ecc.; la megalopoli dell'Europa nord-occidentale da Amsterdam alla Rhur e fino a Lille e Calais nella Francia del Nord; infine la costellazione urbana della Cina centrale, incentrata su Shanghai.

Se la crescita urbana continuerà ai ritmi attuali, altre megalopoli si andranno presto aggiungendo in diverse parti del mondo, sia nei paesi industrializzati che in quelli in via di sviluppo, e quelle esistenti sembrano destinate a diventare ancora più grandi. Se le previsioni sono corrette, la megalopoli americana del nord-est avrà nel Duemila una popolazione di 80 milioni di abitanti.

Le megalopoli sono forse la formula vincente del domani? È difficile a dirsi. Alcuni geografi e urbanisti ritengono che la città del futuro sarà una sorta di gigantesca «ecumenopoli», con la superficie terrestre quasi completamente urbanizzata, almeno nelle sue parti più propizie. Tutto

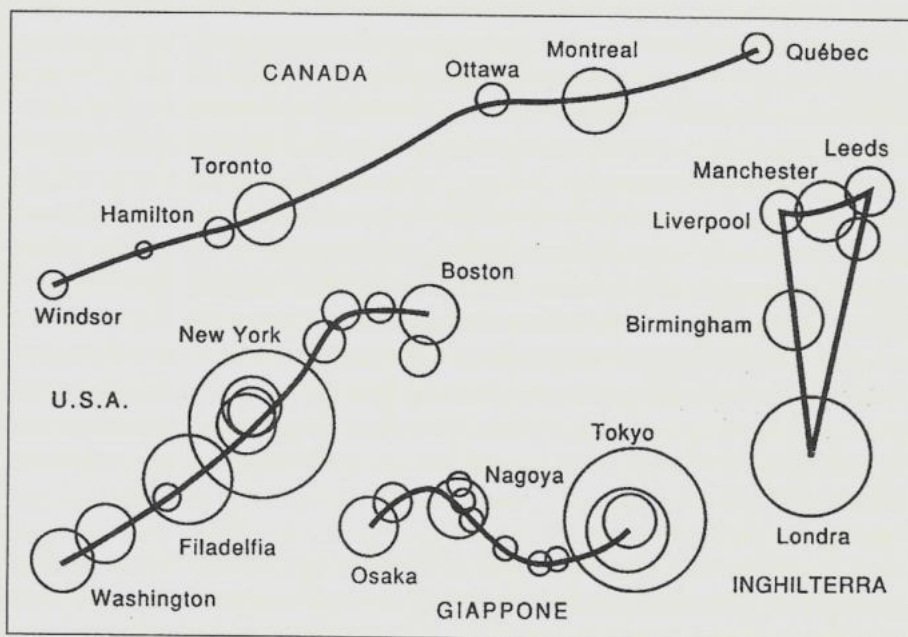


Fig. 10. Alcuni sistemi urbani policentrici a cui viene attribuito il nome di *megalopoli*. La dimensione dei cerchi è proporzionale alla popolazione di ciascuna città.

sta a vedere se questo corrisponderà una migliore qualità della vita e dell'ambiente.

Declino o rinascita urbana?

Dopo decenni di concentrazione della popolazione, a vantaggio soprattutto delle grandi agglomerazioni, nel corso degli anni Settanta in tutti i paesi industrializzati occidentali si è assistito ad un rallentamento, e in certi casi anche ad una decisa inversione di tendenza, della concentrazione della popolazione nelle grandi aree metropolitane, cui ha corrisposto ad una ripresa demografica a vantaggio dei centri medi o piccoli e, in certi casi, anche di vaste aree urbano-rurali. Questa inversione di tendenza è stata evidenziata per la prima volta dal geografo B. Berry, che ha arricchito il vocabolario col termine di «controurbanizzazione» (dall'inglese *counterurbanization*).

Secondo i dati statistici le prime tendenze verso uno sviluppo demografico periferico sono state avvertite nei paesi anglosassoni e in particolare negli Stati Uniti, seguiti poi, con una sfasatura temporale, dai paesi dell'Europa occidentale.

I fattori della crisi metropolitana sono i più svariati: il degrado dell'ambiente naturale (inquinamento dell'aria e dell'acqua), il sovrappollamento e il problema degli alloggi, la congestione del traffico e il conseguente inquinamento acustico, la crescente conflittualità urbana, l'emarginazione sociale, il dilagare della delinquenza, della droga, dei conflitti sociali, ecc.

Ma, contro ogni previsione, la controurbanizzazione, dopo aver rappresentato la tendenza dominante nel sistema urbano occidentale negli anni Settanta, è andata progressivamente rallentando già a partire dalla fine dello stesso decennio. Sebbene non vi sia ancora un ritorno a tassi di crescita positivi, in molte metropoli si nota una contrazione dei tassi di declino. L'involutione appare nel complesso di portata modesta, ma interrompe un lungo periodo di crisi metropolitana. I ritorni sono costituiti soprattutto dai ceti medio-alti, che tendono ad investire nuovamente nelle aree urbane interne, soprattutto quelle interessate dagli interventi risanatori degli spazi residenziali ed economici e rioccupano i quartieri centrali comperando case ristrutturate da adibire a seconde abitazioni o a uffici e studi professionali. Dopo un ventennio di «fuga dalla città» siamo forse di fronte a una fase di «ricentralizzazione»,

cioè di ritorno verso il centro o, secondo il termine coniato per l'occasione, di *gentrification* (da *gentry*, persone di buona famiglia, piccola nobiltà).

Secondo un rapporto della Comunità europea, questo «rinascimento urbano» riguarda molte città europee (ma non - per ora - quelle italiane). Parecchie città, ringiovanite da interventi radicali, sono diventate centri di attrazione di nuove energie e intelligenze e hanno sviluppato fonti di lavoro e di ricchezza diverse da quelle tradizionali, puntando sui settori d'avanguardia ad alta tecnologia e sulla qualità della vita e dell'ambiente.

Bibliografia

- BERRY B.J.L. (a cura), *Urbanization and Counterurbanisation*, Sage Publications, Beverly Hills, 1976.
- CARTER H., *La geografia urbana. Teoria e metodi*, Zanichelli, Bologna, 1978.
- CENCINI C. e CORBETTA F., *Popolazione, ambiente, territorio*, Cappelli, Bologna, 1992.
- CHAMPION A.G., *Counterurbanization*, Arnold, Londra, 1989.
- CONZEN M.P. (a cura), *L'evoluzione dei sistemi urbani nel mondo*, Angeli, Milano, 1989, pp. 33-61.
- DAGRADI P., *Introduzione alla geografia umana*, Pàtron, Bologna, 1982.
- GOTTMANN J., *Megalopolis: funzioni e relazioni di una pluri-città*, Einaudi, Torino, 1970.
- GOTTMANN J., *La città invincibile*, Angeli, Milano, 1983.
- LICHTENBERGER E., *Geografia dello spazio urbano*, Unicopli, Milano, 1993.
- MAINARDI R., *Città e regione in Europa*, Angeli, Milano, 1973.
- MUSCARA C., *Megalopoli mediterranea*, Angeli, Milano, 1978.
- ORTOLANI M., *Geografia delle sedi*, Piccin, Padova, 1984.
- RICCI G., *Bologna*, Coll. «Le città nella storia d'Italia», Laterza, Bari, 1980.
- SMAILES A.E., *Geografia urbana*, Marsilio, Padova, 1964.
- SMITH C.T., *Geografia storica dell'Europa*, Laterza, Bari, 1982.
- TOSCHI U., *La città. Geografia urbana*, UTET, Torino, 1966.

IL DECLINO DEMOGRAFICO DELLE GRANDI CITTÀ ITALIANE

*Romolo Majakos**

La concentrazione urbana: rilievi e tendenze in Italia.

In tutti i paesi industrializzati dell'Occidente si è verificato nel corso degli anni Settanta un notevole rallentamento e, spesso, un'inversione di tendenza del processo della concentrazione della popolazione nei centri urbani. Tale inversione di tendenza contrassegna il passaggio dal processo di urbanizzazione a quello di suburbanizzazione e di periurbanizzazione: nel primo caso si assiste ad una contrazione demografica del centro urbano in conseguenza dell'abbandono della città da parte di alcuni ceti sociali e di determinate attività produttive che si localizzano nell'area suburbana; nel secondo caso, invece, si assiste ad un più vasto processo di urbanizzazione continua che investe anche i comuni limitrofi. Si vengono così a formare estese aree urbanizzate costituite da una pluralità di insediamenti collegati tra loro attraverso una rete relativamente densa di insediamenti produttivi. Queste aree urbane o metropolitane sono in genere *dominate* da una grande città per quanto riguarda le funzioni di livello particolarmente elevato.

La crisi delle grandi città italiane è un fatto abbastanza recente; essa segue il processo di industrializzazione che negli anni Cinquanta e Sessanta ha comportato il progressivo spopolamento della montagna e delle zone rurali e, conseguentemente, la concentrazione della popolazione nei centri urbani, alcuni dei quali negli anni Settanta raggiungono livelli prossimi alla saturazione. Infatti, dal predetto periodo incomincia a svilupparsi il processo di *controurbanizzazione* che si realizza mediante

* Dipartimento di Scienze Economiche dell'Università di Bologna.

i citati processi di suburbanizzazione e di periurbanizzazione.

A titolo puramente indicativo si è ritenuto utile considerare lo sviluppo demografico delle otto principali città italiane, capoluoghi di regione, che all'ultimo censimento della popolazione eseguito nel 1991 avevano una popolazione superiore a 400 mila abitanti. Anche da un rapido esame dei valori riportati nella seguente Tab. 1, si nota immediatamente un andamento crescente nel ventennio 1951-1971 sia della compagine demografica complessiva residente nelle otto città prese in esame - che passa da 6.550 a 8.233 mila e successivamente a 9.317 mila abitanti - sia delle popolazioni censite nei singoli otto comuni. All'opposto, dal 1971 in poi si riscontra una netta inversione di tendenza, ovvero un andamento generalmente decrescente (ad eccezione delle città di Roma e Palermo).

Al fine di evidenziare meglio gli aspetti statici del fenomeno dell'urbanizzazione si è fatto ricorso all'indice di livello di urbanizzazione che si ottiene mediante il rapporto tra l'ammontare della popolazione di un centro urbano e quella censita nell'intera area territoriale (regione) cui il centro fa riferimento¹. I valori relativi così ottenuti sono trascritti

Tab. 1. Popolazione residente ai censimenti dal 1951 al 1991 (in migliaia).

Comuni	1951	1961	1971	1981	1991(*)
Roma	1.652	2.188	2.782	2.840	2.693
Milano	1.274	1.582	1.732	1.605	1.371
Napoli	1.011	1.183	1.227	1.212	1.055
Torino	719	1.026	1.168	1.117	962
Genova	688	784	817	763	676
Palermo	491	588	643	702	697
Bologna	340	445	490	459	404
Firenze	375	437	458	448	402
TOTALE	6.550	8.233	9.317	9.146	8.260
ITALIA	47.516	50.624	54.137	56.557	54.411

(*) dati provvisori

¹ L. DI COMITE e G. CHIASSINO, *Elementi di Demografia*, Cacucci, Bari, 1990.

nella Tab. 2. Essi evidenziano andamenti crescenti nel ventennio 1951-1971 sia in corrispondenza delle singole città considerate che per quanto concerne la popolazione complessiva residente negli otto centri urbani presi in esame. Infatti, il peso relativo della popolazione complessiva residente nei summenzionati centri urbani sale dal 13,8 al 17,2 per cento nel 1971. Successivamente, nel ventennio 1971-1991, i valori degli indici di urbanizzazione denotano una netta inversione di tendenza del processo di urbanizzazione; essi, infatti, presentano andamenti sensibilmente decrescenti e scendono da 17,2 a 16,2 nel 1981 e a 15,2 nel 1991; valore questo che è inferiore a quello riscontrato in corrispondenza del censimento eseguito nel 1961.

Al fine di cogliere anche gli aspetti dinamici dello sviluppo del processo di urbanizzazione e di valutare le intensità differenziali di esso, nel tempo e nello spazio, è stato adottato il procedimento² espresso dalla combinazione dei due tassi di variazione della popolazione residente nel centro urbano (r) e di quella censita nell'intera area regionale (R) ai tempi o e t . Formulando l'ipotesi che tali compagini demografiche possano variare nel tempo secondo la legge geometrica, si ha

Tab. 2. Indici di livello di urbanizzazione ai censimenti dal 1951 al 1991. Valori relativi per 100 di popolazione residente nella rispettiva regione.

Comuni	1951	1961	1971	1981	1991
Roma	49,4	55,3	59,3	56,8	53,5
Milano	19,4	21,4	20,3	18,1	15,5
Napoli	23,3	24,9	24,2	22,2	18,9
Torino	20,5	26,2	26,4	24,9	22,4
Genova	39,7	42,3	45,2	42,2	40,5
Palermo	10,9	12,5	13,7	14,7	13,6
Bologna	9,6	12,1	14,1	11,6	10,4
Firenze	11,9	13,3	13,2	12,5	11,5
TOTALE	13,8	16,3	17,2	16,2	15,2

² Tale procedimento è stato proposto da G. WUNSCH, *Niveau et tendance de l'urbanisation: quelques problèmes de mesure*, «Revue Belge de Géographie», 1966.

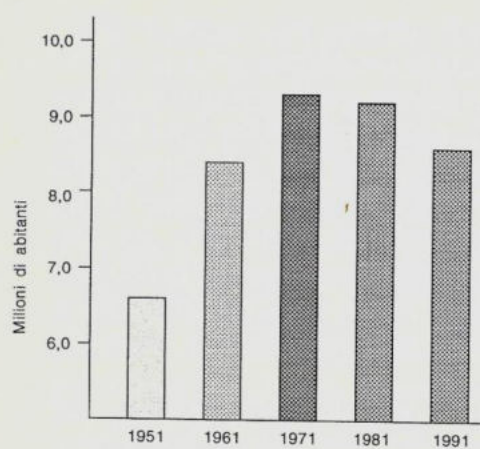


Fig. 1. Popolazione complessiva residente nelle otto grandi città italiane capoluoghi di regione. Valori assoluti.

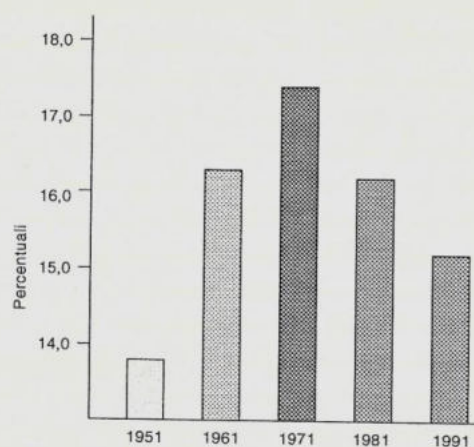


Fig. 2. Indici di livello di urbanizzazione riferiti alla popolazione complessiva residente nelle otto grandi città italiane.

$$\frac{p(t)}{P(t)} = \frac{p(o) (1 + r)^t}{P(o) (1 + R)^t}$$

in cui p e P indicano rispettivamente la popolazione del centro urbano e di quella dell'intera area territoriale di riferimento. Mediante semplici passaggi algebrici si perviene alla

$$\rho = \frac{r - R}{r + R}$$

in cui ρ indica il tasso medio annuo di variazione del livello di urbanizzazione detto anche tasso medio annuo differenziale demografico³.

³ Ne consegue che se $\rho > 0$, ciò significa che nel periodo considerato si è verificata un'espansione del processo di urbanizzazione; all'opposto se $\rho < 0$, ciò significa che nel periodo preso in esame si è verificato un processo di controurbanizzazione; infine se $\rho = 0$, tale uguaglianza indica la stazionarietà del processo di urbanizzazione in quanto le intensità di variazione della popolazione residente nel centro urbano compensano quelle riscontrate nell'ambito della popolazione complessiva censita nell'intera area territoriale considerata.

Tab. 3. Tassi medi annui di variazione della popolazione residente negli otto comuni (r), della popolazione italiana (R) e tassi medi annui di variazione del livello di urbanizzazione (r) moltiplicati per 1.000.

Periodi	r	R	ρ
1951-1961	0,02313	0,00636	16,7
1961-1971	0,01244	0,00673	5,7
1971-1981	-0,00223	0,00438	-6,6
1981-1991	-0,00975	-0,00386	-5,9

I valori ottenuti mediante tale procedimento sono trascritti nelle Tab. 3. Tali valori denotano che, nel complesso degli otto centri urbani considerati, si è verificato, nei due periodi intercensuari 1951-1961 e 1961-1971, un notevole processo di urbanizzazione sviluppatosi a tassi elevati pari a 16,7 e 5,7 per mille di popolazione residente in Italia. All'opposto, nei due successivi decenni 1971-1981 e 1981-1991 si è verificato un processo di controurbanizzazione a ritmi valutati pari a -6,6 e -5,9 per mille abitanti.

Infine, nella Tab. 4 sono riportati i tassi medi annui di variazione del livello di urbanizzazione in corrispondenza delle singole grandi città

Tab. 4. Tassi medi annui di variazione del livello di urbanizzazione moltiplicati per 1.000.

Comuni	1951-1961	1961-1971	1971-1981	1981-1991
Roma	11,3	7,1	-4,4	-5,9
Milano	9,7	-5,2	-11,6	-15,0
Napoli	6,7	-2,4	-8,8	-16,1
Torino	25,3	0,6	-5,5	-10,6
Genova	2,8	-2,5	-4,3	-4,1
Palermo	13,2	9,8	4,1	-1,8
Bologna	23,7	5,0	-9,4	-10,9
Firenze	11,5	-0,8	-5,1	-8,8

italiane. Tali valori denotano che nel decennio 1961-1971 nelle città di Milano, Napoli e Genova è già in atto il processo di controurbanizzazione; nel successivo decennio 1971-1981, in quasi tutte le grandi città, ad eccezione di Palermo, incomincia a svilupparsi il processo di periurbanizzazione e che tale processo, nell'ultimo decennio 1981-1991, coinvolge tutte le otto città e, in particolare, con elevati tassi, i comuni di Milano, Napoli, Torino e Bologna.

Tab. 5. Popolazione residente nei singoli comuni dell'area urbana⁴ di Bologna ai censimenti eseguiti nei sottoindicati anni (migliaia).

Comuni	Superficie kmq	1951	1961	1971	1981	1991
BOLOGNA	140,7	340,5	444,9	490,5	459,1	404,3
Anzola dell'Emilia	36,2	5,8	5,6	7,2	8,0	10,0
Argelato	35,1	5,0	3,9	4,3	6,8	7,7
Bentivoglio	51,2	5,4	4,8	4,0	4,0	4,1
Calderara di Reno	41,3	5,8	4,7	4,6	8,7	10,8
Casalecchio di Reno	17,4	10,1	19,4	36,7	35,9	34,5
Castelmaggiore	30,9	6,2	6,7	10,1	12,6	14,7
Castenaso	35,7	5,3	5,5	7,8	11,8	13,4
Granarolo dell'Emilia	34,4	4,9	4,2	5,2	6,5	6,9
Ozzano dell'Emilia	64,9	5,4	4,4	5,9	8,3	9,6
Pianoro	107,1	7,7	7,8	9,6	12,8	14,2
S.Giorgio di Piano	30,5	5,6	4,8	4,8	5,1	5,3
S.Lazzaro di Savena	44,7	8,7	12,0	23,7	28,6	30,3
Sasso Marconi	96,5	10,2	8,8	10,3	12,8	13,4
Zola Predosa	37,8	7,9	7,3	12,3	15,0	15,7
TOTALE	804,4	434,5	544,8	637,0	636,0	594,9

⁴ L'area urbana di Bologna è stata definita mediante il Piano Urbanistico Intercomunale con delibera della Giunta regionale nel mese di maggio del 1991.

Il caso di Bologna

La città di Bologna è un centro amministrativo, economico e culturale di notevole importanza. Per la sua posizione geografica costituisce un tramite essenziale tra l'area continentale e quella insulare italiana, un nodo ferroviario ed autostradale di notevole rilevanza;

In seguito al piano di decentramento di numerose attività produttive fuori dal territorio comunale attuato nel decennio 1961-1971, la crescita economica, e quindi demografica, ha interessato soprattutto i comuni limitrofi. Attorno alla città si è formata una fascia urbanizzata che, attraverso le saldature con il tessuto urbano del capoluogo, presenta sempre più i caratteri tipici delle aree metropolitane.

Le variazioni che si riscontrano nell'ammontare della popolazione esprimono con notevole efficacia la portata e la tendenza del processo di urbanizzazione che ha interessato l'area urbana bolognese nel quarantennio 1951-1991.

Il processo di urbanizzazione, pur manifestandosi con ritmi molto intensi nel primo decennio, tende ad assumere caratteri diversi per l'attenuarsi della capacità di attrazione del centro maggiore. In seguito alla politica di decentramento industriale attuata nel quinquennio 1961-1965, l'espansione demografica è stata, invece, molto superiore nell'ambito nei comuni compresi nell'area urbana, come appunto denotano i tassi medi annui di variazione della popolazione trascritti nella Tab. 6.

Infatti, negli ultimi due decenni 1971-1981 e 1981-1991 l'ammontare della popolazione residente nel comune capoluogo presenta una notevole contrazione a tassi alquanto elevati soprattutto nell'ultimo periodo intercensuario con un decremento valutato pari a 12,7 per mille residenti. All'opposto, gli altri comuni inclusi nell'area urbana presentano una notevole espansione demografica a tassi molto elevati nei decenni 1961-1971 (37,8) e 1971-1981 (18,8 per mille abitanti).

Tab. 6. Tassi medi annui di variazione della popolazione moltiplicati per 1.000.

Periodi	BOLOGNA	altri comuni
1951-1961	26,6	6,1
1961-1971	9,8	37,8
1971-1981	-6,6	18,8
1981-1991	-12,7	7,5

Tab. 7. Indici di agglomerazione moltiplicati per 100.

	1951	1961	1971	1981	1991
Indici	78,4	81,7	77,0	72,2	68,0

Tab. 8. Tassi medi annui di variazione della popolazione residente nel comune di Bologna (r), della popolazione residente nell'intera area urbana (R) e tassi medi annui di variazione del livello di urbanizzazione (ρ) moltiplicati per 1.000.

