

STUDIO COMPARATIVO DEI BACINI IDROGRAFICI DEL FOSSO DI
VALLERANO E DEL FOSSO DI TOR CARBONE PER
L'INDIVIDUAZIONE DI AREE DI CRITICITÀ AMBIENTALE E
DISCONTINUITÀ ECOLOGICA: IMPLICAZIONI DELL'ESPANSIONE
URBANISTICA DEL SETTORE SUD DI ROMA SULLA CONTINUITÀ
ECOLOGICA DEL RETICOLO IDROGRAFICO

dott. Giovanni Mattias

Tutor: dott.sa Anna Di Noi

ABSTRACT

The drainage basins of the Fosso di Vallerano and the Fosso di Tor Carbone: a comparative study for determining the areas of environmental criticality and ecological discontinuity. Effects of the expansion of the southern sector of Rome on the ecological continuity of the drainage network.

At present, fragmentation of natural environments is one of the main menaces for the preservation of biodiversity. Therefore, territorial studies on a larger scale started, in order to restrict the effects of the fragmentation process. The need for functional connections between wide areas has been outlined: this can be achieved by recovering the elements of environmental continuity, preserving the integrity of the existing elements and limiting the barrier effect of the numerous linear and diffused infrastructures.

Because of their form and structure, the surface streams are elements of environmental continuity: they potentially and naturally fit as ecological corridors for several vertebrate and invertebrate species that use the fluvial and riparian system as a favourite means for dispersion and transfer.

Ecological networks can be carried out by restoring the connections between areas with different ecological values, also through functional corridors at various scales (mainly local and regional): this can allow to recreate the conditions of ecological continuity that are disappearing as a result of the growth of urbanized areas.

A comparison between the drainage basins of the Fosso di Tor Carbone and the Fosso di Vallerano (Rome) has been performed: in the first basin, after 50 years of urbanization, the ecosystem is fragmented but it is still in a good ecological state with a fauna interesting for conservation policy; in the second basin, although integral and not fragmented, the quality of waters and the whole ecosystem are in a very bad state.

Areas close to resurgences are the only ones suitable for conservation planning: they coincide with minor and secondary branches, often not protected by the law and therefore more susceptible to disappear during urbanization.

In the framework of a Municipal Ecological Network, a specific territorial planning should be carried out, directed to an improvement of the ecological and chemical quality of stream waters and a mitigation of the impacts caused by new infrastructures and constructions. For this reason, it is necessary to invest in fluvial recovery works and avoid further alterations and losses of streams.

Studio comparativo dei Bacini idrografici del Fosso di Vallerano e del Fosso di Tor Carbone per l'individuazione di aree di criticità ambientale e discontinuità ecologica: Implicazioni dell'espansione urbanistica del settore Sud di Roma sulla continuità ecologica del reticolo idrografico.

Una delle principali minacce al mantenimento ed alla conservazione della biodiversità è, attualmente, rappresentata dalla frammentazione degli ambienti naturali; pertanto, per cercare di limitare gli effetti dovuti al processo della frammentazione, si è iniziato a studiare il territorio ad una scala più ampia, evidenziando la necessità di garantire connessioni funzionali tra aree vaste, sia ripristinando gli elementi di continuità ambientale, sia mantenendo integri quelli ancora presenti e limitando l'effetto barriera delle numerose infrastrutture lineari e diffuse presenti.

I corsi d'acqua superficiali si presentano, per la loro conformazione e la loro struttura, come elementi di continuità ambientale, che potenzialmente e naturalmente ben si prestano alla funzione di corridoio ecologico per le tante specie di vertebrati ed invertebrati, che utilizzano l'ecosistema fluviale e ripariale come mezzo preferenziale per la dispersione e lo spostamento.

La realizzazione di reti ecologiche, ripristinando la connessione di aree con differente valore ecologico, anche tramite dei corridoi funzionali a varie scale (più o meno locali o regionali), può ricreare quelle condizioni di continuità ecologica che nelle città vengono soppresse con l'aumento delle aree urbanizzate.

Dal confronto tra i bacini idrografici del fosso di tor Carbone e del fosso di vallerano, nel Comune di Roma, si ricava che mentre nel primo caso, dopo 50 anni di urbanizzazione, l'ecosistema è frammentato ma presenta condizioni ecologiche buone e presenze faunistiche interessanti sotto il profilo della conservazione, nel secondo bacino, integro e non ancora frammentato, la qualità delle acque e l'ecosistema sono in stato pessimo.

Le uniche aree di un certo interesse per la conservazione sono quelle vicino alle risorgive, che coincidono con rami minori e secondari, spesso senza tutela normativa e che quindi sono maggiormente soggette a scomparire nelle urbanizzazioni.

Nell'ottica di una Rete Ecologica Comunale si dovrà procedere ad una particolare programmazione territoriale volta a migliorare la qualità ecologica e chimica delle acque dei fossi e a mitigare gli impatti delle nuove infrastrutture e delle nuove cubature, investendo in opere di riqualificazione fluviale ed evitando ulteriori alterazioni e perdite di corsi d'acqua.

INDICE

La Frammentazione degli ambienti naturali	2
L'Area di studio	7
Area di Studio 1: il Bacino del Fosso di Tor Carbone (marrana di Grotta Perfetta)	8
Analisi generale	8
Analisi strutturale	9
Paesaggio vegetale del Fosso di Tor Carbone	9
Presenze faunistiche	11
Area di Studio 2: il Bacino del Fosso di Vallerano	12
Analisi generale	12
Sottobacino: Il Bacino del Fosso di Vallerano dall'origine alla confluenza con il Fosso della Cecchignola	14
Analisi strutturale	17
Paesaggio vegetale del Fosso di Vallerano	17
Presenze faunistiche	18
Riferimenti normativi	20
La metodologia IBE	21
Gli Indici di funzionalità fluviale	23
Protocollo RCE - II	23
Protocollo IFF	23
Risultati dei campionamenti IBE, RCE ed IFF	25
Fosso di Tor Carbone	25
Fosso di Vallerano	27
BOX – Un esempio di riqualificazione fluviale in ambito urbano: il caso di Zurigo	32
Conclusioni	37
Bibliografia	40
APPENDICE A	42
APPENDICE B	43
Ringraziamenti	46

La Frammentazione degli ambienti naturali

Una delle principali minacce al mantenimento ed alla conservazione della biodiversità è, attualmente, rappresentata dalla “frammentazione degli ambienti naturali”, un processo dinamico di origine antropica attraverso il quale un settore naturale, dotato di una sua eterogeneità intrinseca (*patchiness*), viene suddiviso in frammenti più o meno disgiunti e progressivamente più piccoli ed isolati (Battisti, 2004).

L'esito di questo processo, o insieme di processi, ci suggerisce di paragonare i frammenti isolati alle isole geografiche, applicando a contesti territoriali la teoria della biogeografia insulare, proposta da Mac Artur e Wilson nel 1967 (Diamond, 1975).

La frammentazione può agire a qualsiasi livello ecologico, sul singolo individuo così come sull'intero ecosistema, sia con fattori antropici che con fattori naturali, intrinseci ed estrinseci, che determinano effetti differenti a seconda del tipo di scala utilizzata per la loro osservazione e per l'analisi complessiva del fenomeno.

I frammenti di ambienti naturali, detti *patches*, sono unità spaziali-ecosistemiche, definibili strutturalmente per dimensioni, forma, qualità e collocazione e funzionalmente per stabilità morfo-strutturale, per estensione dell'area, detta *core*, per la permeabilità dei margini e la distanza fra di essi. I *patches* sono inseriti in un ambito territoriale prevalente detto matrice, che rappresenta la parte dominante di un paesaggio, spesso ostile alle specie sensibili. Frammenti e matrice sono gli elementi strutturali dell'ecomosaico.

Il processo di frammentazione si può suddividere in alcune fasi principali: la scomparsa e/o la riduzione di determinate tipologie ecosistemiche di superficie (*habitat loss and reduction*); l'insularizzazione progressiva con ridistribuzione sul territorio dei frammenti ambientali residui (*habitat isolation*); l'aumento dell'effetto margine sui frammenti residui dovuto all'impatto della limitrofa matrice antropica (*edge effect*).

Ciascuno di questi processi agisce in maniera altamente specie-specifica (Celada, 1995; Davies *et al.*, 2001), influenzando la persistenza di ogni singola specie nei frammenti residui sia sulla base di fattori intrinseco-etologici, come l'ampiezza di nicchia, la dimensione dell'*home range*, i parametri demografici a livello di popolazione, le modalità d'uso degli elementi dell'ecomosaico, la dispersione; sia in base a fattori e processi ambientali estrinseci (Bright, 1993; Dooley e Bowers, 1996).

Quando, per effetto della frammentazione, si riduce fino a scendere al di sotto di un determinato valore la superficie di un habitat idoneo alla vita di specie particolarmente

sensibili e con nicchia ecologica più ristretta, si innescano dei processi di estinzione a carattere locale, che gradualmente portano alla scomparsa di queste specie, le quali sono col tempo sostituite da specie generaliste ed antropofile. Il risultato di un tale processo è la complessiva perdita di biodiversità in quell'area.

Negli ultimi anni, per cercare di limitare gli effetti legati all'alterazione dei naturali regimi di disturbo, dovuti al processo della frammentazione, si è iniziato a studiare il territorio ad una scala più ampia, evidenziando, così, la necessità di garantire una connessione funzionale tra aree vaste, sia ripristinando gli elementi di continuità ambientale, necessari al passaggio della fauna ed alla dispersione della flora, sia mantenendo integri quelli ancora presenti e limitando il più possibile l'effetto barriera delle numerose infrastrutture lineari e diffuse presenti sul territorio.

Da qui lo sviluppo del concetto di "rete ecologica": un insieme armonizzato di nodi, ossia aree naturali a vario livello di protezione, di matrice e di corridoi. Una rete ecologica, infatti, è una struttura composta da più aree o zone, che vengono percepite in maniera funzionalmente differente dalle specie *target*, ossia le specie considerate. *Core area* è il nucleo interno del frammento considerato, dove l'influenza e la pressione della matrice circostante è praticamente nulla; *buffer zones* sono aree di margine del nucleo, che possono essere percepite in modo ostile dalle specie presenti, se sottoposte a pressione antropica; *corridors* sono delle strisce di territorio differenti dalla matrice in cui si trovano, che consentono l'insediamento della fauna ed il suo spostamento da un'area ad un'altra; *stepping stones* sono delle aree, anche di dimensione limitata, funzionali nei processi di dispersione o colonizzazione; *restoration areas* sono, infine, delle aree di restauro e ripristino ambientale, funzionali alla rete ecologica.

La scelta di una o più specie *target* per strutturare una rete ecologica a carattere locale dovrebbe ricadere su specie che, in base ai dati ed alla bibliografia esistente, hanno un maggior valore ai fini della conservazione, perché presenti con popolazioni più o meno relittuali o caratterizzate da un più elevato grado di minaccia.

I corsi d'acqua superficiali, come quelli analizzati nel presente lavoro, si presentano, per la loro conformazione e la loro struttura, come elementi di continuità ambientale, che potenzialmente e naturalmente ben si prestano alla funzione di corridoio ecologico per le

tante specie di vertebrati ed invertebrati, che utilizzano l'ecosistema fluviale e ripariale come mezzo preferenziale per la dispersione e lo spostamento.

La realizzazione di reti ecologiche, in questo caso, ripristinando la connessione di aree con differente valore ecologico, anche tramite dei corridoi funzionali a varie scale (più o meno locali o regionali), può ricreare quelle condizioni di continuità ecologica che sono necessarie per la vita e lo sviluppo delle singole specie, favorendo il raggiungimento di un livello di biodiversità ottimale (Dignani, 2004).

Malgrado i diffusi interventi di regimazione e la prassi nella gestione di molte aste fluviali, che hanno trasformato molti fiumi e torrenti in banali canali con bassa sinuosità e dagli alvei sempre più rigidi (ad esempio tombamenti e sponde con argini regolamentati o cementificati), in molti casi i corsi d'acqua minori, soprattutto nelle aree urbane, rappresentano la testimonianza di ecosistemi naturali relittuali, che conservano una ricchezza di specie ed un livello di biodiversità a volte eccezionali, se paragonati alla banale presenza delle numerose specie antropofile presenti nella matrice urbana contigua.

Il ruolo di questi ecosistemi risulta fondamentale per la creazione di biotopi umidi, sia per riattivare processi autodepurativi, migliorando la qualità delle acque superficiali anche grazie all'effetto tampone della vegetazione ripariale sulle acque di dilavamento dei terreni agricoli oppure, per altri versi, grazie alla loro potenziale funzionalità nei processi di dispersione e ricolonizzazione.

Verranno confrontati e analizzati i dati bibliografici e la cartografia dei due bacini idrogeologici del Fosso di Tor Carbone (Marrana di Grotta Perfetta) e del Fosso di Vallerano, prendendo in esame dati quali-quantitativi dalla bibliografia esistente: in particolare la ricerca è stata rivolta verso quei documenti - a volte con dati inediti o con diffusione limitata (De Cicco *et al.*, 2001) - che, trattando di argomenti a carattere locale, si sono soffermati in maniera puntuale sulle tematiche analizzate.

Tali dati, spesso risultati di monitoraggi e campionamenti indipendenti, nell'ambito delle aree di studio considerate, riescono a fornire una visione di insieme degli ecosistemi considerati, proprio perché eseguiti seguendo specifici protocolli di ricerca (IBE e IFF).

Inoltre, la recente approvazione, avvenuta nel marzo 2006, nel Nuovo Piano Regolatore Generale (N.P.R.G.) del Comune di Roma delle tavole di Rete Ecologica, (adottate con Delibera del Consiglio Comunale n. 33 del 19/20 Marzo 2003, fig. 1) ha fornito uno strumento cartografico di dettaglio per poter confrontare, analizzare e sovrapporre i dati esistenti con le previsioni di espansione urbanistica della Città, delineando così gli scenari

futuri di contrasto e pressione tra espansione urbanistica e aree a differente grado di naturalità e prive di eventuali tutele.

