

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

**Comunità animali e vegetali e qualità delle acque:
un contributo all'attuazione
della Direttiva 2000/60/CE in Italia**

Anna Testi (a), Giuliano Fanelli (a), Sara Bisceglie (a),
Giorgio Pace (b), Laura Mancini (b)

*(a) Orto Botanico, Dipartimento di Biologia Vegetale,
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"*

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

ISSN 1123-3117

Rapporti ISTISAN

06/37

Istituto Superiore di Sanità

Comunità animali e vegetali e qualità delle acque: un contributo all'attuazione della direttiva 2000/60/CE in Italia.

Anna Testi, Giuliano Fanelli, Sara Bisceglie, Giorgio Pace, Laura Mancini
2006, 82 p. Rapporti ISTISAN 06/37

Nell'ambito dell'attuazione della Direttiva europea 2000/60 diventa prioritaria la messa a punto di descrittori biologici di diversi livelli trofici dell'ecosistema. In questo lavoro viene presentato un modello sperimentale di bioindicazione della qualità fluviale attraverso le piante vascolari. L'area di studio comprende nove fiumi dell'Italia centro-meridionale. Lo studio, condotto tra marzo 2004 e febbraio 2005, sulla comunità bentonica e sulla componente vegetale ha dato risultati sovrapponibili e messo in evidenza l'esistenza di due gradienti principali: la qualità delle acque e il disturbo. Su questa base è stato possibile identificare quattro gruppi di specie vegetali con diverso grado di sensibilità all'inquinamento. Le specie target vengono descritte in un prototipo di guida ecologica riportata in appendice, insieme ad una sinossi dei principali habitat acquatici della penisola. Tale lavoro rappresenta, pertanto, un notevole contributo per l'individuazione di fitoindicatori della qualità dell'ecosistema indicati dalla direttiva.

Parole chiave: Piante vascolari, Comunità bentonica, Bioindicazione, Qualità dell'acqua, Disturbo, Specie target

Istituto Superiore di Sanità

Benthic macroinvertebrate community and vascular plants and water quality: a contribution to the application of the European Water Framework Directive in Italy.

Anna Testi, Giuliano Fanelli, Sara Bisceglie, Giorgio Pace, Laura Mancini
2006, 82 p. Rapporti ISTISAN 06/37 (in Italian)

In the context of the implementation of the European Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC, the individualization of biological descriptors of different trophic levels has a fundamental role. In this report an experimental model of bioindication of water quality, through the vascular plants, is introduced. The study area includes nine rivers of the mediterranean eco-region in Italy. The studies carried out on the benthic invertebrate community and vascular plants gave comparable results and enhanced the existence of two principal gradients: water quality and disturbance. Four groups of species with different degree of sensibility to the pollution were found. In Appendix A we report a summary description for some target species, while in Appendix B a frame of the principal water habitat of the Italian peninsula. This study, concerning plant communities, is a contribution to the application of WFD in Italy.

Key words: Vascular plants, Benthic invertebrate community, Bioindication, Water quality, Disturbance, Target species

Si ringraziano per la collaborazione:

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, ARPA Lazio

CASINO Nino
LE FOCHE Marco
LESTINI Marco

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, ARPA Molise

BIANCO Pietro Massimiliano
MANUPPELLA Anna Maria
TAMBURO Rosalba

Dipartimento Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

CARA Elisabetta
D'ANGELO Anna Maria
MARCHEGGIANI Stefania
PIERDOMINICI Elio

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

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

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 2006

INDICE

Introduzione	1
Indicatori biologici nella valutazione della qualità delle acque	2
Dagli indicatori biologici agli indici biotici	2
Macroinvertebrati bentonici nella valutazione della qualità delle acque	4
Caratteristiche, vantaggi e difficoltà	4
Indici biotici basati sui macroinvertebrati	5
Macrofite nella valutazione della qualità delle acque	7
Caratteristiche, vantaggi difficoltà	7
Macrofite come indicatori biologici	8
Dalle macrofite alle piante vascolari	11
Bioindicatori vegetali: generalità e modelli	11
I bacini in studio	14
Fiume Tevere	14
Fiume Treja	15
Fiume Farfa	16
Fiume Aniene	16
Fiume Fibreno	18
Fiume Ombrone	18
Idrografia dei principali affluenti	18
Fiume Volturno	20
Materiali e metodi	21
Analisi della comunità macrobentonica	21
Raccolta di macroinvertebrati	21
Applicazione dell'IBE (Indice Biotico Esteso)	21
Analisi della componente vegetale	23
Analisi statistica dei dati	24
Analisi delle componenti principali	24
Risultati	25
Comunità macrobentonica	25
Componente vegetale	27
Indicatori di Ellenberg	28
Analisi statistica dei dati	30
Piante vascolari e gradienti	30
Macroinvertebrati e gradienti	31
Piante vascolari e qualità dell'acqua	32
Discussione	35
Qualità delle acque e disturbo antropico	35
Fattori ecologici degli ambienti fluviali	37
Le piante vascolari: ottimo bioindicatore	37
Biondificazione vegetale della qualità delle acque	38
Conclusioni	39
Bibliografia	40
Appendice A - Prototipo di guida di nuovi bioindicatori vegetali della qualità fluviale.....	45
Appendice B - Habitat acquatici	57
Appendice C - Schede IBE	61
Appendice D - Rilievi floristici.....	69

INTRODUZIONE

L'emanazione della Direttiva quadro europea sulle acque (*Water Frame Directive* 2000/60/CE) rivolge grande attenzione verso strategie innovative volte alla valutazione dell'integrità degli ecosistemi, al raggiungimento di obiettivi di qualità e all'uso della componente biologica.

Il principio ispiratore di questa nuova mentalità di gestione è lo spostamento da una visione antropocentrica dell'utilizzo delle acque ad una visione ecosistemica in cui l'uomo è uno degli elementi e il principale fruitore.

Nell'ambito dell'attuazione della direttiva europea diventano prioritari la messa a punto di descrittori biologici di diversi livelli trofici dell'ecosistema, produttori primari, fitoplancton e macrofite; consumatori di diverso ordine, comunità macrobentoniche e comunità ittiche.

Cambia completamente l'approccio consolidato nelle precedenti direttive nazionali e europee di settore.

Il DL.vo 152/1999 (Italia, 1999) e le successive integrazioni, rappresentano i primi passi che il nostro Paese ha compiuto in questa direzione.

La strada da percorrere risulta essere, comunque ancora molto lunga, con sforzi coordinati nei programmi di ricerca per coprire la distanza presente nel nostro Paese rispetto a questo approccio. Di fatto la situazione attuale delle metodologie già messe a punto risulta sconcertante e da una conoscenza approfondita dello stato dell'arte risulta chiaramente quanto lavoro e tempo sia ancora necessario per raggiungere gli standard proposti nella direttiva e quanto sforzo per il loro trasferimento agli operatori delle agenzie Regionali e Provinciali preposte al monitoraggio.

La Legge quadro 152/1999 prevede, infatti, come unico strumento d'indagine l'analisi della popolazione macrobentonica che popola un corso d'acqua, con l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) (Ghetti, 1997), che comunque non rappresenta completamente le richieste della direttiva.

La Direttiva europea 2000/60/CE (Unione Europea, 2000) richiede, invece, l'analisi delle comunità diatomea, macrofite, macrobentonica e ittica, privilegiando come descrittori gli organismi viventi, in quanto capaci di integrare gli stimoli provenienti dalla componente abiotica e biotica e di tradurli in forma di adattamento; oltre alla valutazione delle abbondanze, della diversità e alla identificazione di condizioni di riferimento e alla quantificazione del grado di discostamento da esse.

Tale impulso ha portato in Italia alla sperimentazione a diverse scale, in particolare si sottolineano due aspetti, uno è la ricerca di base e riguarda lo studio della distribuzione sul territorio delle specie animali e vegetali, l'altro è la ricerca applicativa e riguarda la sperimentazione di metodologie di studio delle diverse comunità.

Questo studio si inserisce in tale prospettiva, affiancando all'analisi della comunità macrobentonica quella della comunità macrofite, nella valutazione della qualità corsi d'acqua, portando un contributo concreto al raggiungimento degli obiettivi preposti per l'applicazione della 2000/60/CE.

INDICATORI BIOLOGICI NELLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE

La valutazione della qualità delle acque attraverso l'utilizzo di indicatori biologici diviene sempre più un tema di grande attualità sia nella ricerca ecologica di base che in quella applicativa. Trae radice dal concetto classico di bioindicatore, per cui cambiamenti nella presenza-assenza, abbondanza, morfologia, fisiologia o comportamento di una specie indicano condizioni fisico-chimiche alterate rispetto al suo intervallo di tolleranza.

Un indicatore biologico, secondo la definizione di Johnson *et al.* (1992), è una specie o insieme di specie con particolari esigenze rispetto a un insieme di variabili fisiche o chimiche.

Come noto un buon indicatore deve mostrare i seguenti requisiti:

- relativa facilità di identificazione;
- range di tollerabilità ristretti: le specie stenoece danno un contributo più utile in termini di bioindicazione (Pignatti, 1995);
- distribuzione cosmopolita;
- elevate densità e dimensioni piuttosto grandi;
- variabilità ecologica piuttosto bassa;
- mobilità limitata e ciclo vitale relativamente lungo.

L'uso degli indicatori biologici permette di evidenziare gli effetti sinergici di più fonti di stress e di registrare eventi di inquinamento anche intermittenti. Di contro, le analisi chimiche riescono ad evidenziare le concentrazioni alterate di sostanze presenti nell'ambiente; il loro maggior limite è che forniscono informazioni di tipo puntiforme e strettamente riferite al tempo del campionamento.

I due tipi di analisi si integrano a vicenda, fornendo informazioni diverse e complementari, per cui l'approccio integrato, binomio linguistico attualmente molto usato, risulta particolarmente utile per conoscere lo stato di comunità ed ecosistemi.

Dagli indicatori biologici agli indici biotici

L'idea di poter valutare la qualità di un ecosistema analizzando risposte biologiche è nata in Europa a partire dal XX secolo, con il lavoro di Kolkowitz & Marsson (1902) che svilupparono il concetto di sistema saprobico come misura del livello di contaminazione da materia organica e conseguente diminuzione di ossigeno disciolto.

Gli indicatori biologici possono essere utilizzati a diversi livelli: individui, specie, comunità.

Lo studio di singoli organismi è generalmente focalizzato su analisi di ecotossicologia, bioaccumulo e di alterazioni fisiologiche o morfologiche.

Ecosistemi naturali con una buona qualità ambientale sono in genere caratterizzati da comunità complesse, le cui componenti sono in stretta relazione e dipendenza le une dalle altre e capaci di rispondere a piccole perturbazioni senza esserne danneggiate.

L'alterazione degli equilibri in un ecosistema, sia per cause naturali che antropiche, può causare effetti tali da indurre la scomparsa delle specie più esigenti e sensibili e l'insediamento di altre con range di tolleranza più ampi.

La struttura delle comunità viene così alterata in modo più o meno irreversibile, in base all'entità e alla durata della perturbazione: condizioni di stress prolungato portano allo sviluppo di comunità semplificate e caratterizzate dalla dominanza di poche specie tolleranti.

Un aspetto critico nell'uso delle comunità come bioindicatori per l'analisi della qualità delle acque, riguarda il trasferimento di conoscenze specialistiche nell'ambito dell'ecologia e della fitosociologia per quanto riguarda i bioindicatori vegetali, in linguaggi comprensibili anche per i non addetti ai lavori.

Molti autori hanno proposto sistemi di traduzione dei dati biologici riguardanti le comunità in valori numerici comparabili e riconducibili a tre diversi approcci: indici di diversità, sistemi saprobici, indici biotici.

- *Indici di diversità* (Shannon, 1948):
valutano l'abbondanza relativa dei diversi taxa all'interno della comunità evidenziando fenomeni di dominanza;
- *Sistemi saprobici* (Kolkowitz & Marsson, 1902; Zelinka & Marvan, 1961):
prevedono l'attribuzione a ciascuna specie di un valore saprobico che indichi la sensibilità della specie. L'applicazione dell'indice porta alla classificazione dei corsi d'acqua in quattro livelli di qualità: polisaprobico, β -mesosaprobico, α -mesosaprobico, oligosaprobico, caratterizzati da un inquinamento organico decrescente. Tale indice, tuttora in uso nei paesi dell'Europa dell'est, presenta uno "svantaggio" che consiste nella necessità di una identificazione al livello di specie e di un'analisi quantitativa del campione, richiedendo così personale specializzato.
- *Indici biotici*:
analizzano la struttura dell'intera comunità, valutando sia il numero totale di taxa che la compongono, sia la presenza di "specie chiave" sensibili all'inquinamento. Il primo indice biotico applicato alla valutazione della qualità delle acque superficiali, fu sviluppato in Inghilterra da Woodwiss (1964): il *Trent Biotic Index* (TBI), basato sull'analisi della comunità di macroinvertebrati. Da questo hanno preso poi origine gran parte degli indici applicati in Europa, tra cui l'italiano Indice Biotico Estesio (IBE) (Ghetti, 1997).

MACROINVERTEBRATI BENTONICI NELLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE

Gli invertebrati che vivono nelle acque correnti vengono divisi, per ragioni puramente pratiche in micro e macroinvertebrati. I microinvertebrati hanno dimensioni che raramente superano il millimetro di lunghezza e comprendono: Protozoi, Rotiferi, Nematodi, Gastrotrichi, Tardigradi, Ostracodi, Cladoceri, Copepodi e Idracari. I macroinvertebrati sono organismi che, almeno al termine dello sviluppo larvale o dello stadio immaginale, presentano dimensioni non inferiori al millimetro e sono quindi facilmente visibili ad occhio nudo. A questo gruppo appartengono: Insetti, Crostacei, Molluschi, Oligocheti, Irudinei, Platelminti e, più raramente, Poriferi, Celenterati e Briozoi.

Gli invertebrati planctonici (Copepodi, Cladoceri, Rotiferi) sono piuttosto rari nelle acque correnti e più che altro provengono, come carico biologico, da acque lentiche, mentre abbondano quelli bentonici che vivono, cioè, almeno una parte della loro vita a contatto con il substrato.

Gli invertebrati bentonici si possono suddividere in:

- epibentonici, che vivono sulla superficie o nei primissimi centimetri del substrato.
- endobentonici o freaticoli, che vivono all'interno dei sedimenti a varia profondità, anche se la distinzione tra i due gruppi non è mai molto netta.

La comunità di macroinvertebrati, indipendentemente dalle situazioni di stress antropico, non ha una composizione costante durante l'anno ma variabile a seconda dei cicli vitali delle varie specie. La maggior parte degli Insetti vive nell'acqua solo durante lo stadio larvale e può avere una sola generazione per anno come nelle specie univoltine che quindi si rinvergono solo in determinati periodi, oppure più di una generazione per anno come nelle specie polivoltine. Altre specie, le cosiddette poliannuali, possono avere cicli lunghi più di un anno ed essere perciò presenti costantemente nell'acqua assieme alle polivoltine. Troviamo specie univoltine tra Plecotteri, Efemerotteri, Ditteri e Tricotteri, polivoltine tra Chironomidae, Simuliidae e nel genere di Efemerotteri Baetis, mentre poliannuali tra gli Irudinei (*Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*), i Molluschi (Unionidi), e sempre tra gli Insetti (*Sialis*, *Perla*, *Dinocras*, *Ephemera*, *Polycentropus*). Le specie aventi ciclo lungo sono particolarmente utili, poi, per valutare i cambiamenti che avvengono nella comunità e che dipendono da esposizioni ad inquinanti prolungate nel tempo.

Caratteristiche, vantaggi e difficoltà

I macroinvertebrati sono, insieme alle alghe, il gruppo di organismi più spesso raccomandati per la valutazione della qualità delle acque (Hellawell, 1986; Rosenberg & Resh, 1992).

Consideriamo le caratteristiche biologiche che rendono i macroinvertebrati dei buoni indicatori.

Prima di tutto sono ubiquitari, subendo così l'effetto di perturbazioni ambientali in differenti tipologie ambientali e, all'interno di esse, in diversi microhabitat. Sono inoltre presenti in numero elevato facilitando il campionamento e l'analisi del campione.

In secondo luogo la comunità è costituita da un gran numero di specie, ognuna con particolari esigenze ecologiche, che offrono un ampio spettro di risposte a stress ambientali.

Essendo inoltre principalmente sedentarie, permettono un'analisi spaziale delle perturbazioni e la valutazione di impatti sito-specifici.

I cicli di vita relativamente lunghi delle diverse specie (anche più di un anno) consentono analisi a lungo termine degli effetti di perturbazioni sia continue che intermittenti, a causa di uno o più agenti, riflettendo anche effetti sinergici.

Infine, si conosce la risposta di molte specie a diversi tipi di inquinamento. Questo permette di poter valutare come l'intera comunità venga alterata e come i diversi taxa si alternino e sostituiscano l'uno all'altro, fornendo un quadro d'insieme e riassuntivo sul grado di alterazione dell'ambiente.

Tali organismi offrono, inoltre, molti vantaggi legati alle modalità di analisi.

Per quanto riguarda i vantaggi tecnici, possiamo ricordare che il campionamento è relativamente semplice e poco costoso, la tassonomia del gruppo è ben conosciuta e sono disponibili chiavi dicotomiche per l'identificazione. Numerosi sono, inoltre, gli indici biotici e di diversità formulati e correntemente applicati per la valutazione della qualità delle acque e sono facilmente trasferibili agli enti competenti.

Ci sembra opportuno sottolineare anche alcune difficoltà che si possono incontrare utilizzando i macroinvertebrati come indicatori biologici. Alcuni Autori ritengono che essi non forniscano risposte adeguate a tutti i tipi di stress: Hawkes (1979) sottolinea che non sarebbero sensibili agli effetti di erbicidi; Metacalfe (1989) asserisce che, essendo l'ambiente fluviale altamente dinamico, i macroinvertebrati non rispondono velocemente a impatti minori, essendo adattati ad un ecosistema naturalmente instabile. Inoltre l'analisi della comunità non permette di distinguere tra i vari tipi e gradi di stress e di individuare il singolo inquinante.

In secondo luogo la distribuzione di alcuni taxa può dipendere da fattori naturali, prescindendo da quelli strettamente legati alla qualità del sito: natura del substrato, temperatura, velocità della corrente. Un fattore importante è la variabilità stagionale legata ai cicli biologici delle specie, che può portare in alcuni periodi ad alterazioni della presenza e abbondanza di alcuni taxon, rendendo anche difficile il confronto tra campioni raccolti in momenti differenti.

Il riconoscimento tassonomico di alcuni gruppi può essere particolarmente difficile (larve di Chironomidae, alcuni Tricotera, Oligochaeta), problema spesso ovviato applicando indici che non necessitano di identificazioni limitate a livelli più generici (Famiglia o Genere).

Indici biotici basati sui macroinvertebrati

Gli indici biotici integrano le informazioni fornite dalla diversità della comunità, data dal numero di taxa riscontrato, e dalla presenza di gruppi considerati buoni indicatori biologici. Inoltre sono appositamente formulati in modo da richiedere una determinazione tassonomica che non supera il livello di genere, così da superare i problemi spesso legati all'identificazione.

Il primo indice biotico fu formulato da Woodwiss (1964) ed è il TBI; esso venne messo a punto mediante uno studio delle comunità di macroinvertebrati del fiume Trent in Gran Bretagna. Questo venne poi modificato (Woodwiss, 1978) e denominato *Extended Biotic Index* (EBI).

L'esperienza di applicazione dell'EBI a numerose e diverse realtà italiane ha suggerito a Ghetti di modificare l'originale di Woodwiss per adattarlo alla fauna dei corsi d'acqua italiani e per ridurre alcune fonti di errore che si verificano per la soggettività di impiego dell'indice: sono stati così formulati prima l'EBI modif. Ghetti (1986) e successivamente l'IBE (Ghetti, 1995; Ghetti, 1997).

Il TBI è stato la base per lo sviluppo di indici biotici in anche in altri paesi europei: in Belgio, il *Belgian Biotic Index* (BBI) (De Pauw & Vanhooren, 1983); in Francia, l'*Indice Biologique Global Normalisé*.

Un altro tipo di indici è quello dei Biotic Score, che prevedono l'attribuzione a ciascuna Famiglia di un valore (score) da 1 a 10 per tolleranze crescenti all'inquinamento. Si basano su questo principio il BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) (Armitage *et al.*, 1983) sviluppato in Inghilterra e il BMWP spagnolo (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988). Poiché tali indici sono strettamente correlati al numero delle famiglie campionate, è previsto anche il calcolo dell'*Average Score Per Taxon* (ASPT), ottenuto dividendo il BMWP per il numero di famiglie, allo scopo di normalizzare il risultato.

Il recepimento della Direttiva europea 2000/60 impone un nuovo approccio di studio della comunità macrobentonica. Ciò che viene richiesto non è, infatti, l'applicazione dell'indice biotico, ma l'analisi dell'alterazione della comunità rispetto a quella attesa in siti privi di impatti antropici.

Lo stesso principio è alla base di un modello predittivo ideato in Inghilterra: il *River InVertebrate Prediction and Classification System* (RIVPACS), messo a punto da Wright *et al.* (1989), (per una rassegna vedi Wright *et al.*, 2000). Alla base di tale modello è l'idea che la distribuzione dei taxa può variare, a prescindere da situazioni di stress, in funzione di variabili ambientali quali regione geografica, temperatura, pH, velocità della corrente, durezza. In funzione di tali fattori viene predetta la comunità macrobentonica attesa se il sito fosse privo di inquinamento e viene valutato di quanto la comunità osservata con il campionamento se ne discosta.

Un simile approccio si sta sviluppando anche in Europa, all'interno di un progetto denominato PAEQANN (*Predicting Aquatic Ecosystem Quality using Artificial Neural Networks*), con lo scopo di identificare i siti di riferimento, costruire modelli predittivi delle comunità macrobentoniche e istituire programmi di intercalibrazione fra gli Stati membri.

MACROFITE NELLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE

Il termine macrofite (μακρός = grande, φυτόν = pianta) non ha valore sistematico, è più un raggruppamento di organismi vegetali che hanno in comune la caratteristica di colonizzare gli ambienti acquatici e di essere macroscopicamente visibili. Vengono perciò riuniti alcuni taxa di Alghe, di Briofite di Pteridofite, e un discreto numero di Angiosperme (Bielli *et al.*, 1999; Siligardi *et al.*, 2001; Azzollini *et al.* 2003).

Gli ambienti acquatici presentano, infatti, una flora altamente specializzata che alle nostre latitudini è composta da circa un centinaio di specie. Le più grandi famiglie delle piante vascolari (*Compositae*, *Orchidaceae*, *Leguminosae*) mancano del tutto, mentre parecchie famiglie sono esclusive di questo ambiente, ad esempio *Ninfeaceae*, e un gruppo di monocotiledoni al quale appartengono *Potamogetonaceae*, *Naiadaceae*, *Ruppiaceae*, *Alismataceae* e altre.

In generale si tratta di gruppi monotipici, nei quali si ha soltanto un genere con una o poche specie. Fanno eccezione le *Potamogetoniaceae* che hanno una ventina di specie nella flora europea. Le piante acquatiche si distribuiscono in tre forme biologiche: Idrofite, Elofite, Neofite.

– *Idrofite*

sono piante che vivono in acqua, e possono essere liberamente natanti alla superficie dell'acqua (*Salvinia*, *Azolla*, *Lemna*, *Spirodela*) oppure radicanti, e in tal caso completamente sommerse (*Ceraphyllum*, *Nuphar*) oppure con foglie natanti (*Nymphaea*, *Potamogeton natans*, alcune *Callitriche*).

– *Elofite*

sono specie che radicano nel fango, hanno la parte inferiore sommersa, però le foglie superiori e i fiori sono al di sopra della superficie dell'acqua: si tratta di un piccolo gruppo (solo una decina di specie, es. *Typha*, *Sparganium*) che spesso viene incluso nelle geofite.

– *Geofite*

queste, a rigore, sono piante terrestri, però tra le geofite rizomatose ne esistono parecchie di ambienti umidi (paludi, bordi di stagni, avvallamenti) e queste spesso si propagano fino agli ambienti francamente acquatici, pur mantenendo in generale un habitat spondicolo (*Graminaceae* come *Glyceria spp.* e *Phalaris arundinacea*, e soprattutto le *Cyperaceae*: *Carex* e *Cyperus*).

Tutte le piante acquatiche dei nostri ambienti sono specie erbacee. In grande maggioranza si tratta di erbe perenni, soltanto le specie natanti sono in generale a ciclo breve, talora solo pochi mesi.

Nel complesso la flora acquatica è costituita da specie con areale molto ampio, spesso intercontinentale; oppure si hanno forme vicarianti nei diversi continenti, ad esempio le sottospecie di *Phragmites australis* e *Cyperus papyrus*. Le specie endemiche sono rare e molto localizzate. L'impollinazione avviene ad opera di insetti o altri animali acquatici oppure il polline è portato dall'acqua; la disseminazione è facile e molto attiva sempre ad opera dell'acqua. In molti casi si tratta di gruppi con tendenza alla poliploidia.

