



Rapporti ISTISAN

10/9



**Aree protette della regione Lazio,
un caso studio: i corsi d'acqua del Parco
Naturale Regionale di Bracciano-Martignano**



ISSN 1123-3117

A cura di
S. Marcheggiani, G. Paoletti,
A. Guarino e L. Mancini

www.iss.it

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

**Aree protette della Regione Lazio, un caso studio:
i corsi d'acqua del Parco Naturale Regionale
di Bracciano-Martignano**

A cura di
Stefania Marcheggiani (a), Giancarlo Paoletti (b),
Anna Guarino (b) e Laura Mancini (a)

*(a) Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria
Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(b) Parco Naturale Regionale di Bracciano-Martignano, Bracciano, Roma

ISSN 1123-3117

Rapporti ISTISAN

10/9

Istituto Superiore di Sanità

Aree protette della Regione Lazio, un caso studio: i corsi d'acqua del Parco Naturale Regionale di Bracciano-Martignano.

A cura di Stefania Marcheggiani, Giancarlo Paoletti, Anna Guarino e Laura Mancini
2010, iv, 45 p. Rapporti ISTISAN 10/9

Questo studio rappresenta il primo lavoro di caratterizzazione dello stato di qualità dei piccoli corpi idrici afferenti al lago di Bracciano e Martignano. La determinazione dello stato è stata svolta attraverso l'analisi dei parametri idromorfologici, biologici, microbiologici, fisico-chimici e chimici previsti dalla attuale normativa in materia di acque superficiali. I risultati evidenziano uno stato di qualità discreto per tutti i fossi studiati; è stato inoltre individuato il "sito di riferimento", ossia la migliore condizione di naturalità, rappresentativo di questa tipologia di corpo idrico e obiettivo a cui far riferimento per futuri interventi di risanamento. Le "criticità" emerse presenti nel territorio del Parco sono riconducibili allo sviluppo urbano, ad una estesa attività agricola, alla presenza di scarichi puntiformi e diffusi, all'uso inadeguato della risorsa idrica che determina di conseguenza una scarsità della stessa. Le possibili risposte derivate sono quindi rivolte alla conservazione e al risanamento di tali ambienti, obiettivo raggiungibile attraverso la collaborazione di tutti i soggetti incidenti sul territorio.

Parole chiave: Aree Protette, Acque superficiali, Qualità delle acque, Sito di riferimento, Indicatori biologici

Istituto Superiore di Sanità

Protected areas of Latium, a case study: the water streams of the Natural Regional Park of Bracciano-Martignano.

Edited by Stefania Marcheggiani, Giancarlo Paoletti, Anna Guarino and Laura Mancini
2010, iv, 45 p. Rapporti ISTISAN 10/9

This study represents the first analysis carried out so far to identify the water quality of the small streams flowing into Bracciano and Martignano lakes. The definition of "status" was carried out through hydromorphological, biological, microbiological, physical-chemical and chemical analysis according to the current Directive on surface water. The results show a fairly good quality status of the small streams investigated. Besides, the "reference site" has been identified as the best naturalness status of this type of running waters to be considered as key target for future remediation operations. The fragilities in the Regional Park are mainly caused by urban development, intense agricultural activity, spread and point-source discharges as well as unsuitable use of water resources that accordingly leads up to water scarcity. Possible prevention actions could involved preserving and redeveloping these ecosystems; this purpose will be provided by the cooperation of all the actors involved.

Key words: Protected area, Surface water, Water quality, Reference site, Biological indicator

Autori del presente rapporto

Per l'Istituto Superiore di Sanità, Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria: Stefania Marcheggiani, Giorgio Pace, Camilla Puccinelli, Simone Ciadamidaro, Anna Maria D'angelo, Elio Pierdominici, Claudia Vendetti, Andrea Zedde e Laura Mancini.

Per il Parco Naturale Regionale di Bracciano-Martignano: Giancarlo Paoletti (Commissario del Parco nel periodo in cui si è svolto lo studio), Anna Guarino.

La realizzazione di questo studio è stata possibile grazie al contributo del Parco Naturale Regionale di Bracciano-Martignano.

Si ringrazia il personale del Parco che ci ha supportato durante i sopralluoghi e i campionamenti. Si ringrazia la famiglia Odescalchi per le autorizzazioni all'accesso al sito archeologico di Vicarello e nella tenuta Vigna Grande.

Per informazioni su questo documento scrivere a: laura.mancini@iss.it.

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: www.iss.it.

Citare questo documento come segue:

Marcheggiani S, Paoletti G, Guarino A, Mancini L. (Ed.). *Aree protette della Regione Lazio, un caso studio: i corsi d'acqua del Parco Naturale Regionale di Bracciano-Martignano*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2010. (Rapporti ISTISAN 10/9).

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, Sara Modigliani e Sandra Salinetti*
La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori.

© Istituto Superiore di Sanità 2010

INDICE

Premessa	iii
Introduzione	1
Area di studio	3
Metodologia applicata	9
Analisi della comunità macrobentonica (applicazione indice IBE)	9
Descrizione delle comunità macroinvertebrati tramite metriche.....	11
Indice di Funzionalità Fluviale (IFF)	11
Applicazione dell'indice Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM).....	14
Analisi microbiologiche.....	14
Analisi chimiche	15
Analisi chimico-fisiche in situ	15
Analisi chimiche di laboratorio.....	15
Analisi statistiche.....	16
Classificazione o <i>Cluster analysis</i>	16
Analisi delle Componenti Principali	16
Risultati	18
Uso del suolo	18
Risultati chimico-fisici e chimici	19
Microbiologici	22
Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM).....	23
Indice di Funzionalità Fluviale (IFF).....	24
Valutazione della struttura della comunità macrobentonica	25
Applicazione indice IBE	30
Metriche.....	33
Analisi delle Componenti Principali	34
<i>Cluster analysis</i>	37
Discussioni e conclusioni	40
Bibliografia	44

PREMESSA

Lo studio è inserito in una complessa rete normativa che vede interessati diversi contesti territoriali e ambientali. Di particolare evidenza sono gli aspetti connessi alle aree protette ed al monitoraggio ambientale. Con il decreto 616/1977 (Italia, 1977) vengono trasferite alle Regioni alcune funzioni amministrative e di controllo sui beni paesaggistici. In particolare l'art. 82 relativo ai "Beni Ambientali" delega alle Regioni le funzioni amministrative esercitate dagli organi centrali e periferici dello Stato sia per la protezione delle bellezze naturali che per quanto riguarda la loro individuazione, tutela, le relative sanzioni e le relative funzioni amministrative.

Il trasferimento delle competenze in materia di aree protette dallo Stato alle Regioni comporta l'istituzione da parte di quest'ultime dei Parchi Naturali i quali contribuiscono all'aumento della complessiva superficie di territorio nazionale protetto ed allo sviluppo di innovazioni su temi di forma, ruolo e gestione delle medesime.

Di conseguenza tale decreto rappresenta una tappa fondamentale nel processo di crescita delle aree protette in Italia.

Le Aree Protette sono state istituite basandosi sull'adattamento del primitivo modello di parco nordamericano alla complessa realtà dell'antropizzato mondo italiano. La novità è rappresentata dalla coniugazione tra la conservazione delle risorse naturali con l'uso sociale delle stesse e con la ricerca dello sviluppo compatibile per le popolazioni insediate. I parchi rappresentano quindi i terreni preposti alla sperimentazione ecologica permanente, ove, con un nuovo approccio culturale ed economico, si definisce un modello di gestione territoriale.

Successivamente in riferimento al decentramento delle competenze con la Legge 142/1990 (Italia, 1990) relativa all'"Ordinamento delle Autonomie Locali", anche le Province creano delle proprie aree protette.

La Legge Quadro Nazionale sulle Aree Protette (Italia, 1991), detta i principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette, al fine di garantire e promuovere in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del Paese e così classificate le aree naturali protette. In particolare in tale legge sono definiti i "Parchi Naturali Regionali" come aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa, di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo individuato dagli assetti naturali dei luoghi, dai valori paesaggistici ed artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali.

Per quanto riguarda le aree naturali protette di interesse regionale, la Legge 394/1991 ha stabilito dei principi fondamentali attraverso norme-quadro che sono tutte improntate all'attribuzione alle autonomie locali da parte delle Regioni di ruoli e funzioni rilevanti come la partecipazione delle Province, delle Comunità Montane e dei Comuni ai procedimenti di istituzione dell'area protetta.

La Direttiva Habitat 92/43/CEE ha come obiettivo prioritario quello di creare una rete ecologica europea coerente di Zone Speciali di Conservazione, denominata Natura 2000, al cui interno vengano adottate le misure di gestione necessarie alla conservazione in uno stato soddisfacente degli habitat e delle specie d'interesse comunitario.

Gli Stati membri dell'Unione devono individuare sul proprio territorio dei siti in cui siano presenti specie animali, vegetali e habitat la cui conservazione è considerata una priorità a livello europeo.

In particolare nell'Allegato I sono riportati i siti di interesse comunitario (SIC), nell'Allegato II sono riportate le specie d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione (ZPS), nell'Allegato IV sono riportate le specie che richiedono

una protezione rigorosa e nell'Allegato V sono riportate le specie il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione.

Per i siti della Rete Natura 2000 la Direttiva prevede tra l'altro la predisposizione di piani di gestione, i quali rappresentano lo strumento di conservazione e gestione sostenibile nei siti di importanza comunitaria. In questi territori, secondo lo spirito della Direttiva, è possibile mantenere attività socioeconomiche compatibili con gli obiettivi di salvaguardia e tutela del patrimonio naturalistico, di cui siamo responsabili a livello comunitario e planetario.

L'Italia ha inviato nel giugno 1997 (Italia, 1997) alla Commissione Europea la lista nazionale dei siti proposti, le relative schede e cartografie; e sta provvedendo a integrare la lista di siti nell'ambito di un processo di valutazione scientifica. Tale lista comprende provvisoriamente di 2.330 proposti Siti di Importanza Comunitaria (pSIC) appartenenti a tre delle sei Regioni Biogeografiche in cui è stata suddivisa l'Europa e in particolare l'alpina, la continentale e la mediterranea. La lista definitiva dei siti, che sarà predisposta dalla Commissione Europea, dovrà soddisfare il requisito di creare un insieme di aree che contribuiscano in modo significativo a mantenere o ripristinare gli habitat e le specie in uno stato di conservazione soddisfacente, al fine di mantenere la diversità biologica all'interno della regione biogeografica interessata.

La Rete Natura 2000, oltre che dai pSIC, che al termine dell'iter di designazione daranno luogo alle Zone Speciali di Conservazione (ZSC), è costituita anche dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS) designate in base alla Direttiva 79/409/CEE, concernente la conservazione degli uccelli selvatici. Il regolamento di recepimento in Italia della Direttiva Habitat (DPR n. 357/1997, recentemente modificato e integrato dal DPR n. 120/2003) prevede che il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio istituisca le Zone Speciali di Conservazione (ZSC) a partire dai SIC inseriti nelle liste definitive stilate dalla Commissione Europea al termine del processo di selezione effettuato attraverso i seminari biogeografici. Tale designazione dovrà avvenire entro sei anni dalla stesura dell'elenco definitivo da parte della Commissione europea e le ZSC diverranno allora parte integrante della rete europea Natura 2000, insieme alle ZPS.

L'elenco e la distribuzione sul territorio nazionale di pSIC e ZPS, sia per motivi di gestione che di tutela, è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana (Suppl. ord. n. 95 alla G.U. del 22 aprile 2000) con DM del 3 aprile 2000 ed è a disposizione sul sito Internet del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (www.minambiente.it).

Questo studio si inserisce in tale contesto e in particolare riguarda la caratterizzazione dello stato ecologico dei piccoli corsi d'acqua del Parco Naturale Regionale Bracciano-Martignano una delle aree protette vicine alla città di Roma.

INTRODUZIONE

Il Parco Naturale Regionale di Bracciano-Martignano è un'area protetta di circa 17000 ettari, situato nell'area nord della provincia di Roma. Esso ha avuto origine dalla volontà di proteggere e rivalutare l'area del lago di Bracciano e del vicino lago di Martignano, entrambi di origine vulcanica, caratterizzata da un particolare valore naturalistico. Nonostante lo sviluppo urbanistico dei comuni del Parco, legato sia alle attività di diporto e turismo sia al pendolarismo verso la vicina città di Roma, nell'area sono ancora presenti numerosi motivi d'interesse per l'appassionato di bellezze ambientali. Estese foreste di castagni, cerri e faggi, pressoché integre, ricoprono i colli Sabatini, tutto intorno ai due specchi d'acqua, ed ospitano numerose specie animali tipiche dei boschi decidui; piccoli ma splendidi tratti residui di vegetazione spondale (pioppi, ontani e salici) sono sparsi qua e là lungo le rive dei laghi, dando rifugio a numerose e talvolta rare specie d'uccelli acquatici, attratti sia dalla mancanza di pressione venatoria sia soprattutto dalla pescosità del lago di Bracciano, sul quale una legge regionale limita fortemente la navigazione delle imbarcazioni a motore.

Sono proprio i due laghi a costituire la maggiore ricchezza ambientale del Parco, con la loro fondamentale importanza sia naturalistica sia economica. In effetti si potrebbe definire il Parco di Bracciano-Martignano come un parco acquatico in cui terra e acqua si siano invertite di ruolo; dove invece di tutelare i fondali attorno ad un'isola e l'isola stessa come succede nei parchi marini, si proteggono le sponde di un lago e il lago stesso, che costituisce il principale motivo di interesse. Basti ricordare che il lago di Bracciano, il maggiore dei due, è per estensione il secondo lago vulcanico d'Europa dopo il lago di Bolsena, e il secondo più profondo dopo il lago di Albano. Esso non possiede immissari di rilievo, se non un insieme di piccoli fossi che dai vicini colli vi si gettano. Il lago di Bracciano possiede un solo emissario naturale, il fiume Arrone, che in origine nasceva dal lago nei pressi di Anguillara Sabazia sfociando nel Tirreno presso Fregene. Sin dall'Ottocento il fiume Arrone però non riceve più le acque direttamente dal lago, se non in casi di piene eccezionali, e queste finiscono nel bacino del Tevere, a causa della costruzione di uno sbarramento, esso viene quindi alimentato solo dall'acqua di falda e di risalita dal subalveo. L'andamento negativo delle piovosità annuali negli ultimi tempi, i prelievi artificiali dalla falda per uso potabile, irriguo, e civile, e il prelievo diretto ad opera dell'ACEA dal lago (acquedotto Paolo, circa 25×10^6 m³ l'anno) hanno definitivamente privato il piccolo fiume delle sue sorgenti naturali e limitato fortemente la capacità di ricarica del lago. Il collettore fognario circumlacuale costituisce una ulteriore limitazione all'afflusso diretto, con le acque reflue, che una volta finivano nel lago, che vengono riversate direttamente nell'Arrone a valle del depuratore e fuori dal Parco.

La finalità di questo studio è la definizione della qualità ambientale delle acque superficiali affluenti ai laghi di Bracciano e Martignano, rivolta a tutelare e migliorare la qualità dei corpi idrici, prospettando il raggiungimento di uno stato ecologico "buono" dell'ambiente acquatico presente, in ottemperanza agli indirizzi contenuti nella Direttiva 2000/60/CE. La definizione dello stato ecologico, sfruttando la potenzialità degli indicatori, permette di individuare le opportune strategie di gestione della risorsa idrica inoltre, consente di conoscere e valutare le variazioni temporali degli specifici impatti al fine di effettuare azioni di risanamento.

Le campagne di campionamento sono state finalizzate alla valutazione della qualità ambientale dei piccoli corsi d'acqua e all'individuazione dei siti di riferimento, secondo la tipologia del corpo idrico rappresentato, in ottemperanza alle richieste della Direttiva 2000/60/CE.

I dati relativi ai corpi idrici secondari come gli aspetti analitici, la composizione delle comunità di macroinvertebrati, i macrodescrittori, l'impatto indotto dalle attività esistenti come la depurazione, sono spesso carenti.

Per questi aspetti si mostra un'attività d'indagine diretta sul territorio che ha previsto 4 campagne di campionamento con cadenza stagionale e le seguenti analisi di valutazione: rilievo della comunità macrobentonica, calcolo dell'IBE e dei parametri eco-morfologici principali; campionamento e analisi per i macrodescrittori ambientali; valutazione della funzionalità fluviale.

Sul reticolo minore sono stati definiti i tratti fluviali perenni, le pressioni e impatti esistenti, le modalità di raggiungimento dello stato ecologico buono, l'evidenza di corpi che possono essere classificati come Condizione di Riferimento (REF COND) per la direttiva europea.

AREA DI STUDIO

Il lago di Bracciano è un bacino di origine vulcanica collocato nella conca di un antico cratere. Posto ad una quota di 164 metri slm ed ha un bacino idrografico di circa 150 kmq. Si estende per 57 kmq, con perimetro di 31,5 km e lunghezza 9,3 km e larghezza massima di 88,7 km. Le acque del bacino imbrifero che provvedono all'alimentazione del lago provengono da tanti piccoli fossi indipendenti ed è per questo che si divide in altrettanti sottobacini anch'essi indipendenti. Il lago di Bracciano ha un solo emissario, il fiume Arrone localizzato a sud nelle vicinanze di Anguillara, il resto del deflusso è dovuto all'evaporazione, all'irrigazione e al rifornimento degli acquedotti.

Il bacino del lago di Bracciano ha 30 fossi e 13 sottobacini, questo studio è stato svolto sui fossi che costituiscono il bacino imbrifero. Per la selezione dei fossi e siti oggetto di questa sperimentazione è stata eseguita una ricognizione geografica nel mese di maggio 2006 di tutti i fossi afferenti al Lago stesso insieme al personale del Parco Naturale Regionale Bracciano-Martignano. Le stazioni di campionamento sono state scelte in modo da porre l'attenzione sulle principali fonti di impatto, che compromettono lo stato di qualità del reticolo idrografico.