Periodi	r	R	ρ
1951-1961	0,02710		0,02288
			4,1
1961-1971	0,00981		0,01576
			-5,9
1971-1981	-0,00659		-0,00016
			-6,4
1981-1991	-0,01263		-0,00666
			-6,0

Le fasi di espansione e di concentrazione demografica riscontrate nel comune di Bologna non hanno modificato profondamente l'assetto della distribuzione territoriale della popolazione residente nell'intera area urbana bolognese come appunto denotano gli indici di agglomerazione⁵ riportati nella Tab. 7. Infatti, malgrado l'andamento progressivamente decrescente dal 1971 in poi di tali indici di agglomerazione, il comune di Bologna continua a svolgere tuttora le sue funzioni di località centrale e di essere il centro animatore e propulsore della vita economica, sociale e culturale anche dopo lo sviluppo ed il consolidamento del processo di periurbanizzazione esteso ai comuni limitrofi.

La dinamica di questo processo si è manifestata già nel decennio 1961-1971, in seguito all'attuazione del piano di decentramento di numerose attività produttive, e prosegue ininterrottamente nei due successivi decenni a tassi costanti che oscillano attorno al valore di 6 per mille di popolazione complessiva residente nell'area urbana di Bologna, come appunto evidenziano i valori trascritti nella Tab. 8.

⁵ L'indice di agglomerazione è dato dal rapporto tra l'ammontare della popolazione residente nel comune capoluogo e quello della popolazione complessiva censita nell'intera area urbana. Cfr. SALVEMINI T., *Lezioni di Statistica*, Cacucci, Bari, 1966.

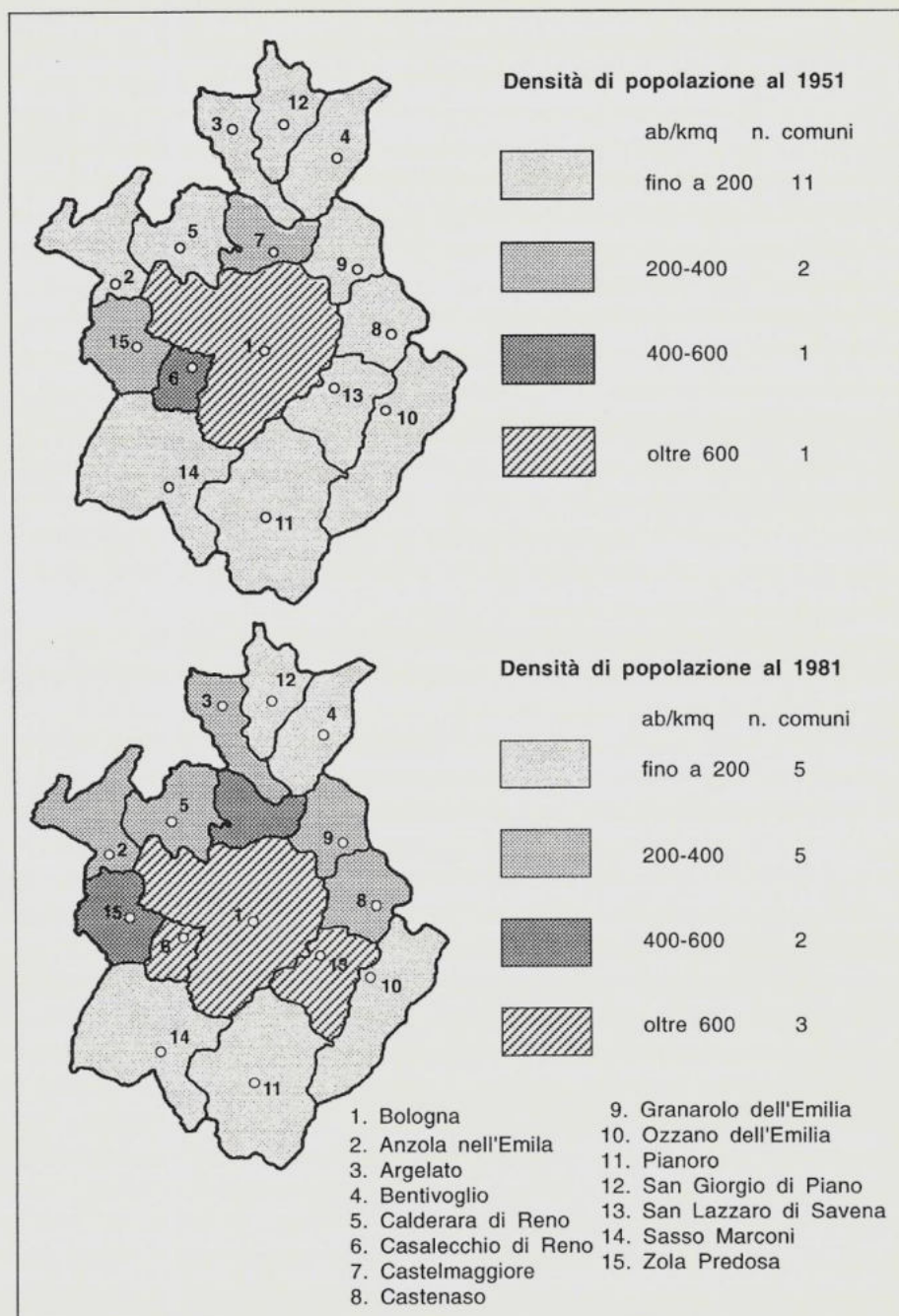


Fig. 3. Variazione della densità di popolazione nei comuni dell'area urbana di Bologna.

Il processo di industrializzazione ha comportato il progressivo spopolamento della montagna e delle zone rurali e, conseguentemente, la concentrazione della popolazione nei centri urbani alcuni dei quali già negli anni Sessanta raggiunsero livelli di saturazione.

La scelta della politica volta a favorire il decentramento delle localizzazioni industriali verso i comuni limitrofi ha contribuito allo sviluppo dei processi di suburbanizzazione e di periurbanizzazione ed alla conseguente espansione demografica delle aree urbane. Ciò ha comportato un esodo dal comune capoluogo e l'insediamento nei comuni limitrofi di contingenti demografici; esodo questo che non ha necessariamente *declassato* il comune capoluogo che continua ad essere il centro animatore e propulsore della vita economica, sociale e culturale.

Cenni bibliografici

Oltre quelli citati nelle note inserite nel testo, sono stati consultati i seguenti lavori:

- GOLINI A., *Distribuzione della popolazione, migrazioni interne e urbanesimo in Italia*, Ist. Demogr., Univ. Roma, 1974.
- CHIASSINO G., *Aspetti demografici dell'urbanizzazione in Italia*, «Giorn. Econom. e Ann. Econ.», 1970 (3-4), p. 213.
- BERRY B.J.L. (a cura), *Urbanization and Counterurbanization*, Sage Publ., Beverly Hills, 1976.
- CARTER H., *Geografia urbana. Teoria e metodi*, Zanichelli, Bologna, 1975.
- MION A., *Sulla crescita urbana in Italia*, Feltrinelli, Milano, 1976.

L'ARCHITETTURA DELLA CITTÀ E LA SUA INTERPRETAZIONE ECOLOGICA

*Giulia Landriscina**

L'intenzione di dare un taglio ecologico ad una lettura urbana della città ed alla sua architettura non trova riscontro nella letteratura esistente sull'argomento quando ci si voglia riferire alla città europea (in questa relazione si vuole prendere in esame la città di Bologna). Esistono, infatti, molti studi sull'interpretazione in chiave ecologica dello sviluppo urbano delle città americane, che si rifanno alle prime formulazioni teoriche relative all'ecosistema della città, iniziate negli Stati Uniti con gli studi sulla sociologia rurale. In questi studi la città americana è vista come struttura ecologica, un vero e proprio ecosistema urbano; viene così «spiegata» esaminando il suo metabolismo: il metabolismo di un ecosistema artificiale. Tale modello non può prestarsi, come si è detto, ad analisi relative a città europee, in quanto queste sono il risultato di fenomeni legati alla storia, all'economia e a molti altri fattori con interrelazioni piuttosto complesse: il denso tessuto creato dalla storia richiede altri parametri di analisi.

Per tentare un approccio che risponda ad una tale lettura, diventa importante prendere in considerazione il luogo dove sorge la città, le risorse naturali di cui può disporre, il suo modo di organizzarsi, quali materiali utilizza, fino ad arrivare alle forme architettoniche e alle tipologie costruttive.

Tale modo di «vedere» è molto vicino a quella che viene definita «interpretazione materialistica», che è una delle tante teorie dell'architettura, secondo la quale il carattere che monumenti e città assumono è determinato dalle condizioni geografiche, climatiche e geologiche del sito; si spiega, così, la struttura aperta del tempio greco, priva di spazio

* Architetto libero professionista.

interno, dato che il clima permetteva che le cerimonie si svolgessero all'esterno; così pure l'abbondanza di granito in Egitto permetteva una statuaria e una decorazione formalmente rigida, mentre la presenza di marmo consentiva in Grecia un modellare molto più articolato e raffinato. Allo stesso modo, il cromatismo dell'architettura babilonese, assira e persiana si giustifica con l'uso dei mattoni e della terracotta. Anche l'andamento dei raggi solari e la topografia del luogo sono determinanti per spiegare molti fenomeni legati all'architettura. Si è spiegato, per esempio, il perdurare dell'architettura classicista nel Sud e di quella gotica nel Nord dell'Europa in relazione all'andamento dei raggi solari, in quanto nel Sud cadono quasi perpendicolari e l'effetto maggiore del contrasto di ombre deriva proprio dalla presenza di cornici, cioè di linee sporgenti orizzontali, mentre nel nord le linee verticali creano maggiori giochi di luce in quanto il sole è più basso.

È interessante notare come esistano analogie tra i caratteri dell'architettura costruita dall'uomo e le strutture prodotte dagli altri organismi viventi nella conquista, attraverso successivi adattamenti, della propria

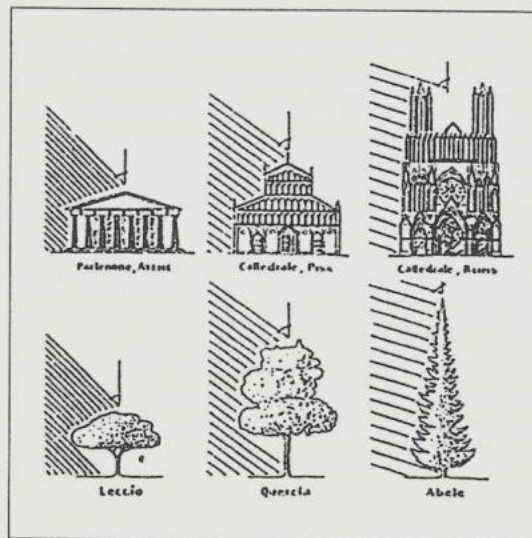


Fig. 1. All'accrescersi della disponibilità di energia, diminuisce la superficie da esporre per ottenere analoghe possibilità di sfruttamento di luce e di calore. Un sistema energetico efficiente è garanzia di ottimizzazione funzionale e quindi anche estetica (G.ABRAMI, *Progettazione ambientale*, Clup, Milano, 1987).

nicchia ecologica. La luce ed il calore sono elementi che pongono le maggiori condizioni, come si può notare dalle corrispondenze tra le chiome di alcuni tipi di vegetazione naturale, le forme di alcune architetture religiose e dall'angolo di incidenza dei raggi luminosi con l'asse zenitale, a diverse latitudini (fig. 1).

L'ambiente geografico è importante per rendersi conto dell'origine di una città; come per la maggior parte dei primi insediamenti urbani, quello di Bologna si serviva delle componenti fondamentali per assicurarne il successivo sviluppo: la presenza dell'acqua sia come risorsa idrica che come via naturale di transito, l'abbondanza di foreste,

soprattutto per l'utilizzo del legno che se ne poteva ricavare come combustibile e come materiale da costruzione, l'estensione di ampie aree in zone totalmente pianeggianti e quindi facilmente coltivabili. Questa organizzazione è attestata dagli studi su città antichissime, come la ricostruzione di Nippur, città della Babilonia, del 1500 a.C., che costituisce un caso interessante in quanto concentra tutti gli elementi fondamentali per l'insediamento urbano primitivo (fig. 2).

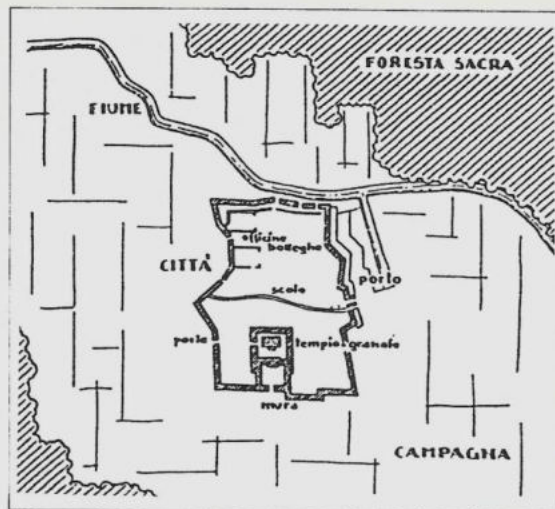


Fig. 2. Ricostruzione dell'organizzazione della città-territorio di Nippur, 1500 a.C.

È da notare come i primi ecosistemi urbani abbiano tutti origine e sviluppo ai margini delle grandi coltivazioni di cereali, come la segala, il mais, il riso. Infatti fino al XIV secolo essi rappresentano il fondamento energetico della vita urbana. La posizione strategica dei primi insediamenti dimostra poi come essa fosse in funzione delle direttrici di comunicazione, sia che si trattasse di vie d'acqua che di percorsi facilmente individuabili nel territorio; la Via Aemilia ne è un esempio in quanto ha determinato il successivo accrescimento urbano proprio lungo il suo asse, come pure la presenza di corsi d'acqua naturali all'interno della città, come il canale delle



Fig. 3. Il canale delle Moline, da una pianta di M. BORBONI, Bologna, 1724.

moline, ha dato vita ad un precoce ed organizzato sistema «industriale» di ruote idrauliche, costringendo la viabilità circostante ad assecondare il suo percorso (fig. 3).

L'insediamento romano di Bononia, del 189 a.C., fondato e organizzato dai coloni latini secondo la consuetudine della maglia regolare del cardo e decumano, non ebbe probabilmente mura di difesa, dal momento che tutta la pianura era stata colonizzata; fu dopo la caduta dell'Impero Romano che la città costruì le prime mura, con grandi blocchi di gesso crudo collocati a secco, per un'altezza totale di 6 m. La costruzione di una difesa attorno alla città ne condiziona potentemente lo sviluppo (fig. 4).

Da un punto di vista ecologico si può dire che le mura non sono solo una difesa, ma appaiono come una sorta di limite ultimo oltre al quale la città non può espandersi senza risentire di uno squilibrio energetico.

All'interno del «limite» delle mura venivano lasciati liberi degli spazi destinati ad orti e coltivazioni. Tali spazi avevano una duplice funzione: se si rendeva necessario costruire ancora abitazioni per un incremento demografico, lo si poteva fare avendo a disposizione queste aree, sempre all'interno delle mura, e se non era possibile approvvigionarsi all'esterno a causa di qualche carestia o per motivi bellici, la presenza di zone coltivabili interne alla città ne garantiva il sostentamento.



Fig. 4. Ricostruzione fantastica di O. MONTALBANI, *Felsina sive Bononia antiqua*, della metà del '600. È interessante notare il ruolo incisivo delle mura (sono rappresentate l'ultima e la penultima cerchia, che racchiude l'abitato e il rapporto con gli spazi intorno alla città, pronti per la successiva espansione).

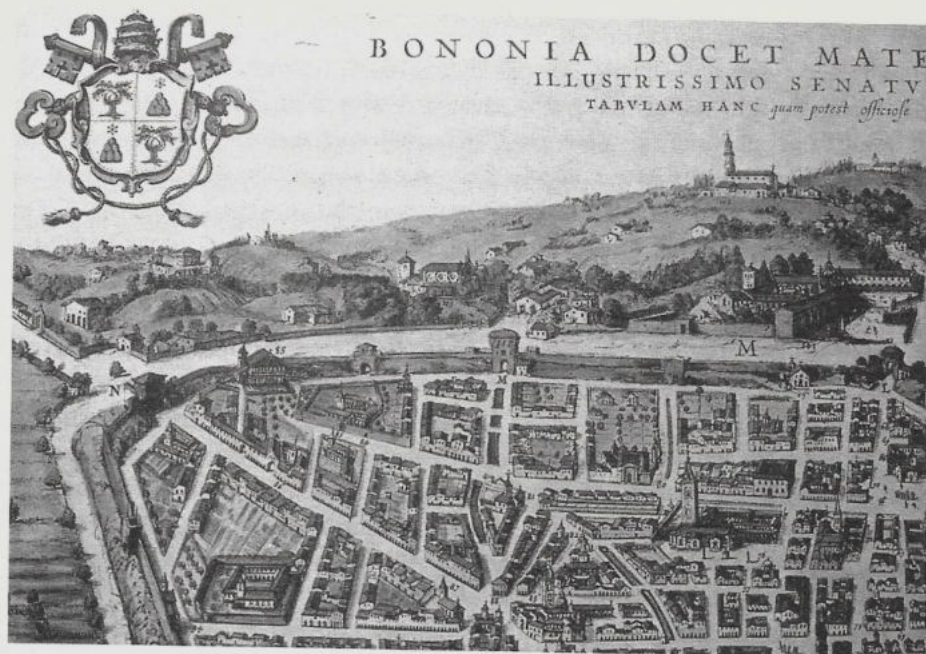


Fig. 5. BLAEU, *Bononia docet mater studiorum*, metà del 600. In questo particolare si può constatare l'inserimento della città nel territorio circostante, ed in particolare il rapporto con le colline. I percorsi extraurbani sono la continuazione dei tracciati dentro le mura. Questa struttura è quella che ha consentito l'espansione «a macchia d'olio» della città.

Un'altra interessante considerazione che si può fare sulle mura è che non sono nate con l'intenzione di sottolineare una marcata distinzione tra paesaggio urbano ed extraurbano, in quanto la viabilità assume, dentro e fuori della città, la stessa articolazione e distribuzione (fig. 5).

Analizziamo ora come si è evoluta l'architettura della città man mano che aumentavano l'espansione urbana e le esigenze di una migliore qualità abitativa. La caratteristica più saliente dell'abitare può essere definita come un adeguamento continuo alle condizioni poste dal vivere quotidiano, un adeguamento che progressivamente tende all'ottimizzazione dei requisiti attraverso successivi adattamenti o attraverso «invenzioni», ovvero piccoli stratagemmi formali e costruttivi con i quali si risolvono brillantemente problemi che via via si presentano.

In questo procedimento si riconosce, per esempio, il consolidarsi del tipo edilizio della casa d'abitazione, la cui costruzione, strettamente legata

elementi tipici del modello della casa d'abitazione più frequentemente riscontrabili sono presenti nell'iconografia storica (fig. 7).

Tra le «invenzioni» più interessanti si può ricordare il portico, che subisce nel tempo infinite trasformazioni per rispondere adeguatamente a criteri funzionali ed a richieste estetiche. L'origine di questa soluzione architettonica la si può rintracciare nelle case dell'antica Roma, soprattutto nelle *insulae* o case d'affitto, alte sino a 20 m., e provviste ad ogni piano di ballatoi per consentire l'accesso agli ingressi. Questi ballatoi sono chiamati «meniani» e non sono altro che le travi del solaio uscenti a sbalzo dal muro esterno. Per occupare spazi maggiori, i meniani vennero sorretti da mensole in pietra, anche perché i Romani cercarono ben presto di sostituire il legno con strutture analoghe costruite però con

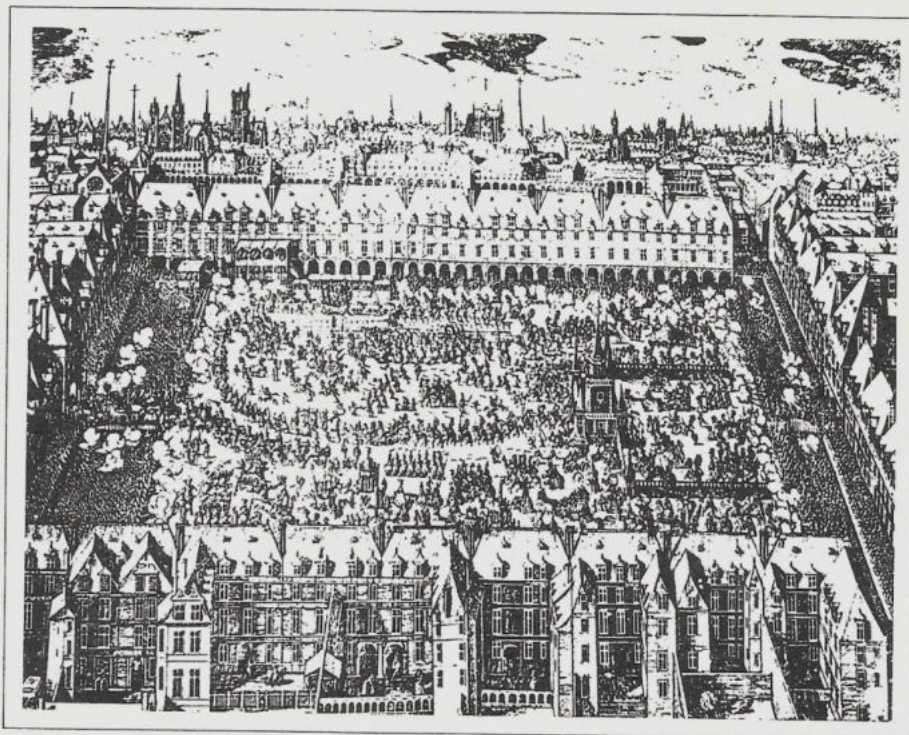


Fig. 8. La Place Royale (oggi *Place Des Vosges*) a Parigi, nel 1600. Lo spazio aperto (la piazza) circondato da portici è lo spazio rappresentativo della città, deputato alle grandi manifestazioni. Sullo sfondo, la città medievale che, nella sua forma contratta e ricca di linee verticali, come campanili, tetti, torri e torrioni, denuncia la sua origine di città circondata da mura.

materiale lapideo, per ovviare al pericolo d'incendi; ma questi sbalzi in pietra, pur sostenuti da mensole, ebbero presto bisogno di essere sorretti da colonne. A Bologna l'evoluzione del portico segue lo stesso *iter*, ed ha la particolarità di essere una soluzione adottata specialmente per la casa d'abitazione e per questo motivo molto diffusa, contrariamente a quello che avvenne in altre città, che adottarono il portico per l'aspetto scenografico che poteva offrire il susseguirsi di colonne ed arcate e quindi come elemento distintivo per soluzioni formali raffinate, adatte ad edifici di pregio (si pensi a Piazza S. Marco a Venezia, interamente porticata) (fig. 8).