Tale strumento di pianificazione, nell'ambito del N.P.R.G., da una parte classifica le aree naturali in tre tipologie strutturali, ognuna della quali è soggetta a un livello diverso di tutela, dall'altra fornisce indicazioni su come gestire le stesse, qualora interessate da interventi previsti nel Piano Regolatore.

Uno dei principali elementi funzionali, strutturanti le Reti Ecologiche, è rappresentato dal reticolo idrografico, caratterizzato da una rete di corsi d'acqua, che sono stati classificati per tipologia (fiume, fosso, rivo, marrana, ecc.) e ordine (primo, secondo e terzo).

Tutte le tipologie di corso d'acqua dovrebbero essere considerate parte integrante della struttura complessa di Rete Ecologica; tuttavia, nel caso specifico di Roma, tale considerazione non è applicabile a tutti gli ordini di corsi d'acqua presenti sul territorio. Infatti, dal momento che alcuni di essi non sono più presenti nell'elenco delle acque pubbliche (compilato ai sensi della Legge n. 1497 del 29 giugno 1939, Protezione delle bellezze naturali), vengono a mancare i presupposti per la loro conservazione, sebbene in alcuni casi, i fossi esclusi presentano delle caratteristiche di ecosistemi qualitativamente buoni, come evidenziato dai valori IBE, IFF, dalla presenza di numerosi bioindicatori o specie di interesse conservazionistico.

Da qui l'esigenza di investigare, a distanza di anni, i possibili cambiamenti di due importanti bacini idrografici, interessati dai grandi processi di espansione edilizia verificatisi a partire dagli anni '60 nel quadrante Sud della città di Roma.

Lo studio qualitativo è stato effettuato sui bacini idrografici del Fosso di Tor Carbone e del Fosso di Vallerano, che occupano una porzione di territorio piuttosto estesa, attraversata da alcune grandi arterie di comunicazione (Appia, Ardeatina, Laurentina e Pontina). Nello specifico, facendo riferimento ai dati di monitoraggio delle acque superficiali, è stato investigato lo stato ecologico funzionale di tutti i corsi d'acqua in essi presenti.

Nel corso dell'indagine sono emersi alcuni elementi interessanti, come ad esempio la presenza inaspettata di alcune popolazioni di endemismi, che dimostrano quanto sia importante non sottovalutare la valenza ecologico funzionale dei corsi d'acqua minori, talvolta *habitat* residuali di specie animali a rischio di estinzione.

L'osservazione di frammenti di ecosistema fluviale, qualitativamente differenti, a distanza di circa 50 anni dall'avvio del processo di espansione urbanistica, suggerisce di non discriminare i corsi d'acqua semplicemente sulla base della loro classificazione strutturale (tipologia e ordine), bensì a sviluppare procedure per la loro tutela e conservazione, che tengano conto anche del ruolo ecologico e funzionale che essi svolgono, sia reale che potenziale.

L'Area di studio

Sono stati presi in esame due sistemi di acque superficiali, contigui, situati nell'area Sud della Città di Roma e appartenenti al bacino 14 - basso corso del Fiume Tevere (Piano di Tutela Regionale delle Acque della Regione Lazio): il bacino del Fosso di Tor Carbone (o Marrana di Grotta Perfetta) posto in posizione più settentrionale ed il bacino del Fosso di Vallerano, nella parte del suo sottobacino ancora in continuità fisica e funzionale con il Fiume Tevere, in posizione meridionale.

Ad una prima visione d'insieme sembra che le due aree non abbiano molte caratteristiche comuni, a parte la medesima tipologia fluviale dell'ecosistema e che, pertanto, possano essere difficilmente confrontabili ad esempio sotto il profilo dell'estensione (il primo bacino, estremamente antropizzato, è esteso poco più di 13 kmq, l'altro, per gran parte ancora integro, circa 67 kmq) o per la portata di acqua. Se poi si tenesse conto anche della storia di espansione urbanistica della città di Roma, che ha fortemente ridotto e frammentato il primo bacino idrografico, rendendolo la metà di quanto era in origine, noteremmo come fino agli anni '50, o nell'immediato dopoguerra, le caratteristiche dei due bacini idrografici erano molto simili.

Come accennato, l'ingente diminuzione di superficie, dovuta alla rilevante urbanizzazione dell'area attorno ai quartieri di S. Paolo, Montagnola e Tor Marancia, è stata facilitata dalla mancanza di una adeguata tutela legislativa, poiché è coincisa con la cancellazione del Fosso dalla lista delle acque pubbliche. Il depennamento dalla lista a sua volta ha permesso la progressiva cancellazione di tratti rilevanti della Marrana dell'Annunziatella (Fosso di Tor Carbone), fino a determinare recentemente l'ulteriore scomparsa (novembre 2005) di un tratto fino a poco tempo fa funzionale (per la costruzione di una strada a scorrimento locale), che era alimentato da acque sorgive locali e che svolgeva una funzione di corridoio ecologico per la contigua Tenuta di Tor Marancia (Mattias, 2005).

Tale profonda alterazione morfologica del territorio è in parte già avvenuta per uno dei due sottobacini del Fosso di Vallerano, il ramo più settentrionale, detto Fosso della Cecchignola, che è stato progressivamente ridotto a partire dagli anni '40 per la costruzione del laghetto dell'EUR, l'edificazione dei quartieri di Ottavo Colle, Borgata Laurentina, Colle di Mezzo, Giuliano Dalmata, fino ad essere frammentato ed isolato dal sottobacino meridionale, attualmente ancora integro per la sua quasi totalità.

Area di Studio 1: il Bacino del Fosso di Tor Carbone (marrana di Grotta Perfetta)

Analisi generale

Le informazioni generali relative al Bacino sono state evinte dalla bibliografia disponibile e integrate da osservazioni di campo effettuate nel corso di uno studio protrattosi per circa 3 anni.

Il bacino è drenato dalla marrana di Grotta Perfetta, affluente di sinistra del fiume Tevere, con confluenza a m 10 s.l.m..

La marrana di Grotta Perfetta è la porzione terminale del Fosso di Tor Carbone, che ha inizio in tenuta Torricola, a m 70 s.l.m., poco ad ovest della via Appia Antica all'altezza dell'ippodromo delle Capannelle.

Dal luogo dove origina, il Fosso scende a valle verso nord ovest senza ricevere alcun affluente importante, sino a confluire nel Tevere assumendo successivamente i nomi di Fosso del Grottone e poi di marrana di Grotta Perfetta.

Il bacino imbrifero del Fosso di Grotta Perfetta ha forma allungata in direzione da sud est a nord ovest. La sua lunghezza è di otto chilometri e mezzo e la sua larghezza massima è di due chilometri. Esso occupa una zona di colline dolcemente ondulate con quote massime molto basse. Il basso bacino è in gran parte urbanizzato: su di esso si estendono i quartieri Garbatella e Tor Marancia e le borgate di Tor Carbone e Laurentina (fig. 2).

Il limite del bacino imbrifero, procedendo dalla confluenza con il Tevere, in senso orario, passa per il quartiere Garbatella, Tor Marancia, segue poi il tracciato della via Appia Antica fino all'altezza dell'ippodromo delle Capannelle, passa poi per la Tenuta Torricola, per la scuola Agraria e per la borgata Laurentina.

La superficie del bacino imbrifero del Fosso di Grotta Perfetta è di 13,6 kmq; la sua altitudine media è di m 46 s.l.m. ed il suo fattore di forma è 2.8. La lunghezza d'asta del fosso è di 10,5 km e la sua pendenza media è dello 0,6%. Oltre il 20% della superficie del bacino è urbanizzata ed il rimanente è coltivato a seminativo.

Nel bacino sono presenti in superficie soltanto i sedimenti quaternari continentali e le vulcaniti provenienti dall'apparato vulcanico dei Colli Albani.

Sul fondo valle della marrana di Grotta Perfetta e dei suoi affluenti si ritrovano depositi alluvionali fluvio palustri limo-argilloso-sabbiosi attuali e recenti.

Nel basso bacino, alla base delle scarpate dei fossi affiorano il tufo di Sacrofano e le pozzolane inferiori. Superiormente ancora, nel basso e medio bacino, affiora il tufo lionato sopra il quale nel medio bacino e su tutto il versante sinistro dell'alto bacino, si estendono le pozzolane superiori ed all'estremo a monte, presso la stazione di Torricola, alle pozzolane si sovrappone la formazione del tufo di Villa Senni.

Su gran parte del versante destro del medio bacino e su tutto il versante destro dell'alto bacino si estende la colata di leucitite di Capo di Bove.

I depositi alluvionali, le pozzolane laziali, il tufo di Sacrofano ed il tufo di Villa Senni sono nel complesso mediamente permeabili per porosità. Il tufo lionato è da mediamente a poco permeabile per fratture e la lava è mediamente permeabile per fratture.

Alla base delle vulcaniti esiste una falda acquifera il cui livello è dipendente da quello delle acque del Tevere. Alla base della colata di Capo di Bove esiste una falda idrica di modesta entità.

Analisi strutturale

Paesaggio vegetale del Fosso di Tor Carbone

Se in base ai dati climatici e in accordo con la Carta del fitoclima del Lazio (Blasi, 1994), ci si dovrebbe aspettare una copertura vegetazionale di querceto misto, ovvero di boschi più freschi costituiti da cerro (*Quercus cerris*) e roverella (*Quercus pubescens*), con elementi di bosco mediterraneo a leccio (*Quercus ilex*) e sughera (*Quercus suber*), andando ad osservare la realtà ci si accorge che il paesaggio della valle del Fosso di Tor Carbone e della Tenuta di Tor Marancia è ben diverso ed eterogeneamente strutturato: la maggior parte dei terreni posti sulla sommità dei pianori, se non edificati, conservano caratteristiche agricole e pastorali; nelle zone non coltivate e più esposte al sole incontriamo una vegetazione prativa, riferibile ad una steppa antropica e adattata alle condizioni estive di forte aridità, composta da specie come orzo selvatico (*Hordeum murinum*) e avena pubescente (*Avenula pubescens*). Inoltre, si trovano una vegetazione di prateria arida prossima alla gariga mediterranea, ambienti dominati da piante come l'ononide spinosa (*Ononis spinosa*), la stregonia (*Sideritis romana*) e il cardo mariano (*Silibum marianum*) o da specie aromatiche come alcune labiate ed ombrellifere.

Sui pianori e sulla rupe tufacea della cava presso Tor Marancia, esposta prevalentemente a sud, crescono cespugli di ginestra (*Spartium junceum*) e ramno lanterno (*Rhamnus*

alaternus), tipici arbusti della macchia mediterranea.

L'arbusteto è una tipologia di ambiente molto diffusa nel territorio di Tor Marancia e Tor Carbone, dove rappresenta lo stadio del processo di sviluppo naturale verso il bosco ed è caratterizzato dalla presenza di esemplari che non superano i 2-3 metri di altezza.

Molto interessanti sotto il profilo ecologico, risultano essere quei frammenti, a prevalenza di olmo, presenti sui versanti lungo la valle alluvionale del Fosso di Tor Carbone, che indicano un processo di successione secondaria in atto e che progressivamente stanno evolvendo verso una forma più boschiva.

Nelle zone più termofile, oltre alla presenza della ginestra comune e dell'alaterno, troviamo rovo (*Rubus fruticosus*), rosa selvatica (*Rosa canina*) e asparago selvatico (*Asparagus acutifolius*).

Nei luoghi più freschi, dove è già presente una copertura arborea, troviamo pruno selvatico (*Prunus spinosa*), berretta del prete (*Euonymus europaeus*), sambuco comune (*Sambucus nigra*), biancospino (*Crataegus monogyna*) e alloro (*Laurus nobilis*), ma anche giovani esemplari di olmo comune (*Ulmus minor*), di noce (*Juglans regia*), di gelso (*Morus alba*).

Ancora più interessante da un punto di vista botanico è l'ecosistema ripariale dei fossi di Tor Carbone e dell'Annunziatella. Qui la vegetazione è particolarmente rigogliosa, favorita da un substrato molto fertile e da un microclima più umido, laddove il fondovalle, interessato da corsi d'acqua o sorgenti perenni, nel suolo mantiene una certa umidità anche nel periodo estivo.

Si osserva la tipica formazione ripariale igrofila caratterizzata da pioppi (*Populus nigra*) e salici (*Salix alba*) e di zona umida, con popolamenti di lisca maggiore (*Typha latifolia*), carice maggiore (*Carex pendula*), equiseti (*Equisetum telmateja*), canapa acquatica (*Eupatorium cannabinum*), situazione questa spesso in associazione a prati allagati.

In alcuni tratti delle rive dei fossi si trovano alcuni frammenti di fragmiteto, in cui si alternano aree dominate da una fitta formazione a cannuccia di palude (*Phragmites australis*) ad altre aree dove l'acqua scorre più lentamente e abbondano distese di lenticchia d'acqua (*Lemna minor*).

Le zone del fondovalle meno esposte al sole sono caratterizzate da un prato umido, che presenta una estrema varietà di specie vegetali, adattate a situazioni di discrete condizioni di umidità quali la bardana (*Arctium lappa*), la menta a foglia larga (*Mentha suaveolens*) ed il gigaro (*Arum italicum*).

A causa della millenaria azione dell'uomo e delle sue attività sul territorio, troviamo

numerose specie arboree introdotte. Sulle spallette ai margini della valle di Tor Marancia, sono presenti frammenti boscati di specie alloctone quali la robinia (*Robinia pseudoacacia*), l'ailanto (*Ailanthus altissima*), gli eucalipti (*Eucalyptus camaldulensis*), antiche testimonianze della lotta alla malaria, o gli individui sparsi di bagolaro (*Celtis australis*) e pino domestico (*Pinus pinea*). L'intervento storico dell'uomo è individuabile anche nel filare di gelso (*Morus alba*) di via dei Numisi, probabile retaggio di una locale produzione di seta.

Presenze faunistiche

Nel sottobosco del pioppeto di Tor Marancia e ai lati delle siepi, verso la metà di giugno, è degna di nota la presenza delle lucciole (*Luciola italica* e *Lampyrus noctiluca*), particolare se si pensa all'esigua distanza della zona con l'asse viario della Cristoforo Colombo e la contigua matrice antropica, totalmente urbanizzata.

