



**Parco Ticino Lombardo**

Sviluppo sostenibile:  
tutela della biodiversità  
e dell'ambiente,  
qualità della vita

**Parco  
Naturale  
della Valle  
del Ticino**



**Regione Lombardia**

# Il fiume Ticino e i suoi principali affluenti

Indagine sulla qualità delle acque  
e sull'individuazione degli impatti antropici



**Anno 2003**





Lo studio è stato realizzato da:



**Regione Lombardia**

**Direzione Generale Territorio ed Urbanistica**

via Stresa, 22/24 - 20125 Milano

tel. 02/67655744

Sito web: [www.regione.lombardia.it](http://www.regione.lombardia.it)



**Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino**

Via Isonzo, 1 - 20013 Pontevecchio di Magenta (MI)

Tel. 02/972101

E-mail: [parcoticino@endoxa.it](mailto:parcoticino@endoxa.it)

Sito web: [www.parcoticino.it](http://www.parcoticino.it)



**Parco Naturale della Valle del Ticino**

Villa Picchetta - 28062 Cameri (NO)

Tel. 0321/517706

E-mail: [info@parcodelticino.it](mailto:info@parcodelticino.it)

Sito web: [www.parcodelticino.pmn.it](http://www.parcodelticino.pmn.it)



**Studio Associato EcoLogo**

Via Lamarmora, 12 - 20013 Magenta (MI)

Tel. 02/9790137

E-mail: [eco.logo@tiscali.it](mailto:eco.logo@tiscali.it)

Coordinatore dei lavori e Responsabile del Procedimento  
**Dario Furlanetto (Parco Ticino Lombardo)**

Autori della ricerca e dei testi

**Marina Lanticina, Valentina Parco,**

**Angela Manuela Vailati (Studio Associato EcoLogo)**

**Gerolamo Boffino, Paola Trovò (Parco Ticino Piemontese)**

Analisi microbiologiche eseguite da

**ARPA Piemonte - Dipartimento di Novara**

Si ringraziano per la preziosa collaborazione

**Ilenia Canova, Gabriella Penna e Francesca Trotti**

**(Parco Ticino Lombardo),**

**i Guardiaparco dei Parchi Lombardo e Piemontese,**

**le ARPA e le ASL delle province di Varese, Milano, Pavia e Novara**

**Progetto grafico, impaginazione, fotolito e stampa:**

Il Guado - via Pablo Picasso 21/23 - 20011 Corbetta (MI)

**Giugno 2004**



# Presentazione

---

Anche quest'anno presentiamo il rapporto sulla qualità delle acque del Ticino, perché riteniamo che la continuità delle indagini costituisca la premessa fondamentale per una conoscenza precisa delle pressioni antropiche che insistono sul nostro territorio. Conoscere e comprendere i fenomeni che causano degrado territoriale significa porre le basi di partenza per una valida gestione delle risorse ambientali e per una corretta pianificazione degli interventi di riqualificazione.

Per questi motivi abbiamo deciso di proseguire anche le indagini sugli affluenti principali, perché i primi risultati avevano destato serie preoccupazioni. Il monitoraggio del 2003 ha consentito la valutazione dello Stato Ecologico di questi corsi d'acqua e gli approfondimenti mirati hanno portato alla caratterizzazione puntuale degli impatti presenti.

Forti delle conoscenze acquisite, i nostri Parchi si fanno promotori di programmi e progetti finalizzati alla riqualificazione di ambienti fortemente degradati, nel tentativo di ricostruire livelli di naturalità e di qualità ambientale accettabili.

L'esempio più eclatante è rappresentato dal progetto di riqualificazione ambientale, paesaggistica e di affinamento fitodepurativo del depuratore di S. Antonino (VA), dall'acronimo N.A.FI.LO., che coinvolge numerosi soggetti pubblici e privati. Il progetto, candidato al programma di finanziamenti LIFE Ambiente della Comunità Europea, si muove su più livelli: dal miglioramento della qualità delle acque reflue di un grande impianto di depurazione, all'utilizzo di una tecnica di affinamento naturale, dalla riqualificazione ambientale del territorio circostante, alla sensibilizzazione dei cittadini e degli Enti pubblici attraverso la promozione di attività di educazione ambientale.

Queste azioni comportano uno sforzo economico e organizzativo che i due Parchi hanno deciso di continuare ad affrontare perché convinti che valutazioni oggettive dello stato di salute delle nostre acque costituiscano un presupposto importante per attuare azioni politiche concrete volte sia alla conservazione e alla riqualificazione ambientale che alla salvaguardia della salute umana.

*Il Presidente del Parco Lombardo*  
**Milena Bertani**

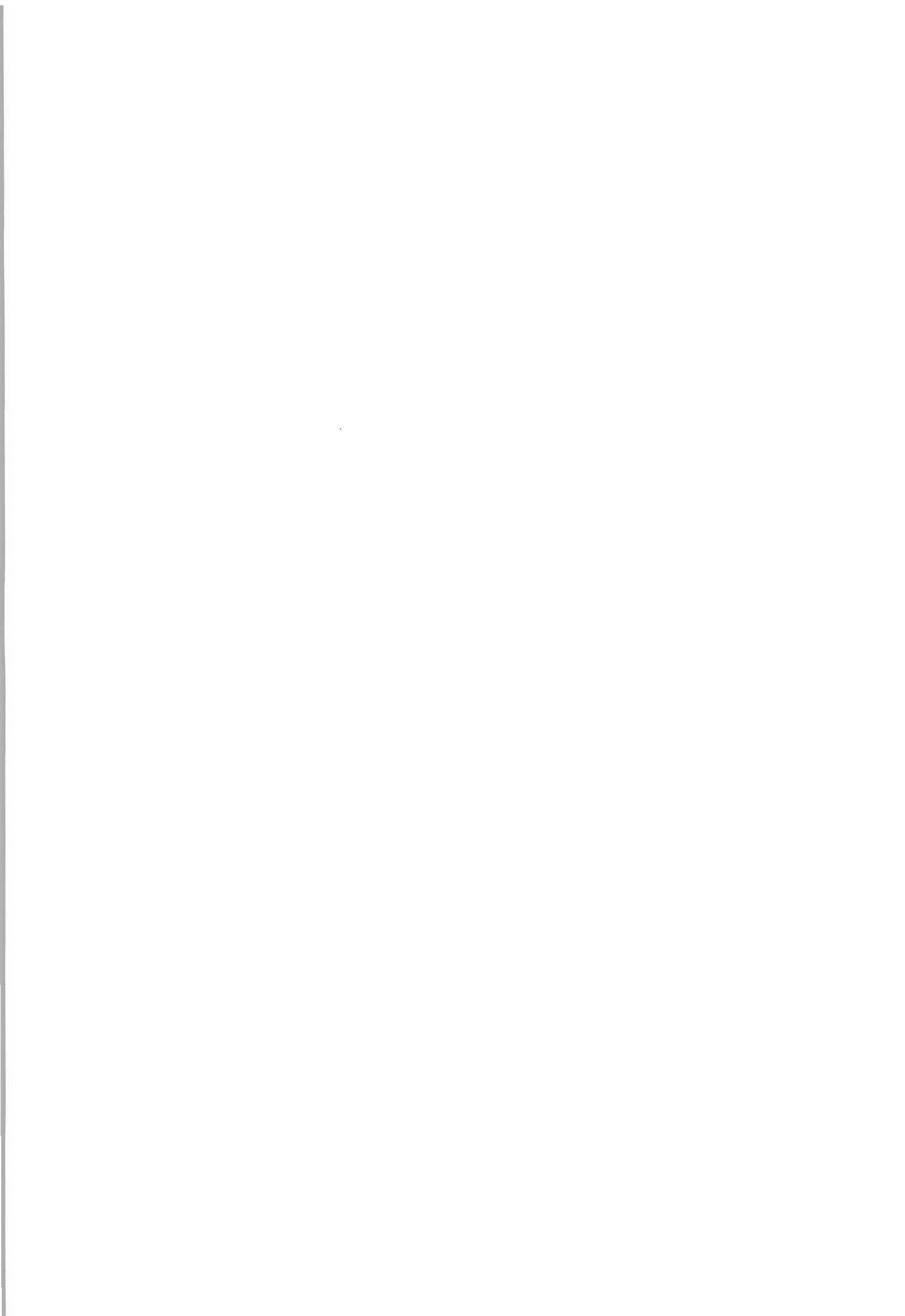
*Il Presidente del Parco Piemontese*  
**Pietro Mocchetto**



# Indice

---

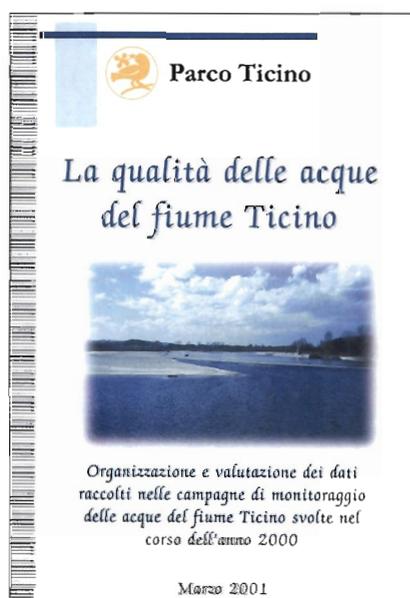
<b>1 I Parchi del Ticino ed il monitoraggio delle acque</b>	pagina 7
<b>2 La Direttiva quadro sulle acque</b>	pagina 11
<b>3 Il clima e la siccità</b>	pagina 15
<b>4 Programma di monitoraggio della qualità delle acque del Ticino e dei suoi principali affluenti</b>	pagina 19
■ La qualità delle acque	pagina 19
■ Il censimento degli scarichi	pagina 24
■ Indagini sul bioaccumulo nei pesci	pagina 25
<b>5 Presentazione dei risultati</b>	pagina 27
■ 5.1. Fiume Ticino	pagina 28
■ 5.2. Torrente Strona	pagina 42
■ 5.3. Torrente Arno	pagina 49
■ 5.4. Roggia Cerana	pagina 58
■ 5.5. Roggia Vernavola	pagina 65
■ 5.6. Canale Scolmatore di Nord Ovest	pagina 70
<b>6 Conclusioni</b>	pagina 73
<b>7 Glossario</b>	pagina 77
<b>8 Riferimenti bibliografici</b>	pagina 83
<b>Allegati</b>	
I. Stazioni di campionamento	pagina 85
II. Utilità e modalità di applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE)	pagina 87
III. Descrizione dei composti DDT e PCB	pagina 91
<b>Pubblicazioni tecniche e scientifiche del Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino</b>	pagina 93



# I Parchi del Ticino ed il monitoraggio delle acque

# 1

L'attività di monitoraggio e controllo delle acque del fiume Ticino da parte del Parco è iniziata nel 1998. A partire da quell'anno, e nei due anni successivi, il Parco ha assunto il ruolo di coordinatore degli Enti, lombardi e piemontesi, ufficialmente preposti al controllo, al fine di raccogliere tutti i dati riguardanti la qualità delle acque del Ticino in un unico volume che fosse di facile consultazione e rappresentasse uno strumento di agevole utilizzo per la gestione e salvaguardia delle acque del Fiume Azzurro. Tale lavoro ha colmato quel vuoto di "dati subito disponibili" che spesso si crea quando un unico oggetto (il fiume Ticino in questo caso) viene analizzato e valutato da tanti differenti soggetti (i dipartimenti provinciali ARPA per il monitoraggio della qualità delle acque e le ASL per quanto riguarda la balneabilità del Ticino).



La necessità di poter disporre, in tempi relativamente brevi, di una sempre più completa e organica serie di dati quali-quantitativi delle acque del fiume ha portato il Parco ad una evoluzione del proprio ruolo, che si è trasformato da coordinatore a operatore. A partire dal 2000, infatti, il Parco ha organizzato una propria campagna di monitoraggio del Ticino con la definizione di stazioni di campionamento distribuite sull'intera asta fluviale. La raccolta dei campioni era effettuata da operatori del Parco, mentre le analisi venivano eseguite da laboratori qualificati appartenenti sia a società private che pubbliche.

Un'ulteriore evoluzione ha visto da parte del Parco l'allestimento di un proprio laboratorio di analisi che ha permesso, a partire dall'anno 2001, di effettuare sia la fase di raccolta sia quella di analisi dei campioni; inoltre si è dotato di personale specializzato per l'applicazione di indici specifici (IBE) per la valutazione della qualità biologica delle acque.

La collaborazione con laboratori specializzati, in particolare con quello mi-

*Copertine delle pubblicazioni del Parco del Ticino del 2001, 2002 e 2003*

crobiologico e chimico dell'ARPA Novara, è comunque proseguita anche dopo l'allestimento del laboratorio per l'analisi di alcuni parametri chimici e microbiologici che richiedendo strumentazioni più sofisticate.



*Ramo laterale  
del fiume a Besate*

Il Parco non ha voluto in alcun modo sovrapporsi o sostituire il lavoro effettuato dalle ARPA e dalle ASL competenti, che hanno continuato a collaborare col Parco rendendo disponibili i dati in loro possesso. Questo monitoraggio ha voluto approfondire le conoscenze sugli effetti di alterazione ecologica connessi alle principali fonti di inquinamento; proprio per questo motivo dal 2002 è iniziata una campagna di analisi anche su cinque dei principali affluenti del Ticino, rappresentati dai torrenti Strona e Arno, dalle rogge Cerana e Vernavola e dal Canale Scolmatore di Nord Ovest; il 2002 ha visto, inoltre, l'inizio di una proficua collaborazione tra il Parco Lombardo e quello Piemontese.

Il monitoraggio è proseguito anche nell'anno 2003 al fine di ottenere sufficienti informazioni per l'applicazione del metodo di valutazione dello Stato Ecologico proposto dalla normativa di riferimento (Dlvo 152/99); le informazioni ottenute sono state integrate con un inventario degli scarichi afferenti ai corsi d'acqua, censiti per identificare con precisione le cause di degrado. Nel 2003 inoltre è stato aggiornato il censimento dei depuratori pubblici e privati presenti nel territorio dei due Parchi.

Il lavoro svolto in questi anni ha permesso una migliore conoscenza del bacino idrografico del Ticino sublacuale che rappresenta la base indispensabile per una corretta gestione finalizzata alla salvaguardia della "risorsa acqua" e delle biocenosi ad essa legate.





# La Direttiva quadro sulle acque

## 2

Nel 2000 è stata varata dall'Unione Europea la Direttiva 2000/60/CE che istituisce un quadro di riferimento in materia di acque per tutti gli Stati Membri. La Direttiva impone la protezione delle acque superficiali interne, del reticolo idrografico sotterraneo, delle acque di transizione e delle acque costiere, ponendo una particolare enfasi sull'ottimizzazione degli usi e sulla necessità di gestire la risorsa acqua attraverso una pianificazione che rispetti i bacini idrografici e non i confini amministrativi.

L'alternarsi di eventi alluvionali e di periodi siccitosi, che stanno interessando ormai da diversi anni molti Stati europei, Italia compresa, non permettono di rimandare ulteriormente l'avvio di una pianificazione del territorio, e del reticolo idrografico superficiale che imponga ed organizzi in modo efficace la prevenzione, la corretta gestione del territorio, la rinaturalizzazione degli ecosistemi acquatici e terrestri e la razionalizzazione e il risparmio delle risorse idriche; in generale devono essere ripristinati gli equilibri idrogeologici ed ambientali e deve essere promosso il recupero della funzionalità ecologica del territorio.

Un capitolo importante è poi quello relativo alla qualità dell'acqua: nella Direttiva si mira ad ottenere la graduale riduzione delle emissioni di sostanze pericolose prioritarie nelle acque per raggiungere l'obiettivo finale di eliminarle al fine di risolvere radicalmente situazioni di rischio potenziali e contribuire a raggiungere valori vicini a quelli del fondo naturale.

*Il Ticino a Cuggiono*



Fra i concetti fondamentali su cui si basa la Direttiva ricordiamo i principi di precauzione e di azione preventiva, quello di riduzione dei danni causati all'ambiente ed infine il principio "chi inquina paga", che presuppone quindi un adeguato sistema di controllo e di sanzioni che ne permettano la concreta attuazione.

La Direttiva propone, in sintesi, un utilizzo sostenibile dell'acqua e degli ecosistemi "fondato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili". L'innovatività della Direttiva europea è dunque l'approccio complessivo, poiché non rivolge l'attenzione solo allo stato qualitativo dell'acqua, ma anche alla funzionalità ecologica dei corpi idrici.

Entrando nel concreto di quanto disposto dalla Direttiva si devono sottolineare i seguenti punti:

- gli Stati membri sono obbligati all'individuazione di singoli bacini idrografici presenti nel loro territorio a cui devono essere associati singoli distretti idrografici (definiti come la principale unità per la gestione dei bacini idrografici), accorpando eventualmente bacini idrografici di piccole dimensioni in un unico distretto. Entro il 2004 gli Stati membri devono, inoltre, predisporre uno studio approfondito delle caratteristiche di ogni distretto, un'indagine sull'impatto delle attività umane, nonché un'analisi economica dell'utilizzo idrico.
- gli Stati membri devono adottare disposizioni amministrative adeguate, fra cui l'individuazione dell'autorità nazionale competente, per l'applicazione delle norme previste dalla direttiva all'interno di ciascun distretto idrografico presente nel loro territorio;
- per ciascun distretto idrografico interamente compreso nel suo territorio, ogni Stato membro deve predisporre un Piano di gestione del bacino contenente informazioni relative a all'identificazione delle caratteristiche dei distretti idrografici, all'impatto ambientale delle attività umane, all'analisi economica dell'utilizzo idrico, al monitoraggio dello stato delle acque superficiali e sotterranee e delle aree protette e le misure necessarie per impedire il deterioramento dello stato di tutti i corpi idrici superficiali e sotterranei;
- gli Stati membri devono promuovere la partecipazione attiva di tutte le parti interessate in particolare per quanto riguarda l'elaborazione, il riesame e l'aggiornamento dei piani di gestione dei bacini idrografici, da pubblicarsi entro 9 anni dall'entrata in vigore della nuova direttiva.