Il sopralluogo ha condotto alla selezione di dieci siti di cui: 9 localizzati su sette fossi immissari del lago di Bracciano, 1 sito sul fosso immissario del lago di Martignano.

Dei dieci siti di campionamento selezionati durante il sopralluogo questo studio è stato condotto su otto siti localizzati su sei fossi. Sul fosso della Lobbra e di Martignano non è possibile effettuare nessun campionamento a causa della scarsità di acqua in tutte e quattro le stagioni di campionamento. Le campagne di raccolta dei campioni biologici, microbiologici, chimici e chimico-fisici sono state stagionali partendo dall'estate 2006 e finendo nella primavera del 2007.

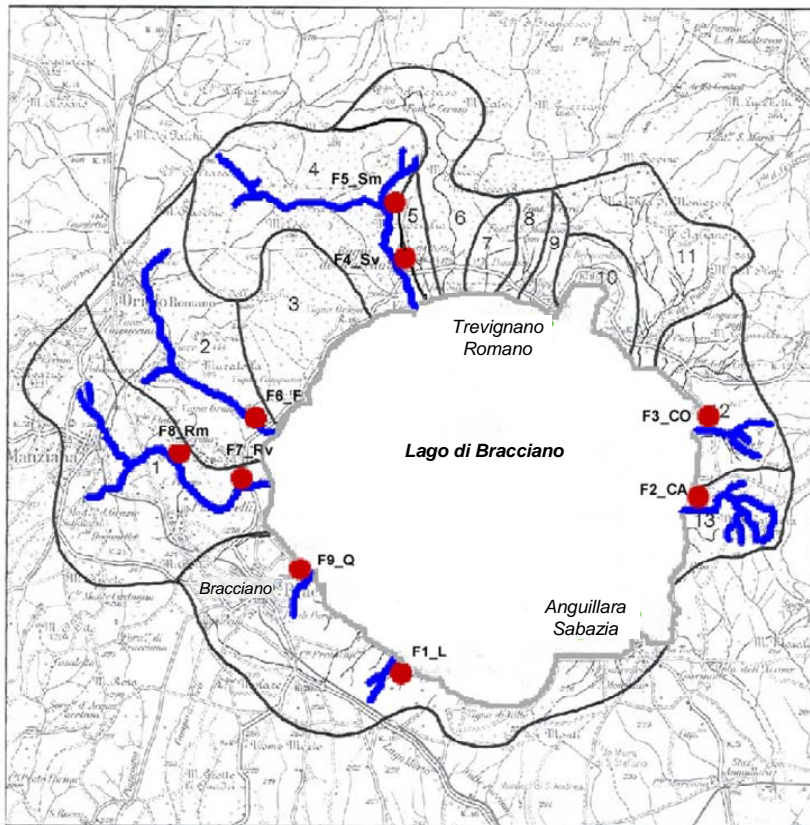
Nella Tabella 1 sono riportati il codice attribuito ad ogni sito oggetto di studio, il nome del fosso e i riferimenti geografici.

Tabella 1. Coordinate geografiche, nome e codice dei siti di campionamento

Codice Stazione	Sito di campionamento	Coordinate geografiche	
F2_CA	fosso Casacci (Piana dei Falliti)	12° 11' 00,0"	42° 07' 04,8"
F3_CO	fosso Conca	12° 17' 26,3"	42° 07' 95,9"
F4_Sv	fosso Monte Sassano (valle)	12° 12' 60,5"	42° 09' 74,5"
F5_Sm	fosso Monte Sassano (monte)	12° 10' 36,7"	42° 07' 32,6"
F6_F	fosso della Fiora (Vigna grande)	12° 10' 60,9"	42° 08' 00,6"
F7_Rv	fosso Grotta Renara (valle)	12° 10' 36,7"	42° 07' 32,6"
F8_Rm	fosso Grotta Renara (monte)	12° 08' 53,6"	42° 05' 45,6"
F9_Q	fosso dei Quadri	12° 11' 96,4"	42° 05' 63,8"

Nella Figura 1 viene riportato la carta geografica, tratta dal Ventriglia (Ventriglia, 1989), con indicati i fossi, i siti di campionamento e i relativi sottobacini.

La tipologia dei fossi che circondano il lago è molto diversa, si passa da quelli con estensione molto modesta come quelli localizzati sul lato meridionale a quelli più estesi (Ventriglia, 1989). Sul lato meridionale del lago è stato scelto il fosso della Lobbra (F1_L) (Figura 2), risalendo verso nord-est segue fosso dei Casacci (F2_CA) e il fosso della Conca (F3_CO).



Scala 1:100.000

Figura 1. Localizzazione dei siti e fossi oggetto di studio (modificato da Ventriglia vol II, 1989)



Figura 2. Fosso della Lobbra



Figura 3. Fosso dei Casacci

Il Fosso dei Casacci si origina alle pendici del Monte Santa Caterina a circa 290 metri sul livello del mare. Attraversa la piana dei Falliti dove, in località il Pratino, riceve le acque della bonifica di Stracciacappa. Prima di sfociare a sud di un campeggio riceve apporti idrici di alcune sorgenti temporanee di portata molto piccola e di alcuni fossi a carattere torrentizio (carattere perenne) (Figura 3). Il Fosso della Conca è di natura perenne, durante il percorso raccoglie le acque di un fontanile e di alcuni canali di bonifica e sfocia nel lago nel tratto compreso tra le località Acquarella e Cascinale di Domenico (Figura 4).

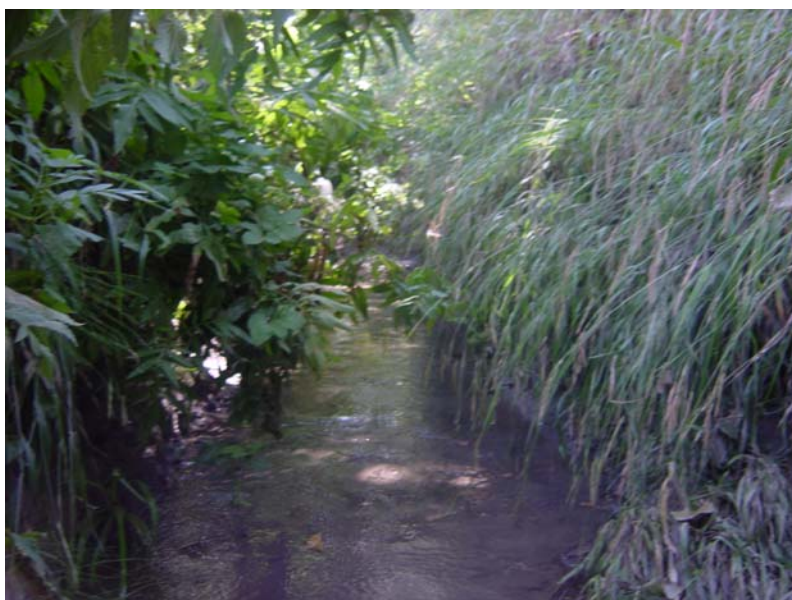


Figura 4. Fosso della Conca

Sul fosso di Monte Sassano all'altezza dello stabilimento termale di Vicarello (ove si unisce al fosso di Vicarello) sono stati scelti due siti: un sito di campionamento indicato come fosso Monte Sassano monte (F5_Sm) ed uno più a valle fosso Monte Sassano valle (F6_Sv) (Figure 5 e 6).



Figura 5. Fosso di Monte Sassano sito a monte



Figura 6. Fosso Sassano Monte sito a valle

Il fosso della Fiora si origina sulle falde meridionali di Monte Raschio (m 554 s.l.m), passa presso Oriolo Romano e presso Poggio Muratela, raggiunge il lago a circa tre chilometri e mezzo a nord dell'abitato di Bracciano. Su questo fosso è stato selezionato il sito Fosso della Fiora (F6_F) all'interno della tenuta di proprietà della famiglia Odescalchi "Vigna Grande" (Figura 7).



Figura 7. Fosso della Fiora località Vigna grande

Tra i maggiori fossi che alimentano il lago infine è stato selezionato il fosso di Grotta Renara che inizia da Monte Calvario e con direzione da ovest ad est raggiunge il lago di Bracciano a circa due chilometri a nord dell'abitato di Bracciano. Su questo fosso sono stati scelti due siti indicati rispettivamente fosso Renara valle (F7_Rv) e monte (F8_Rm) (Figure 8 e 9).



Figura 8. Fosso di Grotta Renara sito a monte



Figura 9. Fosso di monte Renara sito a valle

Infine il fosso dei Quadri nasce a Sud del centro di Bracciano e sfocia presso il promontorio denominato Calvario su questo fosso è stato scelto l'ultimo sito di campionamento (S9_Q) (Figura 10) .

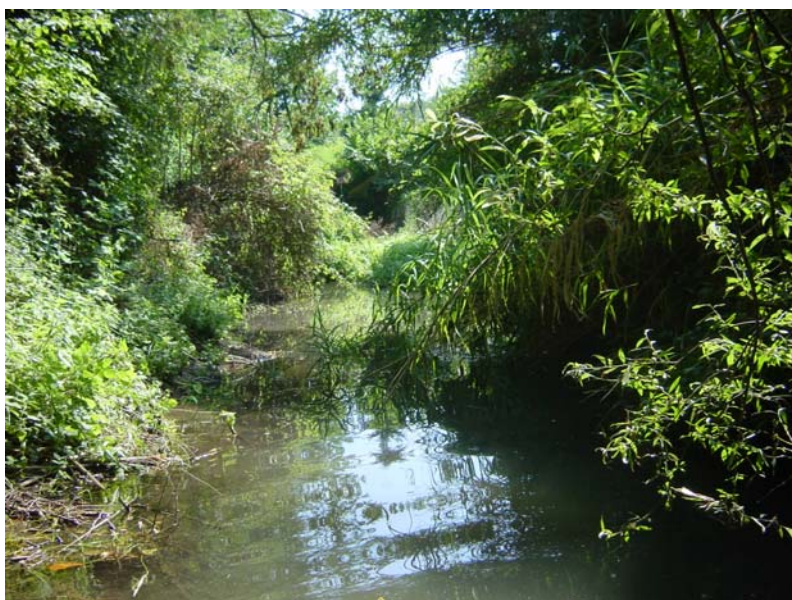


Figura 10. Fosso dei Quadri

METODOLOGIA APPLICATA

Analisi della comunità macrobentonica (applicazione indice IBE)

La raccolta dei macroinvertebrati bentonici viene eseguita secondo la metodologia standard (UNI EN 27828, 1996), riportata in Ghetti (1997).

Campionamento: si esegue usando un retino immanicato di dimensioni standard (25 x 40 cm e 20 maglie per centimetro). Il retino viene posto sul fondo dell'alveo con l'apertura rivolta contro corrente, affinché si raccolga il materiale smosso dal fondo con i piedi. Con le mani si puliscono accuratamente i ciottoli presenti al fine di raccogliere più organismi possibili ad essi adesi. Il materiale raccolto viene riversato in una bacinella a fondo bianco, i ciottoli e le parti vegetali di dimensioni maggiori puliti e i macroinvertebrati raccolti in sacchetti di polietilene, fissati con alcool etilico, etichettati e conservati a ± 4 °C durante il trasporto in laboratorio.

Riconoscimento: un primo riconoscimento viene fatto sul campo, gli organismi vengono conservati in provette con etanolo al 95%. L'identificazione tassonomica si esegue in laboratorio: gli organismi sono riconosciuti al livello tassonomico di genere o famiglia, (così come richiesto per applicare l'indice IBE (Tabella 2) utilizzando uno stereoscopio e guide per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci (Campaioli *et al.*, 1994; Sansoni, 1988; Tachet *et al.*, 1987).

Conservazione: gli organismi vengono conservati in provette con etanolo 95%, opportunamente etichettati e datati e suddivisi in base al taxon di appartenenza.

Per ogni stazione campionata viene compilata una scheda in cui vengono riportate le caratteristiche del sito, la lista faunistica e il relativo valore dell'indice IBE calcolato, con la classe di qualità ad esso attribuita.

Calcolo dei valori dell'indice: il metodo prevede una tabella a doppia entrata (Tabella 2), costruita considerando il numero delle unità sistematiche campionate (generi o famiglie a seconda dei taxa (Tabella 3) e un ordine di taxa con sensibilità decrescente all'inquinamento.

Il valore dell'indice può essere tradotto in classi di qualità (Tabella 4) che vanno da I (acque non inquinate) a V (acque fortemente inquinate). Poiché l'indice assume valori discreti, sono previste classi di qualità intermedie, per meglio tradurre il dato biologico in valore numerico.

Attribuzione delle classi di qualità: le diverse classi possono essere rappresentate cartograficamente mediante colori o tratteggi stabiliti convenzionalmente (Tabella 4) e riportate in mappe di qualità biologica.

Inoltre vengono considerati alcuni casi particolari: nelle comunità in cui il genere *Leuctra* è presente come unico taxon di Plecotteri e sono contemporaneamente assenti gli Efemerotteri tranne Baetidae e Caenidae, esso deve essere considerato al livello dei Tricotteri al fine dell'entrata orizzontale in tabella; nelle comunità in cui sono assenti i Plecotteri (tranne eventualmente *Leuctra*) e fra gli Efemerotteri sono presenti solo Baetidae e Caenidae, l'ingresso orizzontale in tabella avviene al livello dei Tricotteri; col simbolo -- viene indicato un giudizio dubbio per errore di campionamento, per presenza di organismi da drift erroneamente considerati nel computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologie non valutabili con l'indice (ad es. sorgenti, acque di scioglimento di nevai, acque ferme, zone deltizie, zone salmastre); col simbolo * vengono indicati valori dell'indice raggiunti raramente nelle acque correnti italiane. Si tratta in genere di ambienti ad elevata diversità, ma occorre evitare la somma di biotipologie diverse che porterebbe ad un incremento artificioso della ricchezza in taxa.

Tabella 2. Tabella per il calcolo dell'IBE

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)		Numero totale delle Unità Sistematiche (US) costituenti la comunità								
		(secondo ingresso)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-..
Plecotteri (<i>Leuctra</i> ^o)	Più di una US	--	--	8	9	10	11	12	13*	14*
	Una sola US	--	--	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri (esclusi Baetidae e Caenidae ^{oo})	Più di una US	--	--	7	8	9	10	11	12	--
	Una sola US	--	--	6	7	8	9	10	11	--
Tricotteri	Più di una US	--	5	6	7	8	9	10	11	--
	Una sola US	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Gammaridi, Atiidi e Palemonidi	Tutte le US sopra assenti	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Asellidi	Tutte le US sopra assenti	--	3	4	5	6	7	8	9	--
Oligocheti o Chironomidi	Tutte le US sopra assenti	1	2	3	4	5	--	--	--	--
Tutti i taxa precedenti assenti	Possono essere presenti organismi a respirazione aerea	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabella 3. Livello di determinazione richiesto per definire le 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
Molluschi	famiglia
Tricladi	genere
Irudinei	genere
Oligocheti	famiglia
Altri taxa da considerare nel calcolo dell'IBE	
Megalotteri	
Planipenni	
Nematomorfi	
Nemertini	

Tabella 4. Conversione dei valori dell'IBE in classi di qualità

Valore IBE	Definizione	Classe	Colore di riferimento
≥10	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	I	blu
8-9	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o alterazione	II	verde
6-7	Ambiente inquinato	III	giallo
4-5	Ambiente molto inquinato	IV	arancione
0-1-2-3	Ambiente fortemente inquinato	V	rosso

Descrizione delle comunità macroinvertebrati tramite metriche

Le richieste della Direttiva Europea sulle Acque 2000/60/CE per lo studio della comunità biotiche dei corsi d'acqua prevedono sia lo studio della composizione tassonomica quanto la determinazione delle abbondanze dei taxa che la compongono e la standardizzazione dei valori rispetto ad una superficie di campionamento. Dai dati quantitativi relativi a superfici note è possibile determinare le "metriche" ossia grandezze calcolate sui dati ottenuti dalla conta dei macroinvertebrati raccolti, in grado di descrivere con accuratezza e precisione le condizioni in cui versano le comunità biologiche e quindi del corso d'acqua medesimo. Le metriche prese in considerazione per l'elaborazione dei dati ottenuti in questo studio sono:

- EPT: (Ephemeroptera-Plecoptera-Tricoptera) si calcola sommando le abbondanze relative degli ordini degli Efemerotteri, Plecotteri e Tricotteri rispetto al totale di organismi che compongono la comunità studiata. Questi tre ordini racchiudono tutti gli organismi più sensibili alle fonti di disturbo dei corsi d'acqua. La metrica ha un valore che può variare da 0 a 1;
- 1-GOLD: (1-Gasteropoda, Oligochaeta, Diptera) si calcola sottraendo all'unità le abbondanze relative dei taxa appartenenti ai Gasteropodi, agli Oligocheti e ai Ditteri. Si tratta di taxa all'interno dei quali si annoverano specie tra le più tolleranti alle fonti di disturbo dei corsi d'acqua. Anche questa metrica può avere un valore che varia da 0 a 1;
- Numero di Famiglie: Consiste nel numero di famiglie che costituiscono la comunità. È anch'esso una misura della biodiversità della comunità, perché meno soggetto a distorsioni legate all'ecologia dei diversi taxa. Può assumere un valore che va da 0 a infinito.

Indice di Funzionalità Fluviale (IFF)

L'IFF fornisce indicazioni sulla funzionalità dell'ecosistema fluviale e, indirettamente, sulle cause del suo deterioramento e sui possibili interventi di riqualificazione che potrebbero essere adottati (Siligardi *et al.*, 2000).

