

**ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ**

**Acque correnti in ambiente urbano:  
il Parco Regionale dell'Appia Antica di Roma**

A cura di  
Paolo Formichetti (a), Alma Rossi (b)  
e Laura Mancini (a)

*(a) Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

*(b) Parco Regionale dell'Appia Antica, Roma*

ISSN 1123-3117

**Rapporti ISTISAN**

**03/42**

Istituto Superiore di Sanità

**Acque correnti in ambiente urbano: il Parco Regionale dell'Appia Antica di Roma.**

A cura di Paolo Formichetti, Alma Rossi e Laura Mancini

2003, 53 p. Rapporti ISTISAN 03/42

Il Parco Regionale dell'Appia Antica è un'area protetta sita all'interno della città di Roma che costituisce un ideale "banco di prova" per testare le reazioni a continui e massicci impatti antropici di un'area verde, sottoposta a tutela. Il presente studio ha riguardato l'area del Parco dal punto di vista di una caratterizzazione ecologica delle acque superficiali che in esso scorrono (Fiume Almone e corsi d'acqua minori), prendendo in esame parametri biologici, chimici, idrologici, ecosistemici. I risultati dello studio hanno evidenziato nel primo anno di campionamento (1998-1999) uno stato ambientale di generale compromissione delle acque superficiali con l'eccezione dei due rami della Marrana della Caffarella, che mostrano ancora una certa naturalità accompagnata all'estrema fragilità degli ecosistemi. Risultati sostanzialmente analoghi si sono avuti nel secondo anno di studio (2000-2001) nel quale sono state prese in considerazione anche aree di ampliamento che realizzano un'ideale congiunzione con l'adiacente Parco dei Castelli Romani.

*Parole chiave:* Aree urbane, Acque superficiali, Aree protette, Parco Regionale dell'Appia Antica

Istituto Superiore di Sanità

**Freshwaters in urban areas: the Regional Park of Appia Antica in Rome (Italy).**

Edited by Paolo Formichetti, Alma Rossi and Laura Mancini

2003, 53 p. Rapporti ISTISAN 03/42 (in Italian)

Regional Park of Appia Antica is a protected area placed inside the city of Rome and for this reason is perfect to test the reactions of a green area to a massive anthropic impact. In this work the ecology of freshwaters of the park (Almone river and other little brooks) are studied, analysing biological, chemical, hydrological parameters and ecosystem indicators. In the first year (1998-1999) of work, bad conditions for almost all the considered freshwaters were found with the only exception of Marrana della Caffarella, which showed an ecosystem in better conditions even if very fragile. Similar results were found in the second year (2000-2001) of work in which also new areas recently added to the park were studied.

*Key words:* Urban areas, Freshwaters, Protected areas, Regional Park of Appia Antica

Hanno collaborato alla redazione:

*Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

Francesca Anna Aulicino, Serena Bernabei, Milena Bruno, Milena Bucca, Anna Maria D'Angelo, Stefania De Angelis, Cinzia Ferrari, Paolo Formichetti, Marcello Iaconelli, Laura Mancini, Massimo Ottavini, Elio Pierdominici, Anna Schirru, Alberto Sorace, Enrico Veschetti

*Parco Regionale dell'Appia Antica, Roma*

Emanuela Angelone, Fabrizio Giucca, Alma Rossi, Nunzia Rossi

*Cooperativa Gonios-Servizi per il Territorio, Roma*

Giancarlo Bovina, Carlo Callori di Vignale

*Laboratorio di Ecologia Sperimentale e Acquacultura, Dipartimento di Biologia,*

*Università degli studi Tor Vergata, Roma*

Lorenzo Tancioni

*Dipartimento di Architettura Tecnica e Urbanistica per l'Ingegneria*

*Università degli studi La Sapienza, Roma*

Michele Munafò

Per informazioni su questo documento scrivere a: [lmancini@iss.it](mailto:lmancini@iss.it)

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: [www.iss.it/pubblicazioni](http://www.iss.it/pubblicazioni).

---

Presidente dell'Istituto Superiore di Sanità e Direttore responsabile: *Enrico Garaci*

Registro della Stampa - Tribunale di Roma n. 131/88 del 1° marzo 1988

Redazione: *Paola De Castro e Sandra Salinetti*

La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori.

© 2003 Istituto Superiore di Sanità (Viale Regina Elena, 299 - 00161 Roma)

# INDICE

<b>Introduzione</b> .....	1
<b>Metodologie utilizzate nell'area di studio</b> .....	2
Area di studio.....	2
Tipi di analisi.....	2
Analisi idrologica.....	2
Analisi fisico-chimica e chimica.....	3
Analisi microbiologica.....	4
Analisi biologica.....	5
Raccolta di macroinvertebrati.....	5
Applicazione dell'indice biotico esteso.....	5
Analisi dell'ittiofauna.....	7
Analisi dell'ornitofauna.....	7
Analisi ecosistemica.....	8
Applicazione dell'indice di funzionalità fluviale.....	8
Analisi ecotossicologica.....	11
<b>Stazioni di campionamento</b> .....	12
Prima campagna di studio.....	12
Seconda campagna di studio.....	14
<b>Risultati e discussione</b> .....	15
Prima campagna di studio.....	15
Applicazione dell'IBE e dell'RCE-II.....	15
Ittiofauna.....	18
Ornitofauna.....	19
Analisi chimico-fisica, chimica e microbiologica.....	21
Analisi del regime di portata.....	22
Seconda campagna di studio.....	25
Applicazione dell'IBE e dell'IFF.....	25
Ittiofauna.....	29
Ornitofauna.....	30
Analisi chimica, microbiologica, analisi del regime di portata.....	31
Analisi ecotossicologica.....	35
<b>Conclusioni</b> .....	36
<b>Bibliografia</b> .....	37
<b>Appendice A</b>	
Prima campagna di studio: liste faunistiche e valori dei parametri fisico-chimici, chimici e microbiologici.....	39
<b>Appendice B</b>	
Seconda campagna di studio: liste faunistiche e valori dei parametri chimici e microbiologici.....	47



## INTRODUZIONE

Il rapporto tra l'uomo e le acque correnti è stato, storicamente, di fondamentale importanza per il progresso della civiltà umana. Non a caso, infatti, alcune delle più grandi civiltà del passato quali quella sumera, quella egiziana, quella romana, hanno tratto grandi benefici per il loro straordinario sviluppo proprio dallo stretto rapporto instaurato con grandi fiumi (il Tigri e l'Eufrate in Mesopotamia, il Nilo in Egitto e il Tevere in Italia): basti solo provare a immaginare gli innegabili vantaggi di cui possono aver goduto quelle popolazioni nel campo dell'agricoltura, dei trasporti, della difesa, del clima, della salute pubblica. Con il progredire della civiltà il rapporto tra uomo e acque correnti ha continuato ad essere molto stretto e attualmente moltissime grandi città, in tutto il mondo, sorgono proprio lungo il corso di grandi fiumi. Purtroppo il continuo progresso tecnologico e la sempre crescente pressione antropica hanno portato, un po' ovunque, ad un progressivo deterioramento della qualità di queste acque in quanto l'importanza dei fiumi è stata sovente trascurata in favore di una errata considerazione degli stessi, quali sorta di discariche a cielo aperto. Fortunatamente negli ultimi anni i continui sforzi compiuti dalla comunità scientifica per evidenziare certe situazioni di estremo degrado, uniti al sostegno di associazioni ambientaliste e organi di informazione, iniziano a mostrare i primi frutti in quanto si osserva un rinnovato interesse per le problematiche relative alle acque superficiali, interesse che ha trovato consacrazione anche dal punto di vista legislativo con la promulgazione di leggi più severe e articolate per la salvaguardia delle acque interne. Una buona conoscenza di questi ambienti, soprattutto dal punto di vista della loro qualità, e, a maggior ragione, nel contesto di un loro stretto rapporto con grandi centri urbani, si pone quindi come strumento indispensabile sia per la pianificazione di future scelte politiche, che per la sensibilizzazione dell'opinione pubblica a queste importanti tematiche.

È proprio in quest'ottica che è stato avviato questo studio che ha voluto focalizzare l'attenzione sulla caratterizzazione delle acque superficiali presenti nel Parco Regionale dell'Appia Antica, area di notevole interesse proprio poiché situata a stretto contatto con un grande centro urbano quale la città di Roma. Lo studio è stato svolto con l'ausilio di un gruppo interdisciplinare e ha preso in considerazione le caratteristiche idrogeologiche, fisico-chimiche e chimiche, microbiologiche, biologiche, ecologiche ed ecotossicologiche di diversi fossi situati nel Parco.

La fase sperimentale ha previsto due campagne annuali (1998-1999 e 1999-2000) di analisi delle acque consistenti in campionamenti effettuati con cadenza stagionale. Tra la prima e la seconda campagna sono stati variati alcuni punti di campionamento in maniera da caratterizzare le condizioni di salute anche di corsi d'acqua inseriti solo successivamente nell'area del Parco e che sono comunque di notevole importanza in quanto vanno a raccordare l'area con l'adiacente Parco dei Castelli Romani formando un tutt'uno di notevole ampiezza e interesse naturalistico.

## **METODOLOGIE UTILIZZATE NELL'AREA DI STUDIO**

### **Area di studio**

Il fiume Almone (noto anche come Fosso Almone o Fosso Statuario-Almone) rappresenta l'asta terminale di un complesso sistema di corsi d'acqua, che ha subito nel tempo il totale stravolgimento del proprio assetto idrografico, e che è oggi costituito dal Fosso Patatona, Fosso di Morena, Fosso dell'Acqua Mariana, Marrana della Caffarella, fiume Almone. Molteplici opere di bonifica idraulica e di deviazione delle acque già a partire dal XII secolo hanno mutato drasticamente lo schema originale dello scorrimento superficiale deviando parte delle acque raccolte dal bacino dell'Aniene verso quello del Tevere (Fosso dell'Acqua Mariana).

L'urbanizzazione del tratto terminale ha portato in tempi più recenti la copertura di lunghi tratti del fiume e il progressivo arretramento dell'immissione nel Tevere, sino all'attuale condizione.

Il bacino imbrifero si presenta oggi estremamente antropizzato e anche ampliato rispetto all'estensione originale. Esso si sviluppa dalle propaggini settentrionali dell'apparato vulcanico Albano (pendici nord occidentali di Monte Cavo) sino all'area della ex Cartiera Latina, sede del Parco Regionale dell'Appia Antica; qui a causa della forte contaminazione delle acque prodotta dagli scarichi civili, il fiume Almone viene immesso nel collettore fognante collegato all'impianto di depurazione di Roma Sud.

Con una superficie di circa 40 km<sup>2</sup>, il bacino ha una forma fortemente allungata in direzione nord ovest-sud est, con uno sviluppo in lunghezza di 22 km e con una larghezza massima di circa 4 km. In esso ricadono i sobborghi meridionali di Roma, Quadraro e Cinecittà, le borgate Capannelle e Morena, gli abitati di Ciampino, Marino e parzialmente di Rocca di Papa.

Gli altri tre fossi indagati sono nell'ordine – da Nord a Sud – Fosso di Tor Carbone, Fosso di Fioranello e Fosso delle Cornacchiole; scorrono tutti e tre paralleli tra loro, con andamento Sud-Est-Nord-Ovest, per una lunghezza delle aste fluviali di pochi chilometri.

Dal punto di vista qualitativo, i reticoli idrografici sono caratterizzati in modo fortemente negativo dall'insufficienza e dallo stato critico del sistema fognante e depurativo, così come da una situazione di marcato degrado legata a microdiscariche di rifiuti solidi lungo le rive, occupazione di alveo con abitazioni e strutture abusive di varia natura, cementificazioni, tombamenti e derivazioni incontrollate. Da questo degrado generalizzato si distinguono le acque di Tor Carbone che, pur avendo una qualità elevata, vengono comunque incondottate verso il depuratore di Roma Sud.

Recentemente l'area del Parco è stata ampliata fino a comprendere altri corsi d'acqua, quali il Fosso dell'Acqua Marciana, Fosso di Fioranello, Fosso Acqua Santa, Fosso Patatona.

### **Tipi di analisi**

Le analisi svolte sono state di tipo fisico-chimico, chimico, microbiologico, biologico, ecosistemico ed ecotossicologico.

### **Analisi idrologica**

Per la misura del flusso idrico è stato utilizzato un mulinello idrometrico, strumento costituito da un corpo metallico fusiforme su cui è montata un'elica di passo 12 cm; i giri

dell'elica vengono registrati su un contatore elettronico con preselezione del tempo. L'idromulinello è montato su un'asta metallica graduata su cui è possibile leggere la profondità totale della lama d'acqua e le profondità parziali, su una stessa verticale, a cui vengono effettuate le misure di corrente. Per avere valori di deflusso il più attendibili possibile, sono state scelte sezioni di misura con profilo batimetrico regolare, privo di scabrosità e senza ostacoli a monte (corpi rigidi, masse vegetali) che interferissero sui filetti fluidi.

Il numero di misure effettuate è funzione della morfologia e della variazione batimetrica di ogni sezione: per pochi centimetri di lama d'acqua è sufficiente un solo rilievo, mentre su profondità decimetriche sono necessarie più misure per registrare il diverso regime di flusso tra la superficie e il fondo.

I giri dell'elica registrati sul campo sono trasformati, attraverso un abaco di taratura, in velocità di flusso espressa in metri al secondo, mentre l'intera sezione bagnata viene suddivisa in aree parziali di competenza delle singole velocità o della media di più velocità misurate su una stessa verticale: il prodotto tra questi due parametri (velocità di flusso e sezione bagnata) fornisce il valore di portata ricercato. Le dimensioni ridotte e la sensibilità di registrazione rendono lo strumento particolarmente idoneo a misurare flussi di acqua anche molto esigui come quelli riscontrati su alcune sezioni, soprattutto nei periodi asciutti.

## Analisi fisico-chimica e chimica

Per ogni stazione sono state effettuate, con appositi strumenti da campo, misurazioni di parametri chimico-fisici quali:

- temperatura dell'acqua (HANNA Instruments HI9224);
- pH (HANNA Instruments HI9224);
- conducibilità elettrica specifica a 20 °C (HANNA Instruments HI8033);
- ossigeno disciolto (HANNA Instruments HI9141).

Per ogni stazione sono stati prelevati inoltre, in bottiglie di vetro idoneo, campioni di acqua sui quali sono stati calcolati la richiesta chimica di ossigeno (*Chemical Oxygen Demand*, COD), l'ammoniaca (N-NH<sub>4</sub>), il fosforo (P-PO<sub>4</sub>) e i nitrati (N-NO<sub>3</sub>). I metodi utilizzati per queste valutazioni sono:

- *Richiesta chimica di ossigeno (COD)*

Il metodo prevede l'ossidazione delle sostanze organiche e inorganiche presenti nel campione d'acqua, mediante una soluzione di dicromato di potassio in presenza di acido solforico concentrato e di solfato d'argento come catalizzatore dell'ossidazione. L'eccesso di dicromato viene titolato con una soluzione di solfato di ammonio e ferro (II). La concentrazione delle sostanze organiche e inorganiche ossidabili, nelle condizioni del metodo, è proporzionale alla quantità di dicromato di potassio consumato (CNR, 1994).

- *Ammoniaca (N-NH<sub>4</sub>)*

L'ammoniaca è stata calcolata mediante un metodo messo a punto nel Laboratorio di Igiene Ambientale dell'Istituto Superiore di Sanità, che prevede una misura potenziometrica dell'ammoniaca in fase gassosa in equilibrio con il campione alcalinizzato a pH>10 e a forza ionica controllata.

- *Fosforo (P-PO<sub>4</sub>)*

Ai fini di questa determinazione tutto il fosforo presente nel campione deve essere trasformato in ortofosfato. Tale trasformazione viene realizzata con un attacco ossidante per i composti organici e per quelli in cui il fosforo è presente con un numero d'ossidazione inferiore a +5 e con l'idrolisi acida per i polifosfati. Per il dosaggio del fosforo nelle acque è

stato utilizzato il metodo colorimetrico al blu di molibdeno con l'acido ascorbico come riducente (CNR, 1994).

– *Nitrati (N-NO<sub>3</sub>)*

Per il calcolo dell'N-NO<sub>3</sub> si è utilizzato il kit Nitrat test 14771 microquant Merck.

## Analisi microbiologica

Per la definizione della qualità delle acque dal punto di vista microbiologico sono stati ricercati i seguenti microrganismi indicatori di contaminazione fecale, la cui presenza è indice di una probabile presenza di patogeni:

1. Coliformi totali;
2. Coliformi fecali;
3. *Escherichia coli*;
4. Streptococchi fecali;
5. Clostridi solfito riduttori.

I campioni di acqua per le analisi microbiologiche sono stati prelevati in bottiglie sterili, riposti in frigoriferi portatili a 4 °C e trasportati in laboratorio. Le analisi sono state effettuate entro le 24 ore successive.

La tecnica utilizzata per tutti i parametri è stata quella delle membrane filtranti. Con questa tecnica i microrganismi presenti in un campione d'acqua vengono filtrati attraverso membrane costituite da dischi di esteri di cellulosa con pori aventi diametro di 0,45 µm. Le membrane vengono successivamente poste in capsule Petri contenenti terreno di coltura agarizzato che permette, dopo un adeguato periodo di incubazione a temperatura idonea, lo sviluppo di colonie batteriche sulla superficie della membrana. Poiché non è possibile determinare il numero di cellule batteriche dalle quali si è sviluppata una singola colonia, i risultati vengono espressi come "Unità Formanti Colonia" (UFC). Per ogni campione si sono filtrate diverse aliquote (1 ml, 10-1 ml, 10-2 ml) e i risultati ottenuti sono stati riportati a 100 ml.

I terreni utilizzati, le temperature e i tempi di incubazione sono caratteristici per i vari microrganismi e sono di seguito elencati:

- M-ENDO AGAR LES, Merck (lot. n. 980577/741)  
incubato a  $36 \pm 0,5$  °C per 24 h per l'individuazione delle colonie di coliformi totali;
- MFC-AGAR, Merck granulare (lot. n. V773778/616), senza acido rosolico  
incubato a  $44 \pm 0,2$  °C per 24 h per l'individuazione delle colonie di coliformi fecali;
- NUTRIENT AGAR (NA), Oxoid (lot/Ch.-B.:201475) più MUG BR 071E supplemento liofilizzato (Lot/Ch.-B.: 105114)  
incubato a  $44 \pm 0,2$  °C per 4-5 h per l'isolamento delle colonie di *Escherichia coli*;
- m-ENTEROCOCCUS AGAR (MEA), Difco (control 794826)  
incubato a  $36 \pm 0,5$  °C per 48 h per l'individuazione delle colonie di streptococchi fecali;
- BILE AESCULIN AGAR (BEA), Oxoid (lot/Ch-B 202197)  
incubato a  $36 \pm 0,5$  °C per 48 h per i ripassi di conferma degli streptococchi fecali;
- SPS AGAR, BBL (lotto E6 DCCE)  
incubato a  $36 \pm 0,5$  °C per 48 h per l'individuazione delle colonie di clostridi solfito riduttori.