Nelle acque del Fosso di Tor Carbone è significativa la presenza di 3 specie di pesci, nell'area inoltre sono censite 2 specie di anfibi: rospo comune (*Bufo bufo*) e rana verde (*Rana bergeri*/ *Rana kl. hispanica*), 9 specie di rettili, tra i quali il ramarro (*Lacerta bilineata*), la biscia dal collare (*Natrix natrix*), il saettone (*Elaphe longissima*) ed il biacco (*Coluber viridiflavus*); delle 79 specie di uccelli registrate (di cui 55 nidificanti), alcune, come la gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*), l'usignolo di fiume (*Cettia cetti*), il martin pescatore (*Alcedo atthis*) o l'airone cinerino (*Ardea cinerea*) sono tipiche degli ambienti ripariali, mentre la presenza di due specie di piciformi forestali (*Picoides maior* e *Picus viridis*), indica sia una certa maturità dei frammenti boscati presenti, sia una loro estensione adeguata.

Infine sono state censite 8 specie di mammiferi, tra le quali interessante è la presenza di *Talpa romana* (AA.VV., 2002; Mattias, 2005).

Per quanto riguarda il popolamento ittico, sono da segnalare, in particolare, le limitate popolazioni di spinarello (*Gasterosteus aculeatus*), ghiozzo di ruscello (*Gobius nigricans*) e rovello (*Rutilus rubilio*): la prima specie è considerata *vulnerabile*, la seconda *in pericolo*, la terza *a basso rischio* (Zerunian, 2005). Inoltre, queste ultime due specie, inserite in allegato II della Direttiva Habitat sono tra i 24 *taxa* di endemismi italiani. Stando a questa classificazione, tutti e tre i *taxa* assumono un'importanza particolare ed in virtù del loro isolamento genetico, poiché da quasi 50 anni non hanno subito -

apparentemente- inquinamenti genetici né transfaunazioni, al contrario di numerose altre popolazioni dell'area laziale.

Area di Studio 2: il Bacino del Fosso di Vallerano

Analisi generale

Le informazioni generali relative al Bacino sono state evinte dalla bibliografia disponibile e integrate da osservazioni di campo effettuate nel corso di uno studio protrattosi per circa 2 anni.

Il bacino è drenato dal Fosso di Vallerano, affluente di sinistra del fiume Tevere la cui confluenza è a circa m 7 s.l.m. e che convoglia le acque che scendono dalle pendici occidentali dell'apparato vulcanico dei Colli Albani.

Il Fosso di Vallerano ha inizio presso Castel Gandolfo, a circa m 350 s.l.m., con il nome di Fosso della Torre. Esso scende a valle nell'insieme verso nord ovest, ricevendo numerosi affluenti che vanno anch'essi in direzione nord ovest. Il più importante di questi è il Fosso della Cecchignola, che si congiunge al Fosso di Vallerano quasi alla confluenza con il Tevere.

Il bacino imbrifero del Fosso di Vallerano ha forma allungata da sud est a nord ovest. La sua lunghezza è di ventitre chilometri e la sua larghezza massima è di sette chilometri. Il bacino si estende su una regione collinare con versanti mediamente acclivi, per quanto riguarda l'alto bacino, e su una regione sempre a quote più basse e dolcemente ondulata per quanto riguarda la restante parte.

Entro il bacino ricade il quartiere dell'EUR di Roma ed i centri abitati della Cecchignola, di Castel di Leva, Falcognana, Quarto Cesareto ed il paese di Castel Gandolfo.

Il limite del bacino imbrifero, procedendo dalla confluenza con il Tevere, in senso orario, passa per il quartiere EUR di Roma, per la tenuta delle Tre Fontane, per la Scuola Agraria, per la tenuta Torricola (m 80 s.l.m.); attraversa poi la via Appia Nuova presso il km 17,700, raggiunge M Crescenzo (m 274 s.l.m.), il paese di Castel Gandolfo, il centro abitato di Quarto Cesareto (m 200 s.l.m.), la tenuta La Falcognana (m 130 s.l.m.), la tenuta della Mandriola (m 80 s.l.m.), la tenuta della Selceta (m 60 s.l.m.) e la contrada Monti della Cresta (m 50 s.l.m.).

La superficie del Fosso di Vallerano è di 99 kmq; la sua altitudine media è di m 106 s.l.m. ed il suo fattore di forma è 2.3. La lunghezza d'asta del fosso è di 23 km e la sua pendenza media è dell'1.5% circa. Oltre il 10% della superficie del bacino è urbanizzata, il 10% è lasciato a pascolo ed il rimanente è coltivato a vigneto ed a seminativo.

Il bacino del Fosso di Vallerano è stato suddiviso in due sottobacini: il bacino del Fosso di Vallerano ed il bacino del Fosso della Cecchignola.

Nel bacino del Fosso di Vallerano, che si estende dal Tevere fino al lago di Albano, sono presenti in affioramento esclusivamente i prodotti dell'apparato vulcanico dei Colli Albani e nel basso bacino i sedimenti quaternari di facies continentale.

In prossimità della confluenza con il Tevere, nei fondovalle del Fosso di Vallerano e dei suoi affluenti, sono presenti le alluvioni fluviali limoso-sabbiose attuali.

Sulle sponde dei fossi, nelle vicinanze dello sbocco nella piana del Tevere, si riscontrano limitati affioramenti di depositi fluvio palustri del Pleistocene Inferiore e che comprendono sia i depositi del Paleotevere (sabbie chiare e ghiaie), sia i sedimenti del Maremmano (marne di acqua dolce).

Poco più a monte, alla base delle scarpate dei fossi, affiorano nel basso bacino i tufi granulari, pisolitici, grigio chiari, denominati tufi antichi, di provenienza incerta.

Al di sopra seguono le pozzolane inferiori, che si prolungano in affioramento sulle scarpate dei fossi anche nel medio bacino.

Tra i tufi antichi e le pozzolane inferiori affiora la lava di Vallerano. Superiormente alle pozzolane inferiori affiora sulle scarpate dei fossi del basso e medio bacino il tufo lionato.

Su tutta la rimanente superficie del basso bacino e su parte del medio bacino si estendono le pozzolane superiori. Più a monte, nel medio bacino, affiora il tufo di Villa Senni.

Superiormente a questo tufo si sono espanse alcune colate di lava tra le quali si ricordano: la colata di Capo di Bove, quella del Divino Amore, quella di S. Maria delle Mole, quella delle Frattocchie e quella di Tor San Paolo.

Infine, in tutto l'alto bacino, sulle pendici occidentali dell'apparato vulcanico dei Colli Albani, il terreno di superficie è costituito dal tufo di Albano, che è un tufo peperino con intercalati livelli di un sabbione vulcanico incoerente (Ventriglia, 1990).

Sottobacino: Il Bacino del Fosso di Vallerano dall'origine alla confluenza con il Fosso della Cecchignola

Il bacino è drenato dal Fosso di Vallerano nel tratto dall'inizio fino alla confluenza con il Fosso della Cecchignola, a circa m 10 s.l.m..

Il Fosso di Vallerano ha inizio a valle, ad ovest del paese di Castel Gandolfo, a circa m 350 s.l.m, dove prende il nome di Fosso della Torre. Questo scende a valle, dapprima verso ovest e poi verso nord ovest, assumendo successivamente i nomi di Fosso di Rio Petroso e poi di Fosso di Vallerano. Nel suo corso riceve come affluenti, in sinistra, il Fosso dei Preti, con confluenza a m 115 s.l.m., ed il Fosso della Mola, con confluenza a m 90 s.l.m.; in destra il Fosso di Montelungo, con confluenza a m 132 s.l.m., il Fosso della Castelluccia, con confluenza a m 40 s.l.m. ed il Fosso dell'Acquacetosa, con confluenza a m 12 s.l.m.. Gli affluenti di destra sono i più importanti e scendono anch'essi dalle pendici dell'apparato vulcanico dei Colli Albani con corsi grosso modo paralleli a quello del Fosso di Vallerano.

Il bacino imbrifero del Fosso di Vallerano ha forma allungata in direzione sud est-nord ovest. La sua lunghezza è di circa 23 Km e la sua larghezza massima di 5 Km.

L'alto bacino si estende su una regione collinare con versanti mediamente acclivi; il medio e basso bacino occupano una regione ad altitudine decrescente verso valle e dolcemente ondulata.

Il limite del bacino passa per il paese di Castel Gandolfo, per i centri abitati de Le Frattocchie, di S. Maria delle Mole e per il quartiere EUR di Roma. Entro il bacino ricadono i centri abitati di Castel di Leva, Falcognana e Quarto Cesareto.

Il limite del bacino imbrifero, procedendo dalla sezione più a valle in senso orario, passa per l'EUR, Casale di Tor Pagnotta (m 68 s.l.m.), Casale Smeraldo (m 77 s.l.m.), la Tenuta Cornacchiole (m 100 s.l.m.), il centro abitato de Le Frattocchie, M Crescenzi (m 274 s.l.m.), il paese di Castel Gandolfo, il centro abitato di Quarto Cesareto (m 200 s.l.m.), la Tenuta La Falcognana (m 130 s.l.m.), la Tenuta della Mandriola (m 80 s.l.m.), la tenuta della Selcetta (m 60 s.l.m) e la contrada Monti della Creta (m 50 s.l.m.).

La superficie di questo sottobacino è di 67 kmq; la sua altitudine media è di m 113 s.l.m. ed il suo fattore di forma è 2.9.

La lunghezza d'asta del Fosso è di 23 km e la sua pendenza media è dell'1%.

Oltre il 5% dell'area del bacino è urbanizzata; il 15% è lasciato a pascolo ed il rimanente è coltivato a vigneti e seminativo.

Nel sottobacino del Fosso di Vallerano, che si estende dalla confluenza con il Fosso della Cecchignola fino al lago di Albano, sono presenti quasi esclusivamente i prodotti dell'apparato vulcanico dei Colli Albani.

I terreni sedimentari, continentali e quaternari sono costituiti dalle alluvioni fluviali attuali limoso sabbiose che si riscontrano in prossimità della confluenza con il Tevere e nei fondovalle del Fosso di Vallerano e dei suoi affluenti, e dai depositi fluvio palustri del Pleistocene Inferiore costituiti di sabbie, ghiaie e marne d'acqua dolce, che si riscontrano alla base delle sponde dei fossi nelle immediate vicinanze della confluenza con il Tevere.

I prodotti vulcanici più antichi affioranti sono costituiti da tufi granulari, pisolitici, grigio chiari, denominati tufi antichi, di provenienza incerta, che, intercalati fra i sedimenti pleistocenici e le piroclastici albani, affiorano alla base delle scarpate dei fossi nel basso bacino. Su di essi si ritrovano in affioramento i depositi limo palustri costituiti da diatomiti, limi, sabbie e livelli travertinosi. Seguono in alto, sempre alla base delle scarpate dei fossi, nel basso ed in parte nel medio bacino, le pozzolane inferiori.

Ancora sulle scarpate dei fossi, al di sopra delle pozzolane inferiori affiora il tufo limonato, che si estende fin presso Falcognana.

Su tutta la rimanente parte del basso e su parte del medio bacino il terreno di superficie è costituito dalle pozzolane superiori.

Più a monte, iniziando nei pressi del Divino Amore, affiora sul medio bacino la formazione del tufo di Villa Senni, che si estende fino all'altezza delle Frattocchie.

In tutto l'alto bacino, sulle pendici occidentali dell'apparato vulcanico dei Colli Albani, fino all'orlo del cratere di Albano, il terreno di superficie è costituito dalla formazione del peperino di Albano, con livelli litoidi e livelli sabbiosi. Nelle incisioni dei fossi, al di sopra della formazione del peperino di Albano, si riscontrano, con spessori ed estensioni molto limitate, i prodotti del dilavamento dei tufi trasportati e depositati dalle acque.

Intercalate fra le diverse formazioni di piroclastiti, nell'ambito del bacino si riscontrano varie colate di lava.

Nel basso bacino, dalla località Valleranello all'Acquacetosa, al di sotto delle pozzolane inferiori, affiora su notevole estensione, per una lunghezza di oltre due chilometri, una colata di lava leucitica nella quale sono state aperte alcune cave. Tali cave, una volta dismesse hanno subito processi di rinaturalizzazione, dovuti all'abbandono dell'attività

antropica e alla presenza di notevoli apporti idrici (favoriti anche dall'abbondante presenza di acque di falda in tutta l'area), tali da farle configurare come ulteriori elementi funzionali alla rete ecologica locale, potenziali *stepping stones* per avifauna legata alle zone umide e più in generale zone di rifugio, riproduzione e svernamento per anfibi e rettili; se per quelle inserite in contesti di Aree Naturali Protette non vi sono problematiche relative alla conservazione, per altre (come la c.d. "Cava Co.val.ca" di Via Laurentina, km 14,400) le minacce di alterazione dello stato dei luoghi, dovute ad interessi privati di lottizzazione, sono presenti ed attuali.

Nel medio bacino, dalla località Fioranello al Ponte del Divino Amore, con una lunghezza di oltre tre chilometri si estende una grande colata di lava, nota come lava del Divino Amore, che risulta sovrapposta alla formazione del tufo di Villa Senni e sottostante al tufo di Albano.

Un'altra estesa colata si estende tra la zona di S. Maria delle Mole e le Frattocchie, denominata lava delle Frattocchie, con la stessa posizione stratigrafica della lava del Divino Amore. In essa sono aperte alcune cave che in passato sono state intensamente coltivate.

Per quanto riguarda la permeabilità, le alluvioni, i depositi fluvio palustri, i tufi antichi, le pozzolane e la formazione del tufo di Villa Senni sono permeabili per porosità, con permeabilità più elevata nelle pozzolane e meno elevata nelle altre formazioni.

Il tufo lionato ed il tufo di Albano sono da mediamente a poco permeabili per frattura ed infine le lave sono mediamente permeabili per fratture.

La falda principale nel sottosuolo ha la base al contatto tra le vulcaniti ed i sottostanti sedimenti. Questa da presso il lago di Albano, con quota di circa m 250 s.l.m., si dirige verso nord ovest con una pendenza idraulica media di 1.3-1.5 per cento. La falda alimenta alcune sorgenti fra cui particolarmente importante è quella della Cecchignola, con una portata di circa 100 l/s.