Caratteristiche, vantaggi difficoltà

La comunità macrofitica ricopre il ruolo di produttore primario; le macrofite dunque, rappresentano una fonte energetica per tutti i livelli superiori dell'ecosistema acquatico (i consumatori). Per fonte energetica si intende la materia organica che viene prodotta dalle piante

attraverso la loro attività fotosintetica (Odum, 1988). Per questo motivo le macrofite si relazionano fortemente con il chimismo delle acque.

Numerosi sono gli studi che correlano la distribuzione e la ricchezza specifica delle macrofite con i parametri chimici quali conducibilità, alcalinità e pH secondo gradienti ben distinti. La maggior parte delle macrofite acquatiche è stata ritrovata in situazioni in cui le acque apparivano con caratteristiche neutre o scarsamente acidificate, proprie di zone di fondovalle. In zone di sorgente, caratterizzate da acque maggiormente acidificate, viene evidenziata la presenza di un numero limitato di specie (Kohler, 1975; Muller, 1990; Thiebaut & Muller, 1995). Questa diversa distribuzione specifica tra zone di sorgente e zone di fondovalle è stata attribuita anche al diverso grado di mineralizzazione presente ed evidenziabile secondo gradienti di conducibilità. Secondo gli stessi autori gioca un ruolo fondamentale il tipo di substrato e le caratteristiche geologiche del corso d'acqua (Thiebaut & Muller, 1998).

Numerosi sono gli studi di carattere trofico. In particolare molteplici sono gli interessi verso le relazioni tra la distribuzione, la ricchezza specifica e la presenza di nutrienti, in particolare fosfati e nitrati (Anderson & Kalff, 1998; Canfield & Hoyer 1988).

Diversi lavori confermano che il maggior numero di specie si trova in acque eutrofiche. Negli ambienti eutrofici, che sono divenuti sempre più frequenti a causa dell'azione dell'uomo, la disponibilità elevata di nutrienti stimola la proliferazione delle macrofite acquatiche, comunque, non oltre un valore soglia.

Al di sopra di questi valori, infatti, si verifica lo sviluppo del phytoplankton e decresce la possibilità di penetrazione della luce, che impedisce quindi la crescita delle macrofite radicate sommerse, diminuendo così la ricchezza specifica (Southwick & Pine, 1975; Philips *et al.* 1978; Hogh *et al.*, 1989). La ricchezza specifica che si ritrova in acque eutrofiche si basa comunque sulla presenza di numerose specie tolleranti, con un basso valore ecologico.

Macrofite come indicatori biologici

Le macrofite contribuiscano al funzionamento degli ecosistemi acquatici; la loro sensibilità inoltre, nei confronti dell'inquinamento è stata dimostrata da diversi contributi scientifici (Seddon, 1972; Haslam, 1978; Haslam, 1990). Possono essere ritenute degli ottimi indicatori in quanto molto sensibili ad alcuni tipi di inquinanti, come i biocidi, l'inquinamento organico e l'inquinamento da nutrienti (eutrofizzazione).

Lo studio delle comunità macrofite ci permette quindi di poter fotografare una particolare situazione, definita da molteplici caratteristiche, cui sarà facile poter paragonare gli eventuali cambiamenti dovuti alle continue pressioni che l'uomo esercita sull'ambiente.

Gli indici basati sull'uso delle macrofite acquatiche danno indicazioni complessive sulla qualità dell'acqua e sul livello di alterazione dei corpi idrici presenti (Caffrey, 1987; Haury & Peltre, 1993; Haury *et al.*, 1996). In particolare hanno in comune con gli indici diatomici una spiccata sensibilità nei confronti dell'inquinamento organico, che potrebbe essere sottostimato dagli indici macrobentici (Kelly & Whitton, 1995). Gli indici macrofitici sono ampiamente utilizzati in Inghilterra, Irlanda, Francia e Austria (Haury & Peltre, 1993; Kelly & Whitton, 1995; Haury *et al.*, 1996; Caffrey, 1987).

In letteratura sono disponibili numerosi metodi diversamente strutturati: alcuni prevedono il calcolo dell'indice tramite la valutazione della presenza/assenza e abbondanza di un numero limitato di taxa indicatori, "specie chiave", appartenenti a gruppi di sensibilità; altri metodi, invece, si fondano sull'attribuzione di coefficienti numerici specifici ad un certo numero di taxa, e per questo vengono definiti indici a punteggio (Tabella 1).

Tabella 1. Alcuni indici biotici basati sull'uso delle macrofite

Indici a gruppi di sensibilità	Indici a punteggio
MIS (Caffrey, 1987)	TIM (Schneider <i>et al.</i> , 2000) MTR (Holmes, 1999) GIS (Haury <i>et al.</i> , 1996)

In particolare in Francia il *Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Macrophytes des Eaux continentales* ha sviluppato un indice utilizzabile per monitorare la qualità delle acque correnti in diversi contesti climatici, di mineralizzazione, di pH, di trofia e di ambiente fisico (Haury *et al.*, 1996).

Gli indici elaborati dal GIS prevedono l'inventario delle specie vegetali tra maggio e ottobre, su dei tratti fluviali di lunghezza minima di 50 m, possibilmente omogenei dal punto di vista delle condizioni di flusso e di ombreggiamento. Il rilievo viene fatto nella zona acquatica, ma è possibile effettuare dei campionamenti complementari anche nella zona sopra-acquatica (la parte sommersa per meno del 40% dell'anno, secondo la definizione di Holmes e Whitton, 1977), che viene colonizzata da specie considerate indicatrici della qualità dell'acqua (Holmes 1998, Newbold & Holmes 1987).

Le alghe vengono identificate a livello di genere, briofite e tracheofite fino al livello specifico. Per ogni taxon rinvenuto nel sito viene effettuata una stima del grado di copertura (Tabella 2). Le percentuali così ottenute vengono utilizzate per attribuire alle diverse macrofite dei coefficienti di copertura, seguendo la scala di abbondanza-dominanza, utilizzata negli studi fitosociologici (Braun-Blanquet, 1964; Guinochet, 1973).

Tabella 2. Coefficienti di copertura attribuiti alle diverse specie in base alla loro percentuale di ricoprimento sul sito

Percentuale di copertura r	Descrizione	Coefficiente di Abbondanza-Dominanza (AD)
+	qualche individuo con copertura molto limitata	0,5
r < 5%	individui abbastanza numerosi con copertura inferiore al 5%	1
5% ≤ r < 25%	individui molto numerosi e copertura compresa tra il 5 e il 25%	2
25% ≤ r < 50%	individui molto numerosi e copertura compresa tra il 25 e il 50%	3
50% ≤ r < 75%	individui molto numerosi e copertura compresa tra il 50 e il 75%	4
r ≥ 75%	individui molto numerosi e copertura superiore o uguale al 75%	5

Da Haury *et al.*, 1996, modificato

È possibile calcolare diversi indici GIS: per la zona acquatica (A), per la zona acquatica + sopra-acquatica (A+SA), sia di presenza-assenza sia di abbondanza-dominanza, secondo le formule riportate di seguito:

$$\text{GIS(presenza/assenza)} = \sum (\text{CSi} / n)$$

$$\text{GIS(abbondanza/dominanza)} = (\sum \text{ADi} \cdot \sum \text{CSi}) / \sum \text{ADi}$$

CSi = Coefficienti specifici

ADi = Coefficiente di abbondanza

Il valore di ciascun indice GIS può variare tra 1 e 10 secondo un gradiente di sensibilità crescente.

Gli autori della metodologia suggeriscono, sulla base di studi statistici, l'esistenza di una correlazione tra i valori assunti dagli indici e le concentrazioni in acqua di azoto ammoniacale e ortofosfati approssimativamente riconducibili a:

- GIS > 7 per concentrazioni inferiori a 50 mg/l;
- 5 < GIS < 7 per concentrazioni comprese tra 50 mg/l e 100 mg/l;
- GIS < 5 per concentrazioni maggiori di 100 - 150 mg/l

I valori finali ottenuti dal calcolo dei due diversi indici variano da 1 a 10 e sono stati tradotti, da una scala a cinque intervalli (Tabella 3), nelle tradizionali cinque classi, permettendo così un immediato paragone con i valori ottenuti dall'indice IBE (Minciardi *et al.*, 2003).

Tabella 3. Conversione dei valori GIS in classi di qualità

Valore GIS	Giudizio	Classi di qualità	Colore di riferimento
8,2<GIS<10	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	I	blu
6,4<GIS<8,2	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o alterazione	II	verde
4,6<GIS<6,4	Ambiente inquinato	III	giallo
2,8<GIS<6,4	Ambiente molto inquinato	V	arancione
GIS<2,8	Ambiente fortemente inquinato	V	rosso

In Italia e più specificatamente nella regione bioclimatica mediterranea (Figura 1) il modello non può essere applicato *sic et simpliciter*, trattandosi di un contesto troppo differente, sia dal punto di vista floristico sia vegetazionale, da quello nei quali gli indici sono stati testati.



Figura 1. Regioni bioclimatiche presenti in Italia

Dalle macrofite alle piante vascolari

Un'attenta analisi di un ambiente acquatico non si può ridurre alle sole macrofite e in particolare a quelle acquatiche, ma è opportuno prendere in considerazione anche le piante vascolari che vivono lungo le sponde. Infatti, alcune specie come *Apium nodiflorum*, *Mentha aquatica*, *Berula erecta*, *Nasturtium officinale*, possono vivere indistintamente sia in acqua che sulla riva. Non di rado si può osservare che queste possono mancare del tutto in acqua a causa, ad esempio, di un periodo di torbidità dovuto a forti piogge stagionali, ma successivamente possono di nuovo colonizzare l'acqua, mentre la loro presenza si mantiene costante lungo la sponda. Nella letteratura botanica si possono trovare numerosi studi e modelli che descrivono la bioindicazione attraverso lo studio delle piante vascolari.

Bioindicatori vegetali: generalità e modelli

Le piante sono intimamente legate all'ambiente in cui vivono e sono fortemente condizionate dai fattori ambientali come il suolo, il clima, il disturbo antropico ecc. È proprio per questo che nel campo dell'ecologia vegetale già le specie caratteristiche (o specie guida) delle associazioni vegetali sono considerate degli ottimi bioindicatori (Pignatti, 1995).

I fattori ecologici sono estremamente importanti in quanto possono agire sulle dimensioni dell'individuo, sulla sua forma e possono influenzare le manifestazioni biologiche cicliche e la stessa durata della vita. Inoltre sono capaci di controllare la consistenza delle popolazioni; ma anche gli organismi vegetali possono agire sull'ambiente modificando l'entità e la qualità di alcuni fattori (Lovelock, 1963).

Un bioindicatore rappresenta un valido strumento per valutare quei parametri dell'ecosistema non misurabili strumentalmente, come la complessità biologica, il valore ecologico, la qualità e il senso (progressivo e regressivo) delle trasformazioni dinamiche della comunità.

Specie e comunità vengono interpretate come bioindicatori, come "spie" di condizioni complesse da interpretare, essendo la risultante di una interazione di molteplici fattori (Pignatti *et al.*, 2001). L'interazione tra più fattori e la complessità ecosistemica possono essere approcciati tramite alcuni modelli di bioindicazione che consentono una semplificazione dell'interpretazione di fenomeni biologici senza perdita di informazione.

Il primo rigoroso studio sulla bioindicazione attraverso le piante vascolari è il modello proposto da Ellenberg (1979), secondo il quale le esigenze di una specie sono riassunte in 7 indici: Luce, Temperatura, Continentalità, Umidità, pH, Nutrienti del suolo e Salinità. Ellenberg ha presentato questo sistema per circa 2000 specie del centro Europa, basandosi sull'esperienza di 40 anni di ricerche in campo ecologico. Gli indici si basano su una scala che assume valori compresi tra 1 e 10 (12 per l'indicatore di umidità nel caso di suoli permanentemente inondata). I valori di indicazione sono stati estesi alle specie mediterranee della flora italiana organizzati in un'apposita banca dati (Pignatti *et al.*, 2001; Pignatti, 2005; Fanelli *et al.*, 2006).

Gli ecogrammi rappresentano sinteticamente i valori dei sette indici di Ellenberg; si tratta di un modello ecologico che riassume le informazioni fornite dall'insieme delle specie vegetali. Ogni indice è rappresentato da un vertice di un esagono: attraverso un algoritmo specifico vengono relazionati i valori degli indici stessi di ogni singola specie riscontrata con la sua frequenza nel territorio in esame, ottenendo graficamente un poligono, in cui la o le punte rappresentano il/i fattori ecologici che hanno maggior peso nell'ecosistema in studio. I limiti di tale sistema sono dovuti al fatto che si basano su una scala empirica, ma il modello si mostra particolarmente efficace in studi comparativi a meso e macro-scala (Schaffers & Sykora, 2000; Testi *et al.*, 2004).

Negli studi sull'ecologia degli ecosistemi acquatici l'uso degli indicatori di Ellenberg si rivela particolarmente utile per una identificazione sintetica ed efficace di quei fattori ambientali che, interagendo tra loro, possono mascherare la risposta di specie e comunità all'inquinamento delle acque. Un metodo di bioindicazione affine basata sull'autoecologica e sulla sinecologia delle specie è l'indice di emerobia. Il concetto di emerobia nasce nella prima metà del novecento ad opera della scuola tedesca, ma è solo a partire dal 1970 che viene diffuso grazie a Sukopp e più tardi nel 1988 a Kowarik. Proprio quest'ultimo definisce l'emerobia come "la misura dell'influsso culturale dell'uomo sull'ecosistema".

Si può affermare, quindi, che l'emerobia è la componente antropica del disturbo, definita come la somma degli effetti dell'impatto dell'uomo sullo stato attuale della vegetazione. L'impatto antropico è costituito da due componenti principali:

- una "meccanica": modificazioni del suolo, taglio della biomassa, urbanizzazione.
- una "chimica": arricchimento di nutrienti, uso di sostanze tossiche come gli erbicidi.

Partendo dal fatto che le specie di piante superiori e le associazioni vegetali possono essere indicatrici di questo impatto, Kowarik (Sukopp *et al.*, 1990) ha assegnato ad ogni associazione l'indice di emerobia. Tale indice è stato introdotto calcolando la frequenza percentuale della specie nei diversi tipi di ambiente, da quello più naturale a quello più antropizzato. Esprime, quindi, il grado di antropizzazione della vegetazione, cioè il grado di adattamento al disturbo secondo una scala a dieci termini. La scala va da 0 a 9. Il valore "0" è puramente ipotetico in quanto dovrebbe indicare l'assenza d'impatto umano sulla vegetazione, ma ciò, per molti studiosi, non esiste più sulla Terra. Il valore "9" mostra, invece, il massimo impatto sulla vegetazione.

Nella Tabella 4 sono riportate le definizioni di emerobia di Kowarik associate alla scala di eutrofizzazione adottata da molti limnologi.

Tabella 4. Valori di emerobia attribuiti da Kowarik

Emerobia	Valore	Vegetazione	Naturalità
aemerobico	0	quasi non esistente in Europa (solo in parte nelle alte montagne)	molto alta
oligoemerobico	1	foreste primarie virtualmente senza influenza antropica, torbiere, vegetazione delle pareti rocciose e delle coste	alta
	2	luoghi umidi con gestione estiva, foreste con scarsa asportazione di legno, alcuni prati umidi	alta
mesoemerobico	3	foreste sfruttate più intensamente, foreste secondarie sviluppate in luoghi di origine antropica, pascoli aridi (Festuco-Brometea), prati umidi con gestione tradizionale (Molinio-Arrhenatheretea p.p.)	medio-alta
	4	foreste monoculturali, foreste secondarie disturbate, vegetazione di margine (Trifolio-Geranietea) e di mantello (Prunetalia), prati aridi poco ruderalizzati	medio-bassa
beta-euemerobico	5	foreste pianeggianti giovani, pascoli e prati a gestione estensiva (Molinio Arrhenatheretea p.p.), vegetazione rudere ad alte erbe (Epilobieteae, Galio-Urticeteae)	bassa
	6	vagatazione dei campi a gestione tradizionale, prati calpestati (Cynosurion), prati ruderalizzati (Daucu-Melilotion, Hordeion leporini), vegetazione muraria (Parietarieteae)	bassa
alfa-euemerobico	7	vegetazione dei giardini e dei campi intensamente sfruttati	molto bassa
	8	vegetazione dei campi influenzata da erbicidi, vegetazione rudere pioniera,prati annuali calpestati (Polygonu-Poetea annuae)	molto bassa
poliomerobico	9	vegetazione pioniera delle ferrovie, accumuli di macerie e discariche, vegetazione dei margini di autostrade con spargimento di sale in inverno.	molto bassa

Viene quindi fornita una corrispondenza tra i valori numerici e una serie di termini come aemerobico, mesoemerobico, poliemerobico, che corrispondono a quelli dell'eutrofizzazione delle acque interne.

Un'applicazione di tale indice, ampliata e adattata alla flora mediterranea, si trova nel lavoro di Fanelli (2002) sull'area metropolitana di Roma.

Il calcolo dell'indice di emerobia si rivela particolarmente utile nella cartografia tematica per l'individuazione di aree a maggiore naturalità da preservare e nell'identificazione di gradienti di disturbo lungo le fasce spondali dei corsi d'acqua.

I BACINI IN STUDIO

Il set di dati presi in esame descrive gran parte della variabilità della vegetazione fluviale della Penisola. Questo modello va approfondito, ma presumibilmente è valido per L'Italia mediterranea (escludendo le isole).

Fiume Tevere

Il bacino del fiume Tevere rappresenta un Bacino Pilota per l'Italia nell'ambito dell'attuazione delle linee guida della Direttiva Europea 2000/60 (Figura 2). Per questo motivo è al centro di piani di monitoraggio e di sperimentazione per quanto riguarda l'applicazione di nuove metodologie per la valutazione della qualità delle acque come anche richiesto dalla direttiva stessa. Il Tevere ha un bacino idrografico che occupa una vasta zona del versante tirrenico dell'Italia centrale fra l'Appennino umbro-marchigiano e abruzzese ad oriente e l'anti-Appennino toscano e laziale ad occidente. Si estende per 2°6'53" di latitudine nord e per 1°48'54" di longitudine. Lo spartiacque lo separa dai corsi d'acqua del versante adriatico e ha uno sviluppo di 474 km. Le sorgenti del Tevere si trovano sul M. Fumaiolo (1408 m) e sul versante meridionale il fiume attraversa poi il Pizzo dei Tre Vescovi (1.227 m), il Passo di Viamaggio (988 m), il crinale dell'alpe della Luna, i valichi di Bocca Trabaraia e di Bocca Seriola, i Colli di Gubbio e di Fossato, dove raggiunge il crinale dell'appennino centrale; prosegue poi, per il M. Penna (1.452 m), il M. Pennino (1.570 m), il M. Rotondo (1.600 m) e il M. Vettore (2.478 m) del gruppo dei Sibillini. Discende quindi ai Passi delle Forche Canepine (1.343 m) e di Sella di Corno (1.000 m) per risalire poi sul gruppo del Velino a M. Vettore. Discende poi a quote più basse circondando i campi Palentini, fra il Fucino e il bacino del Salto, abbandonando la dorsale appenninica e piegando ad ovest e passa sul gruppo dei Simbruini, dove tocca il M. Viglio (2.156 m) e il M. Monna (1.951 m). Attraversa la Sella Prenestina, risale il vulcano Laziale, per ridiscendere poi nella piana alluvionale.

Lo spartiacque occidentale, lungo 403 km, si svolge prevalentemente lungo l'Antiappennino. Passa per il M. Penna (2.156 m) e l'Alpe di Catenaiia, il Passo di Circonda, ad occidente del Tevere, il bacino del lago Trasimeno, includendolo, risale il M. Cetona (1.148 m) e va a raggiungere il M. Amiata (1.743 m) che è l'estremo occidentale del bacino. Circonda poi il Lago di Bolsena, escludendolo, raggiunge la vetta del M. Cimino (1.055 m) e dopo aver seguito ad oriente l'orlo del cratere del Lago di Bracciano, raggiunge l'asta principale alla confluenza con il Rio Galeria. La sua portata in regime di magra, misurata a Roma, è di circa 60 m³/sec, mentre in regime di piena è di 3200 m³/sec e la media è di circa 230 m³/sec. In Tabella 5 vengono riportate le stazioni di campionamento.

Tabella 5. Stazioni di campionamento, fiume Tevere

Codice	Nome per esteso
T1	Tevere Castel Giubileo
T2	Tevere Pista ciclabile
T3	Tevere WWF
T4	Tevere Isola Tiberina
T5	Tevere P. Marconi
T6	Tevere Magliana
T7	Tevere Mezzocammino

I fiumi Farfa, Aniene e Treja, affluenti del Tevere (Figura 2), rispettivamente in riva sinistra e destra, sono stati selezionati in quanto rappresentativi di due diverse tipologie, i primi due con substrato calcareo, il terzo siliceo e inoltre sottoposti a diverse pressioni antropiche.

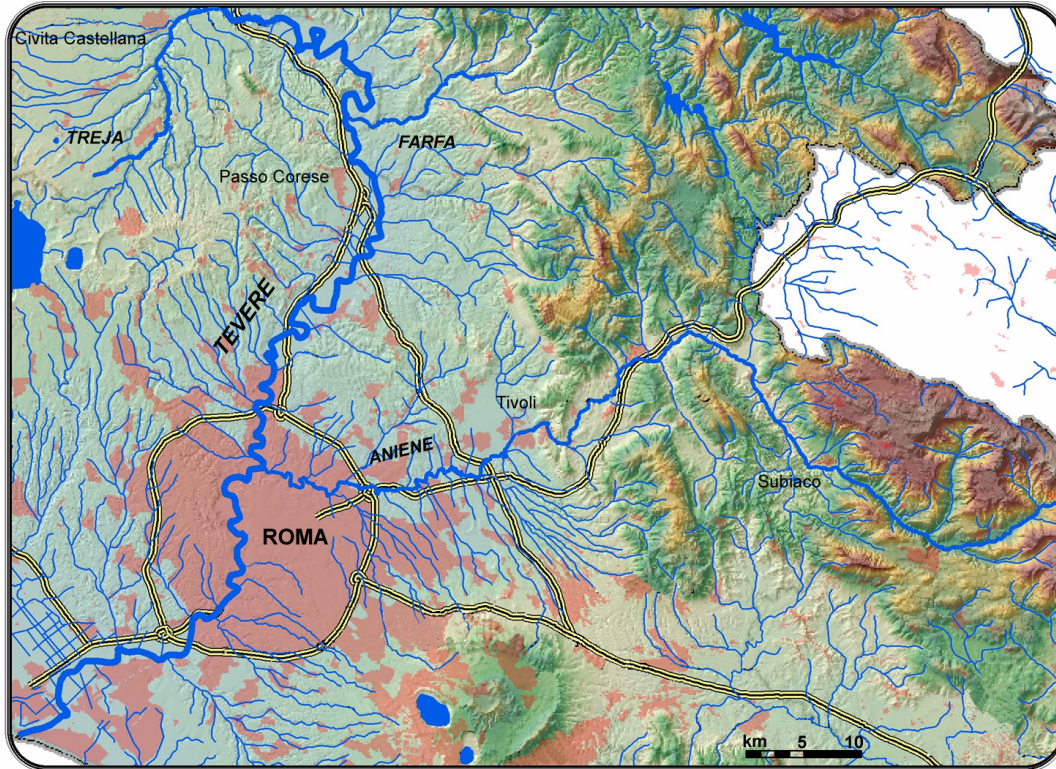


Figura 2. Fiume Tevere e suoi affluenti principali

Fiume Treja

Il fiume Treja è un affluente di destra del fiume Tevere nel quale confluisce a quota 35 m slm con immissione nel comune di Civita Castellana.

Il Treja, con un'asta fluviale lunga 36,25 km e una pendenza media dello 0,6%, attraversa una regione collinare con versanti in prevalenza dolci o mediamente acclivi, a tratti profondamente incisa dai fossi; si estende su una superficie di 490 km² circa, con un'altitudine media di 629 m slm. Il 30% di tale superficie è coperta da bosco; il 15% è lasciata a pascolo; il rimanente è coltivata a seminativo (Ventriglia, 1989).

Geologicamente il bacino si estende su un'area per il 90% vulcanica, interessata dall'apparato dei terreni vulcanici sabatini nel settore meridionale, da quello dei terreni vulcanici vicani nel settore settentrionale. Entrambe le zone sono caratterizzate dalla presenza di tufi e lave, che fanno sì che il corso d'acqua scorra su un substrato a dominanza silicea.

Il restante 10% dell'area del bacino è occupato da terreni sedimentari. Nel bacino del Tevere, il Treja è il principale corso d'acqua proveniente da aree vulcaniche. La sua portata media è di circa 4,64 m³/s, di cui 2,9 m³/s sono attribuibili a sorgenti lineari (Boni *et al.*, 1993).

L'area è principalmente collinare e a tratti incisa profondamente dai corsi d'acqua che creano il tipico paesaggio etrusco caratterizzato da forre e tufo. In Tabella 6 vengono riportate le stazioni di campionamento. Per il sito Treja 1 è stato effettuato un campionamento IBE e due rilievi floristici (Tr1a, Tr1b).