La scheda dell'IFF, riportata di seguito, è composta di 14 domande che trattano argomenti concernenti lo stato naturale del corso d'acqua e legati tra loro in modo tale da rendere bilanciata la scheda (Tabella 5), ad ognuna delle domande sono associate quattro risposte predefinite delle quali una sola è possibile scegliere. I dati di corredo richiesti riguardano il bacino, il corso d'acqua, la località, la larghezza dell'alveo di morbida e la lunghezza del tratto omogeneo in esame.

Le 14 domande possono essere suddivise in quattro gruppi funzionali:

- le domande 1-4 riguardano le condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante il corso d'acqua e prendono in esame le varie tipologie strutturali che influenzano l'ambiente fluviale, quali ad esempio l'uso del territorio o l'ampiezza della zona riparia naturale;
- le domande 5 e 6 si riferiscono all'ampiezza relativa all'alveo bagnato ed alla struttura fisica e morfologica delle rive, per le informazioni che esse forniscono sulle caratteristiche idrauliche;
- le domande 7-11 riguardano la struttura dell'alveo, con l'individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua;
- le domande 12-14 rilevano le caratteristiche biologiche, attraverso l'analisi strutturale delle comunità macrobentonica e macrofitica e della conformazione del detrito.

Ad ogni risposta sono associati punteggi (pesi), raggruppati in 4 classi (con peso minimo di 1 e massimo di 30), che esprimono le differenze funzionali tra le singole risposte.

Tabella 5. Scheda per il rilevamento dei dati ambientali

SCHEDA IFF		Scheda n.	
Bacino	Corso d'acqua		
Località	Codice	Tratto (metri)	
Data	Operatori		
Condizioni		Riva sx	Riva dx
1) Stato del territorio circostante			
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
2) Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria			
a) Formazioni arboree riparie		30	30
b) Formazioni arbustive riparie (saliceti arbustivi) e/o canneto		25	25
c) Formazioni arboree non riparie		10	10
2bis) Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria			
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
3) Ampiezza della fascia di vegetazione perifluviale arborea e arbustiva			
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
4) Continuità della fascia di vegetazione perifluviale arborea e arbustiva			
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
5) Condizioni idriche dell'alveo			
a) Larghezza dell'alveo di morbida inferiore al triplo dell'alveo bagnato		20	
b) Alveo di morbida maggiore del triplo dell'alveo bagnato		15	
c) Alveo di morbida maggiore del triplo dell'alveo bagnato con fluttuazioni di portata frequenti		5	
6) Conformazione delle rive			
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
7) Strutture di ritenzione degli apporti trofici			
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		5	
d) Alveo di sedimenti sabbiosi privo di alghe, o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme		1	
8) Erosione			
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

segue

continua

Condizioni	Riva sx	Riva dx
9) Sezione trasversale		
a) Naturale		15
b) Naturale con lievi interventi artificiali		10
c) Artificiale con qualche elemento naturale		5
d) Artificiale		1
10) Fondo dell'alveo		
a) Diversificato e stabile		25
b) A tratti mobile		15
c) Facilmente mobile		5
11) Raschi, pozze o meandri		
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
12) Componente vegetale in alveo bagnato in acque a flusso turbolento		
a) Periphyton rilevabile solo al tatto e scarsa copertura di macrofite		15
b) Periphyton scarsamente sviluppato e copertura macrofite 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
12 bis) Componente vegetale in alveo bagnato in acque a flusso laminare		
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
13) Detrito		
a) Frammenti vegetali riconoscibili e fibrosi		15
b) Frammenti vegetali fibrosi e polposi		10
c) Frammenti polposi		5
d) Detrito anaerobico		1
14) Comunità macrobentonica		
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 <i>taxa</i> tolleranti all'inquinamento		5
d) Assenza di una comunità strutturata; presenza di pochi <i>taxa</i> tutti piuttosto tolleranti all'inquinamento		1

Il valore di IFF, ottenuto sommando i punteggi parziali relativi ad ogni domanda, può assumere un valore minimo di 14 ed uno massimo di 300; dal valore dell'Indice, attraverso una tabella di conversione (Tabella 6), si risale ad un livello di funzionalità, che può variare tra I e V, a cui è associato un giudizio di funzionalità ed un colore per la rappresentazione cartografica.

Tabella 6. Calcolo dei livelli di funzionalità

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

Applicazione dell'indice Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM)

Il Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM) è un indice che considera l'ossigeno disciolto, l'inquinamento da materia organica (BOD₅ e COD), i nutrienti (azoto e fosforo) e la presenza di *Escherichia coli*. Ad ogni parametro vengono attribuiti punteggi specifici che ne quantificano la presenza. Il calcolo dell'indice LIM viene effettuato in base alla tabella seguente (Tabella 7).

Tabella 7. Parametri utilizzati per il calcolo dell'Indice LIM

Parametro	livello 1	livello 2	livello 3	livello 4	livello 5
%satur O ₂	< = 10	< = 20	< = 30	< = 50	> 50
BOD ₅ mg/mL	< 2,5	< = 4	< = 8	< = 15	> 15
COD mg/mL	< 5	< = 10	< = 15	< = 25	> 25
NH ₄ mg/mL	< 0,03	< = 0,10	< = 0,50	< = 1,5	> 1,5
NO mg/mL	< 0,3	< = 1,5	< = 5	< = 10	> 10
P tot mg/mL	< 0,07	< = 0,15	< = 0,3	< = 0,6	> 0,6
<i>E. coli</i> ufc/100mL	<100	< = 1000	< = 5000	< = 20000	> 20000
Punteggio	80	40	20	10	5
LIM	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60

Analisi microbiologiche

Per la definizione della qualità delle acque dal punto di vista microbiologico viene ricercato il microrganismo *E. coli*, indicatore microbiologico di contaminazione fecale previsto nell'attuale normativa nazionale (DL.vo 152/1999).

I campioni d'acqua sono prelevati in contenitori sterili (Falcon 250 mL) e conservati in un frigorifero portatile alla temperatura di ± 4 °C e trasportati in laboratorio. L'analisi è effettuata nelle 24 ore successive alla raccolta. L'isolamento di *E. coli* è stato eseguito utilizzando il metodo delle membrane filtranti (MF) (APHA, 1998).

Il terreno di coltura utilizzato è il TBX (Tryptone, Bile salts, agar, X-Glu), viene preparato seguendo le istruzioni della ditta produttrice, sterilizzato in autoclave 121°C per 15 min e

distribuito in piastre Petri (Falcon sterili da 6 mL). Di ogni campione d'acqua si eseguono 3 diluizioni seriali 1:10 utilizzando come diluente acqua fisiologica sterile tamponata (K_2HPO_4 3 g/L, KH_2PO_4 1 g/L, NaCl 8,5 g/L; pH $7,2 \pm 0,2$). 10 mL di ogni diluizione sono filtrati con una pompa ad acqua su filtri 0,45 μ m di nitrocellulosa. Ogni filtro è stato posto su una piastra che contiene il terreno selettivo e incubato in un termostato alla temperatura di 44 ± 1 °C per 24 ore. Dopo l'incubazione le colonie caratterizzate da una colorazione blu-verde, sono contate e i risultati espressi in unità formanti colonie (ufc) in 100 mL (ufc/100mL). La colorazione delle colonie è dovuta alla capacità enzimatica di *E. coli*, avviene una reazione idrolitica ad opera dell'enzima β -glucuronidasi e del cromogeno 5-Br-4-Cl-3-indolil- β -Dglucuronide (X-Gluc) presente nel terreno.

Ogni operazione è condotta in condizioni di sterilità: per tutte le operazioni all'aria si utilizza il becco Bunsen, tutte le altre vengono condotte sotto cappa microbiologica (Cappa a flusso laminare, Biohazard AURA B3) sia per evitare fenomeni di contaminazione che per la sicurezza dell'operatore, Legge 626 (Italia, 1994).

Analisi chimiche

Analisi chimico-fisiche in situ

Si effettuano sul campo utilizzando sonde portatili della ditta WTW e si misura: pH, conducibilità, temperatura ed ossigeno disciolto.

pH 330i/SET (2B20-0011)

Oxi 330/SET (2A20-10111)

Cond./Sal 3158i/SET (2C10-0011)

Analisi chimiche di laboratorio

Il prelievo dell'acqua si esegue con contenitori in vetro da 1000 mL dotati di chiusura ermetica con tappo a vite preventivamente lavate, ed avvinate con l'acqua di superficie di ciascuna stazione. Il trasporto e la conservazione dei campioni avviene a ± 4 °C.

Le analisi sono effettuate nello stesso giorno, quando è possibile o nei giorni immediatamente successivi al prelievo.

I parametri ricercati sono: nitrati, fosfati e ione ammonio, COD e BOD₅. Le determinazioni di detti parametri sono di tipo colorimetrico; si utilizzando kit commerciali (Merck) costruiti secondo i protocolli vigenti e la lettura si esegue con uno spettrofotometro (UV-visibile) Aquamate della ditta Thermospectronic.

Fosfati: gli ioni ortofosfato formano, con gli ioni molibdato in soluzione solforica, acido fosfomolibdico. Quest'ultimo viene ridotto con acido ascorbico a blu di fosfomolibdeno, la cui concentrazione viene determinata fotometricamente alla lunghezza d'onda (λ) di 710 nm.

Nitrati: i nitrati, in presenza di cloruro in soluzione di acido solforico fortemente acida, formano con resorcina un colorante indofenolico violetto rosso, il quale viene determinato fotometricamente alla lunghezza d'onda (λ) di 505 nm.

Ammonio: l'azoto ammoniacale si trova in parte in forma di ioni ammonio (NH_4^+) e in parte come ammoniaca (NH_3). Tra le due forme esiste un equilibrio dipendente dal pH. In soluzione fortemente alcalina, in cui praticamente esiste solo ammoniaca, ha luogo con un agente colorante una trasformazione in monocloroamina. Quest'ultima forma con timolo un derivato

blu di indofenolo, il quale viene determinato fotometricamente ad una lunghezza d'onda (λ) di 692 nm. La concentrazione di ammonio viene espressa in mg/L.

COD: la Domanda Chimica di Ossigeno, corrisponde alla quantità d'ossigeno proveniente da bicromato potassico, la quale reagisce nelle condizioni del procedimento specificato con le sostanze ossidabili contenute in un litro d'acqua. Il campione d'acqua viene ossidato con una soluzione solforica calda di bicromato di potassio e solfato d'argento come catalizzatore. I cloruri vengono mascherati da solfato di mercurio. In seguito viene determinata fotometricamente ad una lunghezza d'onda (λ) 348 nm la concentrazione degli ioni cromato gialli non consumati.

Mentre per la determinazione della Domanda Biologica di Ossigeno si utilizza lo strumento Oxitop del WTW.

BOD₅: la Domanda Biologica di Ossigeno misura la frazione di ossigeno disciolto (mg/L) utilizzata da una popolazione microbica eterogenea per metabolizzare, in condizioni specifiche di temperatura, il materiale organico biodegradabile presente in una quantità d'acqua. Poiché la completa biodegradazione della sostanza organica richiederebbe un periodo troppo lungo (circa 20 giorni), nella pratica tale periodo viene ridotto a 5 giorni. In questo studio l'analisi è stata svolta sempre a partire dal giorno di campionamento dell'acqua, utilizzando il sistema Oxitop della WTW, basato sulla misura di variazione di pressione effettuata attraverso l'uso di un sensore elettronico di pressione.

Analisi statistiche

Classificazione o *Cluster analysis*

La struttura delle comunità dei macroinvertebrati è stata analizzata attraverso metodi di Classificazione, o *Cluster analysis*. Tale analisi multivariata permette di individuare, all'interno di un set di variabili, gruppi caratterizzati da una maggior omogeneità. È stata utilizzata la tipologia "gerarchica" e l'algoritmo dell'*Average Linkage*, consigliato per le analisi effettuate su dati ecologici (Mc-Garigal *et al.*, 2000).

In questo studio la *Cluster analysis* è stata applicata ad una matrice di dati composta dalla lista faunistica di ciascun sito di campionamento al fine di evidenziare una eventuale caratterizzazione dei siti in base alle comunità stesse. Prima dell'analisi i valori della abbondanze sono stati standardizzati secondo la formula $\arcsin[\sqrt{p}]$ per ridurre la varianza.

Lo stesso tipo di analisi è stato applicato anche ai dati chimici, al fine di avere una classificazione delle stazioni basata anche sui parametri chimico-fisici, utilizzata come termine di paragone. Per questo tipo di analisi ci siamo serviti del programma PAST (ver. 1.21, 2004).

Analisi delle Componenti Principali

L'Analisi delle Componenti Principali (*Principal Component Analysis*, PCA) è una procedura per trovare variabili ipotetiche (dette "componenti"), che sono in grado di spiegare quanto più possibile la variabilità in un set di dati multidimensionali (Davis 1986, Harper 1999). La PCA ha varie applicazioni, tra le quali:

- regressione semplice dei set di dati a sole due variabili (le due componenti principali), per scopi di ordinamento e classificazione (è il caso dell'ordinamento delle stazioni di campionamento in base ai set di variabili chimiche).

- ipotesi di correlazione delle componenti principali con altre variabili soggiacenti (è questo il caso della correlazione delle componenti principali ricavate dai dati di presenza/assenza dei taxa con le principali variabili chimico-fisiche delle stazioni).

L'algoritmo della PCA trova gli autovalori e gli autovettori della matrice di varianza-covarianza o della matrice delle correlazioni (in base alla scelta dell'operatore, che sa di aver inserito dati normalizzati o meno).

L'analisi può essere considerata come andata a buon fine se la maggior parte della varianza all'interno dei dati inseriti è spiegata dalle prime 2-3 componenti.

Anche in questo caso il programma utilizzato è PAST (ver. 1.21, 2004).

RISULTATI

Uso del suolo

Per una completa interpretazione dei risultati relativi alle componenti biologiche, microbiologiche, chimico-fisiche, chimiche e idromorfologiche è stato analizzato l'uso del suolo del territorio circostante i laghi di Bracciano e Martignano. La carta del Uso del Suolo del Lazio (Corine Land Cover 2000 Lazio) riportata in figura (Figura 11) deriva da foto interpretazione di immagini satellitari (Landsat 5 e 7). Il territorio è prevalentemente ad uso agricolo e boschivo (latifoglie, uliveti). I fossi oggetto di questo studio sono stati scelti in modo da rilevare sia fonti di impatto e sia condizioni naturali che possano essere definite come “condizioni di riferimento”.

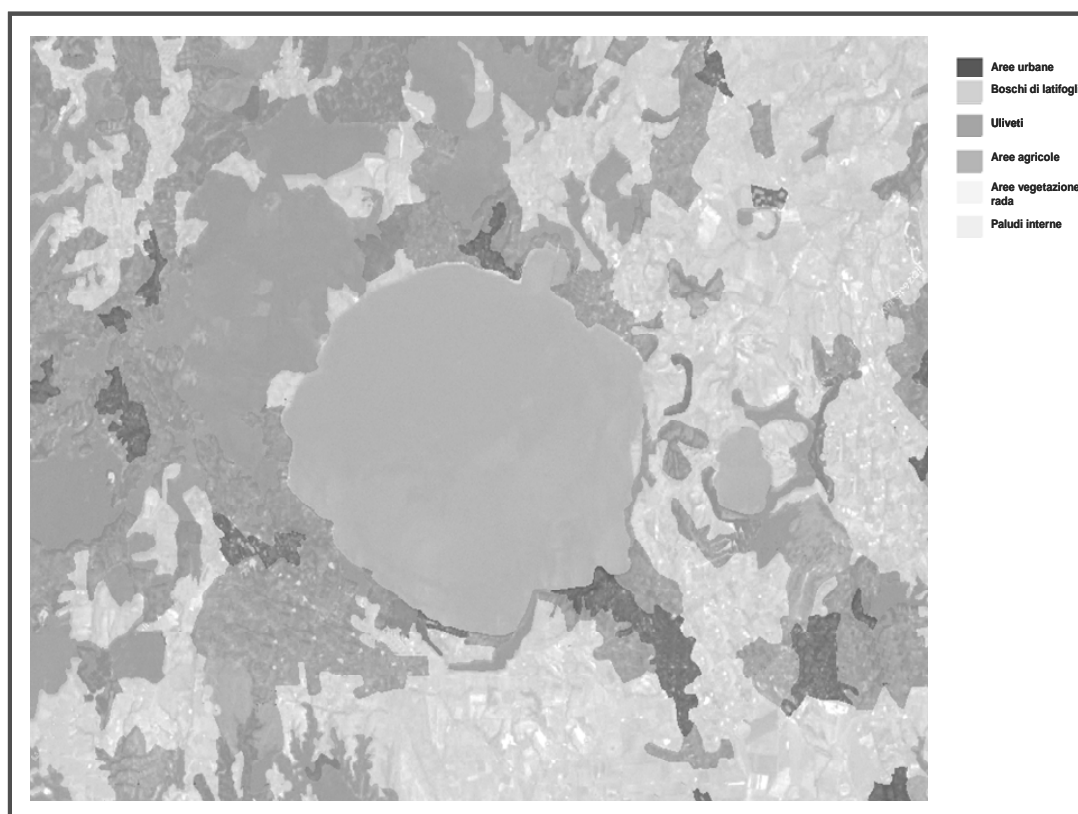


Figura 11. Carta dell'uso del suolo CORINE Land Cover LAZIO 2000; disponibile all'indirizzo APAT <http://www.mais.sinanet.apat.it/cartanetms/>

Risultati chimico-fisici e chimici

I valori delle variabili chimico-fisiche e chimiche prese in considerazione per lo studio e la caratterizzazione dell'acqua dei fossi oggetto di questo studio, relativi al campionamento estivo, autunnale, invernale e primaverile sono di seguito riportate (Tabelle 8-11). Le caselle vuote rappresentano l'assenza di campionamento dovuta alla scarsità di acqua.