A Bologna, viceversa, molto spesso i palazzi signorili cercavano di imporre la loro immagine proprio eliminando il portico, e si ergevano prospicienti sulla strada, a costo di inserirsi bruscamente interrompendo il continuum stradale e il percorso dei pedoni (come nel caso di Palazzo Montanari). Nella Roma antica esisteva un altro tipo di portico, chiamato *pergula*, simile a quello bolognese, in quanto era un vero e proprio prolungamento della casa; ma venne utilizzato solo associato ad attività commerciali ed a taverne.

All'inizio i sostegni del portico bolognese erano costituiti da pilastri in legno, di solito grossi tronchi di rovere fatti venire dalle foreste dell'appennino, squadrati o sbozzati, isolati dall'umidità del terreno da massi in pietra selenite poggiati alla base e provvisti di un incavo per alloggiare con maggior sicurezza i pilastri stessi (fig. 9).

Tra il ritto verticale e la trave era interposto uno spezzone ligneo collegato al pilastro stesso con elementi inclinati, e alla trave sovrastante con cavicchi di legno (figg. 10-11).

La successiva trasformazione vede l'inglobamento del portico come parte integrante dell'edificio; l'elemento orizzontale, l'«asenare», da semplice appoggio per i travetti della copertura diviene trave squadrata rinforzata da mensole. La nuova configurazione del portico è quella di una struttura di rinforzo alla restante ossatura dell'edificio, sporgente sulla strada e, al piano superiore, sporgente all'esterno del tavolato stesso (altro accorgimento utile per impedire all'acqua scendente dal tetto di gocciolare sul tavolato) (fig. 12).

Alla fine di questo processo evolutivo il portico si dimostra come valida soluzione per occupare porzioni più vaste di spazio senza intervenire sul suolo pubblico (la strada), garantendo inoltre una statica che ne ha permesso un uso vastissimo (fig. 13).

Secondo il diagramma di momento della struttura del portico, il fatto che il muro esterno ed i correnti non siano in asse con le colonne

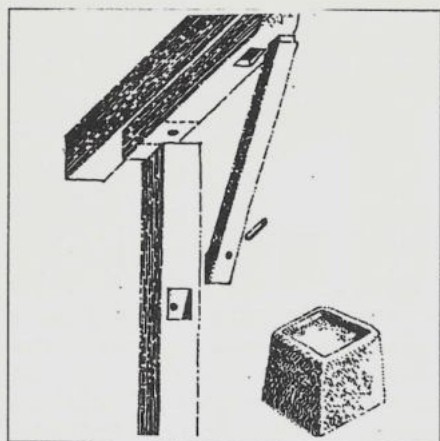


Fig. 9

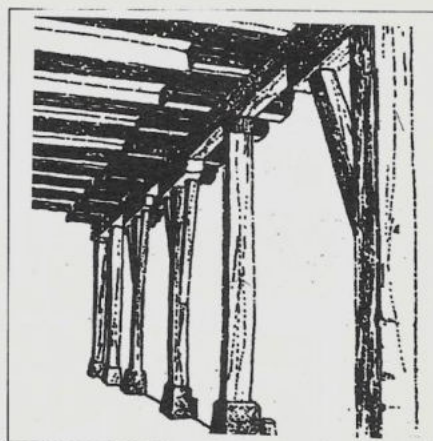


Fig. 10

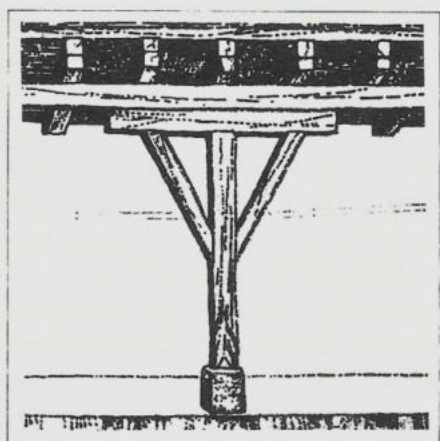


Fig. 11.

Figg. 9-11. La struttura lignea del portico medievale. (Da: *Risanamento conservativo del centro storico di Bologna*, a cura del Comune di Bologna, 1979).

riduce l'abbassamento delle travi del solaio, in quanto il carico che il solaio sostiene dal muro esterno alla colonna viene bilanciato dal peso del muro di facciata che deforma i correnti in senso opposto.

Bisogna, inoltre, considerare che il solaio era molto pesante perché costituito da una base di correnti (cioè le travi parallele ai muri di sponda), e su queste venivano distesi i «dormienti», perpendicolari ai correnti, che servivano allo scopo di portare il tavolato ed il pavimento in calcina, o di mattoni.

Il passo successivo prende l'avvio da un editto del Senato del 1567, in cui si intima la sostituzione dei pilastri lignei con pilastri in muratura;

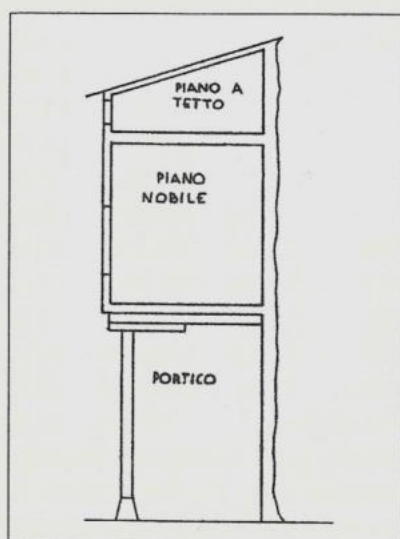


Fig. 12. Sezione della «casa tipo» bolognese, con portico. Si possono notare le soluzioni scelte per impedire il passaggio dell'acqua piovana sul tavolato del solaio, tramite l'aggetto sulla strada. Per difenderlo poi dalle infiltrazioni provenienti dai pavimenti in mattoni, lavati ad acqua, si provvede con un rivestimento in arelle intonacate.

nonostante le minacce, perdura la costruzione in legno e solo nella seconda metà dell'ottocento si registrano i progetti di trasformazione a tappeto di tutti i pilastri. L'utilizzo del legno, che l'editto proibiva non solo per proteggere la città dagli incendi e dai crolli frequentissimi, ma anche perché cominciava a scarseggiare, costrinse ad adottare accorgimenti tecnico-costruttivi di grande efficacia: per scaricare la trave del solaio, sulla facciata esterna veniva inserito un arco di scarico che interessava tutta la larghezza del fronte; in questo modo solo la struttura orizzontale del solaio poggiava sul trave, mentre il peso del muro verticale gravava principalmente sull'arco che distribuiva poi ai pilastri. Gli editti successivi obbligarono i costruttori ad edificare portici più alti, affinché potessero passare uomini a cavallo: la situazione delle strade, non lastricate, fangose, invase dall'acqua durante le piogge, spinse a servirsi del portico anche per questo uso, provvedendo, inoltre, ad innalzare il livello rispetto a quello stradale (oggi lo si può ancora notare in vari punti della città).

Altre interessanti «invenzioni» si riscontrano ancora per domare uno dei pericoli più diffusi allora: l'incendio causato dai camini. Nei sottoportici o all'interno delle abitazioni si può ancora oggi notare una struttura isolante alla base del camino (fig. 14).

A Venezia il problema di difendere i tetti ancora in paglia dalla caduta delle cosiddette «monachine» o di altro materiale uscente dai camini venne risolto intelligentemente con fantasiosi comignoli che

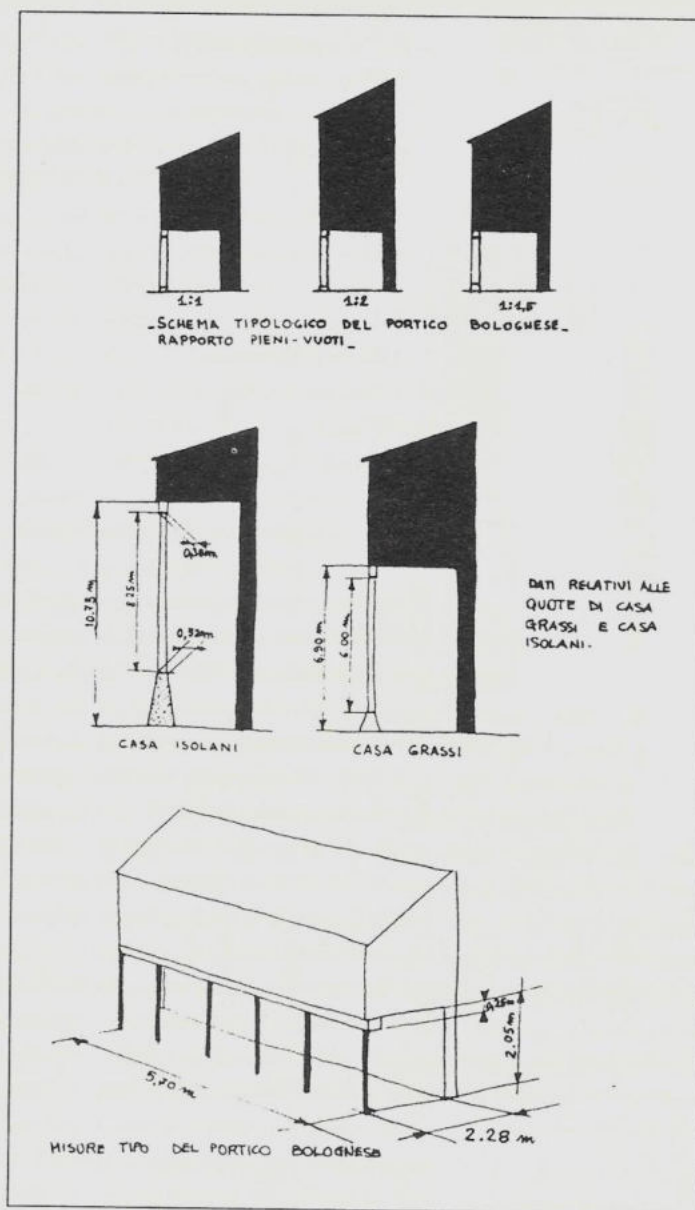


Fig. 13. I disegni illustrano i dati tecnici riguardanti una delle «invenzioni» più curiose e originali dell'architettura locale. Con l'adozione del portico cambia totalmente il rapporto con lo spazio stradale e la nuova soluzione propone un diverso modo di vivere garantendo la sopravvivenza della vita pedonale, prezioso strumento per lo sviluppo dei rapporti sociali e quindi anche commerciali dell'intera città.



Fig. 14. Volta in mattoni, isolante, posta sotto il camino, sostenuta da una struttura lignea a cui si appoggia anche il sottofondo stesso del camino (il rialzo del focolare).

assolvevano alla loro funzione antincendio con una forma a tronco di cono rovesciato, o campana, posta proprio alla sommità della bocca del camino.

Oltre alla casa d'abitazione, un interessante tipo edilizio ha grande sviluppo a Bologna: la torre e le forme ad essa connesse, come le case-torri, dette anche «arci-case», cioè case costruite e fortificate come una rocca. Questa difesa era logica in quanto le case erano costruite in legno e, prima dell'avvento dei coppi, i tetti erano coperti con fasci di gambi di formentone o meliga. Queste espressioni di architettura civile e militare vennero però ben presto abbattute o

mozzate, molto spesso integrandole nel tessuto abitativo, dopo che, per secoli, avevano primeggiato nel cuore della città, completamente isolate dagli edifici intorno che venivano abbattuti. La base delle torri, di solito quadrata, era costituita da blocchi di gesso crudo (proveniente dalle cave di Monte Donato) intorno ad un vano interno. Se guardiamo la Torre Asinelli, a circa 6 m. di altezza si conservano le mensole di selenite, inserite nella cortina di laterizio e che servivano per il ballatoio della torre, in legno, comunicante con i piani superiori delle adiacenti case degli Asinelli. La cortina di laterizio a vista fa da rivestimento ad un conglomerato di ciottoli e calce bianca, struttura di tutta la torre. In corrispondenza delle finestre si dovevano avere in origine dei solai in legno, e all'esterno si potevano avere anche altri ballatoi, sempre in legno (fig. 15).

Nella Torre Garisenda sono evidenti i fori da ponte (in file di 3 fori ciascuna), le mensole dei ballatoi (forse erano addirittura 11) e i covili (fori più grandi per travi più grosse di quelle usate per i ponteggi occorrenti nella costruzione e nel restauro).

Analizzando ora l'evoluzione dell'organizzazione degli spazi aperti della città, si nota come all'espansione urbana si accompagni un diverso rapporto tra gli edifici e il loro intorno, e come, superando il «limite» dell'ultima cerchia di mura (riconducibile storicamente per molte città

italiane al periodo rinascimentale), la città si appropriò della campagna, fino a non definire quasi più i limiti e le pertinenze, soprattutto con l'evolversi della città industriale.

La spinta del secolo scorso verso una vera e propria rivoluzione nell'abitare, con grandi contributi teorici tesi a migliorare anzitutto le condizioni igieniche, debellando definitivamente molte malattie, nella realizzazione di una nuova forma di città, la città-giardino, è stata soffocata da pressanti esigenze volte a soddisfare la crescita veloce dei nuovi insediamenti, cercando l'assoluta necessità, oggi, di «ricucire» tutti gli spazi di risulta, e quindi marginali, dei quartieri-ghetto, che senza adeguata e previdente programmazione si sono sfortunatamente moltiplicati, creando un potente disordine organizzativo nel tessuto urbano. In questo processo di espansione è, quindi, riconoscibile la tendenza ad un'urbanizzazione massiccia che, pur risolvendo in parte la crescente esigenza di spazi abitativi ad un costo contenuto, non prende in considerazione la ricerca di una migliore qualità abitativa come investimento di energie per il futuro, e che prevederebbe un contesto urbano integrato con l'ambiente rurale e quello naturale, in modo da offrire alla città diversi riferimenti ambientali (fig. 16).

Le fasi di crescita della città e di conseguenza del modo di abitare e costruire sono state molteplici e decisamente complesse, improntate tutte sul rapporto tra centro, periferia ed intorno rurale; la prima espansione annulla i confini ereditati (le mura), e, mantenendo un sistema di sviluppo radiocentrico, si attesta lungo alcuni percorsi preferenziali (linee di traffico, percorsi stradali,

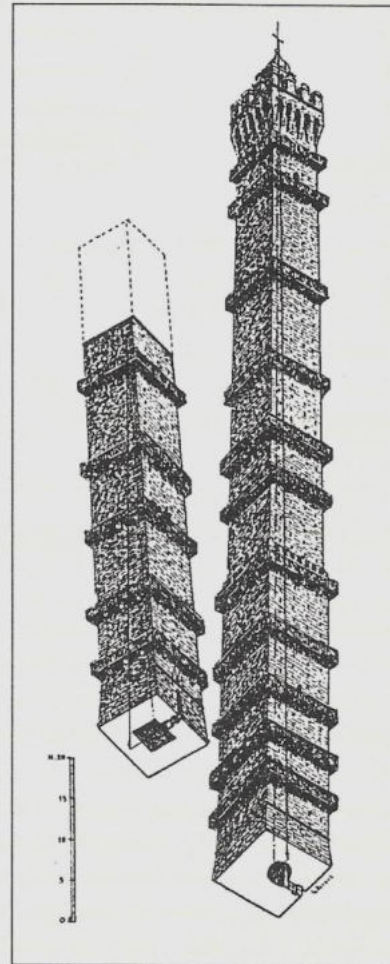


Fig. 15. Rappresentazioni delle Due Torri. (da G. Rivani, *Le Torri di Bologna*, Tamari, Bologna, 1966). Nella ricostruzione, eseguita dall'autore, appaiono le Due Torri come potevano essere in origine, provviste cioè di ballatoi.

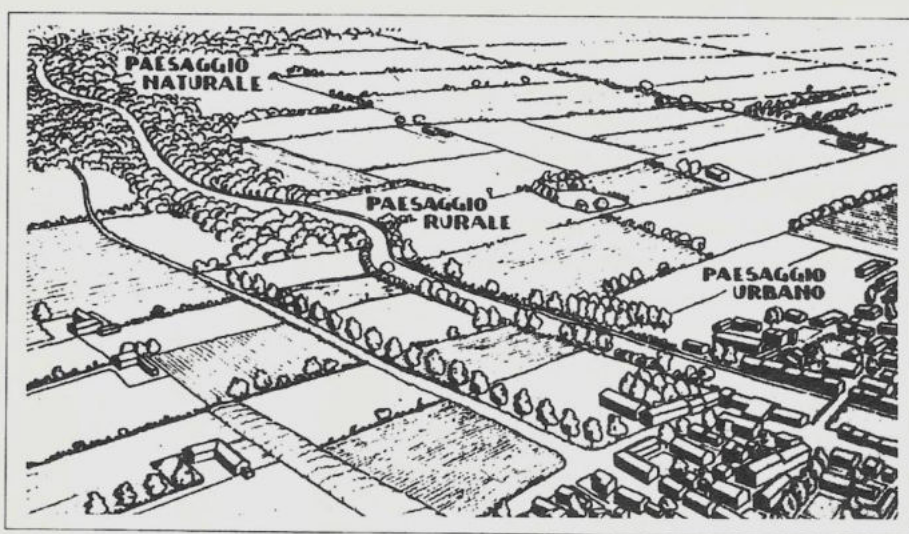


Fig. 16. L'integrazione tra i diversi ambienti (naturale, rurale ed urbano) è qui rappresentata ed indicata come necessaria, (dal momento che l'ambiente urbano-industriale, dal punto di vista ecologico, non è vitale) per creare e gestire un equilibrio che trae la sua forza nel mantenimento dei caratteri propri di ciascun ambiente considerato.

luoghi di affari), realizzandosi in una continuità stradale che garantisce la rottura dell'autosufficienza della struttura urbana di origine agricola.

Attraverso questo procedimento la città moderna e quella contemporanea, costruite quando le risorse energetiche ed i materiali sembravano inestinguibili, si sono strutturate in modo da richiedere quantità di energia più elevate rispetto alla necessità di soddisfare i fabbisogni umani, per cui il solo miglioramento tecnologico dei singoli componenti non può rappresentare un decisivo miglioramento, se si considera l'ecosistema nel suo complesso.

Uno studio completo sugli «equilibri urbani» è cominciato con il Movimento Moderno, che si è preoccupato di studiare approfonditamente la città e il suo sviluppo, fino ad analizzare il nucleo stesso della vita urbana, la casa, proponendo nuovi modelli abitativi legati ad un'idea di città industriale, dinamica, in espansione, alla continua ricerca di un benessere visto come assolutamente necessario. Dopo gli sventramenti ottocenteschi, motivati dall'esigenza di migliorare le condizioni igieniche dei quartieri «storici», il nuovo corso dell'architettura non si occupa solo del centro città, ma di tutto il suo intorno e quindi della periferia, vista come il luogo della sperimentazione delle nuove proposte progettuali.

L'idea portante della ricerca qualitativa sulla casa del Movimento Moderno, che può essere rappresentata nel Padiglione dell'Esprit Nouveau progettato dall'Architetto Le Corbusier per l'Esposizione internazionale delle Arti Decorative a Parigi nel 1925, concretizza in 5 punti essenziali il suo programma funzionale:

- La struttura portante non è in muratura, ma costituita da *pilotis*, cioè da pilastri portanti che permettono all'edificio di essere sollevato da terra.
- Non essendoci vincoli costituiti dai muri portanti, la pianta dell'edificio è libera, e quindi offre infinite possibilità distributive.
- Le finestre corrono a nastro per tutta la lunghezza desiderata, illuminando abbondantemente gli interni dell'abitazione (oggi il contenimento del consumo energetico è garantito dalle pareti continue, o *courtain walls*).
- La facciata dell'edificio è libera, cioè senza vincoli, e non ci sono particolari discriminazioni tra la «facciata principale» e le «facciate principali».
- Il tetto assume il ruolo di tetto-giardino: non viene pensato rilevato, ma concavo, per convogliare efficacemente le acque piovane.

Da questi punti si desume come, alla portata teorica del Movimento Moderno, si accompagni anche una modificazione della tecnologia dell'architettura, che con l'adozione di materiali fino allora non molto usati, come il cemento armato, trasforma l'immagine stessa della città, rendendo possibili soluzioni infinite. Il merito forse più rilevante ai fini dell'approccio ecologico al problema della città è stato quello di pensare in termini globali, relazionando cioè tutte le parti tra loro e con il tutto. La casa non va vista come elemento da progettare isolatamente, ma sempre in un contesto più generale, e così pure la città.

Gran parte dei contributi di queste ricerche, che hanno avuto piena attuazione nelle loro intenzioni autentiche solo in poche occasioni, si sono approfonditi rimanendo sempre nell'ambito di una professione dell'architettura che ha limitato agli addetti ai lavori il dibattito ricchissimo che ne è derivato, trovandosi oggi a pagare questo sfasamento concettuale con un'utenza assolutamente impreparata ad affrontare tali argomenti, ed anzi ancorata a modi di vita desueti, o protesa verso scelte estreme, pur di superare il disorientamento che prova nel tentativo di colmare il vuoto di anni che, a sua insaputa, ha prodotto quelle stesse case che ora, nel bene e nel male, si trova ad abitare.

Bibliografia

I testi compresi in questa bibliografia sono scelti tra quelli utilizzati come supporto al lavoro svolto, e, data la diversità degli argomenti trattati, sono raccolti per temi generali.

Storia di Bologna

- BERGONZONI F., *Venti secoli di città*, Cappelli, Bologna, 1980.
VIANELLI A., *A Bologna fra cronaca e storia*, Guidicini e Rosa, Bologna, 1979.
MALAGUZZI-VALERI, *L'Architettura a Bologna nel rinascimento*, Cappelli, Bologna, 1899.
RICCI G., *Bologna*, Laterza, Bari, 1985.