Al contatto fra formazioni piroclastiche a diverso grado di permeabilità può inoltre incontrarsi qualche falda idrica di modesta entità (Ventriglia, 1990).

Analisi strutturale

Paesaggio vegetale del Fosso di Vallerano

Il paesaggio vegetale presente nell'area del bacino imbrifero del Fosso di Vallerano risulta piuttosto eterogeneo, a causa delle profonde modifiche dovute dagli interventi antropici che si sono succeduti nel corso di millenni.

Infatti, le superfici dei pianori vulcanici e delle vallecole alluvionali, con suoli fertili e facilmente accessibili, sono state sin dai tempi remoti utilizzate dall'uomo per creare coltivi (in particolare a frumento) e pascoli per ovini ed equini. Le scarpate, invece, praticamente prive di valore e difficilmente sfruttabili, sono state lasciate in condizioni seminaturali.

Questi ambienti sono attualmente caratterizzati da fasce boschive a Leccio (*Quercus ilex*) o a Sughera (*Quercus suber*), disposte a cintura quasi a delimitare i sovrastanti pascoli e le estese colture cerealicole.

In poche aree troviamo relitti del querceto misto a Cerro e Farnetto (*Lathyro-Quercetum cerris*), che costituisce la vegetazione potenziale della Campagna Romana. Lungo i corsi d'acqua più integri si riscontrano fasce di vegetazione igrofila ripariale a salici (*Salix alba*), pioppi (*Populus nigra*) ed ontano nero (*Alnus glutinosa*), altrove ridotta o scomparsa a causa di interventi di sistemazione idraulica. Sebbene si incontrino frammenti di vegetazione arbustiva a Sambuco (*Sambucus nigra*) e Alloro (*Laurus nobilis*), la vegetazione ripariale dominante è quella a carattere erbaceo, che non assicura né una buona tenuta delle rive né una dinamica del detrito equilibrata.

Tale tipologia è anche una conseguenza delle frequenti opere di bonifica e ripulitura meccanica degli argini, che nel tentativo vano di migliorare il deflusso dell'acqua durante gli eventi di piena, distruggono una delle componenti fondamentali degli ecosistemi lotici, limitandone la capacità di autodepurazione.

Spesso le rive dei fossi sono ricoperte da piante comuni nelle zone antropizzate, come rovo (*Rubus fruticosus*) ed ortica (*Urtica dioica*). Solo raramente sono state rinvenute tipologie qualitativamente migliori, ovvero a carattere arboreo o miste arbustivo ed arboreo. La vegetazione acquatica è praticamente inesistente. Solo in un paio di fossi è stata rinvenuta la presenza di alghe (periphyton) (De Cicco *et al.*, 2001). Ciò è dovuto non solo alla cattiva qualità chimica dell'acqua, ma anche alla mancanza dei substrati inorganici, dove il periphyton potrebbe attecchire. Le idrofite, di norma frequenti nei tratti di pianura dei corsi

d'acqua, non sono mai state rinvenute nei tratti investigati in letteratura (De Cicco *et al.*, 2001; Formichetti *et al.*, 2003; Cafiero, 2002).

Presenze faunistiche

L'entomofauna risulta essere piuttosto ricca, in particolare all'interno della Riserva Naturale di Decima Malafede, contigua all'area in questione. Risalta la presenza della polissena (*Zerynthia polissena*), del cerambicide della quercia (*Cerambyx cerdo*) e delle lucciole (*Luciola italica* e *Lampyrus noctiluca*) (De Cicco *et al.*, 2001), tutte specie che in altre aree della Campagna Romana hanno subito un forte calo numerico per le diverse alterazioni ambientali e la modernizzazione dell'agricoltura.

Il popolamento ittico, nel tratto che scorre all'interno della Riserva Naturale "Laurentino Acqua Acetosa" presenta due specie con un numero piuttosto basso di individui: l'anguilla (*Anguilla anguilla*) e la rovello (*Rutilus rubilio*). Tale situazione, piuttosto critica, è dovuta a diversi fattori: l'inquinamento idrico da scarichi organici, l'artificializzazione degli alvei con rettificazioni e "pulizie" frequenti, che riducono o eliminano la vegetazione ripariale naturale (Cafiero, 2002).

Nell'area sono anche presenti il rospo comune (*Bufo bufo*) ed il rospo smeraldino (*Bufo viridis*), mentre in una delle cave di leucitite descritte in precedenza, Casali di San Sisto, sono stati rinvenuti popolamenti di tritone (*Triturus vulgaris*) e rana verde (*Rana bergeri*).

Tra i Rettili censiti nell'area del medio-basso bacino, vi sono il ramarro (*Lacerta bilineata*), la biscia dal collare (*Natrix natrix*), il saettone (*Elaphe longissima*) ed il biacco (*Coluber viridiflavus*). Nei diversi frammenti ambientali presenti in quest'area sono state censite 41 specie di Uccelli, di cui 39 nidificanti. In particolare, lungo i due fossi principali sono presenti alcune specie tipiche degli ambienti ripariali come la gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*), l'usignolo di fiume (*Cettia cetti*) e il pendolino (*Remiz pendulinus*). Di rilievo sono le nidificazioni di rapaci legati ai querceti caducifogli, come la poiana (*Buteo buteo*), il nibbio bruno (*Milvus migrans*) ed il lodolaio (*Falco subbuteo*) (De Cicco *et al.*, 2001).

Gli unici mammiferi di maggiori dimensioni sono la volpe (*Vulpes vulpes*) e l'istrice (*Hystrix cristata*), una specie, quest'ultima, che indicherebbe la presenza di lembi di bosco ancora ben conservati e la potenziale connessione con aree contigue a maggiore naturalità (Cafiero, 2002).

Immediatamente a ridosso di queste aree a naturalità diffusa vi sono estese urbanizzazioni ed aree intensamente edificate, che a partire dagli anni '70 hanno favorito un rilevante consumo di suolo, cambiandone notevolmente la tipologia. Infatti, praticamente la totalità della parte inferiore del sottobacino considerato è attualmente urbanizzata. Restano salve solo le fasce ripariali del Fosso di Vallerano, che pertanto risulta essere circondato e delimitato da una estesa matrice di tipo antropico.

Riferimenti normativi

Il Decreto Legislativo n. 152 del 1999 “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE, concernente il trattamento delle acque reflue urbane, e della Direttiva 91/676/CEE, relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”, ha fatto sì che anche l’Italia si allineasse al sistema previsto dalla normativa europea, modificando, rispetto alla previgente normativa nazionale (Legge “Merli”, n. 316 del 1976) l’approccio alla tutela delle acque.

Tale decreto collega il monitoraggio e le relative conoscenze derivate da esso con gli interventi di salvaguardia dei corpi idrici. In tale ottica, il corso d’acqua diventa pertanto l’elemento fondamentale da conoscere e salvaguardare perché visto come la sorgente d’acqua di differente qualità in funzione dell’uso, tanto che ogni regione può regolamentare le caratteristiche chimico - fisiche e biologiche dei reflui che vengono riversati, in maniera autonoma, in funzione dell’uso del corpo idrico recettore.

Con il recepimento di questa normativa, dunque, l’attenzione si sposta dallo scarico al corpo recettore. Inoltre, il corpo idrico è ora considerato non più in maniera statica, ma nel suo dinamismo e nella sua completezza. Sono ora considerate le differenze e le molteplicità degli ambienti naturali, la varietà delle risposte ai numerosi stress ambientali, tenendo conto anche del fatto che le attività antropiche non sono distribuite uniformemente lungo il corso d’acqua, ma sono concentrate su aree limitate, quelle che economicamente e storicamente sono risultate maggiormente idonee.

Gli strumenti per la tutela delle acque introdotti dal D. Lgs 152/99 consistono nell’individuazione sia di obiettivi minimi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi, sia di obiettivi di qualità per specifica destinazione. Entro il 31.12.2016 ogni Paese membro dell’Unione Europea dovrà redigere un piano di tutela delle acque, il cui presupposto dovrà essere l’attribuzione dello stato di qualità ambientale del corso d’acqua. Entro tale termine, inoltre, nelle acque dei corpi idrici, dovrà essere garantito un livello di qualità ambientale elevato (ove già presente), mentre per altri corpi idrici dovranno essere mantenuti o raggiunti gli obiettivi per le specifiche destinazioni d’uso.

In aggiunta a tale normativa sulla tutela delle acque, la più recente “Direttiva Quadro 2000/60/CE” ha incrementato i settori di influenza e di salvaguardia potenziale dei corpi idrici, non limitandosi più all’obiettivo di una buona qualità dell’acqua, preoccupandosi del

solo Deflusso Minimo Vitale, ma guardando anche allo stato del corpo idrico in un'ottica integrata.

La Direttiva Quadro, infatti, impone di raggiungere uno stato buono, includendo, tra i parametri che lo caratterizzano, aspetti propri dell'ecosistema acquatico e dell'assetto morfologico, che non possono trovare soddisfazione se non attraverso una più estesa azione di riqualificazione fluviale (Regione Lombardia, 2006). Tra gli elementi biotici qualitativi per la classificazione dello stato ecologico, che la Direttiva Quadro stabilisce di considerare, vi è proprio la composizione, l'abbondanza e la struttura di età della fauna ittica presente, sia per i fiumi che per i laghi e le acque di transizione. In particolare, nell'allegato V sono contenute le descrizioni per lo stato ecologico di livello "elevato", "buono" e "sufficiente" per le varie tipologie di acque superficiali.

Purtroppo il nostro Paese è in forte ritardo rispetto ai tempi di applicazione di tale Direttiva, non avendo recepito le disposizioni e soprattutto non essendosi conformato alla Direttiva entro la data indicata del 22.12.2003.

A questo ritardo consegue una ulteriore mancanza nella tutela delle acque superficiali, che in molti casi continuano ad essere considerate semplicemente come meri corpi escretori del sistema dei reflui urbani, perdendo la loro primaria valenza ecologica e pregiudicando la già critica situazione dell'ittiofauna, a causa dei molteplici impatti di origine antropica (alterazione degli *habitat*, inquinamento, anche genetico, pesca illegale).

Recentemente è stato proposto un Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche viventi nelle acque interne italiane, ISECI, (Zerunian, 2004), che è stato elaborato tenendo conto delle indicazioni dell'allegato V della Direttiva Quadro (Zerunian, 2005). Tale indice vuole essere uno strumento a supporto dell'applicazione della stessa, tenendo conto proprio della naturalità della comunità ittica (ricchezza e presenza delle specie indigene attese e assenza di quelle aliene) e della buona condizione delle popolazioni indigene (capacità di riprodursi e dinamiche ecologiche-evolutive normali).

L'indice ISECI consentirebbe, se correttamente applicato, una rapida classificazione in cinque livelli ecologici, da elevato a pessimo (I - V), e potrebbe dare, dopo una fase sperimentale di validazione, delle indicazioni sullo stato attuale delle comunità e sulla tipologia di gestione futura sia per la conservazione dell'ittiofauna a rischio maggiore sia per gli ambienti in cui questa vive.

La metodologia IBE

L'Indice Biotico Esteso (IBE) è uno degli indici necessari alla definizione dello stato ambientale di un corso d'acqua. Per una corretta classificazione della qualità dei corsi d'acqua devono essere integrate le informazioni derivanti dall'ambiente acquoso e dalla componente biologica. Infatti, le determinazioni sulla matrice acquosa riguardano le analisi su macrodescrittori chimico-fisici e carico microbiologico d'interesse sanitario, mentre le determinazioni sul biota riguardano due gruppi di analisi: quelle di base, ovvero gli impatti antropici sulla struttura delle comunità animali dei corsi d'acqua valutati attraverso l'IBE, quelle supplementari, di norma non obbligatorie, da eseguire a giudizio dell'autorità che effettua il monitoraggio, per la determinazione più approfondita delle cause del degrado del corpo idrico.

La classificazione dello stato ecologico del corpo idrico è, quindi, effettuata incrociando i dati dei macrodescrittori chimico-fisici e carico microbico con quelli risultanti dall'IBE.

Il biomonitoraggio può essere definito come l'uso sistematico e continuo di risposte biologiche da impiegare per la valutazione dei cambiamenti nell'ambiente. Esso fornisce delle risposte di tipo olistico, in grado cioè di valutare le reazioni complessive dell'ecosistema a fenomeni di disturbo facendo uso di indicatori.

L'IBE, in particolare, essendo basato sull'utilizzo dei macroinvertebrati, rilevandone lo stato qualitativo e basandosi sul confronto tra la composizione della comunità esistente con quella attesa o ottimale per un certo tratto di fiume, consente di tradurre in un giudizio numerico lo stato di qualità biologica dell'ambiente. I due indicatori utilizzati nello specifico sono: la diversa sensibilità di alcuni gruppi faunistici verso gli effetti dell'inquinamento e l'effetto che l'inquinamento stesso produce sulla ricchezza in taxa della comunità.

L'IBE, dunque, si basa sul campionamento dei macroinvertebrati presenti in un ambiente fluviale. Numerosi sono i vantaggi offerti da questo tipo di zoocenosi ai fini del biomonitoraggio, tali macroinvertebrati sono, infatti, per la gran parte sedentari e i taxa che li costituiscono appartengono ad un insieme eterogeneo, tanto da permettere di avere una serie di risposte ad ampio spettro rispetto agli stress ambientali. Il loro ciclo vitale è relativamente lungo, consentendo di seguire a lungo termine i cambiamenti temporali causati da perturbazioni.

Questo gruppo, a cui appartengono insetti, crostacei, molluschi, irudinei tricladi, oligocheti (erbivori, carnivori e detritivori) possiede molte delle caratteristiche che generalmente sono richieste ad un indicatore ideale.

Gli Indici di funzionalità fluviale

Protocollo RCE - II

La procedura RCE - II (*Riparian, Channel and Environment Inventory*) (Siligardi e Maiolini, 1993) prende in esame molte delle caratteristiche ecologiche di un corso d'acqua e non solo la comunità dei macroinvertebrati, come invece fa l'indice IBE. Tale procedura consente di descrivere in modo spedito lo stato del paesaggio e dell'ambiente fluviale lungo tutto il suo profilo longitudinale e di completare la diagnosi di qualità ambientale ottenuta con l'IBE. Infatti, include nel giudizio finale alcuni parametri ambientali come lo stato del territorio circostante, le notizie sulla zona ripariale (ampiezza, tipo di vegetazione, integrità), le condizioni idriche e la naturalità dell'alveo, la stabilità ed erosione delle rive, le strutture di ritenzione degli apporti trofici, la tipologia del substrato, la morfologia, la vegetazione in alveo, il detrito ed il macrobenthos.