Per attuare i programmi di misure indicate dalla nuova Direttiva e specificate nei Piani di gestione in relazione alle acque superficiali, alle acque sotterranee e alle aree protette, gli Stati membri devono prevenire il deterioramento di tutti i corpi idrici, devono proteggerli, migliorarli e ripristinarne l'integrità, al fine di raggiungere entro il 2015 un buono stato delle acque superficiali e sotterranee.

Per quanto riguarda le Aree Protette, gli Stati membri dovranno provvedere, entro il 2004 all'istituzione di Registri delle Aree Protette di ciascun distretto idrografico per tutelare più efficacemente le acque superficiali e sotterranee e meglio salvaguardare gli habitat e le specie presenti che dipendono direttamente dall'ambiente acquatico.

La Direttiva prevede, inoltre, entro 6 anni dalla sua entrata in vigore, un'armonizzazione del sistema di classificazione dello stato chimico, ecologico e quantitativo delle acque superficiali e sotterranee secondo parametri comuni all'interno dell'Unione Europea e l'attivazione di reti di monitoraggio dello stato delle acque superficiali, delle acque sotterranee e delle aree protette.

La Direttiva 2000/60/CE costituisce certamente un passo importante per il miglioramento della gestione delle risorse idriche, e dell'ambiente in ge-

nerale, nel nostro paese. La sua applicazione, tuttavia necessita una revisione generale della politica italiana in materia di tutela della risorsa idrica, in particolare per quanto riguarda la suddivisione delle competenze tra i molti enti coinvolti e l'esistenza di strumenti legislativi nazionali che hanno anticipato vari aspetti della Direttiva (Dlvo 152/99), ma che ora devono essere integrati con gli elementi di innovazione della Direttiva Europea. L'Italia è già in ritardo, visto che solo il 23 ottobre 2003 è finalmente riuscita ad approvare in via definitiva le *"Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee. Legge comunitaria 2003"*; sfortunatamente il termine per l'identificazione dei bacini idrografici e delle autorità competenti (31.12.2003) non è stato rispettato. Quest'anno sono stati avviati in tutta Europa i lavori nei cosiddetti *"bacini pilota"* per sperimentare alcuni aspetti della Direttiva e per meglio definirne le applicazioni; in Italia sono stati scelti il Tevere e il Cecina.

L'Autorità di Bacino del Po, pur non essendo l'Ente competente all'individuazione dei bacini pilota, ha ritenuto che il Ticino, grazie alle sue caratteristiche di naturalità e all'ottima base di conoscenze pregresse potesse costituire una valida base per l'applicazione del sistema di classificazione dei bacini idrografici previsto dalla Direttiva. A questo scopo è in fase di definizione un accordo di collaborazione fra gli Enti Parco e l'Autorità stessa per la redazione di uno studio volto ad individuare i criteri di classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici coerenti con gli obiettivi della Direttiva.



L'annata meteorologica 2003 verrà sicuramente ricordata per due motivi: il caldo estivo opprimente e l'anomala siccità, che non si verificavano da almeno trecento anni.

Tale situazione è risultata in netto contrasto con quanto accaduto nel 2002, caratterizzato da estrema variabilità meteorologica, da una piovosità eccezionale e da intensi fenomeni alluvionali.

Solitamente l'estate nel bacino del Ticino non è siccitosa grazie all'abbondanza di temporali estivi che tendono ad apportare precipitazioni notevoli alternati a periodi di sostanziale stabilità. Il periodo meno piovoso è normalmente quello invernale seguito dalle piogge primaverili che apportano riserve d'acqua utili nel periodo estivo. Nel 2003 sono mancate quasi completamente le piogge primaverili (- 69,6% rispetto alla media del periodo) e la siccità è poi proseguita durante l'estate. Il drammatico calo delle precipitazioni rispetto alle medie stagionali, unito alle elevate temperature estive (dai 5 ai 9 gradi superiori rispetto a quelle degli ultimi 60 anni) che hanno causato un aumento marcato dell'evaporazione, hanno determinato una riduzione della portata dei corsi d'acqua dell'intero territorio, rappresentando, quindi, le principali cause della siccità. La piovosità è ripresa nel periodo autunnale senza però risolvere la crisi idrica; il saldo delle piogge del 2003 è stato, infatti, inferiore alla media annuale.

Simili condizioni meteorologiche hanno influito negativamente sulle principali riserve idriche del bacino idrografico del Ticino e del lago Maggiore, che da sempre costituiscono una fondamentale riserva per l'approvvigionamento idrico.

*Il Ticino in secca  
a Motta Visconti*



Ma cos'è la siccità? Una classica definizione indica la siccità come il “decremento dell'acqua disponibile in un particolare periodo e per una determinata zona” (Wilhite, 1993). Secondo questa accezione è, quindi, un fenomeno che può colpire sia regioni secche sia umide poiché è una normale e ricorrente caratteristica del ciclo idrologico. Essa, infatti, differisce dall'aridità che è invece un elemento riferito ad aree geografiche caratterizzate da precipitazioni ridotte, risultando così un elemento permanente del clima. La siccità ha origine da una deficienza di precipitazioni su un periodo di tempo esteso, di solito una stagione o più, e viene valutata in relazione al bilancio locale tra precipitazione ed evapotraspirazione (evaporazione più traspirazione); la siccità è anche legata all'intervallo di tempo in cui si presenta, al ritardo dell'inizio del periodo delle precipitazioni, all'efficacia delle piogge, ovvero alla loro intensità ed al numero di eventi piovosi. Altri fattori quali la temperatura, i venti e l'umidità dei terreni, nonché una scorretta ed irrazionale gestione del territorio e delle risorse idriche sono spesso associati alla siccità e possono contribuire ad aggravarne la severità.

Vengono distinti solitamente i seguenti tipi di siccità:

■ **Meteorologica:** è definita sulla base del grado di siccità (in confronto ad una quantità media) e della durata del periodo siccitoso ed è considerata a livello locale, in quanto le condizioni atmosferiche che determinano deficienze di precipitazione sono altamente variabili da regione a regione;

■ **Idrologica:** è associata agli effetti dei periodi con deficit di precipitazione sul rifornimento idrico del suolo e del sottosuolo e ha frequenza e severità definite su scala di bacino fluviale o di spartiacque;

■ **Idrologica in relazione all'uso del territorio:** è definita sia in base al clima, che rappresenta il contributo primario alla siccità idrologica, sia in funzione di altri fattori come il disboscamento, la degradazione del suolo, la costruzione di dighe che possono influire sulle caratteristiche di un bacino;

■ **Agricola:** collega varie caratteristiche di siccità meteorologica o idrologica agli impatti sull'agricoltura, focalizzandosi sulla scarsità delle precipitazioni, sulla differenza tra evapotraspirazione attuale e potenziale e sul deficit di acqua al suolo e nel sottosuolo;

■ **Socio-economica:** associa la domanda e l'offerta di qualche bene economico con elementi della siccità meteorologica, idrologica ed agricola. Differisce dalle tipologie sopra elencate perché la sua occorrenza dipende dai processi spazio-temporali della domanda e dell'offerta. Nella pratica la siccità socio-economica si presenta quando la richiesta di un bene economico eccede l'offerta come conseguenza di un deficit nel rifornimento idrico dovuto alle condizioni atmosferiche.

Al di là delle varie definizioni e delle categorie di siccità sopra descritte, il verificarsi di un tale fenomeno genera una sequenza di impatti di carattere ambientale e socio-economico, la cui entità dipende dalla durata col quale si presenta il periodo siccitoso.

L'impatto ambientale è consistito essenzialmente in danni all'habitat naturale, alle specie animali e vegetali, alla qualità dell'aria e dell'acqua (come si avrà modo di constatare dai dati raccolti durante il monitoraggio), all'erosione del suolo, agli incendi (che sono stati parecchi durante tutto il periodo primaverile ed estivo) e di conseguenza alla diminuzione della biodiversità. Alcuni danni hanno avuto un carattere temporaneo poiché sono stati recuperati alla fine del periodo siccitoso, altri, come l'erosione del suolo hanno avuto, invece, una conseguenza permanente.

L'impatto economico ha riguardato essenzialmente le ripercussioni sulle attività primarie come l'agricoltura e la produzione di energia, che dipendono direttamente dalla disponibilità sia di riserve d'acqua superficiali sia del sottosuolo.



*Tramonto sul Ticino*

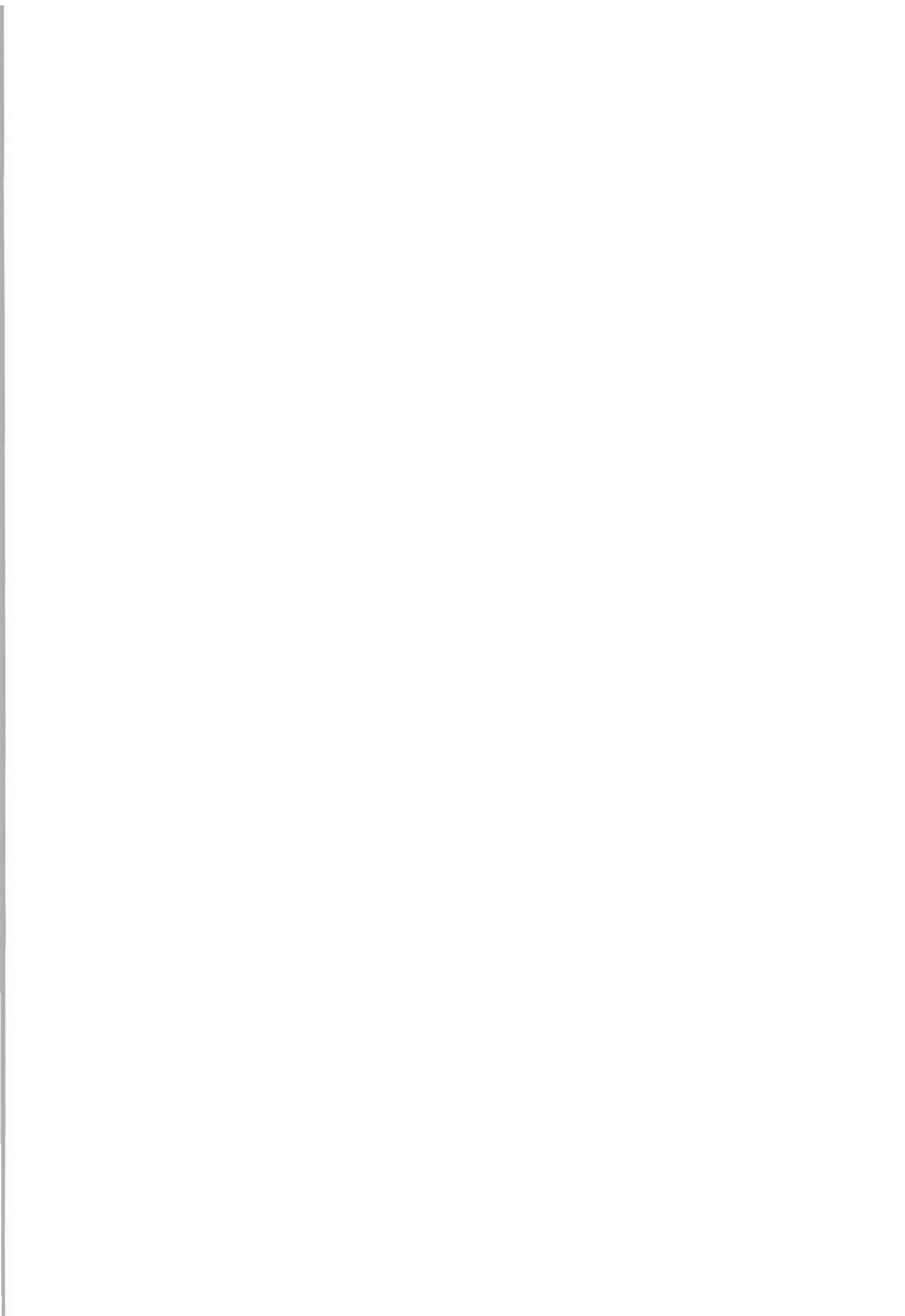
L'evoluzione del clima, con l'alternarsi di fenomeni siccitosi e alluvionali, unito ad alcune attività produttive (processi industriali ed agricoli inquinanti, captazioni e derivazioni) stanno insieme portando ad una progressiva riduzione della disponibilità e della qualità della risorsa idrica. Una corretta gestione di tale risorsa e del territorio riveste, quindi, un'importanza primaria, e di conseguenza le utilizzazioni della risorsa idrica sia agricole sia industriali dovrebbero essere inquadrate in un sistema ambientale sostenibile.

Gli eventi siccitosi del 2003 e quelli alluvionali del 2002 rendono sempre più urgente l'avvio di una pianificazione di bacino che rafforzi la prevenzione, la manutenzione del territorio, la rinaturalizzazione, la razionalizzazione e il risparmio d'acqua e la tutela della sua qualità con la graduale riduzione dell'emissione di sostanze pericolose, fino alla loro eliminazione totale come sancito dalla recente Direttiva 2000/60/CE.

La normativa italiana, con il Dlvo 152/99 in una certa misura aveva già anticipato i concetti presenti nella Direttiva facendo propria una strategia di tutela quali-quantitativa per la salvaguardia degli ecosistemi acquatici.

Le disposizioni normative sul bilancio idrico rilanciano l'esigenza di una vera e propria pianificazione degli usi della risorsa. Le misure razionali da adottare per una gestione sostenibile della risorsa riguardano principalmente:

- l'adozione dei piani di tutela delle acque e la definizione del bilancio idrico a livello di bacino ideologico;
- la definizione e il controllo dei fabbisogni idrici;
- l'aggiornamento e la revisione degli strumenti di controllo e verifica;
- il miglioramento dell'efficienza della rete di distribuzione idrica al fine di ridurre le perdite e gli sprechi;
- la razionalizzazione dell'attività irrigua e la corretta programmazione degli interventi;
- il controllo e la razionalizzazione degli emungimenti idrici;
- lo sviluppo di processi di riutilizzo delle acque reflue in agricoltura.



# Programma di monitoraggio della qualità delle acque del Ticino e dei suoi principali affluenti

# 4

Il monitoraggio della qualità delle acque del Ticino e dei suoi principali affluenti per l'anno 2003 è stato realizzato grazie alla collaborazione tra i due Parchi del Ticino Lombardo e Piemontese.