La città antica e la sua architettura

- POETE M., *La città antica, Introduzione all'urbanistica*, Einaudi, Torino, 1958.
COM. BOLOGNA, *Risanamento conservativo del centro storico di Bologna*, Graficoop, Bologna, 1979.
Il palazzo Ghisilardi-Fava, Nuova sede del museo civico medievale e del rinascimento, «Il Carobbio», Parma, Bologna, 1976.
RIVANI G., *Le torri di Bologna*, Tamari, Bologna, 1966.
SULZE E., *Gli antichi portici di Bologna*, «Atti Mem. Deputaz. Storia Patria Romagna», Bologna, 1929.
SIGHINOLFI L., *I portici di Bologna antica*, «Il comune di Bologna», 11, 1925.
GOZZADINI G., *Note per studi sull'architettura civile in Bologna*, «Atti e memorie della deputazione di storia patria per le provincie dell'Emilia», Modena, 1877.
FINELLI A., *Bologna ai tempi che vi soggiornò Dante e l'ultima cerchia murata*, Bologna, 1929.

La città moderna e la città contemporanea

- AYMONIO C., *Origine e sviluppo della città moderna*, Marsilio, Padova, 1971.
ZEVI B., *Il linguaggio moderno dell'architettura*, Einaudi, Torino, 1973.
CRESTI C., *Le Corbusier*, Sansoni, Firenze, 1977.

Ecologia ed ecologia urbana

- ODUM E.P., *Ecologia*, Zanichelli, Bologna, 1971.
ABRAMI G., *Progettazione ambientale*, CLUP, Milano, 1987.
BETTINI V., *Elementi di analisi ambientale*, CLUP, Milano, 1989.
DORFLES G., *Le scelte ecologico-urbanistiche*, in *Dal significato alle scelte*, Einaudi, Torino, 1973.

UOMO E AMBIENTE URBANO

*Davide Pettener**

Origini dell'urbanizzazione

Durante tutto il Paleolitico il rapporto dell'uomo con l'ambiente, relativamente allo sfruttamento delle risorse, è stato sempre caratterizzato da un particolare tipo di economia, basato sulla caccia e sulla raccolta. Oggi soltanto poche popolazioni isolate di cacciatori-raccoglitori, ultimi residui del mondo preagricolo, vivono in habitat costituiti da aree marginali con ridotta capacità portante, e le loro condizioni di vita sono spesso difficili più per le pressioni esercitate dai gruppi confinanti di agricoltori che per quelle dovute all'ambiente.

Lo stadio economico della caccia e raccolta è caratterizzato da abitudini di vita nomadi e da bassissime densità di popolazione, inferiori a un individuo per chilometro quadrato; la stessa consistenza numerica dei gruppi non supera in genere la cinquantina di individui per mantenere l'equilibrio tra popolazione e risorse.

Soltanto con il Neolitico, grazie alla domesticazione delle piante e degli animali, le popolazioni umane instaurarono un nuovo tipo di rapporto con l'ambiente, caratterizzato dalla disponibilità di nuove e maggiori sorgenti di cibo. Il passaggio a questa nuova forma di economia ha prodotto cambiamenti tanto profondi e radicali da essere anche conosciuto come *transizione o rivoluzione neolitica*.

Nell'area che si estende dal Medio Oriente alla Turchia orientale e all'Iraq, la cosiddetta mezzaluna fertile, si hanno, a partire dall'VIII millennio a.C., le prime documentazioni archeologiche dell'addomesticamento di alcune graminacee, il grano e l'orzo, e dei primi animali. Va ricordato però che indipendentemente e circa nello stesso periodo, si

* Istituto di Antropologia dell'Università di Bologna

ebbero altre aree di origine dell'agricoltura basate anche in questi casi sulla domesticazione di piante selvatiche locali come il mais in Messico o il riso in Cina.

L'addomesticamento di piante ed animali non portò solo ad un aumento delle risorse alimentari: lo sviluppo delle tecniche agricole e la necessità di immagazzinamento del cibo prodotto portarono all'abbandono della vita nomade che caratterizza i cacciatori-raccoglitori, anche se con ogni probabilità i primi agricoltori si spostavano ciclicamente, dato che dopo qualche anno di coltura i campi si presume diventassero sterili. Il passaggio dall'economia basata sulla caccia e sulla raccolta a quella basata sull'agricoltura ebbe grandi conseguenze sulla struttura demografica delle popolazioni. Le maggiori risorse alimentari e la minore incidenza di vari fattori di limitazione delle nascite presenti nei cacciatori-raccoglitori causarono probabilmente un aumento della fecondità e il conseguente aumento delle dimensioni delle popolazioni.

Questi due fenomeni, la sedentarizzazione dei gruppi e l'incremento demografico, posero le basi per l'insorgenza di un'ulteriore conseguenza della transizione all'agricoltura, l'*urbanizzazione*.

Infatti, proprio nell'area della mezzaluna fertile, troviamo le testimonianze archeologiche dei più antichi agglomerati urbani: Catal Hüyük, nella Turchia sud-orientale risale al VII millennio a.C. e sembra contasse parecchie migliaia di abitanti; Uruk, città Sumera, nel III millennio a.C. avrebbe avuto una popolazione dell'ordine di 50.000 individui. Dimensioni di questo tipo dovevano comportare vaste estensioni di terreni coltivati intorno al nucleo urbano, tali da essere sufficienti al sostentamento della popolazione cittadina; comportavano inoltre complesse organizzazioni in classi sociali, con significato anche gerarchico oltre che economico, per le attività produttive, commerciali e di trasporto. Non appena da un'agricoltura di sussistenza si riuscì a passare alla produzione di un surplus agricolo, si sviluppò infatti il commercio e di conseguenza il trasporto e le prime vie di comunicazione tra i nuclei urbani.

Nasceva così la *civilizzazione urbana*, che si è sviluppata a partire dall'epoca neolitica diventando sempre più complessa, richiedendo ed utilizzando uno spettro sempre più ampio di risorse e materiali: anche i flussi di energia che caratterizzano gli ecosistemi naturali furono profondamente alterati dalla complessità dei sistemi economici legati all'urbanizzazione.

Aspetti demografici dell'urbanizzazione

Come abbiamo visto, il passaggio dalla predazione alla produzione cominciò anche l'incremento demografico dell'umanità. Tuttavia solo negli ultimi due secoli tale incremento ha assunto dimensioni esplosive. Da una situazione iniziale di relativa stabilità o di moderato incremento demografico, caratterizzata da elevata mortalità e natalità e da bassi tassi di incremento, a partire dal secolo scorso si è passati nella maggior parte delle popolazioni, grazie al miglioramento delle condizioni di vita, ad una seconda fase con bassi tassi di mortalità ma con una natalità sempre molto elevata, e di conseguenza con elevati tassi di incremento. Nei paesi industrializzati alla seconda fase di esplosione demografica è seguita una terza fase caratterizzata da un calo della natalità: il tasso di accrescimento della popolazione è diminuito e si è avuta così una situazione caratterizzata nuovamente da una relativa stabilità demografica, ma dovuta a bassi tassi di natalità e mortalità. Questo insieme di trasformazioni è noto come il «modello della transizione demografica»; la maggior parte dei paesi a basso tasso di industrializzazione si trovano attualmente ancora nella seconda fase del modello.

Contemporaneamente all'esplosione demografica si è assistito ad una ripartizione ineguale delle popolazioni sul territorio. Basti pensare che attualmente quasi la metà della popolazione mondiale totale è concentrata sul 5% della superficie terrestre, mentre su più della metà delle terre emerse vive solo il 5% della popolazione. Questa ineguale ripartizione va messa in relazione con il fenomeno dell'urbanizzazione. Infatti il tasso di urbanizzazione ha cominciato a crescere rapidamente con l'inizio della rivoluzione industriale: se agli inizi del XIX secolo la popolazione che viveva in aree urbane con più di 20.000 abitanti era soltanto il 2%, oggi è oltre un terzo del totale mondiale. Questo incremento non va attribuito al solo accrescimento naturale delle popolazioni urbane, cioè alle eccedenze delle nascite sulle morti, ma soprattutto ai flussi migratori verso le aree urbane.

Il fenomeno dell'urbanizzazione è ormai tipico di tutti i paesi, anche se le cause e i risultati delle migrazioni urbane sono diversi: nel 1960, il 34,2% della popolazione mondiale era urbana, il 22,2% nei paesi in via di sviluppo e il 60,5% nei paesi industrializzati. Oggi queste percentuali sono ulteriormente aumentate, dato che nel 1985 la popolazione urbana ha raggiunto il 41,0% a livello mondiale e il 71,5% e 31,2% rispettivamente nei paesi industrializzati e in via di sviluppo (UNEP, 1989).

Dal punto di vista demografico la città tende ad essere caratterizzata

da comportamenti diversi rispetto all'ambiente rurale. La città presenta tassi di fecondità e di mortalità inferiori a quelli che si riscontrano nelle aree rurali, anche se le differenze stanno diminuendo con il tempo. La tendenza ad una minore fecondità e mortalità che contraddistingue la popolazione cittadina è attualmente più marcata nei paesi in via di sviluppo rispetto a quelli industrializzati. Va ricordato però che prima del XX secolo il tasso di mortalità, in Europa ed in America del Nord, era nettamente maggiore in città, soprattutto negli uomini, tanto che fu ipotizzato che la mortalità variasse in funzione del grado di agglomerazione della popolazione. Il motivo va ricercato nelle pessime condizioni igienico sanitarie e di sicurezza degli ambienti urbani e degli ambienti di lavoro agli inizi della rivoluzione industriale.

Ripercussioni biologiche dell'urbanizzazione

Negli ultimi millenni l'uomo si è dovuto confrontare con un nuovo tipo di ambiente da lui creato, *l'ambiente urbano*; questo, soprattutto nei periodi più antichi, non offriva necessariamente condizioni di vita migliori. Le alte densità di popolazione e le cattive condizioni igienico-sanitarie, tipiche nel passato degli agglomerati urbani, favorirono, ad esempio, lo sviluppo e la diffusione delle malattie infettive e delle grandi epidemie.

La città costituisce un ecosistema diverso e completamente nuovo, caratterizzato da alte densità (fino a più di 100.000 ab/km² a Honk Hong) e da un particolare microclima, oltre che da particolari flussi di energia; esso ha richiesto un diverso e nuovo tipo di adattamento culturale da parte dell'uomo, e può avere influito anche a livello biologico sulle caratteristiche delle popolazioni urbane.

Le interazioni dell'uomo con l'ambiente urbano sono talmente vaste e complesse da poter essere difficilmente prese in considerazione nella loro totalità. In questa sede ci limiteremo ad esaminare alcuni esempi delle influenze che questo particolare tipo di ambiente può esercitare a livello biologico.

Come si è visto, gli agglomerati urbani sono caratterizzati da elevati tassi di immigrazione. Le città costituiscono dei punti di incontro e di fusione dei nuclei di popolazione presenti nel territorio circostante: in esse si realizzano gli effetti dei maggiori flussi genici e di una elevata esogamia.

Un esempio di ripercussione biologica dell'urbanizzazione può riguardare le modalità dell'accrescimento umano. Bisogna ricordare che il controllo dell'accrescimento dipende dall'interazione tra ambiente ed

eredità. L'ambiente infatti può agire sul genotipo favorendo o limitando la potenzialità genetica dell'individuo. Numerose ricerche hanno dimostrato che i bambini di ambiente urbano hanno delle modalità di crescita diverse rispetto a quelli di ambiente rurale. Si è visto che in generale i bambini che vivono nelle aree urbane tendono a presentare dimensioni maggiori e un accrescimento più rapido rispetto ai loro coetanei delle campagne circostanti. Questo fenomeno è stato osservato in tutte le città dei paesi industrializzati, dove i bambini sono da 2 a 5 cm più alti dei loro coetanei in campagna. Ciò non avviene per ovvi motivi sociali, economici ed igienico-sanitari nelle popolazioni delle città dei paesi in via di sviluppo. Anche l'età media della comparsa del menarca, fenomeno in stretta relazione con i tempi e i ritmi dell'accrescimento, è fortemente influenzata dall'ambiente urbano e rurale: indipendentemente dal gruppo razziale e dalla zona climatica, si ha una maturazione sessuale più precoce nelle popolazioni urbane, salvo le classi socialmente povere.

La crescita e la maturazione più rapida dei bambini di città è stata spiegata soprattutto con le migliori condizioni, in particolare nutrizionali, che in genere hanno caratterizzato l'ambiente urbano. Recenti ricerche indicherebbero però che i valori medi nei due ambienti, città e campagna, tendono ormai a convergere, sia per un miglioramento delle condizioni di vita in campagna che per un progressivo deterioramento dell'ambiente urbano. Non va poi dimenticato che l'esogamia tipica degli ambienti urbani, cioè la tendenza a contrarre il matrimonio all'esterno di un determinato gruppo, può portare a fenomeni di eterosi, i quali da un punto di vista biologico possono essere messi in relazione con i maggiori valori dimensionali riscontrati in città.

Anche le variazioni dei valori della pressione arteriosa costituiscono un tipico esempio delle ripercussioni biologiche dell'urbanizzazione. È noto che nelle popolazioni occidentali la pressione arteriosa tende a crescere con l'età. Questo non avviene in popolazioni rurali non acculturate, soprattutto africane, dove tende invece a rimanere costante; se si esaminano però i valori rilevati in popolazioni di origine africana ma emigrate nelle Americhe, si osserva che essi sono tendenzialmente elevati ed in rapido aumento con l'età. Risultati simili sono stati ottenuti tutte le volte che gruppi rurali e non acculturati sono stati paragonati in Asia, Africa o Oceania con gruppi urbanizzati di paesi sviluppati. Per escludere che tali osservazioni siano influenzate dalla diversa composizione genetica delle popolazioni sono stati effettuati studi anche su popolazioni migranti: ad esempio, si è visto che i Polinesiani non

emigrati presentano valori pressori costantemente più bassi rispetto agli individui emigrati in Nuova Zelanda. È da notare però che rialzi pressori sono tipici dei gruppi in corso di inurbamento e di acculturazione: una volta adattatisi culturalmente e socialmente all'ambiente urbano, i valori tendono a rientrare nella norma.

Numerose ricerche hanno poi documentato come con l'esposizione di individui o popolazioni agli stress tipici della «vita moderna», oltre ai valori pressori, aumenti l'adiposità, cresca l'incidenza dell'obesità e del diabete di tipo II, si innalzino significativamente i tassi di mortalità per le patologie cardiovascolari connesse con tali fattori (MCGARVEY *et al.*, 1989).

Due ricerche sugli effetti dell'ambiente urbano sulla popolazione della città di Bologna

Un recente studio sull'influenza dell'ambiente urbano sull'invecchiamento, riguardante in particolare i possibili rapporti tra stress ambientali ed età biologica (FACCHINI *et al.*, 1992), ha messo a confronto due campioni di donatori di sangue, uno composto da residenti a Bologna, e l'altro da residenti in piccoli centri di campagna o montagna. I risultati ottenuti sono riportati in un profilo grafico (fig. 1): esso indica di quanto ciascun gruppo, per i diversi caratteri esaminati, sia biologicamente più «giovane» o più «vecchio» dello standard di riferimento (la linea centrale). Nel gruppo rurale si osserva che i caratteri relativi alla funzionalità respiratoria (Indice di Gunther, Capacità vitale e Volume Espiratorio Massimo in 1 secondo), i valori di glicemia e colesterolemia denotano una minore età biologica rispetto al gruppo urbano, che presenta invece un profilo «più giovane» per i valori pressori e i parametri di funzionalità del sistema nervoso (Tempo di Reazione Semplice Visivo e Uditivo, test digit-symbol). Nel complesso si può dedurre che nella popolazione bolognese l'ambiente urbano non determina sensibili differenze di età biologica, se si considerano nel loro insieme i caratteri esaminati, anche se, soprattutto i valori pressori e il test digit-symbol, indicano un'età biologica inferiore nel gruppo urbano rispetto a quello rurale.

Un'altra ricerca promossa dall'Istituto di Antropologia dell'Università di Bologna ha invece preso in esame la variazione di alcuni parametri antropometrici e fisiometrici in oltre 2300 bambini bolognesi dai

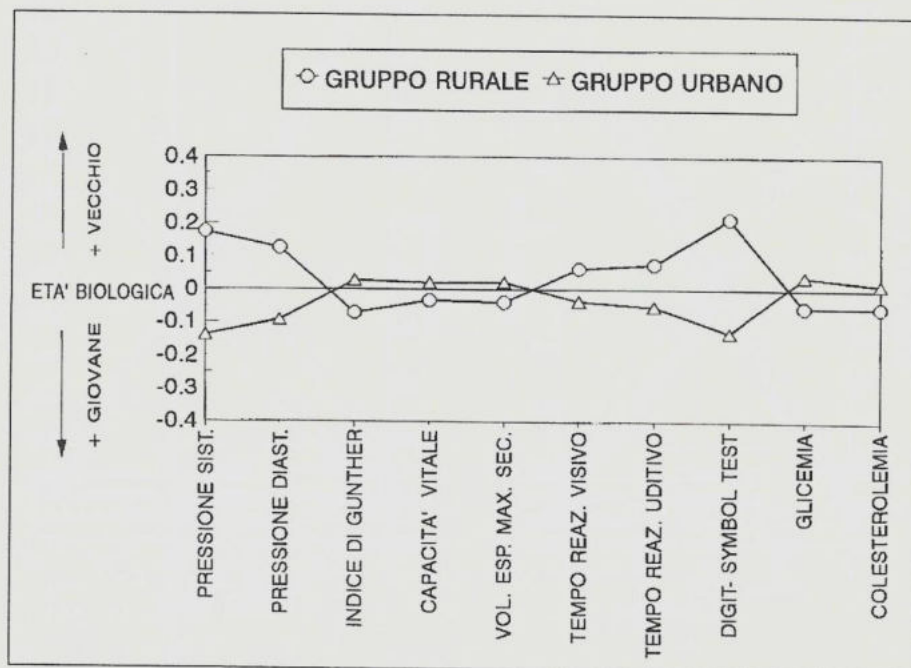


Fig. 1. Profili di età biologica in adulti sani, di sesso maschile, di ambiente urbano (N = 208) e di ambiente rurale (N = 363).

7 agli 11 anni (FACCHINI *et al.*, 1990). I dati raccolti sono stati analizzati secondo 2 criteri:

- confronto tra la popolazione infantile bolognese e quella di un ambiente montano, l'Alta Valle del Reno (770 bambini tra i 7 e gli 11 anni);
- analisi delle variazioni interne alla città in relazione a fattori socioeconomici; il campione cittadino è stato suddiviso in due sottocampioni tenendo conto dell'attività e del grado di istruzione del padre dei bambini (gruppo I: lavoratori manuali con licenza elementare o media inferiore; gruppo II: lavoratori non manuali con diploma o laurea).

Dal confronto con la popolazione infantile dell'Alta Valle del Reno si è visto che sia i bambini che le bambine di Bologna sono più alti e presentano valori medi del peso maggiori dei loro coetanei dell'Appennino. Il peso più elevato è correlato al maggiore sviluppo dei pannicoli adiposi sottoscapolari e tricipitali nei bambini di città, a tutte le età ed in entrambi i sessi (fig. 2). Anche il perimetro toracico e la capacità vitale

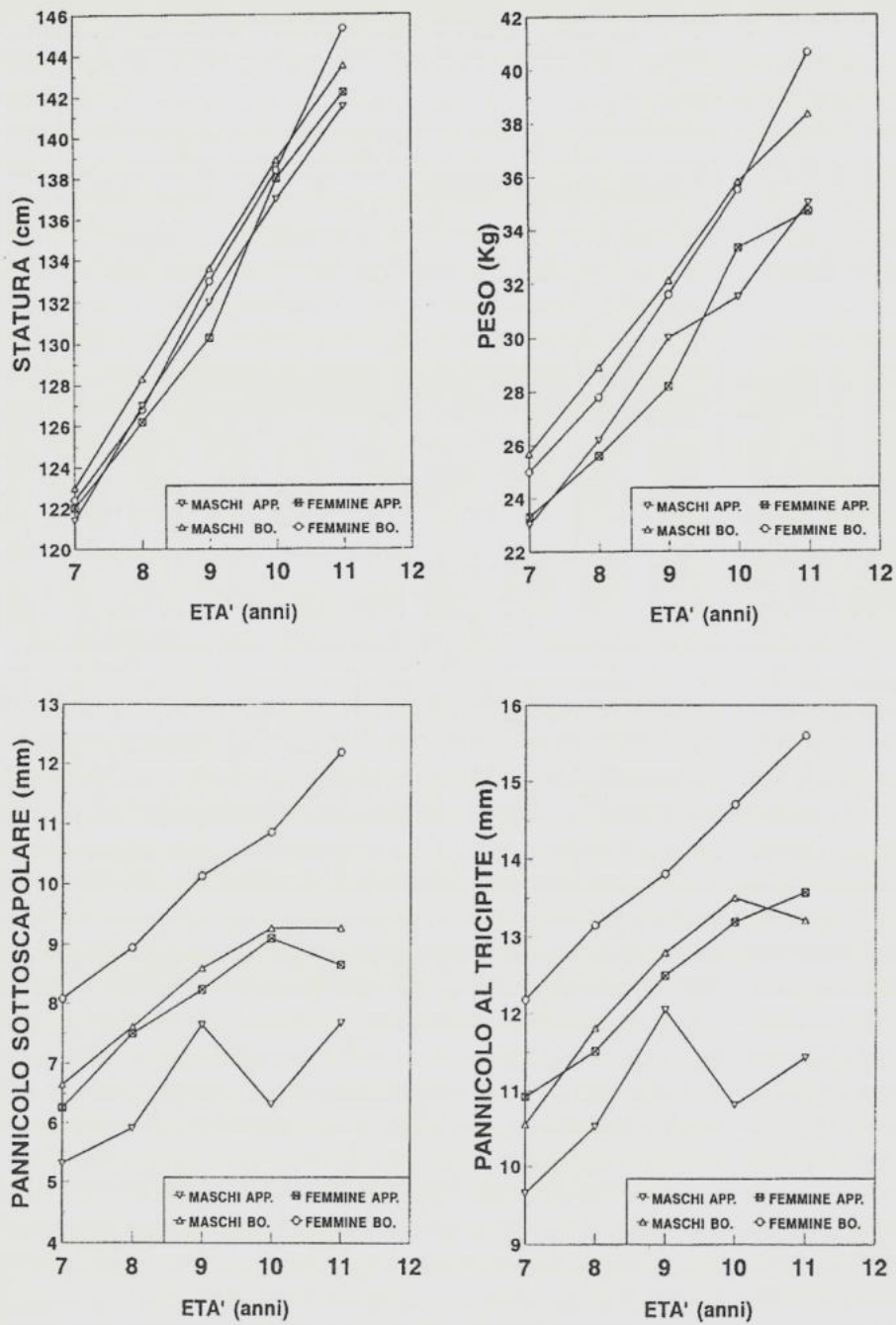


Fig. 2. Variazioni con l'età della statura, del peso e dello spessore dei pannicoli adiposi sottoscapolare e tricipitale in bambini di città (Bologna) e di ambiente montano (Alta Valle del Reno).