Per quanto riguarda i clostridi solfito riduttori, microrganismi sporigeni e a metabolismo anaerobio, la metodologia delle membrane filtranti prevede alcune operazioni specifiche. I campioni devono essere riscaldati a bagnomaria a  $80 \pm 2$  °C per 10' o a  $60 \pm 2$  °C per 30' per



attivare le forme vegetative. Dopo la filtrazione, inoltre, le membrane vanno posizionate tra due strati di terreno di coltura e incubate in assenza di ossigeno per mantenere lo stato di anaerobiosi, essenziale per il metabolismo di questi microrganismi.

## **Analisi biologica**

### **Raccolta di macroinvertebrati**

Per il campionamento di macroinvertebrati è stata usata una draga a mano di dimensioni standard (25 x 40 cm e 20 maglie per centimetro) per un tempo di tre minuti. I vari fossi sono stati dragati, avendo cura di coprire tutti i microhabitat presenti nell'area in esame, da una sponda all'altra, utilizzando la tecnica del *kick sampling*, consistente nell'appoggiare la draga sul fondo, con l'imboccatura rivolta controcorrente, e nello smuovere il substrato con i piedi in modo da permettere agli organismi rimossi di essere convogliati in rete. Il materiale raccolto in ogni stazione è stato di volta in volta posto in una vaschetta di plastica a fondo bianco ed esaminato in vivo per poter dare un primo giudizio sulla composizione faunistica della stazione. I vari campioni sono stati poi imbustati in sacchetti di polietilene, fissati con alcol al 90%, cartellinati e trasportati in laboratorio per lo smistamento.

Il materiale, una volta portato in laboratorio, è stato sciacquato accuratamente sopra un setaccio per eliminare l'alcol e i sedimenti più sottili. Gli elementi più grossolani come foglie, ramoscelli e ciottoli sono stati eliminati dopo essere stati accuratamente osservati per raccogliere eventuali organismi rimasti attaccati ad essi. Piccole frazioni di materiale venivano poi versate in una bacinella bianca assieme ad un piccolo quantitativo d'acqua avendo cura di distribuire il sedimento omogeneamente sul fondo del contenitore a formare un sottile strato nel quale fosse facile individuare e raccogliere gli organismi. La raccolta è stata effettuata manualmente utilizzando pinzette morbide e gli organismi raccolti, suddivisi nei taxa superiori di appartenenza, sono stati posti in provette singole contenenti alcol al 70% e cartellinate.

La determinazione degli organismi è stata effettuata con l'ausilio di guide per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci (CNR, 1976-1984; Tachet *et al.*, 1987; Campaioli *et al.*, 1994; Sansoni, 1988).

### **Applicazione dell'indice biotico esteso**

L'Indice Biotico Esteso (IBE) (Ghetti, 1995; Ghetti, 1997) è un metodo che fornisce una valutazione sintetica della qualità ambientale di un corso d'acqua basandosi sulla composizione della comunità di macroinvertebrati bentonici. Esso deriva da un analogo metodo inglese proposto da Woodwiss (1978), l'*Extended Biotic Index*, del quale rappresenta l'adattamento alla realtà ambientale italiana.

Il punteggio assegnato tramite l'IBE può essere tradotto in cinque classi di qualità, ognuna rappresentabile con un colore. Questa informazione, opportunamente trasferita su base cartografica, consente di ottenere una zonazione dell'asta fluviale in funzione dello stato di qualità ambientale di immediata fruibilità e di grande sintesi, utile sia alla programmazione degli interventi risanatori che ad una corretta pianificazione del sistema di monitoraggio che, infine, a una valutazione, nel tempo, dell'efficacia di eventuali interventi risanatori.

In seguito alla determinazione del materiale raccolto viene compilata una lista faunistica generale e si procede all'applicazione dell'IBE.

Questo indice richiede una determinazione sistematica dei macroinvertebrati fino al livello tassonomico, stabilito sperimentalmente, di genere o famiglia che è diverso a seconda dei gruppi e che serve a definire le Unità Sistematiche (US) (Tabella 1) (Ghetti, 1997). Nelle Tabelle che seguono, i gruppi faunistici sono riportati secondo l'ordine di sensibilità all'inquinamento.

Tabella 1. Limiti obbligati per la definizione delle US

Gruppi faunistici	Livelli di determinazione tassonomica per definire le US
Plecotteri	Genere
Tricotteri	Famiglia
Efemerotteri	Genere
Coleotteri	Famiglia
Odonati	Genere
Ditteri	Famiglia
Eterotteri	Famiglia
Crostacei	Famiglia
Gasteropodi	Famiglia
Bivalvi	Famiglia
Tricladi	Genere
Irudinei	Genere
Oligocheti	Famiglia
Megalotteri, Planipenni, Nematomorfi Nemertini*	<i>presenza</i>

\* taxa rinvenuti poco frequentemente nelle acque correnti italiane

Si fa poi riferimento alla Tabella 2 (Ghetti, 1997) costruita considerando verticalmente il numero totale delle US raccolte e orizzontalmente il grado decrescente di sensibilità all'inquinamento dei vari taxa. Gli ingressi orizzontale e verticale vengono quindi scelti rispettivamente in corrispondenza del taxon più sensibile, raccolto in un determinato sito, e del numero totale delle US presenti, e determinano nel loro punto di congiunzione il valore dell'indice.

Tabella 2. Tabella per il calcolo del valore dell'IBE

Gruppi faunistici	US raccolte	US totali costituenti la comunità								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-
Plecotteri ( <i>Leuctra</i> °)	Più di una	--	--	8	9	10	11	12	13*	14*
	Una	--	--	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri (Baetidae Caenidae°°)	Più di una	--	--	7	8	9	10	11	12	--
	Una	--	--	6	7	8	9	10	11	--
Tricotteri	Più di una	--	5	6	7	8	9	10	11	--
	Una	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Gammaridi, Atiidae e Palemonidae	Sopra assenti	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Asellidi	Sopra assenti	--	3	4	5	6	7	8	9	--
Oligocheti o Chironomidi	Sopra assenti	1	2	3	4	5	--	--	--	--
Taxa sopra assenti	Sopra assenti	0	1	--	--	--	--	--	--	--

-- giudizio dubbio, per errore di campionamento, per presenza di organismi di drift non scartati dal computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologia non valutabile con l'indice (es. sorgenti, acque di scioglimento di nevali, acque ferme, zone deltizie, salmastre).

\* questi valori di indice vengono raggiunti raramente nelle acque correnti italiane, per cui occorre prestare attenzione, sia nell'evitare la somma di biotipologie (incremento artificioso della ricchezza in taxa) che nel valutare eventuali effetti prodotti dall'inquinamento, trattandosi di ambienti con una naturale elevata ricchezza in taxa.

° nelle comunità in cui *Leuctra* è presente come unico taxon di Plecotteri e sono contemporaneamente assenti gli Efemerotteri (o presenti solo Baetidae e Caenidae), *Leuctra* deve essere considerata al livello dei Tricotteri per definire l'entrata orizzontale in tabella

°° per la definizione dell'ingresso orizzontale in tabella le famiglie Baetidae e Canidae vengono considerate a livello dei Tricotteri

Dal valore dell'IBE si risale, mediante la Tabella 3 (Ghetti, 1997), alla classe di qualità che va da I (acque non inquinate) a V (acque fortemente inquinate) e che può essere rappresentata cartograficamente mediante diversi colori o tratteggi convenzionali.

**Tabella 3. Conversione dei valori dell'IBE in Classi di Qualità (CQ), con relativo giudizio e colore standard per la rappresentazione cartografica**

CQ	IBE	Giudizio	Colore
I	10-11-12	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	Azzurro
II	8-9	Ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento	Verde
III	6-7	Ambiente inquinato o comunque Alterato	Giallo
IV	4-5	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato	Arancio
V	1-2-3	Ambiente fortemente inquinato o fortemente alterato	Rosso

### Analisi dell'ittiofauna

L'indagine sull'ittiofauna è stata avviata eseguendo pescate sperimentali con elettrostorditore (*elettro-fishing*) in alcune aree ristrette di campionamento. In un secondo momento, al fine di minimizzare lo stress per gli esemplari catturati, è stata programmata l'esecuzione di una campagna di pesca con l'utilizzo di bertovelli, in postazioni fisse di cattura. Tali attrezzi, messi in opera nel corso della giornata, vengono salpati al mattino seguente, in maniera da prelevare gli esemplari catturati per il riconoscimento e il rilevamento dei principali parametri biometrici, e il successivo rilascio.

### Analisi dell'ornitofauna

La composizione delle comunità ornitiche presenti all'interno del Parco suburbano dell'Appia Antica è stata indagata, nel primo anno di studio, con tre escursioni effettuate nel periodo aprile-giugno 1999. I dati di tipo qualitativo raccolti durante queste escursioni hanno portato alla stesura di una check-list delle specie osservate.

Sono state considerate come specie di interesse conservazionistico quelle incluse:

- nella "Lista rossa degli uccelli nidificanti in Italia" (LIPU & WWF, 1999);
- nell'allegato I della Direttiva del Consiglio europeo 79/409/CEE concernente la "conservazione degli uccelli selvatici";
- nelle categorie SPEC 1-3 delle "Specie europee di uccelli di interesse conservazionistico" (Tucker & Heath, 1994).

Nel secondo anno di studi la comunità ornitica nidificante in prossimità dei corsi d'acqua, oggetto della presente indagine, è stata caratterizzata mediante il metodo standardizzato delle stazioni d'ascolto (Blondel *et al.*, 1970). In accordo con diversi autori, il periodo di permanenza nella stazione è stato ridotto a dieci minuti, rispetto ai 20 minuti della metodologia originaria, in quanto è stato osservato che la maggioranza delle specie viene registrata nei primi minuti di rilevamento (Fuller & Langslow, 1984; Sorace *et al.*, 2000).

Complessivamente sono state effettuate 13 stazioni d'ascolto scelte a ridosso dei siti selezionati per la caratterizzazione della qualità dei corsi d'acqua del Parco. Le stazioni sono state ripetute due volte: la prima agli inizi di aprile e la seconda a fine maggio. Le stazioni d'ascolto sono state effettuate nelle prime ore del mattino, in giornate senza pioggia e con vento scarso o assente, annotando solo le specie rilevate in un raggio di 25 m dal rilevatore.

Sono stati calcolati i seguenti parametri delle comunità ornitiche: ricchezza (S); abbondanza di individui (A); numero di specie dominanti, cioè numero di specie in cui la frequenza relativa ( $f_i$ ) > 0,05 (Turcek, 1956; Oelke, 1980); diversità delle specie (H) (Shannon & Weaver, 1963); equiripartizione (J) (Lloyd & Ghepardi, 1964; Pielou, 1966); % di non-Passeriformi.

## Analisi ecosistemica

### Applicazione dell'indice di funzionalità fluviale

Gli indici biotici, pur considerando la complessità biologica delle comunità delle specie indicatrici, tengono in considerazione, per la valutazione della qualità ambientale, un ristretto numero di variabili. Sono state quindi sviluppate 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 il sistema reico e l'intero bacino idrografico circostante, con un approccio quindi sempre più ecosistemico. In questa nuova ottica assumono importanza, per una valutazione della qualità ambientale, tutta una serie di fattori (es. uso del territorio circostante, input energetici alloctoni, strutture delle rive) che non vengono presi in considerazione dagli indici biotici.

Alcuni indici, che prendono in considerazione quanto sopra detto, sono stati messi a punto dall'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente; tra questi, l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) (ANPA, 2000) sembra essere maggiormente adattabile alla situazione dei corsi d'acqua italiani. La scheda dell'IFF è stata elaborata per una maggiore aderenza con la realtà dei corsi d'acqua italiani ed è composta da 14 domande, riportate nella Tabella 4 (ANPA, 2000) che trattano argomenti relativi allo stato naturale del corso d'acqua e legati tra loro in modo tale da rendere bilanciata la scheda. Le domande 1-4 riguardano le condizioni vegetali delle rive e del territorio, in cui si valutano le diverse tipologie strutturali degli elementi che condizionano l'ambiente fluviale. Le due successive trattano la struttura fisica e morfologica delle rive poiché direttamente correlate alle caratteristiche di tipo idraulico. Le domande 7-11 si riferiscono alla struttura dell'alveo bagnata, attraverso l'individuazione delle tipologie collegate con la capacità autodepurativa di un corso d'acqua. Le domande 12-14 si riferiscono alle caratteristiche biologiche come la struttura delle popolazioni di piante acquatiche e *macrobenthos* e la conformazione del detrito, in quanto considerato input energetico che può condizionare la struttura dei viventi, agendo sulla catena trofica dell'ecosistema. La compilazione della scheda termina con il calcolo della somma dei pesi corrispondenti alle risposte individuate con un punteggio, o "score", che va da 14 (valore minimo) a 300 (valore massimo). Il punteggio finale è stato tradotto in cinque classi di funzionalità (da I a V), con possibili situazioni intermedie che garantiscono un passaggio graduale da una classe alla successiva (Tabella 5) (ANPA, 2000). Ad ogni classe è stato poi associato un colore ai fini della redazione di mappe di funzionalità.

Nonostante la metodologia preveda una singola applicazione dell'indice durante l'anno, si è preferito procedere stagionalmente a causa dell'elevata antropizzazione dell'area in esame e della conseguente estrema variabilità delle caratteristiche ecologiche considerate.

**Tabella 4. Scheda per l'applicazione dell'IFF**

	Riv. sx	Riv dx
<b>1) Stato del territorio circostante</b>		
a) Foreste e boschi	25	25
b) Prati, pascoli, boschi, pochi arativi e incolti	20	20
c) Colture stagionali in prevalenza e/o arativi misti e/o colture permanenti; urbanizzazione rada	5	5
d) Aree urbanizzate	1	1
<b>2) Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria</b>		
a) Formazioni arboree riparie	30	30
b) Formazioni arbustive riparie (saliceti arbustivi) e/o canneto	25	25
c) Formazioni arboree non riparie	10	10
d) Vegetazione arbustiva non riparia o erbacea o assente	1	1

segue

continua

	Riv. sx	Riv dx
<b>2bis) Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria</b>		
a) Formazioni arboree riparie	20	20
b) Formazioni arbustive riparie (saliceti arbustivi) e/o canneto	15	15
c) Formazioni arboree non riparie	5	5
d) Vegetazione arbustiva non riparia o erbacea o assente	1	1
<b>3) Ampiezza della fascia di vegetazione perifluviale arborea e arbustiva</b>		
a) Fascia di vegetazione perifluviale > 30 m	20	20
b) Fascia di vegetazione perifluviale 5-30 m	15	15
c) Fascia di vegetazione perifluviale 1-5 m	5	5
d) Fascia di vegetazione perifluviale assente	1	1
<b>4) Continuità della fascia di vegetazione perifluviale arborea e arbustiva</b>		
a) Senza interruzioni	20	20
b) Con interruzioni	10	10
c) Interruzioni frequenti o solo erbacea continua e consolidata	5	5
d) Suolo nudo o vegetazione erbacea rada	1	1
<b>5) Condizioni idriche dell'alveo</b>		
a) Larghezza dell'alveo di morbida inferiore al triplo dell'alveo bagnato		20
b) Alveo di morbida maggiore del triplo dell'alveo bagnato (fluttuazioni di portata stagionali)		15
c) Alveo di morbida maggiore del triplo dell'alveo bagnato con fluttuazioni di portata frequenti		5
d) Alveo bagnato molto ridotto o quasi inesistente (o impermeabilizzazioni del fondo)		1
<b>6) Conformazione delle rive</b>		
a) Con vegetazione arborea e/o massi	25	25
b) Con erbe e arbusti	15	15
c) Con sottile strato erboso	5	5
d) Rive nude	1	1
<b>7) Strutture di ritenzione degli apporti trofici</b>		
a) Alveo con grossi massi e/o tronchi stabilmente incassati o presenza di fasce di canneto o idrofite.		25
b) Massi e/o rami presenti con deposito di sedimento (o canneto o idrofite rade e poco estese)		15
c) Strutture di ritenzione libere e mobili con le piene (o assenza di canneto o idrofite)		5
d) Alveo di sedimenti sabbiosi privo di alghe, o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme		1
<b>8) Erosione</b>		
a) Poco evidente e non rilevante	20	20
b) Solamente nelle curve e/o nelle strettoie	15	15
c) Frequente con scavo delle rive e delle radici	5	5
d) Molto evidente con rive scavate e franate o presenza di interventi artificiali	1	1
<b>9) Sezione trasversale</b>		
a) Naturale		15
b) Naturale con lievi interventi artificiali		10
c) Artificiale con qualche elemento naturale		5
d) Artificiale		1
<b>10) Fondo dell'alveo</b>		
a) Diversificato e stabile		25
b) A tratti mobile		15
c) Facilmente mobile		5
d) Artificiale o cementato		1

segue

continua

	Riv. sx	Riv dx
<b>11) Raschi, pozze o meandri</b>		
a) Ben distinti e ricorrenti		25
b) Presenti a distanze diverse e con successione irregolare		20
c) Lunghe pozze che separano corti raschi o viceversa, pochi meandri		5
d) Meandri, raschi e pozze assenti, percorso raddrizzato		1
<b>12) Componente vegetale in alveo bagnato in acque a flusso turbolento</b>		
a) Periphyton rilevabile solo al tatto e scarsa copertura di macrofite		15
b) Periphyton scarsamente sviluppato e copertura macrofittica limitata		10
c) Periphyton discreto o scarsamente sviluppato con elevata copertura di macrofite		5
d) Periphyton spesso, o discreto con elevata copertura di macrofite		1
<b>12 bis) Componente vegetale in alveo bagnato in acque a flusso laminare</b>		
a) Periphyton poco sviluppato e scarsa copertura di macrofite tolleranti		15
b) Periphyton discreto con scarsa copertura di macrofite tolleranti, o scarsamente sviluppato con limitata copertura di macrofite tolleranti		10
c) Periphyton discreto o poco sviluppato con significativa copertura di macrofite tolleranti		5
d) Periphyton spesso e/o elevata copertura di macrofite tolleranti		1
<b>13) Detrito</b>		
a) Frammenti vegetali riconoscibili e fibrosi		15
b) Frammenti vegetali fibrosi e polposi		10
c) Frammenti polposi		5
d) Detrito anaerobico		1
<b>14) Comunità macrobentonica</b>		
a) Ben strutturata e diversificata, adeguata alla tipologia fluviale		20
b) Sufficientemente diversificata ma con struttura alterata rispetto a quanto atteso		10
c) Poco equilibrata e diversificata con prevalenza di taxa tolleranti all'inquinamento		5
d) Assenza di una comunità strutturata; presenza di pochi taxa tutti piuttosto tolleranti all'inquinamento		1

**Tabella 5. Conversione dei valori di IFF in classi di funzionalità, con relativo giudizio e colore standard per la rappresentazione cartografica**

Valore dell'IFF	Classe di funzionalità	Giudizio di funzionalità	Colore
261-300	I	ottimo	blu
251-260	I-II	ottimo-buono	blu-verde
201-250	II	buono	verde
181-200	II-III	buono-mediocre	verde-giallo
121-180	III	mediocre	giallo
101-120	III-IV	mediocre-scadente	giallo-arancio
61-100	IV	scadente	arancio
51-60	IV-V	scadente-pessimo	arancio-rosso
14-50	V	pessimo	rosso

Un precursore dell'IFF, il fattore *Riparian Channel Environmental II* (RCE-II) (Siligardi & Maiolini, 1993), è stato applicato nel primo anno di studio in quanto in quel periodo l'IFF era ancora in fase di messa a punto finale e pubblicazione.