Tabella 6. Stazioni di campionamento, fiume Treja

Codice	Nome per esteso
Tr1a	Treja Monte Gelato
Tr1b	Treja Monte Gelato
Tr2	Treja Calcata
Tr3	Treja agriturismo
Tr4	Treja Civita castellana

Fiume Farfa

Il fiume Farfa, affluente di sinistra del Tevere, nasce in località Ponte Buida, a monte del centro abitato di Frasso Sabino. È originato dalla confluenza del Fosso della Mola e del Fosso delle Mole e dall'apporto idrico delle sorgenti "Le Capore". In realtà la portata delle sorgenti, di circa 5 m³/s (Boni *et al.*, 1993), è quasi totalmente captata dall'ACEA per l'approvvigionamento idrico della città di Roma.

L'origine delle rocce affioranti nell'intera Sabina è riferibile a cicli di deposizione marina, salmastra e deltizia. In coincidenza con il rilievo di Castelnuovo di Farfa emergono invece travertini di origine idrotermale, intercalati a depositi alluvionali e lacustri. I rilievi tra Farfa e Fara Sabina sono costituiti da un complesso di calcari di origine pelagica e dalla piattaforma carbonatica laziale-abruzzese.

L'area attraversata dal Farfa è collinare e ampiamente adibita alla pratica agricola e alla coltivazione degli ulivi. In Tabella 7 vengono riportate le stazioni di campionamento.

Per il sito Farfa 3 è stato effettuato un campionamento IBE e due rilievi floristici (F3a, F3b).

Tabella 7. Stazioni di campionamento, fiume Farfa

Codice	Nome per esteso
F1	Farfa Le Capore
F2	Farfa Granica
F3a	Farfa Bacelli
F3b	Farfa Baccelli
F4	Farfa P. Sfondato

Fiume Aniene

Il fiume Aniene ha inizio dall'unione del fosso di Acqua Corore e del fosso Vardano, circa 2 km a sud-ovest del paese di Filettino, a m 817 slm (Ventriglia, 1989). Il bacino imbrifero del fiume Aniene ha forma piuttosto irregolare, allungata in direzione est-ovest. La sua lunghezza è di 70 km e la sua larghezza massima supera i 30 km. Esso occupa una vasta regione: l'alto

bacino è in zona montagnosa con versanti molto acclivi, mentre il basso bacino è in una zona di basse colline con dolci versanti. La superficie del bacino del FIUME Aniene è di 1453 km² e costituisce il 50% del bacino romano del Tevere e l'8,2% del suo intero bacino, mentre la sua altitudine media è di 501 m slm. Il fiume Aniene ha una lunghezza di 119 km, e una pendenza media dell'1,3%.

Il 30% della superficie del bacino è coperto da boschi; il 20% è lasciato a pascolo o incolto, mentre il rimanente è coltivato a seminativo.

Nel bacino del fiume Aniene affiorano in maggioranza terreni sedimentari e in minoranza terreni vulcanici (Ventriglia, 1989). In generale, nell'alto bacino affiorano soprattutto terreni calcareo-dolomitici del Mesozoico che costituiscono montagne che si elevano fino oltre i 200 m slm, mentre nel medio bacino prevalgono i terreni di formazioni marine (calcari, marne, argille e arenarie) del Terziario che costituiscono alte colline e montagne che superano i 1000 m slm. Nel basso bacino, infine, prevalgono terreni di età quaternaria rappresentati in prevalenza da sedimenti continentali (sabbie, ghiaie, limi, travertini) sul versante destro del bacino, e da vulcaniti (in maggioranza tufi dell'apparato vulcanico dei Colli Albani) sul versante sinistro. I terreni quaternari in genere costituiscono basse colline (a parte i Colli Laziali).

Sul versante destro del basso bacino sono presenti in affioramento, su aree di estensione non trascurabile, sedimenti marini argillosi e argilloso-sabbiosi del Pliocene. Infine, in prossimità della foce del fiume, su un'area relativamente piccola, affiorano i tufi dell'apparato vulcanico dei monti Sabatini. I terreni mesozoici si estendono su circa il 20% dell'area totale del bacino, i terreni del terziario su circa il 35%, i terreni sedimentari quaternari su circa il 20% e i terreni vulcanici su circa il 25% dell'area del bacino.

In Tabella 8 vengono riportate le stazioni di campionamento. Per i siti Aniene 3, 4, 7 sono stati effettuati un campionamento IBE e due rilievi floristici (A3a, A3b; A4a, A4b; A7a, A7b).

Tabella 8. Stazioni di campionamento, fiume Aniene

Codice	Nome per esteso
A1	Aniene forra
A2	Aniene lago Enel
A3a	Aniene Subiaco
A3b	Aniene Subiaco
A4a	Aniene BivioAnticoli
A4b	Aniene BivioAnticoli
A5	Aniene Stella Matutina
A6	Aniene Villanova
A7a	Aniene campo sx
A7b	Aniene campo dx
A8	Aniene via C Pesenti
A9	Aniene P Mammolo
A10	Aniene Parco delle Valli
A11	Aniene Foce

Per ampliare i set di dati e seguendo l'obiettivo di analizzare diverse tipologie fluviali sono stati studiati inoltre i popolamenti vegetali e animali di altri tre grandi fiumi: il fiume Fibreno, il fiume Ombrone e il fiume Volturno.

Fiume Fibreno

Il bacino del fiume Fibreno appartiene al Bacino Nazionale Liri-Garigliano e ha una superficie di 96,4 km². Il fiume Fibreno, che rappresenta l'asta principale del bacino, prende origine dalla confluenza delle acque del lago omonimo con le acque del torrente Carpello. Il fiume, che inizialmente segue un tragitto piuttosto regolare, si snoda, in seguito, con un andamento tortuoso fino alla confluenza con il fiume Liri dopo un percorso di circa 11 km.

Secondo studi geologici è ipotizzabile che, per l'ampiezza della valle in relazione al suo bacino imbrifero, che le sorgenti dovessero avere, nell'epoca del Quaternario, una portata di gran lunga superiore all'attuale. È stato evidenziato, infatti, come il gruppo di montagne calcaree-dolomitiche mesozoiche che costituiscono il complesso del Parco Nazionale d'Abruzzo, presenti una fasciatura di rocce del Terziario sicuramente impermeabili (marna, calcari marnosi, molasse, argille) ad eccezione di una breve interruzione in corrispondenza dello sperone su cui sorge l'abitato di Posta Fibreno.

Lo sperone, composto di carbonato di calcio, è soggetto a fenomeni carsici con la conseguente formazione di caverne dovute all'erosione dell'acqua. La portata idrologica del fiume Fibreno è di circa 6 m³. In Tabella 9 vengono riportate le stazioni di campionamento.

Tabella 9. Stazioni di campionamento, fiume Fibreno

Codice	Nome per esteso
PF1	Fibreno riserva
PF2	Fibreno contessa
PF3	Fibreno Broccostella

Fiume Ombrone

Il fiume Ombrone nasce sul versante sud-orientale dei Monti del Chianti presso S. Gusmè e, dopo un corso molto articolato di 161 km attraverso valli anche strette e profonde, sfocia nel Mar Tirreno a Sud-Ovest di Grosseto. I suoi affluenti di destra sono il Torrente Arbia e il Fiume Merse, mentre quelli di sinistra sono il Fiume Orcia e altri minori come il Torrente Melacce e il Torrente Tra subbie (Figura3).

Il fiume Ombrone, con il suo bacino idrografico di 3494 km², è il più grande fiume della Toscana meridionale ha la maggiore portata di sedimenti in sospensione dei fiumi toscani. Questo dato può essere spiegato dall'alta erodibilità delle rocce sulle quali il fiume imposta il suo corso, costituite in buona parte da formazioni plioceniche argilloso-sabbiose. Inoltre il regime pluviometrico è caratterizzato da una marcata stagionalità che provoca, durante le maggiori precipitazioni, profonde erosioni sulle pendici, già dissestate da una secolare opera di disboscamento.

Termina il suo corso con un ampio delta all'interno del Parco Naturale della Maremma.

Idrografia dei principali affluenti

Uno degli affluenti più importanti dell'Ombrone nel tratto grossetano, è il Merse con il suo primo tributario, il torrente Farma. Questi due fiumi, grazie alla ricchezza di vegetazione e di elementi faunistici che caratterizzano le loro sponde, mantengono in molti tratti l'aspetto

“naturale”. Tuttavia, il Merse risente tutt’oggi dell’attività estrattiva delle miniere di Boccheggiano, amplificati dall’assenza di acqua nel periodo di magra. Ha una lunghezza di 70 km. Nasce dal Poggio Croce di Prata, e si getta nell’Ombrone poco dopo aver ricevuto il Farma ai Piani di Rocca. A parte una lunghissima ansa, ha un andamento quasi parallelo al Farma, dal quale dista una decina di km. Nel primo tratto del suo percorso le acque hanno una colorazione rossiccia; si tratta di uno dei casi più antichi di inquinamento industriale, provocato dall’esistenza di enormi discariche di materiale estratto, fin dal Medioevo, dalle Colline Metallifere. Questo materiale, eroso dalle acque, viene trasportato nel Merse e decanta dopo molti chilometri di percorso. Il fiume Orcia, pur interessato da scarsa pressione urbana, risente dell’attività delle draghe e emungimenti per colture intensive nelle località di Bagno Vignoni nel Comune di S. Quirico d’Orcia.

Le acque del fiume Orcia si presentano non del tutto limpide e con una discreta quantità di depositi melmosi e di flora algale, sono tracce di contributi inquinanti di allevamento zootecnico e di piccoli centri abitati. In Tabella 10 vengono riportate le stazioni di campionamento.

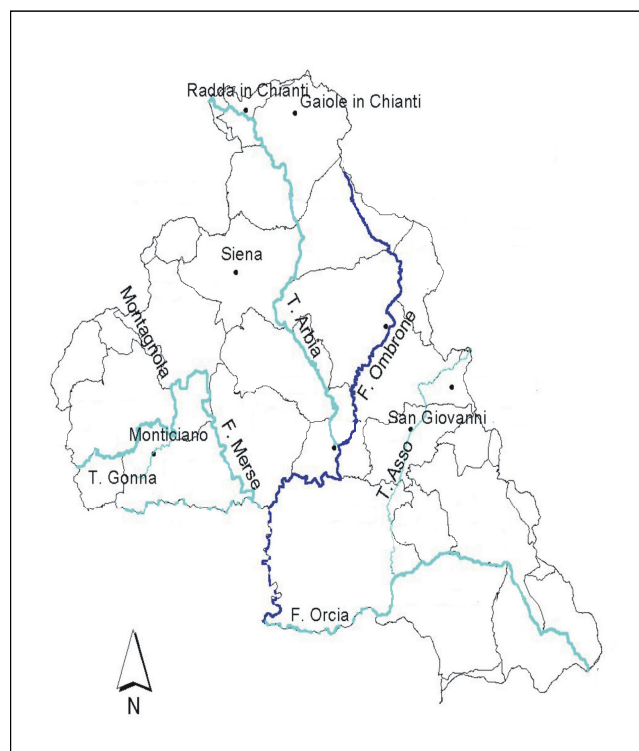


Figura 3. Bacino idrografico del fiume Ombrone

Tabella 10. Stazioni di campionamento, fiume Ombrone e suoi affluenti

Codice	Nome per esteso
Om1	Ombrone a valle dell’Orcia
Om2	Ombrone a valle del Melacce
M	Merse
Or	Orcia (montalcino)

Fiume Volturno

Il fiume Volturno prende origine dalla sorgente di Capo Volturno (6.500 L/s) alla base di M. della Rocchetta, connesso strutturalmente e idrogeologicamente al complesso dei Monti della Meta comprendendo una superficie di 240 km² (Figura 4). Il determinarsi di una sorgente è contestuale al formarsi dei rilievi, complessi rocciosi capaci di fungere da serbatoio, in cui attivarsi una circolazione idrica sotterranea e sostenere una falda acquifera di base; nei punti di affioramento della falda si determinano emergenze sorgentizie come quella appunto del fiume Volturno. L'inizio della formazione dei rilievi è databile intorno a 1,2 milioni di anni b.p., (Pleistocene inf.). Dopo questo primo tratto, caratterizzato da cascate e dall'incunarsi tra gole, con un effetto di incisione e approfondimento, il fiume subisce una deviazione verso nord, formando un percorso ad ansa, per effetto della deposizione del banco di travertino; subito dopo viene alimentato da corsi d'acqua laterali, a carattere torrentizio, con apporto di masse idriche e solide, attraversa le province di Campobasso, Benevento e Caserta e sfocia nel Mare Tirreno dopo 175 km di corso. In provincia di Campobasso riceve a sinistra: rio Colle Alto, torrente Lorda, torrente il Rio, rio San Vito, fiume Sava di Gallo, fiume Cavaliere, torrente Vandra; a destra: rio Acquoso, rio Chiaro, torrente La Rava, torrente Rava di Pozzilli, rio di Rocchetta. In provincia di Benevento riceve, a sinistra, il torrente Alimenta, il fiume Calore Irpino, il fiume Isclero, il vallone di Prata, il torrente Titerno. In provincia di Caserta riceve a sinistra: fiume Lete, fiume Sava, torrente Torano; a destra: rio del Cattivo Tempo, rio Cerrito, rio Tella. Le stazioni di campionamento sono state scelte nella sola regione del Molise. Nei i siti Volturno 1 e 2 sono stati effettuati un campionamento IBE e tre rilievi floristici (Vol1a,b,c; Vol2a,b,c).

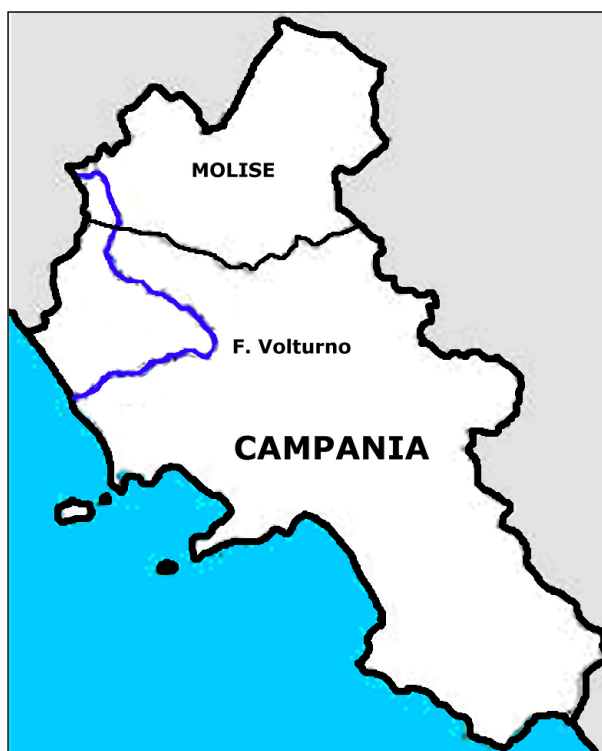


Figura 4. Il bacino idrografico del fiume Volturno

MATERIALI E METODI

Analisi della comunità macrobentonica

Raccolta di macroinvertebrati

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

Il materiale, una volta portato in laboratorio, è stato sciacquato accuratamente sopra un setaccio per eliminare l'alcool e i sedimenti più sottili. Gli elementi più grossolani come foglie, ramoscelli e ciottoli sono stati eliminati dopo essere stati accuratamente osservati per raccogliere eventuali organismi rimasti attaccati ad essi. Piccole frazioni di materiale venivano poi versate in una bacinella bianca assieme ad un piccolo quantitativo d'acqua avendo cura di distribuire il sedimento omogeneamente sul fondo del contenitore a formare un sottile strato nel quale fosse facile individuare e raccogliere gli organismi. La raccolta è stata effettuata manualmente utilizzando pinzette morbide e gli organismi raccolti, suddivisi nei taxa superiori di appartenenza, sono stati posti in provette singole contenenti alcool al 70% e cartellate. La determinazione degli organismi è stata effettuata con l'ausilio di guide per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci (Tachet *et al.*, 1987; Campaioli *et al.*, 1994; Sansoni, 1988).

Applicazione dell'IBE (Indice Biotico Esteso)

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

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

In seguito alla determinazione del materiale raccolto viene compilata una lista faunistica generale e si procede all'applicazione dell'IBE. Questo indice richiede una determinazione sistematica dei macroinvertebrati fino al livello tassonomico, stabilito sperimentalmente, di genere o famiglia che è diverso a seconda dei gruppi e che serve a definire le "Unità Sistematiche" (Tabella 11).

Tabella 11. Limiti obbligati per la definizione delle Unità Sistematiche (US)

Gruppi faunistici	Livelli di determinazione tassonomica per definire le US
Plecotteri	genere
Tricotteri	famiglia
Efemerotteri	genere
Coleotteri	famiglia
Odonati	genere
Ditteri	famiglia
Eterotteri	famiglia
Crostacei	famiglia
Gasteropodi	famiglia
Bivalvi	famiglia
Tricladi	genere
Irudinei	genere
Oligocheti	famiglia
Megalotteri	presenza
Planipenni	presenza
Nematomorfi	presenza
Nemertini	presenza

(modificato da Ghetti, 1997)

Si fa poi riferimento ad una Tabella (Tabella 12) costruita considerando verticalmente il numero totale delle US raccolte e orizzontalmente il grado decrescente di sensibilità all'inquinamento dei vari taxa.

Tabella 12. Tabella per il calcolo del valore di IBE

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in Tabella (primo ingresso)		Numero totale delle US costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-..
Plecotteri	– Più di una US	--	--	8	9	10	11	12	13*	14*
(<i>Leuctra</i> ^o)	– Una sola US	--	--	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri	– Più di una US	--	--	7	8	9	10	11	12	--
(esclusi Baetidae e Caenidae ^{oo})	– 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 resp. aerea	/	/	--	--	--	--	--	--	--

(modificato da Ghetti, 1997)

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

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

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

^{oo} per la definizione dell'ingresso orizzontale le famiglie Baetidae e Canidae vengono considerate a livello dei Tricotteri

Gli ingressi orizzontale e verticale vengono quindi scelti rispettivamente in corrispondenza del taxon più sensibile raccolto in un determinato sito e del numero totale delle Unità sistematiche presenti e determinano nel loro punto di congiunzione il valore dell'indice. Da questo valore si risale, mediante la Tabella 13, alla classe di qualità che va da I (acque non inquinate) a V (acque fortemente inquinate) e che può essere rappresentata cartograficamente mediante diversi colori o tratteggi convenzionali.

Tabella 13. Conversione dei valori di IBE in classi di qualità, con relativo giudizio e colore standard per la rappresentazione cartografica

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

(modificato da Ghetti, 1997)

Analisi della componente vegetale

Lo strumento indispensabile e prioritario per lo studio della vegetazione è l'analisi floristica.

La flora è stata rilevata nell'area di studio in un arco di tempo compreso da marzo 2004 a febbraio 2005, utilizzando il metodo dei transetti eseguiti in tre fasce contigue: da quella acquatica, a quella spondale e retrospondale seguendo i confini segnati dalla morfologia fluviale

Il rilevamento ha comportato l'osservazione e l'annotazione di tre tipi di dati:

1. la stazione con le relative coordinate geografiche (GPS);
2. il substrato: pendenza, esposizione, ecc.;
3. la struttura della componente vegetale: altezza della vegetazione con eventuale suddivisione in strati arborei, arbustivi, erbaceo e muscinale, copertura complessiva della vegetazione stimata in percentuale (%), eventualmente specificata per i diversi strati, superficie, elenco floristico con i valori di copertura delle specie assegnati secondo la scala di Braun-Blanquet modificata da Pignatti, adottata nel rilievo fitosociologico.

L'area totale del rilievo è stata di circa 20 m², con lievi differenze locali dovute alla variabilità morfologica.

L'elenco floristico è stato effettuato in situ; per le specie con dubbia attribuzione tassonomica sono stati raccolti dei campioni conservati in buste di plastica e identificati in un secondo momento, seguendo la "Flora d'Italia" (Pignatti, 1984).

I dati floristici sono stati organizzati in una matrice di 450 specie x 44 siti, e sui dati di presenza/assenza delle specie sono stati calcolati i valori dei 6 indicatori ecologici di Ellenberg e l'indice di emerobia per la stima del disturbo antropico.

Analisi statistica dei dati

Analisi delle componenti principali

La matrice floristica binaria di 450 specie vegetali x 44 rilievi è stata sottoposta alla procedura di ordinamento tramite Analisi delle Componenti Principali (PCA, *Principal Components Analysis*), procedura che risulta particolarmente utile quando si vogliono cercare i gradienti principali lungo i quali specie e/o comunità si allineano.

Anche la matrice “72 taxa di macroinvertebrati X 28 siti” è stata sottoposta alla stessa procedura di ordinamento tramite Analisi delle Componenti Principali.

L’analisi della PCA è stata effettuata tramite il programma PAST versione 1.20, 2004 (Hammer *et al.*, 2004).

È stato successivamente applicato ai 2 output della PCA (piante e macroinvertebrati) il test di correlazione bivariata di Pearson, per testare l’esistenza di relazioni tra l’intero set di indicatori (IBE, indice di emerobia per la stima del disturbo antropico, indicatori ecologici secondo Ellenberg per luce, temperatura, continentalità del clima, umidità, pH, nutrienti del suolo) e le coordinate dei 3 assi della PCA.

RISULTATI

Comunità macrobentonica

Nella Tabella 14 vengono riportati i valori ottenuti durante la campagna di studio per l'indice IBE e le relative classi di qualità. In Appendice C sono riportate le schede IBE per esteso, relative ai campionamenti. Per i siti A5, A6 A7, non è stato possibile effettuare il campionamento dei macroinvertebrati i valori riportati sono stati presi dalla pubblicazione Carta della qualità biologica dei corsi d'acqua della regione Lazio (Mancini *et al.*, 2000). Analogamente i dati dell'Ombrone si riferiscono al Rapporto 2000 sullo stato dell'ambiente (Regione Toscana, 2000).

Tabella 14. Valori IBE ottenuti durante la campagna di studio

Codice	US	IBE	CQ
T1	10	5-6	IV – III
T2	5	4	IV
T3	9	5	IV
T4	8	5	IV
T5	5	4	IV
T6	5	4	IV
T7	2	2	V
A1	20	10-11	I
A2	15	9-10	II – I
A3	16	10-9	I – II
A4	16	9-8	II
A5	-	6	IV
A6	-	5-6	IV
A7	-	5	IV
A8	4	4	IV
A9	5	3-4	V – IV
A10	3	1-2	V
A11	2	1-2	V
F1	19	10	I
F2	19	10	I
F3	15	8	II
F4	13	8	II
Tr1	14	7	III
Tr2	15	8	II
Tr3	16	8-9	II
Tr4	14	7	III
V1 a,b,c	20	10-11	I
V2 a,b,c	21	10-11	I
PF1	17	10	I
PF2	22	10-11	I
PF3	15	7	III
Om1	-	8	II
Om2	-	7	III
M	-	9	II
Or	-	9	II

Us = Unità sistematiche, CQ = Classi di qualità

In Figura 5 sono riportati in grafico i valori IBE ordinati secondo valori crescenti.

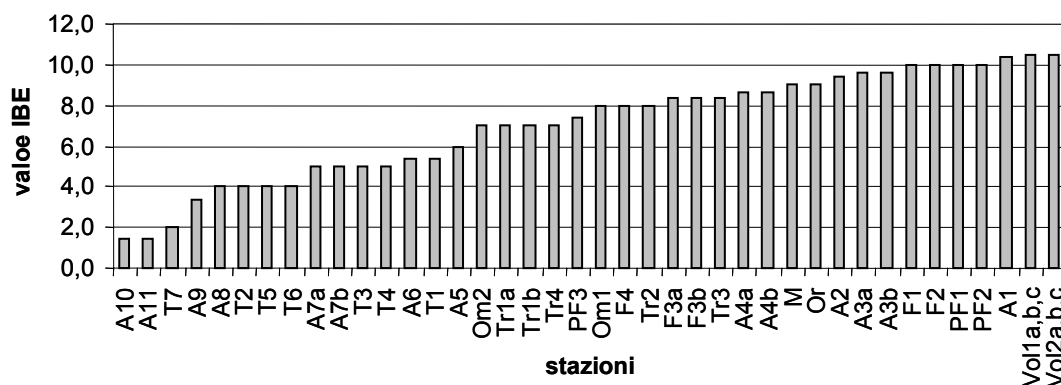


Figura 5. Stazioni ordinate secondo valori IBE crescenti

Da essa si può notare come lo studio abbia preso in esame un gradiente qualitativo completo di stazioni che comprendono condizioni di estremo degrado, rappresentate dai tratti urbani sia del fiume Tevere sia del fiume Aniene fino a condizioni di estrema naturalità rappresentate dai fiumi Farfa, Fibreno, Volturno e dal tratto iniziale del fiume Aniene. Quest'ultimo, che nel suo tratto iniziale, come detto, rappresenta un vero e proprio patrimonio naturalistico, riceve gli scarichi di natura urbana e industriale da parte del centro di Tivoli.

Oltre a ciò, subito dopo la diga di Castel Madama, il suo percorso viene radicalmente banalizzato e arriva in prossimità di Roma in condizioni di estremo degrado. Il fiume Aniene, che con la sua grande portata rappresenta il principale affluente del fiume Tevere, risulta essere dunque una delle cause maggiori del peggioramento qualitativo del Tevere stesso.