Tabella 8. Risultati chimico-fisici e chimici stagione estiva

Estate	F2_CA	F3_CO	F4_Sv	F5_Sm	F6_F	F7_Rv	F8_Rm	F9_Q
Ione ammonio (mg-L)	-	0	0	-	0	0	0	0
Nitrati (mg-L)	-	13,19	3,63	-	4,17	11,41	10,8	1,1
Fosfati (mg-L)	-	1,14	0	-	0,11	0	0,33	0,46
pH	-	7,74	7,8	-	7,6	7,9	8,4	8,5
Conducibilità μ S	-	812	442	-	335	412	396	512
Ossigeno (mg-L)	-	3,8	3,91	-	4,28	4,73	4,74	4,42
Temperatura	-	25	21,5	-	17,9	20	25	25
COD (mg-L)	-	32,16	28,85	-	36,61	16,74	54,71	28,7
BOD ₅	-	6	3	-	3	5	3	5

Tabella 9. Risultati chimico-fisici e chimici stagione autunnale

Autunno	F2_CA	F3_CO	F4_Sv	F5_Sm	F6_F	F7_Rv	F8_Rm	F9_Q
Ione ammonio (mg-L)	-	0	0	0	0	0	0	0
Nitrati (mg-L)	-	10,69	2,91	3,86	3,81	11,98	11,92	5,55
Fosfati (mg-L)	-	0,78	0	0	0,16	0,54	0,54	0
pH	-	8,38	8,02	8,37	7,77	8,28	8,02	8,01
Conducibilità μ S	-	805	424	301	323	425	428	456
Ossigeno (mg-L)	-	5,76	6,65	5,16	5,23	5,65	5,1	4,36
Temperatura	-	16,4	17,4	16,5	15,7	13,5	15,9	17,6
COD (mg-L)	-	20,01	38,79	23,85	36,06	15,66	15,95	22
BOD ₅	-	3	4	4	1	0	1	2

Tabella 10. Risultati chimico-fisici e chimici stagione invernale

Inverno	F2_CA	F3_CO	F4_Sv	F5_Sm	F6_F	F7_Rv	F8_Rm	F9_Q
Ione ammonio (mg/L)	0	0,0077	0	0	0,11	0,04	0,19	0
Nitrati (mg/L)	2,11	9,46	5,47	6,47	4,34	12,34	13,2	13,48
Fosfati (mg/L)	1,13	1,71	0,34	0,42	0,17	0,79	0,57	0,63
pH	8,16	8,02	7,93	8,09	8,04	7,81	8,1	7,8
Conducibilità μ S	866	833	355	252	321	419	396	341
Ossigeno (mg/L)	5,4	5,7	7	7,6	6,8	7,28	4,74	7,28
Temperatura	12,6	13,5	14,4	13,3	13,5	13,9	15	14,5
COD (mg/L)	26,43	19,28	21,58	13,35	33,27	10,92	15,73	8,47
BOD ₅	2	3	1	1	1	2	2	1

Tabella 11. Risultati chimico-fisici e chimici della stagione primaverile

Primavera	F2_CA	F3_CO	F4_Sv	F5_Sm	F6_F	F7_Rv	F8_Rm	F9_Q
Ione ammonio (mg/L)	0,0104	0,013	0,0449	0,0172	0,0081	-	0,0008	-
Nitrati (mg/L)	1,237	8,87	3,499	3,281	2,687	-	10,49	-
Fosfati (mg/L)	2,374	1,428	0,476	0,576	0,322	-	0,706	-
pH	8,36	8,5	8,04	8,29	7,76	-	8,3	-
Conducibilità μ S	2,53	820	441	299	324	-	433	-
Ossigeno (mg/L)	3,69	7,16	7,42	8,2	7,08	-	7,5	-
Temperatura	22	21	19	20	19	-	17,06	-
COD (mg/L)	24,911	34,799	22,855	12,226	11,559	-	10	-
BOD ₅	4	4	3	4	3	-	3	-

Nelle Figure 12-16 sono riportati gli istogrammi relativi alla variazione stagionale, in tutti i siti studiati, di alcuni dei parametri chimici e chimico fisici: BOD₅, PO₄³⁻, NO₃, COD ed ossigeno disciolto.

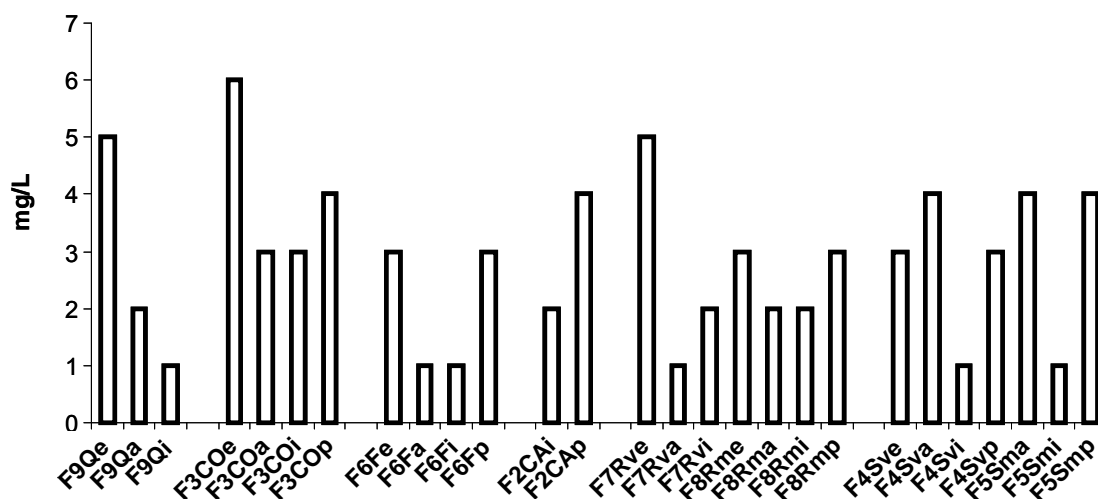


Figura 12. Concentrazioni stagionali della BOD₅ in ogni sito

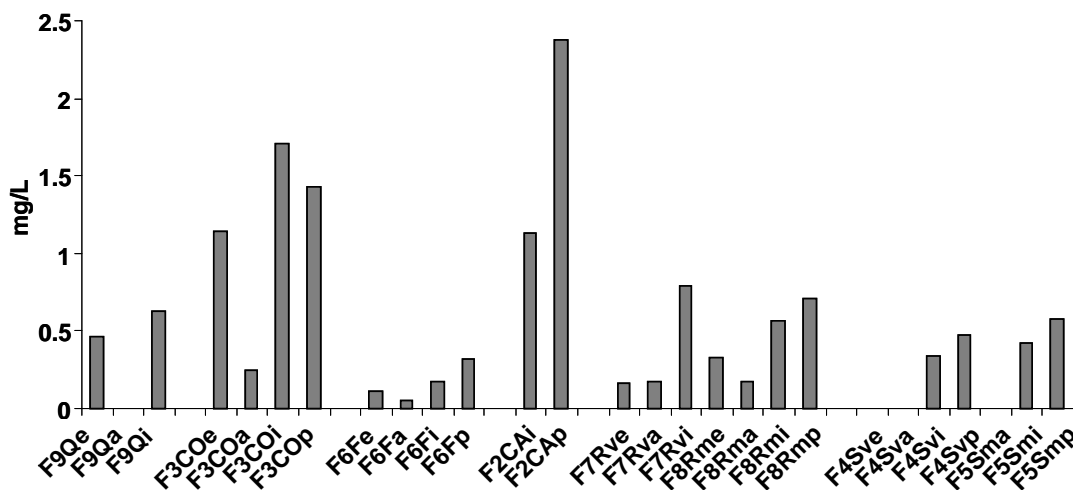


Figura 13. Concentrazioni stagionali dei fosfati in ogni sito

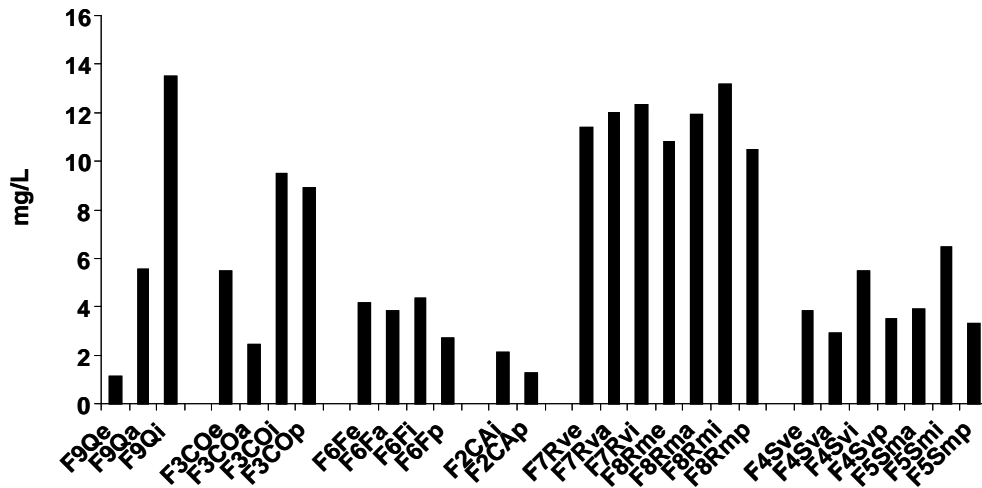


Figura 14. Concentrazioni stagionali dei nitrati in ogni sito

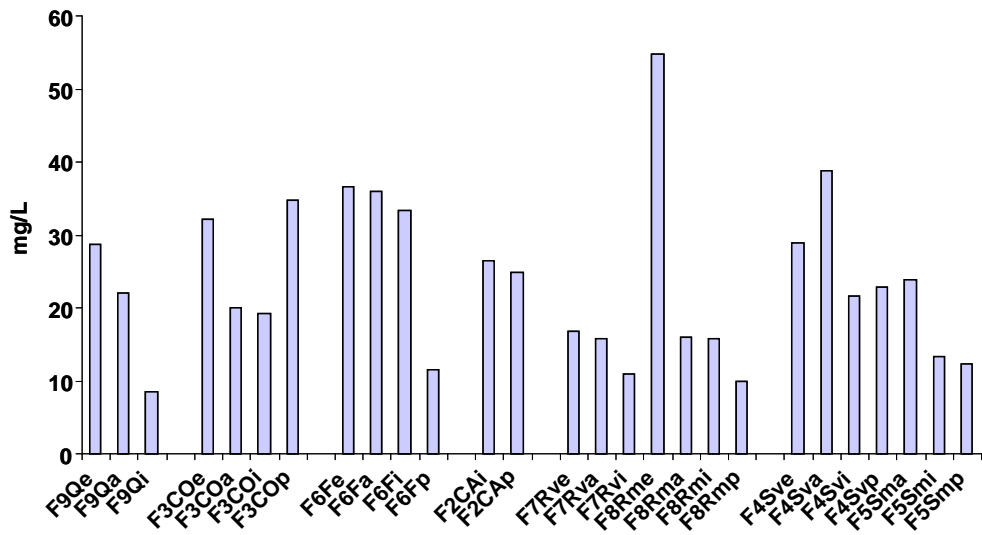


Figura 15. Concentrazioni stagionali della COD in ogni sito

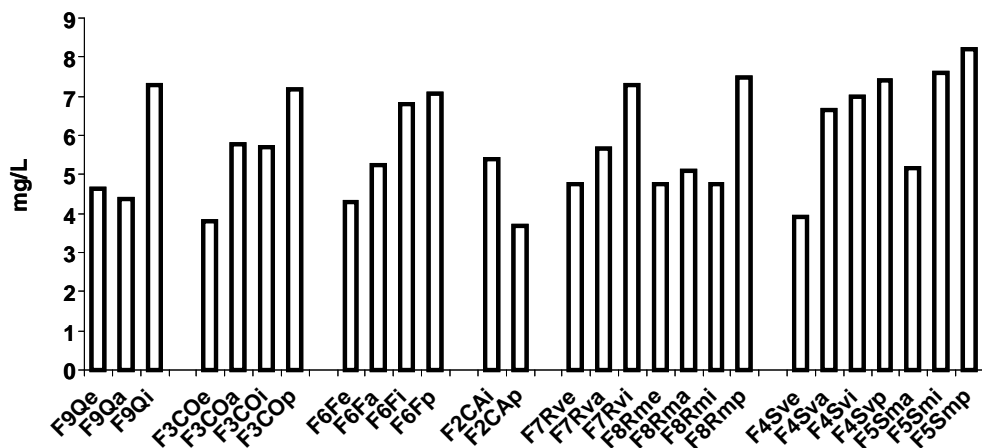


Figura 16. Concentrazioni stagionali dell'ossigeno disciolto in ogni sito

Dall'analisi delle variabili chimico e chimico-fisiche riportate nelle tabelle (8, 9, 10 e 11) viene evidenziato lo stato di maggior compromissione del fosso della Conca (F3_CO) e in entrambi i siti di campionamento sul fosso Renara (F7_Rv e F8_Rm). Questi due fossi sono caratterizzati da elevate concentrazioni di nitrati e fosfati e da un basso contenuto di ossigeno disciolto in tutte le stagioni di campionamento. L'alto livello di nitrati è attribuibile alle attività agricole o di pascolo a cui sono destinati i terreni circostanti. Per quanto riguarda invece i fosfati, questi sono riconducibili principalmente agli scarichi urbani, al dilavamento dei terreni agricoli trattati con fertilizzanti ed ai reflui di origine zootecnica. I bassi livelli di concentrazione di azoto ammoniacale indicano l'assenza in questi corpi idrici, di scarichi fognari diretti. A differenza dei tre siti di campionamento sopra nominati, che presentano condizioni di eutrofia in tutti e quattro i campionamenti effettuati, notiamo invece nei siti localizzati su fosso Monte Sassano sia nel sito localizzato a monte che in quello a valle (F5_Sm e F4_Sv), una variazione stagionale delle variabili ambientali. Si osservano minori concentrazioni di nitrati e fosfati nelle stagioni estiva ed autunnale ed un incremento nella stagione invernale e primaverile. Questo fenomeno è probabilmente dovuto all'uso di fertilizzanti nei mesi precedenti il campionamento, con il conseguente aumento di nutrienti nei corsi d'acqua. Il sito sul fosso della Fiora, come si evince dai risultati, presenta livelli di nitrati e di fosfati costanti in tutto l'arco dell'anno accompagnati da un buon livello di ossigeno disciolto. Le acque di questo fosso versano quindi in condizione di naturalità.

Il fosso dei Quadri si trova in una condizione di maggior compromissione rispetto ai fossi sopra descritti. I risultati mostrano sia un aumento delle concentrazioni dei nitrati durante l'arco dell'anno sia una situazione costante dei fosfati.

Per quanto riguarda il fosso dei Casacci anche se è stato possibile effettuare solo due campionamenti, nella stagione invernale e primaverile, a causa della scarsità di acqua nelle precedenti stagioni (estate ed autunno), la qualità chimica delle acque risulta in buone condizioni per quanto concerne gli impatti derivanti dalle attività agricole, basse concentrazioni di nitrati. Al contrario i fosfati sono presenti invece in elevate concentrazioni accompagnati da modeste concentrazioni di ossigeno disciolto ciò suggerisce la presenza di scarichi urbani e derivanti da attività zootecniche.

Microbiologici

Nella Tabella 12 sono riportati i valori medi di *E. coli* ottenuti dalla conta diretta di 3 diluizioni seriali di ogni campione d'acqua prelevato nelle quattro stagioni di campionamento per ogni sito, trasformati in ufc in 100 mL. Con il simbolo (-) si indica l'assenza di campionamento mentre zero (0) corrisponde al risultato delle analisi microbiologiche dei campioni di acqua.

Tabella 12. Concentrazioni di *E. coli* ritrovati nei siti studiati

Codice stazione	ufc/100 mL *10 ²			
	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
F2_CA	-	-	1	8
F3_CO	22	9	5	4
F4_Sv	4	2	5	9
F5_Sm	0	0	1	4
F6_F	19	1	0	4
F7_Rv	21	1	0	-
F8_Rm	0	4	1	11
F9_Q	0	6	1	-

Gli andamenti stagionali del microrganismo *E. coli* nei siti studiati sono riportati nel grafico seguente (Figura 17).

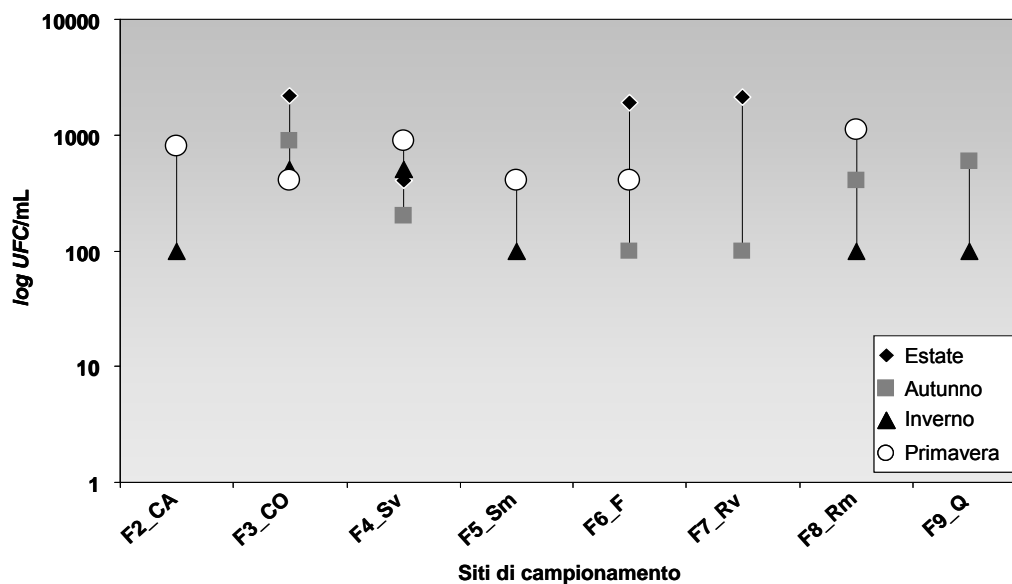


Figura 17. Andamenti stagionali delle concentrazioni di *E. coli* in ogni sito

Come si osserva dal grafico le concentrazioni maggiori di *E. coli* (indicatore di inquinamento di origine fecale) si hanno durante le stagioni calde (primavera ed estate) in quasi tutti i siti studiati. Nei fossi della Fiora, della Conca e Renara nel sito a monte e nel sito a valle sono state rinvenute concentrazioni elevate di *E. coli* nella stagione estiva.