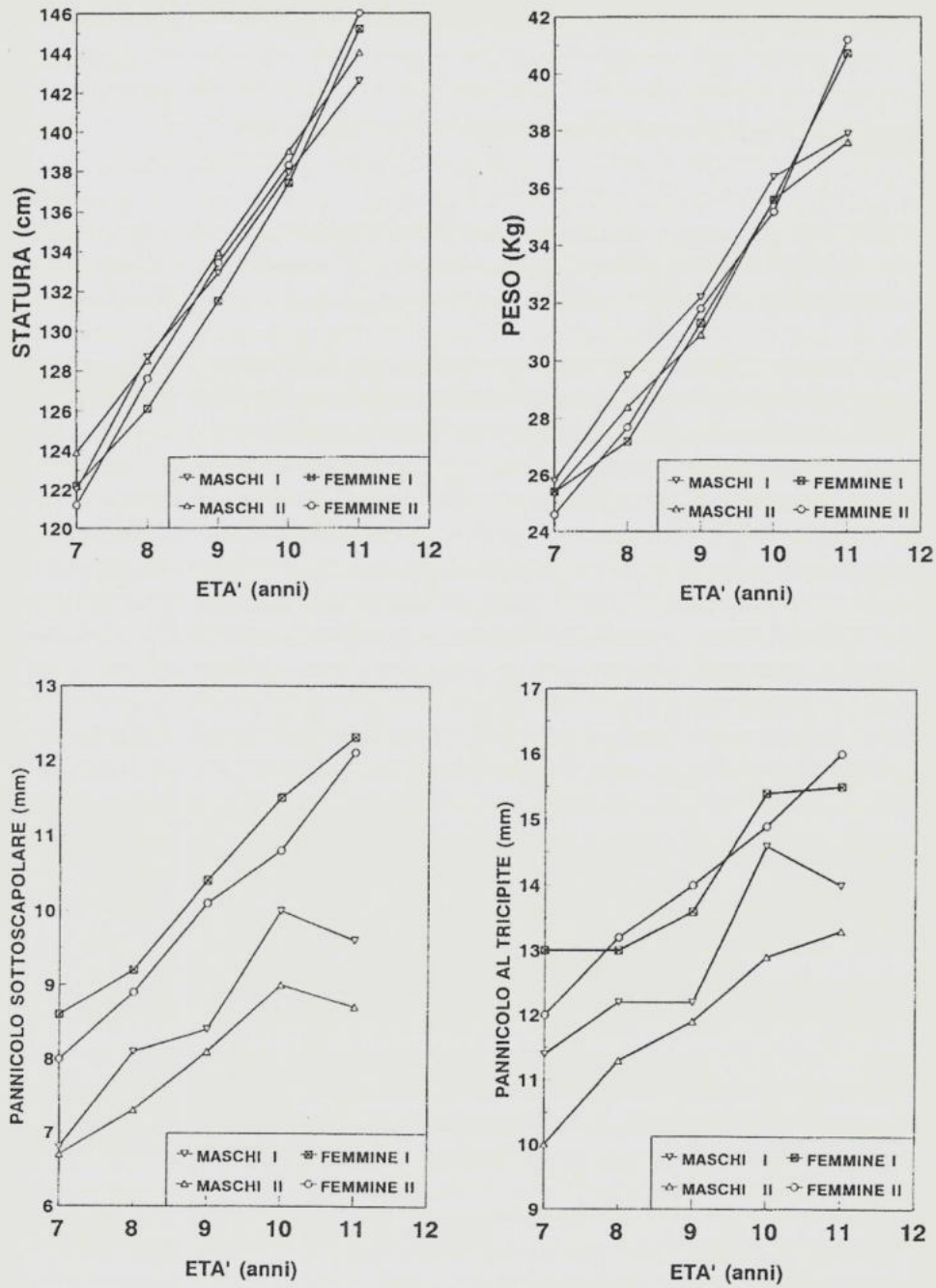


Fig. 3. Variazioni con l'età della statura, del peso e dello spessore dei pannicoli adiposi sottoscapolare e tricipitale nei bambini bolognesi in relazione all'appartenenza a gruppi socio-economici diversi.

(quantitativo massimo di aria che può essere emesso con una espirazione forzata preceduta da una inspirazione forzata) tendono ad essere costantemente maggiori nei bambini di Bologna rispetto a quelli dell'Appennino.

L'esame dei due sottocampioni cittadini ha mostrato poi che, mentre il peso presenta lievi differenze tra i due gruppi, si hanno invece valori di statura maggiori sia nei bambini che nelle bambine del II gruppo rispetto al primo. Queste osservazioni sono confermate dai dati sul grado di adiposità. I soggetti appartenenti al II gruppo socioeconomico hanno uno spessore del pannicolo adiposo, sia a livello tricipitale che sottoscapolare, costantemente inferiore rispetto ai coetanei del I gruppo: sarebbero cioè tendenzialmente più magri e longilinei (fig. 3).

Queste ricerche hanno confermato che anche nella città di Bologna l'ambiente urbano può avere influito sull'accrescimento dei bambini, analogamente a quanto riscontrato in altre popolazioni europee ed extraeuropee. Non solo, anche all'interno della città sono state riscontrate possibili influenze dell'ambiente socioeconomico sull'accrescimento. Alle differenze tra città e montagna possono avere contribuito anche fattori di tipo genetico, quali un maggiore isolamento ed endogamia delle popolazioni di montagna, viceversa, un maggiore flusso genico ed esogamia nel campione di città. È da notare infatti che solo il 16% dei bambini esaminati ha entrambi i genitori nati a Bologna; il 38% un genitore nato a Bologna ed uno in altri comuni; nella maggioranza dei casi, cioè il 46%, entrambi i genitori sono nati in altri comuni ed immigrati quindi recentemente in città.

Bibliografia

- BODMER W.F e CAVALI SPORZA L., *Genetica, Evoluzione, Uomo*, vol. 3, Mondadori, Milano, 1977.
- CAMPBELL B., *Human Ecology*, Heinemann, Londra, 1983.
- CRESTA M., *Ecologia Umana*, CESI, Roma, 1987.
- FACCHINI F., BRASILI GUALANDI P., GRUPPIONI G., GUALDI RUSSO E. e PETTENER D., *Ricerche auxologiche sui bambini bolognesi in età tra i 7 e gli 11 anni*, «Antrop. Contemp.», 13, 1990, pp. 229-33.
- FACCHINI F., GUERESI P. e PETTENER D., *Biological age in Italian adults: influence of social and behavioural factors*, «Ann. Human Biology», 19, 1992, pp. 421-425.
- LEVINE N.D., *Human Ecology*, Duxbury Press, 1975.
- LIVI BACCI M., *Storia minima della popolazione del mondo*, Loesher, Torino, 1989.

- MARMOT M.G., *Affluence, Urbanization and coronary disease*, in KLEGG E.J. e GARLICK J. P., *Disease and Urbanization*, Taylor & Francis, Londra, 1980, pp. 127-143.
- MC ELROY A., Townsend P.K. *Medical Anthropology in Ecological perspective*, Westview, Boulder, 1985.
- MCGARVEY S.T., BINDON J.R., CREWS D.E. e SCHENDEL D.E., *Modernization and adiposity: causes and consequences*, in LITTLE M.A. e HAAS J.D. (a cura), *Human Population Biology*, Oxford Univ. Press, 1989, pp. 263-279.
- OLIVIER G., *L'ecologia umana*, Garzanti, Milano, 1977.
- TANNER J.M., *Auxologia*, UTET, Torino, 1981.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, *Environmental Data Report*, Blackwell Ref., 1989.

LO SMALTIMENTO E IL RECUPERO DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI E INDUSTRIALI

*Riccardo Cenerini**

Il problema dei rifiuti ha vari aspetti: vi sono quelli tecnici e quelli politici.

Io credo sia motivo di soddisfazione constatare che, a fronte della accresciuta sensibilizzazione dell'opinione pubblica, un numero crescente di esperti dei vari settori, dalla chimica alla biologia, dall'ingegneria alla geologia, alla zoologia, oggi mettono le loro capacità a favore di quel movimento complessivo che, operando su varie sponde, si occupa delle questioni dell'ambiente, delle risorse, della protezione dell'igiene nelle città e della natura, di un nuovo tipo di sviluppo e, insomma, di tutto quell'insieme di problemi a cui si richiamano i movimenti ecologici.

Fino a qualche anno fa alla questione dei rifiuti era abbinato un aspetto importante, ma unilaterale, che è l'aspetto igienico. Il problema dei rifiuti era solo quello di allontanare questi prodotti che, come dice la parola stessa, hanno una forte carica di sgradevolezza in sé, di nasconderli in qualche modo agli occhi della gente. Questo aspetto non ha perduto la sua centralità. Infatti, è ancora oggi determinante e chi si occupa di rifiuti sa bene come è difficile collocare un impianto di trattamento degli stessi, qualunque esso sia, in una posizione, perché immediatamente questo comporta una violenta reazione della popolazione vicina.

Però, una serie di elementi hanno fatto emergere un secondo aspetto, che è quello del recupero.

La consapevolezza che le risorse sono in numero limitato e il fatto che la quantità di rifiuti prodotti è cresciuta in modo impressionante, in queste ultime decine di anni, hanno fatto sorgere nella opinione

* Istituto di Idraulica dell'Università di Bologna

pubblica, negli esperti e negli amministratori pubblici, la consapevolezza della necessità di effettuare, per quanto possibile, dei recuperi di risorse dai rifiuti.

Questo problema, evidentemente, ha dimensioni e aspetti diversi da Paese a Paese. Noi abbiamo una densità di popolazione molto elevata, il nostro è un Paese povero di risorse energetiche e di materie prime. Questo rende il problema igienico e del recupero più urgente e grave che in altre realtà. La questione ecologica ha assunto dimensioni tali che vi sono preoccupazioni anche sull'economia a breve scadenza.

Il nostro Paese, che ha una fonte di reddito notevole nella attività turistica, non può non vedere come una minaccia a questa attività che dà occupazione a centinaia di migliaia di persone, il degrado dell'ambiente. Quello della costa adriatica è uno degli esempi più eclatanti e significativi; pensiamo all'eutrofizzazione dell'Adriatico che può portare il mare a un degrado tale da rendere sempre più problematica l'attività turistica, al di là degli aspetti naturalistici in sé, essi stessi assai importanti.

Quindi vi sono molti motivi perché il problema dell'igiene ambientale e dei rifiuti nel nostro Paese debba essere affrontato in modo energico e risolutivo, più di quanto fatto finora.

Intendo elencare rapidamente alcune delle esperienze italiane più significative nel settore dei rifiuti sia di tipo urbano, sia di altro tipo, vale a dire quelli che il DPR 915 definisce come rifiuti «speciali», che hanno caratteristiche molto diverse da quelli urbani, e che sono generati dall'attività industriale e dall'attività agricola.

I rifiuti urbani nel nostro Paese ammontano a circa 20 milioni di tonnellate all'anno, il che significa grosso modo quasi 1 kg di rifiuti prodotti da ogni abitante al giorno.

La composizione di questi rifiuti è conosciuta attraverso indagini sistematiche fatte dai Comuni e anche dal CNR. Grosso modo questi rifiuti comprendono il 25-35% di materiale cellulosico, il 30-45% di sostanze organiche vegetali o animali mentre il resto è rappresentato da plastica, vetro, metalli e inerti. La composizione dei rifiuti urbani varia molto da nord a sud. Nel Sud abbiamo una prevalenza della sostanza organica, nel Nord invece prevalgono la carta e la cellulosa e questo è importante, perché alcuni errori dovuti alla mancanza di conoscenza di questi dati hanno fatto sì che si siano costruiti erroneamente tipi di impianti per i rifiuti in località dove la qualità dei rifiuti era molto diversa da quanto era compatibile con gli impianti stessi.

I servizi sui rifiuti urbani sono di competenza dei Comuni che ne

hanno la privativa. I Comuni a mio avviso hanno fatto sforzi notevoli in questi anni nel settore dei rifiuti urbani anche perché essi hanno una lunga tradizione storica ed un legame stretto con l'opinione pubblica.

La gran parte dei rifiuti urbani viene smaltita con discarica (circa l'85%). Il 10% viene incenerito e il rimanente 5% viene trattato in forme di recupero vario, in particolare per produrre compost. Ciascuna di queste forme può consentire una certa entità di recupero. La stessa discarica che apparentemente è un sistema di semplice accatastamento di rifiuti, è in realtà oggi diventato un sistema sofisticato, con continui miglioramenti tecnologici che consente in taluni casi anche la possibilità di recuperare il biogas generato dalla fermentazione anaerobica dei rifiuti.

Il caso più significativo è quello della città di Torino, che recupera circa 20.000 mc al giorno di biogas, che viene riutilizzato in una piccola centrale di cogenerazione per produrre energia elettrica e per riscaldare gli ambienti dell'Azienda di Igiene Urbana di quella città. Ma molte altre città (Bologna, Milano, Modena, Brescia e alcune altre) si sono attrezzate in questo senso, sia per spurgare il biogas come provvedimento di sicurezza contro pericoli di incendio, sia per effettuarne, nei casi più interessanti (grosse discariche), un recupero utile ed economicamente vantaggioso.

Lo stesso tipo di biogas viene oggi recuperato in alcuni impianti di digestione dei fanghi dei depuratori urbani, dei quali si hanno esempi in alcune città italiane. Questa è una tecnologia ormai matura; le quantità di gas recuperate sono dell'ordine di 2500 mc. al giorno ogni 100.000 abitanti.

La discarica è vista ancora oggi con sospetto dall'opinione pubblica (cattivi odori, inquinamento delle acque, ecc.). Però rimane in tutto il mondo il sistema di gran lunga più diffuso; con i nuovi miglioramenti (impermeabilizzazione del terreno, spurgo del biogas, depurazione del percolato) si può dire che la discarica, quando vi siano condizioni opportune locali, ha raggiunto una dignità pari a quella di altri sistemi di smaltimento e di recupero. Tuttavia l'orientamento prevalente è di ridurre progressivamente la quantità di RSU da conferire in discarica a vantaggio degli altri sistemi di recupero di materiale ed energia. L'incenerimento riguarda solo il 10% dei rifiuti urbani italiani. Solo una piccola parte degli inceneritori effettua oggi il recupero di energia. Solo in questi ultimi anni l'ENEL ha cambiato radicalmente posizione. Oggi essa è infatti disposta a comprare l'energia elettrica prodotta da un inceneritore a 150-200 lire al KWh (quindi ad un importo molto mag-

giore rispetto a qualche anno fa).

Le città che hanno effettuato il recupero energetico sono state anzitutto Milano, fondamentalmente per la ragione che, avendo un'Azienda Municipale Elettrica, ha potuto valorizzare adeguatamente l'energia elettrica degli inceneritori per l'illuminazione cittadina e per l'alimentazione della rete dei filobus, Genova, Bologna, Reggio Emilia e altre.

La quantità di energia recuperabile dai rifiuti è dell'ordine di 250 KWh per ogni tonnellata di rifiuti; valori più elevati si hanno con surriscaldamento del vapore.

Un incentivo viene anche dalla nuova Legge cosiddetta CIP-6 del '92.

Grazie a questi nuovi fatti sono in fase di costruzione in molte altre città gli impianti di recupero dagli inceneritori dei rifiuti solidi. E' facile dimostrare che oggi, nelle nuove condizioni, la redditività anche economica di questo recupero è interessante.

L'inceneritore quindi, che è stato visto finora dall'opinione pubblica come un sistema di pura distruzione dei rifiuti, può essere oggi considerato come un impianto di recupero energetico. Rimane la questione dell'inquinamento atmosferico: è un punto che ha sollevato molti timori nell'opinione pubblica.

Tuttavia l'evoluzione tecnologica degli impianti di bonifica degli inquinanti dai fumi consente oggi di avere tassi di inquinamento atmosferico molto bassi.

Si deve considerare poi che l'incenerimento è compatibile con altre forme di recupero, a monte e a valle, di materiali; i recuperi a valle sono soprattutto il ferro e le scorie stesse. Per l'evoluzione della tecnologia di altri sistemi di smaltimento e recupero, non è da escludere che in futuro le attuali forme possano essere migliorate e superate.

I recuperi con raccolte differenziate sono relativi al vetro, alla carta e alle lattine, alla plastica, alle sostanze organiche. Altre raccolte differenziate (come quella dei Rifiuti Urbani Pericolosi) hanno lo scopo di togliere dalla circolazione prodotti pericolosi.

Io credo che le raccolte differenziate dovranno sempre più essere estese con il consenso ed il coinvolgimento attivo della popolazione.

Abbiamo nel nostro Paese poche esperienze nella produzione di combustibile dai rifiuti (RDF), sistema che invece ha avuto una vasta diffusione all'estero, specie in Inghilterra: consiste nel separare la frazione combustibile (carta, plastica) dal resto.

L'ENEL ha effettuato alcune prove nella centrale termoelettrica di S. Barbara vicino ad Arezzo, che è stata alimentata per un certo periodo

con rifiuti trattati, mescolati a lignite. L'esperienza è stata positiva. È stato provato che una centrale termoelettrica può funzionare con questa miscela. Vi sono ora alcuni impianti per la produzione di R.D.F., in fase di esercizio; il maggiore è nella città di Ravenna. Una politica dell'ENEL intesa ad assicurare un mercato nelle sue centrali per R.D.F. favorirebbe la diffusione di questo recupero.

Nel nostro Paese abbiamo circa 30 impianti che producono compost, che è un prodotto utile all'agricoltura, benché non sia propriamente un concime; è un prodotto ricco di sostanze organiche, che può avere una funzione molto utile anche come ammendante in agricoltura, in quanto i nostri terreni sono ormai molto poveri di sostanza organica per la concimazione eccessiva di tipo inorganico.

In questi 30 impianti abbiamo purtroppo molti insuccessi. Sono pochi gli impianti che danno un prodotto veramente buono e utile; ad esempio a Pistoia e a Terracina il compost è di buona qualità.

Vari impianti di compost hanno avuto errori di progettazione e pagano lo scotto di una mancata preparazione anche da parte del mondo dell'agricoltura ad accogliere questo prodotto.

Eppure a mio avviso questa è una linea che va diffondendosi, specie per sostanze organiche raccolte in modo differenziato.

Gli impianti di riciclaggio integrale sono quelli che consentono la separazione e il recupero di quasi tutti i materiali dai rifiuti. Abbiamo avuto in passato due esperienze molto impegnative nel nostro Paese: a Perugia e a Roma. Questi impianti sono stati realizzati dall'industria privata, che con un certo sforzo ha cercato di affinare una serie di componenti (vagli, ecc.) per separare carta, plastica, metalli, mangime e compost. Purtroppo i risultati non sono stati sempre positivi; non esiste ancora nel nostro Paese un mercato delle materie seconde, che garantisca una facile collocazione e utilizzo di questi prodotti. Questo però non può significare un abbandono del riciclaggio e del recupero dei materiali da rifiuto.

Questo sinteticamente è il quadro della situazione italiana nello smaltimento e nel recupero da rifiuti urbani.

Credo vi siano alcuni elementi positivi, pure con tutto il lavoro che rimane ancora da fare; elementi positivi che incoraggiano a proseguire e ad intensificare le azioni di ricerca e di sensibilizzazione dell'opinione pubblica e delle autorità interessate.

Un'area critica è il settore dei *rifiuti speciali di origine industriale e agricola*.

I rifiuti di origine industriale sono una quantità sensibile, benché

manchino stime attendibili. I recuperi sono ancora limitati. Avvengono secondo varie linee: anzitutto all'interno dell'impresa che produce i rifiuti e che tende a recuperare i suoi sfridi nell'ambito delle linee di produzione. Abbiamo poi un fatto nuovo interessante, e cioè l'interscambio di rifiuti fra imprese. Questa è una attività encomiabile, che tende ad estendersi; va dato atto alle Camere di Commercio di Bologna, di Genova e di Torino, di avere preso l'iniziativa di realizzare una Borsa dei rifiuti industriali attraverso dei bollettini che consentono alle industrie che producono rifiuti (o meglio sottoprodotti) e ad altre che ne hanno bisogno di entrare in contatto.

Abbiamo una terza linea che è quella dei recuperi in impianti centralizzati; riguardano gli olii esausti, i solventi non clorurati attraverso la distillazione a flash, prodotti solidi ad alto potere calorifico che vengono macinati e bruciati con inceneritore a recupero energetico; inoltre i rifiuti organici che vengono utilizzati in agricoltura (per esempio, le borlande delle distillerie).

La gravità del problema dei rifiuti industriali è di dimensione maggiore di quella dei rifiuti urbani, per la pericolosità igienica e tossicità, che i rifiuti industriali spesso comportano.

Oggi il DPR 915/82 prevede che le industrie che producono rifiuti sono tenute a provvedere a loro spese allo smaltimento; sono sorte industrie private che operano nel settore dei rifiuti industriali.

I rifiuti agricoli sono una quantità enorme; mancano dati esatti. È una quantità ingente, che ha origine da vari settori: la vera e propria agricoltura (es. paglia, residui della potatura, ecc.), gli allevamenti (deiezioni bovine, suine, ecc.), gli scarti delle industrie di trasformazione dei prodotti agricoli (in Italia si trasforma circa il 70% del prodotto lordo vendibile), infine i rifiuti forestali.