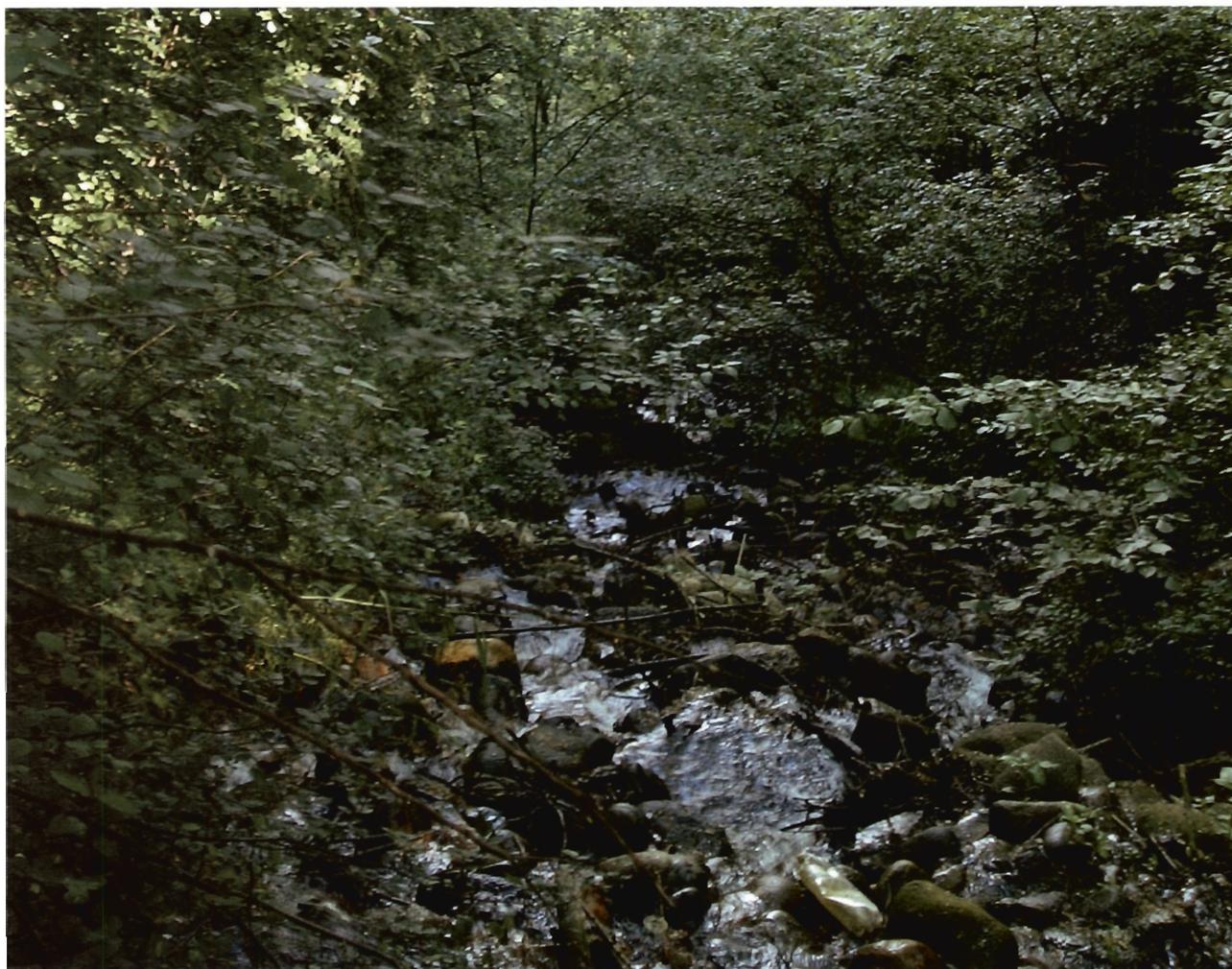
Con le indagini effettuate, i Parchi del Ticino, come già sottolineato nelle pubblicazioni precedenti, non hanno avuto in alcun modo la pretesa di sostituirsi ai regolari controlli effettuati dalle ARPA e delle ASL competenti, ma ha attivato l'attività di monitoraggio sia per usufruire di dati immediatamente disponibili per la gestione e la tutela delle acque, sia per valutare gli effetti di alterazione ecosistemica connessi alle principali fonti di inquinamento. Il lavoro di monitoraggio del Parco, non strettamente legato ad obblighi di legge, ha valutato le problematiche di rilevanza locale su cui gravano rischi di degrado qualitativo della risorsa idrica pervenendo alla conoscenza dell'impatto prodotto e delle trasformazioni indotte sui corpi idrici. Queste analisi hanno consentito di determinare l'ampiezza dell'impatto di scarichi inquinanti collegati allo sviluppo antropico (urbano, industriale e agricolo) della valle, al fine di adottare strategie gestionali finalizzate sia alla conservazione di ambienti ad elevata qualità sia al recupero di situazioni compromesse. La pubblicazione dei risultati ottenuti si pone l'obiettivo di estendere le conoscenze acquisite agli amministratori pubblici ed ai cittadini residenti affinché si possa valorizzare e ampliare la fruibilità della risorsa idrica.

I corsi d'acqua oggetto dell'indagine qualitativa sono i medesimi già monitorati nel corso del 2002 per garantire la continuità delle indagini sul fiume e completare quelle riguardanti gli affluenti:

- fiume Ticino
- torrente Strona
- torrente Arno
- roggia Cerana
- roggia Vernavola
- Canale Scolmatore di Nord Ovest

## ■ La qualità delle acque

Il programma di indagini realizzato negli anni precedenti dai Parchi ha prodotto un buon livello di caratterizzazione della qualità delle acque del fiume che ha permesso, nel 2003, di ridurre la tempistica ed il numero delle stazioni di campionamento; ciò al fine di risparmiare utili risorse che sono state destinate all'ampliamento del monitoraggio degli affluenti, che le prime indagini conoscitive del 2002 indicavano come particolarmente critici.



*Il torrente Strona*

Le stazioni sul fiume Ticino si sono, quindi, ridotte da 10 a 8 e la tempistica di campionamento ha previsto indagini bimestrali anziché mensili come negli anni precedenti.

Sugli affluenti, invece, le stazioni di monitoraggio individuate nel 2002 non sono variate ed anche la tempistica di campionamento è stata mantenuta a cadenza mensile, al fine di ottenere dati utili alla definizione dello Stato Ecologico, come previsto dal Dlvo 152/99.

In tutte le stazioni di campionamento scelte, sia sul fiume Ticino sia sugli affluenti, sono stati ricercati i parametri chimico-fisici e batteriologici comunemente misurati nelle stazioni di monitoraggio regionali e ritenuti necessari per la classificazione della qualità delle acque.

In particolare sono stati ricercati i seguenti parametri:

#### **Parametri chimico-fisici**

Temperatura, pH, Conducibilità, Ossigeno disciolto, Azoto ammoniacale, Azoto nitrico, Fosforo totale, COD e BOD<sub>5</sub>.

I parametri Temperatura, pH e Conducibilità, secondo il D.lvo 152/99, sono detti parametri di base, mentre Ossigeno disciolto, Azoto ammoniacale, Azoto nitrico, Fosforo totale, COD e BOD<sub>5</sub> sono detti “macrodescrittori” e ritenuti (unitamente al parametro microbiologico *Escherichia coli*) particolarmente significativi per la definizione del Livello di Inquinamento delle acque. Tali parametri riflettono infatti l’impatto delle attività umane sull’ambiente idrico poiché forniscono una misura del carico organico immesso e del bilancio dell’ossigeno, significativo per comprendere la risposta autodepurativa del sistema idrico.

Portata (m <sup>3</sup> . s <sup>-1</sup> )	<b>Ossigeno disciolto (mg/l)</b>
pH	<b>BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/l)</b>
Solidi sospesi (mg/l)	<b>COD (O<sub>2</sub> mg/l)</b>
Temperatura (°C)	Ortofosfato (P mg/l)
Conducibilità (µS. cm <sup>-1</sup> )	<b>Fosforo Totale (P mg/l)</b>
Durezza (mg/l di CaCO <sub>3</sub> )	Cloruri (Cl <sup>-</sup> mg/l)
Azoto totale (N mg/l)	Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> mg/l)
<b>Azoto ammoniacale (N mg/l)</b>	<b><i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)</b>
<b>Azoto nitrico (N mg/l)</b>	

I macrodescrittori, rilevati durante la campagna di monitoraggio, sono stati elaborati statisticamente attraverso una funzione definita "percentile" che, tramite la Tabella 7 dell'Allegato 1 del Dlvo 152/99, definisce, in una determinata stazione, il Livello di Inquinamento del corso d'acqua analizzato. Ai fini di questa classificazione devono essere disponibili almeno il 75% dei risultati delle misure eseguite in un arco di tempo di 24 mesi.

Il lavoro di raccolta ed analisi dei dati di qualità delle acque, intrapreso negli anni passati dal Parco ed il suo lavoro di monitoraggio diretto effettuato negli anni 2001, 2002 e 2003, ha permesso il calcolo del Livello di Inquinamento del fiume.

Per gli affluenti sono stati utilizzati i dati riferiti agli anni di monitoraggio 2002 e 2003.

*Parametri chimici e microbiologici di base (in grassetto sono indicati i parametri macrodescrittori utilizzati per la classificazione delle acque)*

Parametro	Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
100-OD (%sat.)	≤ I10I	≤ I20I	≤ I30I	≤ I50I	> I50I
BOD <sub>5</sub> (O <sub>2</sub> mg/L)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (O <sub>2</sub> mg/L)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH <sub>4</sub> (N mg/L)	< 0,03	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,5	> 1,5
NO <sub>3</sub> (N mg/L)	< 0,3	≤ 1,5	≤ 5	≤ 10	> 10
Fosforo totale (P mg/L)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,6	> 0,6
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5
LIVELLO DI INQUINAMENTO DETERMINATO DAI MACRODESCRITTORI	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60
GIUDIZIO	Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Il rilievo di questi parametri, programmato con cadenza mensile sugli affluenti e bimestrale sul fiume Ticino, non è stato effettuato nei casi in cui la portata non era adeguata al rilevamento degli stessi. Nel 2003, infatti, l'eccezionale fenomeno siccitoso ha costretto i corsi d'acqua in una condizione di asciutta per alcuni mesi consecutivi.

Oltre ai parametri sopra elencati è stata misurata anche la concentrazione

*Tabella di conversione dei valori dei macrodescrittori in Livelli di Inquinamento.*

dei tensioattivi anionici nei casi in cui, durante il campionamento, si osservava la presenza di schiume sul fiume Ticino mentre sugli affluenti i tensioattivi sono stati misurati mensilmente.

I parametri chimico-fisici sono stati analizzati da operatori dei Parchi del Ticino. Con l'ausilio di una sonda multiparametrica sono stati rilevati, in campo, i parametri Ossigeno disciolto, Temperatura, Conducibilità e pH mentre, tramite l'utilizzo di kit Dr. Lange, sono stati misurati, nel laboratorio allestito dal Parco Lombardo, gli altri parametri chimici sopra elencati; fa eccezione il BOD<sub>5</sub> che è stato analizzato dai laboratori dell'ARPA di Novara.

### **Parametri microbiologici**

I parametri microbiologici rilevati sono Coliformi totali, Coliformi fecali e Streptococchi fecali rilevati bimestralmente lungo l'asta fluviale e mensilmente sugli affluenti.

Al fine di avere un riferimento col quale rapportare il grado di compromissione batteriologica delle acque e la loro capacità autodepurativa, i valori ottenuti sul fiume Ticino sono stati rapportati al Valore Massimo Ammesso dal DPR 470/82 per la balneabilità, che impone limiti di 2000 UFC/ml per Coliformi totali e 100 UFC/ml per Coliformi fecali e per Streptococchi fecali. Tali parametri sono stati rilevati perché ritenuti significativi per la formulazione di un giudizio igienico - sanitario della acque superficiali. Ogni parametro indagato, fornisce indicazioni sia sulla fonte inquinante sia sulla efficienza dei trattamenti depurativi delle acque.

I Coliformi indicano un inquinamento recente anche di origine ambientale ed hanno, quindi, bassa specificità per la valutazione dell'efficienza dei trattamenti di depurazione. I Coliformi fecali indicano un inquinamento recente di origine strettamente fecale fornendo indicazioni specifiche sull'efficienza dei trattamenti di depurazione. Gli Streptococchi fecali forniscono informazioni su un evento inquinante remoto di origine fecale (umana e animale) e, quindi, anche in questo caso, di efficienza dei trattamenti di depurazione. Il parametro *Escherichia coli* indica, con elevata specificità, la presenza di inquinamento recente di origine fecale e di efficienza dei trattamenti di depurazione. Questo parametro, per la sua specificità, viene utilizzato, unitamente ai parametri chimico - fisici (macrodescrittori), nel calcolo del Livello di Inquinamento dei corsi d'acqua.

La tempistica del rilevamento dei parametri microbiologici è risultata analoga a quella dei parametri chimico-fisici.

Le analisi microbiologiche sono state effettuate dagli operatori dei laboratori dell'ARPA di Novara.

### **Parametri biologici**

Per la caratterizzazione biologica del fiume Ticino e degli affluenti principali, nel corso del 2003 è stato applicato il metodo I.B.E. (Indice Biotico Esteso) (Ghetti, 1997). Nell' Allegato II si riporta una breve spiegazione del metodo. La tempistica e le stazioni di campionamento sono risultate parzialmente diverse da quelle utilizzate per le indagini chimico-fisiche e microbiologiche, poiché il metodo prevede indagini stagionali.

Sul Ticino sono state monitorate, nei mesi di marzo, giugno, settembre e dicembre, sette stazioni distribuite lungo tutto il tratto sub-lacuale (Golasecca, Oleggio, Turbigo, Cerano, Vigevano, Motta Visconti, Linarolo Po) e coincidenti con i punti di campionamento chimico - fisico e batteriologico.

Il metodo è stato applicato anche sugli affluenti con la stessa cadenza stagionale, al fine di ottenere un giudizio complessivo, da integrare con i dati chimico-fisici per arrivare al calcolo dello Stato Ecologico.

Nella Tabella seguente si riportano le stazioni di monitoraggio e le rispettive indagini effettuate:

FIUME TICINO	COD.	STAZIONE	COMUNE	INDAGINE MICROBIOLOGICA	INDAGINE CHIMICO - FISICA	INDAGINE BIOLOGICA
	T1	Diga della Miorina	Golasecca	X	X	X
	T2	Ponte di ferro S.S. 527	Oleggio	X	X	X
	T3	Ponte di ferro S.S. 341	Turbigo	X	X	X
	T4	Ponte S.S.11	Boffalora s/T - Cerano	X	X	X
	T5	Ajala	Vigevano	X	X	X
	T6	Guado della Signora	Motta Visconti	X	X	X
	T7	Isola militare	Torre d'Isola	X	X	
	T8	Ponte della Becca	Linarolo Po	X	X	X

AFFLUENTI	CORSO D'ACQUA	COD.	STAZIONE	COMUNE	INDAGINE MICROBIOLOGICA	INDAGINE CHIMICO - FISICA	INDAGINE BIOLOGICA
	Strona	St1	Mornago	Mornago	X	X	
		St2	Monte autostrada	Mornago	X	X	X
		St3	Immissione Ticino	Somma Lombardo	X	X	X
	Arno	A1	Monte depuratore	Ferno	X	X	X
		A2	Valle depuratore	Ferno	X	X	X
		A3	Ultima vasca	Nosate	X	X	
		A4	Immissione Marinone	Nosate	X	X	
		A5	Marinone valle immissione Arno	Nosate			X
	Cerana	C1	Valle depuratore	Cerano	X	X	X
		C2	Immissione Ticino	Vigevano	X	X	X
	Vernavola	V1	Cascina Colombara	Pavia	X	X	X
		V2	Immissione Ticino	Pavia	X	X	X

Oltre alle indagini per la determinazione della qualità delle acque, nel corso del 2003 sono stati effettuati anche degli approfondimenti volti ad ampliare e migliorare le conoscenze sui possibili impatti presenti sul fiume e sugli affluenti.

### Calcolo dello Stato Ecologico

La recente normativa riguardante la tutela delle acque dall'inquinamento (Dlvo 152/99) si pone specifici obiettivi di salvaguardia della risorsa idrica attraverso l'integrazione delle osservazioni ricavate da diverse discipline d'indagine. I dati di natura chimico - fisica, batteriologica e biologica vengono considerate a livello interdisciplinare per giungere ad un giudizio complessivo rappresentato dallo Stato Ecologico.

Lo Stato Ecologico si ricava, infatti, incrociando il Livello di Inquinamento (LIM), individuato tramite i parametri macrodescrittori (chimico - fisici e batteriologici), con il risultato ottenuto dall'analisi dell'indice I.B.E.

Si attribuisce alla stazione di monitoraggio il risultato peggiore tra quelli individuati dai due parametri. In funzione dei valori assunti da tali indici, lo Stato Ecologico viene suddiviso in cinque classi di qualità e a ciascuna classe viene attribuito un colore di riferimento secondo lo schema esposto nella Tabella 8 dell'Allegato 1 del Dlvo 152/99.

Per il calcolo dello Stato Ecologico sono stati utilizzati i dati prodotti dai Parchi del Ticino.

Non saranno utilizzati i dati forniti dagli Enti ufficialmente preposti al controllo delle acque poiché il calcolo risulta di competenza istituzionale della Regione Lombardia.

È possibile, quindi, che i risultati da noi ottenuti differiscano da quelli prodotti dalla Regione stessa.

LIM	IBE	Classe	Giudizio	Colore
480 - 520	> 10	I	Stato Ecologico ELEVATO	Blue
240 - 475	8 - 9	II	Stato Ecologico BUONO	Green
120 - 235	6 - 7	III	Stato Ecologico SUFFICIENTE	Yellow
60 - 115	4 - 5	IV	Stato Ecologico MEDIOCRE	Orange
< 60	1 - 3	V	Stato Ecologico SCADENTE	Red

*Tabella di conversione dei valori di IBE e di LIM in classi di Stato Ecologico (tabella 8 dell'allegato 1 del Dlvo 152/99).*

Per definire lo Stato Ecologico sono stati utilizzati i dati chimico – fisici, batteriologici e biologici raccolti durante le campagne di monitoraggio degli anni 2002 e 2003. Il Livello di Inquinamento è stato calcolato applicando il 75° percentile.

### ■ Censimento degli scarichi

Dal monitoraggio delle acque effettuato negli anni 2001 e 2002, risulta che il fiume Ticino subisce un peggioramento della qualità procedendo da nord a sud, passando da una situazione qualitativa indicativamente buona a condizioni di maggiore compromissione, in particolare nel tratto terminale. La situazione qualitativa delle acque degli affluenti è risultata decisamente più critica rispetto a quella riscontrata in Ticino; oltre ad una generale condizione di scarsa naturalità dell'ambiente fluviale (evidenziata con l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale I.F.F.), gli affluenti hanno mostrato anche una scadente qualità delle acque, le cui cause sono attribuibili alle numerose attività antropiche presenti (scarichi civili e industriali e pratiche agricole intensive).

Alla luce delle criticità individuate, si è ritenuto opportuno realizzare una campagna di indagini più approfondite sugli affluenti, al fine di individuare le cause di degrado di tali corsi d'acqua ed il loro impatto sul fiume Ticino.