Tale aumento delle concentrazioni è probabilmente dovuto a duplici fattori quali l'innalzamento della temperatura che rende l'habitat favorevole alla crescita dei microrganismi secondo alla riduzione del flusso idrico dei fossi che determina una concentrazione dei microrganismi stessi. Eccezione per il fosso dei Quadri dove è stato possibile raccogliere i campioni di acqua solo nelle stagioni fredde (autunno inverno). Ciò nonostante anche in questo sito si osserva una maggiore concentrazione del microrganismo indicatore nella stagione autunnale piuttosto che in quella invernale.

Nei medesimi fossi sopra citati e in tutti gli altri siti studiati sono state ritrovate basse concentrazioni di *E. coli* (minore di 900 ufc/100mL), indice di un discreto stato delle acque, durante tutto il resto dell'anno.

Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM)

I risultati ottenuti dall'analisi dei parametri chimico-fisici, chimici e microbiologici sono stati correlati attraverso il calcolo dell'indice di Livello di Inquinamento da Macrodescrittori e i risultati sono di seguito riportati (Figura 18).

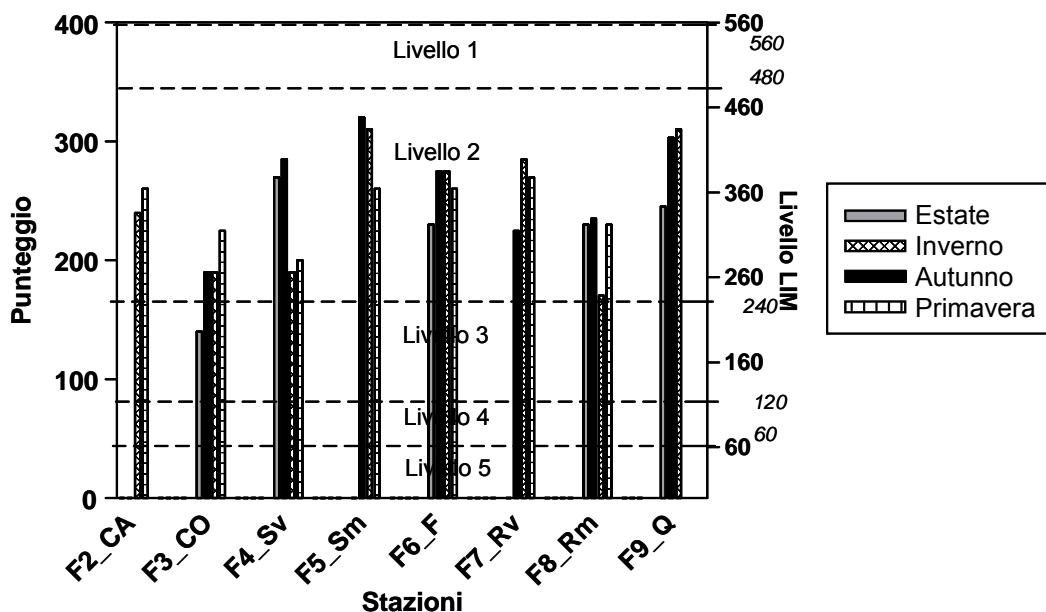


Figura 18. Risultati LIM

Come si osserva dai risultati ottenuti dal calcolo dell'Indice del Livello di Inquinamento da Macrodescrittori, tutti i fossi studiati si trovano in un buon livello di qualità (Livello 2) fatta eccezione per il fosso della Conca. Si osserva comunque, all'interno del medesimo livello del LIM (buono) una differenziazione dei siti infatti, i valori dell'indice relativi al fosso Monte Sassano sito a monte, sono i più alti rispetto a quelli degli altri fossi. Come si osserva dalla figura, non si raggiunge in nessun sito il Livello 1.

Indice di Funzionalità Fluviale (IFF)

In Tabella 13 sono riportati i valori ottenuti dal calcolo dell'IFF.

Tabella 13. Risultati dell'Indice di Funzionalità Fluviale

Codice stazione	Sponda sinistra	Sponda destra
F1_L	174	176
F2_CA	146	161
F3_CO	138	138
F4_Sv	172	172
F5_Sm	207	216
F6_F	145	125
F7_Rv	163	107
F8_Rm	170	110
F9_Q	203	165

mediocre (121-180)	buono (201-250)	mediocre-scadente (101-120)
--------------------	-----------------	-----------------------------

Osservando i risultati ottenuti dall'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale IFF calcolato, si nota come il fosso con caratteristiche funzionali e grado di naturalità più elevate sia il fosso di Monte Sassano nel sito a monte (F5-Sm). Esso infatti scorre all'interno di un'area boschiva particolarmente integra.

Per quanto riguarda il resto dei corsi d'acqua i risultati evidenziano un quadro di omogeneità (III classe IFF), soprattutto nei loro tratti terminali, ciò è senz'altro dovuto a probabili interventi sul profilo fluviale, avvenuti in epoche passate, legate all'utilizzo agricolo intensivo dell'area circumlacuale, come dimostrato dai risultati di uso del suolo.

Valutazione della struttura della comunità macrobentonica

Durante le quattro stagioni di campionamento in totale sono stati raccolti e identificati 3412 organismi, dei quali 504 raccolti in estate, 288 in autunno, 1191 in inverno e 1429 in primavera.

Sono state identificate 54 unità sistematiche: Plecotteri (3), Efemerotteri (7), Tricotteri (8), Coleotteri (6), Odonati (3), Megalotteri (1), Ditteri (12) e Eterotteri (4) per quanto riguarda gli insetti. Isopodi (1) ed Anfipodi (1) per i Crostacei. Gasteropodi (3) per i molluschi. Per quanto riguarda gli Anellidi, Oligocheti (3) e Irudinei (2). Nell'istogramma (Figura 19) sono riportati gli andamenti stagionali delle unità sistematiche (Ghetti, 1997), ritrovate in ogni sito oggetto di studio nelle quattro stagioni di campionamento.

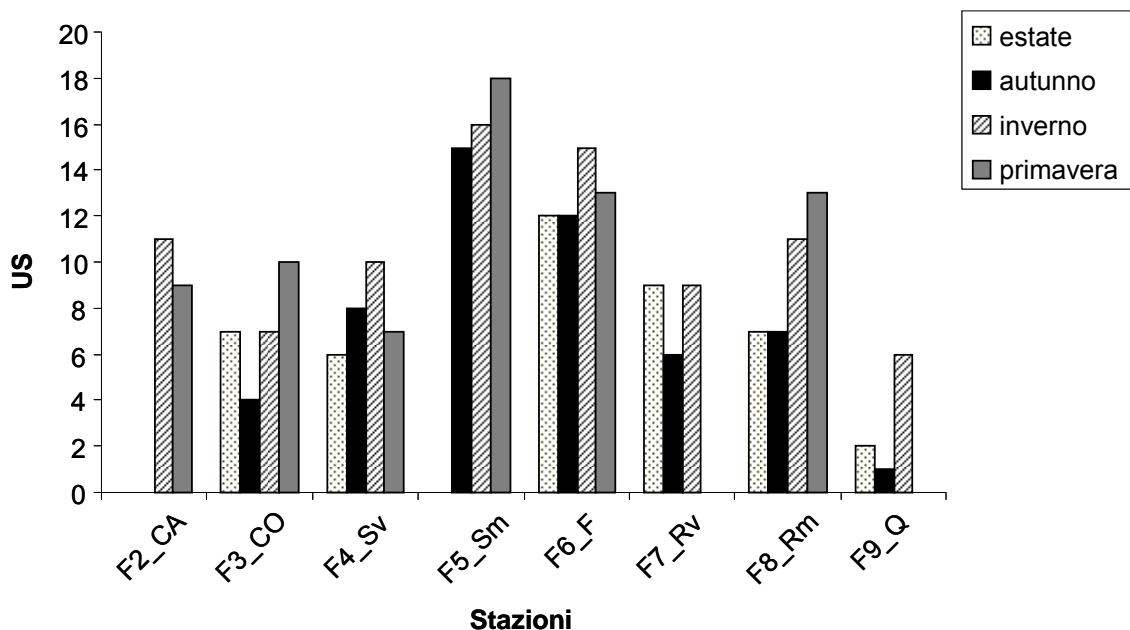


Figura 19. Andamenti delle unità sistematiche (US) di ogni sito

La lista dei taxa e il numero di abbondanze per ogni sito e per la stagione estiva ed autunnale è riportato nella tabella (Tabella 14) e quelle relative alla stagione invernale e primaverile nella tabella (Tabella 15).

Tabella 14. Lista dei taxa ritrovati nella stagione estiva ed autunnale

Phylum	Classe	Ordine	Famiglia	Genere	Estate					Autunno									
					F3_CO	F4_Sv	F6_F	F7_Rv	F8_Rm	F9_Q	F3_CO	F4_Sv	F5_Sm	F6_F	F7_Rv	F8_Rm	F9_Q		
ARTROPODI	Insetti	Plecotteri	Leucitridae	<i>Leucitra</i>	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Nemouridae	<i>Perla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Efemerotteri	Ephemerelellidae	<i>Serratella</i>	-	1	-	2	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Ephemeridae	<i>Ephemera</i>	-	1	1	-	-	-	-	5	7	15	-	-	-	-	-
			Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	1
			Baetidae	<i>Baetis</i>	-	2	-	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-
			Caenidae	<i>Caenis</i>	-	-	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
			Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2	-	-	-	-	-
			Habroleptoides		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Tricotteri	Hydropsychidae		-	-	-	-	-	-	-	1	38	-	-	-	-	-	2
			Phylopotamidae		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Lepidostomatidae		-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
			Sericostomatidae		-	-	-	-	-	1	-	-	3	10	-	-	-	-	-
			Psychomyidae		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
			Odontoceridae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Limnephilidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Polycentropodidae		2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Hydrophiliidae		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleotteri			Elmiphidae		-	-	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
			Dytiscidae		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Gyrinidae		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
			Helodidae		6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Dryopidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Gomphidae	<i>Onicogomphus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odonati			Cordulegasteridae		-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
			Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	2	-	1	-	-	-	-	-	2	5	1	-	-	-	-
			Stalidae	<i>Stalis</i>	-	4	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	1

segue

continua

Phylum	Classe	Ordine	Famiglia	Genere	Estate										Autunno						
					F3_CO	F4_Sv	F6_F	F7_Rv	F8_Rm	F9_Q	F3_CO	F4_Sv	F5_Sm	F6_F	F7_Rv	F8_Rm	F9_Q				
ARTROPODI	Insetti	Ditteri	Chironomidae		10	9	3	23	15	68	2	-	14	6	12	19	7				
			Ceratopogonidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			Simuliidae		-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-				
			Limoniidae		2	-	6	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-				
			Empididae		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			Dixidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-				
			Tipulidae		-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			Tabanidae		-	-	-	-	1	-	-	-	7	-	1	-	-				
			Psychodidae		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			Culicidae		-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-				
			Ptychopteridae		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			Athericidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
		Eterotteri	Nepidae	<i>Nepa</i>	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			Gerridae		-	1	1	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-				
			Hydrometridae		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-				
			Notonectidae		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			Asellidae		-	-	3	39	5	-	-	1	1	-	-	-	-				
	Crostacei	Isopodi	Gammaridae		150	6	42	-	-	-	6	4	8	14	-	-	1				
		Arifpodi	Physidae	<i>Physa</i>	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
MOLLUSCHI	Gasteropodi		Planorbidae	<i>Ancylus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-				
			Pisidiidae	<i>Pisidium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-				
	Bivalve		Lumbricidae		-	-	2	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-				
ANELLIDI	Oligocheti		Lumbriculidae		-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-				
			Tubificidae		-	2	-	-	-	12	-	-	-	1	5	1	-				
			Erpobdellidae	<i>Dina</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-				
	Irudinei		Hirudinidae	<i>Hirudo</i>	-	1	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Unità Sistematiche Totali					9	14	17	12	10	3	6	11	18	16	6	7	2				

continua

Phylum	Classe	Ordine	Famiglia	Genere	Inverno												Primavera				
					F2_CA	F3_CO	F4_F4_Sv	F5_Sm	F6_F6_Sm	F7_Rv	F8_Rm	F9_Q	F2_CA	F3_CO	F4_F4_Sv	F5_Sm	F6_F6_Sm	F7_Rv	F8_Rm		
ARTROPODI	Insetti	Ditteri	Chironomidae		20	160	11	11	8	50	90	4	150	59	-	43	100	122			
			Ceratopogonidae		2	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	1	10	-			
			Simuliidae		3	-	-	-	2	24	50	-	-	-	15	19	-	26			
			Limoniidae		1	1	-	-	1	-	-	-	-	2	-	3	-	-			
			Empididae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Dixidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Tipulidae		-	-	-	-	-	-	1	6	-	4	-	1	-	-			
			Tabanidae		-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-			
			Psychodidae		-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-			
			Culicidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Phychopteriidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-			
			Athericidae		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Nepidae	Nepa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-			
			Gerridae		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Hydrometridae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Notonectidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Asellidae		6	5	3	-	10	-	6	-	5	6	-	-	5	5			
	Crostacei	Isopodi	Gammaridae		-	4	6	6	210	1	2	-	-	166	10	30	150	-			
MOLLUSCHI	Gasteropodi	Antipodi	Physidae	Physa	-	-	-	-	-	1	65	4	-	-	-	-	-	9			
			Planorbidae	Ancylus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Pisidiidae	Pisidium	-	-	-	2	-	1	-	4	2	-	-	-	-	2			
ANELLIDI	Bivalve	Oligochei	Lumbricidae		-	-	-	-	-	1	-	1	-	3	-	-	-	-			
			Lumbriculidae		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Tubificidae		-	2	2	8	-	3	-	1	2	15	-	6	-	15			
	Irudinei		Erpobdellidae	Dina	1	-	-	5	-	3	-	-	-	2	-	7	-	-			
			Hirudinidae	Hirudo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Unità Sistematiche Totali		12	6	13	19	19	10	13	8	11	15	9	20	15	11			

Applicazione indice IBE

I campionamenti di macroinvertebrati eseguiti in quattro campagne, sono stati identificati ed è stato applicato l'Indice Biotico Esteso (IBE; Ghetti, 1997). I risultati dell'applicazione dell'indice IBE nel periodo estivo, autunnale, invernale e primaverile rispettivamente sono riportati nelle Tabelle 16-19 con la sintesi dei risultati (Tabella 20).

Tabella 16. Valore IBE stagione estiva

Codice	Stazione	Estate		
		US	Valore IBE	Classe di qualità
F2_CA	Fosso Casaccia (Piana dei Falliti)			secco
F3_CO	Fosso Conca	7	5	IV
F4_Sv	Fosso Monte Sassano (Valle)	6	5	IV
F5_Sm	Fosso Monte Sassano (Monte)			secco
F6_F	Fosso della Flora (Vigna grande)	12	7	III
F7_Rv	Fosso Grotta Renara (Valle)	9	4	IV
F8_Rm	Fosso Grotta Renara (Monte)	7	6	III
F9_Q	Fosso dei Quadri	2	2	V

Legenda: Livello I = ottimo; Livello II = buono; Livello III = sufficiente; Livello IV = mediocre; Livello V = pessimo

Tabella 17. Valore IBE stagione autunnale

Codice	Stazione	Autunno		
		US	Valore IBE	Classe di qualità
F2_CA	Fosso Casaccia (Piana dei Falliti)			secco
F3_CO	Fosso Conca	4	4	IV
F4_Sv	Fosso Monte Sassano (Valle)	8	6	III
F5_Sm	Fosso Monte Sassano (Monte)	15	8	II
F6_F	Fosso della Flora (Vigna grande)	15	7	II III
F7_Rv	Fosso Grotta Renara (Valle)	9	5	III
F8_Rm	Fosso Grotta Renara (Monte)	11	8	II III
F9_Q	Fosso dei Quadri	6	6	IV

Legenda: Livello I = ottimo; Livello II = buono; Livello III = sufficiente; Livello IV = mediocre; Livello V = pessimo

Tabella 18. Valore IBE stagione invernale

Codice	Stazione	Inverno		
		US	Valore IBE	Classe di qualità
F2_CA	Fosso Casaccia (Piana dei Falliti)	11	7	III
F3_CO	Fosso Conca	7	5	IV
F4_Sv	Fosso Monte Sassano (Valle)	10	7	III II
F5_Sm	Fosso Monte Sassano (Monte)	16	9	II
F6_F	Fosso della Flora (Vigna grande)	15	7	II III
F7_Rv	Fosso Grotta Renara (Valle)	9	5	III
F8_Rm	Fosso Grotta Renara (Monte)	11	8	II III
F9_Q	Fosso dei Quadri	6	6	IV

Legenda: Livello I = ottimo; Livello II = buono; Livello III = sufficiente; Livello IV = mediocre; Livello V = pessimo

Tabella 19. Valore IBE stagione primaverile

Codice	Stazione	Primavera		
		US	Valore IBE	Classe di qualità
F2_CA	Fosso Casaccia (Piana dei Falliti)	9	6	III
F3_CO	Fosso Conca	10	5	IV
F4_Sv	Fosso Monte Sassano (Valle)	8	7	III
F5_Sm	Fosso Monte Sassano (Monte)	18	10	I
F6_F	Fosso della Flora (Vigna grande)	13	8	II
F7_Rv	Fosso Grotta Renara (Valle)			secco
F8_Rm	Fosso Grotta Renara (Monte)	11	8	II III
F9_Q	Fosso dei Quadri			secco

Tabella 20. Riepilogo valori IBE delle quattro stagioni di campionamento

Codice	Stazione	Classe di qualità			
		Estate	Autunno	Inverno	Primavera
F1_L	Fosso della Lobbra	secco	secco	secco	secco
F2_CA	Fosso Casaccia (Piana dei Falliti)	secco	secco	III	III
F3_CO	Fosso Conca	IV	IV	IV	IV
F4_Sv	Fosso Monte Sassano (Valle)	IV	III	III II	III
F5_Sm	Fosso Monte Sassano (Monte)	secco	II	II	I
F6_F	Fosso della Flora (Vigna grande)	III	II III	II III	II
F7_Rv	Fosso Grotta Renara (Valle)	IV	III	III	secco
F8_Rm	Fosso Grotta Renara (Monte)	III	II III	II III	II III
F9_Q	Fosso dei Quadri	secco	secco	IV	secco
F10_M	Martignano	secco	secco	secco	secco

Nell'istogramma (Figura 20) sono riportati gli andamenti stagionali del valore dell'IBE nelle quattro stagioni studiate.