## **Analisi ecotossicologica**

Il campione di acqua tal quale fresco è stato sottoposto ad esame mediante biosaggio MICROTOX. Il principio di questo biosaggio consiste nella sensibilità alle sostanze tossiche mostrata dal batterio marino di profondità *Vibrio fischeri* che, a contatto con quattro diluizioni scalari della sostanza sospetta, in caso di tossicità perde parte della bioluminescenza che lo caratterizza. Questa perdita, proporzionale alla quantità di tossina con cui il batterio viene a contatto, può essere misurata con un luminometro che la converte in un valore di scala. I quattro valori scalari così ottenuti, più un bianco di riferimento, vengono elaborati in una curva di regressione, di cui vengono calcolati i limiti di confidenza. Il tempo di contatto del batterio con la sostanza tossica può essere di cinque o quindici minuti, e i valori misurati in questi due tempi diversi permettono di ottenere curve riferibili rispettivamente all'effetto "acuto" e all'effetto "cronico" della tossina. Dalla curva di regressione si può estrapolare il valore di EC50 a 5 o 15 minuti, pari alla quantità di tossina necessaria per diminuire la luminosità batterica del 50% (Gucci *et al.*, 1991).

## STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

La scelta delle stazioni di campionamento riveste un ruolo cruciale nell'ambito della progettazione di una rete di monitoraggio. Tale compito assume un'importanza ancora maggiore alla luce della recente normativa nazionale sulla tutela delle acque (DL.vo 11 maggio 1999, n. 152) nonché della nuova Direttiva Comunitaria (2000/60/CE) di futuro recepimento. Tali direttive dettano, infatti, precise scadenze temporali e impongono precisi obiettivi di qualità per raggiungere i quali è necessario prestare estrema attenzione, tra l'altro, proprio alla fase di pianificazione della rete di monitoraggio. In quest'ambito, al di là delle indicazioni generali, risulta di fondamentale importanza iniziare ad avere un'ottica più ampia ragionando a scala di bacino e in termini di pressioni globali non limitandosi solamente, come da tradizione, agli scarichi puntiformi che pur rivestono un'importanza fondamentale nel determinare lo stato di qualità del corpo idrico recettore. Proprio nell'ottica di un approccio più ampio a quelle che potrebbero essere le pressioni potenziali alle quali è soggetto un corso idrico nell'ambito del suo bacino idrografico rispondono le stazioni identificate nel Parco Regionale dell'Appia Antica. La localizzazione risponde quindi ai principi generali delle normative di settore ma viene anche considerata con attenzione la presenza di particolari valori naturalistici e/o paesaggistici come è l'area di studio (Figura 1).

### Prima campagna di studio

Le 12 stazioni campionate durante il primo anno di lavoro sono situate in vari fossi all'interno del Parco dell'Appia Antica. Le localizzazioni e le denominazioni delle stazioni sono riportate nella Tabella 6.

**Tabella 6. Localizzazione e denominazione delle stazioni di campionamento nella prima campagna di studio**

Corso d'acqua		Nome stazione
Fosso dello Statuario-Almone		Capannelle Quarto Miglio Vaccareccia Cartiera Latina
Marrana della Caffarella	<i>ramo destro</i>	Vivaio * Vaccareccia bis
	<i>ramo sinistro</i>	Redicolo Ninfeo Egeria
Fosso Acqua Mariana-Patatona		Appia Nuova Chiesetta S. Antonio
Fosso delle Cornacchiole		Torricola
Fosso di Fiorano		Colle Fiorano

\* la localizzazione della stazione è stata leggermente modificata per ragioni logistiche nel terzo e quarto campionamento.

Nella successiva analisi dei risultati andrà tenuto conto che la localizzazione delle stazione 5 (Vivaio) è stata spostata, tra il secondo e terzo campionamento, di poche decine di metri a causa



di sopraggiunte difficoltà di accesso. La stazione Chiesetta S. Antonio è stata rinvenuta priva di flusso nel terzo e quarto campionamento a causa di lavori di sistemazione idraulica a monte della stazione stessa, ed è stata quindi spostata su un ramo parallelo. Per le misure idrologiche tale stazione è stata ridenominata stazione Chiesetta-Ferrovia.



Figura 1. Localizzazione e denominazione delle stazioni di campionamento

Le stazioni sono state campionate stagionalmente nelle seguenti date:

- primo campionamento (estate): 15 settembre 1998
- secondo campionamento (autunno): 24 novembre 1998
- terzo campionamento (inverno): 16 febbraio 1999
- quarto campionamento (primavera): 12 maggio 1999

## Seconda campagna di studio

Rispetto al monitoraggio effettuato nel 1998-1999, nel secondo anno di lavoro si è ritenuto opportuno modificare le stazioni di campionamento concentrando l'attenzione su quelle più significative dal punto di vista della criticità e della vulnerabilità e includendo nelle aree testimoni corsi d'acqua recentemente inseriti nell'area del Parco. Le 13 stazioni di campionamento selezionate sono state quindi distribuite nei vari fossi all'interno del Parco dell'Appia Antica in modo da avere un quadro significativo della qualità delle acque superficiali che ricadono nel Parco. Le localizzazioni e le denominazioni delle stazioni sono riportate nella Tabella 7.

**Tabella 7. Localizzazione e denominazione delle stazioni di campionamento nella seconda campagna di studio.**

Corso d'acqua	Nome stazione
Fosso dello Statuario-Almone	Via Armentieri Sfascio Appia Pignatelli Cartiera Latina *
Marrana della Caffarella	Marrana sinistra Vaccareccia bis *
<i>ramo sinistro</i> <i>ramo destro</i>	
Fosso delle Cornacchiole	Torricola *
Fosso dell'Acqua Mariana	Colle Oliva* Appia Nuova
Fosso di Fioranello	Ferrovia Ardeatina
Fosso Oliletaccio	Acqua Santa
Fosso Tor Carbone	Tormarancia

\* stazione già campionata durante la prima campagna di studio

Le stazioni sono state campionate stagionalmente nelle seguenti date:

- primo campionamento (estate): 11 settembre 2000
- secondo campionamento (autunno): 12 dicembre 2000
- terzo campionamento (inverno): 19 febbraio 2001
- quarto campionamento (primavera): 19 giugno 2001

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Prima campagna di studio

#### Applicazione dell'IBE e dell'RCE-II

Nelle Tabelle A1-A4, in Appendice A, sono riportate le liste faunistiche relative ai quattro campionamenti. Nelle Tabelle 8 e 9 sono riportati i valori ottenuti, nelle quattro stagioni, per gli indici IBE ed RCE-II e le relative classi di qualità.

**Tabella 8. Valori dell'IBE nelle varie stazioni e relative classi di qualità**

Stazione di campionamento		Stagione			
		estate	autunno	inverno	primavera
Capannelle	US	10	6	4	2
	IBE	4	3	2	2
	CQ	IV	V	V	V
Quarto Miglio	US	5	2	4	2
	IBE	2	2	2	2
	CQ	V	V	V	V
Vaccareccia	US	5	3	4	5
	IBE	4	2	4	4
	CQ	IV	V	IV	IV
Cartiera Latina	US	4	5	5	4
	IBE	2	4	4	4
	CQ	V	IV	IV	IV
Vivaio	US	15	16	1	7
	IBE	7	9	1	5
	CQ	III	II	V	IV
Vaccareccia bis	US	16	17	18	18
	IBE	8	9	8	8
	CQ	II	II	II	II
Redicolo	US	7	14	15	12
	IBE	5	7	7	7
	CQ	IV	III	III	III
Ninfeo Egeria	US	9	6	5	6
	IBE	5	5	4	5
	CQ	IV	IV	IV	IV
Appia Nuova	US	8	7	2	6
	IBE	5	7	4	5
	CQ	IV	III	IV	IV
Chiesetta S. Antonio	US	2	2	1	4
	IBE	2	2	1	2
	CQ	V	V	V	V
Torricola	US	1	5	2	5
	IBE	1	2	2	2
	CQ	V	V	V	V
Colle Fiorano	US				
	IBE	-	-	-	-
	CQ	V	V	V	V

Tabella 9. Classi di qualità ottenute mediante l'RCE-II nelle varie stazioni

Stazione di campionamento	Stagione			
	estate	autunno	inverno	primavera
Capannelle	IV	IV	V	V
Quarto Miglio	III	IV	IV	IV
Vaccareccia	III	IV	V	V
Cartiera Latina	IV	V	V	V
Vivaio	III	IV	IV	IV
Vaccareccia bis	III	III	IV	IV
Redicolo	III	III	IV	IV
Ninfeo Egeria	IV	IV	IV	IV
Appia Nuova	III	IV	V	V
Chiesetta S. Antonio	IV	IV	V	V
Torricola	IV	IV	V	V
Colle Fiorano	V	V	V	V

L'analisi dei risultati ottenuti dai campionamenti stagionali nell'arco di un anno evidenzia come la qualità ambientale del Fosso dello Statuario-Almone, il corso d'acqua principale del Parco dell'Appia Antica, sia compromessa. Le stazioni localizzate sull'asta principale sono, infatti, caratterizzate tutte da una fauna molto poco diversificata, rappresentata quasi esclusivamente da Ditteri, Oligocheti e Gasteropodi, taxa ubiquitari che si adattano anche a condizioni di estremo degrado. La diretta conseguenza di questa composizione faunistica è rappresentata dai valori dell'IBE che assegna infatti a queste stazioni una classe di qualità altalenante tra la IV, corrispondente ad un giudizio di ambiente molto inquinato, e la V, corrispondente ad un giudizio di ambiente fortemente inquinato. Nella stazione di Capannelle si può osservare una fauna più diversificata grazie alla presenza, oltre che di Ditteri, Oligocheti e Gasteropodi, anche di altri taxa di insetti quali Coleotteri, Odonati ed Emitteri. Non si tratta di taxa particolarmente sensibili al carico organico e infatti non si osservano modifiche nei punteggi attribuibili tramite l'IBE. Tra l'altro il numero di taxa è relativamente elevato, in questa stazione, solo in una stagione mentre nel resto dell'anno è più o meno in linea con quanto avviene nelle altre stazioni. Da giugno 1999 sono iniziati presso questa stazione una serie di lavori miranti a ristabilire la continuità della via Appia Antica con il sottopasso del Grande Raccordo Anulare. Questi lavori hanno progressivamente causato una serie di modifiche e deviazioni al tratto in questione fino ad arrivare alla completa intubazione e conseguente scomparsa dell'area di campionamento. Sarebbe pertanto opportuna una verifica delle opere adottate per minimizzare l'impatto dei lavori.

La composizione faunistica delle stazioni situate sugli affluenti del Fosso dello Statuario-Almone sembra essere più diversificata rispetto a quanto riscontrato nel fosso principale e di conseguenza la qualità ambientale calcolabile mediante l'IBE raggiunge livelli discreti in almeno un paio di stazioni.

Nelle stazioni Vivaio e Vaccareccia bis, entrambe localizzate sul ramo destro della Marrana della Caffarella, la fauna macrobentonica è piuttosto articolata (si raggiunge un massimo di 26 taxa totali nella stazione Vaccareccia bis) e comprende numerosi ordini di Insetti tra i quali possiamo segnalare, oltre a Coleotteri Odonati e Ditteri, anche Tricotteri ed Efemerotteri. I taxa di Tricotteri raccolti in queste stazioni comprendono famiglie quali Polycentropodidae, Leptoceridae o Psychomyiidae caratteristiche di acque debolmente correnti o stagnanti e in ogni caso abbastanza resistenti a condizioni di inquinamento organico. Anche i taxa di Efemerotteri che sono stati raccolti in queste stazioni, *Caenis* sp., *Baetis* sp., e *Centroptilium* sp., sono

piuttosto eurieci e vengono spesso trovati in habitat anche abbastanza compromessi, ma ciò non toglie che la relativamente ampia diversificazione faunistica delle due stazioni permetta di assegnare loro prevalentemente la II classe di qualità, corrispondente ad ambienti nei quali sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento. Nella stazione Vivaio è possibile osservare un netto peggioramento della qualità ambientale solo nei campionamenti invernale e primaverile, nei quali la classe di qualità attribuibile mediante l'IBE crolla dalla II alla V o IV. Ciò è avvenuto perchè il punto di campionamento è stato spostato, per ragioni logistiche, di poche decine di metri, proprio tra il campionamento autunnale e quello invernale. Questo dato dimostra come l'estrema fragilità dell'habitat in questione, conseguenza dei numerosi impatti di tipo antropico, non consenta lo stanziamento permanente e continuativo di un certo tipo di fauna per tratti di fiume anche di modesta lunghezza ma causi variazioni estremamente marcate anche in habitat posti a stretto contatto tra di loro.

Nel ramo sinistro della Marrana della Caffarella, sul quale sono localizzate le stazioni Redicolo e Ninfeo Egeria, si riscontra una situazione peggiore rispetto a quella del ramo destro a causa di una minore diversificazione dell'entomofauna. Se nella stazione Redicolo questa diminuzione è ancora piuttosto contenuta e la classe di qualità assegnata dall'IBE è quasi sempre la III (ambiente inquinato), altrettanto non si può dire per la stazione Ninfeo di Egeria, nella quale scompaiono Tricotteri ed Efemerotteri che pur erano presenti nella stazione precedente con taxa piuttosto eurieci. La classe di qualità assegnabile a questa stazione mediante l'IBE è quindi solamente la IV (ambiente molto inquinato). Questi dati evidenziano la fragilità degli ecosistemi in studio che, risultando dei serbatoi di ricolonizzazione dell'asta principale, dovrebbero essere mantenuti e salvaguardati poichè basta la modifica di un microambiente per alterare in modo irreparabile la comunità.

Nella stazione Appia Nuova, situata sul Fosso dell'Acqua Mariana, pur essendo stati ritrovati 3 taxa di Efemerotteri quali *Caenis* sp., *Baetis* sp., e *Centroptilium* sp., che consentono un buon ingresso orizzontale nella tabella per il calcolo dell'IBE, non si riscontra una rilevante diversificazione della comunità di macroinvertebrati e i valori dell'IBE rimangono di conseguenza piuttosto bassi permettendo di assegnare la III classe di qualità solo nel campionamento autunnale e la IV nelle altre stagioni. Nella stazione Chiesetta S. Antonio, situata anch'essa sul Fosso dell'Acqua Mariana, e nella stazione Torricola, situata sul Fosso delle Cornacchiole le condizioni di degrado sono massime e in esse sono stati raccolti quasi esclusivamente Chironomidi e Oligocheti che consentono di assegnare soltanto la V classe di qualità. Stessa classe è stata assegnata alla stazione Colle Fiorano, situata sul Fosso di Fiorano, nella quale i campionamenti non sono stati effettuati poichè il corpo fluviale era costituito pressochè esclusivamente da scarichi inquinanti.

Per quanto riguarda l'indice fisionomico RCE-II si può constatare come esso fornisca valori non sempre in accordo con quelli dell'IBE. Confrontando le classi di qualità attribuibili con i due indici si ottiene infatti una correlazione molto bassa, pari a 0,31.

Questo dato evidenzia le diversità tra i due metodi: il primo, l'IBE, rivolge l'attenzione all'acqua e a tutto quello che incide direttamente e indirettamente sulla qualità, il secondo, l'RCE-II, rappresenta in modo sintetico le funzionalità fluviali dell'ecosistema nel suo complesso, comprese le rive e le funzioni tampone che possono effettuare se vegetate adeguatamente.

I dati dell'RCE-II evidenziano una funzionalità fluviale compromessa su tutto il reticolo idrografico con classi di qualità che vanno dalla IV alla V. Fanno eccezione i due rami, in destra e sinistra orografica, della Marrana della Caffarella che conservano ancora una certa funzionalità con una III classe di qualità e variazioni stagionali che evidenziano la particolare fragilità di questi ecosistemi.

## Ittiofauna

Nell'ambito delle attività finalizzate alla caratterizzazione della vertebrofauna del Parco, è stata avviata un'indagine sulla ittiofauna dell'area. L'obiettivo è stato quello di acquisire dati originali per il censimento delle specie ittiche e la loro distribuzione all'interno dell'area protetta, evidenziando eventuali problematiche legate alla conservazione delle popolazioni autoctone e identificando possibili interventi ecocompatibili tesi al loro incremento. In considerazione del peculiare carattere di relativo isolamento dei corsi d'acqua del Parco è infatti ipotizzabile la presenza di popolazioni ittiche abbastanza integre e poco manipolate geneticamente, almeno negli ultimi 30 anni (interruzione del contatto diretto del Fosso dell'Almone con il Tevere).

Alcune osservazioni preliminari sull'ittiofauna eseguite dai guardiaparco hanno già messo in evidenza la presenza della Rovella (*Rutilus rubilio*) e dello Spinarello (*Gasterosteus aculeatus*) in aree ristrette. Su tali popolazioni sono state eseguite ulteriori indagini finalizzate alla identificazione di eventuali altre aree di presenza, soprattutto all'interno dei corsi d'acqua minori.

Al momento non sono stati rilevati altri esemplari di ittiofauna negli ambienti lentic del Parco.

Delle due specie censite, lo Spinarello sembra comunque quella sicuramente presente in origine, mentre la Rovella è probabilmente stata introdotta di recente. Entrambe le specie sono indigene del bacino dell'Almone e quindi di interesse conservazionistico.

Tra gli interventi tesi alla loro salvaguardia, in considerazione della forte contrazione di habitat fisici idonei per lo sviluppo dei diversi stadi vitali (uova embrionate, larve giovanili e adulti), è ipotizzabile la realizzazione di piccoli ambienti lotici equipaggiati con "nidi artificiali" per consentire la riproduzione e lo sviluppo dei primi stadi larvali, soprattutto della Rovella.

In prima ipotesi la creazione di tali aree dovrebbe prevedere la realizzazione di canali artificiali a fondo naturale e di disegno "meandrizzato" e di piccoli bacini di calma. Queste zone nidali artificiali, opportunamente rinaturalizzate attraverso la piantumazione di idrofite radicate (es. Eloffite), avranno la duplice funzione di riqualificazione delle caratteristiche qualitative delle acque dell'asta fluviale dell'Almone e di creazione di substrati idonei per la riproduzione di specie ittiche a deposizione prevalentemente fitofila come la Rovella.