La descrizione ambientale che ne deriva è, dunque, una valutazione dello stato di salute globale dell'ecosistema e rappresenta un prezioso elemento per la programmazione di interventi volti al ripristino dell'ambiente fluviale.

Protocollo IFF

Gli indici biotici, sebbene considerino la complessità biologica delle comunità delle specie indicatrici, prendono in considerazione, per la valutazione della qualità ambientale, un ristretto numero di variabili. Sono state, quindi, sviluppate delle metodologie di valutazione che prendessero in esame il maggior numero possibile di variabili e che fossero in grado di descrivere la situazione ecologica, considerando le relazioni tra l'ecosistema fluviale e l'intero bacino idrografico circostante con un approccio sempre più ecosistemico.

L'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ora APAT) da tempo ha messo a punto alcuni indici per la valutazione della qualità ambientale, che prendono in considerazione una serie di fattori che di solito non vengono presi in esame dagli indici biotici (ad esempio l'uso del territorio circostante, input energetici alloctoni, strutture delle rive). Tra questi, l'Indice di Funzionalità Fluviale, IFF, (ANPA, 2000) sembra essere maggiormente utilizzabile per la situazione dei corsi d'acqua italiani. La scheda per la raccolta dati dell'IFF è stata sviluppata in maniera tale da avere una maggiore aderenza con

la realtà dei corsi d'acqua italiani. È suddivisa in 14 domande, raggruppate in gruppi funzionali, che trattano argomenti relativi allo stato naturale del corso d'acqua e sono legati tra loro in modo tale da rendere bilanciata la scheda. Nel primo gruppo di domande (da 1 a 4) vi sono le richieste sullo stato del territorio circostante, sulla qualità, ampiezza e continuità della vegetazione perifluviale; nel secondo gruppo (5 e 6) si valutano le informazioni sulle condizioni idriche dell'alveo e sulla conformazione delle rive; nel terzo gruppo (domande da 7 a 11) si trovano i riferimenti alla conformazione delle rive, alle strutture di ritenzione di apporti trofici, all'erosione, alla sezione trasversale ed al tipo di fondo dell'alveo. Infine, con l'ultimo gruppo di domande (da 12 a 14) si raccolgono informazioni sulle caratteristiche della componente vegetale (quali la struttura delle popolazioni delle piante acquatiche o del macrobenthos) e la conformazione del detrito, considerato un input energetico che può condizionare la struttura dei viventi, agendo sulla catena trofica dell'ecosistema.

La compilazione della scheda termina con il calcolo totale dei valori corrispondenti alle risposte individuate, lo "score", che può oscillare da un valore minimo di 14 ad un valore massimo di 300. Il punteggio finale corrisponde a cinque classi di funzionalità (da I a V), con possibili situazioni intermedie che garantiscono un passaggio graduale tra una classe e l'altra (ANPA, 2000).

Fosso di Tor Carbone

L'uso del territorio lungo l'asta del fosso di Tor Carbone è molto eterogeneo. Infatti, nel tratto iniziale del bacino prevale l'uso agricolo ed in parte la pastorizia (generalmente ovini), mentre nella parte media e centrale del bacino (Area di Cava Pace - Via Viggiano) sono presenti nuclei di urbanizzazione operata senza criterio, dei campi sportivi privati a ridosso dell'alveo e dei frammenti di incolti. Oltrepassando la Via Ardeatina, in località Annunziatella, la valle del fosso di Tor Carbone risulta compromessa da urbanizzazioni, anche recenti, che hanno stravolto l'originario aspetto naturale. Ancora più a valle, nella tenuta di Tor Marancia, prevale una diffusa naturalità e gli usi del suolo tornano ad essere agricoltura e pastorizia.

Le portate del Fosso di Tor Carbone, presso Tor Marancia (fig. 1), sono legate all'andamento stagionale delle piogge, che variano tra i 20 l/s (misurati nell'estate del 2000), i 24 l/s (nell'autunno 2000), i 34 l/s (nell'inverno 2000-2001) ed i 41 l/s nella primavera 2001, con una media annuale di 30 l/s (Formichetti *et al.*, 2003). Un valore medio questo molto elevato se si considerano alcuni fattori, come le dimensioni piuttosto ridotte del bacino di drenaggio, la matrice circostante di tipo urbano e la sostanziale assenza di contributi antropici.

Un importante apporto di acqua è dato dalle numerose sorgenti presenti nei rami secondari del Fosso di Tor Carbone, che garantiscono, anche nel periodo estivo, un'alimentazione continua del flusso di base.

La vegetazione ripariale e perifluviale è ben strutturata nei livelli arbustivo ed arboreo ed è presente con continuità e senza particolari interruzioni, tanto che in questa area riesce ad avere un'ampiezza di circa 30 m, garantendo ulteriormente il consolidamento delle rive.

La qualità dell'acqua, dal punto di vista chimico, presenta dei valori di fosfato variabili da un picco di 3,65 mg/l a valori più uniformi di 0,24 e 0,38 mg/l; i nitriti sono compresi tra i 9,9 e i 10,6 mg/l; l'azoto ammoniacale presente in un intervallo tra 0,03 e 0,09 mg/l (Formichetti *et al.*, 2003).

	Valore minimo (mg/l)	Valore massimo (mg/l)
Fosfati	0,24 – 0,38	3,65
Nitriti	9,9	10,6
Azoto ammoniacale	0,03	0,09

Nell'ambito delle acque superficiali del Parco Regionale dell'Appia Antica, il Fosso di Tor Carbone è l'unico che presenta una carica microbica, rappresentata da *Escherichia coli* (indicatore di contaminazione fecale), nell'ordine delle centinaia, con qualche picco di migliaia, di UFC/100 ml. Questi valori, se confrontati con i limiti previsti dal D. Lgs n. 152/1999 e successive modificazioni, confermano il buono stato di salute dell'ecosistema e la mancanza di fonti di inquinamento microbiologico.

Il popolamento di macroinvertebrati è risultato essere qualitativamente migliore rispetto a tutte le acque superficiali del Parco Regionale dell'Appia, presentando dei popolamenti di Tricotteri: *Psychomyidae*, *Sericostomatidae*, Efemerotteri: *Baetis* sp. e *Caenis* sp.; Coleotteri: *Elmidae*; Ditteri: *Ceratopogonidae*, *Chironomidae*, *Empididae*, *Limonidae*, *Simuliidae*; Anfipodi: *Gammaridae*; Isopodi: *Asellidae*; Gasteropodi: *Physidae*; Bivalvi: *Pisidiidae*; Irudinei: *Dina*; Oligocheti: *Tubificidae*, *Lumbricidae*, *Lumbriculidae*, *Naididae* (Formichetti *et al.*, 2003).

Del tutto analogo per qualità di acqua e struttura vegetale era il frammento di paesaggio in località l'Annunziatella, posto più a monte dell'area campionata e fuori dell'area Parco. Purtroppo, una recente urbanizzazione (c.d. "Parco dell'Annunziatella") lo ha totalmente modificato e distrutto, abbattendo un frammento di bosco igrofilo di quasi 4000 mq, tombando il fosso per permettere la costruzione di una strada locale e alzando il livello di piano di campagna di parecchi metri, rispetto alla quota originaria (osservazione personale). Tale urbanizzazione, è stata posta in opera in una zona vincolata ex lege 1497/39 e 431/85 (con D.M. 16 Ott. 1998), norme che non hanno garantito la necessaria tutela dell'area in questione.

Grazie alla buona qualità della vegetazione presente, per il Fosso di Tor Carbone si ottiene una classe di funzionalità stabile pari a II. Un tale valore risulta essere il migliore di tutte le aree del Parco dell'Appia Antica, dimostrando come l'area sia di fatto la più integra da un punto di vista naturalistico.

Uno degli effetti del buon livello qualitativo della vegetazione è la presenza di una sezione dell'alveo naturale, così come la sostanziale assenza di fenomeni di anaerobiosi, quindi assenza di batteri filamentosi o periphiton.

I valori dell'IBE variano di poco a seconda delle misurazioni effettuate, ma sono sempre stabili attorno alle 9-10 unità sistematiche campionate, con un livello pari alla classe III, sempre le uniche che raggiungono tale livello nel contesto del Parco dell'Appia (Formichetti *et al.*, 2003).

Fosso di Vallerano

L'uso del territorio predominante nelle aree circostanti le stazioni di campionamento è quello agricolo. Si tratta in prevalenza di aree agricole in rotazione, frammentate da aree incolte usate a pascolo per ovini e bovini. In queste zone, i fossi risentono dell'inquinamento di tipo diffuso derivante dall'uso di fertilizzanti, che causa un innalzamento del carico di nutrienti, ossia composti azotati e fosfati. Inoltre, sono da segnalare vari scarichi di tipo puntiforme, abusivi e non, provenienti dalle aziende presenti e dalle zone residenziali.

La morfologia di gran lunga più ricorrente è quella del correntino, situazione tipica dei fondi molli dei tratti di pianura con discreta velocità. Più raramente, invece, sono state rilevate morfologie con raschi e pozze, biotopi di solito caratterizzati da una maggiore biodiversità.

La velocità della corrente può variare tra 0,1 e 0,75 m al secondo, con una media prossima al mezzo metro al secondo. Nel basso bacino (fig. 1), le portate di magra dei Fossi di Vallerano e dell'Acqua Acetosa di San Paolo o Ostiense (all'interno dei confini dell'area protetta Riserva Naturale del "Laurentino Acqua Acetosa – Ostiense") sono rispettivamente di 321 e 244 l/s (Cafiero, 2002), mentre in uno dei rami più a monte sono state rilevate portate che passano da circa 18 l/s (stazione "Ferrovia", a monte) a 3 l/s della stazione "Ardeatina" (settembre 2000). È questa una riduzione elevata, che può indicare una derivazione in alveo o una perdita lungo il corso d'acqua compreso tra le due sezioni. Successivamente, nelle stesse stazioni, le portate misurate sono state sempre dello stesso ordine di grandezza: 3,6 l/s nell'autunno del 2000 in entrambe le stazioni; 8,6 l/s nell'inverno del 2000 in entrambe le stazioni; 0,2 l/s nella primavera del 2001 (Formichetti *et al.*, 2003).

Il livello di erosione delle rive, diretta conseguenza della pessima gestione delle rive e del relativo impoverimento qualitativo della vegetazione ripariale, è risultato essere sostenuto nel 27% dei casi, moderato nel 45% e soltanto in un altro 27% completamente assente (De Cicco *et al.*, 2001).

La tipologia dominante di substrato è caratterizzata da sabbia e limo, presenti in proporzione variabile in quasi tutti i siti di campionamento. Più rara è, invece, la presenza di ghiaie. Solo occasionalmente si rinvencono tratti con substrati a granulometria maggiore. L'odore dei sedimenti è spesso alterato da fenomeni di anaerobiosi.

Il livello di ritenzione del detrito è scarso o al più moderato, per la mancanza di vegetazione ripariale di tipo arboreo e di substrati inorganici strutturalmente eterogenei. La tipologia di detrito dominante è per lo più composto di foglie e rametti, solo raramente sono stati trovati rami più grandi e tronchi di piccoli alberi. Il livello di decomposizione che si misura è scarso, in quanto dominano ovunque strutture grossolane.

L'acqua dei fossi studiati di norma si presenta torbida od opaca e con un odore alterato nel 45% dei casi. Tale alterazione è quasi sempre dovuta alla decomposizione batterica di tipo anaerobico, che avviene sui sedimenti in presenza di forti carenze di ossigeno. La qualità dell'acqua dal punto di vista chimico è risultata nel complesso piuttosto povera. L'ossigeno disciolto presenta i valori tipici dei fossi di pianura con elevata corrente e bassa profondità; il pH oscilla nella maggior parte dei casi tra 7 ed 8; la conducibilità elettrica tra 285 e 1149 microS/cm. Il carico di nutrienti, in alcuni casi, è imponente e testimonia l'elevato tasso di inquinamento presente. In particolare, per lo ione ammonio si registrano valori che superano i 4 mg/l, i nitrati si attestano intorno a 20 mg/l e gli ortofosfati a 10 mg/l.

Il popolamento di macroinvertebrati è piuttosto povero e privo di emergenze faunistiche. Sia i Chironomidi (*Insecta, Diptera*) che gli Oligocheti (*Anellida, Oligochaeta*) sono presenti in tutti i siti di campionamento. Tra i Ditteri risultano abbastanza frequenti *Simuliidae*, *Muscidae*, *Ceratopogonidae* e *Psychodidae*, tra gli Efemerotteri (*Insecta, Ephemeroptera*) sono presenti sporadicamente i generi *Baetis* e *Caenis*. Le Libellule (*Insecta, Odonata*) sono state raramente rinvenute con alcuni generi tipici di acque correnti (*Calopteryx*, *Platynemis*) e di acque ferme (*Crocothemis*). I Coleotteri (*Insecta, Coleoptera*) sono rappresentati dalle famiglie *Helodidae* e *Dytiscidae*, i Crostacei dalle famiglie dei *Gammaridae* (*Crustacea, Amphipoda*) e da quella degli *Asellidae* (*Crustacea, Isopoda*). I Gasteropodi sono presenti con il genere *Physa* (*Mollusca, Gastropoda, Polmonata*), gli Irudinei (*Annellida, Hirudinea*) con i generi *Dina* ed *Erpobdella*.

La comunità di macroinvertebrati è generalmente povera di taxa, indicando un basso livello di diversità, con un numero di unità campionarie che raramente supera le 4 unità. In genere, il valore dello *score* IBE oscilla tra 2 e 4. Anche l'indice di funzionalità fluviale RCE - II ha valori bassi, quasi sempre inferiori a 120, che indicano una bassa qualità globale dei sistemi fluviali esaminati (De Cicco *et al.*, 2001).