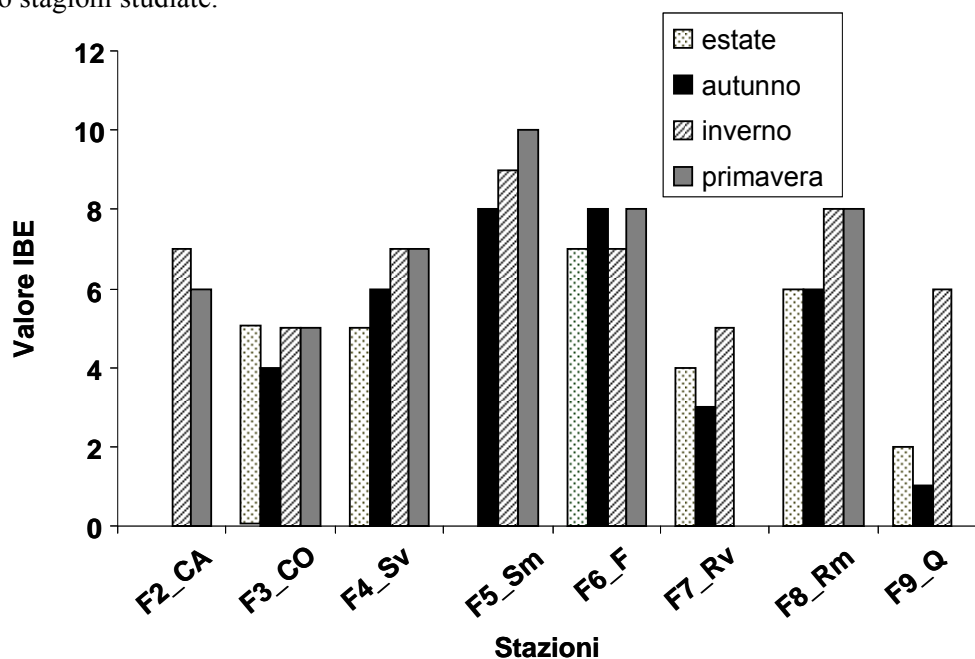


Figura 20. Variazione stagionale dell'Indice IBE

Come si osserva dai risultati dell'applicazione dell'IBE, la qualità delle acque del fosso Monte Sassano nel sito a monte (F5_Sm) versa in buona qualità in tutte le stagioni di campionamento e raggiunge la classe ottima nella stagione primaverile. Durante il suo percorso verso la foce, la qualità delle acque del fosso tende a peggiorare, si passa infatti, nella stazione F4_Sv, da una quarta classe del periodo estivo, ad una seconda-terza durante l'autunno e in seconda durante l'inverno. In buone condizioni versa il fosso della Fiora, con lievi alterazioni durante l'anno si mantiene tra la seconda e la terza classe di qualità. Per quanto riguarda il fosso Renara anch'esso versa in discrete condizioni, tende a peggiorare verso valle e in particolare durante la stagione calda, passando da una seconda classe del sito a monte durante la stagione primaverile alla quarta classe nel sito a valle nella stagione estiva ed autunnale. Il sito localizzato a monte riesce a mantenere una certa integrità durante l'arco dell'anno. Per quanto riguarda il fosso dei Casacci i risultati dell'indice mostrano come le acque risultino lievemente inquinate (III classe). Tra i fossi studiati quelli dove la qualità delle acque si trova in condizioni disturbate in tutte le stagioni sono i fossi Conca e Quadri. Quest'ultimo si trova nelle condizioni peggiori (classe V).

Metriche

Nelle Figure 21-23 sono riportati i valori stagionali per sito del calcolo delle tre metriche applicate ai dati quantitativi della comunità macrobentonica oggetto di questo studio. Tali metriche, 1-GOLD, EPT e numero di famiglie, sono state scelte perché, come riportato in altri studi (Hering *et al.* 2004, Buffagni *et al.*, 2004), sono quelle più utilizzate per la valutazione dello stato ecologico delle acque superficiali in funzione delle richieste dalla Direttiva europea 2000/60/CE (Unione Europea, 2000).

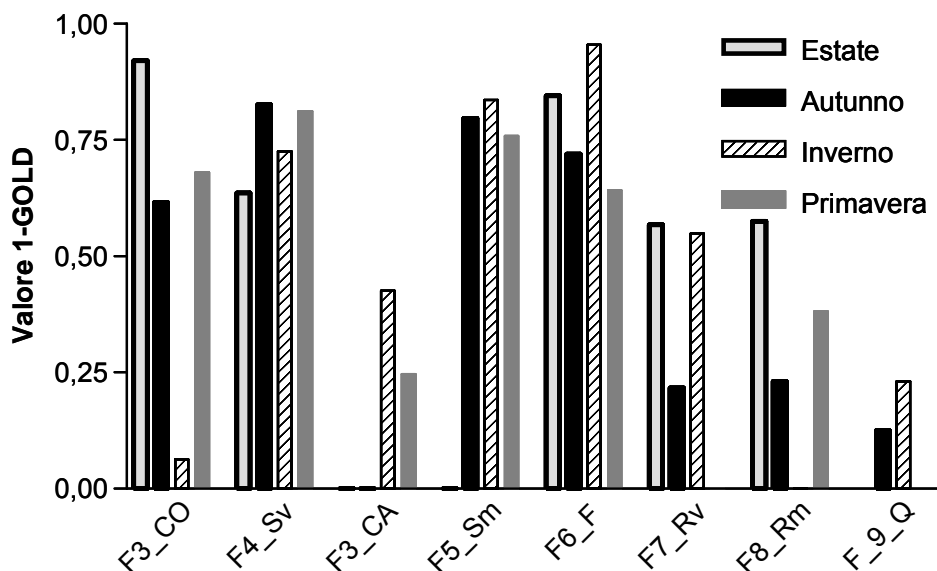


Figura 21. Istogramma relativo all'applicazione della metrica 1-GOLD (1-Gasteropoda, Oligochaeta, Diptera)

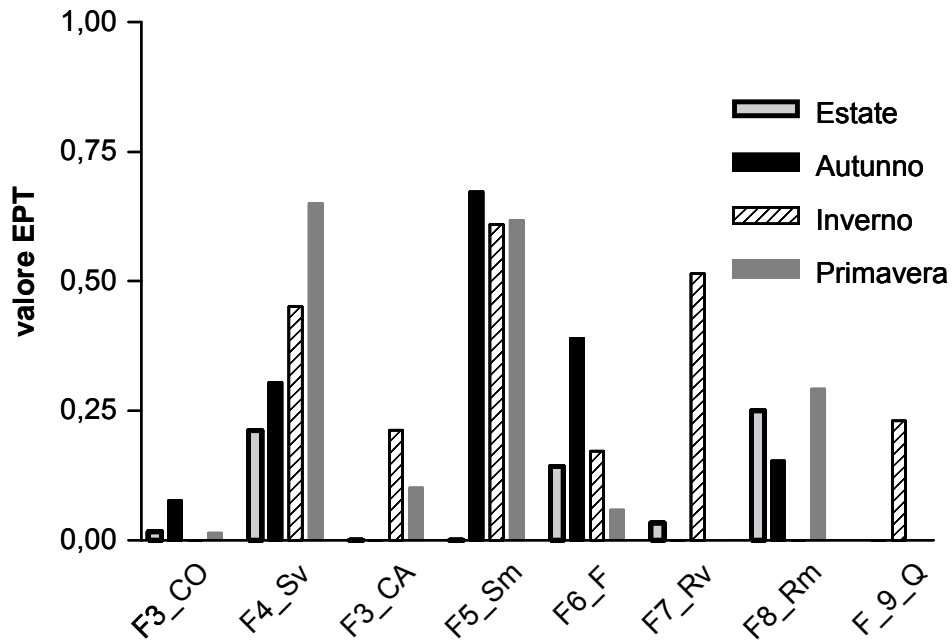


Figura 22. Istogramma relativo all'applicazione delle metrica EPT (epheroatteri-plecotteri-tricotteri)

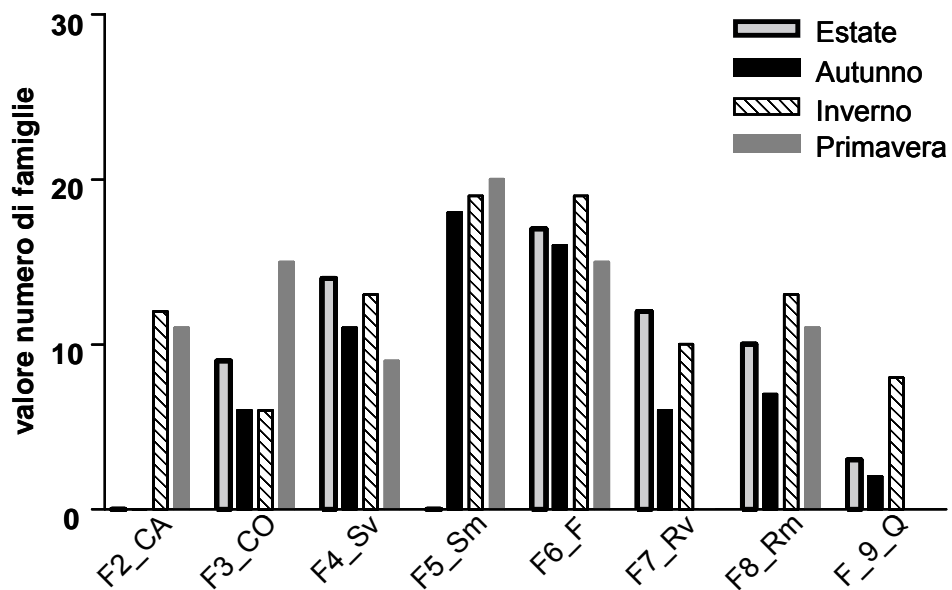


Figura 23. Istogramma relativo all'applicazione delle metrica numero di famiglie

Come si osserva dalla rappresentazione grafica delle metriche calcolate per ogni sito e stagione di campionamento quelle che sono risultate descrivere meglio la comunità macrobentonica in funzione degli impatti antropici dei fossi studiati sono il Numero di Famiglie

che fornisce informazioni sulla ricchezza dei taxa che costituiscono la comunità; tra quelle che si basano sulla composizione della comunità è stata quella EPT (Ephemeropteri, Plecopteri e Tricotteri) che considera le tre specie più sensibili di disturbo dei corsi d'acqua piuttosto che 1-GOLD che considera le specie più tolleranti. Osservando gli istogrammi rappresentativi di queste due metriche si nota come i siti localizzati sul fosso Monte Sassano (sito a valle e a monte) e sul fosso della Fiora restituiscono una composizione della comunità macrobentonica più integra e diversificata, ciò riflette una situazione di buono stato ecologico delle acque di detti fossi. Ciò è valido, ma in modo meno pronunciato, anche per il sito a monte del fosso Renara.

Per quanto riguarda invece la metrica 1-GOLD, basata sulle abbondanze di Gasteropodi, Oligocheti e Ditteri, taxa generalisti e più tolleranti alle fonti di disturbo del corso d'acqua, i valori restituiscono un quadro di omogeneità senza così poter discriminare i differenti stati di compromissione dei diversi fossi.

Analisi delle Componenti Principali

I risultati ottenuti dallo studio delle comunità dei macroinvertebrati sono stati elaborati utilizzando l'Analisi delle Componenti Principali effettuata sia su dati quantitativi standardizzati secondo la formula: $\text{Log}(x+1)$, dove x corrisponde al numero di individui, che su dati di presenza assenza dei differenti taxa. (Figure 24 e 25).

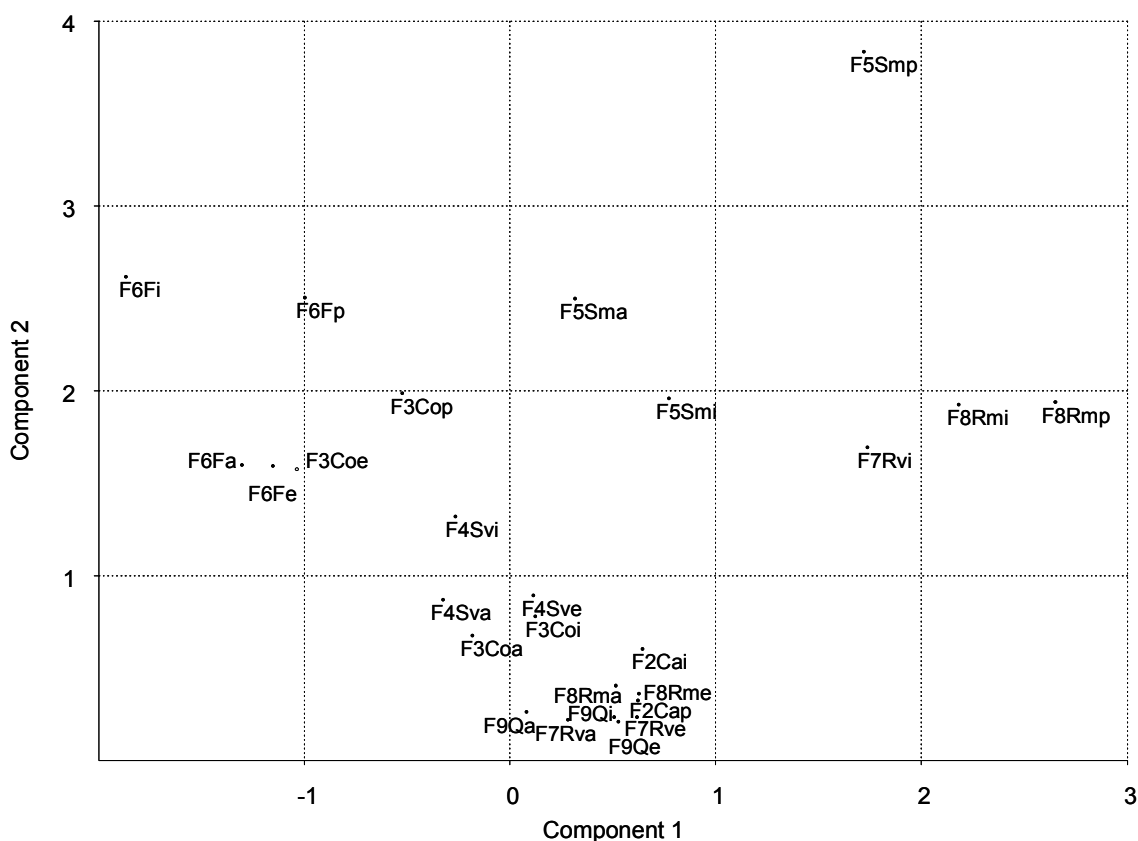


Figura 24. Grafico dell'analisi delle componenti principali eseguita sui dati della componente biologica

Per quanto riguarda l'ordinamento ottenuto sui dati quantitativi, le due componenti principali, la prima (22%) e la seconda (19%), spiegano complessivamente il 41% della varianza, valore non molto elevato ma in linea con i risultati ottenuti su dati di comunità macrobentoniche. Si osservano dal grafico (Figura 24), tre raggruppamenti principali di stazioni.

Un primo raggruppamento comprende i siti localizzati a monte fosso Monte Sassano (F5_Sm) in tutte e tre le campagne di campionamento autunno, inverno e primavera. Un secondo raggruppamento rappresentato dal gruppo dei campionamenti effettuati in tutte e quattro le stagioni sul fosso della Fiora, da campionamento invernale effettuato su fosso Monte Sassano valle e dai due campionamenti effettuati nella stagione calda, estate e primavera, sul fosso della Conca. Il terzo raggruppamento include tutti gli altri siti nelle diverse stagioni.



Figura 25. Risultati delle analisi in componenti principali effettuate per ciascun gruppo di stazioni sui dati di tipo qualitativo

Tale ordinamento può essere interpretato analizzando le correlazioni con le variabili chimico-fisiche e chimiche prese in considerazione in questo studio. Come si osserva dai valori

di r - di Pearson, la posizione del gruppo dei siti localizzati sul fosso Monte Sassano monte e quelli sul fosso Renara monte è principalmente correlata ad elevate concentrazioni di ossigeno disciolto (correlazione positiva tra componente principale 2 e ossigeno disciolto $r=0,54$) e bassi valori di sostanza organica disciolta (correlazione negativa tra la componente principale 1 e la sostanza organica disciolta $r=-0,51$). Il secondo raggruppamento caratteristico del gruppo riferito al fosso della Fiora sembra discostarsi dagli altri due per la peculiarità di presentare elevati valori di ossigeno disciolto ma discrete concentrazioni di sostanza organica disciolta. Il terzo raggruppamento infine è caratterizzato da tutte le stazioni definite da bassi valori di ossigeno e più alti di COD.