Vengono di seguito riportate le schede biologiche delle specie rinvenute:

– *Rutilus rubilio* (Bonaparte, 1837)

*R. rubilio* è una specie indigena delle regioni centro-meridionali italiane, che tuttavia, fino al 1982, è stata considerata con *Rutilus erythrophthalmus* (Zerunian, 1982), specie endemica nelle regioni dell'Italia settentrionale, un'unica specie indicata come Triotto.

La Rovella è una specie di taglia medio-piccola che può raggiungere i 22 cm di lunghezza totale e i 130 g di peso. Queste taglie sono state rilevate in esemplari di sesso femminile, più grandi dei maschi, catturati nel tratto terminale del fiume Tevere. Questo ciprinide dal corpo fusiforme e testa piccola è caratterizzato da una colorazione del corpo grigio-brunastro, più scura nella regione dorsale, e da una banda scura, sui fianchi, ben evidente tra il peduncolo caudale e l'inserzione della pinna anale. Le pinne pari e anale sono invece di un colore rossiccio, più accentuato in epoca riproduttiva (aprile-maggio).

La Rovella è una delle specie a più elevata valenza ecologica tra i ciprinidi reofili, grazie al notevole livello di adattabilità ad alterazioni degli habitat fisici e delle caratteristiche qualitative delle acque. La popolazione del bacino del Tevere è in forte pericolo di inquinamento genetico a causa delle continue transfaunazioni operate storicamente e recentemente, in coincidenza di ripopolamenti con "materiale da semina" proveniente dal Nord Italia, che hanno portato all'introduzione e successivo acclimatemento del Triotto.

In questo senso, il rilevamento di alcuni esemplari di *R. rubilio* in aree ristrette del bacino dell'Almone, all'interno dell'area del Parco, dovrebbe indurre l'attivazione di interventi mirati alla tutela della popolazione autoctona.

– *Gastosteus aculeatus* (Linnaeus, 1758)

*G. aculeatus* è una specie polimorfica distribuita in maniera frammentaria, in molti bacini idrografici italiani, soprattutto in corrispondenza di risorgive, nelle acque interne e in ambienti salmastri costieri. Lo Spinarello è un pesce di taglia minuta che di rado supera 10 cm di lunghezza totale. Questo piccolo Gasterosteide, dal corpo ovoidale, compresso in senso laterale, è caratterizzato dalla presenza di alcune spine (in genere 3) isolate, prima della pinna dorsale.

A seconda delle popolazioni, possono essere rilevate delle placche ossee, generalmente disposte nella porzione mediana del corpo, tra la regione post-opercolare e il peduncolo caudale. Da questa caratteristica possono essere distinte almeno 3 popolazioni:

- popolazioni *trachurus* caratterizzate dalla presenza di numerose placche ossee, di colore argenteo e migratrici anadrome;
- popolazioni *leiurus*, che rappresentano la maggioranza delle popolazioni distribuite nelle acque interne italiane, con un numero ridotto di placche ossee e assenza della carena sul peduncolo caudale, di colore verdastro e di taglia molto ridotta;
- popolazioni *semiarmatus*, presenti in alcuni ambienti salmastri della Sardegna, caratterizzate dalla ridotta presenza di placche ossee, come nella forma *leiurus*, ma presentanti la carena sul peduncolo caudale, tipica invece della forma *trachurus*.

Nel bacino dell'Almone sono stati rilevati alcuni esemplari, nei pressi di una risorgiva, che ad una prima analisi macroscopica possono essere riportati al fenotipo tipico delle popolazioni *leiurus*.

Essendo tra le specie ittiche delle acque interne a più elevata "sensibilità intrinseca" in forte contrazione in tutti i bacini idrografici italiani, a causa del deterioramento della qualità delle acque, risultano essenziali interventi di tutela della popolazione presente nel Parco, attraverso la conservazione delle aree di emersione delle acque sotterranee e l'eventuale creazione di habitat idonei.

## Ornitofauna

Complessivamente sono state osservate 45 specie (Tabella 10) di cui 12 non Passeriformi (26,7%) e 33 appartenenti all'ordine dei Passeriformi (73,3%). Le specie di interesse conservazionistico sono risultate 9 (20,0%).

Tra le specie esclusive dei corsi d'acqua è stata rilevata solo la Gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*). Tra le altre specie osservate la Ballerina bianca, sebbene non esclusiva di corsi d'acqua, è una specie rinvenuta spesso in ambienti lotici mentre l'Usignolo di fiume (*Cettia cetti*), l'Usignolo (*Luscinia megarhynchos*) e il Pigliamosche (*Muscicapa striata*) sono frequenti in formazioni ripariali.

Nelle aree urbane si osserva in genere una riduzione della diversità faunistica rispetto alle aree naturali circostanti. Comunque i parchi urbani possono costituire un'isola di naturalità all'interno di un ambito urbanizzato, svolgendo una funzione di arricchimento della fauna cittadina (Fernández-Juricic & Jokimäki, 2001; Sorace, 2001).

In particolare, a dispetto di una comunità di uccelli costituita principalmente da specie comuni e proprie di aree a forte antropizzazione, nel Parco suburbano dell'Appia Antica sono presenti un buon numero di specie incluse tra quelle a priorità di conservazione.

Tabella 10. Specie di uccelli osservate nel Parco suburbano dell'Appia Antica nella primavera 1999

Specie rilevata	Nome scientifico
Gheppio*	<i>Falco tinnunculus</i>
Fagiano	<i>Phasianus colchicus</i>
Gallinella d'acqua	<i>Gallinula chloropus</i>
Gabbiano reale	<i>Larus cachinnans</i>
Colombaccio	<i>Columba palumbus</i>
Tortora dal collare orientale	<i>Streptopelia decaocto</i>
Tortora*	<i>Streptopelia turtur</i>
Civetta*	<i>Athene noctua</i>
Rondone	<i>Apus apus</i>
Cuculo	<i>Cuculus canorus</i>
Upupa	<i>Upupa epops</i>
Torricollo*	<i>Jynx torquilla</i>
Cappellaccia*	<i>Galerida cristata</i>
Calandrella*	<i>Certhia brachydactyla</i>
Rondine*	<i>Hirundo rustica</i>
Balestruccio	<i>Delichon urbica</i>
Ballerina bianca	<i>Motacilla alba</i>
Pigliamosche*	<i>Muscicapa striata</i>
Pettirosso	<i>Erithacus rubecula</i>
Usignolo	<i>Luscinia megarhynchos</i>
Saltimpalo*	<i>Saxicola torquata</i>
Scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>
Merlo	<i>Turdus merula</i>
Beccamoschino	<i>Cisticola juncidis</i>
Usignolo di fiume	<i>Cettia cetti</i>
Canapino	<i>Hippolais polyglotta</i>
Capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>
Sterpazzolina	<i>Sylvia cantillans</i>
Occhiocotto	<i>Sylvia melanocephala</i>
Lui piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>
Fiorrancino	<i>Regulus ignicapillus</i>
Cinciarella	<i>Parus caeruleus</i>
Cinciallegra	<i>Parus major</i>
Rampichino	<i>Certhia brachydactyla</i>
Gazza	<i>Pica pica</i>
Cornacchia grigia	<i>Corvus corone cornix</i>
Taccola	<i>Corvus monedula</i>
Storno	<i>Sturnus vulgaris</i>
Passera d'Italia	<i>Passer italiae</i>
Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>
Verzellino	<i>Serinus serinus</i>
Verdone	<i>Carduelis chloris</i>
Cardellino	<i>Carduelis carduelis</i>
Zigolo nero	<i>Emberiza cirius</i>
Strillozzo	<i>Miliaria calandra</i>

\* Specie di interesse conservazionistico includendo quelle inserite: nella Lista Rossa Italiana (LIPU & WWF 1999), nell'allegato I della Direttiva Uccelli 79/409 e tra le specie di interesse conservazionistico in Europa (categorie SPEC 1-3, Tucker & Heath, 1994).

Tuttavia, per quanto riguarda i corsi d'acqua del Parco, l'impatto dell'attività antropica è risultato notevole portando a una drastica riduzione delle specie caratteristiche degli ambienti acquatici. Infatti tra le specie esclusive di tali ambienti, è stata osservata solo la Gallinella d'acqua, una specie facilmente adattabile a condizioni ambientali estreme (Cramp & Simmons, 1980).



## Analisi chimico-fisica, chimica e microbiologica

Nelle tabelle in Appendice A vengono riportati, per le varie stazioni, i valori dei parametri fisico-chimici e chimici (A5-A8) e microbiologici (A9-A12) registrati nei quattro campionamenti.

Come già segnalato precedentemente, le localizzazioni delle stazioni Vivaio e Chiesetta S. Antonio sono state leggermente modificate tra il secondo e terzo campionamento.

Dai risultati ottenuti si rilevano cariche microbiche costantemente alte. Si evidenzia una situazione più compromessa sull'Almone nel tratto di Quarto Miglio e sul Fosso delle Cornacchiole nel suo complesso, in particolare nella stazione Colle Fiorano, mentre in condizioni migliori sembrano le stazioni Ninfeo Egeria e i due rami della Marrana della Caffarella.

Facendo riferimento al recente DL.vo n. 152/1999 risultano costantemente oltre il limite previsto per le emissioni in acque superficiali e fognature di 5000 UFC/100 ml di *Escherichia coli* le stazioni Quarto Miglio, Cartiera Latina, Appia Nuova, Chiesetta, Torricola, Colle Fiorano.

Nel primo campionamento, effettuato durante il periodo di magra, si sono ottenuti valori più alti di tutti i parametri microbiologici per quasi tutte le stazioni. Questa situazione è dovuta alla maggiore concentrazione dei carichi inquinanti nella massa d'acqua che risulta ridotta in questo periodo.

Sarebbe utile, in un'ottica gestionale, stabilire con precisione la concentrazione e i siti di immissione degli apporti inquinanti, al fine di stabilire decisivi interventi di risanamento della qualità microbiologica delle acque.

I risultati delle analisi fisico-chimiche e chimiche indicano una generale alterazione delle acque. Questi dati sono stati utilizzati, assieme a quelli biologici, microbiologici e idrologici, per valutare lo stato ecologico delle acque superficiali del Parco come indicato nel DL.vo n. 152/1999. Nella suddetta legge lo stato di qualità ecologica è determinato dall'integrazione dei dati derivati dalle analisi effettuate sul biota e sulla matrice acquosa. Le valutazioni sul biota vengono effettuate attraverso l'applicazione dell'IBE, mentre per la matrice acquosa vengono considerati i seguenti parametri: azoto ammoniacale, nitrati, ossigeno disciolto, BOD<sub>5</sub>, COD, fosforo totale ed *Escherichia coli*, secondo le Tabelle 11-12. Nella Tabella 13 vengono riportati i risultati ottenuti.

**Tabella 11. Livello di inquinamento espresso dai macrodescrittori**

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100 OD (% sat.) **	≤ 10#	≤ 20	≤ 30	≤ 50	>50
BOD <sub>5</sub> (O <sub>2</sub> mg/l)	<2,5	≤4	≤8	≤15	>15
COD (O <sub>2</sub> mg/l)	<5	≤10	≤15	≤25	>25
Ammoniaca (N mg/l)	<0,03	≤0,1	≤0,5	≤1,5	>1,5
Nitrati (N mg/l)	<0,3	≤1,5	≤5	≤10	>10
Fosforo totale (P mg/l)	<0,07	≤0,15	≤0,30	≤0,6	>0,6
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 ml)	<100	≤1000	≤5000	≤20000	>20000
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5

(#) in assenza di fenomeni di eutrofia;

(\*) in assenza di vortici;

(^) per il calcolo di OD % effettuare la media interquartile che somma le due mediane ottenute sulla prima e sulla seconda metà dei dati e dividere per due.

**Tabella 12. Stato ecologico dei corsi d'acqua (si considera il risultato peggiore tra IBE e macrodescrittori)**

Indicatore dello stato ecologico	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
IBE	≥10	8-9	6-7	4-5	1-3
Macrodescrittori	480-560	240-475	120-235	60-115	<60

**Tabella 13. Classe di qualità ottenuta dal calcolo della qualità ecologica secondo il DL.vo n. 152/1999**

Stazione di campionamento	Classe di qualità ecologica
Capannelle	V
Quarto Miglio	V
Vaccareccia	V
Cartiera Latina	IV
Vivaio	III
Vaccareccia bis	III
Redicolo	IV
Ninfeo Egeria	IV
Appia Nuova	IV
Chiesetta S. Antonio	V
Torricola	V
Colle Fiorano	V

Utilizzando questa metodologia vengono confermati e rafforzati i giudizi di scarsa qualità delle acque superficiali del Parco che già emergevano dai dati precedenti.

### Analisi del regime di portata

Lungo i corsi d'acqua studiati, nelle medesime stazioni di misura e di rilievo dei caratteri biotici, chimici e chimico-fisici, sono state eseguite misure di carattere idrologico quali rilievo della sezione bagnata, profili verticali di velocità e calcolo delle portate liquide. Tali parametri, integrati con quelli relativi alla qualità delle acque e più in particolare con quelli di qualità ambientale (RCE-II), consentono di definire le caratteristiche del flusso idrico, le interazioni dinamiche tra componenti fisiche e quelle biotiche e partecipano ad un miglior inquadramento del contesto ambientale.

Oltre alla miglior caratterizzazione del quadro ecosistemico, la conoscenza dei valori di portata, unita a quella degli altri parametri di natura fisico-chimica e chimica, permette di stimare i carichi inquinanti che transitano istantaneamente attraverso le sezioni di controllo e quindi, per estrapolazione, quelli sversati nell'unità temporale che si intende considerare. Questi dati risultano di notevole interesse per verificare la risposta del sistema escretore, rappresentato dall'insieme dei corsi d'acqua, al carico antropico e forniscono utili informazioni sulla potenzialità autodepurativa soprattutto in relazione alle differenti condizioni dei meccanismi di diluizione.

Secondo le finalità esposte, i dati di portata raccolti sperimentalmente nel corso della presente ricerca vengono utilizzati per tentare di valutare i meccanismi di formazione delle portate e i rapporti con i contributi antropici, attraverso la stima delle principali componenti del deflusso dei corsi d'acqua.

Tale deflusso, coincidente con la portata totale del corso d'acqua, risulta infatti costituito da un'aliquota relativa al ruscellamento (principale meccanismo escretore), direttamente

riconducibile alle precipitazioni meteoriche che interessano il bacino (circuito rapido) e da un'altra aliquota relativa al contributo delle acque sotterranee. All'interno di questo contributo è ulteriormente possibile individuare due distinte componenti riconducibili a due differenti circuiti: il flusso ipodermico (acque sotterranee caratterizzate da brevi tempi di permanenza) e quello del flusso di base (acque sotterranee con elevati tempi di permanenza). Nel caso di un bacino fortemente antropizzato quale quello del fiume Almona, alle componenti descritte, e in misura maggiore al ruscellamento, si aggiunge un'ulteriore aliquota rappresentata dalle acque di scarico. Tale contributo non trascurabile in termini quantitativi risulta poi fortemente critico in termini qualitativi poiché è quello che veicola direttamente (e continuamente), i maggiori carichi inquinanti.

Lo studio analitico del regime di portata secondo i principi sopra esposti, dovrebbe poter disporre di misure temporali molto frequenti (ottimali le registrazioni idrografiche strumentali dei livelli idrometrici su sezioni tarate). Nell'impossibilità di operare in tali condizioni, le campagne di misura del presente lavoro sono state effettuate in differenti e specifiche condizioni idrologiche, maggiormente rappresentative delle differenti fasi stagionali.

I valori di portata rilevati nel corso dello studio sono stati sintetizzati nella Tabella 14.

**Tabella 14. Valori di portata in l/s rilevati nel corso della prima campagna di studio**

Stazione di campionamento	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
Capannelle (GRA)	23,5	24	23	26
Quarto Miglio	151	162	123	99,5
Vaccareccia	495	341	450	439,6
Cartiera Latina	302	560	502	368,1
Vivaio	-	21,4	42	48
Vaccareccia bis	23	8,8	26	11,4
Redicolo	23	16,7	27,5	18,6
Appia Nuova	168	209	155	179,5
Chiesetta S. Antonio	73	4	nr	nr
Chiesetta - Ferrovia	nr	nr	215	178,8
Torricola	47,6	14,6	46,4	62,5
Colle Fiorano	34	26	75	61,7

nr: non rilevato

I dati appaiono immediatamente piuttosto contrastanti sia nell'andamento temporale che nella distribuzione spaziale. Il valore massimo alla sezione di chiusura (Cartiera Latina) è stato di 560 l/s (campionamento autunnale) mentre il valore minimo, per la medesima sezione, è stato di circa 300 l/s (campionamento estivo).

Il regime di portata dell'intero reticolo non sembra seguire un andamento stagionale ma piuttosto andamenti contingenti comunque disomogenei e fortemente condizionati dal regime degli scarichi civili e ulteriormente complicati da interventi di regimazione idraulica in grado di alterare in modo significativo gli schemi di circolazione all'interno della rete idrologica. In altri termini, sulla distribuzione areale e temporale delle portate, l'azione antropica sembra determinare effetti in alcuni casi superiori a quelli del regime naturale delle precipitazioni. A tal proposito si possono osservare i valori rilevati nelle sezioni del fiume Almona Vaccareccia e Cartiera Latina tra le quali sono stati più volte misurati decrementi di portata di difficile interpretazione. Tali differenze sono state ricondotte ad incrementi orari della portata liquida, presumibilmente legati ad un regime temporale degli scarichi fognanti, come dimostrerebbero apposite misure effettuate risalenti al campionamento primaverile, durante le quali nella sezione

1 è stato osservato un incremento di circa 100 l/s tra la misura della mattina (ore 9.40) e quella del pomeriggio (ore 17.00).

Nonostante il carattere contraddittorio di numerosi dati, e le evidenti interferenze di origine antropica sul regime di portata, sono stati osservati alcuni andamenti significativi.

In particolare lungo il fiume Almona, tra la stazione Vaccareccia e la confluenza con il Fosso dello Statuario, ad esclusione della campagna autunnale, viene rilevato un apprezzabile incremento di portata compreso tra 160 e 170 l/s. Incrementi significativi compresi tra 70 e 130 l/s vengono registrati lungo il corso del Fosso dello Statuario, tra le sezioni Quarto Miglio e Capannelle; per quest'ultima in particolare il valore di portata risulta particolarmente costante nel tempo (da 23 a 26 l/s). Anche per il ramo destro della Marrana della Caffarella, di esiguo sviluppo lineare, viene rilevato un sistematico incremento di portata dell'ordine dei 30 ÷ 40 l/s, mentre per il ramo di sinistra le portate presentano valori relativamente costanti con minimi di circa 17 l/s e massimi di circa 28 l/s.

Pur con i limiti descritti si può osservare come nel meccanismo di formazione della portata liquida del sistema idrografico considerato partecipi in primo luogo il contributo derivante dal bacino Fosso Patatona-Fosso Morena-Fosso dell'Acqua Mariana con un valore indicativo di 150-200 l/s. Il Fosso dello Statuario determina un contributo dell'ordine dei 100-150 l/s, mentre il tratto di fiume Almona, compreso tra la confluenza con lo Statuario e la stazione Vaccareccia, dello sviluppo di circa 3300 metri, fornisce un contributo dell'ordine di 100-120 l/s. Infine i rami destro e sinistro della Marrana della Caffarella determinano un apporto complessivo medio di circa 50-60 l/s.