*Scarico nella roggia Vernavola*



Oltre alle indagini chimico-fisiche, microbiologiche e biologiche è stato effettuato il censimento degli scarichi diretti presenti nel fiume Ticino e nei suoi principali affluenti (torrenti Strona e Arno e rogge Cerana e Vernavola). Il censimento degli scarichi è stato realizzato percorrendo i corsi d'acqua ed osservando gli scarichi presenti. Per ogni scarico individuato sono state riportate, in un'apposita scheda di rilevamento, alcune informazioni descrittive quali la localizzazione (corso d'acqua, comune, riva destra o sinistra), la struttura dello scarico (tubo o altro) e la relativa dimensione, lo stato di attività al momento della visita; è stato inoltre effettuato un confronto con i dati forniti dalle Province competenti per verificare se gli scarichi osservati fossero stati effettivamente censiti e di che natura fossero (tipologia di scarico, pubblico o privato).

Sulla base dei dati ottenuti è stata realizzata una cartografia tematica in scala 1:10.000 riportante tutte le informazioni raccolte ed è stato elaborato un rapporto descrittivo per ogni corso d'acqua.

Il censimento degli scarichi, oltre a fornire una dettagliata conoscenza degli impatti diretti che insistono sui corsi d'acqua monitorati, integra e completa il lavoro di censimento dei depuratori presenti nei Parchi del Ticino; quest'ultimo lavoro ha riguardato, oltre all'integrazione e all'aggiornamento del censimento dei depuratori recettori finali di scarichi fognari realizzato nel 2000, anche il censimento dei depuratori privati non collegati ad impianti di depurazione di maggiori dimensioni (i risultati di questa indagine sono riportati nella pubblicazione "La depurazione delle acque reflue nei Parchi del Ticino", 2004).

L'insieme di queste indagini contribuisce a fornire un quadro descrittivo per la caratterizzazione della qualità delle acque e del complesso sistema di gestione dei corsi d'acqua; l'obiettivo è quello di fornire ed integrare le informazioni in possesso degli Enti istituzionalmente deputati alla gestione dei corpi idrici indagati.

### ■ Indagini sul bioaccumulo nei pesci

Nel 2003 è iniziata un'analisi biennale sul bioaccumulo di DDT e PCB nei pesci del fiume Ticino promossa dal Parco del Ticino Piemontese. L'indagine è stata realizzata in due tratti di fiume: una zona del tratto medio - alto (tra Varallo Pombia ed Oleggio) ed una nel basso corso (tra Vigevano e Pavia).

I campionamenti sono stati effettuati dalla Società GRAIA di Varano Borghi (VA), che negli scorsi anni aveva redatto la Ricerca sulla Fauna Ittica del Fiume Ticino per conto dei due Parchi del Ticino e della FIPS nazionale; le analisi sono state eseguite dall'ARPA Dipartimento di Novara.

I risultati ottenuti e maggiori dettagli della ricerca effettuata si riportano nella scheda relativa al fiume Ticino.



# Presentazione dei risultati

5



Per l'impostazione divulgativa della presente pubblicazione, non si è ritenuto opportuno inserire i dati completi relativi alle diverse analisi effettuate nel 2003 così come la localizzazione e la tipologia degli scarichi censiti. Tutte le informazioni di dettaglio e le relative cartografie sono consultabili presso le sedi centrali dei Parchi del Ticino.

## 5.1. Fiume Ticino

Il fiume Ticino ha una lunghezza complessiva di 248 km, dal passo di Novena in Svizzera, fino alla confluenza con il Po nei pressi di Pavia, con un dislivello pari a 2.809 m.

Il bacino idrografico del Ticino è pari a quasi 6.600 km<sup>2</sup> suddivisi equamente fra Svizzera ed Italia. Dopo aver alimentato il lago Maggiore, il Ticino vi fuoriesce a quota 193 m s.l.m. e con un percorso di circa 110 km confluisce nel Po a quota 56 m s.l.m. Dopo l'uscita dal lago, il Ticino scorre in una valle d'ampiezza crescente da nord a sud, incassata rispetto al livello della restante pianura e delimitata da questa da terrazzi d'altezza variabile. Il dislivello fra il greto e il piano generale della pianura diminuisce man mano che ci si allontana dal lago Maggiore: è ad esempio di 50 m ad Oleggio e di 20 m a Vigevano.



*Il Ticino a Tornavento*

Nei primi 30 km il fiume ha un andamento unicursale, vi è cioè un solo canale, che segue un percorso quasi obbligato, determinato dalla morfologia dei rilievi circostanti. Nei successivi 50 km il Ticino ha un letto largo con isole sabbiose e ghiaiose ed assume un andamento pluricursale, alimenta diversi canali che si diramano e si riuniscono, formando così una intricata rete di corsi d'acqua minori. Negli ultimi 20 km il Ticino torna ad essere unicursale con un letto meandriforme.

Le portate del Ticino sublacuale dipendono principalmente dal deflusso del lago Maggiore.

Dal 1942, il rilascio dal lago Maggiore è regolato dallo sbarramento della diga della Miorina e i dati disponibili indicano valori di portata compresi tra

i 35 e 1000-1500 m<sup>3</sup>/s, con minimi nelle stagioni invernali (febbraio) ed estive (agosto, minimi assoluti) e massimi nelle stagioni intermedie (da aprile a giugno e da settembre a ottobre) durante i periodi piovosi.

Le affluenze, costituite da acque di scarico dei centri urbani, dalle acque di piena eccedenti la capacità di bacini a nord di Milano (che giungono al Ticino attraverso il Canale Scolmatore di Nord Ovest), dalla restituzione di acque irrigue e dalle sorgive, possono essere considerate all'incirca pari alle acque captate dalle derivazioni (per uso prevalentemente agricolo).

Il fiume Ticino è interessato da numerose opere di derivazione delle sue acque e da alcuni affluenti sia di origine naturale sia artificiale.

Partendo da nord in sponda destra, in corrispondenza dello sbarramento di Porto della Torre in comune di Somma Lombardo, vengono derivati il Canale Regina Elena con una portata di 70 m<sup>3</sup>/s e il Canale Industriale con portata di 120 m<sup>3</sup>/s, che alimenta le centrali elettriche di Vizzola Ticino, Tornavento e Turbigo. Più a valle ci sono prelievi minori: la roggia di Oleggio (7,4 m<sup>3</sup>/s), la roggia Molinara di Castano (1,5 m<sup>3</sup>/s), le rogge Clerici e Simonetta con portate inferiori a 10 m<sup>3</sup>/s.

Più a sud del comune di Turbigo, il Naviglio Langosco ha una portata di 23 m<sup>3</sup>/s e in comune di Cuggiono, incrementato da una ulteriore derivazione al ponte di Boffalora, viene derivato il Naviglio Sforzesco, con portata di 54 m<sup>3</sup>/s.

Sempre in sponda destra, all'altezza di Vigevano, avviene l'ultimo prelievo con la roggia Castellanza-Magna.

Lungo l'asta fluviale il tratto critico del Ticino va da Porto della Torre a Turbigo in cui i prelievi sono quantitativamente pari alla portata media di 300 m<sup>3</sup>/s e il bilancio teorico tra portata e prelievi del fiume è pari a zero per un tratto di 10 km.

L'importanza della quantità delle acque del Ticino presenti nell'alveo, è da mettere in relazione alla maggiore o minore possibilità di diluizione delle sostanze

*Il Ticino a Pavia*



inquinanti. Infatti più acqua viene prelevata, più aumenta il tasso inquinante di quella che rimane e più aumenta il pericolo di compromissione dei delicati ecosistemi ad essa collegati. Da un calcolo approssimativo si può ipotizzare che circa metà dell'acqua usata per il funzionamento delle centrali ritorna al Ticino, l'altra metà se ne va verso Milano attraverso il Naviglio Grande o ad irrigare le campagne lomelline attraverso il Naviglio Langosco e Sforzesco. Questo evento riduce in parte l'impatto negativo ma è chiaro che nel tratto che intercorre tra il punto di prelievo e quello di utilizzo si riscontrano pesanti deficit idrici.

Inoltre per quanto riguarda i prelievi ad uso agricolo, la quantità di acqua utilizzata e restituita dipende essenzialmente dalla composizione geologica dei terreni che vengono irrigati. Procedendo da nord a sud, nel territorio del Parco del Ticino, la composizione geologica del territorio diventa sempre meno permeabile e questo determina una diminuzione progressiva della velocità di movimento delle acque sotterranee che sono costrette a subire un fenomeno di rigurgito. Si assiste così alla presenza delle risorgive di pianura, particolarmente intense nella fascia tra Magenta e Abbiategrasso in riva sinistra e in riva destra fra Tre-cate e Cassolnovo: la cosiddetta "fascia dei fontanili". Queste opere, realizzate dall'uomo per utilizzare le acque di risorgiva, hanno disegnato una fitta rete di canali atti ad irrigare una vasta superficie coltivata. Sotto la fascia dei fontanili si riscontra una diminuzione di permeabilità da cui deriva l'intensificarsi del reticolo idrografico superficiale.

Il regime idrologico del Ticino non mostra, quindi, una situazione drammatica, soprattutto se paragonata ad altri fiumi italiani, ma è comunque importante ricordare che, nei periodi di magra, si rilevano brusche diminuzioni in corrispondenza delle derivazioni d'acqua che portano a registrare in alcuni punti portate minime inferiori ai 10 m<sup>3</sup>/s che perdurano anche per lunghi periodi; è chiaro che queste portate sono assolutamente insufficienti al mantenimento attivo degli ecosistemi e inficiano pesantemente le capacità autodepurative del fiume.

### Stazioni di campionamento

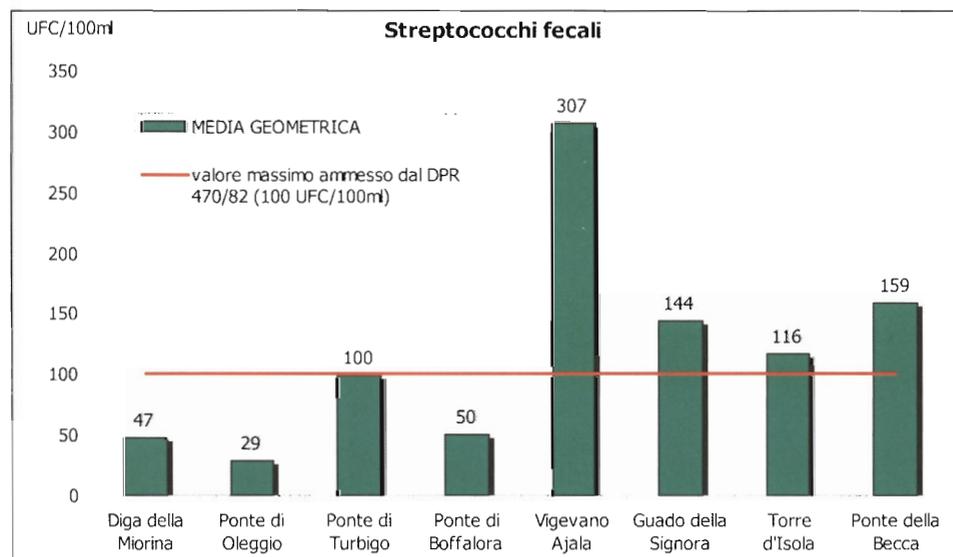
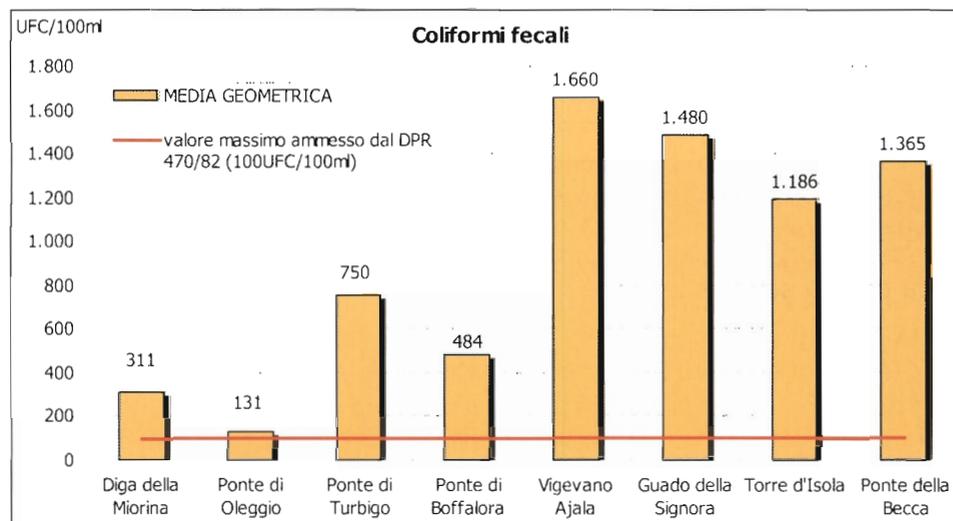
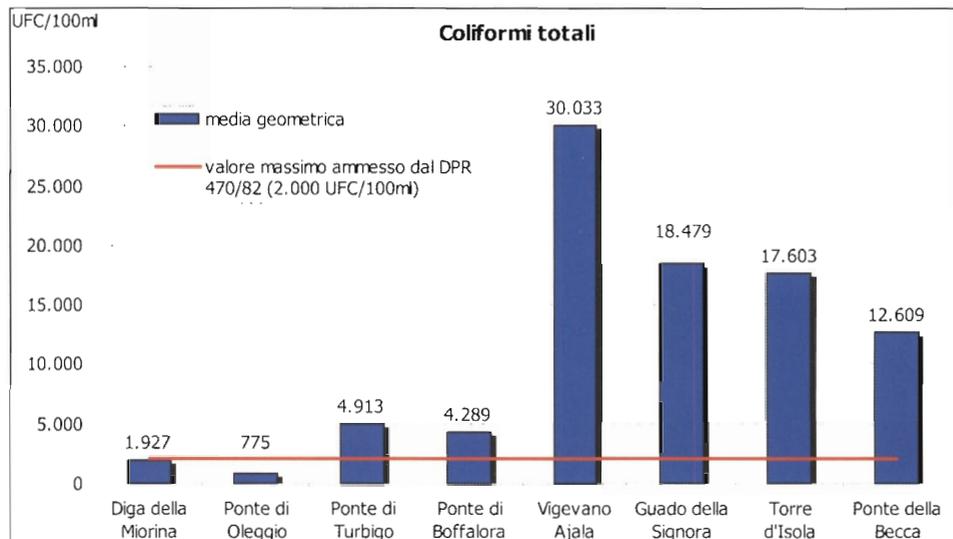
Le stazioni oggetto del monitoraggio, in direzione nord - sud sono elencate nella tabella seguente:

CODICE	PROVINCIA	COMUNE	LOCALITÀ
T1	Varese - Novara	Golasecca	Diga della Miorina
T2	Milano - Novara	Oleggio	Ponte di ferro S.S. 527
T3	Milano - Novara	Turbigo	Ponte di ferro S.S. 341
T4	Milano - Novara	Boffalora s/T	Ponte S.S.11
T5	Pavia	Vigevano	Ajala
T6	Pavia	Motta Visconti	Guado della Signora
T7	Pavia	Torre d'Isola	Isola militare
T8	Pavia	Linarolo Po	Ponte della Becca

Le stazioni scelte sono state giudicate significative per la caratterizzazione della qualità ecologica del fiume, per la loro ubicazione e per la presenza di serie storiche di dati. L'ubicazione delle stazioni è tale da poter coprire tutta la lunghezza dell'asta fluviale mantenendo una approssimativa equidistanza tra le stesse. Inoltre, alcune si trovano a valle dell'immissione di importanti scarichi di depuratori o affluenti di altra natura; ad esempio le stazioni di Turbigo e Vigevano si trovano rispettivamente a valle dello scarico del depuratore di Bellinzago novarese, di quello del Magentino e del Canale Scolmatore di Nord-Ovest, della roggia Cerana e dello scarico del Depuratore di Abbiategrasso. Infine, l'ultima stazione (Linarolo Po) è rappresentativa della situazione immediatamente precedente l'immissione del Ticino nel fiume Po.

## Analisi microbiologiche

Le indagini microbiologiche sul fiume Ticino hanno avuto cadenza bimestrale poiché si è preferito concentrare un maggiore sforzo di campionamento sugli affluenti, data la presenza di serie storiche di dati riferiti al fiume rilevati sia dal Parco del Ticino sia dagli Enti ufficialmente preposti al controllo. Di seguito si riportano i risultati ottenuti.



Dall'osservazione dei grafici risulta che, procedendo dal lago Maggiore fino alla confluenza con il Po, tutti i parametri indagati seguono il medesimo andamento ed esiste una netta separazione tra i valori coincidenti con la stazione di Abbiategrasso in cui il fiume è diviso in una parte nord, in cui i valori sono inferiori o prossimi ai valori di riferimento, ed una parte sud in cui tali limiti vengono nettamente superati.

Il primo tratto, a partire dal lago Maggiore fino alla stazione di Boffalora, non evidenzia particolari sintomi di inquinamento microbiologico. Pur ricevendo immissari più o meno inquinati (torrente Strona, torrente Lenza, depuratore di Turbigo, depuratore di Bellinzago ed altri scarichi della sponda piemontese), e pur subendo forti prelievi di acqua (canale Regina Elena, canale Villorosi, canale Industriale, roggia Oleggio), questo tratto riesce a sostenere un efficace processo di autodepurazione. Esiste probabilmente anche un processo di diluizione dovuto alle numerose risorgive presenti soprattutto tra le stazioni di Oleggio e Boffalora.