In Figura 6 sono state riportate in grafico le percentuali tra taxa sensibili, rappresentati da Efemeroteri, Plecotteri e Tricotteri e i restanti taxa rinvenuti nei campionamenti.

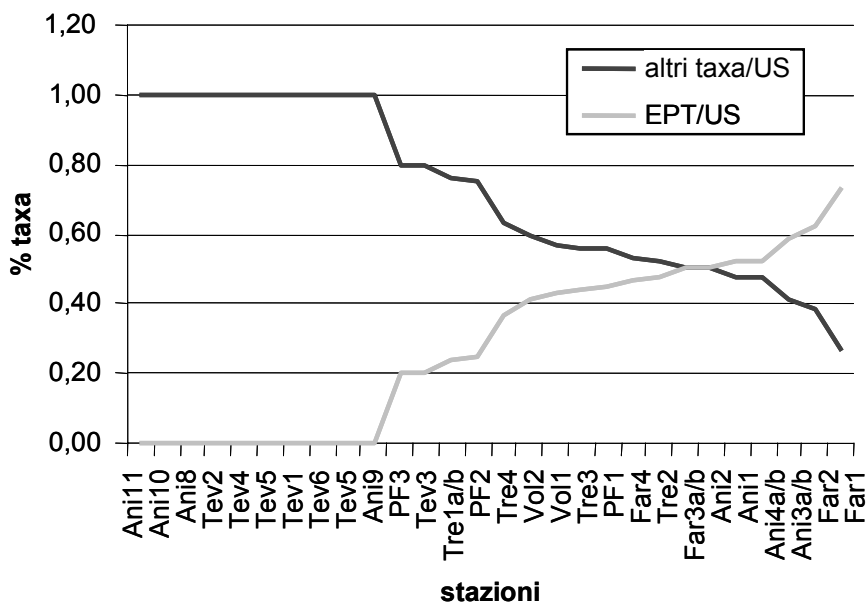


Figura 6. Rapporti tra taxa nelle diverse stazioni esaminate

Tale grafico ci permette di esaminare la struttura delle comunità di macroinvertebrati analizzate. Si può notare come le comunità meglio bilanciate in favore dei taxa sensibili sono quelle riscontrate nei fiumi Farfa e Aniene (nel suo tratto iniziale).

In queste stazioni più del 50% dei taxa è rappresentato da organismi sensibili, ciò rappresenta una misura dell'integrità della comunità di macroinvertebrati, viceversa quasi tutte le stazioni del Tevere e dell'Aniene, nel loro tratto urbano, sono rappresentate esclusivamente da taxa tolleranti, a testimonianza ancora una volta del pessimo stato delle acque in cui le comunità bentoniche sono costrette a vivere.

Componente vegetale

In Figura 7 sono riportati in grafico i valori di emerobia, ordinati secondo valori crescenti, per tutte le stazioni in cui è stato effettuato il rilievo floristico. Si nota un gradiente che va da condizioni di estremo disturbo, rappresentate dai tratti urbani sia del fiume Tevere che dell'Aniene, fino a condizioni di basso disturbo rappresentate dalla sorgente dell'Aniene e dai fiumi Farfa e Volturno.

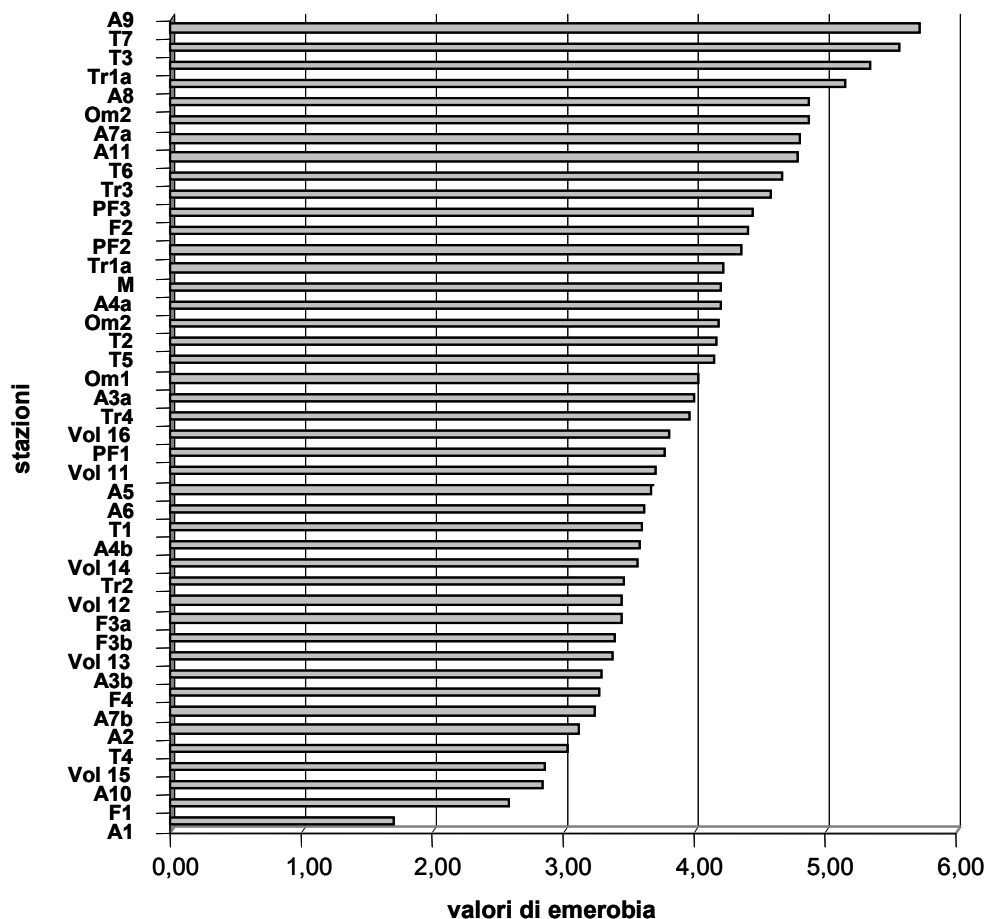


Figura 7. Stazioni ordinate secondo valori di emerobia crescenti

In Figura 8 sono invece riportati in grafico i valori medi di emerobia per i fiumi esaminati. L'Aniene nel tratto extraurbano risulta il fiume con il più basso valore di emerobia mentre il tratto che attraversa la città di Roma è quello con il massimo disturbo. Anche il Farfa e il Volturno presentano valori bassi di emerobia (intorno a 3,5), Orcia, Merse, Fibreno valori intermedi intorno a 4, Tevere, Ombrone e Aniene nel tratto urbano, valori che superano 4.

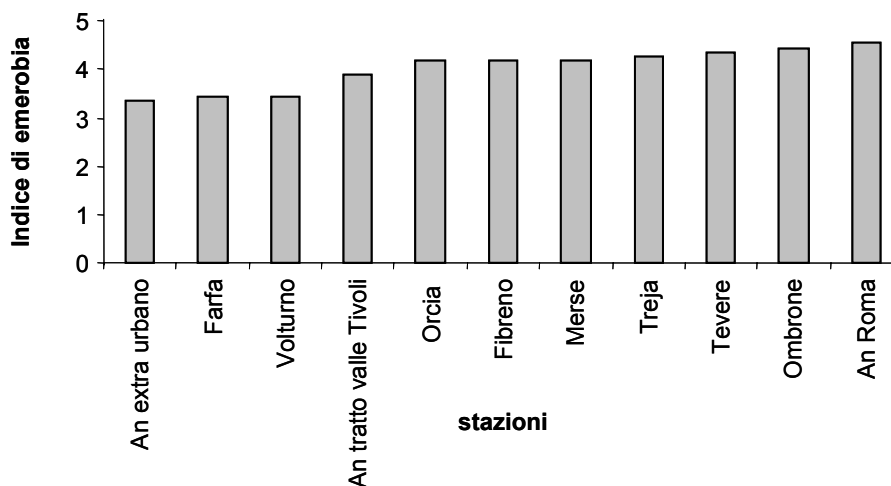


Figura 8. Valori medi di emerobia calcolati per ogni fiume preso in esame

Indicatori di Ellenberg

Nella Tabella 15 sono riportati i valori degli indicatori di Ellenberg, per tutte le stazioni in studio.

L è compreso tra 4,3 (sorgente dell'Aniene) e 7,8 (Tevere Magliana) ma è mediamente alto per tutti i fiumi (7); T va da un minimo di 5 (sorgenti del fiume Farfa) a un massimo di 6,4 (Tevere Mezzo Cammino); K oscilla tra 2,4 (sorgente dell'Aniene) e 4,6 (Tevere oasi del WWF); F è compreso tra 5,6 (Ombrone a monte) e 7 (Fibreno); R tra 6,3 (Orcia) e 7,3 (Ombrone a valle); N tra 6,4 (Ombrone a monte) e 7,2 (Treja).

Negli ecogrammi riportati in Figura 9 gli indicatori di Ellenberg sono espressi dai valori medi calcolati per ciascun fiume. I fattori ecologici più importanti (quelli che maggiormente variano tra i siti) risultano essere: luminosità, temperatura e umidità.

Tabella 15. Valori degli indicatori di Ellenberg calcolati su ogni stazione di campionamento

Codice	L	T	K	F	R	N
Om1	7,6	5,9	4,1	5,6	6,5	6,9
Om1	7	5,6	4,1	6,7	7,3	6,6
M	7,1	5,6	3,8	6,6	7	6,9
Or	6,8	5,3	3,8	6,8	6,3	6,7
Tr4	6,6	5,6	3,4	6,6	6,9	7,6
Tr3	7,6	5,9	3,8	5,8	6,6	7,2
Tr2	5,5	5,7	3,1	6,2	6,9	6,8
Tr1a	7,6	5,9	3,9	5,6	6,3	6,8
Tr1b	7	5,6	3,8	6,2	6,8	7,1

segue

continua

Codice	L	T	K	F	R	N
PF3	7,5	5,6	4,1	7,5	6,7	7,2
PF2	7,4	5,1	3,7	6,7	6,4	6,5
PF1	7	5,2	3,6	6,7	6,5	6,9
F4	6,4	5,8	3,3	6,3	6,8	6,1
F3b	6,9	5,3	3,4	6,2	6,2	6,2
F3a	6,8	5,6	3,6	7,2	7,2	7,8
F2	7,1	5,5	3,8	6,6	6,7	7,2
F1	5,6	5	2,9	6,7	6,3	6,8
A11	6,7	5,8	3,5	5,6	7,2	7,5
A10	5,8	5,2	3,1	5,9	6,2	6,7
A9	7,8	6,3	4,3	6	6,8	7,5
A8	6,8	6,1	3,7	6,5	7,1	7,6
A7a	7,5	5,8	4,3	6,4	6,8	7,6
A7b	6,6	5,5	3,9	6,1	6,6	7,5
A6	6,5	5,2	3,4	6,5	6,4	7,1
A5	6,6	5,4	3,3	6,5	6,9	7
A4a	7,3	5,7	3,7	6	6,6	6,9
A4b	6,6	5,2	3,5	6,2	6,5	6,3
A3a	6,4	5,5	3,3	5,8	6,8	6,9
A3b	6,4	5,2	3,4	5,7	6,7	6,4
A2	6,2	5,4	3,2	6,1	6,6	6,4
A1	4,3	5,3	2,4	5,9	7,1	6,8
T7	7,6	6,4	4,2	5,8	6,8	7,3
T6	7,8	6,2	4,3	5,7	7,1	7,3
T5	7,6	6,5	4,1	5,4	6,7	7,1
T4	7,4	6	4,1	7,4	6,8	6,8
T3	7,5	6,2	4,6	6,7	7	7,7
T2	7	5,8	4	6,7	7,1	7,3
T1	6,4	5,8	3,8	7	6,9	6,9
Vol 2c	7,5	6,1	3,9	5,9	6,8	6,2
Vol 2b	6	5,9	3,1	5,5	6,9	5,9
Vol 2a	7,3	5,7	3,8	6,1	7,1	6,5
Vol 1c	7,4	5,6	4	6,3	6,5	6,7
Vol 1b	6,8	5,6	3,5	6	6,6	6,3
Vol 1a	7,2	5,6	3,8	6,1	6,9	6,8

L= luminosità, T= temperatura, K= continentalità, F= umidità del suolo, R= pH, N= nutrienti

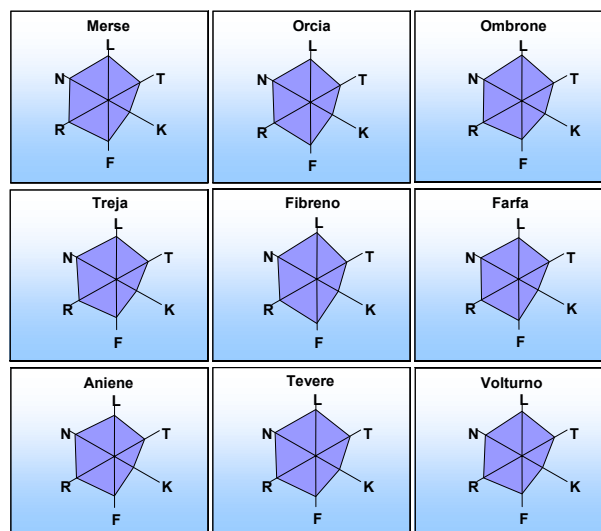


Figura 9. Ecogrammi di Ellenberg

Analisi statistica dei dati

Piante vascolari e gradienti

La matrice floristica binaria di 450 specie x 44 rilievi (in Appendice D sono riportati i rilievi floristici effettuati) è stata sottoposta alla procedura di ordinamento indiretto tramite PCA. È stato eseguito successivamente un test di correlazione bivariata tra le coordinate della PCA e l'intero set di indicatori (IBE, indice di emerobia per la stima del disturbo antropico, indicatori ecologici secondo Ellenberg per luce, temperatura, continentalità del clima, umidità, pH, nutrienti del suolo). In Figura 10 viene riportato il grafico della PCA ottenuto. Sul primo asse della PCA si evidenzia una distribuzione delle stazioni secondo un gradiente che va dalle stazioni urbane del Tevere e Aniene a quelle del Volturno; lungo il secondo asse in corrispondenza di valori negativi si notano le stazioni urbane mentre sul semiasse positivo le sorgenti del Farfa, stazioni dell'Aniene alto e del Volturno.

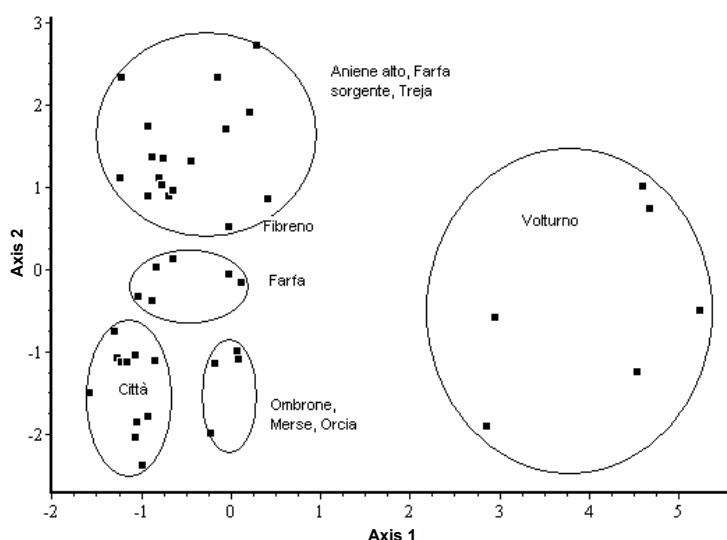


Figura 10. PCA ottenuta sui dati floristici

In Tabella 16 sono riportati i coefficienti di correlazione tra le variabili esaminate.

Tabella 16. Coefficienti di correlazione (r1-Pearson) tra tutte le variabili esaminate

	Axis1	Axis2	Axis3	IBE	eme	L	T	K	F	R	N
Axis1	1										
Axis2	-0,59	1									
Axis3	-0,09	-0,16	1								
IBE	0,55	-0,3	0,13	1							
Emerobia	-0,37	-0,08	0,34	-0,45	1						
L	-0,11	-0,46	0,35	-0,2	0,76	1					
T	-0,03	-0,18	0,03	-0,47	0,59	0,55	1				
K	-0,2	-0,35	0,13	-0,36	0,75	0,89	0,63	1			
F	-0,22	0,08	-0,19	0,06	-0,09	0,03	-0,29	0,14	1		
R	0,08	0,07	-0,37	-0,16	0,09	-0,04	0,41	0,15	0,1	1	
N	-0,56	0,14	-0,04	-0,57	0,52	0,26	0,32	0,42	0,25	0,35	1

Axis 1,2,3= Asse x,y,z; IBE= Indice biotico esteso; eme= emerobia; L= luminosità, T= temperatura, K= continentalità, F= umidità del suolo, R= pH, N= nutrienti

Il primo asse della PCA risulta correlato significativamente con i valori dell'indice IBE ($r_1 = 0,55$) e con l'emerobia ($r_1 = -0,37$). Anche l'indicatore N dei nutrienti del suolo è correlato con il primo asse ($r_1 = -0,56$), mentre la luce con il secondo ($r_1 = -0,46$).

Testando le correlazioni tra IBE e piante separatamente nelle diverse fasce dall'acqua alla retrosponda, si osserva che utilizzando le sole macrofite acquatiche si riesce a spiegare solo il 50% circa della variabilità e che, al contrario, quando l'analisi viene eseguita su tutte le specie presenti viene spiegata circa l'80% della variabilità dell'IBE (Tabella 17).

Tabella 17. Output de test di correlazione eseguito per fasce di vegetazione distinte

Fasce di vegetazione (dall'acqua alla fascia retro-spondale)	Correlazione con l'IBE (r- Pearson)
Macrofite acquatiche	0,55
Specie spondicole	0,63
Specie fascia retro-sponda	0,68
Tutto il popolamento vegetale	0,70
Tutto il popolamento vegetale (sulle coperture)	0,88

Macroinvertebrati e gradienti

Anche la matrice "72 taxa macroinvertebrati X 28 siti" è stata sottoposta alla stessa procedura di ordinamento indiretto tramite PCA ed è stato eseguito un test di correlazione bivariata tra le coordinate dei tre assi e il set di indicatori vegetali.

In Figura 11 viene riportato il grafico ottenuto e in Tabella 18 i coefficienti di correlazione. La PCA della matrice dei macroinvertebrati evidenzia una distribuzione delle stazioni lungo il primo asse speculare a quella delle piante: da quelle del Farfa, Aniene alto, Treja e Volturno a quelle urbane del Tevere e Aniene.

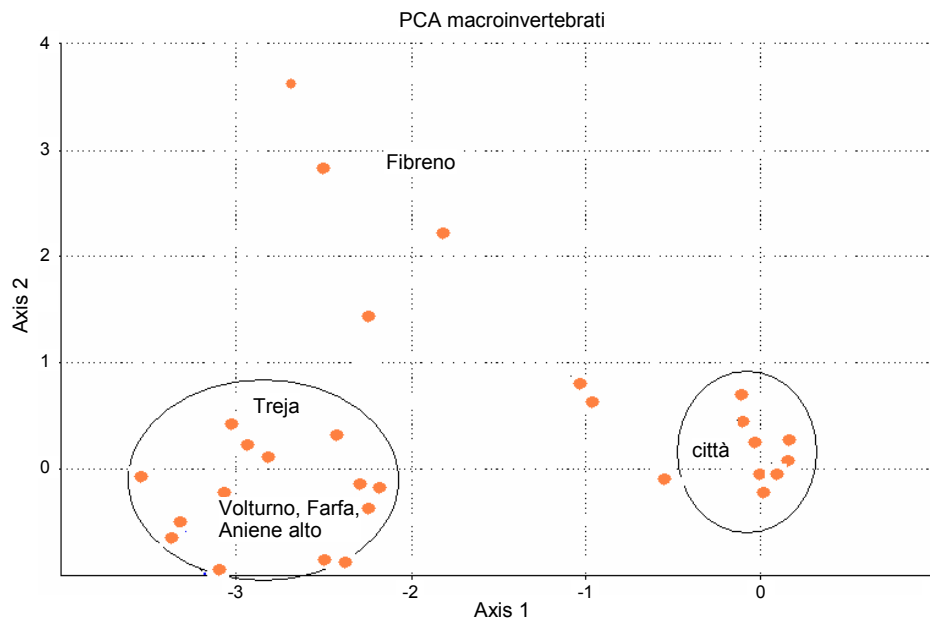


Figura 11. PCA ottenuta sui dati faunistici

Tabella 18. Coefficienti di correlazione (r²-Pearson) tra tutte le variabili esaminate

	Axis1	Axis2	Axis3	eme	L	T	K	F	R	N	IBE
Axis1	1										
Axis2	0	1									
Axis3	0	0	1								
Emerob	0,49	-0,17	0,24	1							
L	0,41	-0,09	0,35	0,77	1						
T	0,69	-0,23	-0,08	0,65	0,58	1					
K	0,59	-0,1	0,2	0,78	0,91	0,72	1				
F	-0,08	0,01	0,18	-0,11	0,06	-0,26	0,14	1			
R	0,33	-0,11	-0,2	0,2	0	0,51	0,21	-0,05	1		
N	0,48	-0,3	-0,08	0,66	0,36	0,5	0,5	0,07	0,45	1	
IBE	-0,92	0,05	0,15	-0,5	-0,27	-0,63	-0,44	0,18	-0,3	-0,54	1

Axis 1,2,3= Asse x,y,z; IBE= Indice biotico esteso; eme= emerobia; L= luminosità, T= temperatura, K= continentalità, F= umidità del suolo, R= pH, N= nutrienti

Risulta che il primo asse è altamente correlato ($r^2 = -0,9$) con i valori dell'IBE e, con un valore minore di correlazione ($r^2 = 0,49$), con l'emerobia; anche l'indicatore T di temperatura presenta un valore di correlazione alto ($r^2 = 0,69$) con l'asse I.

Piante vascolari e qualità dell'acqua

L'elevata correlazione tra IBE e composizione floristica delle comunità vegetali suggerisce, adottando i classici metodi dell'analisi fitosociologica, di riordinare la tabella dei rilievi vegetazionali (Appendice D) secondo valori crescenti di qualità delle acque. In questa tabella ordinata le specie risultano distribuite secondo una ripartizione che va da specie esclusive di siti a bassi valori di IBE, a specie di siti con alti valori di IBE, specie di siti con valori intermedi e specie ubiquitarie. Le specie ubiquitarie sono state eliminate, essendo le meno sensibili al diverso grado di inquinamento delle acque e quindi non utilizzabili per la bioindicazione. Su questa base è stato possibile ranghizzare i valori stessi di IBE e ottenere 4 classi di valori:

1. bassa qualità (valori IBE 1-3);
2. valori intermedi di qualità (IBE: 4-5);
3. qualità medio-alta (valori IBE: 6-8);
4. elevata qualità (valori IBE: 8-10).

Le specie vegetali si raggruppano lungo queste quattro classi di qualità delle acque secondo 5 gruppi di specie sensibili (A, B, C, D, E; Figura 13). Nessun gruppo è legato esclusivamente a una singola classe di qualità delle acque; le *combinazioni* di gruppi sono invece indicatrici di qualità delle acque secondo la Tabella 19.

Tabella 19. Combinazione di gruppi di specie

CQ	IBE	Gruppo A	Gruppo B	Gruppo C	Gruppo D	Gruppo E
IV	1-3		X		X	
III	4-5		X		X	
II	6-8		X	X		X
I	8-10	X		X		X

Attraverso la combinazione dei gruppi di specie A, B, C, D, E, è possibile risalire alla classe di qualità (CQ). Tali classi sono correlate con le classi dell'IBE, data la correlazione trovata tra

piante e macroinvertebrati in questo set di dati, ma non coincidono con queste ultime, come è ovvio, essendo basate su taxocenosi differenti. Questi risultati possono essere ritenuti validi per i fiumi dell'Italia centro-meridionale; va tuttavia sottolineato che il set di dati impiegato, per quando ampio e bilanciato, è, dopo un anno di studio, ancora relativamente limitato; questi risultati vanno quindi considerati una prima approssimazione.

Le combinazioni di gruppi di specie target (Figura 13) precedentemente individuati possono essere utilizzati per una chiave di qualità delle acque riportata in Figura 12. Tale chiave si basa su un criterio di dicotomie successive, esattamente come una chiave analitica di una flora per l'identificazione del rango specifico e categorie superiori alla specie (genere, famiglia, ordine, classe).