Trasformato in tonnellate di petrolio, questo complesso di rifiuti, secondo stime CNR, sarebbe equivalente energeticamente a circa 8 milioni di tonnellate di petrolio all'anno, che è una quantità interessante: equivale al 5-6% dei consumi totali di energia. Due sono le tecniche possibili per i recuperi dai rifiuti agricoli ed assimilati: la fermentazione anaerobica e la combustione. La fermentazione anaerobica tende ad estendersi: abbiamo molti impianti anche nella nostra regione (favoriti dall'intervento finanziario dell'Ente Regionale) che riguardano soprattutto le deiezioni suine. La combustione è un antico sistema di trattamento dei rifiuti lignocellulosici che oggi tende ad essere usato non solo per il riscaldamento delle abitazioni, ma anche per apporti energetici nell'agricoltura; abbiamo già alcuni impianti di essiccamento del riso e del mais

alimentati con rifiuti vegetali di vario tipo (paglia, lolla di riso, tutoli del mais, residui della lavorazione dell'uva, ecc.). È un settore nel quale stanno lavorando anche alcuni enti di ricerca nazionali, come il CNR e l'ENEA. Credo sia un fatto molto positivo il coinvolgimento di un numero crescente di risorse intellettuali e scientifiche in un settore in passato molto trascurato, che può portare a risultati interessanti.

Questo è, sinteticamente, quanto viene oggi fatto nel nostro Paese nel settore dei recuperi dai rifiuti di vario genere.

Una decina di anni fa, all'inizio degli anni '80, vi è stato un grande entusiasmo nel recupero dai rifiuti. Oggi abbiamo, se non proprio un riflusso, un certo ridimensionamento di queste speranze, che erano state alimentate da una visione forse un po' troppo ottimistica. Malgrado questo, però, i fatti stanno dimostrando che varie iniziative sono fattibili sotto il profilo tecnico e cominciano ad essere sostenibili anche sotto il profilo della redditività economica; questo è importante, perché le iniziative e gli impianti potranno estendersi se, dopo i necessari incentivi ed aiuti pubblici, esse possono autosostenersi. La via è quella della diffusione della raccolta differenziata.

Da ultimo io vorrei ricordare che il fatto che questi recuperi stiano diventando interessanti, non può fare perdere di vista la valutazione che i rifiuti in sé sono comunque una fonte di spreco. Chi vedesse i rifiuti come una sorgente di ricchezza, una risorsa, a mio avviso prenderebbe un grosso abbaglio.

I rifiuti sono intrinsecamente un pericolo per l'ambiente ed una causa di sperpero di energia, di materiali e di mano d'opera, quindi di ricchezza.

Questo fatto non può essere dimenticato. Pertanto il problema dei rifiuti non si risolve solo a valle, ma anche intervenendo a monte, attraverso una serie di interventi concreti che debbono tendere a contenere l'aumento vertiginoso di rifiuti che abbiamo avuto in questi ultimi anni.

Questa è una operazione molto difficile, perché significa intervenire sulle abitudini della gente, in primo luogo, ma anche sui criteri della produzione industriale, della distribuzione commerciale (gli imballaggi, i vuoti a perdere).

Molte industrie hanno ritenuto di puntare alla produzione di beni e di manufatti a vita breve. Le auto (e molti altri beni) dovevano essere fatte in modo (e talvolta lo sono ancora) da avere una rapida obsolescenza («usa e getta»).

Io non credo che questa politica industriale sia effettivamente utile

allo sviluppo economico, e temo sia soprattutto un fattore di spreco che non garantisce di per se stesso l'aumento del benessere.

Ho l'impressione che la domanda dei consumatori oggi tenda a variare. È in parte finita, per fare un esempio, l'epoca in cui si cambiava l'automobile ogni anno. Oggi si fanno nuovamente i conti anche con la durata dei beni.

In ogni caso, le autorità di Governo ritengono che questa politica non sia più da favorire; infatti le direttive della Comunità Europea sono costantemente rivolte ad incentivare l'allungamento della vita dei prodotti e la riduzione della produzione dei rifiuti.

Il nostro Governo con la nuova Legge 915, ha previsto nel 1° articolo che devono essere favoriti i sistemi che tendono a limitare la produzione di rifiuti. In concreto questo non è facile. Le Aziende pubbliche di Igiene Urbana hanno fatto una serie di proposte per cercare di favorire la progettazione di manufatti di lunga durata attraverso l'impiego di materiali resistenti; ed inoltre con risparmio di materie prime ed energia, incentivando criteri costruttivi che agevolino la riparazione e la manutenzione, invitando esplicitamente tutte le Amministrazioni pubbliche e le Industrie di Stato ad orientarsi, a parità di altre condizioni, verso l'acquisto dei beni strumentali e d'uso che rispondono a questi criteri.

Siccome una gran parte di rifiuti vengono generati dagli imballaggi, una seconda raccomandazione è quella di favorire l'impiego di materiali riciclabili negli imballaggi e di imballaggi a rendere: molte disposizioni di legge in vari paesi sono state emanate con questo fine.

Sono iniziative difficili da portare avanti in concreto. Però credo che solo agendo sia a monte che a valle dei rifiuti, sia possibile dare una svolta significativa e riequilibrare il nostro sistema di produzione e di consumo, conciliando le esigenze dello sviluppo economico e sociale con le necessità sempre più urgenti dell'igiene ambientale e del risparmio delle risorse naturali.

BIOLOGIA URBANA: UN APPROCCIO ECOLOGICO NELLA RICERCA DIDATTICA SUL SISTEMA AMBIENTALE «CITTÀ»

Nunzio Rizzoli*

Premessa

In considerazione del fatto che più del 70% della popolazione europea vive concentrata in città o agglomerati dai netti caratteri urbani (in taluni Paesi si arriva addirittura all'80%), l'attenzione degli studiosi di educazione ambientale si è sempre più rivolta, nell'ultimo decennio, verso un numero crescente di esperienze e sperimentazioni che privilegiano lo studio degli aspetti peculiari dell'ambiente «costruito» e del particolare dialogo fra *natura* e *cultura* che si instaura in una città, quali che siano le sue dimensioni.

L'esperienza sviluppata soprattutto negli *Urban Study Centres* (in Olanda come in Danimarca, in Gran Bretagna come in Italia), con tecniche essenzialmente basate sullo *street-work*, in realtà comprende sia gli studi sull'ambiente «costruito» sia sugli aspetti naturalistici della città, sempre affrontati, però, tramite chiavi interpretative di carattere sistemico, mutuata dall'analisi ecologica: vengono cioè analizzati componenti, fattori e processi che caratterizzano il complesso funzionamento del *sottosistema «urbano»* dell'*ecosistema umano*. Del resto in materia è stato sviluppato uno dei principali progetti (dedicato peraltro alla città di Roma) dell'articolato programma MAB (*Man and Biosphere*) dell'UNESCO.

Essendo comunque il sistema urbano anzitutto un vorace divoratore di energia e di materie (prime e seconde), un produttore di massicce quantità di rifiuti ed un polo di aggregazione demografica e di interconnessioni territoriali, è chiaro che qualsiasi ipotesi di analisi ambientale, per essere significativa e completa, non può prescindere dal

* Laboratorio di «Scienze ambientali» della Scuola elementare «P. Albertelli» di Parma.

territorio circostante, a diverse scale dimensionali e spaziali. Il *dialogo città-campagna*, finora risoltosi a completo vantaggio della prima, è pertanto uno degli aspetti più stimolanti nell'analisi dei caratteri dell'ambiente urbano, come pure grande significato assumono le ricerche rivolte, anche a fini didattici, al contesto *regionale* in cui esso si inserisce.

L'approccio *biologico*, per quanto possa apparire limitato ed alternativo, risulta imprescindibile per tutta una serie di motivazioni, non ultima quella che «la vita in azione» accetta la sfida costituita dall'artificio «città» al punto che una schiera nutrita di specie, spesso rappresentate anche da un elevato numero di individui, ha scelto la città come ambiente più adatto alla propria sopravvivenza: è il caso di piante «ruderali», piante avventizie, certi insetti, storni, piccioni torraioli, gabbiani e, ... purtroppo, ratti. Il fenomeno, tra l'altro è incentivato non soltanto da alcune nicchie ecologiche rappresentate da certi elementi dell'ambiente costruito nonché dalla fitta trama del verde privato, del verde pubblico e del verde agricolo che permea ogni città, ma soprattutto dalle copiose risorse alimentari costituite dai residui della cosiddetta «civiltà dei consumi», forse meglio rappresentabile nei termini di «civiltà dello spreco delle risorse» e di «civiltà dei rifiuti». Talune specie, poi, trovano maggiore possibilità di sopravvivenza, pur nel difficile stretto rapporto «gomito a gomito» con l'uomo, in città che non in un ambiente rurale, dove la massiccia «chimicizzazione» dell'agricoltura ha sconvolto secolari equilibri ecologici, rendendo la campagna aperta un ambiente inospitale, spesso mortale.

L'educazione ambientale in città

Lo scopo fondamentale dell'*educazione ambientale* in un contesto urbano è quello di «rendere i cittadini più pienamente consapevoli del loro ambiente costruito e dall'influenza che esso esercita sul loro benessere come individui e come comunità» al fine di renderli protagonisti di un miglioramento della città in termini di *qualità della vita*. Come tale essa si prefigge di aiutare la gente a percepire, capire, analizzare e infine migliorare il proprio ambiente costruito: l'impegno fondamentale ed il fine ultimo è quello di una consapevole e larga partecipazione alla progettazione del nuovo nonché alla ristrutturazione e/o conservazione dell'antico.

Come si può notare, non si tratta di una nuova materia, quanto

piuttosto di un approccio sistemico, interdisciplinare, applicato all'analisi di un ambiente complesso: *il punto di vista ecologico* consente di recuperare in un'ottica nuova, che scaturisce da un salto culturale, le tradizionali aree disciplinari che costituiscono un curriculum di scuola di base o media superiore: storia, geografia, studi sociali, scienze naturali e biologiche, educazione tecnica, pianificazione, ecc.

Per quanto resti ancora molto da definire in questo settore, le linee di tendenza della ricerca didattica in tema di «studi urbani» possono essere distinte in due ambiti complementari: gli *studi sull'ambiente costruito* e gli *studi naturalistici urbani*.

a) Studi sull'ambiente costruito

Mentre permane l'esigenza di un'adeguata valutazione delle sperimentazioni, soprattutto sotto i profili psico-pedagogico e sociologico, gli studi e le iniziative realizzate nei più avanzati Paesi europei sull'ambiente costruito si basano essenzialmente su:

1. *metodi di analisi del mosaico urbano;*
2. *ricerca sulla percezione in ambiente urbano;*
3. *progetti interdisciplinari su patrimonio architettonico;*
4. *itinerari urbani (town trails);*
5. *approccio per problemi;*
6. *lavoro per strada (streetwork);*
7. *centri di studi urbani.*

Le più avanzate esperienze condotte finora nel nostro Paese sono prevalentemente orientate verso i punti 1, 3 e 4, anche se non mancano (cfr. p. 6-7) centri di riferimento per l'E.A. in ambiente urbano.

1. METODI DI ANALISI DEL MOSAICO URBANO

I processi che formano il tessuto connettivo del sistema «città» richiedono la messa a punto di griglie interdisciplinari di analisi in cui i modelli non sono affatto di agevole accessibilità, tuttavia alcuni sono già stati portati ad un soddisfacente punto di elaborazione da alcune discipline quali la geografia, l'economia, l'architettura e la sociologia.

In base a tali indicazioni l'analisi del contesto urbano può iniziare da:

- *ricerca su modelli di espansione urbanistica*
- *studi quantitativi sull'uso del territorio nel quadro di ricerche sulle caratteristiche sociali e spaziali di un determinato ambiente urbano;*

- *studi diretti sull'inquinamento* (dell'aria, dell'acqua, del suolo, del verde urbano, acustico, ecc.) e sulla qualità dell'ambiente urbano nei diversi quartieri (ad es. sull'effetto dell'inquinamento industriale e dalle emissioni di un impianto di termodistruzione dei rifiuti solidi urbani).

2. RICERCHE SULLA PERCEZIONE IN AMBIENTE URBANO

Sulla scorta dei primi studi di Kevin Lynch sulla percezione della città di Boston da parte dei residenti, sono state avviate ricerche sulla *mappa mentale* con cui il bambino si rappresenta la propria città ed il proprio quartiere, al fine di elaborare tecniche di «mappaggio mentale» in grado di «aumentare negli alunni la consapevolezza della qualità *visive* ed *emotive* del paesaggio urbano, stimolare il senso dello spazio, scoprire quale sia la loro risposta (come pure quella della gente) alle qualità estetiche dell'ambiente, quale sia l'estensione fino alla quale la città e i suoi sobborghi abbiano un carattere memorizzabile e quali siano gli aspetti gradevoli o sgradevoli».

Tecniche più avanzate di studio sulla percezione dell'ambiente urbano sono basate invece sul lavoro di Gordon Cullen, un architetto inglese, e sono costituite da *esercizi di simbolizzazione del paesaggio urbano* impiegati soprattutto nell'ambito degli insegnamenti artistici. Poiché si è compreso che l'apprezzamento sensoriale ed estetico dell'ambiente urbano è di importanza vitale se la città deve diventare un posto più umano in cui vivere, questi esercizi sono essenzialmente basati su una *valutazione soggettiva dei dintorni della città*.

3. PROGETTI INTERDISCIPLINARI SU PATRIMONIO ARCHITETTONICO

Comprendono sia studi degli edifici in base al loro interesse storico, sia tecniche di lavoro per strada al fine di comprendere i problemi della pianificazione urbana nonché i problemi economici che emergono nella conservazione di un edificio antico. Lo sbocco attivo di tali ricerche è costituito da progetti interdisciplinari di carattere storico-architettonico basati sul metodo del *problem solving*. Come si può notare essi sono soprattutto adatti alla scuola media superiore e specialmente a quelle il cui curriculum prevede la possibilità di inserimento di progetti di questo tipo.

4. TOWN TRAILS: GLI ITINERARI URBANI

In analogia con la pratica ormai consolidata dei *nature trails* (percorsi naturalistici) è stata sperimentata la realizzazione di itinerari autoguidati la cui struttura è finalizzata alla percezione critica del paesaggio urbano sia nei suoi connotati attuali che nella sua stratificazione storica: si tratta del tipo più diffuso di *street work*.

5. L'APPROCCIO PER PROBLEMI

Approccio non esclusivo dell'educazione ambientale in contesto urbano, questo richiede la collaborazione fra i docenti ed i responsabili della pianificazione urbana, collaborazione da cui – se corretta – può scaturire un reciproco vantaggio, nella misura in cui elimina, o almeno attenua, la distanza che normalmente esiste fra pianificatori ed utenti.

Questo metodo ha validità maggiore quando ricorre all'impiego di forme di simulazione (drammatizzazione) e di tecniche operative ludiche in cui l'alunno assume in forma di gioco il ruolo di contestatore (o contestato) in un conflitto in materia di autentici ed attuali problemi ambientali (*simulation games*).

6. STREETWORK: IL LAVORO PER STRADA

Equivalentemente per la città del *fieldwork*, è «il processo educativo di acquisizione di conoscenze di prima mano attraverso indagini interdisciplinari condotte fuori dell'aula direttamente nell'ambiente urbano». Il metodo consente di imparare a partecipare in prima persona ai processi decisionali ed è finalizzato principalmente al coinvolgimento della stessa comunità interessata agli studi promossi dalla scuola sul contesto urbano.

7. I CENTRI DI STUDI URBANI

Sono diffusi soprattutto in Inghilterra, dove ne esistono una quarantina. Sono stati promossi da singoli cittadini, da associazioni (come nel caso del 1°, sorto nel 1973 ad opera della *Town and Country Planning Association*), da autorità locali o da staff di Istituti di Scuola Superiore o Istituti Universitari di Educazione. Fra i più attivi ed avanzati è quello di Leicester, sorto nel '76 per iniziativa del locale Politecnico, del Consiglio cittadino e di contea.

Lo scopo di tali centri è quello di contribuire al miglioramento della qualità dell'ambiente costruito cercando di mettere d'accordo – da una

posizione di fulcro di mediazione – esperti, giuristi professionisti dell'ambiente (come gli architetti), giovani ed anziani, in modo da conciliare il più possibile i diversi rispettivi interessi.

b) Studi naturalistici in ambiente urbano

Questa proposta nasce dall'esperienza (nata ormai 60 anni fa in Olanda e diffusa soprattutto in Danimarca e Gran Bretagna) del servizio Giardini e Orti scolastici infantili, sviluppatosi anche attraverso l'uso a scopi educativi non solo di spazi verdi nelle pertinenze scolastiche, ma anche di vere e proprie fattorie funzionanti nei pressi della città o rimaste inglobate nell'espansione urbanistica. Alla cura degli animali da cortile si aggiunge di solito l'opportunità di apprendere i processi di produzione del burro, del formaggio e della lana.

Qualora funzionassero con precisi criteri didattici, in realtà servirebbero bene a tale scopo anche i Giardini botanici, i Giardini zoologici e gli stessi musei (i migliori esempi dei quali, più spesso di carattere «civico» e quindi territoriale, sono anche in Italia dotati di una sezione didattica). Tuttavia, anche in considerazione della gravità dei condizionamenti propri della vita in città, si sono più frequentemente sviluppate, in parecchi Paesi, iniziative (come quella esemplare di «Unboscoincittà» di Italia Nostra a Milano) capaci di fondare più coinvolgenti consapevolezze e fornire più stimolanti esperienze «dal vivo» di educazione naturalistica ed ecologica, nonché di stabilire legami più duraturi e fecondi con le comuni radici «rurali» di tanta parte della nostra civiltà.

A questi scopi sono stati istituiti, oltre ai citati giardini scolastici ed alle fattorie-scuola, anche Centri di studi ambientali in località rurali comodamente accessibili dalla città, nonché campeggi rurali residenziali (da noi sono nati i soggiorni «verdi»), i campi di lavoro estivi ed i centri diurni.

Nonostante le prevedibili difficoltà proprie dell'ambiente urbano, anche la ricerca naturalistica ha confermato che la città non è affatto priva di spunti: basterà citare il lavoro, ormai divenuto un classico, di F. Pratesi, *Clandestini in città*, dedicato prevalentemente alla capitale. In breve è noto che oltre alla cintura di transizione periferia-campagna, al verde urbano, agli stessi tetti, nonché agli eventuali corsi d'acqua che possono attraversarla, esistono in città alcuni *micro-habitats* in cui la natura riesce ad esprimere presenze sorprendenti e condizioni più che sufficienti per illustrare dal vivo, anche se spesso in condizioni estreme,

alcuni dei principali concetti dell'ecologia.

È a partire da tale realtà, spesso ignota o ignorata per pigrizia o per scarso allenamento all'osservazione, che è possibile elaborare piani didattici basati su itinerari guidati (nei parchi urbani anche «autoguidati» tramite libretti esplicativi e cartelli segnaletici) a scopo di sensibilizzazione naturalistica, mentre, tramite opportuni e in genere poco costosi interventi, gli stessi spazi verdi adibiti prevalentemente al gioco ed allo sport (campi-gioco pubblici e scolastici) possono arricchirsi di componenti e di fattori in grado di favorire l'insediamento di numerose specie vegetali ed animali e quindi maggiori opportunità di rapporto diretto con la natura in azione.

A parte dunque la possibilità di scoperte o periodiche riscoperte delle forme biologiche da tempo adattatesi spontaneamente all'ambiente urbano, non è difficile e richiede modesto impiego di tempo, risorse ed energie – come dimostrano precise esperienze in merito – trasformare angoli delle pertinenze scolastiche o delle immediate adiacenze (ritagli di terreno abbandonati o non ancora edificati, ecc.) in giardini-habitat («giardini ambientali») in cui sperimentare, nell'ambito di precisi progetti elaborati con la collaborazione degli alunni, alcuni fondamentali e problemi della biologia, della storia naturale e dell'ecologia in condizioni più realistiche, produttive e coinvolgenti dei consueti, spesso difficili, esperimenti in laboratorio.

Ne costituiscono un ottimo esempio i suggerimenti, desunti da concrete sperimentazioni, avanzati in forma di guide per i docenti dalla R.S.P.B. (*Royal society for protection of Birds*), equivalente britannica della LIPU: in una di esse il massimo organismo protezionistico inglese presenta un piano di miglioramento del verde scolastico (piccolo stagno incluso), caratterizzato dall'impiego di specie autoctone e, in particolare, da alberi ed arbusti che coi loro frutti e semi possono esercitare il massimo richiamo possibile per il maggior numero di specie di uccelli, sia stanziali che migratrici (*birdgardening*).

Va ricordato, in proposito, che il coinvolgimento degli allievi in simili progetti è spesso tale da rendere meno giustificabile il ricorso a esplorazioni guidate di vere e proprie comunità naturali a limitata pressione antropica, spesso distanti da scuola: le due-tre uscite in genere possibili mediamente nell'arco di un anno scolastico, infatti, non consentono spesso, per le inclemenze del clima o per rigidità burocratiche, lo sviluppo di un adeguato progetto di studio.

In sintesi si può affermare che queste sperimentazioni e questi suggerimenti operativi, qualora vengano realizzate alcune precondizioni

irrinunciabili, consentono di rispettare anche nel settore degli studi naturalistici un comune principio psico-pedagogico: *l'approccio concentrico* (dalla città al territorio circostante).