Procedendo verso valle si individua un secondo tratto dove si assiste ad un netto peggioramento della qualità microbiologica. A partire dalla stazione di Abbiategrasso, infatti, si evidenzia il netto superamento dei Valori Massimi Ammessi dal DPR 470/82 spiegabile dalla sua ubicazione posta a valle dello scarico del depuratore del Magentino e del Canale Scolmatore di Nord Ovest (CSNO), i quali apportano, come già evidenziato nelle precedenti campagne di monitoraggio, acque con un elevato grado di inquinamento di origine fecale. In questo secondo tratto, inoltre, vengono restituite le acque precedentemente sottratte al fiume ed utilizzate sia per l'irrigazione sia per la produzione di energia elettrica.

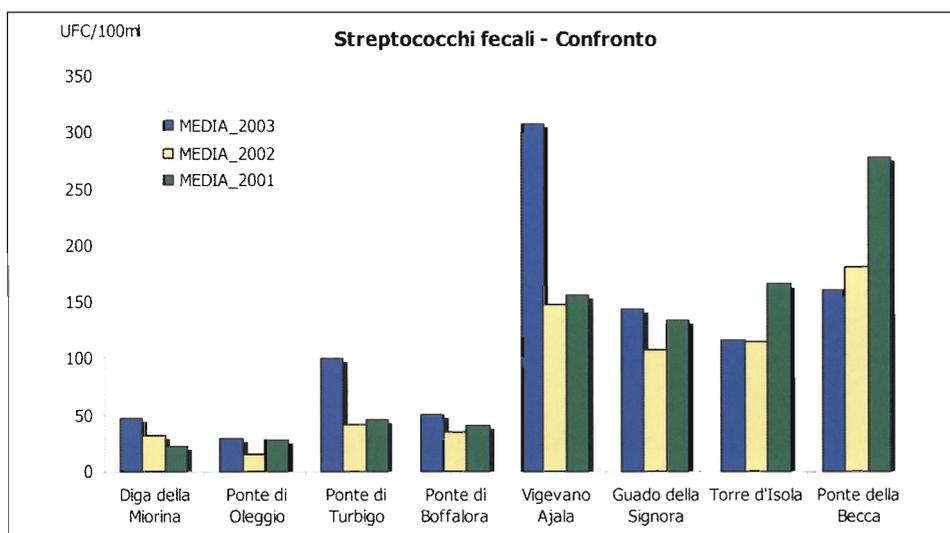
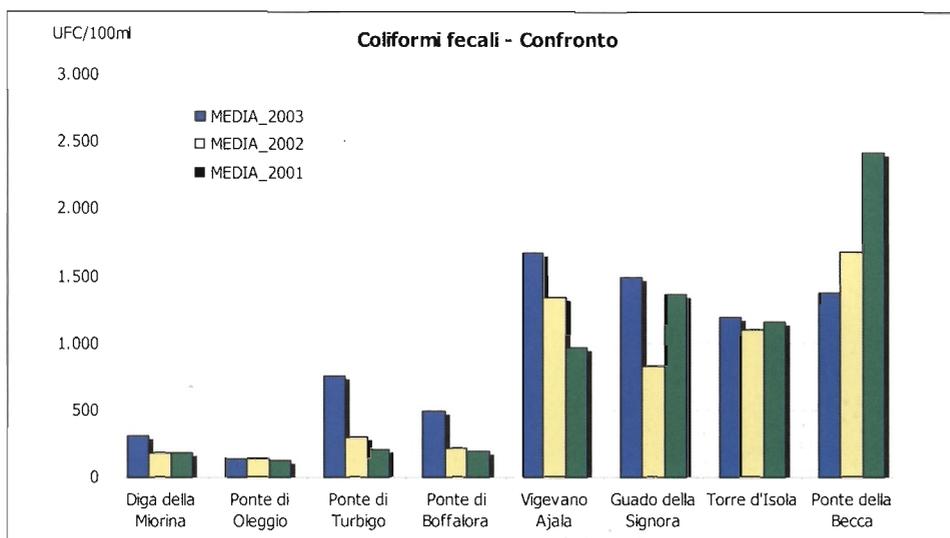
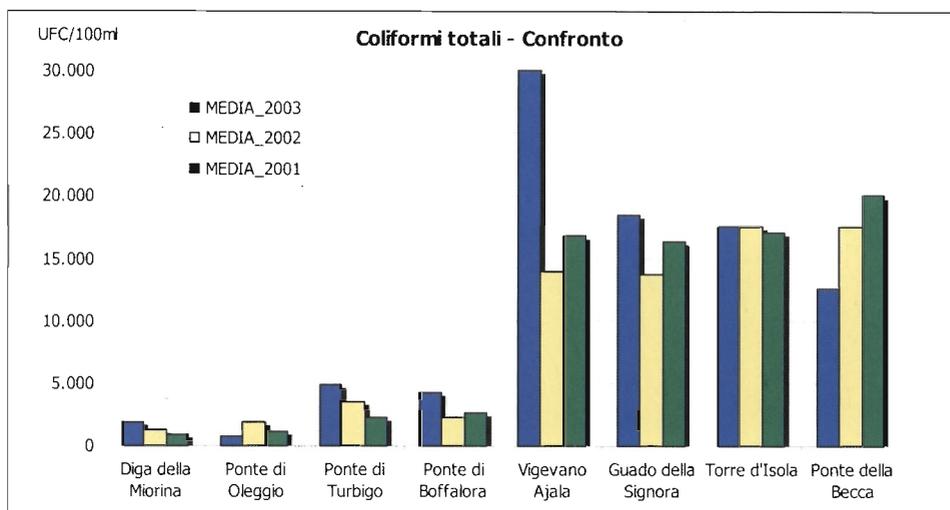
Un rilevante aumento delle concentrazioni (valori pressoché doppi rispetto a quelli della stazione di Abbiategrasso) si registra anche nella stazione di Vigevano a causa del considerevole apporto di inquinanti provenienti dalla roggia Cerana alimentata prevalentemente dallo scarico del depuratore Consortile di Cerano.

Il parziale abbattimento della carica batteriologica registrato nella stazione di Motta Visconti e Torre d'Isola è presumibilmente dovuto alla elevata funzionalità del fiume registrata in questo tratto con l'applicazione dell'indice I.F.F. (Applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale - I.F.F.- al sistema idrografico del Fiume Ticino, 2002) e che si riflette nella maggiore capacità autodepurativa delle sue acque; ma, nonostante i valori registrati in questa stazione si riducano leggermente rispetto a quelli misurati a Vigevano, nell'ultima stazione aumentano nuovamente verosimilmente a causa degli scarichi derivanti dall'abitato di Pavia e dall'apporto inquinante proveniente dalla roggia Vernavola.

Pur potendo generalmente annoverare tra le peculiarità di un fiume l'aumento della concentrazione batterica e degli inquinanti in genere a carico delle acque lungo il loro percorso verso la foce, sono da ritenersi critici gli aumenti considerevoli che si registrano ormai da diversi anni sul Ticino.

Al fine di avere una visione complessiva della qualità delle acque nel tempo, è stato effettuato un confronto tra i dati microbiologici rilevati nell'anno 2003 con quelli rilevati negli anni 2001 e 2002. Nei grafici seguenti si riportano i risultati ottenuti per i tre parametri indagati.

Dall'osservazione dei grafici si può notare che l'andamento delle concentrazioni nei tre anni è analogo. Per l'elevata variabilità dei dati batteriologici, una netta differenza di concentrazione si otterrebbe solo in presenza di valori che si discostano di almeno un ordine di grandezza, mentre nei grafici si nota come essi differiscano di sole poche unità. Analoga considerazione può essere avanzata anche per i dati rilevati a partire dal 1998 (non riportati in questo volume) in quanto non si discostano significativamente

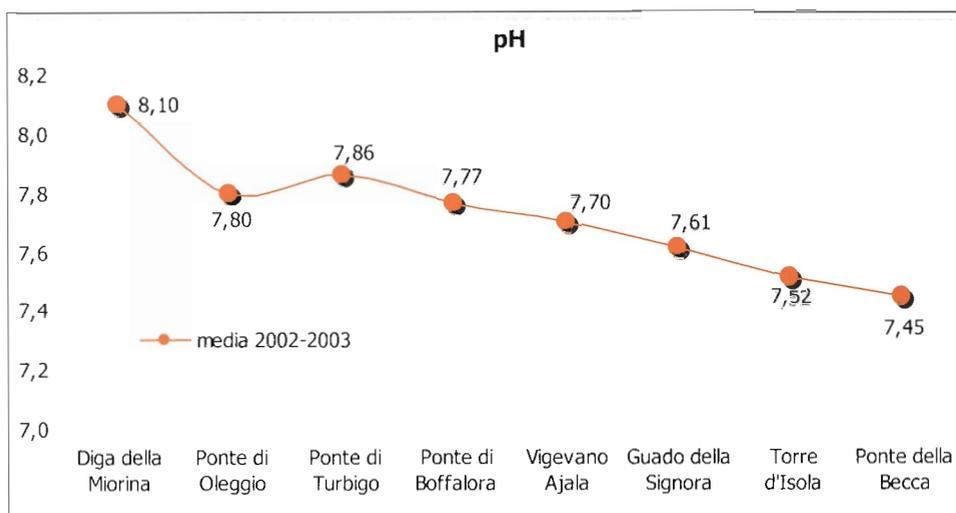


da quelli rilevati negli ultimi tre (2001 - 2003).

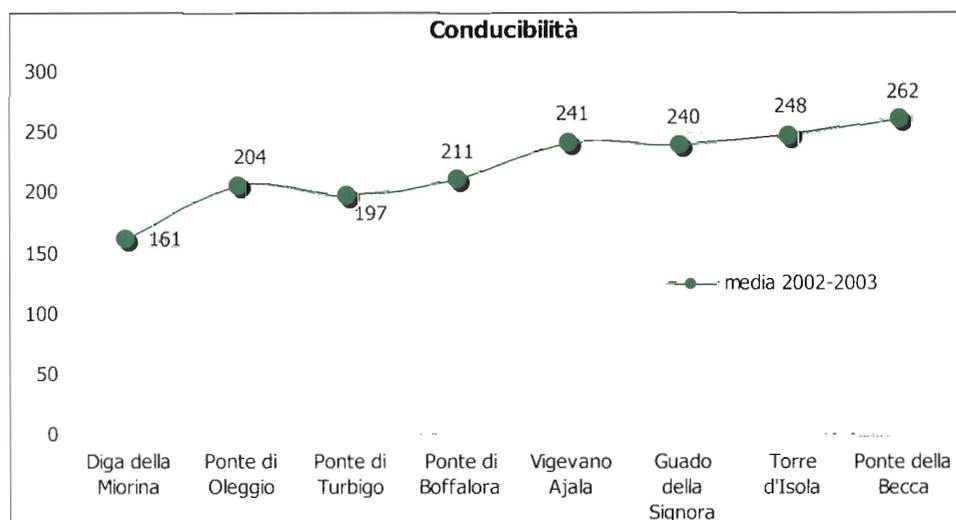
Nonostante le differenze non risultino significative, è possibile rilevare un leggero aumento dei dati rilevati nel 2003 in tutte le stazioni ed in particolare nella stazione di Vigevano; ciò è stato verosimilmente causato dall'eccezionale siccità verificatasi nel 2003, che ha prolungato il normale regime di magra estiva del Ticino e provocato un aumento di concentrazione della carica microbiologica presente.

### Parametri macrodescrittori

Il monitoraggio chimico-fisico ha considerato, oltre all'analisi di alcuni parametri di base (pH, Temperatura e Conducibilità) i sette parametri, detti "macrodescrittori" secondo il D.lvo 152/99, particolarmente significativi per la definizione dell'inquinamento delle acque: Azoto ammoniacale e nitrico, Ossigeno disciolto, BOD<sub>5</sub>, COD, Fosforo totale e *Escherichia coli*. Di seguito si riportano i risultati ottenuti.



I valori di pH misurati indicano che questo parametro ha un range medio di variabilità che oscilla tra un massimo di 8,10 rilevato nella stazione Diga della Miorina ed un minimo di 7,45 registrato al Ponte della Becca. Come già osservato negli anni precedenti, i valori di pH decrescono da nord a sud.



Si osserva un aumento della conducibilità media percorrendo l'asta fluviale da nord a sud. La conducibilità elettrica specifica è la misura della capacità del corso d'acqua di trasportare corrente elettrica. Pertanto essa è in relazione alla presenza di ioni, alla loro concentrazione, mobilità e valenza. Un leggero aumento della conducibilità dalle sorgenti alla foce di un fiume è fisiologica e dovuta all'aumento naturale di sostanza organica presente in acqua. I valori registrati in Ticino non indicano particolari situazioni di criticità per questo parametro.

Per l'attribuzione dei punteggi ai singoli parametri macrodescrittori e, quindi, dei totali per l'individuazione del Livello di Inquinamento della stazione, per il Ticino sono stati utilizzati i dati riferiti a tre anni di indagine (2001,

2002 e 2003), nonostante nel 2003 i campionamenti abbiano avuto una cadenza bimestrale.

Per ogni parametro viene riportato sia il valore statistico del 75° percentile (valore tale per cui il 75% dei dati considerati risultano a questo inferiore) del periodo di rilevamento sia il punteggio ad esso attribuito secondo la tabella di conversione dei valori dei macrodescrittori in Livelli di Inquinamento. Nelle ultime due colonne viene riportato il punteggio Totale ottenuto in ogni stazione e il relativo Livello di Inquinamento (L.I.).

	Ossigeno disciolto		BOD <sub>5</sub> °		COD		Azoto ammoniacale		Azoto nitrico		Fosforo totale		Escherichia coli		TOTALI	L.I.
	100-OD (% sat.)		mg/l O		mg/l O		mg/l N		mg/l N		mg/l P		UFC/100ml			
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**		
Diga della Miorina	108	80	2,00	80	6,51	40	0,050	40	0,800	40	0,70	5	208	40	325	II
Ponte di Oleggio	107	80	2,00	80	6,19	40	0,050	40	1,400	40	0,59	10	110	40	330	II
Ponte di Turbigo	106	80	2,13	80	6,72	40	0,052	40	1,075	40	0,27	20	435	40	340	II
Ponte di Boffalora	107	80	2,00	80	6,02	40	0,035	40	1,190	40	0,21	20	348	40	340	II
Vigevano Ajala	100	80	2,00	80	6,57	40	0,071	40	1,668	20	0,15	40	973	40	340	II
Guado della Signora	95	40	2,05	80	5,90	40	0,070	40	1,605	20	0,15	40	913	40	300	II
Torre d'Isola	94	40	2,36	80	7,35	40	0,082	40	1,608	20	0,22	20	1.525	20	260	II
Ponte della Becca	91	40	2,00	80	7,25	40	0,088	40	1,578	20	0,20	20	1.000	40	280	II

Il Livello di Inquinamento ottenuto dall'analisi dei macrodescrittori risulta per tutte le stazioni monitorate uguale a II (Livello Buono), ma osservando il trend dei valori dalla stazione di Sesto Calende a quella di Linarolo si evidenzia una tendenza al peggioramento. L'andamento dei parametri chimici, quali l'ossigeno disciolto, l'azoto nitrico e ammoniacale e il parametro microbiologico Escherichia coli, mostrano un trend negativo procedendo verso la confluenza. In particolare, l'Ossigeno disciolto ha un Livello di Inquinamento (L.I.) pari a I per tutta la lunghezza del fiume, mentre a partire da Motta Visconti passa ad un L.I. pari a II. Il fosforo ha un comportamento inverso rispetto agli altri parametri, indicando maggiori concentrazioni nella parte nord del fiume. Questo fenomeno potrebbe essere spiegato ipotizzando una sua graduale deposizione con un conseguente intrappolamento nei sedimenti. Questa ipotesi dovrà essere verificata con ulteriori indagini poichè altre fonti di dati indicano un comportamento analogo agli altri parametri. I rimanenti parametri chimici si mantengono costanti lungo tutta l'asta fluviale rientrando sempre in un Livello di Inquinamento pari ad I per BOD5 e pari II per il COD e l'azoto ammoniacale.

Oltre ai parametri sopra descritti è stata misurata la presenza di tensioattivi anionici solo nei casi in cui risultava evidente la presenza di schiume nel fiume, poichè le misure effettuate su campioni di acqua senza evidente presenza di schiume hanno evidenziato valori inferiori al limite di rilevabilità del metodo utilizzato (0,2 mg/L come MBAS), che coincide con il valore guida per la determinazione dell'idoneità delle acque alla vita dei pesci salmonidi. Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti.