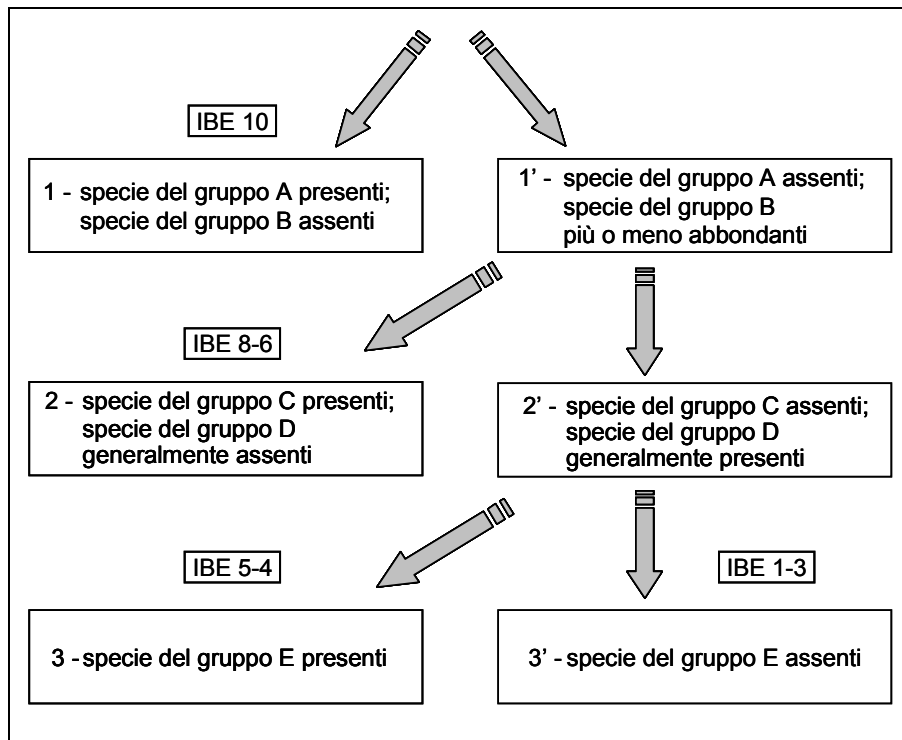


Figura 12. Chiave di qualità delle acque

Si nota che nel genere *Potamogeton*, idrofita radicante che rappresenta un buon bioindicatore della qualità delle acque, specie differenti mostrano diverso grado di sensibilità: *P. trichoides* fa parte del gruppo A che vive in acque pulite (IBE 8-10), mentre *P. pectinatus* è del gruppo D di acque decisamente più inquinate (IBE 1-5).

Tra le specie del gruppo A si trovano graminacee di piccola taglia come *Glyceria notata* e *G. fluitans* che formano popolamenti spondicoli prospicienti l'acqua, e grandi ombrellifere come *Chaerophyllum hirsutum*.

Al gruppo C appartengono specie sensibili di facile riconoscimento come *Petasites hybridus*, una composita a foglie grandi che forma popolamenti spesso molto estesi e densi sulle rive.

Gli alberi non sono in genere buoni indicatori; *Salix purpurea* e *Alnus glutinosa* fanno eccezione e sono presenti dove la qualità dell'acqua è medio-alta (Gruppo C).

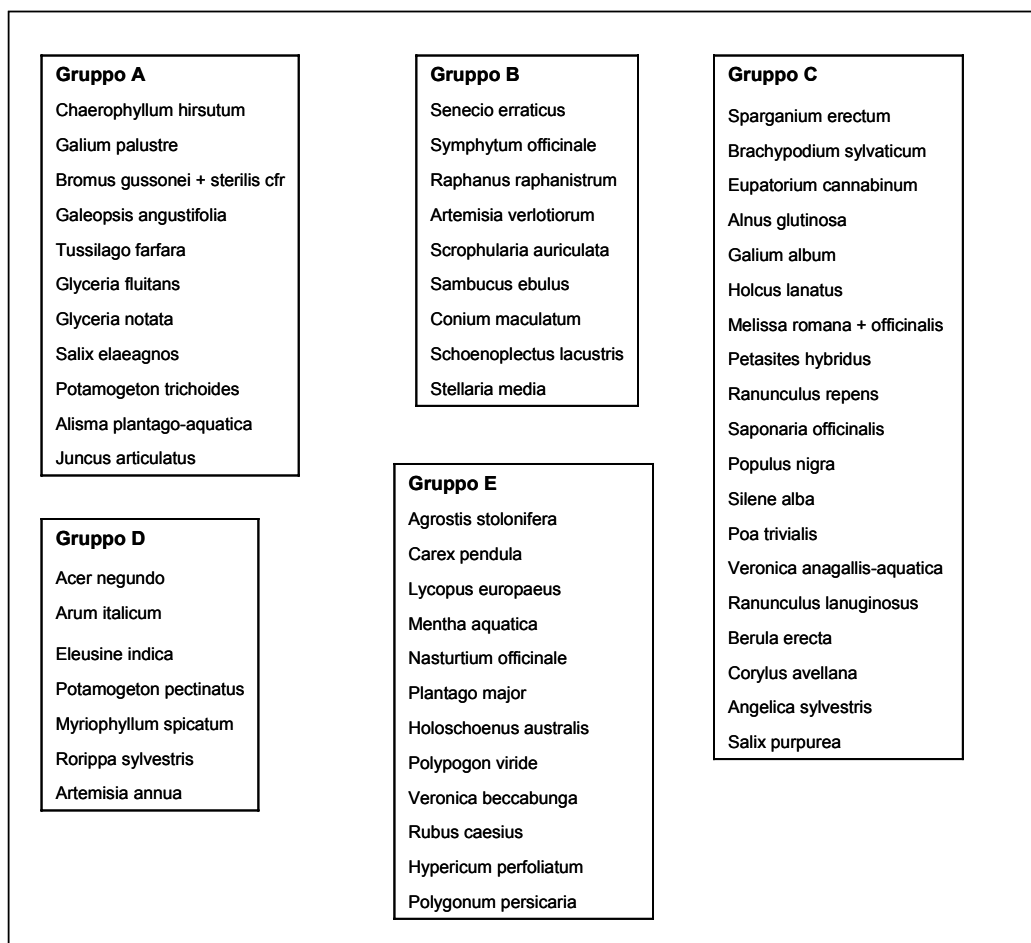


Figura 13. Specie vegetali divise in gruppi di sensibilità

DISCUSSIONE

Qualità delle acque e disturbo antropico

I risultati delle analisi statistiche hanno dimostrato che le piante vascolari sono correlate con il grado di inquinamento delle acque al pari dei macroinvertebrati e che possono essere utilizzate come validi bioindicatori, non solo della qualità delle acque, ma anche del disturbo antropico; è noto come quest'ultimo eserciti una forte influenza sulle specie e sulle comunità vegetali; in questo caso, trattandosi di ambienti fluviali, sulla flora e vegetazione spondale e retro-spondale. Peraltro anche la comunità macrobentonica sembra rispondere al disturbo: si osserva una correlazione tra IBE ed emerobia, così che nei siti meno disturbati, anche la qualità dell'acqua è migliore.

Nei fiumi Fibreno, Volturno, Farfa e Aniene nel suo tratto extra-urbano, dove sono stati trovati valori elevati dell'indice IBE (Figure 5 e 6), la comunità macrobentonica risulta ben strutturata, ricca in taxa e ben rappresentata in tutti i livelli trofici:

- **Predatori**, con plecoteri (*Dinocras* e *Perla*), tricoteri (*Rhyacophilidae* e *Odontoceridae*), odonati (*Calopteryx*), tricladi (*Dugesia*), coleotteri (*Dytiscidae*), ditteri (*Athericidae*, *Limonidae*, *Tabanidae*) e irudinei (*Dina*, *Erpobdella*);
- **Erbivori**, tra i quali ditteri (*Simulidae*), tricoteri raschiatori (*Hydropsychidae*, *Hydroptilidae*, *Leptoceridae*), efemeroteri raschiatori (*Ecdyonurus* e *Rhithrogena*), gasteropodi, coleotteri e i *Simulidae* tra i ditteri;
- **Detritivori** rappresentati sia da collettori aspiratori tra i quali efemeroteri (*Baetis*, *Caenis*, *Ephemera*, *Habrophlebia*, *Paraleptophlebia*), Lumbricidae, Tubificidae, coleotteri (*Elmidae*), che da tagliuzzatori quali i plecoteri (*Leuctra*, *Amphinemoura*), crostacei (*Asellidae*, *Gammaridae*), e filtratori (bivalvi).

Al contrario nei tratti urbani estremamente compromessi dei fiume Tevere e Aniene, le comunità riscontrate sono impoverite e banalizzate, oltre che totalmente prive di taxa sensibili, come si nota dalla Figura 6 e dalle liste faunistiche riportate in Appendice C. Questa banalizzazione della fauna di macroinvertebrati è da mettere in relazione oltre che con il disturbo anche con la semplificazione morfologica dei tratti urbani dei due fiumi, con riduzione della varietà di nicchie disponibili per gli invertebrati.

Situazioni di alterazione intermedia sono emerse dall'analisi delle acque del fiume Treja. Qui è stata ritrovata una comunità di macroinvertebrati sbilanciata verso una prevalenza di taxa tolleranti. Per quanto riguarda i taxa sensibili, Plecoteri, Tricoteri ed Efemeroteri, essi sono risultati spesso assenti o con un numero ridottissimo di individui. È il caso in particolare di alcuni taxa di tricoteri quali *Hydroptilidae*, *Polycentropodidae* e *Rhyacophilidae*. Gli *Hydropsychidae*, sono risultati invece costantemente presenti. Gli *Hydropsychidae* possiedono una serie di branchie accessorie, che li rende capaci di respirazione anche in caso di carenza di ossigeno disciolto, e perciò più tolleranti a condizioni di forte inquinamento e anaerobiosi.

Analoga situazione si riscontra con gli efemeroteri, dove è stata ritenuta costante la sola presenza dei generi *Baetis* e *Caenis*, anch'essi considerati tolleranti alle fonti di inquinamento.

La composizione della comunità macrobentonica è rispecchiata dalla PCA eseguita sulla matrice dei macroinvertebrati (Figura 11). Lungo il primo asse il gradiente di qualità delle acque (IBE) ($r^2 = -0,92$), corre dai siti a migliore qualità – stazioni del Volturno, Farfa, Aniene alto, Fibreno (classe di qualità I e I-II) – a quelli urbani del Tevere e dell'Aniene (classe di qualità IV-V). Le stazioni del Treja occupano una posizione intermedia. Il primo asse risulta correlato

con due indicatori vegetazionali: emerobia ($r_2 = 0,49$) e temperatura ($r_2 = 0,69$). Le stazioni dove sono presenti i taxa più sensibili della comunità macrobentonica, sono anche quelle con acque più fredde e con minor impatto antropico sulla vegetazione spondale.

Il gradiente emerso dalla PCA eseguita sulla matrice floristica (Figura 10) è analogo a quello mostrato dai macroinvertebrati, con una distribuzione esattamente speculare delle stazioni fluviali lungo il primo asse; la correlazione con l'IBE ($r_1 = 0,55$) spiega più della metà della variabilità del set di dati esaminato. Il disturbo (emerobia) covaria inversamente con l'IBE lungo lo stesso asse: a valori crescenti di qualità dell'acqua corrispondono valori bassi di emerobia. Lungo il primo asse è anche riconoscibile un gradiente decrescente di nutrienti (N: $r_1 = -0,56$). Esiste inoltre un gradiente di Luminosità decrescente lungo il secondo asse ($r_1 = -0,46$): le stazioni fluviali vanno da quelle più eliofile (tratti urbani del Tevere e Aniene, dei fiumi toscani a morfologia pianeggiante e con popolamenti boschivi radi), a quelle più sciafile (Aniene alto e sorgenti del Farfa, con presenza di boschi più densi).

Le specie vegetali risultano distribuite dall'acqua alla fascia spondale e retro-spondale secondo due gradienti principali: uno dipendente dalla qualità delle acque e l'altro dal disturbo antropico. Essi costituiscono i due fattori più importanti che influenzano l'ecosistema acquatico e ne regolano il funzionamento (Figura 14).

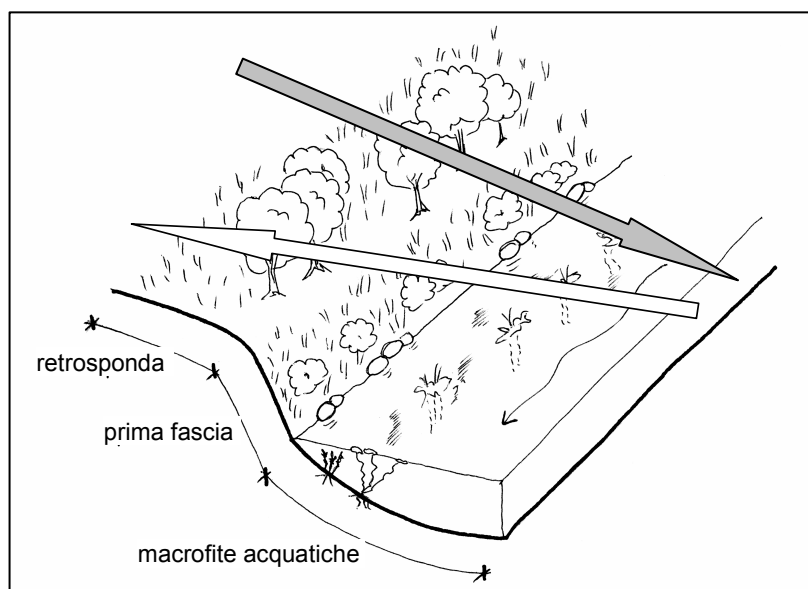


Figura 14. Sezione di alveo. Le frecce indicano il disturbo: la freccia bianca rappresenta l'inquinamento dell'acqua, mentre quella grigia l'emerobia

Per quanto riguarda il secondo fattore, l'analisi dettagliata dell'emerobia ha mostrato un chiaro gradiente di aumento del disturbo antropico dagli ambienti fluviali a più elevata naturalità, Aniene nel tratto extra urbano, Farfa e Volturno (con valori intorno a 3,5), a fiumi come Tevere, Ombrone e Aniene nel tratto urbano, (con valori da 4,4 a 4,6) (Figura 8). L'emerobia non segue tuttavia un andamento lineare come quello della qualità delle acque; infatti è influenzata da variazioni a volte molto localizzate sulle sponde. Sui fiumi insistono inoltre sia un disturbo di tipo naturale (piene ecc.) che di tipo antropico (arginature ecc.). È il caso del fiume Ombrone in cui il valore di emerobia supera 4, indicando però in questo caso

disturbo naturale, dovuto alle variazioni annuali del regime di piena. Un altro valore apparentemente anomalo è quello trovato nella stazione dell'Aniene "Parco delle Valli", il più basso rispetto alle altre stazioni urbane, anche se la qualità delle acque è sempre medio-bassa (IV° classe IBE): la presenza del parco evidentemente ha un effetto migliorativo sulla componente vegetale delle sponde.

Fattori ecologici degli ambienti fluviali

Il modello di bioindicazione secondo Ellenberg ha mostrato la sua validità ed efficacia anche in questa applicazione ad ambienti fluviali relativamente omogenei.

Gli ecogrammi mostrano che i fattori ecologici più importanti comuni a tutti i fiumi analizzati sono: luce, temperatura e umidità del suolo. È noto che la disponibilità della risorsa luminosa negli ecosistemi acquatici condiziona la crescita di molte piante quali *Potamogeton sp.pl.*, *Callitriche sp.pl.*, *Lemnae sp.pl.*; infatti nel nostro set di dati i valori dell'indicatore L sono risultati sempre alti, mediamente intorno a 7.

Anche all'interno di un ampio set di stazioni fluviali omogenee dal punto di vista climatico ed edafico, emergono alcune differenze capaci di mettere a fuoco condizioni specifiche e localizzate:

Per il fiume Treja si evidenzia un valore abbastanza elevato dell'indicatore N dei nutrienti del suolo: 7,11, di poco inferiore ai massimi osservati per l'Aniene e il Tevere nei tratti urbani, con acque marcatamente eutrofiche.

I fiumi Aniene nel tratto fuori città, e il Fibreno hanno acque più fredde rispetto agli altri fiumi, come mostrato dai valori più bassi dell'indicatore T di temperatura.

L'indicatore K di continentalità del clima, anche se il range di valori è stretto, trattandosi infatti di ambienti fluviali a clima mediterraneo, tuttavia si nota che il fiume più meridionale, il Volturno, presenta valori di K più bassi, intorno a 3,5, mentre per i fiumi toscani più settentrionali dell'Orcia, Merse e Ombrone, la continentalità cresce oltre 4 (Tabella 15; Figura 9).

Le piante vascolari: ottimo bioindicatore

Sulla base dei risultati del test di correlazione eseguito sulle singole fasce di vegetazione dall'acqua alla sponda, alla retro-sponda (Tabella 17), emerge che quando l'analisi è eseguita sull'intero popolamento vegetale il coefficiente di correlazione tra IBE e gradiente principale di variazione floristica raggiunge il valore di 0,83. Le piante strettamente acquatiche, come i *Potamogeton sp.pl.*, sono ottimi bioindicatori della qualità delle acque, ma possono mancare non perché la qualità dell'acqua sia scadente, ma perché la mancanza di luce interferisce con la loro crescita. Si è già visto infatti, dal gradiente di luminosità trovato lungo il secondo asse della PCA, come questo fattore ecologico sia così importante negli ecosistemi acquatici. È opportuno pertanto non limitare il campionamento alla sola componente vegetale acquatica, ma estendere l'analisi a tutto il popolamento vegetale, dall'acqua fino alla fascia retrostante la sponda. Pertanto l'intero set di piante vascolari rappresenta un ottimo bioindicatore per valutare la qualità delle acque e il disturbo.

Biondificazione vegetale della qualità delle acque

IBE, emerobia e N seguono gli stessi andamenti lungo un gradiente di miglioramento della qualità ambientale: dai tratti urbani del Tevere e Aniene ai fiumi Orcia, Fibreno e Volturno i valori IBE crescono e quelli di emerobia diminuiscono. Il Volturno rappresenta l'estremo positivo del gradiente, mentre l'Aniene del tratto urbano, l'estremo negativo (Figura 15). Lo studio della componente vegetale risulta quindi un ottimo indicatore di qualità delle acque, e permette inoltre di scomporre questo gradiente complesso in fattori ecologici più semplici, con un arricchimento di informazione.

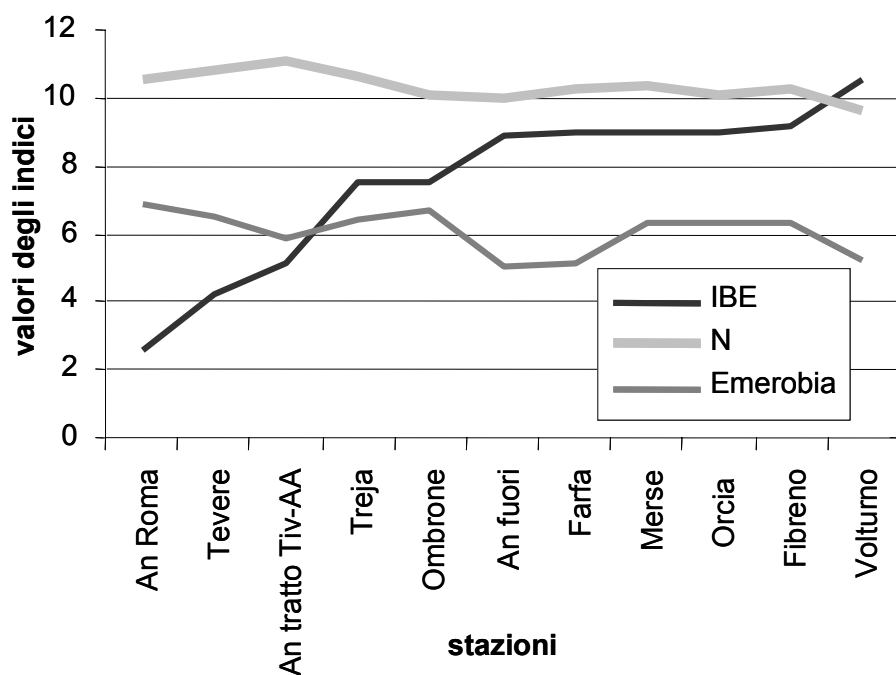


Figura 15. Andamenti dell'indice IBE, dell'emerobia e dell'indicatore N dei nutrienti del suolo nei fiumi esaminati

CONCLUSIONI

Da questi primi studi sugli ecosistemi fluviali eseguiti sulla componente vegetale e su quella animale emergono alcune evidenze:

- le specie vegetali, dall'acqua alla retroponda, e i macroinvertebrati acquatici sono influenzati dagli stessi fattori: qualità dell'acqua e impatto antropico, che ne regolano la loro distribuzione;
- lo stesso disturbo antropico espresso dalle piante (indice di emerobia) influenza anche la fauna macrobentonica degli invertebrati la cui distribuzione nei diversi siti è risultata correlata ai valori di emerobia; cioè i valori elevati di IBE, che esprimono una migliore qualità delle acque, si trovano associati a valori bassi di emerobia indicanti una migliore qualità ambientale: classi alte di IBE e valori bassi di emerobia;
- i macroinvertebrati sono correlati (anche se con coefficiente di correlazione non eccessivamente alto) con un gradiente di crescente temperatura espressa dai valori dell'indicatore T per le piante, dai siti a migliore qualità dell'Aniene alto, del Farfa, del Fibreno, a quelli urbani in acque inquinate più calde;
- livelli trofici differenti (produttori, consumatori primari e consumatori secondari) utilizzati nello studio, mostrano risposte analoghe ai fattori di alterazione ambientale.

Tutto questo mette in luce che esiste un unico "sistema" le cui parti funzionano sincronicamente.

Il modello trovato possiede una sua congruità che apre una via *ecologica* all'uso dei bioindicatori per la stima della qualità delle acque e, più generalmente, per la stima del grado di alterazione ambientale nel suo complesso.

Le specie vegetali risultano potenti *bioindicatori*, riassumendo tre principali sistemi di informazioni: la qualità delle acque, il disturbo, le variabili ambientali (luce, temperatura, nutrienti del suolo, ecc.).

BIBLIOGRAFIA

- Alba-Tercedor J, Sanchez-Ortega A. Un metodo rapido y simple para evaluar la calidad biologica de las aguas corrientes basado en de Hellawell (1978). *Limnetica* 1988;4:51-56.
- Anderson MR, Kalff J. Submerged aquatic macrophyte biomass in relation to sediment characteristics in ten temperate lakes. *Freshwater Biology* 1988;19:115-121.
- Armitage PD, Moss D, Wright JF, Furse MT. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 1983;17 (3):333-347.
- Azzolini R, Betta G, Minciardi MR. Uso di macrofite acquatiche per il monitoraggio delle acque di canali irrigui: prime applicazioni in un'area del Vercellese. In: Montecchini F, Soldano A (Ed.). *Atti del Convegno Nazionale "Botanica delle zone umide"*, Vercelli, Albano Vercellese, 10-11 novembre 2000. Museo regionale di Scienze naturali, Torino, 2003. p. 269-292.
- Bielli E, Buffagni A, Cotta Ramusino M, Crosa G, Galli P, Guzzi L, Guzzella L, Minciardi MR, Spaggiari R, Zoppini A. *Linee guida per la classificazione biologica delle acque correnti superficiali*. Manuale UNICHIM 191; 1999.
- Boni C, Petitta M, Preziosi E, Sereni M. Genesi e regime di portata delle acque continentali del Lazio. Collana monografica del CNR; 1993.
- Braun-Blanquet J. *Fitosociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: Blume H (Ed.); 1979.
- Caffrey JM. Macrophytes as biological indicators of organic pollution in Irish rivers. In: Richardson DHS (Ed.). *Biological Indicators of Pollution*. Dublin: Royal Irish Academy; 1987. p. 77-87.
- Campaioli S, Ghetti PF, Minelli A, Ruffo S. *Manuale per il Riconoscimento dei Macroinvertebrati delle Acque Dolci Italiane*. Trento: Provincia Autonoma di Trento; 1994.
- Canfield DE, Hoyer MV. Influence of nutrient enrichment and light availability on the abundance of aquatic macrophytes in Florida streams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 1988;45 (8):1467-1472.
- De Pauw N, Vanhooren G. Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. *Hydrobiologia* 1983;100:153-168.
- Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropa (Indicator values of vascular plants in Central Europe). In Goltze E (Ed.). *Scripta Geobotanica 9* (2° edition). Gottingen; 1979. p 1-122.
- Fanelli G, Tesarollo P, Testi A. Ecological indicators applied to urban and suburban floras. *Ecological Indicators* 2006;6:444 - 457.
- Fanelli G. Analisi fitosociologica dell'aria metropolitana di Roma. *Braun-Blanquetia* 2002;27:269.
- Ghetti PF. *I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Manuale di applicazione Indice Biotico EBI modificato*. Trento: Provincia Autonoma di Trento, Stazione Sperimentale Agraria Forestale, Servizio Protezione Ambiente; 1986.
- Ghetti PF. Indice Biotico Esteso (IBE). *Notiziario dei Metodi Analitici*; 1995:1-24.
- Ghetti PF. *Indice Biotico Esteso (IBE). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti*. Trento: Provincia Autonoma di Trento; 1997.
- Guinochet M. *Phytosociologie*. Paris: Masson; 1973.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. *PAST-Palaeontological statistics*, ver. 1.20. 2004. Disponibile all'indirizzo: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>; ultima consultazione 18/12/06.