Criteri per un'educazione ecologica¹

In premessa al manuale «La ricerca sul campo nella scuola di base», che ho curato sotto la sua guida, il prof. Frederick H. Whitehead presenta alcuni criteri per una valida educazione ecologica, caratterizzata da una adeguata sensibilizzazione naturalistica di base, che possono essere così riassunti:

1. poiché l'insegnamento teorico dell'ecologia è abbastanza diffuso, ma l'apprendimento dei concetti generali appare scarsamente aderente alla realtà di ambienti specifici e all'attualità dei problemi esistenti nel Paese, sia in chiave ecologica sia ad un approccio estetico, occorre favorire gli studi ambientali tramite un *approccio concreto, diretto*, legato più direttamente ai fatti ed alle attuali condizioni del mondo della natura;
2. un approccio basato sulla *storia naturale*, elemento fondamentale da un punto di vista correttamente ecologico, consente meglio di ogni altro di chiarire alcuni aspetti dei più ampi concetti generali (passaggio dal semplice al complesso): il criterio dominante è quello di *studiare lo svolgersi dei processi degli ecosistemi attraverso gli organismi viventi*;
3. per studi significativi a livello di educazione scientifica è essenziale la conoscenza dei metodi e delle tecniche (e relative apparecchiature), per quanto semplificate per consentirne un impiego a livello elementare, necessari tanto per il lavoro sul campo quanto in laboratorio;
4. *imparare facendo (learning by doing)*, e in tempi adeguati, è un metodo d'elezione specie quando il campo didattico sia l'ambiente, ed il «libro di testo» sia la stessa *natura al lavoro*;
5. il *criterio del lavoro a gruppi*, ampiamente diffuso nella moderna metodologia, appare il più redditizio (sia quando si lavora sui docenti che quando questi operano con la classe) soprattutto in considera-

¹ Cfr. WHITEHEAD F.H. e N. RIZZOLI, *Ecologia pratica per l'educazione ambientale*, Edagricole, Bologna, 1988.

- zione che l'ottimizzazione dei risultati avviene anche tramite l'aiuto dei più esperti e competenti verso i principianti;
6. un *rapporto conclusivo* da stendere, meglio se corredato di grafici ed altri dati chiaramente organizzati, al termine di ogni attività risulta di notevole importanza al fine della creazione di attitudini corrette verso il *lavoro scientifico*;
 7. per favorire la *traducibilità didattica* delle proposte di ricerca al momento dell'aggiornamento dei docenti è bene sperimentare con loro, direttamente, metodi, tecniche e materiali nella stessa forma in cui si consiglia di operare poi con gli alunni;
 8. ai fini di una educazione ecologica progressiva la *sensibilizzazione naturalistica* ad essa propedeutica, essendo strettamente aderente alla realtà della natura, risulta di gran lunga il background più stimolante soprattutto in relazione alla *psicologia dell'età evolutiva*: i bambini provano un naturale entusiasmo per la vita in azione, riescono a superare meglio pregiudizi e paure ataviche verso certe specie animali e sono stimolati in pratica a maturare atteggiamenti più sensibili e responsabili verso la necessità etica del rispetto e della conservazione della specie;
 9. sfruttando con la dovuta attenzione e con precisi limiti il *naturale istinto del bambino di collezionare, classificare e determinare* si perviene meglio all'acquisizione di quelle abilità basilari che sono richieste nel passaggio dalla identificazione allo studio specifico sul comportamento e sulle funzioni dei vari organismi nei diversi contesti di una comunità o di un ecosistema;
 10. una rinnovata e moderna educazione naturalistica di base può fare leva, al giorno d'oggi, su un *più diffuso interesse per le scienze* (attestato ad esempio dal crescente sviluppo dell'editoria scientifica rivolta al mondo giovanile) nonché per le sue applicazioni sperimentali².

In una prospettiva curricolare di carattere generale, di cui gli studi sulla biologia urbana potrebbero essere tanto un *punto di partenza* come pure una *costante* per continui confronti, i suddetti criteri potrebbero essere applicati per un piano didattico che, per quanto aderente alle possibilità locali ed al grado di maturazione degli alunni, dovrebbe prendere in considerazione i seguenti passaggi:

² Cfr. le riviste per bambini: «L'Orsa», «Airone junior» e «Wapiti».

1. *Riconoscimento degli organismi* (vegetali ed animali) con priorità assegnata a quelli più comuni, che sono cioè elementi fondamentali per l'identificazione di una data comunità, ed a quelli che costituiscono di fatto degli «indicatori biologici» dello stato di qualità di un ambiente.
2. *Scoperta della loro funzione specifica e del loro ruolo preciso nella comunità.*
3. *Formulazione di ipotesi e sviluppo di approcci sperimentali a semplici problemi «chiave»* per la comprensione dei concetti fondamentali dell'ecologia tramite il ricorso a metodi semplificati ma scientificamente corretti e ad apparecchiature il meno sofisticate possibili. Tale lavoro «scientifico» implicherà in genere un *trattamento statistico*, per quanto elementare, *dei dati raccolti*, anche ai fini di una corretta esposizione dei risultati.

Questi elementi fondamentali di metodo potranno essere applicati a sequenze tematiche che, in linea generale, dovrebbero fare riferimento ad una serie di contenuti di base quale la seguente:

- a) *riconoscimento delle fondamentali comunità naturali o semi-naturali*, tramite il campionamento della flora e della vegetazione (da cui schedari ed erbari);
- b) *il riconoscimento di alcuni indicatori biologici* come specie guida nell'apprendimento dei fattori ambientali in azione (luce, temperatura, umidità)³;
- c) *verifica della rigenerazione naturale*, meccanismo fondamentale per la stabilità e la dinamica temporale delle comunità naturali;
- d) *analisi della «zonazione» e della «successione»*, concetti chiave nell'analisi ecologica sul campo;
- e) *passaggio dagli esempi attuali sul campo all'azione più generale dei fattori ecologici* nella dinamica temporale delle comunità naturali e semi-naturali;
- f) *ruolo delle popolazioni animali nella comunità*: insetti, uccelli, mammiferi;
- g) *analisi di qualità delle acque correnti*, utilizzando i popolamenti del fondo (*macrobentos*) come indicatori biologici;
- h) *conservazione attiva della natura*, introducendo nell'ambiente miglio-

³ Cfr. il progetto del WWF «*I licheni come bioindicatori della qualità dell'aria in ambiente urbano*».

ramenti adatti a favorire le condizioni di un arricchimento (ad es. nidi artificiali per certe specie di uccelli oggi svantaggiate dalla perdita di *habitats* consoni alle loro esigenze);

- i) *esercitazioni statistiche* finalizzate alla fondazione matematica del metodo di ricerca;
- l) *elaborazione dei progetti scientifici sperimentali*, il più semplici possibile pur nella adeguatezza dell'impianto, adatti ad illustrare concretamente i caratteri elementari di un corretto procedimento scientifico, realizzati ricorrendo a specie adatte (invertebrati, micromammiferi, ecc.) sia dal punto di vista pratico che psicologico (riferito all'empatia che il bambino manifesta verso gli animali più piccoli).

Ambienti, problemi, progetti ed esperimenti per un piano di ricerca di biologia urbana

Le proposte di ricerca allegate, fra le tante disponibili, sono state prescelte, anche a seguito di uno specifico corso per docenti dedicato allo studio della biologia urbana (Parma, 1985/86), all'interno di una proposta di più ampio respiro che prende in considerazione una notevole varietà di ambienti di riferimento. Si tratta dunque di un contributo che, nella sua elementarità ed essenzialità, si presta per partire verso un progetto curricolare significativo ma limitato alle possibilità strettamente riferibili all'ambiente urbano come campo didattico.

Possono essere presi in considerazione un numero limitato di *ambienti* (un muro, un tronco, una siepe, un piccolo giardino, un terreno agrario abbandonato), di *problemi* (l'adattamento delle specie a condizioni estreme; i licheni come indicatori biologici di qualità dell'aria; la distribuzione di una popolazione di chiocciole, le preferenze alimentari nei gasteropodi terrestri; il ruolo ecologico dei lombrichi; l'adattamento ai fattori ambientali e l'apprendimento negli invertebrati, ecc.) e di *esperimenti* possibili in laboratorio con un minimo di attrezzatura.

Il criterio seguito è stato quello di dimostrare concretamente come sia possibile non solo riconoscere la presenza di certi «clandestini» in città, ma anche come si possa, a partire da comunità semi-naturali, come una semplice siepe con qualche decennio di vita, rappresentare correttamente lo sviluppo di quelle interrelazioni che si ritroveranno, fuori della città, in comunità naturali ad ampio sviluppo territoriale (come il bosco, il fiume, il lago, ecc.).

Anche in considerazione delle caratteristiche del calendario scola-

stico, che favorisce l'uscita solo nei periodi iniziali e terminali, si è dato spazio a suggerimenti di lavoro che possono essere sviluppati nella stagione più sfavorevole tramite un laboratorio minimamente attrezzato. Il ricorso agli invertebrati è d'obbligo per tutta una serie di ragioni fra le quali, oltre alle caratteristiche precipue delle specie prescelte, quelle di un agevole reperibilità anche in ambiente urbano.

Poiché, comunque, il verde urbano costituisce di fatto uno dei campi didattici preferiti anche in relazione alle sue valenze sociali, informo che sono disponibile a fornire, a richiesta, la più ampia documentazione scientifica e didattica per progetti di ricerca che ne facciano il punto di riferimento centrale. Lo stesso dicasi per un approccio all'ambiente urbano che parta da un'ipotesi di realizzazione di un giardino naturalistico scolastico e da un approccio urbano al mondo variopinto ed interessante degli uccelli (*birdgardening*).

Al fine di mettere meglio in evidenza le tante possibilità didattiche offerte dalla città, ritengo utile, in questa sede, riprendere una serie abbastanza strutturata di suggerimenti offerti da uno dei più accreditati autori inglesi in materia, BISHOP O.N., nel testo *Beginning field Biology* (Harrap, Londra, 1975/2a):

Gli habitat per studi sul campo

Per chi inizia questo genere di studi le possibilità sono innumerevoli:

- a) *in campagna*: un bosco, uno stagno, una brughiera, una palude, la riva del fiume, un fontanile, una siepe, un campo, un prato, ecc.).
- b) *in ambiente urbano*: un giardino (in particolare uno ricoperto di erbacce), un parco pubblico, un appezzamento di terreno abbandonato, un terreno da costruzione, il campo-giochi scolastico, una rocciera fiorita (tipo giardino alla giapponese), una grossa botte d'acqua, un vecchio muro, un mucchio di immondizie di giardino. A questi si possono aggiungere: un tratto di strada lastricato a pavé (o una piazza), un viale alberato, una fattoria abbandonata della periferia, il canale o il torrente nel tratto urbano, ecc.

Problemi e progetti

A livello iniziale egli suggerisce tre tipi di progetti, per ognuno dei quali prevede i problemi elementari ed i più facili metodi di studio:

a) *Studio di un habitat speciale* (vedi elenco precedente):

- registrazione mensile degli eventi rilevanti (es. fioritura, abitudini degli animali, successione dei cambiamenti stagionali);
- preparazione di una mappa degli aspetti rilevanti (es. tane, nidi, ecc.);
- elenco di tutte le piante (nome, frequenza, data di fioritura, di maturazione dei frutti, sistema di disseminazione);
- elenco di tutti gli animali trovati, distinti per nicchie di ritrovamento;
- riflessione sui dati, formulazione di ipotesi ed esperimenti di verifica, conclusioni (o, meglio, «teorie preliminari»);
- studio sull'alimentazione di alcuni degli animali trovati; grafici sulle catene o reti alimentari constatate;
- messa a confronto dei suddetti dati relativi a due aree diverse o a due aree simili in due habitat diversi, in due o più stagioni diverse dell'anno;
- messa a confronto di due o più aree distinte di un unico habitat per compararne somiglianze e differenze;
- studio di una siepe (vedi schede allegate);
- studio di uno stagno: gli animali che si muovono in superficie e nell'acqua; sistemi di locomozione; studio dei vari sistemi di respirazione degli animali.

b) *Studio di una specie particolare di pianta o animale*

- Esempi di *animali* preferibili: effimere; farfalle e falene; rane e rospi; libellule; zanzare; pulci d'acqua; afidi; vermi; un uccello (pettirosso, balestruccio, rondine, merlo, cincia, tordo, ecc.); piccoli mammiferi (topo domestico, t. campagnolo, toporagno); sanguisughe, chioccioline d'acqua; chioccioline terrestri;
- esempi di *piante* preferibili: un albero (tiglio, ippocastano), un arbusto (nocciolo), una pianta da fiore spontanea (dente di leone, ranuncolo, borsa del pastore, ortica, parietaria, ecc.), una pianta parassita (come cuscuto, eufrasia, ecc.), un rampicante (come l'edera);
- un esempio di *animale parassita* (come la larva che si ciba delle larve di cavolaia).

Per ognuno dei temi di studio si suggerisce di procedere a:

- classificazione (o meglio, identificazione);
- mappaggio e osservazioni sull'areale di distribuzione;
- storia della sua vita nel corso dell'anno (ciclo vitale) nell'ambien-

- te o, se possibile, in laboratorio;
- osservazioni sulla crescita: uova o semi; stadi giovanili; vita adulta;
- (se animale) studio analitico delle abitudini alimentari;
- rapporti predatori-preda, sistemi di difesa e offesa;
- importanza nei riguardi dell'uomo: utilità e sue modalità; dannosità e sistemi di lotta.

c) *Studi speciali*

Da realizzare meglio se a piccoli gruppi, essi sono consigliati per una maggiore aderenza alle caratteristiche dell'ambiente locale e per più avanzati gradi di approfondimento del lavoro di ricerca sul campo. Si tratta di una lunga interessante lista che comprende temi che fanno riferimento a diversi metodi di studio:

- studio del suolo in un metro quadrato di terreno (diagrammi di flusso sulle piante che vi crescono, sulla colonizzazione primaria, secondaria, ecc.);
- studio di un piccolo appezzamento diserbato dal fuoco;
- effetti del calpestio sulla vegetazione (ad es. ai bordi di un campo sportivo o in un parco urbano);
- insetti nocivi di un giardino o di un campo;
- piante rampicanti di una siepe (o altro habitat);
- osservazioni sul comportamento degli uccelli (passeri, cince, pettirossi, ecc.) in mangiatoie e/o nidi artificiali piazzati in posti adatti presso la scuola;
- studio degli uccelli insettivori, delle loro abitudini alimentari e cure parentali;
- studio di «erbacce» trovate in un giardino o in un campo;
- rimuovere una zolla di un'aiuola del giardino o di altro terreno per controllarne in serra gli sviluppi;
- scoprire gli effetti della coltivazione, condotta con diversi criteri, di erbacce raccolte in giardino;
- coltivazione in aiuollette, sotto diverse condizioni, di piante da giardino o di ortaggi;
- studio della differenza di profondità delle radici di piante spontanee (zonazione verticale);
- osservazioni sui rapporti fra piante fiorite e insetti pronubi in una calda giornata primaverile;
- coltivazione in vaso di spinaci: germinazione a confronto sotto due diverse condizioni (con o senza humus);

- studio (col sistema dei transetti) della distanza a cui in autunno si trovano, sotto due alberi, i frutti caduti;
- differenze di crescita delle piante in due zone di campo sportivo sottoposte o meno a calpestio (da es. al centro delle porte e ai lati);
- crescita batterica (es. *Protococcus*) sulla corteccia di un albero;
- crescita di funghi e batteri sui suoli diversi;
- raccolta di una cinquantina di insetti da 5 diversi habitats e studio della distribuzione in base al colore dominante.

Metodi negli studi sul campo

In sintesi il Bishop cita i seguenti:

1. *Mappaggio* dell'area di studio
2. *Raccolte* di piante e animali (esemplari, nel minor numero possibile)
3. *Trasporto* con mezzi adeguati degli esemplari in laboratorio
4. *Mantenimento* di piante ed animali (esemplari vivi)
5. *Conservazione* di piante ed animali, qualora servano per lo studio successivo (esemplari morti)
6. *Descrizione della vegetazione* (metodo dei quadrati, dei transetti, dei diagrammi di frequenza, ecc.)
7. *Misurazione dei fattori ambientali* (luce, temperatura, umidità)
8. *Studio del suolo* (profili, analisi meccanica, drenaggio) – contenuto d'aria, contenuto d'acqua, contenuto in humus, proprietà fisiche, tasso di carbonato di calcio, pH, ecc.);
9. *Identificazione* di piante e animali
10. *Registrazione dei dati*
11. *Esposizione scritta* del lavoro svolto
12. *Problemi organizzativi* del lavoro su campo (scelta del sito, del periodo più adatto, del metodo adeguato, dell'equipaggiamento, divisione del lavoro).

Appendice

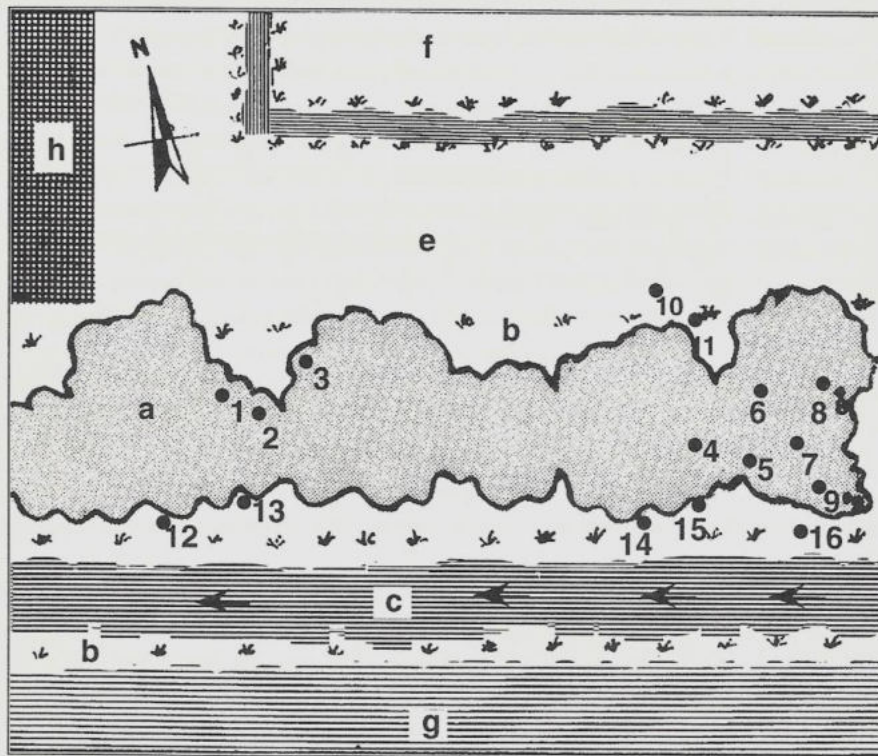
CHIOCCIOLE E LUMACHE: PROGETTI DI *FIELD WORK*

a cura di F.H. Whitehead e N. Rizzoli

Progetto n. 1: Distribuzione delle chioccioline

Raccogliere e fissare esemplari di gusci di chioccioline per una mostra e per proposte di comparazione.

Annotare la data e il luogo di ritrovamento.

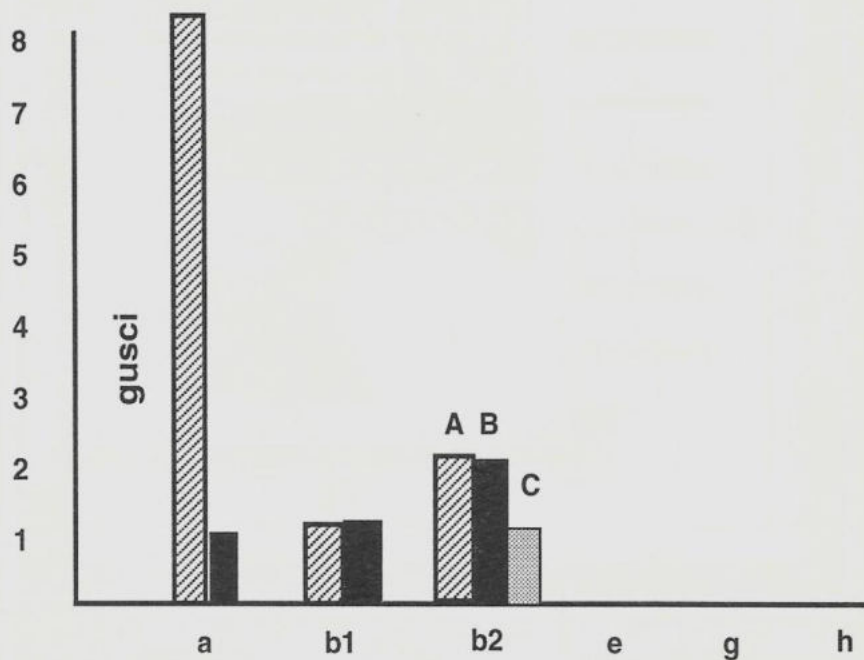


LEGENDA: a. siepe e. carraia
 b. proda erbosa f. vigneto
 c. fosso g. strada asfaltata
 d. scolina h. cascina

Fig. 1. Mappa di una siepe rurale. I ritrovamenti di chioccioline sono indicati dai numeri (1-16). Disegno di N. Rizzoli.

Segnare i ritrovamenti sulle mappe. Esse (v. fig. 1) vanno elaborate in forma di diagramma cartesiano, attraverso una griglia corrispondente, in scala reale, a quadrati di 1 m. di lato max. Sulla mappa indicare piante, sassi sentieri, tipo di suolo (terra, asfalto, ecc.) e tutti quei fattori che possono essere importanti agli effetti della distribuzione (es. luoghi ombrosi, luoghi umidi, tipo di vegetazione, nome delle piante, ecc. (v. fig. 2)

Continuare ad annotare i luoghi dei successivi esemplari per comporre una rappresentazione generale del maggior numero di specie comuni. Questo progetto rimanda direttamente al prossimo che ne costituisce un approfondimento.



LEGENDA: a. siepe
 b1. proda erbosa a N della siepe
 b2. proda erbosa a S della siepe
 e. carraia (strisce d'erba)
 g. proda erbosa (banchina della strada asfaltata)
 muro della cascina

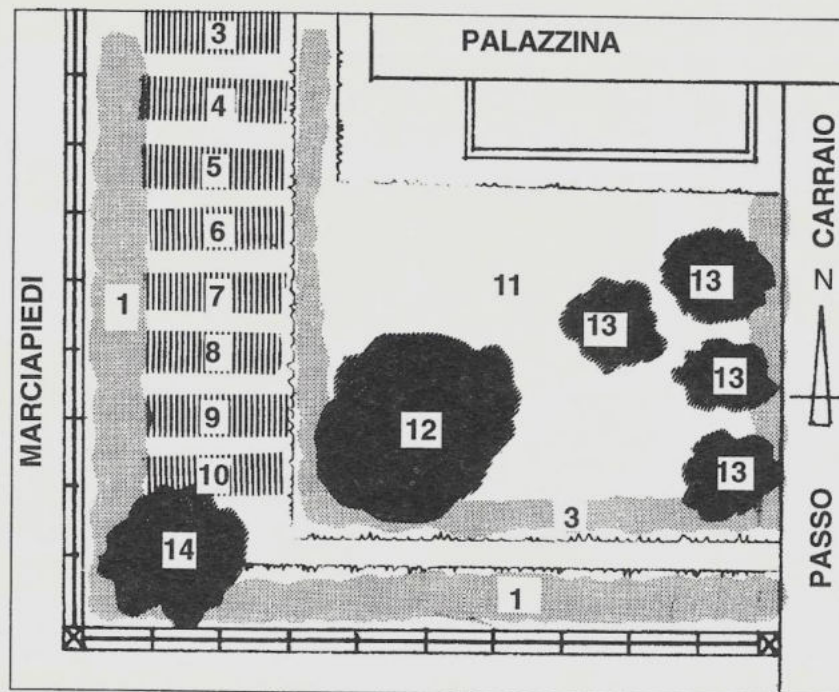
Fig. 2. Diagramma di distribuzione delle specie (A, B, C) trovate. Disegno di N. Rizzoli.