Di particolare interesse, invece, sono il Fosso del Ciuccio e le piccole pozze presenti nei pressi, che presentano una comunità macrobentonica diversificata e piuttosto ricca (Cafiero, 2006).

Nella stazione "Ferrovia", situata in un contesto di urbanizzazione rada e con terreno incolto, il valore della classe di funzionalità varia tra III e V, a causa delle diffuse discariche di rifiuti solidi che non permettono lo sviluppo della vegetazione. Questa è, infatti, ridotta ad una stretta fascia: in sinistra idrografica è costituita da arbusti non ripari, mentre in destra orografica da formazioni arboree anch'esse non riparie e frequentemente interrotte. Una delle dirette conseguenze di questa riduzione è che le rive non sono protette dall'erosione.

L'alveo è di circa 2 m, naturale, con un'altezza media dell'acqua di 20 cm. Risulta privo di vegetazione acquatica, con estesa anaerobiosi e periphiton che ne evidenziano l'elevato carico batterico.

Più a valle, la stazione "Ardeatina" è posta in una zona altamente antropizzata, che incide pesantemente sullo stato del fosso. La vegetazione è assente o ridotta a qualche arbusto di natura non riparia e non più larga di 1 m, la sezione dell'alveo bagnato è per lo più artificiale e con un flusso quasi sempre minimo (Formichetti *et al.*, 2003).

Dal confronto dei rilevamenti e delle analisi condotte, risultano carichi organici più cospicui a monte che a valle: si passa da 1.200.000 a 130.000 UFC/100 ml di coliformi fecali in circa 2,5 km di distanza. Considerando che i campionamenti e le portate sono stati fatti partendo da valle a distanza di circa 30 minuti l'uno dall'altro, è probabile che sia stato intercettato uno scarico, avvenuto a monte, che sulla sezione di valle ancora non era giunto e che è stato rilevato quindi a monte. Escludendo in tale tratto la presenza di un depuratore, risulta molto difficile, se non impossibile, che un corpo idrico in soli 2,5 km possa effettuare un abbattimento così rilevante della carica batterica attraverso il solo naturale processo di autodepurazione. Anche con delle portate esigue vi sono, invece, dei valori elevatissimi di coliformi fecali, nell'ordine delle centinaia di migliaia, come si evince dai campionamenti della stazione vicina all'area di Fiorano e a valle del quartiere S.

Maria delle Mole, che potenzialmente potrebbero essere la causa determinante di tale elevata presenza.

Dal punto di vista chimico la qualità dell'acqua è scarsa. Gli alti valori di ioni ortofosfato, nitrato ed ammonio presenti testimoniano il forte inquinamento sia di tipo diffuso, presumibilmente dovuto all'utilizzo di fertilizzanti nei campi che i fossi attraversano, sia di tipo puntiforme, presumibilmente dovuto agli scarichi di reflui di origine civile.

La frequente presenza di tracce di anaerobiosi sul fondo indica la mancanza di ossigeno all'interfaccia tra acqua e sedimenti. Questa mancanza avviene presumibilmente nel periodo estivo, quando le alte temperature e la scarsità di acqua nei fossi diminuiscono il coefficiente di aerazione.

Dal punto di vista fisico, molte delle stazioni studiate presentano rive dominate da vegetazione erbacea e deturpate dalla presenza di depositi di materiale edile ed altri rifiuti. Questa situazione facilita i fenomeni erosivi, che sono piuttosto frequenti in molti dei fossi studiati. Inoltre, la scarsa eterogeneità dei substrati presenti sul letto del fiume, unita all'elevato grado di inquinamento chimico, non permette l'insediamento di una comunità di animali e piante ben diversificata.

Anche dalle analisi effettuate nel tratto compreso all'interno della Riserva Naturale "Laurentino Acqua Acetosa", si conferma che la fauna macrobentonica è piuttosto impoverita e degradata e che solo i corsi d'acqua minori mostrano ancora popolamenti in buone condizioni ecologiche. Una tale presenza, qualora venissero eliminate le fonti di inquinamento, potrebbe favorire il ripristino degli altri corsi d'acqua in tempi relativamente brevi (Cafiero, 2002).

In base ai valori IBE, possiamo classificare solo due tratti come "ambiente inquinato". Il primo è il tratto finale del Fosso Rio Petroso, a monte della confluenza con il Fosso della Castelluccia dove va a formare il Fosso di Vallerano (stazione 6), qui il substrato è costituito da un basamento tufaceo con abbondante ciottolame e la velocità della corrente e la bassa profondità favoriscono un buon rimescolamento dell'ossigeno, favorendo così la presenza del genere *Caenis* (*Insecta, Ephemeroptera*), indicatore di acque non irrimediabilmente compromesse. Il secondo è il tratto iniziale del Fosso di Vallerano (stazione 10), dove sono presenti substrati diversificati. In particolare, sui ciottoli è presente un'abbondante patina di periphyton. In questa stazione sono stati rinvenuti un discreto numero di esemplari appartenenti ai generi di Efemerotteri *Baetis* e *Caenis*

(*Insecta*, *Ephemeroptera*), indicatori anch'essi di acque non irrimediabilmente compromesse.

Il precursore dell'IFF, il fattore *Riparian Channel Environmental* - II (RCE - II) (Siligardi e Maiolini, 1993), è stato applicato ad 8 delle stazioni del Fosso di Vallerano, dal momento che, nel periodo in cui l'indagine è stata compiuta, l'IFF era ancora in fase di messa a punto e non ancora pubblicato. L'indice di funzionalità fluviale, calcolato utilizzando il protocollo RCE - II classifica ben 7 delle 9 stazioni di campionamento tra il pessimo ed il mediocre. L'unica stazione per cui si può esprimere un giudizio "buono" è quella del Fosso della Mola, a monte della confluenza con il Fosso della Torre (stazione 13), in un tratto di primo ordine che scorre dentro la macchia boscosa della valle della Tenuta di Porta Medaglia, che può rappresentare un ecosistema apparentemente in buone condizioni. La mancanza di molti taxa macrobentonici potrebbe, tuttavia, indicare che il fosso è temporaneo. Anche il valore IFF delle stazioni "Ferrovia" ed "Ardeatina", variando in maniera sproporzionata nell'arco delle misurazioni (da classe III a V), suggerisce la facilità con cui queste aree sono soggette a degrado per effetto delle molteplici discariche puntiformi che limitano ed ostacolano la presenza della vegetazione.

In Italia, l'esempio di gestione delle acque proposto recentemente dalla Regione Lombardia (in particolare si veda l'Allegato 13 del Programma di Tutela ed Uso delle Acque in Lombardia: "Caratterizzazione integrata dei corsi d'acqua e riqualificazione fluviale") sembra muovere in una direzione ben precisa: partendo dalla considerazione che in generale tutti i corsi d'acqua delle aree urbane e periurbane versano in condizioni di degrado, si indica la riqualificazione fluviale come occasione di recupero per integrare maggiormente la città e il suo sviluppo urbanistico con l'ambiente naturale che la circonda. Proprio le aree periurbane e le periferie, caratterizzate da zone multifunzionali con molteplici usi del suolo, possono svolgere varie funzioni, soddisfacendo le richieste provenienti dall'agricoltura, dall'espansione urbana (come ad esempio il tempo libero all'aria aperta) e soprattutto dalla tutela dell'ambiente e dalla conservazione della natura.

I corsi d'acqua, se opportunamente riqualificati, possono assolvere a numerose funzioni, importanti per la città e per i suoi abitanti, come ad esempio quella estetica, rendendo vivibile e caratteristico un territorio e restituendone l'identità scomparsa con l'avanzare dell'edificato; oppure quella sociale ed educativa, avvicinando gli abitanti della città alla natura ed alla sua progressiva scoperta. Ancora, la funzione assolta dai corsi d'acqua opportunamente riqualificati può essere ecologica, come elementi di connettività e delle

reti ecologiche, per preservare la ricchezza di ecosistemi residuali e l'eterogeneità ambientale dei vari frammenti presenti nelle frange urbane.

Interessanti ed indicativi sono gli accorgimenti consigliati, nel Programma di Tutela ed Uso delle Acque in Lombardia, per determinare il successo della riqualificazione fluviale in ambito urbano, come ad esempio assicurarsi che l'acqua presente sia pulita e di buona qualità; assicurare l'ampiezza minima strutturale, per poter permettere al potenziale corridoio di svolgere al meglio le funzioni di dispersione conservando allo stesso tempo una certa continuità territoriale ed ecosistemica; assicurare una buona accessibilità dal territorio contiguo ed una buona visione generale del paesaggio circostante.

Investendo sul miglioramento della qualità dell'ambiente dei fiumi o dei fossi, si possono ottenere in modo indiretto diversi obiettivi con costi minori, ad esempio il miglioramento del livello qualitativo di vita del territorio circostante. Fondamentali devono essere, però, i processi di partecipazione pubblica, pianificando in accordo con il pubblico le varie opzioni per rinaturalizzare un ambiente, come ad esempio il consentire che in certe zone, coltivate o meno, l'acqua periodicamente possa riappropriarsi dei suoi spazi (durante i fenomeni di esondazione).

BOX – Un esempio di riqualificazione fluviale in ambito urbano: il caso di Zurigo

L'esempio della politica ambientale perseguita dalla città di Zurigo, ossia il riportare in superficie i corsi d'acqua cancellati dall'evoluzione urbanistica dei primi anni del '900, è molto interessante. Infatti, si è tentato di ricostituire dei biotopi per fauna e flora di zone umide all'interno dell'area urbana, cercando di ripristinare per quanto possibile le connessioni ecologiche tra le aree di valle e di monte.

La città di Zurigo, posta nella valle del Limmat, ospita le sorgenti di molti dei suoi ruscelli, che nascono dai fianchi vallivi. Questi corsi d'acqua originariamente scorrevano attraverso la vallata per sfociare nel lago o nel Limmat stesso. Mentre la città si ingrandiva e occupava in un primo momento l'area della valle e successivamente i limitrofi pendii, molti dei corsi d'acqua venivano progressivamente fatti oggetto di degrado ambientale, diventando delle discariche e fosse di scarico delle acque reflue. Contemporaneamente, seguendo i margini della zona urbana, quasi tutti i ruscelli venivano regimati a partire dalla loro foce fino alle sorgenti.

La drammatica conseguenza di una tale condotta, fu l'inevitabile e radicale scomparsa di gran parte dei ruscelli che erano presenti. Infatti, se attorno alla metà dell''800 la lunghezza complessiva dei ruscelli che scorrevano sul territorio dell'odierna Zurigo era di

circa 160 km, oltre un secolo dopo (nel 1980) questa scendeva a poco più di un terzo (60 Km).

Varie tipologie qualitative di acqua non inquinata (come l'acqua piovana, quella delle fontane, di infiltrazione, di drenaggio) venivano immesse, insieme alle acque luride, prima nelle condotte dove erano stati canalizzati i ruscelli e successivamente nell'impianto di depurazione. Questa pratica errata di smaltimento delle acque provocò numerose conseguenze evidenti: con la regimazione dei ruscelli scomparvero gli ecosistemi fluviali e ripariali e le numerose specie vegetali ed animali che in essi vivevano; a livello locale il bilancio idrico e il clima si modificarono, peggiorando e causando un impoverimento generale del paesaggio. Infine, sotto il profilo gestionale ed economico, lo smaltimento di acque pulite nel depuratore ne riduceva l'efficienza, aumentandone di fatto i costi di gestione.

Dato molto interessante, è la generale consapevolezza che i cittadini di Zurigo hanno sempre dimostrato sulla perdita effettiva dei corsi d'acqua, associata alla scomparsa di aree pubbliche utilizzate per il tempo libero. Grazie a tale consapevolezza, nel 1991 entrò in vigore una nuova legge per la protezione delle acque, che imponeva il rispetto del tracciato dei corsi d'acqua, i quali potevano essere incanalati solo in casi eccezionali. Secondo le norme prodotte a tale scopo, ad esempio, la protezione contro gli eventi di piene doveva essere fatta rispettando le condizioni vitali di base per flora e fauna, mentre le acque di scarico non inquinate con afflusso permanente non dovevano essere convogliate né in maniera diretta, né indiretta nell'impianto centrale di depurazione.

Questo programma di ripristino e riqualificazione dei corsi d'acqua, è stato parte essenziale di una nuova concezione dello smaltimento delle acque, secondo cui uno dei punti principali di intervento consisteva proprio nel non convogliare più l'acqua dei ruscelli e l'acqua non inquinata direttamente all'impianto di depurazione. Verso la fine degli anni '80 venne sviluppato un progetto che prevedeva di immettere l'acqua dei ruscelli direttamente nel corpo ricettore non tramite canalizzazioni artificiali. ma ripristinando, ove fosse stato possibile, il corso in superficie. Lo stesso programma di recupero si prefissava tra i vari obiettivi quello di creare accanto ai ruscelli piccoli sentieri ed aree verdi per il tempo libero, da utilizzare anche come punti di ristoro. Inoltre, grande importanza veniva data alla funzionalità delle opere di ripristino, ossia all'intento di connettere le aree di valle con quelle sorgive mediante la sistemazione ottimale dei biotopi per la fauna e la flora autoctone. Infine, per evitare la perdita e la dispersione nei condotti fognari dell'acqua non inquinata (l'acqua delle fontane, quella di infiltrazione, quella di drenaggio o quella

piovana proveniente dai tetti), venne stabilito di convogliarla o verso i ruscelli o verso condotte di acqua pulita. In alcuni casi, tuttavia, furono necessarie alcune limitazioni, per via della mancanza di spazio propria delle città, come ad esempio il dimensionamento dei nuovi ruscelli seguendo regole prefissate per evitare di dover porre in atto ulteriori protezioni contro le ondate di piena. Di norma, infatti, i nuovi corsi d'acqua dovevano essere proporzionati a ricevere da tre a cinque volte la quantità di acqua misurata nel periodo di magra, mentre le eventuali eccedenze, dovute a maggiori portate, dovevano essere incanalate in altre condotte di acqua mista.

Sotto il profilo funzionale, per evitare la perdita di acqua nel sottosuolo, dovuta ad infiltrazioni, tutti i nuovi tratti ripristinati furono impermeabilizzati con uno strato di argilla.