- Haslam SM. *River Plants. The Macrophytic vegetation of watercourses*. Cambridge: Cambridge University Press; 1978.
- Haslam SM. *River pollution: an ecological perspective*. London: Belhaven Press; 1990.
- Haury J, Peltre MC, Muller S, Trémolières M, Barbe J, Dutatre A, Guerlesquin M. Des indices macrophytiques pour estimer la qualité des cours d'eau français: premières propositions. *Écologie* 1996;27 (4):233-244.
- Haury J, Peltre MC. Interets et limites des « indices macrophytes » pour qualifier la mesologie et la physico-chimie des cours d'eau: exemples armoricains, picards et lorrains. *Annales de limnologie* 1993; 29(3-4):239-253.
- Hawkes HA. Invertebrates as indicators of river water quality. In: James A, Evison L (Ed.). *Biological Indicators of Water Quality*. New York: John Wiley & Sons; 1979. p. 1-45.
- Hellawell JM. *Biological Indicators of Freshwater Pollution and environmental management*. New York: Elsevier Applied Science Publishers; 1986.
- Holmes NTH, Boon PJ, Rowell TA. A revised classification system for British rivers based on their aquatic plant communities. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems* 1998;8 (4):555-578.
- Holmes NTH, Whitton BA. The macrophytic vegetation of the River Tees in 1975: observed and predicted changes. *Freshwater Biology* 1977;7:43-60.
- Holmes NTH., Newman JR, Chadd S, Rouen KJ, Saint L, Dawson FH. *Mean Trophic Rank: A User's Manual*. Environment Agency of England & Wales, Bristol; 1999.
- Houghe RA, Fornwall MD, Negele BJ, Thompson RL, Putt DA. Plant community dynamics in a chain of lakes: principal factors in the decline of rooted macrophytes with eutrophication. *Hydrobiologia* 1989;173:199-217.
- Italia. Decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152. Disposizioni sulla tutela dell'inquinamento e recepimento della direttiva 91/2717/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati proveniente da fonti agricole. *Gazzetta Ufficiale - Supplemento Ordinario* n. 124, 29 maggio 1999.
- Johnson RK, Wiederholm T, Rosenberg DM. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg DM. e Resh VH. (Ed.). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman and Hall; 1992. p. 41-104
- Kelly MG, Whitton BA. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology* 1995;7:433-444.
- Kohler A. Submerse Makrophyten und ihre Gesellschaften als Indikatoren der Gewässerbelastung. *Beitr Naturkd Forsch Suedwestdtschl* 1975;34:149-159.
- Kolkowitz R, Marson M. *Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna*. Berlin: Druck von L. Schumacher; 1902.
- Lovelock J. *The Gaia hypothesis*. Princeton: Princeton University Press; 1963.
- Mancini L, Formichetti P, Andreani P, Baiocco F, Attena C, Damiani F, Gramigna C, Munafò M, Pietrangeli B, Sacchetta C, Tancioni L, Arcà G. Carta della qualità biologica dei corsi d'acqua della regione Lazio. Roma: Istituto Superiore di Sanità, Regione Lazio; 2000.
- Metcalfe JL. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. *Environmental Pollution* 1989;60 (1-2):101-139.
- Minciardi MR, Rossi GL, Azzolini R, Betta G. *Linee guida per il biomonitoraggio di corsi d'acqua in ambiente alpino*. Torino: ENEA e Provincia di Torino; 2003.

- Muller S. Une sequence de groupments vegetaux bioindicateurs d'eutrophisation croissante des cours d'eau faiblement mineralises des Basses Vosges greseuses du Nord. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Paris* 1990;310:509-514.
- Newbold C, Holmes NTH. Nature conservation: water quality criteria and plants as water quality monitors. *Water Pollution Control* 1987;86:345-364.
- Odum EP. *Basi di Ecologia*. Padova: Piccin; 1988.
- Phillips GL, Eminson D Moss B. A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated freshwaters. *Aquatic Botany* 1978;4:103-126.
- Pignatti S, Bianco PM, Fanelli G, Guarino R, Petersen J, Tescarollo P. Reliability and effectiveness of Ellenberg's indices in checking flora and vegetation changes induced by climatic variations. In: Walter JR, Burga CA, Edwards PJ (Ed.). *Fingerprints of climate changes: adapted behaviour and shifting species ranges*. New York and London. Kluwer Accademy, Plenum Publishers; 2001. p. 281-304.
- Pignatti S, Menegoni P, Pietrosanti S. Biondicazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d'Italia. *Braun-Blanquetia* 2005;39:97.
- Pignatti S. *Ecologia Vegetale*. Torino: UTET; 1995.
- Pignatti S. *La flora d'Italia*. Bologna: Ed. agricole; 1984.
- Regione Toscana. *Rapporto 2000. Rapporto sullo stato dell'ambiente in Toscana*. Disponibile all'indirizzo: <http://www.rete.toscana.it>; ultima consultazione 18/12/06.
- Rosenberg DM, Resh HR. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg DM & Resh VH. (Ed.). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman and Hall; 1992. p. 1-9.
- Sansoni G. *Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Trento: Provincia Autonoma di Trento, Stazione Sperimentale di Agraria Forestale, Servizio Protezione Ambiente; 1988.
- Schaffers A, Sykora K.. Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. *Journal of Vegetation Science* 2000;11:225-244.
- Schneider S, Melzer A. The Trophic Index of Macrophytes (TIM): a new tool for indicating the trophic state of running waters. *International Review of Hydrobiology* 2003;88 (1):49-67.
- Seddon B. Aquatic macrophytes as limnological indicators. *Freshwater Biology* 1972;2:107-130.
- Shannon CE. A mathematical theory of communication. *Bell Systems Technical Journal* 1948;27:379-423.
- Siligardi M, Cappelletti C, Chierici M, Ciutti F, Egaddi F, Maiolini B, Mancini L, Monauni K, Minciardi MR, Rossi GL, Sansoni G, Spaggiari R, Zanetti M. *Indice di Funzionalità Fluviale I.F.F. Manuale di applicazione*. Trento: Provincia Autonoma di Trento, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente ANPA; 2001.
- Southwick CH, Pine FW. Abundance of submerged vegetation in the Rhode River from 1966 to 1973. *Chesapeake Science* 1975;16:147-151.
- Sukopp H, Hejny S, Kowarik I. *Urban ecology*. Netherlands: SPB Accademic Publishing, The Hague; 1990.
- Tachet H, Bournard M, Richoux P. *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique)*. Universite de Lyon : Villeurbanne Cedex, France; 1987.
- Testi A, Crosti R, Dowgiallo G, Tescarollo P, De Nicola C, Guidotti S, Bianco PM, Sauli AS. Available soil water capacity as a discriminant factor in mixed oak forest of Central Italy. *Annals of Botany* 2004;4:50-64.
- Thiebaut G, Muller S. Nouvelles donnees relatives a la sequences de bioindication de l'eutrophisation dans les cours d'eau faiblement mineralises des Vosges du Nord. *Acta Botanica Galica* 1995;142:627-638.

Thiebaut G, Muller S. The impact of eutrophication on aquatic macrophyte diversity in weakly mineralized streams in the Northern Vosges mountains (NE France). *Biodiversity and Conservation* 1998;7:1051-1068.

Unione Europea. Direttiva 2000/60CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. *Official journal* L 327:1-72., 22 dicembre 2000.

Unione Europea. Direttiva 92/43/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 1992 - relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. *Official journal* n. 206 del 22 luglio 1992.

Ventriglia U. *Idrogeologia della provincia di Roma. Vol.II: regione vulcanica Sabatina*. Roma: Provincia di Roma; 1989.

Woodwiss FS. *Biological water assessment methods*. United Kingdom: Severn Trent River Authorities; 1978.

Woodwiss FS. The biological system of stream classification used by the Trent River Board. *Chemistry and Industry* 1964;14:443-447.

Wright JF, Armitage PD, Furse MT, Moss D, Prediction of invertebrate communities using stream measurements. *Regulated Rivers Research and Management* 1989;4:147-155.

Wright JF, Sutcliffe DW, Furse MT (Ed.). *Assessing the biological quality of freshwaters. RIVPACS and other techniques*. Ambleside, Cumbria (UK): Freshwater Biological Association; 2000.

Zelinka M, Marvan P. Zur Prazisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fliessender Gewasser. *Archive fur Hydrobiologie* 1961;57:389-407.

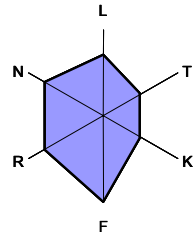
APPENDICE A

Prototipo di guida di nuovi bioindicatori vegetali della qualità fluviale

Vengono di seguito riportate schede analitiche di alcune specie target: ogni scheda contiene, oltre alla descrizione botanica ed ecologica, l'ecogramma secondo Ellenberg, il valore di emerobia e la corrispondente classe di qualità delle acque.

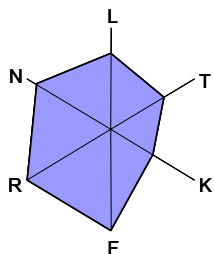
Si tratta di un prototipo di "Guida all'identificazione delle specie target", un valido strumento per un riconoscimento facilitato dei bioindicatori vegetali della qualità delle acque. Nella guida sono riassunti due tipi principali di informazioni: 1) I caratteri morfologici di una pianta, che costituiscono il primo aspetto sul quale un operatore pone l'attenzione; 2) La classe di qualità delle acque.

Vi sono inoltre contenute ulteriori informazioni, relative alle caratteristiche dell'habitat, desunte dal modello di bioindicazione secondo Ellenberg (ecogramma) e il valore di emerobia, che indica in modo rapido e diretto, con un numero compreso tra 1 e 10, il grado di naturalità del sito.

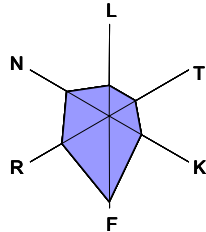
***Sparganium erectum* L.**

Famiglia	<i>Sparganiaceae</i>
Nomi volgari	Coltellaccio maggiore
Forma biologica e di crescita	Idrofita radicante, abita le sponde dei fossi e degli stagni
Habitat	È presente in tutto il territorio italiano
Fioritura	Giugno-agosto
Limiti altitudinali	0-500 m
Habitus	Erba perenne, robusta e glabra, parzialmente immersa nell'acqua, alta da 40 a 150 cm
Foglie	Nastriformi, trigone, larghe 10-16 mm e lunghe fino ad un metro, avvolgono lo stelo
Fiori	Molto piccoli, poco distinguibili, in dense "palle" (capolini), portati da un'infiorescenza ramificata. Infiorescenza con parecchi rami all'ascella di una brattea fogliacea; sui rami inferiori capolini femminili sferici, sui rami superiori un capolino femminile e parecchi capolini maschili più piccoli e bruno scuri
Frutto	In capolini che formano ricci, ciascuno dei quali porta una spiga
Ecologia	Densi popolamenti di queste canne forniscono un riparo alla fauna selvatica, che in inverno si ciba dei suoi frutti
Specie simili	<i>Sparganium emersum</i> , raro, ha l'infiorescenza senza rami laterali. <i>Sparganium angustifolium</i> , ha foglie flaccide galleggianti.
Classe di qualità delle acque	Medio-alta (I-II); valori IBE: 6-10
Emerobia	4
Ellenberg	Ecogramma

***Eupatorium cannabinum* L.**

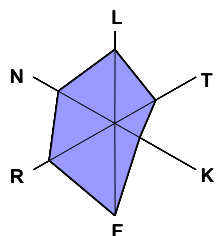


Famiglia	<i>Compositae</i>
Nomi volgari	Canapa acquatica
Forma biologica e di crescita	Emicriptofita scaposa, fanghi suoli umidi sponde, rudere
Habitat	Fanghi e bordi dei fossi, distribuita in tutta Italia
Fioritura	Luglio-novembre
Limiti altitudinali	0-1350 m
Habitus	Erba perenne, alta 50-120 cm, in densi gruppi
Foglie	Opposte, senza picciolo, seghettate all'orlo, quelle in alto completamente divise in tre segmenti, finemente pelose
Fiore	Raggruppato in infiorescenza fitta, rosato con stili sporgenti; capolini di 5/6 fiorellini, del diametro di 2-5 mm; squame involucrali con bordi color porpora
Frutto	Achenio nero con pappo
Ecologia	Luoghi umidi, fanghi e bordi dei fossi
Classe di qualità delle acque	Medio-alta (I-II); valori IBE: 6-10
Emerobia	4
Ellenberg	Ecogramma

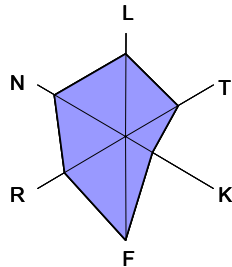
***Potamogeton pectinatus* L.**

Famiglia	<i>Potamogetaceae</i>
Nomi volgari	Brasca delle lagune
Forma biologica e di crescita	Idrofita radicante
Habitat	Acque dolci anche salmastre. Comune in tutto il territorio
Limiti altitudinali	0-2000 m
Habitus	Pianta perenne di 5-15 dm, con fusti cilindrici, tenaci, ampiamente ramificati
Foglie	Appuntite, hanno la guaina ingrossata, di 2 mm, e stiopole generalmente caduche
Fiori	Piccoli, verdi, apetalati, con quattro sepali, disposti in verticilli di fiori molto ravvicinati tra loro sulle spighe. La spiga, interrotta, è lunga 3-5 cm ed è portata da peduncoli filiformi poco più lunghi.
Ecologia	Specie flottante radicata, luoghi umidi
Classe di qualità delle acque	Media-bassa (III-IV); valori IBE: 1-5
Ellenberg	Ecogramma

Veronica beccabunga L

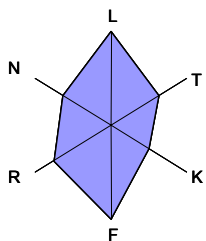


Famiglia	Scrofulariaceae
Nome volgare	Songino, erba grassa
Forma biologica e di crescita	Idrofito radicante
Habitat	Si trovano lungo i fossi con acqua corrente, le sorgenti e ambienti soleggiati umidi per infiltrazioni o sorgive. È distribuita in tutta Italia
Fioritura	aprile-settembre
Limiti altitudinali:	0 -2500 m
Habitus	Erba perenne alta 10-100 cm. La base degli steli cavi striscia nel fango bagnato o nell'acqua dolce poco profonda, emettendo radici
Foglie	Sessili (senza picciolo), lanceolate, appuntite, seghettate all'orlo, di colore chiaro
Fiori	Blu larghi 5-8 mm, in infiorescenze allungate. 4 petali, quello superiore più grande degli altri; 4 sepal; 2 stami
Frutto	Capsula subsferica, debolmente compressa
Ecologia	Le foglie dal sapore dolce e i germogli venivano usate per le insalate
Classe di qualità delle acque	Media (I-II-III); valore IBE:4-10
Emerobia	4
Ellenberg	Ecogramma

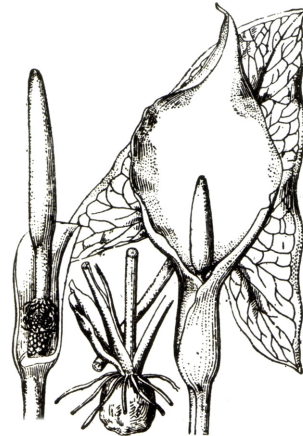
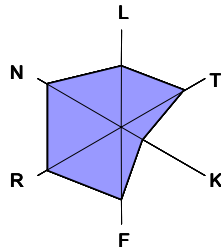
***Nasturtium officinale* R. Br.**

Famiglia	<i>Cruciferae</i>
Nome volgare	Crescione d'acqua
Forma biologica e di crescita	Emicriptofita
Habitat	Pianta cosmopolita, distribuita in tutto il territorio, vive in acque ferme
Fioritura	Maggio-ottobre
Limiti altitudinali	0 -1500 m (è stata trovata fino a 2640 m)
Habitus	Pianta perenne fluttuante nell'acqua, ma con le radici ancorata al terreno; alta 30-40 cm, cresce a gruppi
Foglie	Pennate, quelle cauline con picciolo più breve e segmento terminale subrotondo oppure ovato
Fiore	Bianco latte, in racemi abbreviati, diametro 6-4 mm; i petali sono lunghi circa due volte i sepali
Frutto	Silqua lunga circa 15 mm
Ecologia	La coltivazione commerciale come insalata è iniziata all'alba del XIX secolo
Classe di qualità delle acque	Media (I-II-III); valore IBE:4-10
Emerobia	4
Ellenberg	Ecogramma

***Juncus articulatus* L**

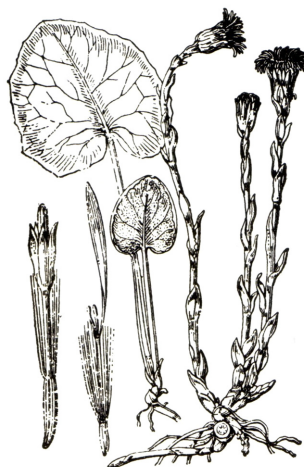
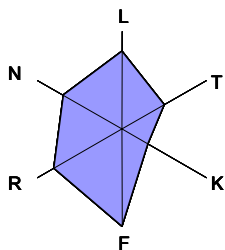


Famiglia	<i>Juncaceae</i>
Nomi volgari	Giunco nodoso
Forma biologica e di crescita	Geofita rizomatosa
Habitat	È presente in paludi, fossi, prati umidi in acque ricche di calcare ed eutrofiche. Si trova in tutto il territorio.
Fioritura	Giugno-ottobre
Limiti altitudinali	0-1500 m (raramente fino a 2400 m)
Habitus	Il fusto è eretto, cilindrico, liscio
Foglie	Verde scuro, di solito curve e leggermente compresse, 2-7 per ogni stelo
Fiore	Bruno scuro con elementi appuntiti. In glomeruli poco compatti e molto ramificati all'apice degli steli
Frutto	Capsula con molti semi
Classe di qualità delle acque	Alta (I); valori IBE:8-10
Emerobia	4
Ellenberg	Ecogramma

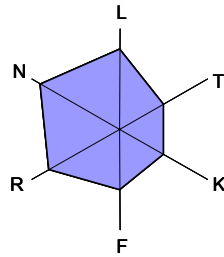
***Arum italicum* L.**

Famiglia	<i>Araceae</i>
Nomi volgari	Gigaro
Forma biologica e di crescita	Geofita rizomatosa
Habitat	In tutta Italia, macchie cedui, radure, siepi
Fioritura	Aprile-maggio
Limiti altitudinali	0-800 m (raramente 1300 m)
Habitus	Pianta alta 20-40 cm
Foglie	Con grosse appendici triangolari alla base (sagittate), grandi 10-20 cm
Fiore	Unico, grande, costituito da un involucro bianco (spata) dentro cui si trova una struttura cilindrica (spadice) gialla.
Frutto	Spighe di bacche arancioni
Specie simili	<i>Arum maculatum</i> , <i>Arum lucanum</i>
Classe di qualità delle acque	Media-bassa (III-IV); valori IBE: 1-5
Emerobia	4
Ellenberg	Ecogramma

***Tussillago farfara* L.**

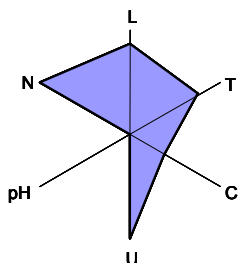


Famiglia	<i>Compositae</i>
Nomi volgari	Tussillagine comune o farfugio
Forma biologica e di crescita	Geofita rizomatosa
Habitat	Si trova su terreni coltivati e incolti in tutta Italia. Argilla umida
Fioritura	Febbraio-aprile
Limiti altitudinali	0-2400 m
Habitus	Erba perenne, alta 10-15cm. Gli steli che portano i fiori compaiono prima delle foglie all'inizio della primavera; entrambi sorgono da un rizoma sotterraneo e strisciante
Foglie	Compaiono dopo i fiori, in gruppi, lamina ovale, con base e forma di cuore, irregolarmente dentate, spicciolate, bianche e lanugose inferiormente.
Fiore	Capolini piuttosto grandi, con petali (ligule) molto corti.
Frutto	Achenio con pappi che forma un "soffione"
Classe di qualità delle acque	Alta (I); valori IBE:8-10
Ellenberg	Ecogramma

Conium maculatum L.

Famiglia	<i>Umbelliferae</i>
Nomi volgari	Cicuta
Forma biologica e di crescita	Emicriptofita scaposa
Habitat	È una pianta ubiquitaria. Predilige, però, ruderi, siepi, aie e orti.
Fioritura	Giugno-settembre
Limiti altitudinali	0-1500 m
Habitus	Erba biennale alta 50-170cm. Fusto con macchie rosso sporco. Odore sgradevole.
Foglie	Pennate 3-4 volte, grandi
Fiore	In ombrella dense a 15-20 raggi
Frutto	Sferico, di 2,5-3,5 mm, costolato con rigonfiamenti
Ecologia	Velenoso
Classe di qualità delle acque	Bassa (II-III-IV); valori IBE:1-8
Emerobia	5
Ellenberg	Ecogramma

Symfitum officinale L.



Famiglia	<i>Boraginaceae</i>
Nomi volgari	Consolida maggiore, Orecchia d'asino, Naro, Erba di S. Lorenzo
Forma biologica e di crescita	Emicriptofita scaposa
Habitat	Prati umidi, argini dei fossi siepi. In tutta Italia, manca sull'Adriatico, rara al sud
Fioritura	Maggio-luglio
Limiti altitudinali	0-1300 m
Habitus	Pianta robusta ramificata, rivestita di peli rigidi, alta 30-120 cm. Lo stelo ha coste prominenti e sottili
Foglie	Molto grandi 10-80 cm, lanceolate, la base della foglia si prolunga sul fusto
Fiore	A forma di tubo, piuttosto grande 13-15 cm, giallo o raramente rosa
Frutto	Sferico, di 2,5-3,5 mm, costolato con rigonfiamenti
Ecologia	In baviera le giovani foglie vengono fritte in pastella. Lasciando la pianta a bagno per una settimanali ottiene un'acqua ricca di potassio che viene usata come concime per le coltivazioni di pomodoro e zucca
Classe di qualità delle acque	Bassa (II-III-IV); valori IBE: 1-8
Ellenberg	Ecogramma

APPENDICE B
Habitat acquatici

La Tabella B1 riassume i tipi principali di habitat acquatici forestali italiani, con enfasi sulla Penisola. Sono riportate solo le tipologie forestali almeno temporaneamente allagate. Sono esclusi gli habitat non legati prettamente ai corsi d'acqua e le formazioni erbacee. Il riconoscimento del tipo di habitat può essere effettuato dalla descrizione, ma una diagnosi più esatta richiede l'osservazione di alcune specie diagnostiche, che negli habitat acquatici sono in genere anche specie dominanti. Con un asterisco sono indicati gli habitat prioritari in base alla Direttiva Habitat (Unione Europea, 1992).

Va tenuto presente che in presenza di ambienti incassati, la vegetazione non strettamente legata al corpo idrico può arrivare in stretta prossimità delle rive; queste tipologie non sono qui indicate, ma in Italia sono caratterizzate soprattutto da specie dei generi *Tilia*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Acer*. Alcuni di questi generi comprendono anche specie igrofile, come evidente dalla Tabella B1.

Tabella B1. Tipi principali di habitat acquatici forestali italiani

Tipologia di bosco	Sintassonomia	Habitat	Specie diagnostiche
<i>Boschi igrofilo e ripariali</i>			
	Nerio-tamaricetea		Tamarix spp
	Salicetea purpurea	Greti sassosi, raramente fiumi in ambiente fresco	Salix purpurea, Salix eleagnos
	Fraxinion angustifoliae*	Corsi d'acqua incassati	Fraxinus angustifolia subsp. Oxyphylla
	Salicetum albae	Fiumi, pioniero	Salix alba (dominante) Equisetum telmateja
	Populetum albae	Vegetazione potenziale dei grandi fiumi mediterranei	Populus alba, Populus nigra, Populus canadensis, Salix alba
	Alno-Ulmion*	Fiumi, laghi climax	Alnus glutinosa, Carex remota
<i>Boschi paludosi e subigrofilo</i>			
	Platanetalia orientalis	Forre	Platanus orientalis
	Nerion oleandri	Fiumare	Nerium oleander
	Coryletum s.l.		Corylus avellana, Polystichum setiferum
	Quercu-Carpinetum s.l.		Quercus robur, Carpinus betulus

I corpi idrici ospitano un mosaico di comunità vegetali che rappresentano diversi punti lungo un gradiente di umidità e differenti stadi successionali. È possibile riconoscere dei complessi di associazioni vegetali che si ripetono con relativa costanza, e che possono essere messi in relazione con il livello di luminosità (indice L di Ellenberg) in gran parte determinato dalla morfologia più o meno incassata (Tabella B2).