Tali risultati sono confermati anche dall'analisi delle componenti principali calcolate sulla composizione (presenza /assenza) delle comunità macrobentoniche la quale mostra una maggiore differenziazione tra il raggruppamento dei siti localizzati sul fosso Monte Sassano monte e quello della Fiora sopra descritti.

L'Analisi delle Componenti Principali (PCA) è stata effettuata sui risultati ottenuti dallo studio dei parametri ambientali (chimici, chimico-fisici e microbiologici) standardizzati sulla media. Nella figura (Figura 26) è riportato il grafico risultante dall'analisi.

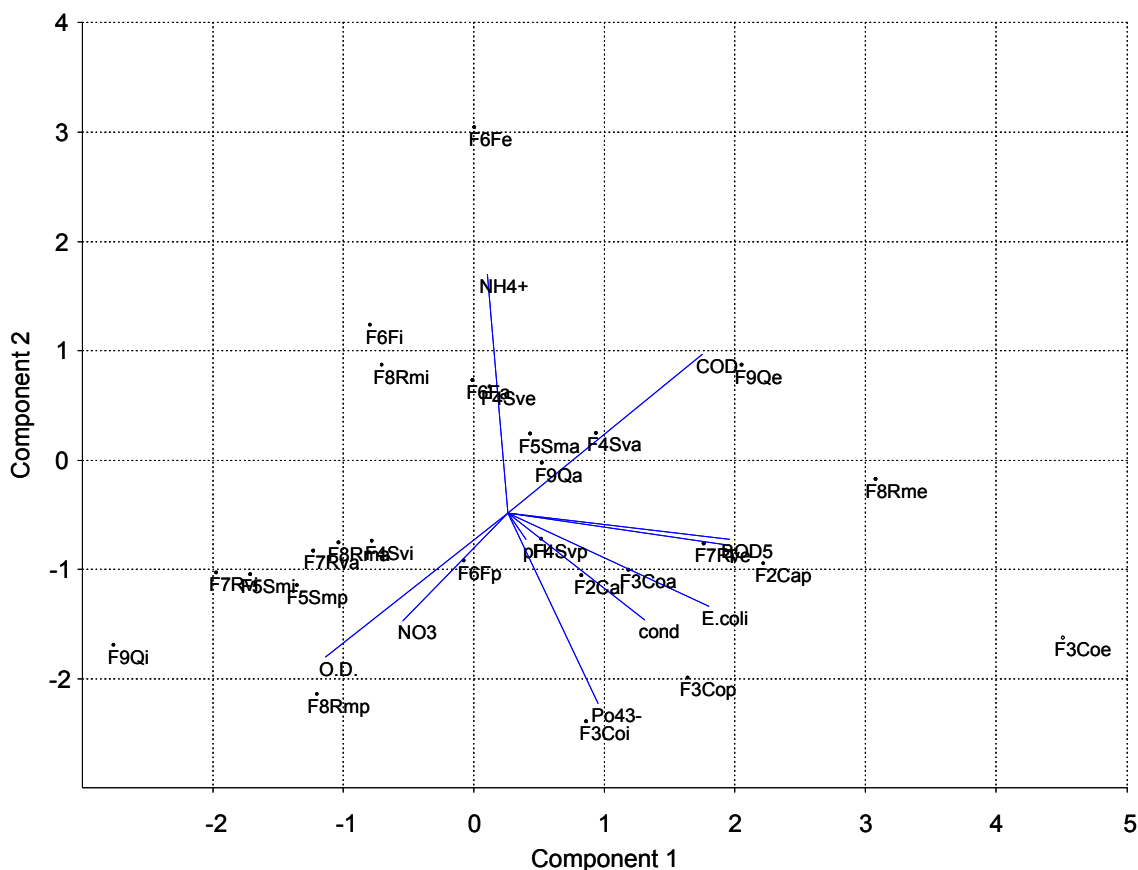


Figura 26. Grafico dell'analisi delle componenti principali eseguita sui dati della componente componenti ambientali

L'ordinamento ottenuto mostra che le due componenti principali, la prima (29,4%) e la seconda (15,5%) spiegano complessivamente il 44,9% della varianza, valore non molto elevato ma in linea con i risultati ottenuti su dati di questa tipologia. Andando ad osservare i pesi

(loading) che ciascuna grandezza ambientale ha nella costruzione dell'ordinamento (PCA) si osserva come l'asse 1 sia correlato negativamente con la concentrazione dell'ossigeno disciolto ($r = -0,37$) e positivamente con la domanda chimica di ossigeno ($r = 0,39$), domanda biologica di ossigeno ($r = 0,45$) e temperatura ($r = 0,41$). L'asse 2 si correla positivamente con lo ione ammonio ($r = 0,50$) e negativamente con l'ossigeno disciolto ($r = -0,41$). Il grafico mostra tre raggruppamenti principali di stazioni distribuite in funzione soprattutto delle concentrazioni di ossigeno disciolto e domanda chimica di ossigeno. Un primo raggruppamento, a sinistra del grafico, comprende i siti caratterizzati da alti valori di ossigeno disciolto e bassi valori di domanda chimica di ossigeno. Un secondo raggruppamento, a destra del grafico, caratterizzato da valori elevati di COD e quindi bassi di ossigeno disciolto ed un terzo raggruppamento, in alto al centro caratterizzato, da concentrazioni intermedie di detti parametri.

Cluster analysis

Cluster analysis è un'analisi descrittiva multivariata mediante la quale è possibile in base a criteri di similarità, raggruppare le unità di sperimentazione in classi. Si determina così un certo numero di classi in modo tale che le osservazioni siano più possibili omogenee all'interno della classe e più possibili disomogenee tra le diverse classi. L'omogeneità viene specificata in termini di distanze. In questa analisi la distanza utilizzata è quella euclidea, molto utilizzata per le elaborazioni di dati di questo tipo (Figura 27).

Come si osserva risultano essenzialmente due gruppi ben differenziati. Un primo gruppo più distanziato e diversificato rappresentativo del sito di Monte Sassano monte in tutte e tre le stagioni di campionamento ed un secondo gruppo più eterogeneo. Quest'ultimo risulta ulteriormente distinto in due gruppi; uno rappresentativo del fosso Renara monte nella stagione invernale e primaverile e nella stagione invernale del sito a valle, e un secondo più numeroso raggruppamento. All'interno di esso due sottogruppi che distanziano i siti localizzati sul fosso della Fiora e Conca per le stagioni primavera estate da un altro gruppo più grande ed omogeneo che include tutti gli altri siti. Come risulta anche da questa analisi il sito localizzato a monte del fosso Monte Sassano si trova in una posizione distanziata rispetto a tutti gli altri fossi.

La *Cluster analysis* è stata utilizzata anche per analizzare i risultati derivanti dai parametri ambientali e il dendrogramma di seguito riportato (Figura 28).

In base alla similarità si possono notare anche in questo caso due raggruppamenti ben distanziati. Un primo raggruppamento caratterizzato dai siti monte e valle del fosso Renara e del fosso della Conca della stagione estiva. Il secondo raggruppamento più eterogeneo si divide ulteriormente in altri due gruppi: uno caratteristico del fosso della Fiora estate e inverno, fosso dei Quadri estate e Renara monte inverno, ed un secondo più grande dove si possono osservare due ulteriori raggruppamenti. Tutto ciò suggerisce che considerando solo le variabili ambientali non è possibile discriminare i differenti fossi con questo tipo di analisi, il quadro generale risulta molto omogeneo.

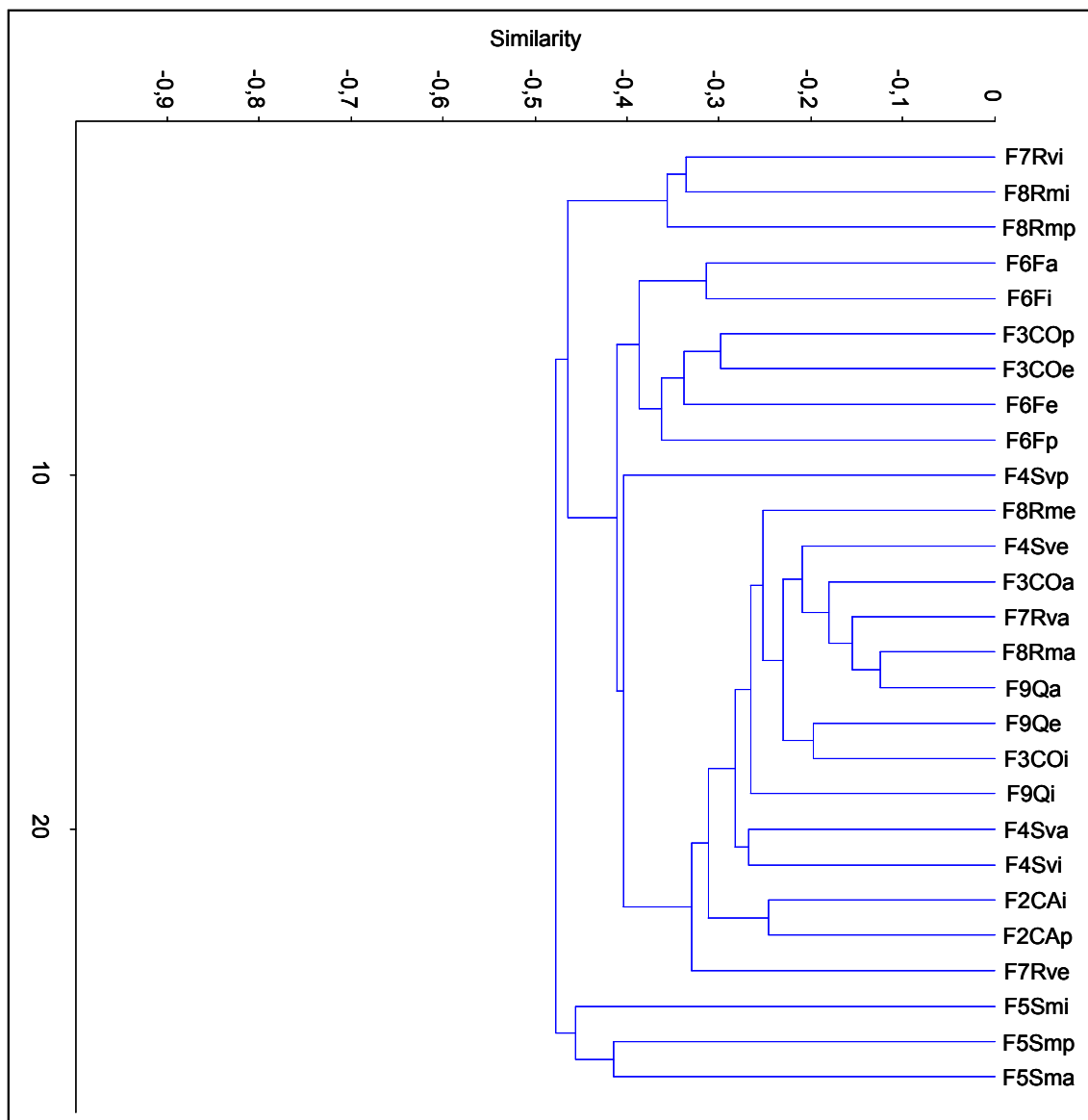


Figura 27. Cluster analysis dei parametri biologici

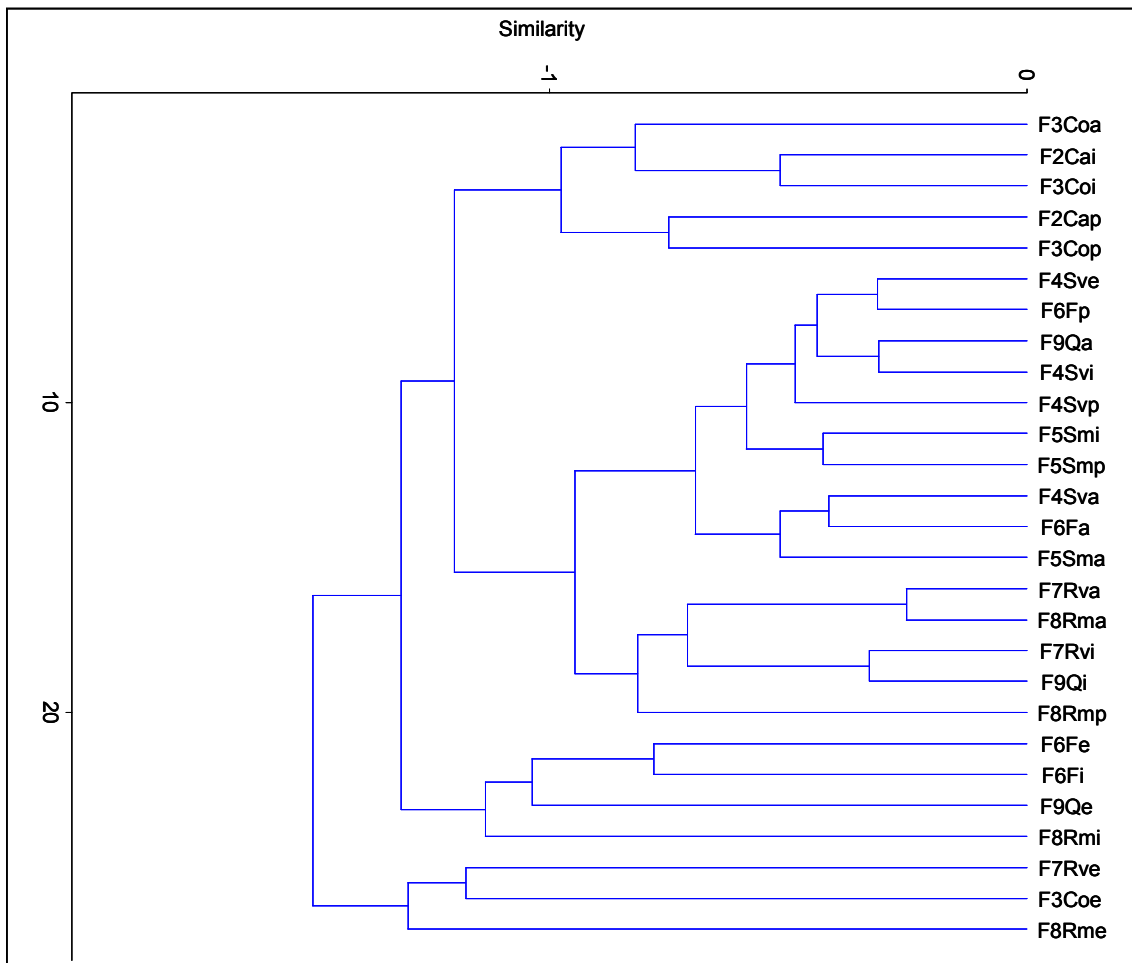


Figura 28. Cluster analysis dei parametri ambientali

DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

La valutazione della qualità delle acque dei fossi afferenti ai laghi di Bracciano e Martignano è stata studiata utilizzando indicatori e indici. Lo scopo è stato quello di individuare le principali pressioni e determinanti per identificare una volta conosciuto lo stato, le eventuali “Risposte”. In particolare sono stati analizzati i parametri ambientali, idromorfologici e biologici, l’uso del suolo circostante ai laghi di Bracciano e di Martignano, i parametri chimico-fisici, chimici e microbiologici (*E. coli*), e la comunità macrobentonica. Di seguito sono discussi singolarmente i risultati ottenuti da ogni parametro preso in esame nei siti pre-identificati nelle quattro le stagioni.

L’analisi della carta dell’ Uso del Suolo ha evidenziato l’uso prevalentemente agricolo e boschivo dell’area oggetto di studio. In particolare il fosso dei Casacci e quello della Conca localizzati sul versante occidentale del Lago di Bracciano, attraversano un territorio prevalentemente agricolo. Mentre quello circostante il fosso Monte Sassano, il fosso Fiora e il fosso Renara è prevalentemente ad uso boschivo ma con pozioni significative di territorio agricolo. Infine il fosso dei Quadri scorre in un area prevalentemente antropizzata infatti è a valle del centro urbano della cittadina di Bracciano.

I risultati ottenuti dalle analisi delle variabili chimico-fisiche e chimiche mettono in evidenza un quadro di relativa omogeneità riconducibile ad una situazione non molto compromessa dello stato di qualità dei fossi studiati. Tuttavia sono presenti in quasi tutti i siti, fatta eccezione per il sito localizzato a monte del fosso di Monte Sassano, significative concentrazioni di nitrati, e di fosfati in particolare sui fossi Casacci, Conca e Renara. Queste concentrazioni possono essere attribuite sia al substrato tipicamente silicio, sia alle attività agricole e zootecniche che ricadono nel territorio circostante. Questa ultima ipotesi è rafforzata dalla fluttuazione stagionale delle concentrazioni dei parametri analizzati. L’attuale situazione, quindi, riconduce più che ad immissioni puntiformi di reflui di diversa natura ad una pressione collegata all’inquinamento diffuso che con il *run-off* viene convogliata nelle acque superficiali.

Per quanto riguarda le analisi microbiologiche sono state effettuate sulla matrice acquosa ed utilizzato come indicatore il parametro *E. coli*. Questo microrganismo è termoresistente, il suo habitat naturale è l’intestino umano e di altri animali, e la sua presenza indica una contaminazione di tipo fecale. Dai risultati ottenuti non si evince la presenza di scarichi puntuali continui rilevanti.