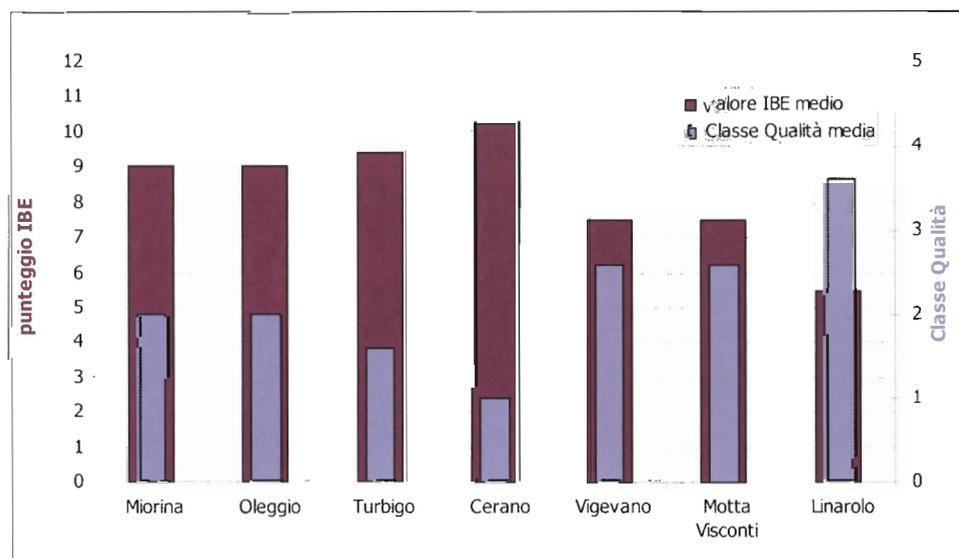
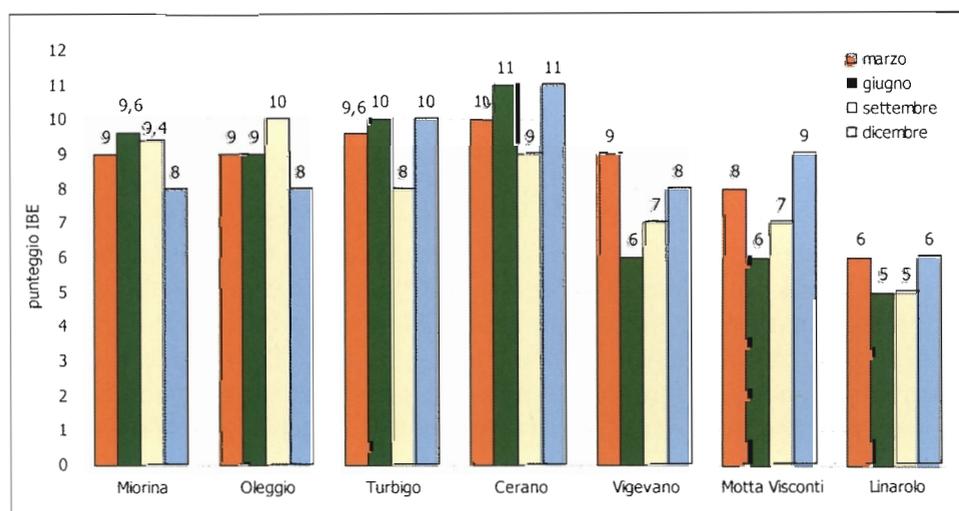
Come si può osservare dalla tabella, la presenza evidente di schiume nel 2003 è stata osservata solo tre volte durante i campionamenti. I dati riportati mostrano problemi sporadici di inquinamento da tensioattivi probabilmente associati a saltuari inefficienze dei depuratori di scarichi civili ed industriali. Da notare la presenza quasi costante di schiume nella stazione di Turbigo.

\* Calcolo effettuato solo su dati del 2003.

	TENSIOATTIVI ANIONICI (espressi in mg/L come MBAS)						
	2002				2003		
	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Agosto	Ottobre	Dicembre
Presa Pan Perduto	0,324	0,325					
Ponte di Turbigo		0,426		0,200	0,382	0,435	0,533
Ponte di Boffalora			0,282	0,309		0,586	
Vigevano Ajala				0,333			
Guado della Signora				0,349			
Torre d'Isola		0,279		0,480			
Ponte della Becca				0,363			

### Indagini biologiche

I risultati delle analisi biologiche effettuate dai Parchi del Ticino nell'anno 2003 mostrano, come già evidenziato nei paragrafi precedenti, una situazione sostanzialmente immutata rispetto a quella del 2002.



Le analisi biologiche confermano quanto ripetuto gli scorsi anni e quanto già sottolineato nei paragrafi precedenti: il fiume Ticino presenta uno scendimento significativo nella qualità delle sue acque progredendo dal tratto medio alto a quello medio basso.

	valore IBE medio	Classe Qualità media	
Miorina	9	II	
Oleggio	9	II	
Turbigo	9/10	II	I
Cerano	10	I	
Vigevano	7/8	III	II
Motta Visconti	7/8	III	II
Linarolo	5/6	IV	III

La prime due stazioni del tratto sublacuale, mostrano una seconda classe di qualità corrispondente ad un ambiente con moderati sintomi di inquinamento, probabilmente a causa dei numerosi scarichi presenti nel primo tratto di fiume in uscita dal lago Maggiore ed ubicati prevalentemente in prossimità dell'abitato di Sesto calende.

Il miglioramento che si osserva nelle due stazioni successive è verosimilmente dovuto sia all'efficiente capacità autodepurativa del fiume, sia alla ridotta presenza di scarichi, eccezion fatta per quelli derivanti da attività di ristorazione. La ridotta pressione antropica in questo tratto fluviale consente la salvaguardia di una comunità macrobentonica diversificata e stabile, che a sua volta concorre al mantenimento di un adeguato equilibrio dell'ecosistema fluviale. La stazione di Vigevano scelta appositamente a valle dell'ingresso del depuratore mostra evidenti segni di sofferenza dovuti agli scarichi posti a monte, ed in particolare all'ingresso del collettore del depuratore di Vigevano. Questo impatto è stato particolarmente negativo nel lungo periodo di magra verificatosi nel corso dell'estate 2003, durante il quale si è verificato un decremento di una classe di qualità rispetto al campionamento primaverile (da II a III); nel periodo invernale, in contemporanea con un leggero innalzamento della portata, si è assistito ad un miglioramento della qualità dell'acqua ed ad un corrispondente incremento del giudizio di qualità, riportatosi su una II classe. La comunità macrobentonica presente in questo punto è sostanzialmente sempre la stessa, con i taxa più sensibili rappresentati dagli Efemerotteri *Ecdyonurus* ed *Ephemerella*, la costante presenza di diverse unità sistematiche di Tricotteri ed una discreta rappresentanza di Ditteri, Crostacei, Irudinei ed Oligocheti. Da segnalare è il rinvenimento nel campionamento di dicembre di un esemplare di Plecottero, *Perlodes*, mai segnalato in Ticino stando a quanto riportato nell'Atlante della Biodiversità edito dal Parco del Ticino.

Nella stazione posta a valle del comune di Motta Visconti, si rileva una situazione sostanzialmente simile a quella di Vigevano, con un giudizio oscillante fra una seconda ed una terza classe di qualità. Anche la comunità è sostanzialmente analoga, con la presenza di *Ecdyonurus* ed *Ephemerella*; il substrato più sabbioso permette anche l'insediamento di un altro Efemerottero sensibile all'inquinamento, l'*Ephemera*.

L'ultima stazione è posta a monte del Ponte della Becca e un chilometro a valle della confluenza di un affluente molto inquinato, la roggia Vernavola. In questo tratto la corrente è molto lenta e laminare e il substrato è molto omogeneo, prevalentemente costituito da sabbia e limo. La condizione qualitativa è abbastanza compromessa ed il giudizio si attesta su una III classe nei periodi primaverile e tardo autunnale ed una IV nel periodo di siccità estiva. La comunità è decisamente semplificata, in quanto scompaiono i taxa più sensibili e diventano dominanti i Gammaridi ed i Chironomidi, organismi non particolarmente esigenti.

## Stato Ecologico

Il Dlvo 152/99 prevede il calcolo dello Stato Ecologico per la caratterizzazione di un corso d'acqua, che si ottiene incrociando i valori ottenuti con le indagini biologiche con quelli dati dai macrodescrittori; si considera, come già ricordato nelle parti introduttive, il punteggio peggiore ottenuto con i due metodi di indagine.

Lo Stato Ecologico del fiume Ticino è stato calcolato nelle stazioni in cui erano disponibili i dati di due anni di campionamenti ed ha portato ai seguenti risultati:

Stazione	Località	LIM	IBE	Stato Ecologico
T1	Miorina	325 (II)	9 (II)	II
T3	Turbigo	340 (II)	9 (II)	II
T5	Vigevano	340 (II)	8/7 (II/III)	II III
T6	Motta Visconti	300 (II)	7 (III)	III
T8	Linarolo	280 (II)	6 (III)	III

I risultati ottenuti indicano che lo Stato Ecologico del Ticino subisce un peggioramento procedendo da nord a sud, come indicato anche dai diversi parametri considerati singolarmente.

Le prime due stazioni monitorate ottengono un giudizio buono, che corrisponde alla II Classe, mentre un sensibile peggioramento si rileva all'altezza di Vigevano che scade in una classe intermedia tra la seconda e la terza. Le stazioni di Motta Visconti e Linarolo Po presentano entrambe uno Stato Ecologico sufficiente (Classe III), ma in prossimità della confluenza con il Po il punteggio peggiora sia dal punto di vista dei macrodescrittori sia biologico. Da un confronto con i valori di Stato Ecologico ottenuti nel 2002, non si osservano cambiamenti sostanziali, a dimostrazione del fatto che non sono stati presi provvedimenti efficaci per la limitazione degli impatti, in particolare nel tratto medio - basso del fiume, dove la capacità autodepurativa del Ticino risulta compromessa. Poiché l'obiettivo ambientale fissato dalla normativa nazionale è il raggiungimento dello stato di qualità "buono" entro il 2016, sarà opportuno che le autorità competenti intervengano in modo deciso per risolvere i problemi che determinano questo scadimento di qualità.

## Censimento degli scarichi

Gli scarichi presenti sul Ticino erano stati precedentemente individuati tramite i dati forniti dalle Province e cartografati mediante applicazione GIS. Nel presente lavoro sono state effettuate alcune uscite di controllo, limitatamente al tratto compreso tra Bereguardo e Pavia, finalizzate alla verifica di eventuali discrepanze tra la reale situazione ed i dati in possesso.

Dai sopralluoghi è emerso che i dati della Provincia appaiono senz'altro maggiormente informativi rispetto ai controlli visivi; questo è dovuto alle difficoltà pratiche di osservazione riscontrate in campo dovute al fatto che probabilmente molti scarichi sono sommersi o nascosti dai massi utilizzati per le difese spondali. In altri casi le condotte non scaricano direttamente nel fiume ma in rami laterali difficilmente percorribili. Per tale motivo si è ritenuto inopportuno impegnare mezzi e risorse per ottenere dati meno significativi dell'esauriente banca dati già esistente.

Nel tratto percorso, gli scarichi individuati sono principalmente quelli dei troppo pieni da stazioni di sollevamento a differenza degli scarichi civili che, nella maggior parte dei casi non sono stati rilevati per le difficoltà sopra esposte.

Il fiume Ticino è interessato da numerosi scarichi di diversa natura; essi sono concentrati prevalentemente nei tratti in cui le aree urbanizzate si trovano a ridosso del fiume, come ad esempio in corrispondenza di Sesto Calende, Vigevano, Pavia o nelle zone in cui sono presenti attività di ristorazione. I tratti che scorrono in zone di maggiore naturalità presentano solo scarichi isolati, rappresentati principalmente da depuratori. I tratti meno interessati dagli scarichi sono quelli compresi tra Somma Lombardo e Cuggiono e tra Motta Visconti e Torre d'Isola.



Scarico di un troppo pieno nel comune di Pavia

### **Monitoraggio dell'inquinamento da DDT e PCB dell'ecosistema fluviale del Ticino**

L'inquinamento da DDT nel lago Maggiore è stato accertato nel 1996, a seguito di sversamenti nell'affluente Toce da parte dell'Enichem di Pieve Vergonte. La presenza dell'insetticida nella fauna ittica ha indotto le Autorità sanitarie ad adottare misure restrittive che, per la parte italiana, hanno riguardato il divieto di consumo alimentare umano di alcune specie con concentrazioni dell'inquinante superiori ai limiti di legge. Per affrontare questa situazione è stato predisposto un progetto di indagini dettagliate, iniziate nel 1998 e tuttora in corso, allo scopo di:

- monitorare la distribuzione del DDT nei diversi comparti funzionali biotici ed abiotici del lago e dei suoi tributari
- valutare i meccanismi di trasferimento in lago e lungo la catena alimentare
- riconoscere eventuali danni arrecati alla funzionalità ecosistemica e la presenza di criticità nei suoi componenti
- identificare l'estensione spaziale della contaminazione e la sua durata nel tempo
- accertare la presenza di possibili fonti di inquinamento

È evidente come le indagini riguardino solo il lago Maggiore ed i suoi affluenti, nessun controllo è invece stato previsto per il Ticino emissario: sono state totalmente ignorate le conseguenze dell'inquinamento da DDT nel comparto fluviale.

Da analisi effettuate nel 1994, dal Parco Lombardo del Ticino, su campioni di anguilla e cavedano del fiume, non era stata rilevata presenza di DDT nelle carni dei pesci.

Nell'ambito del monitoraggio 2003 della qualità delle acque del fiume, svolto dai Parchi del Ticino, è stato deciso di controllare nuovamente lo stato di inquinamento da DDT nei pesci. Poiché nel lago si è riscontrato anche un inquinamento da PCB, si è provveduto anche per il Ticino alla ricerca di questi composti.

Sono pertanto state programmate due campagne finalizzate al rilevamento di DDT ed Omologhi e dei PCB nelle carni dei pesci.

Sono stati prelevati, nei mesi di marzo 2003 e 2004, alcuni esemplari di anguilla, barbo e cavedano provenienti da due tratti di fiume: una zona a monte (tra Varallo Pombia ed Oleggio) ed una zona a valle (tra Vigevano e Pavia). I campionamenti sono stati effettuati dalla Società GRAIA di Varano Borghi (VA), che negli scorsi anni aveva redatto la Ricerca sulla Fauna Ittica del Fiume Ticino per conto dei due Parchi del Ticino e della FIPS nazionale; le analisi sono state eseguite dall'ERPA Dipartimento di Novara.

La scelta delle specie è stata determinata dalla relativa facilità di campionamento nel fiume, dal loro ruolo trofico e dalla pressione di pesca a fini alimentari cui sono soggette stando ai dati sino ad ora raccolti.

L'analisi per la ricerca del DDT e del PCB è stata eseguita su campioni costituiti ciascuno da un pool di 10 pesci (solo parte edibile) per ogni specie ed il risultato espresso in mg di DDT (somma DDT ed Omologhi) e mg di PCBs totali per Kg di alimento. L'analisi è stata fatta in GC/ECD e in GC/MS dopo estrazione e purificazione mediante Gel-Permeation. La quantità di materia grassa è stata ottenuta mediante estrazione di 10 g di sostanza in Soxhlet con etere etilico per 8 ore (Rapporti Istisat 96/34 pag. 39).

La scelta di effettuare le analisi su un pool di individui della stessa specie, anziché su ogni singolo individuo, è determinata dalla necessità di usare una metodica simile a quella adottata per le analoghe ricerche nel lago Maggiore.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle campagne di monitoraggio 2003 - 2004 sul fiume Ticino.

	LAGO Marzo 2002		TICINO 1994		TICINO Marzo 2003		TICINO Marzo 2004		LIMITE DDT D.M. 19/2000 mg/Kg	LIMITE PCBs cons mg/Kg
	DDT totale mg/Kg	PCBs totali mg/K	DDT totale mg/Kg	PCBs totali mg/K	DDT totale mg/K	PCBs totali mg/Kg	DDT totale mg/Kg	PCBs totali mg/Kg		
ANGUILLA Stazione Nord					0,719	0,810	0,707	0,493	0,100	0,100
ANGUILLA Stazione Sud			<0,001	N.R.	0,274	0,341	0,166	0,226		
BARBO Stazione Nord					0,036	0,030	0,012	0,018	0,050	0,100
BARBO Stazione Sud					0,068	0,054	0,018	0,027		
CAVEDANO Stazione Nord	0,093	0,023	< 0,001	N.R.	0,040	0,054	0,011	0,029	0,050	0,100
CAVEDANO Stazione Sud			< 0,001	N.R.	0,039	0,044	0,004	0,010		

I dati sono stati confrontati con quelli del marzo 2002 relativi al monitoraggio del lago Maggiore (solo il cavedano era comune alle specie del Ticino) e con quelli del campionamento Ticino 1994 (solo anguilla stazione sud e cavedano sono comuni al campionamento 2003-04).

I risultati delle analisi evidenziano una situazione di compromissione della fauna ittica nel Ticino ad opera di DDT e Omologhi e dei PCB. In particolare si può notare come nel 2003 per le anguille della zona campionata a monte ed a valle e per i barbi in quella a valle, sono superati i limiti per DDT previsti dal D.M. 19/5/2000 per il consumo umano.

Nella campagna 2004 le anguille della zona campionata a monte ed a val-

le superano ancora i limiti previsti per il DDT pur registrando un lieve decremento nella zona sud, mentre i barbi rientrano nella norma.

Per quanto riguarda i PCB le anguille della zona campionata a monte e a valle superano il limite consigliato in entrambi gli anni, mentre il barbo rientra nei limiti nel 2004.

Il cavedano rientra nei limiti sia per il DDT sia per il PCB in entrambi gli anni, avendo una percentuale di materia grassa inferiore alle altre due specie. La diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti nella campagna 2004 non sono da ritenersi sufficientemente rappresentative del reale andamento dei composti nelle carni dei pesci, in quanto due soli campionamenti, distanti un anno uno dall'altro, non consentono uno studio statistico significativo.