In tutto questo meccanismo formativo lo stato attuale delle conoscenze non consente di quantificare il contributo degli scarichi di origine civile rispetto ai meccanismi di drenaggio della falda in alveo i quali sembrerebbero comunque particolarmente rilevanti lungo il Fosso dello Statuario e lungo il fiume Almona con contributi dell'ordine di 2-4 l/s per 100 metri lineari di asta fluviale.

L'impiego dei dati di portata e quelli relativi alle concentrazioni in Fosforo totale ( $P_{tot}$ ) e Azoto ammoniacale ( $NH_4^+$ ) consente di effettuare delle stime sui carichi trasportati attraverso le sezioni considerate. Nella Tabella 15 sono stati riportati, per ciascuna stazione di misura, il valore medio delle portate liquide, le concentrazioni medie delle due specie chimiche e il relativo carico istantaneo espresso in mg/s.

**Tabella 15. Valori medi di portata rapportati ai carichi medi e istantanei di  $NH_4^+$  e di  $P_{tot}$**

Sezione di misura	Q media (l/s)	$P_{tot}$ Medio (mg/l)	$NH_4^+$ medio (mg/l)	Carico ist. $P_{tot}$ (mg/s)	Carico ist. $NH_4^+$ (mg/s)
Capannelle (GRA)	24	1,2	5,1	30	121
Quarto Miglio	134	0,73	23,8	98	3189
Vaccareccia	431	0,57	1,02	250	440
Cartiera Latina	433	0,76	1,02	330	441
Vivaio	37	0,19	0,21	7	7,8
Vaccareccia bis	17,3	0,12	0,14	2,1	2,42
Redicolo	21,5	0,16	0,16	3,4	34
Appia Nuova	178	0,17	0,17	30	30,3
Chiesetta S. Antonio	38,5	nr	nr	nr	nr
Chiesetta - Ferrovia	197	1,65	1,18	325	233
Torricola	43	2,6	22,3	112	959
Colle Fiorano	49	1,6	19,1	78	934

nr: non rilevato

Nonostante il carattere non conservativo delle specie ioniche considerate, l'ampia variabilità dei valori di concentrazione e la già commentata disomogeneità dei valori di portata, dal raffronto tra i carichi istantanei e lo schema di circolazione del reticolo idrografico dell'area di studio si evidenziano alcuni aspetti significativi, meritevoli di approfondimento. In particolare lungo il Fosso dello Statuario, nel tratto compreso tra le sezioni Quarto Miglio e Capannelle, all'apprezzabile aumento di portata si accompagna un evidente incremento del tenore in Fosforo totale e ancor più marcato incremento di Azoto ammoniacale; nel tratto successivo tra la sezione Quarto Miglio e Vaccareccia all'incremento di portata corrisponde un aumento del Fosforo totale e un deciso decremento di Azoto ammoniacale. Analoghi raffronti tra le due sezioni del Fosso dell'Acqua Mariana starebbero ad evidenziare un significativo abbattimento dei carichi delle specie chimiche considerate; nella sezione di chiusura Cartiera Latina il carico di Azoto ammoniacale resterebbe costante a fronte di un incremento del carico di Fosforo totale non giustificato dagli apporti legati ai due rami della Marrana della Caffarella. Sulla base dei dati disponibili, per la sezione di chiusura della Cartiera Latina si può facilmente stimare un carico globale valutabile in circa 10 t/anno di Fosforo totale e 14 t/anno di Azoto ammoniacale.

## **Seconda campagna di studio**

### **Applicazione dell'IBE e dell'IFF**

Nelle Tabelle B1-B4 dell'Appendice B sono riportate le liste faunistiche relative ai quattro campionamenti. Nelle Tabelle 16 e 17 sono riportati i valori ottenuti, nelle quattro stagioni, per gli indici IBE e IFF e le relative classi di qualità.

Le quattro stazioni individuate lungo l'asta fluviale del Fosso Statuario-Almone presentano tutte una qualità ambientale decisamente compromessa essendo classificate, in ogni stagione, tra la IV e la V classe di qualità. La stazione di via Armentieri è posta al fianco di via Appia Nuova e presenta sulla riva opposta un'area incolta. A monte del punto di campionamento sono presenti officine che alle volte scaricano residui di idrocarburi nel corso d'acqua mentre a valle il corso d'acqua viene regimentato e il suo alveo viene cementificato. In questo tratto sono stati rinvenuti quasi sempre solo Oligocheti e Chironomidi e solo la sporadica presenza di Gammaridi nel campionamento invernale permette di attribuire alla stazione una IV classe di qualità piuttosto che una V.

La stazione denominata Sfascio è posta a ridosso di una rimessa di auto da rottamare inserita in un contesto di rada urbanizzazione. La stazione sembra apparentemente in condizioni migliori rispetto alla precedente a causa di una maggior presenza di vegetazione ripariale e di un fondo più variegato, ma il calcolo dell'IBE porta agli stessi risultati lasciando ipotizzare un impatto antropico causato dall'adiacente sfascio e da altri insediamenti posti poco a monte.

La stazione Appia Pignatelli, sezione quasi interamente artificializzata, è stata trovata secca in due campionamenti su quattro, probabilmente a causa di un interrimento del corso d'acqua. Nelle due occasioni in cui è stato possibile effettuare il campionamento il risultato è stato una V classe di qualità.

La stazione finale è posta nei pressi della sede del Parco presso la Cartiera Latina. Anche in questo tratto la sezione è completamente artificializzata e la risultante classe di qualità è altalenante tra la IV e la V. Questa stazione è stata oggetto di campionamenti già nella precedente campagna di studio e c'è da segnalare l'assenza di differenze rilevabili nell'attribuzione della classe di qualità con il metodo IBE.

I due rami della Marrana della Caffarella che si gettano nell'Almone erano anch'essi stati oggetto di campionamenti nella precedente campagna di studio. Paragonando i dati dell'IBE

non si può non osservare un peggioramento generale della qualità dato che in passato si raggiungeva, in una stazione posta sul ramo destro, la II classe di qualità durante tutte le stagioni mentre attualmente non si va oltre la IV. Ulteriori indagini potranno chiarire le modificazioni occorse a quello che rappresentava, per l'ecosistema dello Statuario-Almone, una importante fonte di biodiversità utile in un'ottica di risanamento globale dell'area.

La stazione Torricola, posta sul Fosso delle Cornacchiole, è stata anch'essa presa in esame nella precedente campagna di studio, risultando compromessa in maniera analoga (IV o V classe).

**Tabella 16. Valori dell'IBE nelle varie stazioni e relative classi di qualità**

Stazione di campionamento		Stagione			
		estate	autunno	inverno	primavera
Via Armentieri	US	2	5	6	4
	IBE	2-1	4-5	3-2	2
	CQ	V	IV	V	V
Sfascio	US	4	1	2	4
	IBE	2	1-2	2-1	2
	CQ	V	V	V	V
Appia Pignatelli	US	7	-	5	-
	IBE	3	-	2-3	-
	CQ	V	-	V	-
Cartiera Latina	US	5	5	3	5
	IBE	2-3	4-5	2	2-3
	CQ	V	IV	V	V
Vaccareccia bis	US	10	3	10	4
	IBE	5-6	4	5-6	4
	CQ	IV-III	IV	IV-III	IV
Marrana sx.	US	9	6	8	4
	IBE	4	5-4	5	4
	CQ	IV	IV	IV	IV
Torricola	US	2	3	3	2
	IBE	2-1	2	2	2
	CQ	V	V	V	V
Colle Oliva	US	4	4	1	3
	IBE	4	4	1	2
	CQ	IV	V	V	V
Appia Nuova	US	3	3	3	5
	IBE	3	2	2	2-3
	CQ	V	V	V	V
Ferrovia	US	2	3	4	4
	IBE	2-1	2	2	2
	CQ	V	V	V	V
Ardeatina	US	4	3	4	2
	IBE	2	2	2	2-1
	CQ	V	V	V	V
Acqua Santa	US	3	4	5	3
	IBE	2	4	2-3	2
	CQ	V	IV	V	V
Tormarancia	US	9	9	10	9
	IBE	5	6	6-7	5
		IV	III	III	IV

Tabella 17. Classi di qualità ottenute mediante l'Indice di Funzionalità Fluviale nelle varie stazioni

Stazione	Stagione							
	estate		autunno		inverno		primavera	
	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx
Via Armentieri	III	III-IV	V	V	III-IV	IV	III-IV	IV
Sfascio	III	II-III	V	V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V
Appia Pignatelli	IV	IV	-	-	IV	IV	-	-
Cartiera Latina	III	III	III	III-IV	IV	IV	IV	IV
Marrana sinistra	II	II	IV	IV	III-IV	III-IV	III-IV	III-IV
Vaccareccia bis	II-III	III	III-IV	III-IV	III	III	III	III
Torricola	III	III	V	V	III	III	III	III
Colle Oliva	II	II	IV	IV	III	III	III	III
Appia Nuova	III	II	V	V	III	III-IV	III	III-IV
Ferrovia	III	III	V	V	IV	III-IV	IV	III-IV
Ardeatina	III	III	V	V	IV-V	IV-V	IV-V	IV-V
Acqua Santa	III	III	IV	IV	III	III	III-IV	III-IV
Tormarancia	II	II	II	II	II	II	II	II

Tra le rimanenti stazioni, tutte classificate in IV o V classe di qualità, spicca, come unica eccezione, la stazione Tormarancia posta sul Fosso di Tor Carbone che nei campionamenti invernale e primaverile raggiunge una III classe di qualità grazie alla presenza di una comunità macrobentonica un po' più variegata.

Per quanto riguarda l'IFF, le quattro stazioni localizzate sul Fosso dello Statuario-Almone presentano generalmente un livello di funzionalità che va da mediocre a pessimo.

Nella stazione via Armentieri è presente sulla destra idrografica, un marciapiede cementificato che costeggia la via Appia Nuova mentre in sinistra idrografica un'area incolta; l'ambiente è piuttosto antropizzato e poco a monte del punto di campionamento sono presenti delle officine che rilasciano frequentemente residui oleosi direttamente nel corso d'acqua. Lungo l'asta fluviale non è presente vegetazione perifluviale tranne arbusti non ripariali che formano una fascia con frequenti interruzioni o al massimo radi accenni di vegetazione pioniera costituita da giovani saliceti. L'alveo ha una larghezza di circa 2,5 m con sezione artificiale e il tratto immediatamente a valle è completamente cementificato. Il fondo dell'alveo è artificiale e questo non favorisce né la formazione di microhabitat, e quindi l'insediarsi di una comunità macrobentonica diversificata, né una efficace ritenzione del detrito organico come fonte di energia per l'ecosistema acquatico. Sono presenti tracce di anaerobiosi e feltro spesso sui massi che indica la presenza di una elevata quantità di nutrienti o eventi di inquinamento organico.

La stazione Sfascio si trova a ridosso di una rimessa di auto da rottamare inserita in un contesto di urbanizzazione rada. Lungo le rive vi è un sottile strato erboso e la vegetazione perifluviale è arbustiva ma non riparia tranne che per pochi esemplari di pioppi. La sezione dell'alveo (largo 2,5 m) è naturale con lievi interventi artificiali e il fondo, prevalentemente ciottoloso, non presenta strutture di ritenzione. Nell'alveo non si riscontra vegetazione mentre al contrario il *periphiton* è abbastanza spesso.

La stazione Appia Pignatelli è stata campionata solo in estate e inverno in quanto nelle altre due stagioni è stata trovata asciutta, probabilmente in seguito a derivazioni o captazioni abusive. La stazione è localizzata al bivio tra la Via Appia Nuova e la Via Appia Pignatelli che restano in destra idrografica mentre in sinistra abbiamo un territorio costituito da incolti. La sezione, artificiale con pochissimi elementi naturali, presenta una vegetazione erbacea non riparia con pochi saliceti arbustivi. Il sedimento è per l'80% sabbioso e mancano strutture di ritenzione efficienti. La vegetazione acquatica è assente mentre il *periphiton* è molto spesso.

La stazione Cartiera Latina è posta in chiusura di bacino nei pressi della sede del Parco Regionale dell'Appia Antica. In questa sezione è presente una stretta fascia di circa 1-2 m di vegetazione arbustiva non riparia con associazioni di canneto e con frequenti interruzioni. La sezione artificiale presenta un alveo bagnato di circa 4 m in cui sono evidenti segni di erosione che mettono in evidenza le radici della vegetazione; assente la vegetazione in alveo, estesa anaerobiosi sul fondo e discreta presenza di *periphiton*. Non esistono strutture di ritenzione degli apporti trofici e il detrito organico si rileva allo stato polposo.

I due rami della Marrana della Caffarella, che si gettano nel Fosso dello Statuario-Almone, mostrano una classe di funzionalità fluviale altalenante tra la II e la IV classe, denotando un ambiente estremamente fragile e suscettibile alle forti influenze di natura antropica alle quali è sottoposto. Il territorio circostante è costituito da aree agricole tranne che per la destra idrografica della Marrana destra in cui vi si trovano allevamenti di ovini e antichi casali abitati. Sempre per la Marrana destra la vegetazione è rappresentata da formazioni arboree e arbustive riparie (*Salix* sp., *Phragmites australis*, *Arundo donax*) mentre lungo le rive della Marrana sinistra è presente una stretta fascia di vegetazione non ripariale. La sezione delle marrane è naturale con qualche intervento artificiale per il consolidamento delle sponde e gli alvei, più o meno larghi 2,5 m, sono costituiti principalmente da sabbia e limo ricoperti solo in parte di macrofite acquatiche, *periphiton* discreto e assenza di anaerobiosi.

La stazione Colle Oliva, posta sul Fosso Patatona-Acqua Mariana, è un classico esempio di come non sempre vi è una correlazione diretta tra la qualità dell'acqua e l'ambiente circostante. Nonostante l'elevatissima carica batterica che fa del Fosso una fogna a cielo aperto, l'ecosistema in cui esso scorre presenta un buono stato di naturalità. La classe di funzionalità, infatti, oscilla tra il II e il III in virtù di un territorio circostante costituito da prati e colture, di una fitta vegetazione perifluviale di circa 5 m di larghezza costituita anche da formazioni ripariali come canneti, saliceti, pioppi. L'erosione è poco evidente e la sezione dell'alveo (2,5 m) è naturale con qualche intervento artificiale. Il fondo, di granulometria mista, presenta anaerobiosi e uno spesso *periphiton*.

Sullo stesso Fosso è posta la stazione Appia Nuova, in un'area caratterizzata da urbanizzazione rada in destra idrografica e da aree coltivate in sinistra idrografica. Non vi è una coerenza tra i livelli rilevati nei vari campionamenti, in media la classe di funzionalità è III, mediocre, troppo influenzata dalla presenza antropica, come denuncia la presenza di schiuma nel campionamento di giugno. La vegetazione lungo le rive è prettamente arbustiva non riparia e spesso interrotta. L'erosione è visibile nelle curve e l'alveo bagnato, largo 4 m con un'altezza dell'acqua di 30 cm, presenta una sezione per lo più artificiale e una ritenzione del detrito moderata grazie a grossi massi incassati nel fondo, infatti vi sono frammenti organici sia fibrosi che polposi. Assente la vegetazione acquatica e *periphiton* sottile.

La stazione Acqua Santa è situata sul Fosso Oliletaccio e presenta una funzionalità fluviale mediocre o scadente. Il territorio circostante è costituito da prato all'inglese (il sito è posto in prossimità di campi da golf), con urbanizzazione rada e un allevamento di cavalli. La fascia di vegetazione peri-fluviale è larga almeno 5 m ed è rappresentata da formazioni arboree non riparie.

La stazione Tormarancia, posta sul Fosso di Tor Carbone, è quella più integra da un punto di vista naturalistico e questo consente di ottenere una classe di funzionalità stabile e i cui valori risultano essere i migliori di tutte le aree del Parco. Anche se inserita in un contesto urbanizzato, la stazione presenta una vegetazione perifluviale ampia anche 30 m senza interruzioni e con vegetazione arborea e arbustiva ripariale e non, che ne consolida le rive. L'erosione infatti non è rilevante, la sezione dell'alveo è naturale e non presenta anaerobiosi, batteri filamentosi o *periphiton*.



La stazione Terricola, sita sul Fosso delle Cornacchiole, si trova ubicata in un contesto completamente urbanizzato con presenza di officine e depositi di macchine che con molta probabilità scaricano nel fosso in questione. Lungo le rive si ritrovano formazioni arboree e arbustive non riparie. L'alveo bagnato è caratterizzato da una erosione alle rive con scavo delle radici, con un fondo a granulometria mista privo di anaerobiosi ma con un *periphiton* sottile e strutture grossolane che non vengono trattenute a causa della regolarità del fondo e della mancanza di strutture di ritenzione.

Le ultime due stazioni campionate sono localizzate sul Fosso di Fioranello. La prima, denominata Ferrovia, è sita in un contesto di urbanizzazione rada e terreno incolto. La classe di funzionalità oscilla tra la III e la V perché in determinati periodi la stazione è ridotta ad una micro-discarica di rifiuti solidi anche di grandi dimensioni che non permettono lo sviluppo della vegetazione. Questa è ridotta ad una stretta fascia e in sinistra idrografica è costituita da arbusti non ripari mentre in destra da formazione arboree anch'esse non riparie frequentemente interrotte. Di conseguenza le rive non sono protette dall'erosione. L'alveo di circa 2 m con altezza media dell'acqua di 20 cm, è naturale, privo di vegetazione acquatica con estesa anaerobiosi e *periphiton* che ne denunciano l'elevato carico batterico. La seconda stazione, denominata Ardeatina, è ubicata 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.

## Ittiofauna

Sono state confermate le presenze delle specie Rovella (*Rutilus rubidio*) e Spinarello (*Gasterosteus aculeatus*) negli stessi siti nei quali erano già state rinvenute nella campagna di studio effettuata nel 1998-99. In questa seconda campagna, che ha confermato la frammentarietà dell'areale di distribuzione delle specie rinvenute all'interno del Parco, si è tuttavia aggiunto un nuovo sito di presenza sul Fosso di Tor Carbone per quanto riguarda *Rutilus rubilio*. Si sottolinea nuovamente la necessità di effettuare interventi tesi alla loro salvaguardia, in considerazione della forte contrazione di habitat riproduttivi e di "nursery" idonei per lo sviluppo dei diversi stadi vitali (uova embrionate, larve e giovanili). Per la salvaguardia e riqualificazione dell'ittiofauna è ipotizzabile la realizzazione di piccoli ambienti lotici equipaggiati con "nidi artificiali" per consentire la riproduzione e lo sviluppo dei primi stadi larvali della Rovella ed, eventualmente, l'avvio di programmi di reintroduzione di altre specie indigene reofile.