Tabella B2. Associazioni vegetali e relativo livello di luminosità

Morfologia	L	Esempio
Grandi fiumi su piana alluvionale	7-8	Ombrone, Volturno, Sele
Grandi fiumi dell'Italia meridionale	4-5	Bradano, Sinni
Piccoli fiumi ± incassati e "piscine" (stagni nei boschi planiziali)	3-4	Castel Porziano, Policoro,
Laghi, fiumi arginati, canali	8-9	Piediluco, Bracciano
Lagune (anche piccole depressioni salate)	8-9	Orbetello, laghi del Circeo
Depressioni retrodunali non fortemente salate	8	Castel Porziano
Fiumare	8	
Forre, laghi montani	4-5	

APPENDICE C

Schede IBE

Tabella C1. Scheda IBE del fiume Tevere

Gruppi faunistici	Famiglie e generi	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
EFEMEROTTERI	<i>Baetis</i>			(*)				
TRICOTTERI	Hydropsychidae			(*)				
	Ecnomidae		+					
ODONATI	<i>Calopteryx</i>	+		1				
	<i>Coenagrion</i>	+					+	
	<i>Platycnemis</i>		1					
DITTERI	Psychodidae			2				
	Chironomidae	+	+	+	+	+	+	+
ETEROTTERI	Corixidae		+					
CROSTACEI	Asellidae		(*)	(*)	(*)			
	Atyidae	+						
	Palaeomonidae	+						
	Gammaridae	+	+	+	+	+		
GASTEROPODI	Bithynidae	+		4	+		+	
	Physidae			1	+		+	
	Limneidae	+						
	Neritidae	+		2	+	+		
	Planorbidae					+		
BIVALVI	Sphaeriidae				3	+		
OLIGOCHETI	Tubificidae			+	+		+	+
IRUDINEI	<i>Piscicola</i>			2				
	<i>Dina</i>	+			3			
	US	10	5	9	8	5	5	2
	IBE	5-6	4	5	5	4	4	2
	CQ	IV-III	IV	IV	IV	IV	IV	V

US = Unità sistematiche, CQ = Classi di qualità; (*) drift; +=presenti

Tabella C2. Scheda IBE del fiume Aniene

Gruppi faunistici	Famiglie e generi	A1	A2	A3	A4	A8	A9	A10	A11
PLECOTTERI	<i>Leuctra</i>	+	+	2	+				
	<i>Dinocras</i>	+		+					
	<i>Protonemoura</i>	+	+						
EFEMEROTTERI	<i>Caenis</i>								
	<i>Epeurus</i>	+	+	+	+				
	<i>Ephemerella</i>		+	(*)	+				
	<i>Baetis</i>	+	+	+	+				
	<i>Rhitrogena</i>	+		(*)					
	<i>Ecdyonurus</i>	+	+	+	+				
TRICOTTERI	Riacophylidae	+	+	+	(*)				
	Limnephylidae	+	+		+				
	Philopotamidae	+							
	Sericostomatidae			+					
	Odontoceridae				(*)				
	Hydropsichyidae	+			+				
COLEOTTERI	Elmidae	+		1	+				
	Ditiscidae			1					
DITTERI	Simuliidae	+		+	+				
	Chironomidae	+	+	+	+	+	+	+	+
	Stratiomidae			(*)					
CROSTACEI	Athericidae	+							
	Asellidae						+		
GASTEROPODI	Gammaridae	+	+	+	+	+			
	Ancilidae		+						
	Bithynidae	+	+	+	+	3			
TRICLADI	Physidae	+	+	+	+				
	<i>Dugesia</i>	+	+	+	+				
IRUDINEI	<i>Erpobdella</i>						+		
	<i>Dina</i>				2		+	4	
OLIGOCHETI	Lombricidae	3		1	1				
	Tubificidae		+			+	+	+	+
	US	20	15	16	16	4	5	3	2
	IBE	10-11	9-10	10-9	9-8	4	3-4	1-2	1-2
	CQ	I	II-I	I-II	II	IV	V-IV	V	V

US = Unità sistematiche, CQ = Classi di qualità; (*) drift; +=presenti

Tabella C3. Scheda IBE del fiume Farfa

Gruppi faunistici	Famiglie e generi	F1	F2	F3	F4
PLECOTTERI	<i>Leuctra</i>	+		+	
	<i>Dinocras</i>	2	+		
	<i>Perla</i>		+		
EFEMEROTTERI	<i>Caenis</i>	+			+
	<i>Ephemera</i>	+	+		
	<i>Ephemerella</i>	+	+	+	
	<i>Baetis</i>	+	+	+	+
	<i>Ecdyonurus</i>	+	+	+	+
TRICOTTERI	Riacophylidae	+	+		(*)
	Lepidostomatidae				2
	Limnephylidae	2	+		
	Philopotamidae		2		
	Sericostomatidae	+	+		
	Hydroptilidae	+			
	Odontoceridae	+	+	+	+
	Polycentropodidae	+	(*)	2	
	Hydropsichyidae	+	+	+	+
	Elmidae	+	+	+	+
	Simuliidae		+		+
COLEOTTERI DITTERI	Chironomidae	+	+	+	+
	Tipulidae			3	
	Limonidae			+	
	Tabanidae				+
	Ceratopogonidae	+	+		
	Athericidae		(*)	+	
	Gammaridae	+	+		+
	Physidae		+	+	
CROSTACEI GASTEROPODI	Neritidae				+
	<i>Dina</i>		1		1
OLIGOCHETI	Lombricidae	1		+	+
	US	19	19	15	13
	IBE	10	10	8	8
	CQ	I	I	II	II

US = Unità sistematiche, CQ = Classi di qualità; (*) drift; +=presenti

Tabella C4. Sheda IBE del fiume Treja

Gruppi faunistici	Famiglie e generi	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4
PLECOTTERI	<i>Leuctra</i>		+	+	
EFEMEROTTERI	<i>Acentrella</i>		(*)		
	<i>Baetis</i>	3	+	+	+
	<i>Caenis</i>	+	+	+	+
	<i>Ephemerella</i>		8	+	(*)
	<i>Heptagenia</i>		(*)		
	<i>Oligoneuriella rhenana</i>		(*)	+	(*)
TRICOTTERI	Hydropsichyidae	6	+	+	+
	Hydroptilidae	(*)			
	Leptoceridae		(*)		
	Philopotamidae		7		
	Polycentropodidae		(*)		
	Riacophylidae		7	+	(*)
COLEOTTERI	Elmidae		5	+	3
	Hydrophilidae	2			
ODONATI	<i>Calopteryx</i>	1		3	3
	<i>Onycogomphus</i>	1	5	1	
DITTERI	Athericidae			+	4
	Ceratopogonidae			1	
	Chironomidae		+	+	
	Limonidae		6		3
	Simulidae		(*)		+
	Tipulidae	1			
CROSTACEI	Asellidae	(*)	+		
	Gammaridae	+	+		1
GASTEROPODI	Ancilidae	+			2
	Bithynidae				1
	Physidae	5	3		
BIVALVI	Pisididae	3	+		
IRUDINEI	<i>Dina</i>	+	+	7	6
	<i>Helobdella</i>	+		2	2
OLIGOCHETI	Tubificidae	+		+	+
	US	14	15	16	14
	IBE	7	8	8-9	7
	CQ	III	II	II	III

US = Unità sistematiche, CQ = Classi di qualità; (*) drift; +=presenti

Tabella C5. Scheda IBE del fiume Volturno

Gruppi faunistici	Famiglie e generi	Vol1a,b,c	Vol2a,b,c
PLECOTTERI	<i>Leuctra</i>	+	
	<i>Isoperla</i>		8
	<i>Dinocras</i>	7	7
EFEMEROTTERI	<i>Baetis</i>	+	+
	<i>Caenis</i>	7	
	<i>Ephemerella</i>	+	+
	<i>Habrophlebia</i>		+
	<i>Rhytrogena</i>		6
	<i>Habroleptoides</i>		(*)
	<i>Ecdyonurus</i>	+	+
TRICOTTERI	Hydropsichyidae	+	
	Sericostomatidae	4	
	Riacophylidae		4
	Polycentropodidae	5	
COLEOTTERI	Elmidae	5	5
	Hdraenidae	+	
	Halalipidae		3
	Dytiscidae		2
ODONATI	<i>Calopteryx</i>	2	
	<i>Onycogomphus</i>	2	1
DITTERI	Chironomidae	+	+
	Tipulidae	(*)	2
	Athericidae		4
	Ceratopogonidae		5
	Dixidae		3
	Simulidae	+	
	Corixidae		5
ETEROTTERI	Asellidae	+	
CROSTACEI	Gammaridae	+	
	<i>Dina</i>	3	2
IRUDINEI	Tubificidae	2	2
	Naididae		2
	Lombricidae	1	
	US	20	21
	IBE	10-11	10-11
	CQ	I	I

US = Unità sistematiche, CQ = Classi di qualità; (*) drift; +=presenti

Tabella C6. Scheda IBE del fiume Fibreno

Gruppi faunistici	Famiglie e generi	PF1	PF2	PF3
PLECOTTERI	<i>Protonemoura</i>	+		
	<i>Isoperla</i>	+	+	
	<i>Dinocras</i>			
EFEMEROTTERI	<i>Baetis</i>	+	+	+
	<i>Cleon</i>		(*)	
	<i>Ephemerella</i>	+	+	+
	<i>Habrophlebia</i>			
	<i>Rhytrogena</i>			
	<i>Habroleptoides</i>			
	<i>Ecdyonurus</i>	+	+	
TRICOTTERI	Gaeridae	+		
	Sericostomatidae	+		
	Riacophylidae	+	+	+
	Limnephilidae		+	
COLEOTTERI	Elmidae	+	+	+
	Hydraenidae			
	Helodidae		+	
	Hydrophilidae		+	
	Dytiscidae		+	+
	Chironomidae	+	+	+
	Tipulidae			
DITTERI	Limonidae		(*)	
	Ceratopogonidae	+	+	+
	Dixidae		(*)	
	Simuliidae		+	+
	Corixidae		(*)	
	Asellidae		+	+
ETEROTTERI	Gammaridae	+	+	+
	Bithynidae	+	+	
CROSTACEI	Planorbidae		+	
	Pisididae	+	+	+
BIVALVI	<i>Policaelis</i>			+
TRICLADI	<i>Dina</i>	+	4	+
	<i>Glossiphonia</i>		1	+
IRUDINEI	Tubificidae	+	+	+
	Naididae	+	+	
	Lombricidae	+		
	US	17	22	15
	IBE	10	10-11	7
	CQ	I	I	III

US = Unità sistematiche, CQ = Classi di qualità; (*) drift; +=presenti

APPENDICE D

Rilievi floristici

Tabella D1. Rilievi floristici del fiume Tevere

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
T1	<i>Agrostis canina</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Arum italicum</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Carex divulsa</i> <i>Carex pendula</i> <i>Carex remota</i> <i>Chenopodium ambrosioides</i> <i>Chondrilla juncea</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Conyza albida</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Cyperus longus</i>	<i>Equisetum ramosissimum</i> <i>Eupatorium cannabinum</i> <i>Ficus carica</i> <i>Galium aparine</i> <i>Hedera helix</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Paspalum distichum</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Platanus hybrida</i> <i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Populus alba</i> <i>Portulaca oleracea</i> <i>Potamogeton nodosus</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Rorippa islandica</i> <i>Rubia peregrina</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Salix alba</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Schoenoplectus lacustris</i> <i>Sparganium erectum</i> <i>Ulmus minor</i>
T2	<i>Agrostis stolonifera</i> <i>Anthemis cotula</i> <i>Anthriscus sylvestris</i> <i>Arctium minus</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Arum italicum</i> <i>Arundo donax</i> <i>Aster tripolium</i> <i>Ballota nigra</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Bryonia dioica</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Carex pendula</i> <i>Conium maculatum</i> <i>Convolvulus arvensis</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Elymus caninus</i>	<i>Elymus repens</i> <i>Galium aparine</i> <i>Holoschoenus australis</i> <i>Juncus articulatus</i> <i>Lapsana communis</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Parietaria judaica</i> <i>Paspalum distichum</i> <i>Plantago major</i> <i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Polypogon viride</i> <i>Populus canescens (pl.)</i> <i>Populus alba</i>	<i>Populus canescens</i> <i>Portulaca oleracea</i> <i>Rorippa islandica</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Salix alba</i> <i>Salix alba (pl.)</i> <i>Sambucus ebulus</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Sambucus nigra (pl.)</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Solanum nigrum</i> <i>Torilis arvensis</i> <i>Typha latifolia</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Vitis vinifera</i>
T3	<i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Artemisia verlotiorum</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Chenopodium ambrosioides</i> <i>Chenopodium murale</i> <i>Chondrilla juncea</i> <i>Conyza albida</i>	<i>Coronopus didymus</i> <i>Cyperus rotundus</i> <i>Ficus carica</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Plantago major</i> <i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Portulaca oleracea</i> <i>Potamogeton nodosus</i> <i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Rorippa sylvestris</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Sonchus oleraceus</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Verbena officinalis</i>
T4	<i>Acer negundo</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Chondrilla juncea</i> <i>Echinochloa crus-galli</i> <i>Eleusine indica</i> <i>Eragrostis megastachya</i> <i>Erigeron karvinskianus</i>	<i>Ficus carica</i> <i>Galinsoga ciliata</i> <i>Hypericum perforatum</i> <i>Lycium europaeum</i> <i>Lythrum hyssopifolia</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Plantago major</i> <i>Platanus hybrida (pl)</i>	<i>Polygonum hydropiper</i> <i>Potamogeton nodosus</i> <i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Ranunculus sardous</i> <i>Ranunculus sceleratus</i> <i>Rorippa sylvestris</i> <i>Salix alba</i> <i>Solanum dulcamara</i> <i>Verbena officinalis</i> <i>Veronica beccabunga</i>

segue

continua

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
T5	<i>Acer negundo</i> <i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Amaranthus viridis</i> <i>Anthemis arvensis</i> <i>Arctium minus</i> <i>Artemisia annua</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Arundo donax</i> <i>Calystegia sylvatica</i> <i>Capsella rubella</i> <i>Carex remota</i> <i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Chenopodium album</i> <i>Conyza albida</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cyperus longus</i> <i>Datura stramonium</i> <i>Digitaria sanguinalis</i> <i>Echinochloa crus-galli</i> <i>Eleusine indica</i> <i>Elymus repens</i> <i>Eragrostis megastachya</i> <i>Heliotropium europaeum</i> <i>Ligustrum vulgare</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Morus nigra</i> <i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Populus alba</i> <i>Populus canescens</i> <i>Portulaca oleracea</i> <i>Ranunculus sceleratus</i> <i>Rorippa sylvestris</i> <i>Salix alba</i>
T6	<i>Agrostis stolonifera</i> <i>Artemisia annua</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Chondrilla juncea</i>	<i>Cynodon dactylon</i> <i>Eleusine indica</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Polygonum aviculare</i> <i>Populus canescens</i>	<i>Portulaca oleracea</i> <i>Salix alba</i> <i>Sambucus ebulus</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Urtica dioica</i>
T7	<i>Artemisia annua</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Chenopodium ambrosioides</i> <i>Chondrilla juncea</i> <i>Conyza albida</i> <i>Datura stramonium</i> <i>Ecballium elaterium</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i> <i>Epilobium hirsutum</i> <i>Ficus carica</i> <i>Inula viscosa</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Parietaria judaica</i> <i>Piptatherum miliaceum</i> <i>Plantago bellardi</i>	<i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Portulaca oleracea</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Schoenoplectus lacustris</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Solanum nigrum</i> <i>Urtica dioica</i>

Tabella D2. Rilievi floristici del fiume Aniene

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
A1	<i>Acer obtusatum</i> <i>Alliaria petiolata</i> <i>Angelica sylvestris</i> <i>Anthriscus sylvestris</i> <i>Cardamine bulbifera</i> <i>Cardamine impatiens</i> <i>Carpinus betulus</i> <i>Chaerophyllum temulum</i> <i>Cornus sanguinea</i>	<i>Corylus avellana</i> <i>Daphne laureola</i> <i>Elymus caninus</i> <i>Fraxinus oxycarpa</i> <i>Geranium robertianum</i> <i>Hedera helix</i> <i>Lamium album</i> <i>Melica uniflora</i> <i>Mycelis muralis</i>	<i>Phyllitis scolopendrium</i> <i>Polystichum aculeatum</i> <i>Ranunculus lanuginosus</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Sanicula europaea</i> <i>Saxifraga rotundifolia</i> <i>Stachys sylvatica</i> <i>Tilia platyphyllos</i> <i>Urtica dioica</i>
A2	<i>Bidens cernua</i> <i>Chaerophyllum temulum</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Elymus caninus</i> <i>Elymus repens</i> <i>Epilobium hirsutum</i> <i>Epilobium tetragonum</i> <i>Galium palustre</i> <i>Geranium robertianum</i> <i>Hedera helix</i>	<i>Helleborus viridis</i> <i>Holcus lanatus</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Lonicera caprifolium</i> <i>Misopates calycinum</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Plantago major</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Populus canadensis</i> <i>Prunella vulgaris</i>	<i>Ranunculus bulbosus</i> <i>Ranunculus lanuginosus</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Stachys palustris</i> <i>Tussillago farfara</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Veronica beccabunga</i>

segue

continua

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
A3	<i>Agrostis stolonifera</i> <i>Angelica sylvestris</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Carex pendula</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Crepis setosa</i> <i>Daucus carota</i> <i>Elymus caninus</i> <i>Fontinalis</i> <i>Galium aparine</i>	<i>Hedera helix</i> <i>Iris foetidissima</i> <i>Lamium maculatum</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Parietaria judaica</i> <i>Petasites hybridus</i> <i>Picris echioides</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Poa annua</i> <i>Populus nigra pl.</i>	<i>Ranunculus bulbosus</i> <i>Ranunculus lanuginosus</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Sedum hispanicum</i> <i>Silene alba</i> <i>Solanum dulcamara</i> <i>Sonchus asper</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Urtica dioica</i>
A4a	<i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Artemisia verlotiorum</i> <i>Bromus gussonei</i> <i>Bromus rubens</i> <i>Calystegia sylvatica</i> <i>Carex pendula</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Crepis setosa</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Elymus caninus</i> <i>Elymus repens</i> <i>Epilobium hirsutum</i> <i>Erigeron acer</i> <i>Galium palustre</i> <i>Geranium purpureum</i>	<i>Holcus lanatus</i> <i>Humulus lupulus</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Mentha spicata</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Picris echioides</i> <i>Picris hieracioides</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Ranunculus bulbosus</i> <i>Raphanus raphanistrum</i> <i>Rorippa sylvestris</i> <i>Rubus caesius</i>	<i>Rubus ulmifolius</i> <i>Rumex sanguineus</i> <i>Salix alba</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Silene alba</i> <i>Solanum dulcamara</i> <i>Sonchus asper</i> <i>Symphytum officinale</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Trisetaria panicea</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Verbena officinalis</i>
A4b	<i>Agrostis stolonifera</i> <i>Angelica sylvestris</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Ballota nigra</i> <i>Berula erecta</i> <i>Bromus benecheni</i> <i>Bromus gussonei</i> <i>Cardamine hirsuta</i> <i>Carduus pycnocephalus</i> <i>Carex pendula</i> <i>Carex remota</i> <i>Carex sylvatica</i> <i>Chaerophyllum temulum</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Conyza albida</i> <i>Conyza canadensis</i> <i>Cornus sanguinea</i>	<i>Corylus avellana</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Daucus carota</i> <i>Elymus caninus</i> <i>Epilobium hirsutum</i> <i>Equisetum telmateja</i> <i>Erigeron acer</i> <i>Euonymus europaeus</i> <i>Festuca arundinacea</i> <i>Fontinalis</i> <i>Galium palustre</i> <i>Holcus lanatus</i> <i>Hypericum perforatum</i> <i>Hypericum tetrapterum</i> <i>Juncus articulatus</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Lysimachia vulgaris</i> <i>Melilotus alba</i> <i>Melissa officinalis</i>	<i>Melissa romana</i> <i>Odontites rubra</i> <i>Parietaria judaica</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Ranunculus lanuginosus</i> <i>Ranunculus trycophyllus</i> <i>Raphanus raphanistrum</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Salix alba</i> <i>Scrophularia aquatica</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Silene alba</i> <i>Solanum dulcamara</i> <i>Sonchus asper</i> <i>Symphytum officinale</i> <i>Trifolium pratense</i>

segue

continua

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
A5	<i>Aegopodium podagraria</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Arctium minus</i> <i>Artemisia verlotiorum</i> <i>Ballota nigra</i> <i>Campanula trachelium</i> <i>Cucubalus baccifer</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Elymus caninus</i> <i>Elymus repens</i> <i>Equisetum ramosissimum</i> <i>Galium album</i> <i>Hedera helix</i>	<i>Iris foetidissima</i> <i>Lamium bifidum</i> <i>Laurus nobilis</i> <i>Melissa romana</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Myosoton aquaticum</i> <i>Pastinaca sativa</i> <i>Petasites hybridus</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Plantago major</i> <i>Poa annua</i> <i>Polygonum mite</i>	<i>Prunella vulgaris</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Salix alba</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Thalictrum aquilegifolium</i> <i>Torilis arvensis</i> <i>Trifolium fragiferum</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Verbena officinalis</i> <i>Veronica beccabunga</i>
A6	<i>Aegopodium podagraria</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Anthriscus sylvestris</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Arctium minus</i> <i>Artemisia verlotiorum</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Arundo donax</i> <i>Ballota nigra</i> <i>Barbarea vulgaris</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Carex pendula</i> <i>Conium maculatum</i> <i>Conyza albida</i> <i>Conyza canadensis</i>	<i>Elymus caninus</i> <i>Epilobium hirsutum</i> <i>Ficus carica</i> <i>Fontinalis</i> <i>Galega officinalis</i> <i>Hedera helix</i> <i>Humulus lupulus</i> <i>Laurus nobilis</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Opopanax chironum</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Phyllostachis insaurus</i> <i>Plantago major</i> <i>Polygonum hydropiper</i> <i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Polygonum mite</i> <i>Populus canadensis</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Rumex obtusifolium</i> <i>Salix alba</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Solanum dulcamara</i> <i>Sonchus oleraceus</i> <i>Symphytum officinale</i> <i>Ulmus minor</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Veronica beccabunga</i> <i>Xanthium italicum</i>
A7a	<i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Chenopodium ambrosioides</i> <i>Elymus caninus</i> <i>Helianthus tuberosus</i>	<i>Humulus lupulus</i> <i>Lactuca serriola</i> <i>Lycopersicon esculentum</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Plantago major</i> <i>Polygonum hydropiper</i> <i>Polygonum persicaria</i>	<i>Salix alba</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Setaria viridis</i> <i>Solanum dulcamara</i> <i>Solanum luteum</i> <i>Solanum nigrum</i> <i>Urtica dioica</i>
A7b	<i>Arundo donax</i> <i>Ballota nigra</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Chelidonium majus</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Conium maculatum</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> <i>Elymus caninus</i> <i>Lycopersicon esculentum</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Phyllostachis insaurus</i> <i>Phytolacca americana</i> <i>Polygonum mite</i> <i>Populus canadensis</i>	<i>Rubus caesius</i> <i>Salix alba</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Symphytum bulbosum</i> <i>Urtica dioica</i>
A8	<i>Aster squamatus</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Conium maculatum</i> <i>Conyza albida</i> <i>Epilobium tetragonum</i> <i>Ficus carica</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Mentha pulegium</i>	<i>Parietaria judaica</i> <i>Piptatherum miliaceum</i> <i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Populus canescens</i> <i>Populus tremula</i> <i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Salix alba</i>	<i>Sambucus nigra</i> <i>Silybum marianum</i> <i>Solanum nigrum</i> <i>Sonchus asper</i> <i>Stellaria media</i> <i>Urtica dioica (pl)</i> <i>Veronica beccabunga</i>

segue

continua

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
A9	<i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Arundo donax</i> <i>Arundo donax (pl.)</i> <i>Atriplex latifolia</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Cirsium arvense</i>	<i>Cynodon dactylon</i> <i>Cyperus longus</i> <i>Digitaria sanguinalis</i> <i>Echinochloa crus-galli</i> <i>Lycopersicon esculentum</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Mentha pulegium</i> <i>Mercurialis annua</i>	<i>Picris echioides</i> <i>Piptatherum miliaceum</i> <i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Portulaca oleracea</i> <i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Raphanus raphanistrum</i> <i>Silybum marianum</i> <i>Urtica dioica</i>
A10	<i>Ailanthus altissima</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Bidens cernua</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Chelidonium majus</i> <i>Conium maculatum</i> <i>Cyperus longus</i> <i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Ficus carica</i> <i>Hedera helix</i> <i>Lagenaria siceraria</i> <i>Lycopersicon esculentum</i> <i>Parietaria judaica</i> <i>Phytolacca americana</i> <i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Populus tremula</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Rumex sanguineus</i> <i>Salix alba</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Solanum nigrum</i> <i>Urtica dioica</i>
A11	<i>Acer negundo</i> <i>Arum italicum</i> <i>Arundo donax</i> <i>Arundo plinii</i> <i>Ballota nigra</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Conium maculatum</i>	<i>Dactylis glomerata</i> <i>Galium aparine</i> <i>Helianthus tuberosus</i> <i>Humulus lupulus</i> <i>Populus tremula</i> <i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Rubus ulmifolius</i>	<i>Sambucus nigra</i> <i>Solanum nigrum</i> <i>Stellaria media</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Vicia sativa</i>