È tuttavia evidente che l'effetto inquinante del DDT e dei PCB nel lago Maggiore è sicuramente presente anche nei pesci del Ticino. Il problema è quindi di notevole portata e la commestibilità del pescato rappresenta solo uno degli elementi di contaminazione dell'ecosistema fluviale. Le concentrazioni di DDT e PCB rilevate nella fauna ittica portano a ritenere che la contaminazione sia presente anche nelle altre componenti biotiche ed abiotiche dell'ecosistema.

Per questi motivi è necessario proseguire nelle indagini con un monitoraggio a più ampio spettro sull'intero ecosistema fluviale e con campagne opportunamente distribuite nell'arco temporale al fine di ottenere risultati significativi che consentano di valutare l'estensione spaziale della contaminazione e la sua durata nel tempo.

I Parchi del Ticino hanno proposto alle Regioni Piemonte e Lombardia un piano di monitoraggio quinquennale dettagliato che, sinteticamente, consiste in:

#### **Attività preliminari**

- ricerca bibliografica per confronti con altri casi analoghi sullo scenario internazionale
- applicazione di un modello matematico di calcolo del reale tempo di ricambio del lago negli anni interessati dal problema della diffusione del DDT, per una valutazione dell'effettivo apporto idrico dal lago al fiume Ticino (SP9).

#### **Attività annuali**

- monitoraggio finalizzato alla commestibilità delle carni dei pesci.
- monitoraggio finalizzato al controllo dell'ecosistema fluviale
- informazione ed educazione ambientale

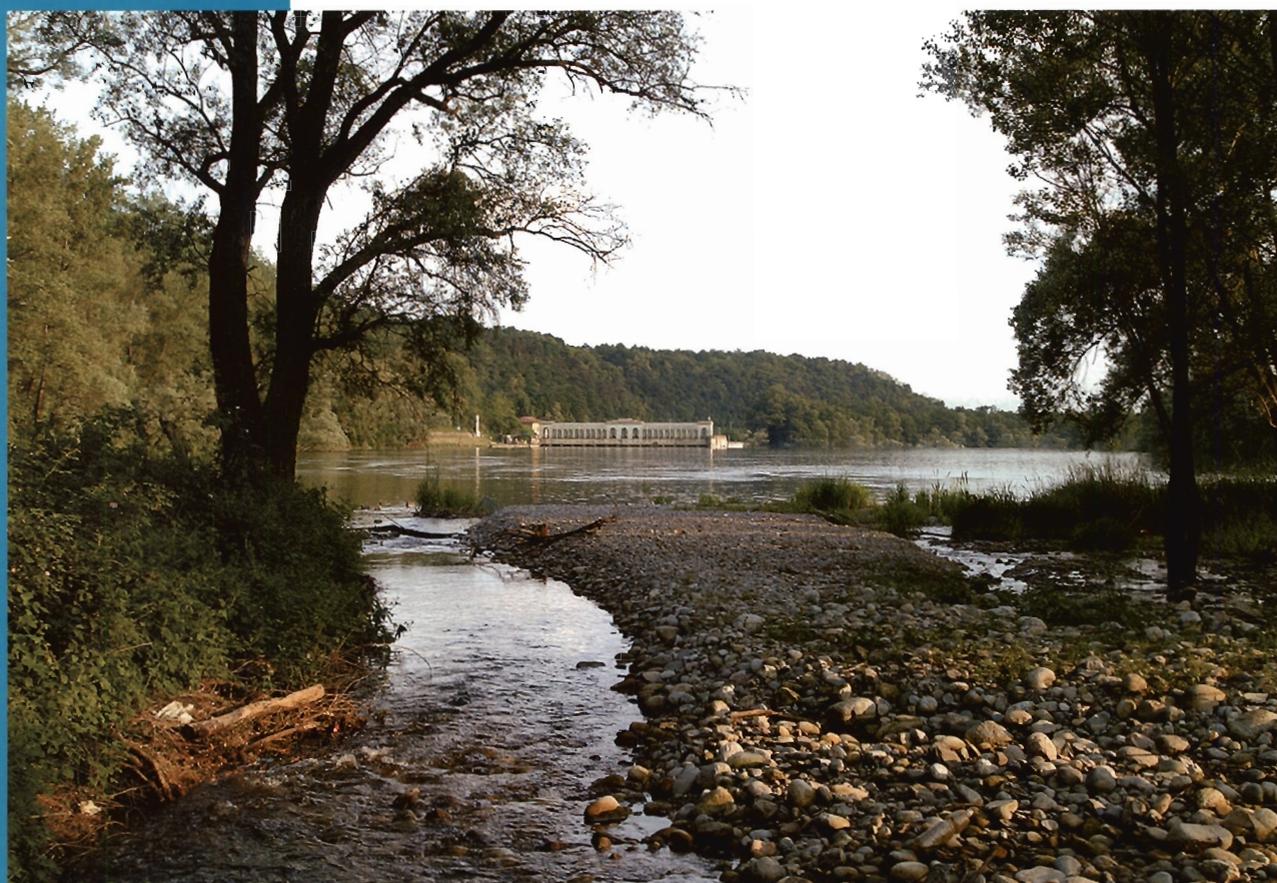
Al fine di una corretta valutazione della estensione del fenomeno, occorre quindi indagare la presenza e gli effetti degli inquinanti anche in altri comparti dell'ecosistema fluviale, estendendo tale ricerca ad alcuni affluenti (torrente Arno, torrente Terdoppio, Scolmatore di Nord Ovest) per verificare la presenza di eventuali altre fonti di inquinamento. Gli scopi del monitoraggio sono il controllo della commestibilità dei pesci ed il monitoraggio dell'ecosistema fluviale attraverso l'analisi di alcuni comparti.

## 5.2. Torrente Strona

Il torrente Strona ha origine presso Casale Litta e si immette in Ticino all'altezza del Comune di Somma Lombardo, a 192 m s.l.m., tra la Diga di Porto della Torre e la Diga del Pan Perduto, dopo aver percorso più di 12 Km.

Il torrente scorre in buone condizioni di naturalità, presentando ampie fasce di vegetazione perifluviale (anche se spesso non riparie), un alveo a sezione naturale ricco di raschi, pozze e meandri ed inserito in un territorio circostante boscato anche se spesso penalizzato dalla presenza di infrastrutture ed attività produttive.

Per una descrizione più dettagliata del corso d'acqua e del territorio circostante si rimanda alle pubblicazioni "IL FIUME TICINO E I SUOI PRINCIPALI AFFLUENTI. Indagine sulla qualità delle acque, 2003" e "Applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) al sistema idrografico del Fiume Ticino, 2002".



*Lo Strona in prossimità della confluenza in Ticino*

### Stazioni di campionamento

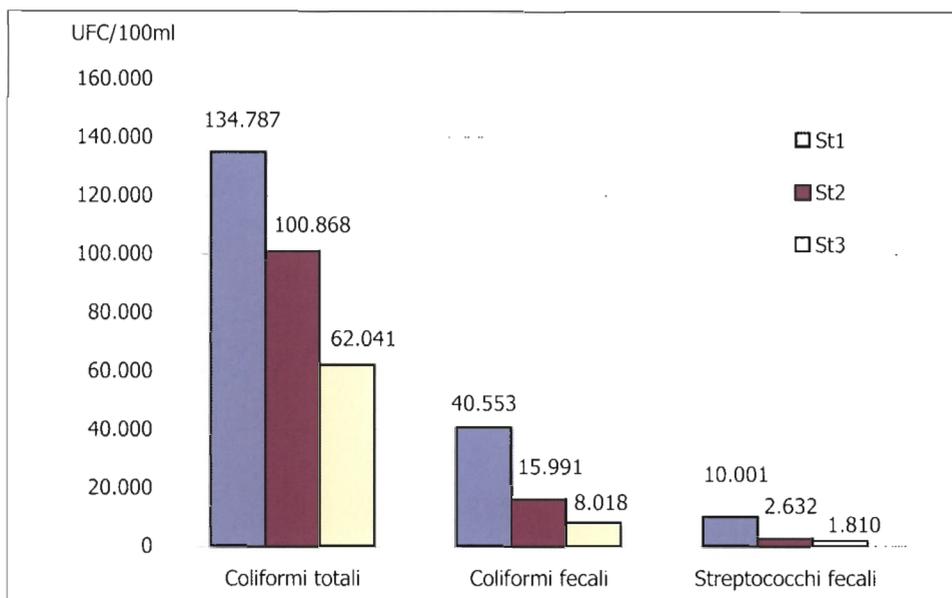
Le tre stazioni di campionamento sono state scelte sia per fornire una generale caratterizzazione del torrente e per individuare le problematiche connesse alla gestione delle sue acque, sia per valutare il carico inquinante apportato dal torrente al fiume Ticino. La prima stazione (St1) si trova nel comune di Mornago (VA) ed è posta a valle dell'ingresso del depuratore comunale. La seconda (St2) è ubicata a monte dell'autostrada A8 (comune di Mornago), in una zona caratterizzata da un territorio poco urbanizzato, con boschi inframmezzati ad arativi. La terza (St3), nel comune di Somma Lombardo, coincide con il punto di immissione del torrente nel fiume Ticino.

Nelle tre stazioni sono stati effettuati i campionamenti microbiologici e chimico - fisici, mentre le indagini biologiche sono state effettuate solo nelle stazioni St2 e St3.

## Analisi microbiologiche

Nel corso del 2003 i campionamenti per le analisi microbiologiche hanno avuto cadenza mensile ed i parametri indagati sono stati Coliformi totali, Coliformi fecali e Streptococchi fecali.

I risultati ottenuti sono illustrati nel grafico seguente.



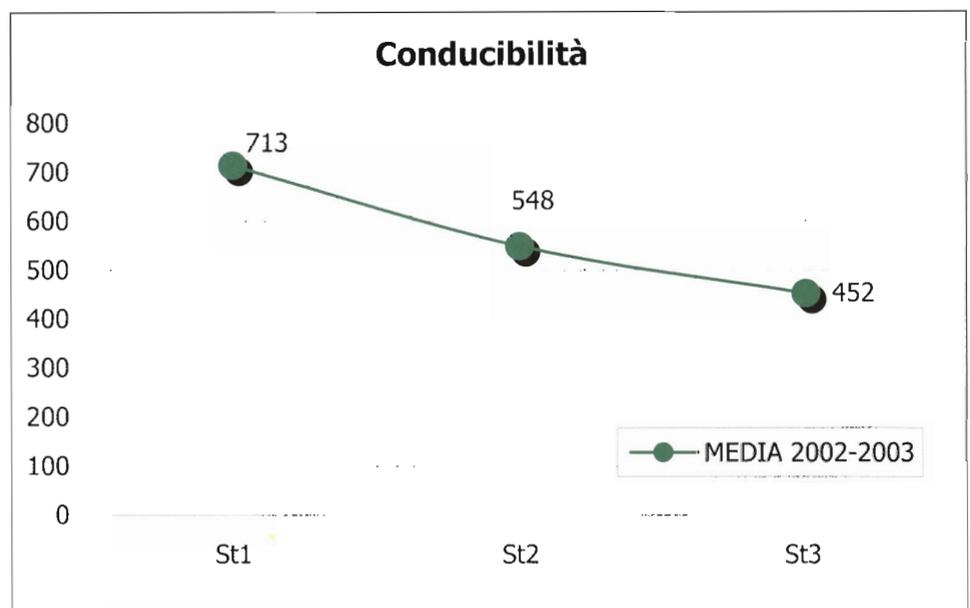
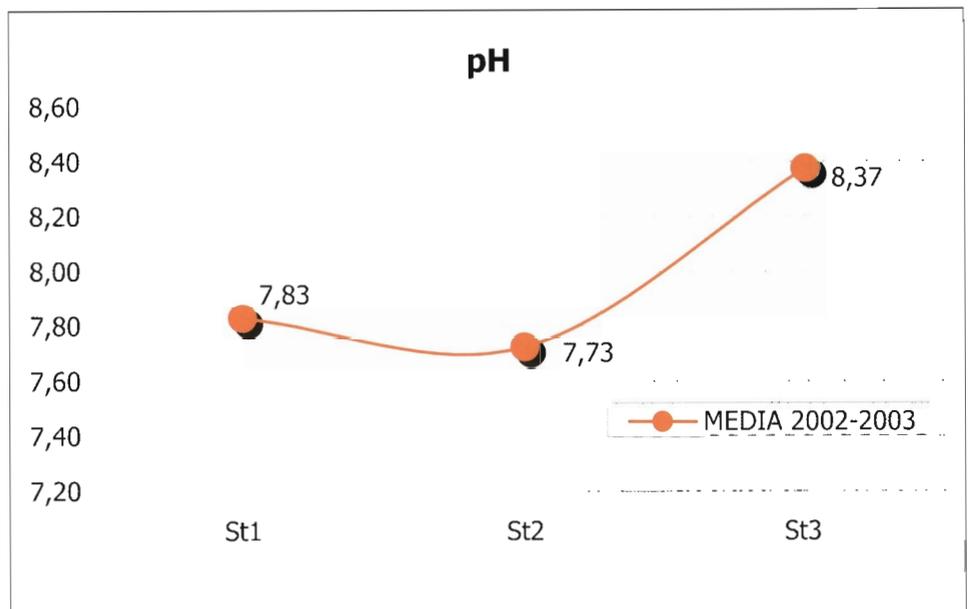
I dati mostrano un notevole carico microbiologico presente nelle acque del torrente Strona, in particolare nelle prime due stazioni. Nel tratto finale il carico microbiologico tende a diminuire sia per l'effetto di autodepurazione del torrente stesso sia per la scarsa presenza di scarichi; nell'ultimo tratto, infatti, il torrente non è interessato da numerosi scarichi che invece caratterizzano la parte alta del suo corso.

Anno 2002			
Stazione	Coliformi totali	Coliformi fecali	Streptococchi fecali
St1	42.827	10.646	1.675
St2	27.389	4.254	1.036
St3	44.723	5.335	730

Nonostante nel 2002 il monitoraggio mensile abbia coperto un periodo limitato (da aprile a dicembre) si è voluto effettuare ugualmente un confronto con i dati ottenuti nel 2003, dal quale emerge che i valori di tutti i parametri microbiologici sono più elevati rispetto al 2002 soprattutto nelle prime due stazioni, dimostrando che la pressione degli scarichi di natura fognaria non solo non si è attenuata, ma pare addirittura aumentata.

## Parametri macrodescrittori

Durante il campionamento sono stati rilevati, oltre alla temperatura dell'acqua, anche i parametri pH e conducibilità, utili a fornire indicazioni di base sullo stato di qualità delle acque. I valori di pH misurati indicano che questo parametro ha un range medio di variabilità che oscilla tra un massimo di 8,37 rilevato alla confluenza con il Ticino ed un minimo di 7,73 registrato nella seconda stazione. I valori registrati sono leggermente più elevati di quelli misurati in Ticino, ma non indicano particolari squilibri.



Come già ricordato nei capitoli precedenti, la conducibilità elettrica specifica è la misura della capacità del corso d'acqua di trasportare corrente elettrica ed è in relazione alla presenza di ioni, alla loro concentrazione, mobilità e valenza.

I valori registrati sono sensibilmente più elevati di quelli presenti in Ticino (che oscillano tra 161 e 262), indicando la presenza di inquinanti. In particolare, si osserva una diminuzione della conducibilità media percorrendo il corso del torrente da nord a sud.

Per l'attribuzione dei punteggi ai singoli parametri macrodescrittori e, quindi, dei totali per l'individuazione del livello di inquinamento delle stazioni, per il torrente Strona sono stati utilizzati i dati riferiti agli anni di indagine 2002 e 2003.

Per ogni parametro viene riportato sia il valore statistico del 75° percentile del periodo di rilevamento (colonna \*) sia il punteggio ad esso attribuito secondo la tabella di conversione dei valori dei macrodescrittori in Livelli di Inquinamento (colonna \*\*). Nelle ultime due colonne viene riportato il punteggio Totale ottenuto in ogni stazione e il relativo Livello di Inquinamento (L.I.).

I risultati ottenuti sono riportati nella seguente tabella:

	Ossigeno disciolto		BOD <sub>5</sub> °		COD		Azoto ammoniacale		Azoto nitrico		Fosforo totale		Escherichia coli		TOTALI	L.I.
	100-OD (% sat.)		mg/l O		mg/l O		mg/l N		mg/l N		mg/l P		UFC/100ml			
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**		
St1	95,2	80	32,5	5	27,4	5	3,01	5	4,0	20	2,05	5	23.500	5	125	III
St2	98,0	80	8,0	20	17,7	5	0,36	20	4,1	20	1,12	5	12.000	10	160	III
St3	115,0	40	4,6	20	18,3	10	0,35	20	4,2	20	1,06	5	5.400	10	125	III

I Livelli di inquinamento identificati dai parametri macrodescrittori, nei tre punti di monitoraggio ubicati sul torrente Strona, risultano di terza classe (giudizio sufficiente), nonostante si noti nei punteggi attribuiti un aumento dei valori (indice di miglioramento della qualità), procedendo da nord a sud. In particolare si nota che i valori riscontrati nella prima stazione sono prossimi al limite con il quarto livello di inquinamento (il cui limite maggiore è 115). Questo è dovuto alla presenza di scarichi particolarmente impattanti posti a monte della stazione (vedi censimento degli scarichi).