Tra le possibilità di ripristinare i corsi d'acqua, riportandoli in superficie, si poteva scegliere tra il separare a parte l'acqua non inquinata per circa 20-25 Km, riportando in superficie circa 10-15 Km di ruscelli, che erano stati in precedenza tombati, il riquilibrare circa 15 Km di tratti che erano stati arginati in maniera eccessiva. Il programma di ripristino e di rivitalizzazione dei ruscelli permise di stabilire principi generali e linee guida a cui attenersi per progetti futuri, indicando le priorità e tracciando un piano dei fossi che si voleva riportare in superficie integralmente o solo per alcuni tratti.

Tale programma divenne uno strumento di pianificazione sin dal momento della sua approvazione dell'esecutivo del Comune di Zurigo (1988).

Come già precedentemente, uno degli obiettivi principali del programma era quello di ripristinare gli ecosistemi adatti ad ospitare flora e fauna legate alle zone umide e agli ambienti ripariali. Un grande problema era dovuto alla mancanza di spazi pubblici adeguati, problema che in alcuni casi era un vero fattore limitante: l'insufficienza di spazio pubblico si confrontava con la necessità di utilizzo secondo molteplici tipologie come parcheggi, luoghi di sosta, giardini, ecc..

Proprio per questo motivo non si preferì generalizzare, ma trovare la soluzione ottimale per ogni corso d'acqua, scegliendo in ogni caso la combinazione migliore degli elementi strutturali e funzionali a disposizione per formare le rive, come il risezionamento delle sponde e la disposizione dei meandri, le specie di piante da impiegare (preferibilmente piante autoctone per evitare inquinamento genetico, anche se in molti casi furono lasciate molte aree libere per favorire la colonizzazione spontanea), l'inclinazione che queste dovevano avere una volta messe a dimora, il materiale da impiegare ed il tipo di costruzione. Particolare attenzione fu posta nella preparazione delle rive e alla

sistemazione del letto, forse uno degli elementi meno visibili, ma fondamentale per le funzioni svolte: la maggior parte degli organismi invertebrati presenti nei corsi d'acqua, che sono alla base della catena trofica, prima di metamorfosare vive per una buona parte del proprio ciclo vitale sul fondo. Nel caso si doveva intervenire in fossi con grosse portate di acqua o in presenza di un dislivello da superare, sempre per quanto riguarda la sistemazione del fondo, furono preferiti dei sistemi più rigidi, come rampe o sistemi a corona.

Due interventi, in particolare, sono stati monitorati con attenzione e riportati in letteratura.

Il primo intervento riguarda il ruscello di *Albisrieden* (un quartiere di Zurigo), oggetto di un notevole intervento, poiché sono stati riportati in superficie circa 2,5 km di fosso. Il bacino idrografico di questo corso d'acqua è coperto da boschi e, nel tratto riportato in superficie, completato nel 1991, la sistemazione è stata tale da renderlo simile ad un ruscello che scorre a lato di ambienti prativi, con arbusti ripariali sulle sponde. Il letto del bacino venne impermeabilizzato con argilla e sul fondo furono posti in opera massi e ciottoli di varie dimensioni. Per quanto riguarda la portata del ruscello, durante la stagione di magra il deflusso minimo garantito era di 1-2 l/s, nelle altre stagioni in media era di circa 12 l/s. Il deflusso massimo venne limitato a 200 l/s. Il monitoraggio biologico ha permesso di verificare che, a distanza di due anni dall'intervento di ripristino, le popolazioni di microrganismi erano strutturate in modo differente da quelle presenti nel tratto situato a monte, che era stato incanalato. Furono osservate specie che non erano mai state avvistate precedentemente dagli abitanti del quartiere, in particolare, numerosi esemplari di efemerotteri, tricotteri, plecoteri e odonati (*Calopteryx splendens*).

L'altro esempio riportato in letteratura è quello del *Muhiehaldenbach*, un ruscello che scorre a Zurigo e sfocia nella Limmat, ripristinato per un tratto lungo circa 300 metri tra gli anni 1987 e 1988. A differenza del primo esempio, questo ruscello scorre in un bacino in gran parte edificato e riceve l'acqua sia da sorgenti locali che dal drenaggio di edifici e fontane. Analogamente all'intervento di *Albisrieden*, anche in questo caso il fondo venne impermeabilizzato con uno strato di argilla, al di sopra del quale successivamente furono posizionati strati di ghiaia e alcuni massi. Infine, furono piantate piante palustri e arbusti ad alto fusto lungo le rive. Il monitoraggio effettuato nel 1993, a distanza di sei anni, permise di verificare che soltanto poche specie pioniere, o tipiche di ambienti con acque stagnanti, erano riuscite a colonizzare l'area. Fu, inoltre, rilevato che la maggiore biodiversità era registrabile nel tratto inferiore del bacino, situato vicino alla Limmat. I fattori limitanti e le cause della mancata ricolonizzazione di quest'area furono individuati sia nella mancanza

fisica del corso d'acqua a monte del tratto restaurato, sia nella lunga distanza, circa 2 Km, dal ruscello più vicino. Differente, invece, fu il risultato ottenuto con la componente vegetale, in quanto le nuove essenze, qualitativamente migliori, avevano arricchito l'ambiente circostante.¹

¹ Conradin, F; Buchli, R: "Corridoi ecologici lungo i corsi d'acqua ripristinati in ambito urbano. L'esempio di Zurigo"; 1996.

Conclusioni

Dal confronto delle analisi condotte lungo i due bacini presi in esame, si ricava una qualità ambientale pessima delle acque del Fosso di Vallerano. Per questo fosso, infatti, su un totale di nove stazioni di campionamento ben sette risultano avere un valore IBE pari a V, le restanti due risultano avere un valore pari a III. Questo valore, sebbene coincida con la stessa classe di risultati ottenuti per il Fosso di Tor Carbone, difficilmente può da solo essere preso come unico descrittore ambientale. Infatti, analizzando anche altri fattori, come ad esempio il valore dell'indice IFF, oltrechè il popolamento ittico, l'analisi chimica delle acque, ecc., se, nel caso del Fosso di Vallerano, questo varia da III ("mediocre") a V ("pessimo") in quasi tutte le stazioni (unica eccezione la stazione 13 – "buono", posta in un ambiente prossimo ad una delle risorgive), nel Fosso di Tor Carbone, invece, il valore dell'IFF è costante ed è sempre pari a II (durante tutto l'anno di rilevamento). Dato questo che indica chiaramente il buon livello qualitativo della struttura e la notevole stabilità degli ecosistemi presenti, nonostante la matrice circostante sia profondamente antropizzata.

Anche dal punto di vista microbiologico la qualità dei due ecosistemi non è paragonabile. Infatti, se nel Fosso di Vallerano si passa da una media di centinaia di migliaia di UFC/100 ml di *E. coli*, con un picco di 1,3 milioni di UCF/100 ml della stazione "Ferrovia", nelle acque del Fosso di Tor Carbone i valori sono sempre costanti e rimangono nell'ordine delle centinaia di UFC/100 ml, evidentemente per effetto della sostanziale assenza di apporti antropici.

Continuando il confronto tra i due sistemi, quindi, bisogna necessariamente allargare la visuale d'indagine anche ad altri organismi bioindicatori e parametri qualitativi, come ad esempio le comunità ittiche. Per quanto riguarda la comunità ittica del Fosso di Tor Carbone, spicca la presenza di due popolazioni di endemismi, delle quali risulta essere molto interessante, ai fini della conservazione, quella del ghiozzo di ruscello. Queste due popolazioni, sebbene siano isolate da quelle del Tevere, si mantengono vitali nei frammenti relittuali del fosso e, grazie anche ai recenti ampliamenti del Parco dell'Appia (L.R. 29/97 e L.R. 14/02) sono ormai tutelati. La presenza di queste popolazioni, non inquinate geneticamente, risulta tanto più importante, quanto più le si considera inserite nel contesto di un ecosistema reso fragile e, dunque, indebolito, a causa delle sue ridotte dimensioni e dell'estrema frammentazione rispetto alla originale integrità strutturale di circa 50 anni fa.

Al contrario, il Fosso di Vallerano, sebbene abbia subito la scomparsa recente di ulteriori tratti di uno dei suoi affluenti minori, il Fosso del Ciuccio, in cui era notoriamente presente

la rovella, *Rutilus rubilio* (Bellini, 2000; Cafiero, 2002), completamente cancellato durante gli ingenti lavori di urbanizzazione iniziati nel 2005 in località “il Castellaccio” nei pressi dell’EUR (circa 800.000 mc), presenta ancora gran parte del proprio corso strutturalmente integro, con i quattro rami principali che confluiscono a due a due dalle sorgenti, attraversando dapprima aree ove la tipologia prevalente è quella tipica della campagna romana, quindi, lambendo aree di edilizia abusiva e di espansione urbanistica degli anni ‘70 e ‘80 nei tratti mediani, infine, nella porzione terminale e a valle della Riserva Naturale “Laurentino Acqua Acetosa - Ostiense”, attraversando delle aree densamente urbanizzate.

Analizzando le previsioni del NPRG, il territorio del tratto mediano del bacino del Fosso di Vallerano e dei suoi affluenti minori, quello compreso tra Via Pontina, Grande Raccordo Anulare e Via Laurentina sicuramente sarà quello maggiormente a rischio laddove maggiori saranno le aree di criticità ambientale: solo in quest’area sono previsti ulteriori 2.000.000 di mc di nuove edificazioni, con un consumo di suolo di almeno 600.000 mq, che avverrà in una zona già in parte compromessa per la notevole quantità di edificato che influisce negativamente sulla scarsa qualità ambientale delle acque a causa dei numerosi scarichi civili non depurati.

Le opere previste, dunque, nel NPRG inevitabilmente influiranno negativamente sull’ambiente circostante, aumentando le pressioni e cambiando la tipologia della matrice, che progressivamente tenderà ad essere sempre più ostile nei confronti delle specie più sensibili.

Nella situazione attuale si passerà, nell’arco di poche centinaia di metri, da una condizione ambientale sfavorevole ed ostile a numerose specie animali (tratti tombati, fortemente inquinati, o cementificati), pessimo esempio di gestione del territorio (come il lungo tratto dell’alveo cementificato a monte della Via Laurentina), ad una in cui la gestione ambientale è teoricamente migliore, nel tratto sottoposto a tutela, perché ricadente nella Riserva Naturale Laurentino Acqua Acetosa, ma dove purtroppo è notevole l’influenza della pessima qualità delle acque che provengono da monte.

Se si vorrà mantenere la continuità ecologica ed ecosistemica lungo il fosso, presupposto questo indispensabile per la creazione di una potenziale connessione funzionale per le specie legate agli ambienti umidi e ripariali, proprio il tratto mediano e terminale del bacino, una delle aree più sensibili e critiche, dovrà essere monitorato con particolare attenzione. Nell’ottica della Rete Ecologica Comunale si dovrà procedere ad una particolare programmazione territoriale volta a migliorare la qualità ecologica e chimica

delle acque del fosso e a mitigare gli impatti delle nuove infrastrutture e delle nuove cubature, investendo anche nelle opere di riqualificazione fluviale e nella pianificazione di sentieri natura o piste ciclopedonali a basso impatto da sistemare nei pressi dei corsi d'acqua. Interventi questi che, come esempio indiretto di comunicazione ambientale, contribuiranno al miglioramento della qualità di vita degli abitanti dei quartieri limitrofi.

Per quanto riguarda la gestione del corpo idrico, dovrà necessariamente essere vietata qualsiasi manomissione e alterazione fisica delle rive e delle sponde. Ad esempio, dovrebbe essere evitato il taglio periodico dei canneti e della vegetazione fluviale, dovrà essere negata l'autorizzazione di ulteriori tombamenti dell'alveo, soprattutto nei tratti interessati dai nuovi lavori di urbanizzazione e in modo particolare nei frammenti di fosso "minori", i quali di norma sono sottovalutati dalle Amministrazioni perché di ordine minore e quindi privi di tutela, ma spesso risultano essere quelli qualitativamente migliori, sia per il buon livello della qualità delle acque che per la presenza di popolazioni ittiche di rilevante interesse ecologico.

Si dovrà soprattutto investire in progetti di rinaturalizzazione e ripristino dei numerosi fossi minori scomparsi negli ultimi anni, lavorando per ottenere il consenso di tutte le parti interessate, pubbliche e private e, in particolare, per far sì che la cittadinanza interessata partecipi direttamente: tutti i progetti possono essere accettati dagli abitanti dei quartieri, se questi sono stati direttamente e personalmente coinvolti nel processo di pianificazione. Se opportunamente sensibilizzati, in una fase successiva, gli stessi abitanti delle aree limitrofe potranno prendersi cura dell'area verde e del nuovo biotopo formato dal corso d'acqua. In tal modo si possono ottenere vari risultati, come ad esempio la promozione di un rapporto migliore tra uomo e natura, ma anche la disponibilità di nuove aree verdi pubbliche per il tempo libero e lo svago e, in generale, la percezione di appartenere ad un preciso territorio dalle caratteristiche particolari. D'altro canto, se il pubblico non è coinvolto in prima persona, né informato in maniera corretta, si possono instaurare delle tensioni e suscitare posizioni critiche dei vari comitati di cittadini, in genere spontanei, in grado di suscitare pressioni negative da parte di politici locali contrari alla realizzazione dell'opera. Fenomeno questo che conferma come la cosiddetta "Sindrome di NIMBY" (*not in my back yard*, non nel mio giardino) è sempre in agguato e tende pericolosamente a porre sullo stesso piano gli interventi e le opere di riqualificazione ambientale con le discariche (ANPA, 2002).

Bibliografia

AA.VV., Piano del Parco Regionale dell'Appia Antica, adottato con DCD n.17 del 29 luglio 2002.

ANPA - Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, 2000. IFF - Indice di Funzionalità Fluviale.

ANPA - Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, 2002. Linee Guida per la ricostruzione di aree umide per il trattamento di acque superficiali. Manuali e Linee Guida 9/2002, pp. 128.

Battisti C., 2004. Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche agricole, ambientali e Protezione civile, pp. 248.