Quasi la totalità dei fossi immissari del lago scorrono in proprietà private, unico sito di proprietà privata in cui è stato possibile entrare è il Fosso della Fiora, Vigna Grande, proprietà della famiglia Odescalchi, che ci ha dato l’autorizzazione ai campionamenti. In questo caso, pur essendo presente a monte del fosso uno scarico, una probabile deviazione della circumlacuale, che riversa nel fosso a determinati orari della giornata, non è emersa dai risultati ottenuti dalle analisi microbiologiche la presenza di inquinamento di origine fecale. A tutto ciò può essere data una duplice spiegazione: l’esiguità dello scarico e la naturale capacità depurativa del fosso che scorre in un area integra.

I risultati dell’applicazione indice “Livello di Inquinamento da Macrodescrittori” (LIM) confermano il buono stato ecologico dei fossi studiati (Figura 18), tutti i fossi si trovano ad un livello buono (Livello II), fatta eccezione per il fosso della Conca che si trova al limite dei due livelli (livello II-III), presentando delle lievi oscillazioni stagionali.

Le analisi dei parametri ambientali forniscono informazioni puntuali del sito oggetto di studio e una delle ragioni per la quale vi si accompagna lo studio della comunità dei macroinvertebrati è proprio perché quest’ultima è in grado di rilevare effetti di perturbazioni a

lungo termine che siano queste di tipo continue e/o intermittenti. I risultati ottenuti dall'analisi della comunità di macroinvertebrati, sono stati analizzati sia dal punto di vista qualitativo attraverso l'applicazione dell'IBE che da un punto di vista quantitativo come richiesto dalle recenti normative (Unione Europea, 2000). Infatti sono stati riportati i valori delle abbondanze dei taxa rinvenuti in ogni sito in ogni stagione. Quindi sono state studiate le comunità dei macroinvertebrati sia nella loro struttura che nella loro composizione.

L'IBE è un indice attraverso il quale è possibile definire la classe di qualità biologica di un corso d'acqua analizzando la comunità di macroinvertebrati. Questi organismi, vivendo a stretto contatto con il substrato fungono da "registratori biologici", ne deriva che sono condizionati sia dalla qualità dell'acqua che dai sedimenti e quindi dai cambiamenti ambientali inquinamento e/o alterazioni.

Dall'applicazione dell'IBE, è emerso che per la maggior parte dei fossi, fatta eccezione per il fosso Monte Sassano sito a monte e il fosso della Fiora, l'indice restituisce valori di classe di qualità non buone.

Tuttavia il quadro relativo alla qualità delle acque che si ricava dall'applicazione di detto indice è sufficientemente realistico, si distinguono infatti i fossi maggiormente soggetti a disturbi come i fossi della Conca e Quadri, che versano in cattive condizioni (IV e V classe), da quelli più integri. È opportuno ricordare che questo indice non è specifico per la particolare tipologia di corpo idrico di cui ci si è occupati, "piccoli corsi di acqua".

Dall'analisi dei dati faunistici emergono le considerazioni di seguito descritte.

Le stazioni localizzate sui fossi della Conca, Casacci e Quadri sono caratterizzate dal più basso numero di taxa rilevato. In questi siti la comunità è rappresentata da gruppi sistematici più tolleranti e generalisti. In particolare nel fosso dei Casacci sono stati rinvenuti, in quantità dominanti, taxa appartenenti alle famiglie di Chironomidae Ceratopogonidae, Simuliidae e Limoniidae (Ditteri), il genere *Pisidium* (Bivalvi) e le famiglie Lumbricidae e Lumbriculidae (Oligocheti), tutti taxa capaci di tollerare livelli relativamente alti di inquinamento organico (Campaioli *et al.*, 1994). Il fosso della Conca e quello dei Quadri si trovano in condizioni simili con la presenza di alcuni taxa in più, ma sempre di tipo tolleranti come ad esempio Tipulidae Ptychopteridae e Culicidae. (Ditteri), *Physa* (Gasteropodi, Physidae). In tutti e tre i fossi va registrata la totale assenza di Plecotteri, considerati tra gli organismi più sensibili. Mentre per quanto riguarda gli Efemerotteri, sono stati ritrovati alcuni taxa moderatamente sensibili come ad esempio *Serratella* nel fosso dei Quadri, *Baetis* e *Caenis* nei fossi della Conca e dei Casacci (più tollerati). Per quanto riguarda infine i Tricotteri la famiglia dei Polycentropodidae è presente in tutti e tre i fossi, mentre nel fosso della Conca sono stati ritrovati alcuni esemplari di Philopotamidae e Sericostomatidae. Tra queste stazioni emerge come il fosso dei Casacci sia, all'interno di questo gruppo di stazioni, quello con la comunità più articolata, come dimostra la presenza di alcuni taxa predatori, come il genere *Sialis* della famiglia Sialidae (Megalotteri) e alcuni Coleotteri (Dytiscidae) che comprendono specie all'apice della catena trofica.

Per quanto riguarda il fosso Renara, sono state registrate alcune differenze tassonomiche tra i siti a monte e quelli a valle. Il sito localizzato a valle è caratterizzato da una comunità composta sia da taxa generalisti e tolleranti, quali Chironomidae, Simuliidae, Tipulidae e Tabanidae (Ditteri), *Physa* (Gasteropodi), *Dina* (Oligocheti) che da gruppi moderatamente sensibili come *Baetis* e *Serratella*.

Il sito a monte presenta una comunità più diversificata, da registrare la comparsa in questi siti di taxa sensibili quali *Ecdyonurus* tra gli Heptagenidae oltre ai già citati *Serratella*, e *Baetis*; tra i Tricotteri si segnala la presenza di Hydropsychidae e Psychomyidae.

Si segnala inoltre un aumento di taxa quali Chironomidae, Ceratopogonidae, Simuliidae, Tipulidae, Tabanidae, Psychodidae, Geridae e Hydrometridae; Gasteropodi genere *Physa* ed Oligocheti come Lumbricidae e Tubificidae.

Il fosso della Fiora è caratterizzato da una comunità macrobentonica ben strutturata e diversificata ricca di taxa sensibili e moderatamente tolleranti e generalisti. In particolare sono stati rinvenuti taxa appartenenti a gruppi moderatamente sensibili come *Leuctra* (Plecotteri), *Ephemera*, *Serratella*, Hepatageniidae *Ecdyonurus*, Caenidae *Caenis* (Efemerotteri), Hydeiosychidae, Phylopotamidae, Lepidostomatidae, Sericostomatidae, Psychomyidae, Odontoceridae e Polycentropodidae. (Tricotteri) e gruppi più tolleranti quali Chironomidae, Ceratopogonidae, Simuliidae, Limoniidae, Dixidae, Tabanidae e Psychodidae (Ditteri); *Ancylus*, (Gasteropodi, Planorbidae), Lumbriculidae, Lumbricidae e Tubificidae (Oligocheti). Infine da notare la presenza di taxa generalisti quali Cordulegasteridae, *Calopteryx* (Odonati, Calopterygidae); Elminthidae, Dystiscidae, Gyrinidae, Helodidae (Coleotteri); *Nepa* (Eterotteri, Nepidae), Isopodi (Asellidae) ed Gammaridae (Anfipodi).

Il fosso di Monte Sassano, in particolare nel sito a monte, è costituito dalla comunità macrobentonica più diversificata e meglio strutturata, con la presenza anche di taxa particolarmente sensibili. Si segnala proprio in questo sito la presenza tra i Plecotteri del genere *Perla*, considerato tra i taxa più sensibili. La presenza di larve di Plecotteri è associata, infatti, ad acque correnti con basse temperature e ben ossigenate, tipiche di torrenti di alta quota e di ambienti ben conservati. La maggior parte delle specie è stenoterma fredda ed associata a substrati (pietre), per proteggersi dalla corrente. Alcune specie possono trovarsi anche nei grandi fiumi a basse quote. Sono particolarmente sensibili all'inquinamento e sono assenti anche in acque stagnanti normalmente poco ossigenate. Possono avere alimentazione vegetariana, e nutrirsi quindi di alghe, muschi o periphyton, anche se non mancano specie predatrici. Lo stadio adulto è raggiunto, dalla maggior parte dei Plecotteri europei, dopo un anno anche se ci sono specie che richiedono due o tre anni ed anche 33 mute prima dello sfarfallamento che avviene sulle rive (Chinery, 1987). L'accoppiamento ha luogo sul suolo o sulla vegetazione, mentre le uova vengono deposte in acqua o sulle rive. Due generi della famiglia Perlidae sono presenti in Italia *Dinocras* e *Perla*. Il genere *Perla* è piuttosto sensibile all'inquinamento.

Tra gli Efemerotteri oltre a *Serratella*, Heptageniidae, *Baetis* e *Caenis*, sono stati rinvenute: *Ecdyonurus* (Efemerotteri, Heptageniidae), genere molto frequente nei tratti superiore e medio dei corsi di tutte le regioni italiane, con substrati a pietre, *Paraleptophlebia* e *Habroleptoides* (Efemerotteri, Leptophlebiidae), genere poco comune, le cui larve vivono nelle acque calme dei corsi d'acqua e sono in grado di tollerare moderati livelli di inquinamento organico (Campaioli *et al.*, 1994), ed *Ephemera* (Efemerotteri, Ephemeridae), genere frequente e localmente abbondante in Italia colonizzando in particolare i sedimenti fini dei torrenti.

Tra i Tricotteri si segnala la presenza delle famiglie quali Odontoceridae e Limnephilidae non presenti in nessuna delle altre stazioni. Il sito localizzato sul fosso Monte Sassano valle (Sv) si trova in condizioni di buona qualità con leggere variazioni nella composizione faunistica rispetto al sito a monte.

Analizzando i dati quantitativi della comunità dei macroinvertebrati attraverso il calcolo delle metriche, scelte perché conformi alla Direttiva Europea, e l'analisi multivariata (PCA), spesso utilizzata per valutare i pesi dei parametri ambientali e biologici emerge quanto segue:

Le metriche basate EPT e Numero di Famiglie hanno consentito insieme all'Analisi delle Componenti Principali effettuate sui dati relativi alle comunità dei macroinvertebrati, di individuare i fossi maggiormente compromessi da quelli che si trovano in buone condizioni di naturalità. I fossi maggiormente compromessi sono risultati quello della Conca, dei Quadri e dei Casacci. Il fosso Renara risulta moderatamente alterato, si passa da un buono stato del sito a monte ad un peggioramento durante il suo corso, come emerge dai risultati del sito a valle. I fossi che si trovano in una buona condizione ecologica sono quelli della Fiora e di Monte Sassano. È proprio il fosso di Monte Sassano monte che presenta tutte le caratteristiche sia

ambientali che biologiche per le quali lo si può considerare come sito di riferimento di questa tipologia di corpo idrico.

Da quanto ottenuto e dall'analisi dei singoli parametri analizzati si evidenziano i principali "Determinanti" e "Pressioni" che incidono sull'area del Parco. Questi possono essere ricondotti allo sviluppo urbano e ad un'estesa attività agricola. A ciò si aggiungono scarichi puntiformi e diffusi, l'uso della risorsa stessa che incide sulla disponibilità e di conseguenza ne determina una scarsità della medesima. Lo "Stato" delle acque correnti dell'area di studio risente di impatti derivanti dalle suddette pressioni a cui, i vari indicatori utilizzati, rispondono, in modo diversificato. Ad esempio le comunità bentoniche risentono nella loro struttura, composizione ed abbondanza a seconda della gradualità o presenza di tali impatti. Così come la fascia fluviale, generalmente esigua, tampona o meno, l'inquinamento diffuso incidendo sull'ecosistema acquatico. Dove è ben strutturata e presente riesce a far sì che l'ecosistema abbia uno stato migliore. L'individuazione delle "Risposte" volte al risanamento e alla conservazione, coinvolgono tutti i soggetti incidenti sul territorio e richiedono una stretta coesione di intenti al fine che diventino efficaci strumenti di risanamento. La complessità delle "Risposte", ad esempio, può avvenire a partire dagli impegni che bisogna prendere ai diversi livelli, tecnico, amministrativo, politico e civico, per la pianificazione degli interventi di risanamento e del monitoraggio.

La salvaguardia e il ripristino dello stato ecologico dei fossi è di notevole importanza nell'ambito del ciclo dell'acqua, una loro alterazione si riflette direttamente sul lago, e quindi sull'Arrone, unico emissario.

Dai risultati è emerso che tutti i fossi studiati si trovano in una condizione discreta dello stato di qualità; ed è stato individuato il fosso Monte Sassano sito a monte come il sito di riferimento per questa tipologia di corpo idrico e quindi l'obiettivo a cui far riferimento per gli interventi di risanamento ricordando inoltre che la scarsità di acqua rappresenta uno dei principali elementi di disturbo della qualità ecologica di questi corsi d'acqua.

BIBLIOGRAFIA

- APHA, AWWA, WPCF. *Standard methods for the examination of water and waste-water*, 20th ed., Washington DC: American Public Health Association; 1998.
- Buffagni A, Erba S, Cazzola M & Kemp JL. The AQEM multimetric system for the southern Italian Apennines: assessing the impact of water quality and habitat degradation on pool macroinvertebrates in Mediterranean rivers. *Hydrobiologia* 2004;516:313-9.
- Campaioli S, Ghetti PF, Minelli A, Ruffo S. *Manuale per il Riconoscimento dei Macroinvertebrati delle Acque Dolci Italiane*. Vol. I e II. Trento: Provincia Autonoma di Trento; 1994.
- Ghetti PF. *Indice Biotico Esteso (IBE). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti*. Trento: Provincia Autonoma di Trento; 1997.
- Hering D, Moog O, Sandin L & Verdonshot PFM. Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia* 2004;516:1-20.
- Italia. Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997 n. 357: Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche (*Gazzetta Ufficiale* n. 284 del 23 Ottobre 1997, *Supplemento Ordinario* n.219/L). Testo coordinato al D.P.R. n.120. *Gazzetta Ufficiale* n.124, 30 maggio 2003.
- 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* n. 124, 29 maggio 1999 (n. 101/L).
- Italia. Decreto Legislativo 19 settembre 1994 n.626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro. *Gazzetta Ufficiale – Supplemento Ordinario* n. 265, 12 novembre 1994.
- Italia. Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152. Norme in materia ambientale. *Gazzetta Ufficiale – Supplemento Ordinario* n. 88, 14 aprile 2006.
- Italia. Decreto Ministeriale 10 maggio 1991. Istituzione del registro delle aree protette italiane. *Gazzetta Ufficiale* n. 136 del 12 giugno 1991.
- Italia. Decreto Presidente Repubblica 24 luglio 1977 n. 616. Attuazione della delega di cui all'art. 1 della L.22 Luglio 1975, n. 382 concernente le norme sull'ordinamento regionale e sulla organizzazione della pubblica amministrazione. *Gazzetta Ufficiale – Supplemento Ordinario* n. 220, 20 Agosto 1975.
- Italia. Legge 6 dicembre 1991 n. 394. Testo Coordinato (aggiornato alla legge 9 dicembre 1998, n. 426 e alla legge 23 marzo 2001, n. 93) Legge quadro sulle aree protette. *Gazzetta Ufficiale – Supplemento Ordinario* n. 292, 13 dicembre 1991.
- Italia. Legge 8 giugno 1990 n. 142. Ordinamento delle autonomie locali. *Gazzetta Ufficiale – Supplemento Ordinario* n. 135, 12 Giugno 1990.
- Italia. Legge 2 aprile 2003 n. 10. "Modifiche alla legge regionale 6 ottobre 1997 n. 29 (Norme in materia di aree naturali protette regionali) e successive modifiche disposizioni transitorie". (B.U.R. Lazio n. 11, 19 aprile 2003).
- Sansoni G. *Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Provincia Autonoma di Trento, Stazione Sperimentale di Agraria Forestale, Servizio Protezione Ambiente. Trento: APR & B Editrice; 1988.

- Siligardi M, Bernabei S, Cappelletti C, Chierici E, Ciutti F, Egaddi F, Franceschini A, Maiolini B, Mancini L, Minciardi MR, Monauni C, Rossi G, Sansoni G, Spaggiari R & Zanetti M. *I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale*. Trento: Manuale ANPA; 2000.
- Tachet H, Bournard M, Richoux P. *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique)*. Villeurbanne Cedex, France: Université de Lyon, Biologie animale et ecologie ; 1987.
- UNI EN 27828. *Qualità dell'acqua - Metodi di campionamento biologico. Guida al campionamento di macro-invertebrati bentonici mediante retino manuale*. Milano: Ente Nazionale Italiano di Unificazione; 1994.
- Unione Europea. Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. Official Journal L327, 22 Dicembre 2000:1-72.
- Unione Europea. Direttiva 92/43/CE del Consiglio del 21 maggio 1992. Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. *Gazzetta Ufficiale Comunità Europea* L206 del 22 luglio 1992. Decisione 2006/613/CE del 19 luglio 2006 - Commissione che adotta, a norma della direttiva 92/43/CEE del Consiglio, l'elenco dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica mediterranea [notificata con il numero C(2006) 3261] *Gazzetta Ufficiale Unione Europea* L259 del 21 Settembre 2006. Decisione 2008/335/CE del 28 Marzo 2008 della Commissione che adotta, a norma della direttiva 92/43/CEE del Consiglio, il primo elenco aggiornato dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica mediterranea [notificata con il numero C(2008) 1148] *Gazzetta Ufficiale Unione Europea* L123, 8 Maggio 2008.
- Ventriglia U. *Tratto da Idrogeologia della Provincia di Roma II Volume Regione Vulcanica Sabatina*. Roma: Provincia di Roma, Assessorato Lavori Pubblici, Viabilità e Trasporti; 1989.

*La riproduzione parziale o totale dei Rapporti e Congressi ISTISAN
deve essere preventivamente autorizzata.
Le richieste possono essere inviate a: pubblicazioni@iss.it.*

*Stampato da Tipografia Facciotti srl
Vicolo Pian Due Torri 74, 00146 Roma*

Roma, aprile-giugno 2010 (n. 2) 3° Suppl.