Progetto n. 2: Popolazioni di chiocciole dei giardini

Questo è un semplice progetto che può essere portato avanti o nel giardino della scuola o nei giardini degli alunni.

Obiettivi: Determinare le popolazioni di differenti specie di comuni chiocciole di giardino e scoprire se le popolazioni e le percentuali di ciascuna specie sono cambiate in relazione al tipo di giardino e di crescita di piante.

(Nel corso del progetto n. 1 dovrebbe già essere stata realizzata la mappa a griglia).

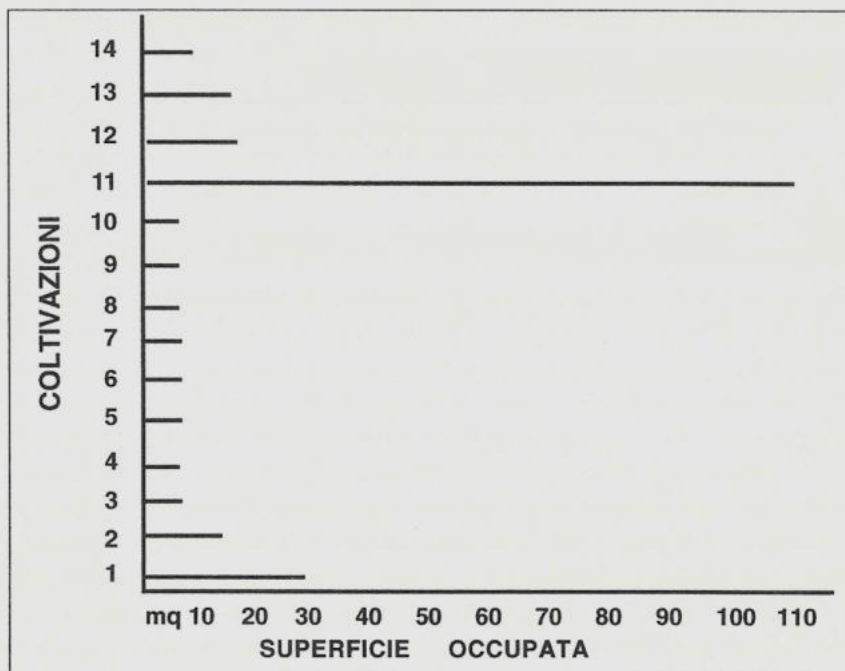


- LEGENDA:
- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1. Siepe di Biancospino | 8. Sedano |
| 2. Bordura di Bosso | 9. Radicchio |
| 3. Fagioli | 10. Insalata |
| 4. Fagiolini | 11. Prato a loglietto |
| 5. Cipolle | 12. Cedro dell'Himalaia |
| 6. Cipollotti | 13. Albero di S. Bartolomeo |
| 7. Carote | 14. Liriodendro |

Fig. 3. Mappa dell'orto/giardino privato di un alunno (scala 1:200). Disegno di N. Rizzoli.

Metodi

- 1 Fare un giro di esplorazione preliminare del giardino (o dei giardini), facendo un elenco delle piante coltivate e selvatiche che vi crescono (incluse le siepi circostanti) e rilevare l'area coperta da ciascuna specie indicandola con una certa precisione sulla mappa (fig. 3).
Registrarla in termini di metri quadrati di superficie occupata. Elaborare un istogramma in base ai risultati dell'esplorazione (v. ad es. fig. 4).
2. Nel corso dello studio dell'area raccogliere un certo numero di chiocciole del maggior numero possibile di specie. Marcare ciascuna chiocciola con una piccola macchia di pittura acrilica (piccola ed in posizione laterale sul guscio, nonché con un colore adatto per non



LEGENDA:

1. Siepe di Biancospino	11. Prato a loglietto
2. Bordura di Bosso	12. Cedro dell'Himalaia
3-10. Ortaggi vari	13. Albero di S. Bartolomeo
	14. Liriodendro

Fig. 4. Diagramma delle superfici coltivate (in mq) relative alla Fig. 3. Disegno di N. Rizzoli.

provocare un'esca in più ai predatori dell'animale), usando un colore diverso per ciascuna specie ed assegnando un numero progressivo per ciascun individuo.

Rimettere a posto tutti gli esemplari nell'area di studio – pressapoco nel punto in cui sono stati catturati – e lasciare che si rimescolino con il resto della popolazione.

Il giorno dopo il rilascio fare un'altra raccolta registrando individualmente per ciascuna specie:

- a) il numero totale degli esemplari raccolti
- b) il numero di quelli che sono marcati col colore

Da questa informazione usando la formula «indice Lincoln» ricavare la popolazione di ciascuna specie.

$$\text{Indice Lincoln: } \frac{M \times S}{m}$$

dove:

M = numero di individui rilasciati marcati col colore

S = numero di chiocciole nel campionamento preso dopo la dispersione

m = numero di animali marcati nel campionamento.

N.B.: L'*indice di Lincoln* è una formula statistica molto semplice in uso per la stima del numero di una popolazione. In nessun modo è assolutamente precisa e non tiene conto di alcuni fattori, come ad es. la predazione, ma per i nostri scopi è sufficiente.

Esistono altre formule statistiche molto più complesse che forse danno una stima molto più precisa, ma in genere l'errore nell'impiego dell'indice Lincoln non supera normalmente il 5%.

Per fare un esempio di applicazione di questo indice, possiamo notare che: se fossero state marcate 10 *Cepea nemoralis* (M = 10) e fra le 30 catturate dopo la dispersione (S = 30) due fossero marcate (m = 2), la popolazione sarebbe di 150. Infatti:

$$\frac{10 \times 30}{2} = 150$$

Se questo lavoro viene condotto in un buon numero di giardini con differenti coltivazioni e diverso tipo di habitat dovrebbe essere possibile correlare le variazioni di popolazione in relazione al tipo di piante che vi crescono, sia coltivate che selvatiche: per es., alcune specie di chioccioline possono essere abbondanti dove il giardino è ricco di edera (*Hedera helix*), mentre altre specie possono prosperare dove sono ben sviluppate piante di bosso (*Buxus sempervirens*).

N.B.: Per familiarizzare i bambini con l'identificazione di chioccioline comuni utilizzare la chiave funzionale e gli esempi da noi proposti.

Progetto n. 3: Mimetismo delle chioccioline

L'oggetto dell'esplorazione è quella di determinare a quale estensione l'Elica dei giardini (*Cepea nemoralis*) è limitata dalla sua colorazione in un particolare habitat.

Cepea nemoralis ha 5 strisce (o strie, bande colorate) che corrono da dietro il bordo inferiore (labbro) interno all'intera conchiglia. Queste strisce possono essere pigmentate o no, forse solo una su cinque è pigmentata, forse tutte e cinque o forse neanche una.

1. Raccogliere una certa quantità di queste chioccioline e prendere nota accuratamente dell'habitat in cui sono state trovate – per es., erba alta, tappeto erboso, in fondo ad una siepe di Biancospino (*Crataegus oxyacantha*) e annotare le strisce pigmentate. In questo modo si può trovare che una particolare serie di combinazioni di strisce è favorita solo in un particolare habitat. Alcune specie di uccelli, in particolare i tordi, sono grandi predatori di chioccioline. Le scoprono con la loro vista acuta e poi le portano su una pietra o su altro di duro dove le sbattono per rompere il guscio e mangiare il mollusco. Essi hanno l'abitudine di tornare sempre alla stessa «incudine» (di qui il termine «incudine di tordo») per compiere tale operazione, per cui è possibile trovare sullo stesso posto i gusci rotti di molti dei gasteropodi predati.

Sembrava che la differenza di colorazione esistente in una popolazione di *Cepea nemoralis* fosse una specie di camuffamento e che in forza di ciò i tordi scegliessero le loro prede usando la vista, effettuando così una selezione nella popolazione. In proposito si deve considerare che la variazione di colore in una popolazione di *Cepea*,

dal punto di vista genetico, è casuale, ma l'operazione di predazione dei tordi ha un effetto differenziale sulla popolazione totale.

Per es., le *Cepea* con guscio quasi bianco esposte su un terreno scuro sono molto più visibili di quelle con guscio tutto colorato di marrone. La probabilità è che le prime, quelle appunto dal guscio bianco, siano più soggette a predazione di quelle con guscio scuro.

2. Visitare «incudini di tordo» e raccogliere gusci rotti, di nuovo annotando quali strisce sono pigmentate, e quindi accertare quale combinazione di strisce è più soggetta a predazione e in quale habitat. Calcolare il numero di popolazione secondo l'indice di Lincoln descritto sopra (v. prog. 2), fare una stima dividendo i gusci rotti in base alle varie classi di colorazione e calcolare i diversi tipi di colorazione in rapporto percentuale alla popolazione totale per avere una stima più precisa dell'intensità e di predazione in questo habitat.
3. Una volta scoperta una certa correlazione ben definita tra pigmentazione delle strisce e habitat, si dovrebbero introdurre in habitat estranei un certo numero di chioccioline del tipo di colorazione più svantaggiata, cioè che si è riscontrato essere maggiormente esposta a predazione. Questo va fatto avendo dato un marchio di identificazione ad ogni chiocciolina (una macchia di colore sotto il guscio, così da non fare in modo che la chiocciolina attiri innaturalmente l'attenzione di qualche potenziale predatore).
Visitare regolarmente «incudini di tordo» nelle più immediate vicinanze delle chioccioline rilasciate, annotando ogni guscio rinvenuto delle chioccioline rilasciate e comparando i loro numeri con i numeri di quelle non marcate aventi una differente combinazione di strisce.

Bibliografia

Pedagogia ambientale

- BARDULLA E. e VALERI M., *Ecologia e educazione*, La Nuova Italia, Firenze, 1975.
- FRABBONI F., *Scuola e ambiente. Pedagogia della ricerca d'ambiente*, Mondadori, Milano, 1980.
- GOFFREDO D. e THIERY A., *Ambiente e educazione*, La Nuova Italia, Firenze, 1977.
- RIZZOLI N., *Realtà e prospettive dell'educazione ambientale in Italia*, «Boll. Soc. Ital. Ecol.», 2(1), 1981, pp. 25-32.
- RIZZOLI N., *A che punto è l'educazione ambientale*, «Scuola Not.», 10, 1986, pp. 9-15.
- UNESCO, COMMISSIONE ITALIANA, *L'educazione relativa all'ambiente: 1. La Dichiarazione di Tbilisi; 2. Rapporto Nazionale Italiano*, «Boll. Inform. UNESCO», 1, Roma, 1978.
- WHEELER K., *Approach to empirical Environmental Education in Europe*, Council of Europe, Strasburgo, 1980.

Didattica dell'ambiente urbano

- BALLABEN A. e SALVEMINI M., *La città è nostra*, Nuove Edizioni Romane, Roma, 1979.
- GIOVENALE F., *Come leggere la città*, La Nuova Italia, Firenze, 1977.
- PROV. MILANO, COM. MILANO (a cura C. BOVOLENTA), *A scuola in città; a scuola in campagna*, Mazzotta, Milano, 1980.
- PROV. MILANO, COM. MILANO, *Scuola-città-campagna: ambiente s'impara. Settimane di scambio tra i bambini delle scuole elementari dei comuni della provincia di Milano*, Milano 1981.

Ecologia urbana

- BALLARINI G., *L'animale tecnologico*, Calderini, Bologna, 1983
- LAURIE I.C., *Nature in cities. The natural environment in the Design and Development of Urban Greenspace*, Wiley, New York, 1979.
- MANFREDI NICOLETTI, *L'ecosistema urbano*, Dedalo, Bari, 1985.
- PAOLINELLI F., *Gli alberi e la città*, ERI, Torino, 1984.

Educazione ecologica

- BARGELLINI A., LAZZARINI G. e MASINI M., *L'ecologia, una realtà per la scuola. Attività sperimentali nella scuola media*, Libr. Ed. Fiorentina, Firenze, 1976
- DEBESSE ARVISET M.L., *Ambiente ecologico e didattico. Una rivoluzione pedagogica*, La Scuola, Brescia, 1977
- GIOLITTO P., *Educazione ecologica*, Armando, Roma, 1983

- LAENG M., *L'ecologia, scienza e coscienza dell'ambiente*, «Scuola Italiana Modena», n. 12, 1981, p. 9.
- MELODIA P. e ROLANDO S., *Ecologia e ambiente nella scuola italiana*, Motta, Milano, 1978.
- SCOTTO LAVINA E. e ROLANDO S., *Ecologia, scuola, formazione*, Motta, Milano, 1974.
- WHITEHEAD F.H. e RIZZOLI N., *La ricerca sul campo in educazione ambientale nella scuola di base*, 1a parte, CIREA, Parma, 1981.
- WWF PROGETTO INTERNAZIONALE, *Fare per capire; schede di esperimenti per la conservazione*, Wwf, Roma, 1978.

Didattica ecologica (generale) e naturalistica

- BENNET D.P. e HUMPHRIES D.A., *Introduction to Field Biology*, London, Arnold, 1974.
- BISHOP O.N., *Outdoor Biology* (4 voll.), Murray, Londra, 1972.
- BISHOP O.N., *Beginning Field Biology*, Harrap, Londra, 1975.
- BRITISH MUSEUM (a cura), *La Natura al lavoro*, Ed. Riuniti, Roma, 1985
- CAVAGNA S., CUMER BENINI F. e TONINA C., *Velaverde '83, un progetto per conoscere e salvare l'ambiente*, «Nat. Alpina», n. 3, 1983.
- CAVAGNA S., CUMER BENINI F., TONINA C. et al., *Velaverde. Annuario '84*, «Nat. Alpina», (35)3-4, 1984.
- CHINERY M., *La natura vivente*, La Scuola, Brescia, 1975.
- CHINERY M., *Il manuale del naturalista*, Longanesi, Milano, 1978.
- DURREL D. e L., *Guida del naturalista*, Mondadori, Milano, 1983.
- DEVON TRUST FOR NATURE CONSERVATION, *School Projects in Natural History*, Heinemann, Londra, 1972.
- GIORDAN A., *Una didattica per le scienze sperimentali*, Armando, Roma, 1985.
- GROUP DE TRAVAIL POUR L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉCOLOGIE (a cura W. Matthey), *Serie: Lavori pratici di ecologia*, 7 voll., Dip. Pubbl. Educ., Bellinzona 1977.
- GRUPPO UNIVERSITÀ-SCUOLA, *Un esempio di approccio disciplinare: la biologia*, in AA.VV., *Lavorando con gli insegnanti*, La Nuova Italia, Firenze, 1980.
- LEWIS T. e TAYLOR L.R., *Introduzione all'ecologia sperimentale*, Feltrinelli, Milano, 1973.
- NUFFIELD PROJECT, *Scienze integrate: guida per gli insegnanti*, 3 voll., Zanichelli, Bologna, 1973.
- PRATESI F., *Il salvanatura*, F.Motta, Milano, 1983.
- RIZZOLI N. e WHITEHEAD F.H., *La ricerca sul campo in educazione ambientale nella scuola di base*, CIREA, Parma, 1981
- RIZZOLI N. e WHITEHEAD F.H., *Dalla sensibilizzazione naturalistica alla didattica dell'ecologia*, «Atti del Convegno, Ambiente naturale e educazione scientifica nella scuola elementare», Venezia, 1983.
- SOCIETÀ VENEZIANA DI SCIENZE NATURALI (a cura L. BONOMETTO), *La didattica delle scienze naturali nella scuola dell'obbligo e «Le settimane naturalistiche» educative*,

«Lavori», suppl. fasc. 1, 1978.

- SPANDL O.P., *Didattica della biologia*, «Scienzescuola», Brescia, La Scuola, 1980.
- STEVENS R.A., *Le attività scientifiche extrascolastiche*, UNESCO, Armando Ed., Roma, 1973.
- WINDRIDGE C.H., *Dalla natura alla scienza. Osservazioni e ricerche per ragazzi*, 3 voll., La Scuola, Brescia, 1986.
- WHITEHEAD F.H. e RIZZOLI N., *Ecologia pratica per l'educazione ambientale*, Edagricole, Bologna, 1988

Didattica della biologia ed ecologia urbana

- AA.VV., *Conoscere la natura d'Italia*, 7 voll., De Agostini, Novara, 1984/85.
- ALLEN C. e DENSLOW J., *Impronte e tracce*, «Libri chiave», Brescia, La Scuola, 1982.
- ARCIDIACONO S., *L'esplorazione faunistica dell'ambiente*, Brescia, La Scuola, 1976-2.
- BONOMETTO C. (a cura), *Natura e scuola*, Com.Venezia, 1980.
- BORANGA P., *La natura e il fanciullo. I muri, le strade, le siepi*, Torino, Paravia, 1954.
- BORANGA P., CAPORALI V. e MANZI A., *Città nel prato*, Firenze, Giunti-Marzocco, 1976.
- CAMPIGLIO A. e MARASTONI G., *Ricerca d'ambiente: raccolta e sistemazione dei dati*, «Cooperazione educativa», 9 sett. 1981, pp. 11-12.
- CHINERY M., *Il manuale del naturalista*, Longanesi, Milano, 1978.
- COOPER E.K., *Esplorazioni in giardino*, Feltrinelli, Milano, s.d.
- DELDIME R., SIMON J.P. e VERREPT M., *L'educazione scientifica nella scuola di base. Guida metodologica all'uso della collana "Osservando"*, 11 voll. + guida, La Scuola, Brescia, 1978.
- ETHELBERG J., *Ragno e ragnatela*, Zanichelli, Bologna, 1976.
- FRUGIS E. e LE MOLI F., *Guardiamoci intorno: il giardino*, Tci, Milano, 1985.
- FRUGIS E. e LE MOLI F., *Guardiamoci intorno: il prato*, Tci, Milano, 1985.
- FRUGIS E. e LE MOLI F., *Guardiamoci intorno: lo stagno*, Tci, Milano, 1985.
- GARDIOL F., AGLI F. e EYNARD R., *Il torrente e l'uomo*, coll. «Strumenti nuovi», SEI, Torino, 1976.
- GREE A., *In giardino*, «Panorama», AMZ, Milano, 1969.
- GROUNDS R., *Il giardino naturale*, Rizzoli, Milano, 1978.
- HOILY K., *Riscopriamo la natura in città*, Piccoli, Milano, 1985.
- MOUNIER H e WINDING O., *Guide des petits animaux sauvages de nos maisons et jardins*, Delachaux & Niestlè, Parigi, 1979.
- MCCAULAY D., *La città moderna. Il sottosuolo*, Armando, Roma, 1977.
- PRATESI F., *Clandestini in città*, Rizzoli, Milano, 1976.
- PRATESI F., *Natura in città*, Rizzoli, Milano, 1984.
- RIZZOLI N. e WHITEHEAD F.H., *A partire da una chiocciola. Ricerca interdisciplinare sperimentale nel 2° ciclo della scuola elementare: rapporto finale*, CIREA, Parma,

1981.

RUFFO S., *Fauna minima nelle nostre case*, Mondadori, Verona, 1969.

SHIPP D., *La vita nelle città*, «Guide», Mondadori, Milano, 1984.

SÜSS E., *Muri e ruderi*, «Didatt. Scienze», 52, La Scuola, Brescia, 1974.

VISENTINI PAIOTTA G. e OSELLA B.G., *La fauna della città di Verona*, «Quad. natural.», 1, Museo Civ. St. Nat., Verona, 1985.

VON FRISCH K., *Dodici piccoli coinquilini. Vita e abitudini di parassiti domestici*, Mondadori, Milano, 1981.

Ecologia in città

Alla scoperta dell'ambiente urbano



Il volume raccoglie i contributi del corso «Ecologia in città», organizzato dall'Unione Bolognese Naturalisti, con il patrocinio del Provveditorato agli Studi di Bologna e degli Assessorati all'Ambiente del Comune e della Provincia di Bologna.

Che cosa significa un libro di «Ecologia in città»? Significa che anche in città si può studiare ecologia; sarà ovviamente un'«ecologia» diversa, ma la metodologia è la stessa. L'ecosistema città offre innumerevoli spunti tematici per lo studio delle forme viventi e delle relazioni che intercorrono tra di esse e l'ambiente in cui vivono. E non è cosa da poco: poter studiare l'ecologia senza bisogno di andare lontano e cercare un'ormai impossibile natura incontaminata, rende il volume di grande interesse didattico per gli Insegnanti e per i loro studenti.

I saggi qui raccolti, pur indipendenti l'uno dall'altro, percorrono un itinerario ideale che, partendo dalla descrizione dell'ambiente fisico della città (dal substrato geologico al clima; dalla qualità dell'aria alle risorse idriche), tocca i vari aspetti del popolamento vegetale (dalle piante spontanee al verde «costruito»), della vita animale (dai tradizionali amici a quattro zampe agli ospiti nocivi o fastidiosi) e della presenza dell'uomo (dalla geografia all'antropologia urbana; dall'inquinamento ai problemi dello smaltimento dei rifiuti).

Il mondo è un bel libro, ma poco serve a chi non lo sa leggere.

Carlo Goldoni
«La Pamela»

Il  **CONSORZIO
CAVE** BOLOGNA e l'  **ACOSER**, che hanno contribuito alla realizzazione dell'opera, dedicano la citazione a tutti coloro che, con passione, intendono cogliere in ogni luogo le infinite espressioni della natura.

L. 43.000