Tabella D7. Rilievi floristici del fiume Volturno

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
Vol 1a	<i>Alisma lanceolatum</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Barbarea bracteosa</i> <i>Berula erecta</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Brachypodium rupestre</i> <i>Bromus sterilis</i> <i>Calamagrostis varia</i> <i>Carex riparia</i> <i>Chenopodium ambrosioides</i> <i>Cichorium intybus</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Daucus carota</i> <i>Echinochloa crus-galli</i> <i>Epilobium hirsutum</i>	<i>Equisetum ramosissimum</i> <i>Equisetum telmateja</i> <i>Fumaria capreolata</i> <i>Galium album</i> <i>Heracleum sphondylium</i> <i>Humulus lupulus</i> <i>Lactuca serriola</i> <i>Lactuca viminea</i> <i>Linaria vulgaris</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Lycopersicon esculentum</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Medicago lupulina</i> <i>Medicago sativa</i> <i>Melissa romana</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Picris hieracioides</i>	<i>Polygonum mite</i> <i>Polygonum vulgaris</i> <i>Polygonum viride</i> <i>Populus nigra</i> <i>Rapistrum rugosum</i> <i>Reseda alba</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Salix alba</i> <i>Salix elaeagnos</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Senecio vulgaris</i> <i>Silene alba</i> <i>Veronica beccabunga</i> <i>Veronica serpyllifolia</i> <i>Xanthium italicum</i> <i>Zea mays</i>

segue

continua

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
Vol 1b	<i>Aegopodium podagraria</i> <i>Alisma plantago aquatica</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Anacyclus radiatus</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Artemisia variabilis</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Arundo donax</i> <i>Asparagus acutifolius</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Bidens tripartita</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Calystegia sylvatica</i> <i>Carex pendula</i> <i>Centaurea jacea</i> <i>Chaerophyllum temulum</i> <i>Cichorium intybus</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Cytisophyllum sessilifolium</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Daucus carota</i> <i>Echium italicum</i>	<i>Equisetum fluviatile</i> <i>Equisetum telmateja</i> <i>Foeniculum vulgare</i> <i>Galium album</i> <i>Glyceria notata</i> <i>Hedera helix</i> <i>Humulus lupulus</i> <i>Hypericum perforatum</i> <i>Inula viscosa</i> <i>Knautia integrifolia</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Medicago lupulina</i> <i>Melica uniflora</i> <i>Melilotus alba</i> <i>Melissa officinalis</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Petasites hybridus</i> <i>Picris echioides</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Polygonum mite</i> <i>Populus nigra</i>	<i>Potamogeton trichoides</i> <i>Pulicaria dysenterica</i> <i>Ranunculus lanuginosus</i> <i>Rubia peregrina</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Rumex sanguineus</i> <i>Salix alba</i> <i>Salix elaeagnos</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Sanguisorba minor</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Sedum acre</i> <i>Setaria verticillata</i> <i>Silene vulgaris</i> <i>Sparganium erectum</i> <i>Spartium junceum</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Verbascum sinuatum</i> <i>Xanthium italicum</i>
Vol 1c	<i>Adenostyles australis</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Amaranthus viridis</i> <i>Anacyclus radiatus</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Artemisia variabilis</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Arundo plinii</i> <i>Barbarea bracteosa</i> <i>Berula erecta</i> <i>Bidens cernua</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Bidens tripartita</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Calystegia sylvatica</i> <i>Chaerophyllum temulum</i> <i>Cichorium intybus</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Daucus carota</i> <i>Echinochloa crus-galli</i> <i>Epilobium angustifolium</i>	<i>Epilobium hirsutum</i> <i>Equisetum fluviatile</i> <i>Equisetum palustre</i> <i>Foeniculum vulgare</i> <i>Galega officinalis</i> <i>Galium album</i> <i>Galium palustre</i> <i>Glyceria notata</i> <i>Helianthus tuberosus</i> <i>Humulus lupulus</i> <i>Hypericum perforatum</i> <i>Inula viscosa</i> <i>Lycopersicon esculentum</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Medicago lupulina</i> <i>Medicago sativa</i> <i>Melica uniflora</i> <i>Melilotus alba</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Petrorhagia prolifera</i>	<i>Plantago media</i> <i>Polygonum mite</i> <i>Polygonum viride</i> <i>Populus alba</i> <i>Populus nigra</i> <i>Potamogeton trichoides</i> <i>Pulicaria dysenterica</i> <i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Rumex crispus</i> <i>Salix alba</i> <i>Salix elaeagnos</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Sedum acre</i> <i>Senecio vulgaris</i> <i>Setaria verticillata</i> <i>Sonchus asper</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Verbena officinalis</i> <i>Veronica beccabunga</i> <i>Xanthium italicum</i>

segue

continua

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
Vol 2a	<i>Adenostyles australis</i> <i>Adenostyles glabra</i> <i>Aegopodium podagraria</i> <i>Anthemis tinctoria</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Artemisia variabilis</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Arundo plinii</i> <i>Barbarea stricta</i> <i>Berula erecta</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Bidens tripartita</i> <i>Bromus sterilis</i> <i>Calystegia sylvatica</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Cichorium intybus</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Daucus carota</i> <i>Epilobium hirsutum</i> <i>Epilobium tetragonum</i> <i>Equisetum telmateja</i> <i>Fallopia dumetorum</i> <i>Foeniculum vulgare</i> <i>Galeopsis angustifolia</i> <i>Galium album</i>	<i>Glechoma hederacea</i> <i>Glyceria notata</i> <i>Humulus lupulus</i> <i>Hypericum perforatum</i> <i>Inula viscosa</i> <i>Kickxia spuria</i> <i>Knautia integrifolia</i> <i>Lactuca serriola</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Medicago lupulina</i> <i>Medicago sativa</i> <i>Melica uniflora</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Mentha pulegium</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Petasites hybridus</i> <i>Petrorhagia prolifera</i> <i>Picris echioides</i> <i>Picris hieracioides</i> <i>Plantago major</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Polygonum romanum</i> <i>Polypogon viride</i>	<i>Populus alba</i> <i>Populus nigra</i> <i>Portulaca oleracea</i> <i>Pulicaria dysenterica</i> <i>Reseda alba</i> <i>Rosa sempervirens</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Salix alba</i> <i>Salix elaeagnos</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Scrophularia juratensis</i> <i>Sedum acre</i> <i>Silene alba</i> <i>Silene vulgaris</i> <i>Smyrnium perfoliatum</i> <i>Sonchus asper</i> <i>Tamus communis</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Verbascum sinuatum</i> <i>Veronica beccabunga</i> <i>Xanthium italicum</i> <i>Zannichellia palustris</i>
Vol 2b	<i>Acer campestre</i> <i>Aegopodium podagraria</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Amaranthus graecizans</i> <i>Anthriscus sylvestris</i> <i>Artemisia variabilis</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Arundo plinii</i> <i>Asparagus acutifolius</i> <i>Avena sterilis</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Bromus sterilis</i> <i>Calystegia sylvatica</i> <i>Carex pendula</i> <i>Carex sylvatica</i> <i>Chaerophyllum temulum</i> <i>Circaea lutetiana</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Daucus carota</i> <i>Epilobium hirsutum</i>	<i>Equisetum telmateja</i> <i>Festuca arundinacea</i> <i>Foeniculum vulgare</i> <i>Fraxinus ornus</i> <i>Fraxinus oxycarpa</i> <i>Galeopsis angustifolia</i> <i>Galium album</i> <i>Geranium robertianum</i> <i>Hedera helix</i> <i>Helleborus foetidus</i> <i>Inula viscosa</i> <i>Juniperus communis</i> <i>Ligustrum vulgare</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Melica uniflora</i> <i>Melissa officinalis</i> <i>Melissa romana</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Orobancha hederaceae</i> <i>Picris echioides</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Polygonum romanum</i> <i>Polygonum vulgare</i> <i>Populus alba</i>	<i>Populus nigra</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Quercus pubescens</i> <i>Quercus robur</i> <i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Rosa sempervirens</i> <i>Rubia peregrina</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Ruscus aculeatus</i> <i>Salix alba</i> <i>Salix elaeagnos</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Salvia glutinosa</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Sedum acre</i> <i>Silene alba</i> <i>Silene latifolia</i> <i>Smilax aspera</i> <i>Tamus communis</i> <i>Ulmus minor</i> <i>Viola alba</i> <i>Xanthium italicum</i> <i>Zannichellia palustris</i>

segue

continua

Vol 2c			
	<i>Adenostyles australis</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Picris echioides</i>
	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	<i>Cyperus longus</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
	<i>Artemisia variabilis</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Plantago major</i>
	<i>Artemisia vulgaris</i>	<i>Daucus carota</i>	<i>Polygonum mite</i>
	<i>Arundo donax</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Populus nigra</i>
	<i>Arundo plinii</i>	<i>Epilobium hirsutum</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
	<i>Avena sterilis</i>	<i>Eragrostis minor</i>	<i>Potamogeton trichoides</i>
	<i>Barbarea stricta</i>	<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Pulicaria dysenterica</i>
	<i>Berula erecta</i>	<i>Galium album</i>	<i>Ranunculus sardous</i>
	<i>Bidens frondosa</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Rubia peregrina</i>
	<i>Brachypodium distachyon</i>	<i>Helichrysum italicum</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>
	<i>Brachypodium rupestre</i>	<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Salix elaeagnos</i>
	<i>Bromus sterilis</i>	<i>Inula viscosa</i>	<i>Salix purpurea</i>
	<i>Calystegia sepium</i>	<i>Juncus articulatus</i>	<i>Setaria ambigua</i>
	<i>Catapodium rigidum</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>	<i>Sonchus asper</i>
	<i>Chenopodium album</i>	<i>Lycopus europaeus</i>	<i>Spartium junceum</i>
	<i>Clematis vitalba</i>	<i>Lytrum salicaria</i>	<i>Ulmus minor</i>
	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Mentha pulegium</i>	<i>Veronica beccabunga</i>
	<i>Cruciata laevipes</i>	<i>Nasturtium officinale</i>	<i>Zannichellia palustris</i>

Tabella D9. Rilievi floristici del fiume Ombrone e suoi principali affluenti

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
Om2	<i>Ajuga reptans</i>	<i>Equisetum ramosissimum</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
	<i>Amaranthus album</i>	<i>Euphorbia prostrata</i>	<i>Polygonum hydropiper</i>
	<i>Amaranthus blitoides</i>	<i>Fallopia convolvulus</i>	<i>Polygonum lapathifolium</i>
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Galega officinalis</i>	<i>Polygonum persicaria</i>
	<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	<i>Populus nigra</i>
	<i>Bidens frondosa</i>	<i>Holoschoenus australis</i>	<i>Potamogeton lucens</i>
	<i>Chenopodium album</i>	<i>Kickxia commutata</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i>
	<i>Chondrilla juncea</i>	<i>Lycopus europaeus</i>	<i>Saponaria officinalis</i>
	<i>Conyza albida</i>	<i>Lytrum salicaria</i>	<i>Solanum nigrum</i>
	<i>Cyperus fuscus</i>	<i>Medicago lupulina</i>	<i>Sonchus asper</i>
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Melilotus alba</i>	<i>Verbena officinalis</i>
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Picris echioides</i>	<i>Xanthium italicum</i>
Om2	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	<i>Ranunculus lanuginosus</i>
	<i>Bidens frondosa</i>	<i>Lytrum salicaria</i>	<i>Ranunculus repens</i>
	<i>Brachypodium rupestre</i>	<i>Medicago lupulina</i>	<i>Rosa sempervirens</i>
	<i>Centaurea bracteata</i>	<i>Paspalum distichum</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>
	<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Salix alba</i>
	<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Picris hieracioides</i>	<i>Scirpus maritimus</i>
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Populus nigra</i>	<i>Trifolium pratense</i>
	<i>Elymus repens</i>	<i>Potamogeton nodosus</i>	<i>Xanthium italicum</i>
	<i>Equisetum ramosissimum</i>	<i>Potentilla reptans</i>	
	<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Pulicaria dysenterica</i>	

segue

continua

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
M	<i>Ajuga reptans</i> <i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Arctium minus</i> <i>Barbarea vulgaris</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Brachypodium rupestre</i> <i>Chaerophyllum temulum</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Conyza albida</i> <i>Cyperus fuscus</i> <i>Digitaria sanguinalis</i> <i>Echinochloa crus-galli</i> <i>Echium vulgare</i>	<i>Equisetum ramosissimum</i> <i>Eupatorium cannabinum</i> <i>Galeopsis angustifolia</i> <i>Hedera helix</i> <i>Holoschoenus australis</i> <i>Inula graveolens</i> <i>Juncus articulatus</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Lysimachia vulgaris</i> <i>Medicago arabica</i> <i>Medicago lupulina</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Paspalum distichum</i> <i>Plantago major</i> <i>Polygonum hydropiper</i>	<i>Polygonum persicaria</i> <i>Populus nigra</i> <i>Potamogeton lucens</i> <i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Rumex obtusifolium</i> <i>Salix alba</i> <i>Setaria viridis</i> <i>Solanum nigrum</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Veronica beccabunga</i> <i>Viola suavis</i> <i>Xanthium italicum</i>
Or	<i>Alisma plantago aquatica</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Aster squamatus</i> <i>Ballota nigra</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Brachypodium rupestre</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Carex pendula</i> <i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Elymus repens</i> <i>Epilobium hirsutum</i> <i>Fallopia convolvulus</i> <i>Galega officinalis</i> <i>Helianthus tuberosus</i> <i>Lythrum salicaria</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Paspalum distichum</i> <i>Populus nigra</i>	<i>Potamogeton lucens</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Salix alba</i> <i>Scirpus palustris</i> <i>Trifolium pratense</i> <i>Typha angustifolia</i> <i>Xanthium italicum</i>

Tabella D10. Rilievi floristici del fiume Treja

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
Tr1a	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Arctium minus</i> <i>Artemisia verlotiorum</i> <i>Avena barbata</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Bromus hordeaceus</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Centaurea solstitialis</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Chenopodium opulifolium</i> <i>Conium maculatum</i> <i>Crepis neglecta</i> <i>Crepis setosa</i> <i>Cychorium intybus</i> <i>Cyperus fuscus</i> <i>Cyperus longus</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Dasyphyrum villosum</i>	<i>Datura stramonium</i> <i>Ficus carica</i> <i>Fumaria officinalis</i> <i>Galega officinalis</i> <i>Galium aparine</i> <i>Hordeum leporinum</i> <i>Juncus bufonius</i> <i>Knautia integrifolia</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Lythrum hyssopifolia</i> <i>Malva sylvestris</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Papaver rhoeas</i> <i>Picris hieracioides</i> <i>Plantago major</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Polygonum mite</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i> <i>Rumex crispus</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Silene alba</i> <i>Sisymbrium officinale</i> <i>Solanum dulcamara</i> <i>Sonchus asper</i> <i>Sparganium erectum</i> <i>Stellaria neglecta</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Trifolium resupinatus</i> <i>Trisetaria panicea</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i> <i>Veronica persica</i> <i>Vicia narbonensis</i> <i>Vicia villosa</i>

segue

continua

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
Tr1b	<i>Acer campestre</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Arctium minus</i> <i>Ballota nigra</i> <i>Berula erecta</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Callitriche stagnalis</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Conium maculatum</i> <i>Conyza albida</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Crepis setosa</i> <i>Cyperus longus</i>	<i>Dactylis glomerata</i> <i>Echium plantagineum</i> <i>Elymus caninus</i> <i>Eupatorium cannabinum</i> <i>Festuca arundinacea</i> <i>Galega officinalis</i> <i>Holcus lanatus</i> <i>Hordeum leporinum</i> <i>Inula conyza</i> <i>Juncus effusus</i> <i>Knautia integrifolia</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Petasites hybridus</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Plantago major</i>	<i>Poa trivialis</i> <i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Pteridium aquilinum</i> <i>Ranunculus lanuginosus</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Rumex crispus</i> <i>Salix alba</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Solanum dulcamara</i> <i>Sonchus asper</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Ulmus minor</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i>
Tr2	<i>Acer campestre</i> <i>Alliaria petiolata</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Anthriscus sylvestris</i> <i>Asplenium onopteris</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Campanula trachelium</i> <i>Cardamine raphanifolia</i> <i>Carpinus betulus</i> <i>Conium maculatum</i> <i>Conyza albida</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Cyclamen repandum</i>	<i>Equisetum telmateja</i> <i>Eupatorium cannabinum</i> <i>Galega officinalis</i> <i>Hedera helix</i> <i>Humulus lupulus</i> <i>Ligustrum vulgare</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Lonicera etrusca</i> <i>Marcanthia polymorpha</i> <i>Melica uniflora</i> <i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Polypogon viride</i> <i>Pteridium aquilinum</i> <i>Quercus cerris</i>	<i>Quercus ilex</i> <i>Ranunculus lanuginosus</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Rumex crispus</i> <i>Sambucus ebulus</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Sorbus domestica</i> <i>Stellaria holostea</i> <i>Symphytum bulbosum</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Veronica beccabunga</i> <i>Viola suavis</i>
Tr3	<i>Agrostis stolonifera</i> <i>Anthemis cotula</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Arctium minus</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Ballota nigra</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Bromus diandrus</i> <i>Capsella bursa-pastoris</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Conium maculatum</i> <i>Conyza albida</i> <i>Datura stramonium</i> <i>Elymus repens</i> <i>Fumaria officinalis</i> <i>Galega officinalis</i>	<i>Galium aparine</i> <i>Hordeum leporinum</i> <i>Juncus hybridus</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Lycopersicon esculentum</i> <i>Malva sylvestris</i> <i>Medicago lupulina</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Papaver rhoeas</i> <i>Plantago major</i> <i>Polygonum arenastrum</i> <i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Polygonum mite</i> <i>Polypogon viride</i> <i>Raphanus raphanistrum</i> <i>Rubus caesius</i>	<i>Salix alba</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Sambucus ebulus</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Scrophularia auriculata</i> <i>Sedum caepea</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Silene alba</i> <i>Silybum marianum</i> <i>Solanum nigrum</i> <i>Sonchus oleraceus</i> <i>Stellaria media</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i> <i>Xanthium italicum</i>
Tr4	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Anthriscus sylvestris</i> <i>Arctium minus</i> <i>Ballota nigra</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Bromus diandrus</i> <i>Conium maculatum</i> <i>Elymus caninus</i> <i>Galium aparine</i>	<i>Hordeum leporinum</i> <i>Humulus lupulus</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Parietaria judaica</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Polygonum mite</i> <i>Ranunculus lanuginosus</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Rubus caesius</i>	<i>Salix alba</i> <i>Sambucus ebulus</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Scrophularia auriculata</i> <i>Stellaria media</i> <i>Ulmus minor</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i>

Tabella D12. Rilievi floristici del fiume Fibreno

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
PF1	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Galega officinalis</i>	<i>Ranunculus repens</i>
	<i>Apium nodiflorum</i>	<i>Galium album</i>	<i>Rubus caesius</i>
	<i>Calystegia sepium</i>	<i>Galium palustre</i>	<i>Rumex obtusifolium</i>
	<i>Carex pendula</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Salix alba</i>
	<i>Carex remota</i>	<i>Hypericum tetrapterum</i>	<i>Setaria viridis</i>
	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	<i>Silene alba</i>
	<i>Cirsium creticum</i>	<i>Lycopus europaeus</i>	<i>Trifolium repens</i>
	<i>Crucjata glabra</i>	<i>Myosoton aquaticum</i>	<i>Urtica dioica</i>
	<i>Cyperus longus</i>	<i>Nasturtium officinale</i>	<i>Verbascum thapsium</i>
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Verbena officinalis</i>
	<i>Epilobium hirsutum</i>	<i>Plantago major</i>	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>
	<i>Equisetum palustre</i>	<i>Polygonum arenastrum</i>	<i>Veronica persica</i>
	<i>Eupatorium cannabinum</i>	<i>Polygonum persicaria</i>	
	<i>Fontinalis</i>	<i>Potentilla reptans</i>	
PF2	<i>Angelica sylvestris</i>	<i>Galium elongatum</i>	<i>Poa trivialis</i>
	<i>Apium nodiflorum</i>	<i>Galium mollugo</i>	<i>Potamogeton polygonifolius</i>
	<i>Bromus hordeaceus</i>	<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Potentilla reptans</i>
	<i>Calystegia sepium</i>	<i>Glyceria notata</i>	<i>Ranunculus repens</i>
	<i>Chondrilla juncea</i>	<i>Lycopus europaeus</i>	<i>Rubus caesius</i>
	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Mentha aquatica</i>	<i>Rumex crispus</i>
	<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Mentha longifolia</i>	<i>Rumex pulcher</i>
	<i>Crepis setosa</i>	<i>Myosotis caespitosa</i>	<i>Salix alba</i>
	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Odontites rubra</i>	<i>Sparganium erectum</i>
	<i>Cyperus longus</i>	<i>Petasites hybridus</i>	<i>Trifolium repens</i>
	<i>Daucus carota</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Urtica dioica</i>
	<i>Dipsacus fullonum</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Verbena officinalis</i>
	<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Picris echioides</i>	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>
	<i>Galega officinalis</i>	<i>Plantago major</i>	<i>Veronica persica</i>
PF3	<i>Angelica sylvestris</i>	<i>Lytrum salicaria</i>	<i>Ranunculus repens</i>
	<i>Apium nodiflorum</i>	<i>Mentha aquatica</i>	<i>Salix alba</i>
	<i>Bidens frondosa</i>	<i>Mentha longifolia</i>	<i>Setaria viridis</i>
	<i>Callitriche stagnalis</i>	<i>Myosotis caespitosa</i>	<i>Solanum dulcamara</i>
	<i>Calystegia sepium</i>	<i>Parietaria judaica</i>	<i>Sparganium erectum</i>
	<i>Cirsium creticum</i>	<i>Petasites hybridus</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Trifolium repens</i>
	<i>Conyza albida</i>	<i>Picris echioides</i>	<i>Urtica dioica</i>
	<i>Galium album</i>	<i>Plantago major</i>	<i>Verbena officinalis</i>
	<i>Lycopus europaeus</i>	<i>Potamogeton polygonifolius</i>	

Tabella D13. Rilievi floristici del fiume Farfa

Stazioni di campionamento	Rilievi floristici		
F1	<i>Acer campestre</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Angelica sylvestris</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Berula erecta</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Callitriche stagnalis</i> <i>Calystegia sylvatica</i> <i>Carex pendula</i> <i>Chaerophyllum temulum</i>	<i>Epilobium hirsutum</i> <i>Equisetum telmateja</i> <i>Eupatorium cannabinum</i> <i>Fraxinus ornus</i> <i>Hedera helix</i> <i>Mycelis muralis</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Petasites hybridus</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Populus nigra</i> <i>Quercus cerris</i> <i>Ranunculus bulbosus</i> <i>Ranunculus fluitans</i> <i>Ranunculus lanuginosus</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Salix alba</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Solanum dulcamara</i>
F2	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Althaea cannabina</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Arctium minus</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Arundo donax</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Brachypodium rupestre</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Bromus sterilis</i> <i>Carex pendula</i>	<i>Cirsium arvense</i> <i>Dipsacus fullonum</i> <i>Equisetum ramosissimum</i> <i>Galega officinalis</i> <i>Galium aparine</i> <i>Holcus lanatus</i> <i>Humulus lupulus</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Papaver rhoeas</i>	<i>Petasites hybridus</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Polygonum mite</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Rumex crispus</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Scrophularia auriculata</i> <i>Tussillago farfara</i> <i>Urtica dioica</i>
F3a	<i>Arundo donax</i> <i>Bidens cernua</i> <i>Callitriche stagnalis</i> <i>Calystegia sylvatica</i> <i>Carex pendula</i> <i>Epilobium hirsutum</i>	<i>Galium aparine</i> <i>Humulus lupulus</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Populus nigra</i> <i>Rubus caesius</i>	<i>Salix alba</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Veronica beccabunga</i> <i>Xanthium italicum</i>
F3b	<i>Apium nodiflorum</i> <i>Artemisia alba</i> <i>Atriplex latifolia</i> <i>Berula erecta</i> <i>Callitriche stagnalis</i> <i>Calystegia sylvatica</i> <i>Carex pendula</i> <i>Chenopodium ambrosioides</i> <i>Cirsium creticum</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Dorycnium hirsutum</i>	<i>Epilobium hirsutum</i> <i>Foeniculum vulgare</i> <i>Galega officinalis</i> <i>Inula viscosa</i> <i>Juncus conglomeratus</i> <i>Lytrum salicaria</i> <i>Melilotus alba</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Nasturtium officinale</i> <i>Petasites hybridus</i> <i>Polygonum hydropiper</i>	<i>Polygonum lapathifolium</i> <i>Raphanus raphanistrum</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Salix alba</i> <i>Schoenoplectus lacustris</i> <i>Scrophularia auriculata</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Solanum dulcamara</i> <i>Sonchus oleraceus</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i> <i>Xanthium italicum</i>
F4	<i>Apium nodiflorum</i> <i>Asparagus acutifolius</i> <i>Bidens frondosa</i> <i>Brachypodium rupestre</i> <i>Calystegia sylvatica</i> <i>Carex pendula</i> <i>Ceratophyllum demersum</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Crataegus monogyna pl.</i>	<i>Epilobium hirsutum</i> <i>Festuca arundinacea</i> <i>Hedera helix</i> <i>Heliotropium europaeum</i> <i>Juncus acutiflorus</i> <i>Ligustrum vulgare</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Orobanche hederæ</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Polygonum mite</i>	<i>Populus alba</i> <i>Populus nigra</i> <i>Populus nigra pl.</i> <i>Quercus robur</i> <i>Ranunculus bulbosus</i> <i>Rubia peregrina</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Senecio erraticus</i> <i>Trifolium repens</i>

*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, dicembre 2006 (n. 4) 2° Suppl.