In prima ipotesi, la creazione di tali aree dovrebbe prevedere la realizzazione di canali artificiali a fondo naturale, "equipaggiati" con substrati artificiali (es. brevi tratti costituiti da ghiaia e ciottoli, e di disegno "meandrizzato") e di piccoli bacini di calma.

La realizzazione di tali "zone umide ricostruite", costituite dalla successione di tratti piuttosto stretti e lunghi (2-3 m di larghezza per 20 m di lunghezza) e caratterizzati da discreto idrodinamismo (es. 0,3 m/s) (*facies* lotica del canale) e di piccoli ambienti lentici (es. 500 mq di superficie) opportunamente rinaturalizzati attraverso la piantumazione di idrofite radicate, potrà consentire la riqualificazione delle caratteristiche qualitative delle acque (fitodepurazione) dell'asta fluviale dell'Almone e la creazione di habitat idonei per la riproduzione di diverse specie ittiche, sia a deposizione fitofila che litofila.

Per la riqualificazione dell'ittiofauna, come accennato in precedenza, è ipotizzabile anche l'avvio di programmi di ripopolamento con giovanili e/o adulti di specie ittiche indigene come, ad esempio, il Cavedano (*Leuciscus cephalus*) e il Barbo tiberino (*Barbus tyberinus*), che un tempo,

quando ancora esisteva una continuità tra i corsi dell'Almone e del Tevere, probabilmente risalivano nell'area del Parco alla ricerca dei substrati fisici idonei per la riproduzione.

Per l'eventuale riqualificazione dell'ittiofauna del bacino dell'Almone, che potrà quindi essere eseguita secondo un approccio misto *in situ/ex situ*, rimangono comunque prioritari il complesso degli interventi preidentificati per il restauro di habitat idonei per le specie che si vogliono introdurre.

## Ornitofauna

Durante i rilevamenti nelle stazioni d'ascolto sono state osservate 26 specie, di cui solo due non Passeriformi (Tabella 18). Le due specie più abbondanti sono risultate la Passera d'Italia (*Passer italiae*) e la Capinera (*Sylvia atricapilla*). Come osservato nel primo anno, l'unica specie esclusiva dei corsi d'acqua è risultata la Gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*).

**Tabella 18. Numero medio di individui rilevati per stazione d'ascolto e loro frequenza relativa (fi). Dati ottenuti con 13 stazioni d'ascolto con 50 m di raggio dal rilevatore effettuate nella primavera 2000**

Specie	Nome scientifico	Numero medio di individui	fi
Gallinella d'acqua	<i>Gallinula chloropus</i>	0,231	0,027
Tortora	<i>Streptopelia turtur</i>	0,077	0,009
Rondine	<i>Hirundo rustica</i>	0,769	0,089
Balestruccio	<i>Delichon urbica</i>	0,038	0,004
Ballerina bianca	<i>Motacilla alba</i>	0,192	0,022
Pettiroso	<i>Erithacus rubecula</i>	0,038	0,004
Usignolo	<i>Luscinia megarhynchos</i>	0,615	0,071
Saltimpalo	<i>Saxicola torquata</i>	0,038	0,004
Scricciolino	<i>Troglodytes troglodytes</i>	0,769	0,089
Merlo	<i>Turdus merula</i>	0,769	0,089
Beccamoschino	<i>Cisticola juncidis</i>	0,077	0,009
Usignolo di fiume	<i>Cettia cetti</i>	0,538	0,062
Capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>	0,923	0,107
Occhiocotto	<i>Sylvia melanocephala</i>	0,038	0,004
Cinciarella	<i>Parus caeruleus</i>	0,154	0,018
Cinciallegra	<i>Parus major</i>	0,154	0,018
Rampichino	<i>Certhia brachydactyla</i>	0,077	0,009
Cornacchia grigia	<i>Corvus corone cornix</i>	0,083	0,010
Taccola	<i>Corvus monedula</i>	0,077	0,009
Storno	<i>Sturnus vulgaris</i>	0,577	0,067
Passera d'Italia	<i>Passer italiae</i>	1,000	0,116
Passera mattugia	<i>Passer montanus</i>	0,346	0,040
Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>	0,038	0,004
Verzellino	<i>Serinus serinus</i>	0,462	0,054
Verdone	<i>Carduelis chloris</i>	0,231	0,027
Cardellino	<i>Carduelis carduelis</i>	0,538	0,062

I principali parametri della comunità ornitica degli ambienti ripariali dei corsi d'acqua investigati nel Parco suburbano dell'Appia Antica sono i seguenti:

- ricchezza (numero di specie) = 26;
- numero medio di individui per stazione = 8,85;
- diversità delle specie = 2,84;
- equiripartizione = 0,87;

- % di specie non appartenenti all'ordine dei Passeriformi = 7,69;
- numero di specie dominanti = 10.

I risultati del secondo anno di studio, ottenuti attraverso l'uso di un metodo standardizzato di censimento delle comunità ornitiche, confermano più specificatamente per le zone ripariali quanto emerso nel primo anno per l'intera area del Parco. La comunità ornitica risulta dominata da specie tipicamente legate ad aree profondamente antropizzate come la Passera d'Italia mentre specie considerate "infestanti" come lo Storno (*Sturnus vulgaris*) sono presenti con un buon numero di individui. Nel contempo le specie proprie delle zone umide sono scarsamente abbondanti.

Comunque la comunità ornitica delle formazioni ripariali risulta abbastanza ricca di specie (Sorace *et al.*, 1999; Sorace, 2001). In particolare le specie osservate costituiscono una parte preponderante dell'ornitofauna del Parco suburbano dell'Appia Antica.

In generale i valori dei parametri della comunità ornitica, come ad esempio il non elevato valore dell'indice di diversità e soprattutto il basso valore della percentuale di non Passeriformi, indicano una scarsa maturità delle formazioni ripariali (MacArthur & MacArthur, 1961; Ferry & Frochet, 1970).

### Analisi chimica, microbiologica, analisi del regime di portata

In Appendice B vengono riportati, per le varie stazioni, i valori dei parametri chimici (Tabelle B5-B8) e microbiologici (Tabelle B9-B12) registrati nei quattro campionamenti.

Lungo i corsi d'acqua studiati sono state eseguite misure di carattere idrologico quali rilievo della sezione bagnata, profili verticali di velocità e calcolo delle portate liquide.

Tali parametri consentono di definire le caratteristiche del flusso idrico, le interazioni dinamiche tra le componenti fisiche e quelle biotiche e partecipano ad un miglior inquadramento del contesto ambientale.

Le quattro campagne di misura sono state effettuate in differenti e specifiche condizioni idrologiche, maggiormente rappresentative delle fasi stagionali; i risultati sono riassunti nella Tabella 19.

**Tabella 19. Dati di portata, in l/s, relativi ai quattro campionamenti della seconda campagna di studio**

Stazione	Estate	Autunno	Inverno	Primavera	Media annua
Via Armentieri	10	9,73	6,72	7	8,4
Sfascio	22	21,61	40,24	38,6	30,6
Appia Pignatelli	16,8	asciutto	18,63	23,8*	14,8
Cartiera Latina	309,66	434	526,44	518,4	447,12
Marrana sx.	14,7	17,83	16,47	31,1	20
Vaccareccia bis	13,8	33,49	32,8	25,8	26,5
Torricola	12,4	45,53	32,74	38,4	32,3
Colle Oliva	41,7	46,15	110,2	62,1	65
Appia Nuova	89,8	126	136,9	177,4	132,5
Ferrovia	17,7	3,6	8,68	0,2	7,5
Ardeatina	3,1	3,63	8,55	0,2	3,8
Acqua Santa	0,5	1,4	1,7	0,2	0,95
Tormarancia	20	24,23	34,24	41,2	30

\* la misura di portata è stata svolta in data diversa rispetto all'analisi del *benthos*.

Dai dati microbiologici correlati con quelli di portata risulta evidente il forte grado di antropizzazione dell'area; le continue immissioni di reflui e il depauperamento idrico dovuto a captazioni per usi irrigui fanno sì che tutto il sistema dei fossi superficiali sia caratterizzato da una spiccata instabilità ecosistemica seguita da un dinamismo nel deflusso non sempre in accordo con il naturale andamento stagionale delle portate. I dati di portata incrociati con quelli microbiologici appaiono spesso contrastanti sia nell'andamento temporale che nella distribuzione spaziale.

La discussione dei risultati sarà relativa ai singoli sistemi idrici:

– *Fosso di Tor Carbone (Stazione Tormarancia)*

Le ridotte dimensioni areali del bacino di drenaggio e la sostanziale assenza di contributi antropici fanno sì che le portate siano legate all'andamento stagionale delle piogge.

Un ulteriore apporto è dato dalle due sorgenti che scaturiscono poco più a monte della stazione di misura, andando ad alimentare in modo continuo il flusso di base. Per tali motivi si registra una media annuale di portata di 30 l/s, valore molto elevato rispetto alla dimensione del corpo idrico.

Dal punto di vista microbiologico questo fosso è l'unico che presenta una carica microbica rappresentata da *Escherichia coli* come indicatore di contaminazione fecale nell'ordine delle centinaia con qualche picco delle migliaia (settembre 2000). Questi valori, se confrontati con i limiti previsti dalla legge (DL.vo n. 152/1999 e successive modificazioni), risultano essere più che accettabili e denunciano un ambiente buono, non inquinato. Nella campagna di dicembre, nonostante vi sia il valore più alto della portata, si riscontra un valore minimo di batteri, fenomeno probabilmente dovuto all'effetto diluizione.

– *Fosso delle Cornacchiole (Stazione Torricola)*

Il regime delle portate è decisamente alterato da apporti idrici di natura fognaria, come dimostrato dalle analisi qualitative perché è costante nell'arco dell'anno. Il confronto con la prima campagna, effettuata sulla stessa stazione, indica una certa riduzione dei valori, passando da una media annua di 49 l/s a 32 l/s nel presente lavoro. Parallelamente è stato registrato un aumento nel carico microbico di natura fecale; per tutti i campionamenti le unità formanti colonia di *Escherichia coli* sono dell'ordine del milione, una cifra così alta da non essere neanche contemplata dagli intervalli dei valori ammessi dalla legge. Questo può essere imputato ad una sottrazione di acqua "chiara", con conseguente riduzione dei rapporti di diluizione della sostanza inquinante. Inoltre a monte della stazione di campionamento sono presenti agglomerati urbani quali S. Maria delle Mole, Quarto S. Antonio, Frattocchie, che potrebbero influire negativamente tramite la rete fognante.

– *Fosso di Fioranello (Stazione Ferrovia-Ardeatina)*

Sulle due stazioni di rilevamento, distanti circa 2,5 km l'una dall'altra, si sono registrati flussi non confrontabili sull'arco annuale. Nella prima campagna di settembre si passa da circa 18 l/s (a monte) a 3 l/s, indicando – da un punto di vista esclusivamente idrologico – una perdita significativa lungo il corso d'acqua compreso tra le due sezioni, oppure una derivazione in alveo.

Se si confrontano invece i carichi organici più cospicui a monte che a valle (si passa da 1.200.000 a 130.000 coliformi fecali) e considerando il fatto che i campionamenti e le portate sono stati fatti – partendo da valle – a distanza di circa 30 minuti, è molto probabile che le misurazioni siano coincise con uno scarico avvenuto a monte. In altre parole, sulla sezione di valle ancora non era arrivata l'"onda inquinante" che invece è stata intercettata nel successivo campionamento a monte: è pertanto 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 (si esclude in tale tratto la presenza di depuratore). Quanto esposto non è replicabile per le due successive campagne (dicembre e febbraio) in cui le portate di monte e di valle sono praticamente uguali. Nel campionamento di giugno, invece, la portata è risultata talmente esigua che non è stato possibile misurare con lo strumento e quindi si è riportato in tabella il valore indicativo di 0,2 l/s. La peculiarità è che, con una così esigua portata vi sono invece valori elevatissimi, nell'ordine delle centinaia di migliaia, di coliformi fecali; la stazione si trova comunque vicino l'area di Fiorano e sempre a valle del quartiere S. Maria delle Mole che potenzialmente potrebbero essere la causa determinante. In ottobre il fosso è stato trovato asciutto, forse a causa di un intubamento o a seguito di mancanza di pioggia che, non alimentando il fosso, ne ha determinato il riassorbimento nel terreno.

- *Fosso Oliletaccio (Stazione Acqua Santa)*  
Si tratta di un piccolo fosso lungo circa 1300 metri, tributario in riva sinistra al Fosso Almone. Il suo contributo medio annuo non raggiunge 1 l/s, oscillando da 1,7 in inverno a 0,2 l/s in giugno, valore peraltro indicativo in quanto non strumentalmente misurabile. Le analisi microbiologiche rivelano un livello di inquinamento ancora accettabile ma da non trascurare; essendo un fosso molto breve e non passante attraverso zone abitate, forse l'unica fonte di inquinamento organico potrebbe essere l'allevamento di cavalli adiacente. L'andamento del carico organico segue in generale quello stagionale, infatti minore carica batterica si ha in dicembre quando il concomitante aumento delle piogge ne determina la diluizione; al contrario a giugno dalle centinaia di UFC si passa alle migliaia per una maggiore concentrazione batterica dovuta ad una minore portata.
- *Fosso Patatona – Acqua Mariana (Stazione Colle Oliva – Appia Nuova).*  
È tributario in riva destra del Fosso Almone. Anche per questo corso d'acqua il deflusso naturale è alterato, fin dalle scaturigini lungo il versante occidentale dei Colli Albani, ad opera degli scarichi urbani che ricadono all'interno del suo bacino. Le portate, soprattutto alla sezione di valle in prossimità della confluenza con l'Almone, non seguono quindi l'andamento stagionale, raggiungendo il valore di picco di 177 l/s a giugno, valore notevole se si considera la tipologia di corpo d'acqua.  
Entità di portata e eccessivi valori batteriologici fanno supporre che il Fosso dell'Acqua Mariana recepisca i reflui di tutti i comuni presenti sul versante occidentale dei Colli Albani e che inoltre il depuratore ubicato a valle di Grottaferrata e a monte della stazione di campionamento non effettui un apprezzabile abbattimento della carica batterica. Siamo nell'ordine delle centinaia di migliaia di UFC in tutti i campionamenti tranne nell'ultimo di ottobre in cui si raggiunge il milione probabilmente sempre per il protrarsi dell'estate e per l'inesistenza di piogge. Riferendosi ai limiti di legge vale sempre il livello di qualità pessimo.
- *Fosso Statuario- Almone e Marrana della Caffarella (Stazione via Armentieri – Sfascio – Appia Pignatelli – Cartiera Latina – Marrana sinistra – Vaccareccia bis)*  
È il corso d'acqua principale che scorre all'interno del Parco, e poiché riceve il contributo dei fossi Oliletaccio, Statuario, Acqua Mariana, il suo regime di portata è fortemente condizionato dall'andamento dei flussi di questi ultimi e anche dagli scarichi civili riversanti direttamente nell'Almone. Per tali motivi ovviamente il regime di portata dell'intero reticolo non può seguire e non segue un andamento stagionale. Il deflusso è ulteriormente complicato da interventi di regimazione idraulica in grado di alterare in modo significativo gli schemi di circolazione all'interno della rete idrologica.

In altri termini, sulla distribuzione areale e temporale delle portate, l'azione antropica sembra determinare effetti in alcuni casi superiori a quelli del regime naturale delle precipitazioni.

Partendo dalla sezione posta in località via Armentieri a circa 800 m a monte del Grande Raccordo Anulare si osserva che i valori microbiologici sono pressoché altalenanti: si alternano valori elevatissimi, equivalenti a condizioni pessime in settembre e dicembre 2000 e in giugno 2001, a condizioni discrete, su un livello II-III, a febbraio e ottobre. La stazione comunque risulta inquinata con portate stagionali simili: ciò è riconducibile all'influenza di apporti esterni di natura antropica; i valori della prima campagna del '98 non sono confrontabili in quanto la sezione di misura sul Raccordo è stata smantellata per lavori stradali.

Tra le sezioni Capannelle e Appia Pignatelli si registra un dimezzamento della portata media (da 30,6 l/s a 14,8 l/s) dovuto non ad una perdita lineare in alveo ma probabilmente ad una derivazione totale delle acque, coincisa con i campionamenti del *benthos* di dicembre e giugno. Per quest'ultima data si fa notare che è stato misurato il deflusso idrico in quanto effettuato il giorno successivo ai campionamenti. La diminuzione della portata tra la stazione Capannelle più a monte e la stazione Appia Pignatelli a valle coincide con una diminuzione della carica batterica, passando dall'ordine delle centinaia di migliaia alle poche migliaia soltanto nei campionamenti di settembre 2001 e febbraio 2001, mentre in tutti gli altri campionamenti addirittura la stazione Appia Pignatelli è risultata asciutta. Dal punto di vista microbiologico ci si colloca tra il II e il III livello di qualità, sufficiente. Anche in questo caso non è pensabile l'effetto autodepurante per il breve tratto attraversato tra l'altro vicino aree antropizzate, e sembra quindi valida l'ipotesi che tra le due stazioni vi sia qualche deviazione del flusso.

Le due marrane affluenti in riva destra e sinistra mantengono un regime naturale mantenuto da una alimentazione sotterranea e risorgiva non trascurabile sia in termini volumetrici che qualitativi. Microbiologicamente parlando siamo in presenza di un ambiente poco contaminato e l'unica fonte di inquinamento organico è l'allevamento di ovini presente lungo la Marrana destra infatti quest'ultima è sempre più inquinata della Marrana sinistra tranne nel campionamento di giugno in cui si raggiunge un picco di 14.000 UFC pari al livello IV della classificazione (scadente).

La sezione di chiusura del bacino (Cartiera Latina) registra valori di portata molto elevati e abbastanza costanti nel tempo che, confrontati con i valori microbiologici corrispondenti ad un livello pessimo di qualità, indicano il palese e significativo contributo di acque reflue che derivano dalla sommatoria dei contributi della sostanza organica di tutti i fossi a monte (Oliletaccio, Statuario, Acqua Mariana) nonché delle due marrane. È peculiare che la carica batterica presenti un graduale decremento, e quindi un miglioramento dal punto di vista igienico sanitario, dal primo campionamento di settembre 2000 in cui abbiamo 70.000 UFC (V livello: pessimo) fino a diventare di 3000 UFC ad ottobre 2001, valore corrispondente ad un livello III (sufficiente). Tale decremento non è però così marcato anche nelle stazioni a monte.

Pur con i limiti descritti si può osservare come, nel meccanismo di formazione della portata liquida del sistema idrografico analizzato, partecipi in primo luogo il contributo derivante dal bacino Fosso Patatona-Fosso dell'Acqua Mariana con un valore indicativo di 132 l/s.

Se dalla sezione Appia Pignatelli (Fosso dello Statuario) l'aliquota è di soli 15 l/s, ne deriva che nel tratto compreso tra questa e la sezione di chiusura (Cartiera Latina) esiste un incremento di portata media di circa 250 l/s, avendo escluso il contributo delle marrane destra e sinistra.