Bellini A., 2000. Ittiofauna ed ecologia dei corsi d'acqua nelle aree protette del Comune di Roma. Tesi di Laurea in Scienze Biologiche (Relatore: prof. G. Gibertini). Università degli Studi Roma Tre.

Blasi C., 1994. Fitoclimatologia del Lazio. Carta del Fitoclima del Lazio. Università "La Sapienza", Roma. Regione Lazio.

Bright P.W., 1993. Habitat Fragmentation - problems and predictions for British mammals. *Mammal Review*, 23: 101-114.

Cafiero G., 2002. La Riserva Naturale del Laurentino - Acqua Acetosa: i "ponti" del Laurentino 38, le origini di Roma, il paesaggio della Campagna Romana. Relazione del piano di assetto della Riserva Naturale del Laurentino Acqua Acetosa.

<http://www.romanatura.roma.it/files/La%20riserva%20naturale%20del%20Laurentino.doc>

Celada C., 1995. Frammentazione degli ambienti e conservazione: approcci empirici e modelli. *Supplemento alle Ricerche Biologiche di Selvaggina*, 22: 293-297.

Comune di Roma, 2003. Nuovo Piano Regolatore Generale. Elaborati Prescrittivi: Sistemi e regole; Rete Ecologica. Cd-rom: Elaborazione STA Piani per Roma.

Davies K.F., Gascon C., Margules C.R., 2001. Habitat fragmentation: consequences, management, and future research priorities. In: Soulé ME., Orians G.H., 2001 (eds.). *Conservation biology. Research priorities for the next decade*. Society for Conservation Biology, Island Press : 81-97.

Diamond J.M, 1975. The island dilemma: lesson of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation*, 7: 129-145.

- Dignani A., 2004. Riqualficazione fluviale e rete ecologica. In: Ferroni F., 2004 (a cura di). Verso una rete ecologica. Modelli ed esperienze per la costruzione della Rete Ecologica in Italia. Servizi editoriali WWF Italia, Stampa Novatiporom, pp. 112.
- De Cicco M, Ruggiero A., Solimini A., 2001. Monitoraggio del patrimonio naturale della XII Circostrizione con riguardo particolare alle biocenosi acquatiche. Relazione finale del progetto Bando USPEL 156/99 (a cura di Beagle p.s.c.r.l.). pp. 22 + Tavola XXII.
- Dooley J.L., Bowers MA., 1996. Influences of patch size and microhabitat on the demography of two old-field rodents. *Oikos*, 75: 453-462.
- Formichetti P., Rossi A., Aulicino F. A., Mancini L., 2003. Acque correnti in ambiente urbano: il Parco Regionale dell'Appia Antica. Istituto Superiore di Sanità, Rapporti ISTISAN 03/42, pp. 53.
- Ghetti P.F., 1997, Indice Biotico Esteso (IBE), i macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Provincia Autonoma di Trento, pp. 222.
- Mac Arthur R.H., Wilson E.O., 1967. The theory of islands biogeography. Princeton Univ. Press, Princeton.
- Mattias G., 2005. La zona umida di Tor Marancia nel Parco dell'Appia Antica. WWF Lazio, Parco Regionale dell'Appia Antica. Roma, pp. 32.
- Regione Lombardia, 2006. Programma di Tutela ed Uso delle Acque in Lombardia. Allegato 13: Caratterizzazione integrata dei corsi d'acqua e riqualficazione fluviale.
http://www.ors.regione.lombardia.it/OSIEG/AreaAcque/contenuti_informativi/contenuto_informativo_Acqua.shtml?968
- Siligardi M, Maiolini B., 1993. L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua alpini: guida all'uso della scheda RCE - II. *Biologia ambientale* 2: 18-24.
- Ventriglia U., 1990. Idrogeologia della Provincia di Roma, la Regione vulcanica dei Colli Albani. Roma, Vol. III, pp. 106-108.
- Zerunian S., 2004. proposta di un Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche viventi nelle acque interne italiane. *Biologia Ambientale*, 18 (2): 25-30.
- Zerunian S., 2005. Ruolo della fauna ittica nell'applicazione della Direttiva Quadro. *Biologia Ambientale*, 19 (1): 61-69. In: Baldaccini G.N., Sansoni G., 2005 (eds.). Atti del seminario: Classificazione Ecologica delle acque interne. Applicabilità della Direttiva 2000/60/CE. Trento, 12-13 Febbraio 2004. Ed. APAT, APPA Trento, CISBA. Trento.

APPENDICE A

Tabelle comparative dei valori IBE, RCE II, e IFF dei Fossi di Tor Carbone e Vallerano (Campionamenti effettuati dall'estate 2000 alla primavera 2001)

Fosso di Tor Carbone	IBE		IFF
	Classe	Unità Sistematiche	Classe
Stazione Tor Marancia	III	10	II

Fosso di Vallerano	IBE		RCE - II	IFF
	Classe	Unità Sistematiche	Classe	Classe
Stazione 6	III	11	5 - Pessimo	
Stazione 8	V	4	5 - Pessimo	
Stazione 9	V	2	3/4 - Mediocre/Scadente	
Stazione 10	III	6	3 - Mediocre	
Stazione 11	V	3	3 - Mediocre	
Stazione 12 = "Ardeatina"	V	3	4 - Scadente	
	V	3-4		III / V
Stazione "Ferrovia"	V	3-4		III / V
Stazione 13	V	3	2 - Buono	
Stazione 14	V	5	3/4 - Mediocre/Scadente	

APPENDICE B

Scheda per le osservazioni di campo

Area di Studio:		Rilevatore:			
Località:	Coordinate:	Data:	Condizioni ambientali:		
Struttura geologica ed idrogeologica					
Struttura del Paesaggio vegetale ed uso del suolo					
Presenze faunistiche rilevanti (Vertebrati)	Pesci	Anfibi	Rettili	Uccelli	Mammiferi
Presenze faunistiche rilevanti (Invertebrati)					
Fonti di pressione e/o impatto antropico					
Indici utilizzati					
Valore					

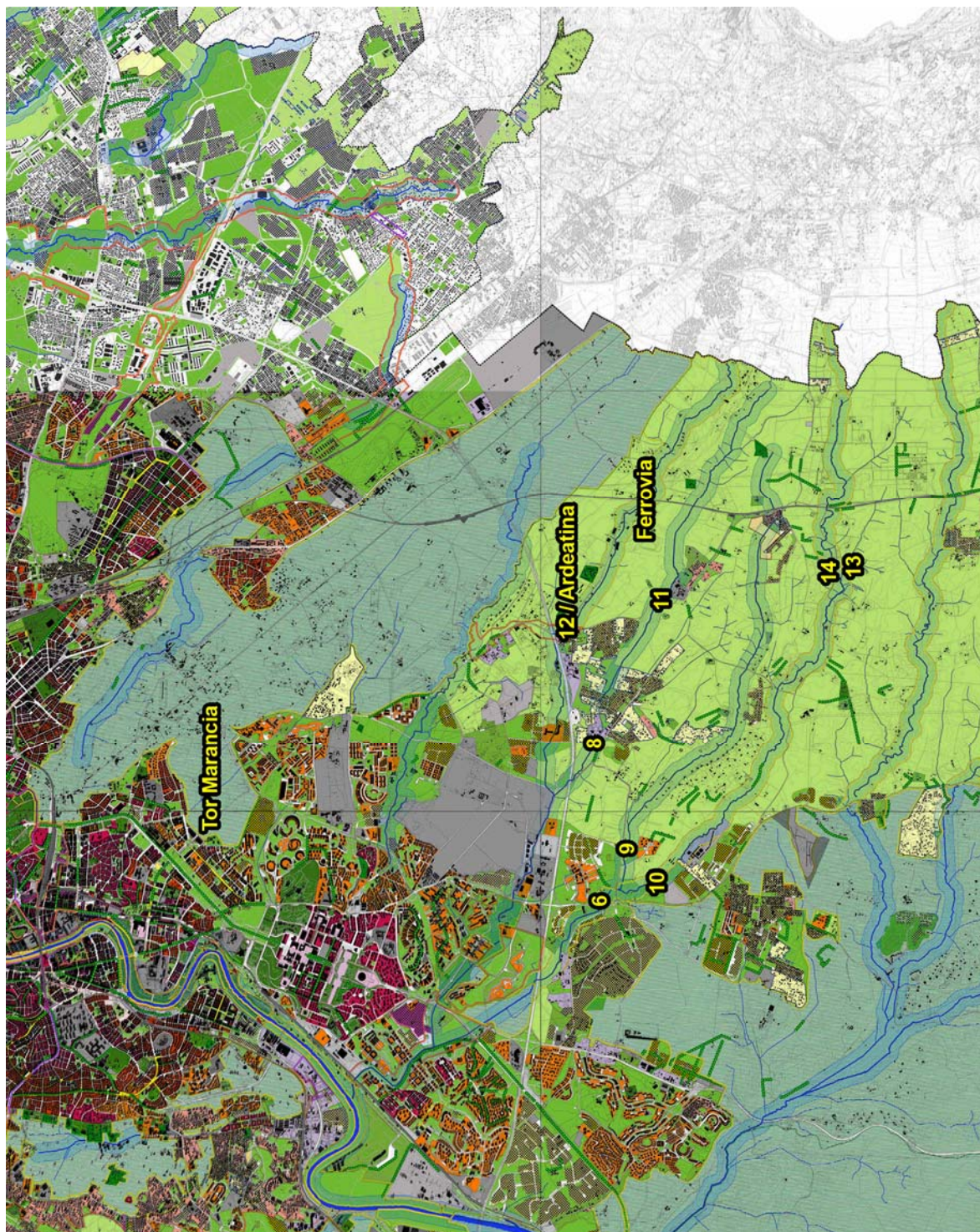


Fig. 1) Quadro d'unione di 6 tavole del N.P.R.G. del Comune di Roma, con le stazioni di campionamento ed il reticolo idrografico.

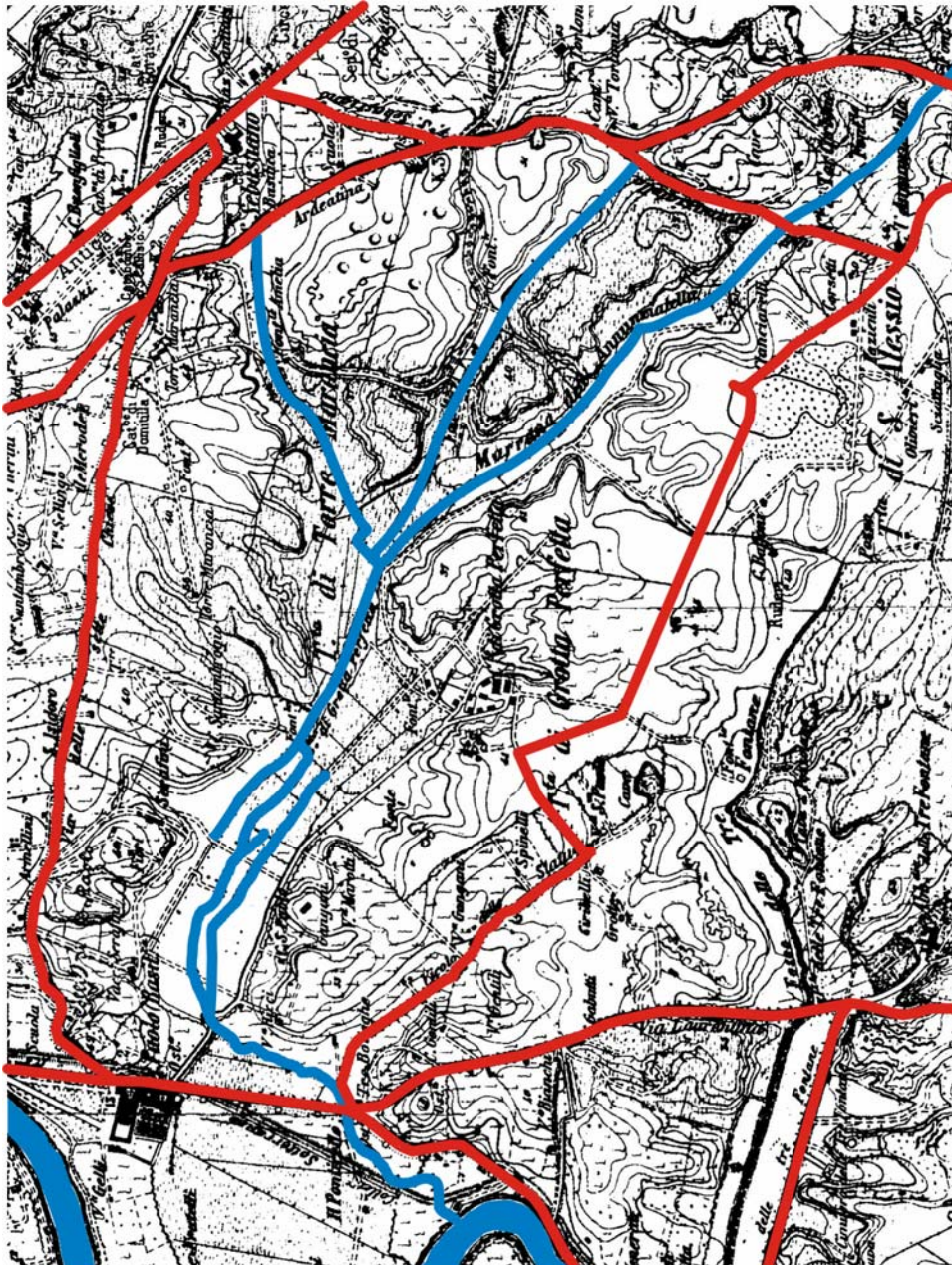


Fig. 2) Tratto medio e terminale del Fosso di Tor Carbone (Marrana dell'Annunziatella), rielaborazione da cartografia I.G.M. del 1890.

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento alla Dott.ssa Anna Di Noi e alle Dott.sse Nicoletta Bajo e Barbara Serra per i preziosi consigli e gli utili suggerimenti che mi hanno guidato durante la stesura di questa tesi. Desidero inoltre ringraziare il Dott. Corrado Battisti per la rilettura critica del testo e i sigg. Massimo Muolo e Cristina Torraca per il continuo supporto tecnico e morale.