In questo complesso meccanismo formativo, lo stato attuale delle conoscenze non consente di distinguere il contributo degli scarichi di origine civile rispetto ai meccanismi di drenaggio della falda in alveo, i quali sembrerebbero comunque particolarmente rilevanti (ma non quantificabili) lungo il Fosso dello Statuario e lungo il fiume Almona. In generale, dal punto di vista qualitativo, il reticolo idrografico è caratterizzato in modo fortemente negativo dalla insufficienza e dallo stato critico del sistema fognante e depurativo, così come da una situazione di marcato degrado legata a microdiscariche di rifiuti solidi lungo le rive, dall'occupazione di alveo con abitazioni e strutture abusive di varia natura, cementificazioni, tombamenti e derivazioni incontrollate.

### **Analisi ecotossicologica**

Si è ritenuto importante effettuare almeno uno screening di massima sulla stazione di chiusura del Fosso dell'Almona utilizzando il microorganismo *Vibrio fischeri* nel sistema di Biosaggio Microtox. Dal test effettuato è risultata la completa assenza di tossicità aspecifica nel campione esaminato. Infatti, la concentrazione degli inquinanti sversati nel corso d'acqua subisce varie fluttuazioni giornaliere che richiederebbero analisi di dettaglio ripartite nell'arco della giornata.

## CONCLUSIONI

I risultati dello studio hanno evidenziato, per tutte le componenti, uno stato ambientale di generale grave compromissione delle acque superficiali; se si paragonano inoltre i risultati ottenuti nel corso delle due campagne di studio, si evidenziano situazioni sostanzialmente immutate o addirittura peggiorative (è il caso dei due rami della Marrana della Caffarella).

Per quanto riguarda le indicazioni di gestione delle acque superficiali del Parco si deve necessariamente passare attraverso un risanamento quali-quantitativo della risorsa, il ripristino e la conservazione di habitat, come riportato in dettaglio per le varie componenti dello studio, e l'inserimento dei dati ottenuti nel piano di assetto del Parco stesso.

Lo studio, inoltre, potrà essere un valido strumento per la valutazione delle numerose opere incidenti sul Parco direttamente e indirettamente (nelle aree limitrofe).



## BIBLIOGRAFIA

- Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente. *IFF Indice di funzionalità fluviale*. Roma: ANPA; 2000.
- Blondel J, Ferry C, Frochot B. Le methode des Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A.) ou des relevés d'avifaune pour "stations d'ecoute". *Alauda* 1970; 38:55-71.
- Brichetti P, Massa B. Check-list degli uccelli italiani aggiornata a tutto il 1997. *Riv Ital Orn* 1998; 68:129-152.
- Campaioli S, Ghetti PF, Minelli A, Ruffo S. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Trento: Provincia Autonoma di Trento; 1994.
- Consiglio Nazionale delle Ricerche. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. (Collana del progetto finalizzato "promozione della qualità dell'ambiente"). Verona: CNR; 1976-1984.
- Consiglio Nazionale delle Ricerche. *Metodi analitici per le acque*. Roma: CNR; 1994. (Quaderno 100).
- Cramp S, Simmons KEL. *The birds of the Western Palearctic*. Oxford: Oxford University Press; 1980. Vol II.
- Fernández-Juricic E, Jokimäki J. 2001: An habitat island approach to conserving birds in urban landscapes: case studies from southern and northern Europe. *Biodivers Conserv* 2001;10:2023-43.
- Ferry C, Frochot B. L'avifaune nidificatrice d'une forêt de chênes pedunculés en Bourgogne: étude de deux successions écologiques. *Terre et Vie* 1970; 2:153-250.
- Fuller RJ, Langslow DR. Estimating numbers of birds by point counts: how long should counts last? *Bird Study* 1984; 31:195-202.
- Ghetti PF. Indice Biotico Esteso (IBE). *Notiziario dei Metodi Analitici* 1995: 1-24.
- Ghetti PF. *Indice Biotico Esteso (IBE). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti*. Trento: Provincia Autonoma di Trento, Agenzia Provinciale per la protezione dell'Ambiente; 1997.
- Gucci PMB, Bruno M, Viglione D, Carlini E, Volterra L. Possibilità di impiego del "MICROTOX" con particolare riferimento agli studi ambientali. *Inquinamento* 1991;9:82-4.
- Italia. Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. 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. *Gazzetta Ufficiale* (Supplemento ordinario 101) n. 124, 29 maggio 1999.
- LIPU, WWF. Nuova lista rossa degli uccelli nidificanti in Italia. *Riv Ital Orn* 1999; 69:3-43.
- Lloyd M, Ghelardi RJ. A table for calculating the "Equitability" component of species diversity. *J. Animal. Ecol* 1964; 33:217-225.
- MacArthur RH, MacArthur JW. On bird species diversity. *Ecology* 1961;42:594-8.
- Mancini L, Formichetti P, Deschetti E, Bernabei S, Rossi A, Angelone E, Giucca F, Dominaci A, Bovina G, Callori di Vignale C, Pancioni L, Ottavini M. Definizione di un protocollo di monitoraggio per la valutazione della qualità ecologica delle acque superficiali di un'area protetta dell'Italia centrale (Parco Regionale dell'Appia Antica - Roma). In: *Gestione del territorio. Gestione del rischio idrogeologico e bonifica dei siti contaminati*. Milano: Gruppo Scientifico Italiano Studi e Ricerche; 1999. p. 82-90.

- Mancini L, Formichetti P, Andreani P, Baiocco F, Cattena C, Damiani F, Gramegna C, Munafò M, Pietrangeli B, Sacchetta C, Tancioni L, Arcà G. *Carta della qualità biologica dei corsi d'acqua della Regione Lazio*. Roma: Istituto Superiore di Sanità, Regione Lazio; 2000.
- Oelke H. 1980. *The bird structure of the central european spruce forest biome - as regarded for breeding bird censuses*. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference Bird Census Work. Göttingen (Germany). 1980. p. 201-9.
- Pielou EC. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J Theor Biol* 1966;13:131-44.
- Sansoni G. *Macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Provincia Autonoma di Trento. Servizio protezione ambiente; 1988.
- Shannon CE, Weaver W. *Mathematical theory of communication*. Urbana (Illinois): University of Illinois Press; 1963.
- Siligardi M, Maiolini B. L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua alpini. Guida all'uso della scheda R.C.E.-2. *Biologia ambientale* 1993;2.
- Sorace A, Colombari P, Cordiner E. 1999. Bird communities and EBI (Extended Biotic Index) in some tributaries of the Tiber river. *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater ecosystem* 1999;9:279-90.
- Sorace A, Gustin M, Calvario E, Ianniello L, Sarrocco S, Carere C. Assessing bird communities by point counts: repeated sessions and their duration. *Acta Orn* 2000; 35:197-202.
- Sorace A. Value to wildlife of agricultural urban parks: a case study from Rome urban area. *Environmental Management* 2001; 28:547-60.
- Tachet H, Bournaud M, Richoux P. *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces*. Lyon (France): Université de Lyon; 1987
- Tucker GM, Heath MF. *Birds in Europe: their conservation status*. Cambridge: BirdLife International; 1994. (BirdLife Conservation Series 3).
- Turcek FJ. Zur Frage der Dominanz in Vogelpopulationen. *Waldhygiene* 1956;8:249-57.
- Woodiwiss FS. *Biological water assessment methods*. United Kingdom: Severn Trent River Authorities; 1978.
- Zerunian S. Una proposta di classificazione della zonazione longitudinale dei corsi d'acqua dell'Italia centro-meridionale. *Boll. Zoo* 1982; 49(Suppl.):200-16.

## **APPENDICE A**

**Prima campagna di studio:  
liste faunistiche e valori dei parametri  
fisico-chimici, chimici e microbiologici**



Si riportano i dati relativi ai quattro campionamenti stagionali effettuati durante la prima campagna di studio (1998-1999) che si riferiscono alle liste faunistiche e ai valori dei parametri fisico-chimici, chimici e microbiologici. Nelle Tabelle le stazioni di campionamento sono indicate come segue:

- Capannelle 1C.1
- Quarto Miglio 1C.2
- Vaccareccia 1C.3
- Cartiera Latina 1C.4
- Vivaio 1C.5
- Vaccareccia bis 1C.6
- Redicolo 1C.7
- Ninfeo Egeria 1C.8
- Appia Nuova 1C.9
- Chiesetta S. Antonio 1C.10
- Torricola 1C.11
- Colle Fiorano 1C.12

**Tabella A1. Lista faunistica (campionamento estivo)**

Taxa raccolti		Stazioni di campionamento 1C											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Tricotteri</b>	Leptoceridae						+						
	Polycentropodidae					+							
	Psychomyiidae					+	+						
	Sericostomatidae						+	+					
<b>Efemerotteri</b>	<i>Baetis</i> sp.									+			
	<i>Caenis</i> sp.						+						
<b>Coleotteri</b>	Elmidae	+					+	+	+				
	Helodidae						+	+	+				
<b>Odonati</b>	<i>Calopteryx</i> sp.					+	+						
	<i>Orthetrum</i> sp.	+				+							
	<i>Sympecma</i> sp.	+				+	+						
<b>Ditteri</b>	Ceratopogonidae		+										
	Chironomidae	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
	Psychodidae*		+							+			
	Simuliidae					+				+			
<b>Emitteri</b>	Gerridae								+				
	Mesoveliidae	+											
<b>Anfipodi</b>	Gammaridae			+		+	+	+	+	+			
<b>Isopodi</b>	Asellidae	+				+		+					
<b>Gasteropodi</b>	Ancylidae					+			+				
	Bithyniidae						+						
	Lymnaeidae	+				+	+		+				
	Physidae	+	+	+	+	+			+	+			
	Planorbidae	+		+		+	+						
<b>Bivalvi</b>	Pisidiidae				+	+	+		+				
<b>Irudinei</b>	<i>Dina</i>						+			+			
<b>Oligocheti</b>	Tubificidae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

\* taxon da escludere al fine del calcolo dell'IBE poiché a respirazione aerea

Tabella A2. Lista faunistica (campionamento autunnale)

Taxa raccolti	Stazioni di campionamento 1C												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Tricotteri</b>	Glossosomatidae												+
	Rhyacophilidae					+							
	Sericostomatidae								+	+			
<b>Efemerotteri</b>	<i>Baetis</i> sp.												+
	<i>Caenis</i> sp.					+	+						+
	<i>Centroptilium</i> sp.					+							+
<b>Coleotteri</b>	Elmidae								+	+	+		
	Helodidae								+	+			
<b>Odonati</b>	<i>Calopteryx</i> sp.					+	+						
	<i>Orthetrum</i> sp.	+				+							
	<i>Sympecma</i> sp.								+				
<b>Ditteri</b>	Chironomidae	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	
	Dixidae												+
	Psychodidae*		+										+
	Sciomyzidae												+
	Simuliidae									+			
	Tipulidae	+											
<b>Emitteri</b>	Corixidae				+								
	Mesoveliidae												+
	Nepidae					+	+	+					
	Veliidae												+
<b>Anfipodi</b>	Gammaridae				+	+	+	+	+				
<b>Isopodi</b>	Asellidae					+	+	+	+				
<b>Gasteropodi</b>	Ancylidae					+							
	Lymnaeidae	+				+	+	+					
	Physidae	+				+				+			
	Planorbidae					+	+	+					+
<b>Bivalvi</b>	Pisidiidae					+	+	+					
<b>Irudinei</b>	<i>Dina</i>				+	+	+	+	+	+			
<b>Oligocheti</b>	Tubificidae	+			+	+	+	+	+	+	+	+	

Tabella A3. Lista faunistica (campionamento invernale)

Taxa raccolti		Stazioni di campionamento 1C											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tricotteri	Glossosomatidae						+	+					
	Psychomyiidae						+						
	Sericostomatidae						+	+					
Efemerotteri	<i>Baetis</i> sp.			+			+			+			
	<i>Caenis</i> sp.						+						
Coleotteri	Elmidae				+		+	+	+				
	Helodidae						+	+					
Odonati	<i>Calecolestes</i> sp.						+						
	<i>Calopteryx</i> sp.						+	+					
Ditteri	Ceratopogonidae							+					
	Chironomidae	+	+	+	+				+	+		+	
	Culicidae								+				
	Dixidae							+					
Anfipodi	Psychodidae*		+				+	+					
	Gammaridae			+	+		+	+	+				
Isopodi	Asellidae						+	+	+				
Gasteropodi	Lymnaeidae						+	+					
	Physidae	+	+										+
	Planorbidae	+					+	+	+				
Bivalvi	Pisidiidae						+	+					
Irudinei	<i>Dina</i>				+		+	+					
Oligocheti	Tubificidae	+	+	+	+	+	+	+		+			

Tabella A4. Lista faunistica (campionamento primaverile)

Taxa raccolti		Stazioni di campionamento 1C											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tricotteri	Psychomyiidae						+						
	Rhyacophilidae						+	+					
	Sericostomatidae						+						
Efemerotteri	<i>Baetis</i> sp.						+	+		+			
	<i>Caenis</i> sp.					+	+						
Coleotteri	Elmidae						+	+	+				
	Helodidae						+	+	+				
Odonati	<i>Calopteryx</i> sp.						+						
	<i>Paragomphus</i> sp.							+					
	<i>Sympecma</i> sp.						+						
Ditteri	Ceratopogonidae						+						
	Chironomidae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Dixidae												+
	Psychodidae*			+	+	+	+	+		+	+	+	
	Simuliidae			+									
	Stratiomyidae*						+						
Anfipodi	Gammaridae			+	+	+	+	+	+	+			
Isopodi	Asellidae							+	+				
Gasteropodi	Lymnaeidae					+	+	+					
	Physidae					+					+		
	Planorbidae						+			+		+	
Bivalvi	Pisidiidae							+					
Irudinei	<i>Dina</i>						+						
Oligocheti	Tubificidae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

\* taxon da escludere al fine del calcolo dell'IBE poiché a respirazione aerea

Tabella A5. Parametri fisico-chimici e chimici registrati (campionamento estivo)

Stazioni	Temp (°C)	pH	Salinità (mg/l)	$\chi$ 20°C ( $\mu$ S/cm)	O <sub>2</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	COD (mg/l O <sub>2</sub> eq.)	P <sub>tot</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
Capannelle (GRA)	22,6	7,73	0,49	954	-	9,1	31	1,74	-
Quarto Miglio	20,1	7,72	0,46	835	-	16	156	1,92	-
Vaccareccia	18,4	6,58	0,42	795	4	3,8	81	0,63	-
Cartiera Latina	17,1	6,98	0,42	819	5,9	3,7	56	0,69	-
Vivaio	17,3	7,41	0,44	824	-	0,16	70	0,26	-
Vaccareccia bis	17,5	7	0,41	815	-	0,09	74	0,18	-
Redicolo	17,9	6,6	0,31	754	8,5	0,1	87	0,27	-
Ninfeo Egeria	18,1	6,17	0,37	663	-	0,51	81	0,74	-
Appia Nuova	18,6	7,88	0,35	730	-	0,06	33	0,28	-
Chiesetta S. Antonio	22,5	7,77	0,48	832	-	4,3	94	1,38	-
Torricola	19,4	7,74	0,51	1000	-	20	63	1,58	-
Colle Fiorano	22,6	7,22	0,60	1108	-	25	167	3,47	-

Tabella A6. Parametri fisico-chimici e chimici registrati (campionamento autunnale)

Stazioni	Temp (°C)	pH	Salinità (mg/l)	$\chi$ 20°C ( $\mu$ S/cm)	O <sub>2</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	COD (mg/l O <sub>2</sub> eq.)	P <sub>tot</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
Capannelle (GRA)	16,2	7,53	0,70	1208	6,45	0,05	-	1,83	80
Quarto Miglio	14,9	7,24	0,50	951	5,1	23	8	3,03	40
Vaccareccia	14,2	6,67	0,42	850	6,2	0,08	23	1,05	70
Cartiera Latina	14,1	6,75	0,48	864	5,8	0,07	21	1,49	65
Vivaio	13,2	7,60	0,46	869	6,5	0,27	19	0,36	65
Vaccareccia bis	15,2	7,32	0,46	831	7,1	0,33	-	0,20	65
Redicolo	14,9	6,93	0,45	837	7,3	0,34	34	0,24	65
Ninfeo Egeria	16,5	7,15	0,44	771	7	0,08	57	0,24	55
Appia Nuova	11,8	6,46	0,44	799	6,5	0,33	8	0,27	55
Chiesetta S. Antonio	13,4	6,96	0,51	927	-	0,22	44	3,05	70
Torricola	9,7	8,16	0,52	966	5,4	0,22	-	2,03	30
Colle Fiorano	17	6,89	0,68	1218	3,5	0,28	23	2,78	40

Tabella A7. Parametri fisico-chimici e chimici registrati (campionamento invernale)

Stazioni	Temp (°C)	pH	Salinità (mg/l)	$\chi$ 20°C ( $\mu$ S/cm)	O <sub>2</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	COD (mg/l O <sub>2</sub> eq.)	P <sub>tot</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
Capannelle (GRA)	11,7	8,20	-	1035	13,6	0,03	4	0,68	75
Quarto Miglio	13,9	8,24	-	886	0,5	32	191	2,52	80
Vaccareccia	12,4	8,51	-	786	5,5	0,08	12	0,41	40
Cartiera Latina	13,2	8,17	-	809	-	0,26	16	0,75	70
Vivaio	13,3	8,40	-	845	3,7	n.r.	8	0,10	70
Vaccareccia bis	14,1	8,16	-	808	7,5	0,03	16	0,07	70
Redicolo	14,1	7,02	-	824	5,9	0,07	24	0,08	70
Ninfeo Egeria	15,5	8,45	-	756	5,3	0,06	32	0,74	65
Appia Nuova	12,05	7,63	-	769	8,8	0,12	-	0,10	70
Chiesetta S. Antonio	12,05	6,60	-	932	8,1	0,22	52	1,53	20
Torricola	6,2	8,32	-	992	0	25	95	2,26	50
Colle Fiorano	14,1	6,86	-	1216	3,8	33	489	3,61	40



Tabella A8. Parametri fisico-chimici e chimici registrati (campionamento primaverile)

Stazioni	Temp (°C)	pH	Salinità (mg/l)	$\chi$ 20°C (μS/cm)	O <sub>2</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	COD (mg/l O <sub>2</sub> eq.)	P <sub>tot</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
Capannelle (GRA)	25	8,77	-	1490	9,3	11	208	0,56	35
Quarto Miglio	19,3	7,13	-	914	1,1	24	208	0,61	40
Vaccareccia	18,4	6,82	-	830	3,4	0,15	116	0,20	60
Cartiera Latina	16,5	7,02	-	828	4,2	0,04	116	0,09	55
Vivaio	15,5	8,46	-	817	3,4	0,42	12	0,04	75
Vaccareccia bis	17,5	8,22	-	808	5,3	0,12	-	0,02	65
Redicolo	17,7	6,84	-	828	5,8	0,14	16	0,04	60
Ninfeo Egeria	17,6	7,60	-	817	4,1	0,01	40	0,28	60
Appia Nuova	21,4	6,54	-	734	7,1	0,15	6	0,03	65
Chiesetta S. Antonio	24	7,60	-	952	5,1	0,22	40	0,64	70
Torricola	22	7,65	-	957	2,6	31	24	0,44	70
Colle Fiorano	21,3	7,57	-	1189	3,8	31	236	0,57	40

Tabella A9. Parametri microbiologici registrati (campionamento estivo)

Stazione	Coliformi UFC/100 ml		<i>E. coli</i> UFC/100 ml	Streptococchi fecali UFC/100 ml	Clostridi solfito riduttori
	<i>totali</i>	<i>fecali</i>			
Capannelle (GRA)	2,12	1,64	1	0,065	0,01
Quarto Miglio	15	2,6	2	0,75	0,26
Vaccareccia	1,94	0,75	0,7	0,01	0,21
Cartiera Latina	0,71	0,71	0,55	0,007	0,54
Vivaio	0,21	0,03	0,002	0,04	3,2
Vaccareccia bis	0,09	0,07	0,07	0,008	0,1
Redicolo	0,207	0,052	0,021	0,007	0,39
Ninfeo Egeria	0,016	0,015	0,011	0,001	0,3
Appia Nuova	0,21	0,09	0,022	0,011	0,07
Chiesetta S. Antonio	0,079	0,03	0,02	0,032	0,21
Torricola	1,3	1,3	1,3	0,025	2,6
Colle Fiorano	15	11	3	0,62	0,3

Tutti i valori sono intesi moltiplicati per 10<sup>6</sup>

Tabella B6. Parametri microbiologici registrati (campionamento autunnale)

Stazione	Coliformi UFC/100 ml		<i>E. coli</i> UFC/100 ml	Streptococchi fecali UFC/100 ml	Clostridi solfito riduttori
	<i>totali</i>	<i>fecali</i>			
Capannelle (GRA)	0,32	0,32	0,22	0,00001	0
Quarto Miglio	3,7	3,7	0,8	0,7	0
Vaccareccia	0,5	0,5	0,4	0,003	0
Cartiera Latina	0,6	0,6	1,5	0,08	0
Vivaio	0,06	0,06	0,02	0,003	0
Vaccareccia bis	0,006	0,00049	0	0,00031	0,02
Redicolo	0,006	0,00031	0	0,00068	0,08
Ninfeo Egeria	0,0003	0,00015	0,0001	0,00039	0,05
Appia Nuova	0,5	0,4	0,1	0,4	0
Chiesetta S. Antonio	1,3	1,1	1,1	0,22	0,2
Torricola	0,6	0,6	0,4	0,06	0
Colle Fiorano	10,6	6,2	3	0,49	0,02

Tutti i valori sono intesi moltiplicati per 10<sup>6</sup>

Tabella A11. Parametri microbiologici registrati (campionamento invernale)

Stazione	Coliformi UFC/100 ml		<i>E. coli</i> UFC/100 ml	Streptococchi fecali UFC/100 ml	Clostridi solfito riduttori
	<i>totali</i>	<i>fecali</i>			
Capannelle (GRA)	0,006	0,002	0,0008	0,0019	0,014
Quarto Miglio	1,2	0,6	0,08	0,6	0,5
Vaccareccia	0,04	0,004	0,003	0,004	0,08
Cartiera Latina	0,5	0,078	0,05	0,04	0,5
Vivaio	0,01	0,003	0,003	0,014	0,9
Vaccareccia bis	0,001	0,001	0,001	0,0015	0,04
Redicolo	0,005	0,001	0,001	0,008	0,18
Ninfeo Egeria	0,01	0,008	0,008	0,0013	0,08
Appia Nuova	0,05	0,008	0,006	0,014	0,41
Chiesetta S. Antonio	0,6	0,09	0,06	0,13	0,03
Torricola	1,2	0,6	0,45	0,6	0,07
Colle Fiorano	1	0,3	0,2	0,25	6,3

Tutti i valori sono intesi moltiplicati per 10<sup>6</sup>

Tabella A12. Parametri microbiologici registrati (campionamento primaverile)

Stazione	Coliformi UFC/100 ml		<i>E. coli</i> UFC/100 ml	Streptococchi fecali UFC/100 ml	Clostridi solfito riduttori
	<i>totali</i>	<i>fecali</i>			
Capannelle (GRA)	0,032	0,04	0,0003	0,00048	0,07
Quarto Miglio	3,6	3,6	3,3	1,1	0,08
Vaccareccia	0,037	0,02	0,016	0,004	0,05
Cartiera Latina	0,47	0,008	0,006	0,009	0,44
Vivaio	0,0057	0,003	0,003	0,0011	0,019
Vaccareccia bis	0,003	0,0016	0,0016	0,00016	0,17
Redicolo	0,0011	0,0004	0,0004	0,00034	0,24
Ninfeo Egeria	0,0007	0,0005	0,0005	0,0002	0,024
Appia Nuova	0,15	0,15	0,11	0,017	0,018
Chiesetta S. Antonio	0,4	0,4	0,3	0,00039	0,062
Torricola	2,4	0,63	0,6	0,025	0,008
Colle Fiorano	7,9	7,9	6,2	0,26	6,9

Tutti i valori sono intesi moltiplicati per 10<sup>6</sup>

**APPENDICE B**  
**Seconda campagna di studio:**  
**liste faunistiche e valori dei parametri**  
**chimici e microbiologici**



Si riportano i dati relativi ai quattro campionamenti stagionali effettuati durante la seconda campagna di studio (2000-2001) che si riferiscono alle liste faunistiche e ai valori dei parametri chimici e microbiologici. Nelle Tabelle le stazioni di campionamento sono indicate come segue:

- Via Armentieri 2C.1
- Sfascio 2C.2
- Appia Pignatelli 2C.3
- Cartiera Latina 2C.4
- Vaccareccia bis 2C.5
- Marrana sx 2C.6
- Torricola 2C.7
- Colle Oliva 2C.8
- Appia Nuova 2C.9
- Ferrovia 2C.10
- Ardeatina 2C.11
- Acqua Santa 2C.12
- Tormarancia 2C.13

**Tabella B1. Lista faunistica (campionamento estivo)**

Taxa raccolti		Stazioni di campionamento 2C												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Tricotteri</b>	Glossosomatidae					+								
	Psychomyidae													+°
	Hydropsychidae			+°										
<b>Efemerotteri</b>	<i>Baetis</i> sp.			+°					+					
	<i>Caenis</i> sp.													+
<b>Coleotteri</b>	Elmidae					+	+							
	Helodidae							+						
<b>Odonati</b>	<i>Chalcolestes</i>			+										
	<i>Orthetrum</i>		+	+										
<b>Ditteri</b>	Chironomidae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Limoniidae													+
	Psychodidae*									+	+			
	Simuliidae													+°
	Stratiomyidae*			+	+									
	Syrphidae*		+	+										
<b>Anfipodi</b>	Gammaridae				+°	+	+						+	
<b>Isopodi</b>	Asellidae		+°					+						
<b>Gasteropodi</b>	Limneidae					+								
	Physidae	+		+					+					+
	Planorbidae					+								
<b>Irudinei</b>	<i>Dina</i>			+	+	+	+		+	+				+
	<i>Herpobdella</i>				+									
<b>Oligocheti</b>	Lumbricidae					+						+	+	+
	Lumbriculidae		+	+								+		+
	Naididae				+		+							
	Tubificidae		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<b>Tricladi</b>	<i>Dugesia</i> sp.							+						
<b>Gordiacei</b>						+								

\* taxon da escludere al fine del calcolo dell'IBE poiché a respirazione aerea;

° taxon da escludere al fine del calcolo dell'IBE poiché di drift.

Tabella B2. Lista faunistica (campionamento autunnale)

Taxa raccolti		Stazioni di campionamento 2C												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tricotteri	Sericostomatidae			-										+°
Efemerotteri	<i>Baetis</i> sp.			-										+
	<i>Caenis</i> sp.			-										+
Coleotteri	Elmidae			-										+
Ditteri	Chironomidae	+		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Limonidae			-										+
	Simuliidae			-										+°
Anfipodi	Gammaridae	+		-	+	+	+		+				+	+
Gasteropodi	Physidae	+		-										
Bivalvi	Pisidiidae						+							
Irudinei	<i>Dina</i>	+		-			+		+					
	<i>Herpobdella</i>			-						+				
Oligocheti	Tubificidae	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Lumbricidae			-	+			+						+
	Lumbriculidae			-	+								+	+
	Naididae			-			+			+				
Gordiacei			-									+		

\* taxon da escludere al fine del calcolo dell'IBE poiché a respirazione aerea; ° taxon da escludere al fine del calcolo dell'IBE poiché di drift; stazione Appia Pignatelli: asciutta.

Tabella B3. Lista faunistica (campionamento invernale)

Taxa raccolti		Stazioni di campionamento 2C												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tricotteri	Psychomyidae													+
	Sericostomatidae						+							+
Efemerotteri	<i>Baetis</i> sp.					+°				+°				
	<i>Caenis</i> sp.					+°						+°		+
Coleotteri	Elmidae						+			+°				+
Odonati	Boyeria										+			
	Orthetrum			+										
	Calopteryx					+								
Ditteri	Chironomidae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Empididae													+
	Limonidae													+
	Psychodidae *								+	*				
	Simuliidae													+°
	Tipulidae												+	
Anfipodi	Gammaridae					+	+	+°						+
Isopodi	Asellidae					+°								
Gasteropodi	Bithyniidae					+								
	Physidae	+												
Bivalvi	Pisidiidae					+								
Irudinei	<i>Dina</i>	+		+	+	+	+							
	<i>Herpobdella</i>	+					+							
Oligocheti	Tubificidae	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
	Lumbricidae						+					+	+	+
	Lumbriculidae	+		+		+		+			+	+	+	
	Naididae					+				+				
Tricladi	<i>Dugesia</i>					+				+				

\* taxon da escludere al fine del calcolo dell'IBE poiché a respirazione aerea; ° taxon da escludere al fine del calcolo dell'IBE poiché di drift.

Tabella B4. Lista faunistica (campionamento primaverile)

Taxa raccolti	Stazioni di campionamento 2C												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Efemerotteri	<i>Baetis</i> sp.			-									+
	<i>Caenis</i> sp.			-									+°
Coleotteri	Elmidae			-		+							+
Ditteri	Ceratopogonidae			-									+
	Chironomidae	+	+	-	+	+	+	+	+	+		+	+
	Limoniidae			-									+
	Psychodidae *			-				+	*		+	*	
	Simuliidae			-									+°
Anfipodi	Gammaridae			-		+	+						+
Isopodi	Asellidae			-									+
Irudinei	<i>Dina</i>			-			+						+
Oligocheti	Tubificidae	+	+	-	+	+		+	+	+	+	+	+
	Lumbricidae		+	-	+					+	+		
	Lumbriculidae	+		-						+	+	+	
	Naididae	+	+	-	+	+			+	+			+
Gordiacei			-	+									

\* taxon da escludere al fine del calcolo dell'IBE poiché a respirazione aerea; ° taxon da escludere al fine del calcolo dell'IBE poiché di drift; stazione Appia Pignatelli: asciutta.

Tabella B5. Parametri chimici registrati (campionamento estivo)

Stazioni	COD
Via Armentieri	14
Sfascio	35
Appia Pignatelli	10
Cartiera Latina	5
Marrana sx.	< 2
Vaccareccia bis	11
Torricola	73
Colle Oliva	22
Appia Nuova	< 2
Ferrovia	96
Ardeatina	56
Acqua Santa	25
Tormarancia	10

Tabella B6. Parametri chimici registrati (campionamento autunnale)

Stazioni	COD	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P-PO <sub>4</sub>
Via Armentieri	6	0,03	9,6	1,39
Sfascio	39	0,04	8,7	2,06
Appia Pignatelli	-	-	-	-
Cartiera Latina	29	9,50	1,5	1,44
Marrana sx.	6	0,02	8,4	0,35
Vaccareccia bis	12	0,03	11,3	0,30
Torricola	93	-	-	-
Colle Oliva	106	0,03	11,9	2,66
Appia Nuova	45	0,05	10,1	1,95
Ferrovia	29	0,04	11,2	1,27
Ardeatina	20	0,03	11,0	0,91
Acqua Santa	13	0,02	6,6	0,05
Tormarancia	10	0,03	9,9	3,65

Tabella B7. Parametri chimici registrati (campionamento invernale)

Stazioni	COD	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P-PO <sub>4</sub>
Via Armentieri	< 1	0,02	11,0	1,35
Capannelle	< 1	0,08	8,6	0,99
Appia Pignatelli	26	0,03	8,2	0,91
Cartiera latina	< 1	0,04	9,2	0,87
Marrana dx	< 1	0,02	12,3	0,26
Marrana sx	< 1	0,04	8,5	0,12
Torricola	64	0,80	2,1	3,17
Colle Oliva	48	0,02	10,6	1,98
Appia Nuova	28	0,19	6,7	1,67
Ferrovia	19	0,09	14,4	1,44
Ardeatina	< 1	0,13	14,2	1,01
Acqua Santa	< 1	0,04	8,6	0,20
Tormarancia	< 1	0,03	10,1	0,24

Tabella B8. Parametri chimici registrati (campionamento primaverile)

Stazioni	COD	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P-PO <sub>4</sub>
Via Armentieri	34	6,03	1,9	1,09
Capannelle	10	0,06	6,8	0,91
Appia Pignatelli	22	6,64	0,1	1,63
Cartiera latina	25	2,78	4,4	0,76
Marrana dx	9	0,02	12,1	0,35
Marrana sx	23	0,06	10,7	0,99
Torricola	33	0,04	13,7	1,07
Colle Oliva	38	17,5	0,8	2,36
Appia Nuova	-	-	-	-
Ferrovia	32	0,03	8,9	0,84
Ardeatina	38	0,02	20,7	0,96
Acqua Santa	3	0,03	1,6	0,77
Tormarancia	6	0,09	10,6	0,38

Tabella B9. Parametri microbiologici registrati (campionamento estivo)

Stazione	Coliformi UFC/100 ml		<i>E. coli</i> UFC/100 ml	Streptococchi fecali UFC/100 ml	Clostridi solfito riduttori
	<i>totali</i>	<i>fecali</i>			
Via Armentieri	0,27	0,021	0,02	0,004	0,025
Sfascio	0,18	0,035	0,028	0,0021	0,01
Appia Pignatelli	0,0016	0,001	0,001	0,0003	0,011
Cartiera Latina	0,18	0,08	0,07	0,02	0,068
Marrana sx.	0,0033	0,0022	0,0022	0,0023	0,005
Vaccareccia bis	0,005	0,0016	0,001	0,0035	0,01
Torricola	2	2	1,14	0,2	0,01
Colle Oliva	0,23	0,04	0,03	0,013	0,02
Appia Nuova	0,07	0,017	0,012	0,002	0,048
Ferrovia	2	2	1,2	0,13	0,01
Ardeatina	0,9	0,16	0,13	0,004	0,02
Acqua Santa	0,02	0,013	0,004	0,009	0,011
Tormarancia	0,003	0,0007	0,0005	0,0016	0

Tutti i valori sono intesi moltiplicati per 10<sup>6</sup>



Tabella B10. Parametri microbiologici registrati (campionamento autunnale)

Stazione	Coliformi UFC/100 ml		<i>E. coli</i> UFC/100 ml	Streptococchi fecali UFC/100 ml	Clostridi solfito riduttori
	<i>totali</i>	<i>fecali</i>			
Via Armentieri	0,8	0,62	0,56	0,34	0,04
Sfascio	2	0,78	0,7	0,16	0,008
Appia Pignatelli	-	-	-	-	-
Cartiera Latina	0,21	0,043	0,038	0,013	0,02
Marrana sx.	0,0003	0	0	0,0001	0,003
Vaccareccia bis	0,005	0,004	0,003	0,0003	0,04
Torricola	2,5	2,3	2	0,18	0,002
Colle Oliva	0,1	0,96	0,7	0,43	0,046
Appia Nuova	0,019	0,012	0,01	0,005	0,021
Ferrovia	0,02	0,008	0,006	0,001	0,039
Ardeatina	0,006	0,082	0,045	0,008	0,092
Acqua Santa	0,001	0,0008	0,0008	0,0003	0,025
Tormarancia	0,001	0,0008	0,0007	0,0012	0,02

Tabella B11. Parametri microbiologici registrati (campionamento invernale)

Stazione	Coliformi UFC/100 ml		<i>E. coli</i> UFC/100 ml	Streptococchi fecali UFC/100 ml	Clostridi solfito riduttori
	<i>totali</i>	<i>fecali</i>			
Via Armentieri	-	0,002	0,002	0,007	0,003
Sfascio	-	0,06	0,06	0,04	0,001
Appia Pignatelli	-	0,004	0,003	0,001	0
Cartiera Latina	-	0,05	0,04	0,013	0,004
Marrana sx.	-	0,00008	0,00006	0,00006	0,006
Vaccareccia bis	-	0,00018	0,00008	0	0,006
Torricola	-	7	3	0,44	0,015
Colle Oliva	-	0,9	0,6	0,15	0,02
Appia Nuova	-	0,75	0,45	0,18	0,001
Ferrovia	-	0,007	0,006	0,001	0,002
Ardeatina	-	0,02	0,009	0,001	0
Acqua Santa	-	0,0013	0,0012	0,0003	0,002
Tormarancia	-	0,00042	0,00033	0,00037	0,006

Tabella B12. Parametri microbiologici registrati (campionamento primaverile)

Stazione	Coliformi UFC/100 ml		<i>E. coli</i> UFC/100 ml	Streptococchi fecali UFC/100 ml	Clostridi solfito riduttori
	<i>totali</i>	<i>fecali</i>			
Via Armentieri	0,943	0,9	0,85	0,038	0
Sfascio	0,27	0,26	0,26	0,008	0
Appia Pignatelli	-	-	-	-	-
Cartiera Latina	0,02	0,019	0,015	0	0,004
Marrana sx.	0,02	0,019	0,014	0,002	0,002
Vaccareccia bis	0,0015	0,0015	0,0014	0,0008	0,002
Torricola	1,5	1,3	1,17	0,06	0,007
Colle Oliva	0,36	0,15	0,145	0,042	0,01
Appia Nuova	0,2	0,11	0,08	0,005	0,011
Ferrovia	0,05	0,048	0,045	0,001	0
Ardeatina	0,025	0,024	0,018	0	0
Acqua Santa	0,126	0,12	0,112	0,01	0,015
Tormarancia	0,0006	0,0003	0,0002	0,0003	0,006

Tutti i valori sono intesi moltiplicati per 10<sup>6</sup>

*La riproduzione parziale o totale dei Rapporti e Congressi ISTISAN  
deve essere preventivamente autorizzata.*

*Stampato da Ditta Grafiche Chicca & C. snc  
Via di Villa Braschi 143, 00019 Tivoli (Roma)*

*Roma, dicembre 2003 (n. 4) 14° Suppl.*