Il discreto stato di naturalità del corso d'acqua permette al torrente di effettuare un certo grado di autodepurazione del carico inquinante, ma gli ulteriori scarichi presenti non gli consentono di migliorare significativamente il Livello di inquinamento.

Merita una considerazione particolare l'ultima stazione, per la quale è stato calcolato il Livello di inquinamento, nonostante i dati in nostro possesso non siano sufficienti per ottenere un risultato affidabile. Questa carenza di dati è dovuta al fatto che per la maggior parte dell'anno questo tratto di torrente, che coincide con l'immissione in Ticino, si trova in secca a causa delle captazioni di acqua da parte della cava situata in quell'area. Questo fenomeno, se da una parte può essere considerato positivo poiché riduce il carico inquinante in ingresso nel Ticino, dall'altra costituisce un fatto molto negativo per il torrente stesso, in quanto la cronica mancanza di acqua non consente l'instaurarsi di una comunità biologica stabile (come dimostrano anche i dati I.B.E.) che, come noto, contribuisce in maniera determinante al fenomeno dell'autodepurazione.

Oltre ai parametri sopra descritti, ogni mese è stata rilevata la presenza di tensioattivi anionici. Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

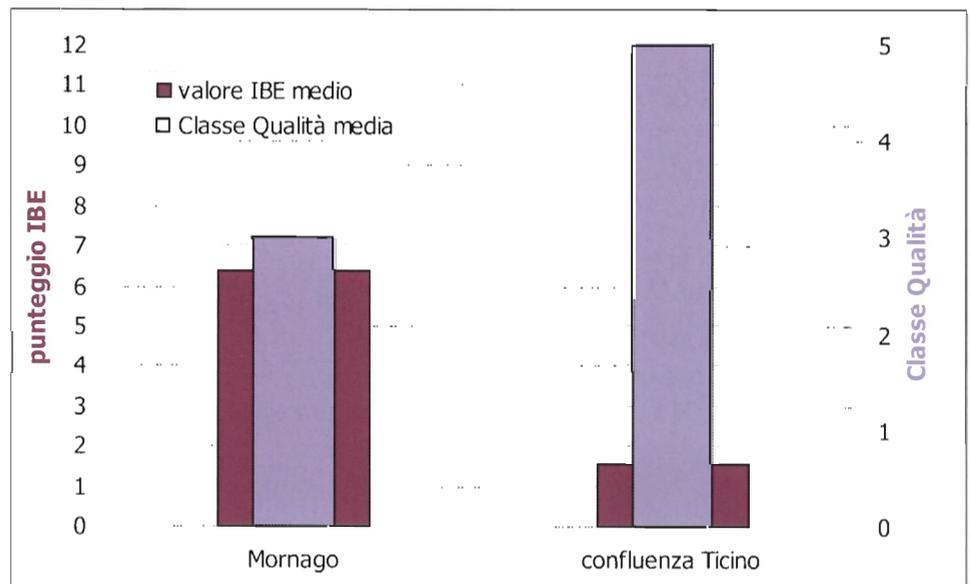
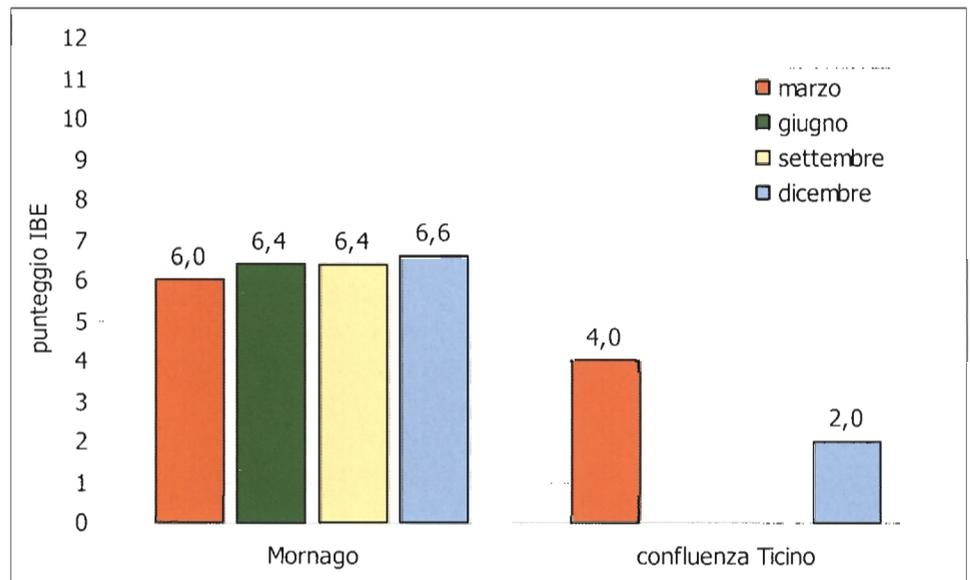
\*Calcolo effettuato solo su dati del 2003.

<b>TENSIOATTIVI ANIONICI</b>												
(espressi in mg/L come MBAS)												
ANNO 2003												
	feb.	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	sett.	ott.	nov.	dic.	<b>MEDIANA</b>
St1	1,270	0,716		0,747	0,720	0,943	0,736	60,900	0,649	0,808	0,855	0,778
St2	0,523	0,546		1,170	0,653	1,280	0,833	0,602	0,555	0,610	0,459	0,606
St3	0,815	0,988	1,160	1,190						0,721	0,643	0,902

### Indagini biologiche

Il torrente Strona, pur essendo caratterizzato da un alveo naturale ed essendo inserito in un contesto che potrebbe garantire una buona funzionalità, e quindi una buona capacità autodepurativa, risente dei numerosi scarichi che in esso vengono recapitati. Questo determina la presenza di una comunità biologica compromessa già nella stazione posta nel tratto medio

alto. Sono presenti infatti solo taxa poco esigenti, come *Baetis*, *Hydropsychidae*, diversi Ditteri, Irudinei ed Oligocheti. La classe di qualità ottenuta è la terza, indicativa di un ambiente alterato. Il tratto posto a monte della confluenza in Ticino, è per lunghi periodi in asciutta ed è stato campionato solo nei mesi di marzo e dicembre ed ha ottenuto rispettivamente una quarta ed una quinta classe di qualità. La comunità è completamente sbilanciata a favore di taxa molto tolleranti e è spesso stata osservata la presenza di schiume.



	valore IBE medio	Classe Qualità media
Mornago	6/7	III
confluenza Ticino	1/2	V

### Stato Ecologico

Il Divo 152/99 prevede il calcolo dello Stato Ecologico per la caratterizzazione di un corso d'acqua, che si ottiene incrociando i valori ottenuti con le indagini biologiche con quelli dati dai macrodescrittori; si considera il punteggio peggiore ottenuto con i due metodi di indagine.

Il calcolo dello Stato Ecologico per il torrente Strona ha portato ai seguenti risultati:

Stazione	Località	Livello di Inquinamento	Valore di I.B.E.	Stato Ecologico
St2	Mornago	160 (III)	6/7 (III)	III
St3	confluenza Ticino	125 (III)	1/2 (V)	V

I risultati ottenuti confermano quanto già evidenziato nelle singole analisi: in particolare si osserva che il tratto terminale del torrente appare in condizioni pessime. Si sottolinea, tuttavia, che lo stato ecologico calcolato ha valore puramente indicativo poiché i dati a disposizione non sono sufficienti secondo le prescrizioni del Dlvo 152/99 a causa del regime idrologico che presenta frequenti asciutte. Questo fenomeno si ripercuote soprattutto sulle comunità biologiche che non riescono a colonizzare stabilmente il corso d'acqua.



L'inizio  
del torrente  
Strona

### Censimento degli scarichi

Il torrente Strona nasce raccogliendo le acque del canale Carego che scorre prevalentemente in un territorio agricolo. Le acque del canale, nel tratto iniziale, sono abbastanza limpide, mentre procedendo lungo il suo corso aumenta la torbidità e si nota un notevole incremento dello strato di peryfiton probabilmente prodotto dalle acque di dilavamento di terreni agricoli (ricche di sostanza organica) e dalle acque provenienti dall'area industriale di Crosio della Valle.

Al torrente Strona giungono, di conseguenza, acque già compromesse la cui qualità, già nel tratto iniziale, peggiora ulteriormente a causa dello scarico di una azienda e di uno scaricatore di piena del depuratore di Mornago.

A valle di Mornago le acque migliorano grazie all'elevata naturalità del tratto, di circa tre chilometri, che attraversano. Successivamente il torrente si divide in due rami e attraversa la zona industriale della frazione Crugnolino nella quale sono presenti aziende di grandi dimensioni fra cui la Galstaff Resins che dovrebbe avere uno scarico che non è stato trovato, ma è stata osservata, in prossimità dell'azienda un'area di sversamento sul suolo di liquami arancioni e oleosi che probabilmente potrebbe essere riconducibile allo scarico aziendale.

Scarico  
al suolo  
del torrente



A valle, all'altezza del Molino della Resica, si trova l'ingresso dei reflui del depuratore di Mornago, che al momento della visita scaricava acque schiumose di colore rosso producendo un impatto significativo sul un tratto di corso relativamente naturale ed inserito in un contesto piacevole.

Scarico  
della discarica R.S.U.



A monte della linea ferroviaria Gallarate - Domodossola, la discarica R.S.U. di Vergiate scarica un consistente quantitativo di acque particolarmente torbide che incidono pesantemente sulla qualità delle acque del torrente che, dopo aver percorso un lungo tratto in ambiente naturale, avevano riacquisito una buona limpidezza.

Infine, poco a monte della confluenza in Ticino, nel torrente si immette un piccolo affluente che apporta acque maleodoranti e ricche di tensioattivi.

### 5.3. Torrente Arno

Il torrente Arno nasce nel territorio del Comune di Gazzada (VA) e scende in direzione Nord-Sud lungo l'omonima Valdarno. Fino all'ingresso in Gallarate, il percorso del torrente riceve numerosi rivi secondari con una portata propria solo in tempo di pioggia; in generale le acque che vi scorrono provengono da scarichi fognari civili ed industriali. A valle di Gallarate il torrente Arno non riceve più affluenti ed il bacino idrografico si riduce ad una fascia di qualche decina di metri; nel tratto finale, in località Lonate Pozzolo e Vanzaghello, il fondo dell'alveo è all'incirca alla stessa quota del terreno circostante e le acque dell'Arno, fino al 2000, trovavano recapito finale mediante spagliamento nelle campagne di Castano Primo (MI).

Tale zona, a partire dall'anno 2000, è stata bonificata realizzando un nuovo alveo del torrente che ne incanala le acque attraverso la realizzazione di grandi bacini per lo spagliamento controllato, evitando, quindi, i precedenti problemi provocati dall'allagamento. L'area di spagliamento controllato, di circa 28 ettari, è attualmente costituita da tre grandi vasche: le prime due hanno principalmente funzione di sedimentazione mentre la terza (di maggiori dimensioni) rappresenta il bacino di disperdimento.



*Il torrente Arno  
nei pressi  
di Solbiate Arno*

Per maggiori informazioni sul torrente, sulla storia della gestione delle sue acque e sullo stato del territorio in cui scorre, si rimanda al precedente rapporto "IL FIUME TICINO E I SUOI PRINCIPALI AFFLUENTI. Indagine sulla qualità delle acque" pubblicato dal Parco del Ticino nel 2003.

Il Parco del Ticino, in collaborazione con il Consorzio Arno, Rile e Tenore, sta attualmente realizzando un progetto di riqualificazione ambientale, paesaggistica e di ottimizzazione del nuovo impianto di fitodepurazione del depuratore di S. Antonino Ticino; il progetto, candidato al programma di finanziamenti LIFE ambiente, verrà illustrato nei successivi paragrafi.

## Stazioni di campionamento

Poiché la caratterizzazione dell'intero corso del torrente Arno risultava notevolmente impegnativa data la lunghezza e la complessità del suo corso, si è scelto di limitare le indagini al tratto finale che scorre all'interno del Parco, al fine di valutare l'impatto prodotto dalle sue acque sul canale Marinone e, di conseguenza, sul Ticino.

La prime due stazioni (A1 e A2), ubicate nel comune di Ferno (MI), si trovano rispettivamente a monte e a valle dell'ingresso dello scarico del depuratore di S. Antonino Ticino.

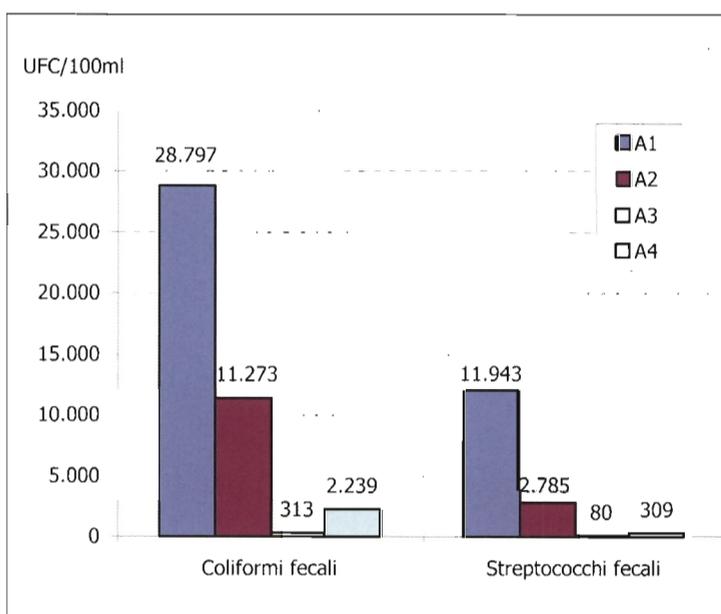
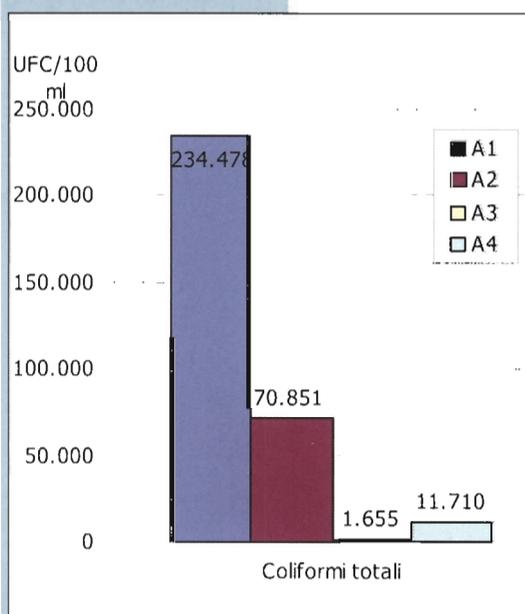
La terza stazione (A3), ubicata nel comune di Nosate (MI), si trova nel canale che raccoglie le acque derivanti dalle vasche di spagliamento controllato. L'ultima (A4), sempre in comune di Nosate (MI), è ubicata in prossimità dell'immissione nel canale Marinone.

In tutte e quattro le stazioni sono stati effettuati i campionamenti per le analisi microbiologiche e chimico - fisiche. Le indagini biologiche, invece, sono state effettuate nelle stazioni A1 e A2 e ne è stata aggiunta una in prossimità dell'immissione del canale Marinone in Ticino, al fine di valutare lo stato di qualità delle acque in ingresso nel fiume e dedurre (sulla base di dati storici) le possibili alterazioni subite dal canale Marinone in seguito al ricevimento delle acque dell'Arno.

## Analisi microbiologiche

Nel corso del 2003 i campionamenti per le analisi microbiologiche hanno avuto cadenza mensile ed i parametri indagati sono stati coliformi totali, coliformi fecali e streptococchi fecali.

I risultati ottenuti sono illustrati nei grafici seguenti.



I dati mostrano un notevole carico microbiologico presente nelle acque del torrente Arno, in particolare nelle prime due stazioni. Nel tratto finale, invece, il carico microbiologico tende a diminuire probabilmente per effetto della sedimentazione che si verifica nelle vasche di spagliamento controllato. Come si può notare dai grafici, il carico microbiologico presente nella prima stazione è davvero considerevole e sembra che le acque derivanti dallo scarico del depuratore svolgano un effetto diluente del carico microbiologico presente a monte. In realtà bisogna prestare particolare attenzione all'origine di questi dati per poterli interpretare correttamente. Bisogna sottolineare, infatti, che l'eccezionale siccità verificatasi per un lungo periodo del

2003 (da giugno a ottobre) ha provocato l'asciutta del torrente a monte del depuratore e pertanto i dati rilevati nella stazione A1 sono limitati ai soli periodi in cui era presente l'acqua. Osservando i dati ottenuti nei singoli mesi di campionamento si osservano, infatti, concentrazioni batteriche straordinarie proprio nei mesi immediatamente precedenti e conseguenti il periodo siccitoso, verosimilmente a causa dell'effetto di concentrazione causato dalla drastica riduzione della portata. Questi valori hanno influenzato fortemente la media dei dati presentati che, invece, negli altri mesi non risultano sempre così nettamente maggiori.

La stazione A1, inoltre, è caratterizzata per la maggior parte dell'anno da una scarsa portata e da un flusso laminare che facilitano la proliferazione del carico microbiologico in arrivo dalle parti più alte del torrente, influenzato, come si vedrà meglio in seguito, da numerosi scarichi di varia natura. In ogni caso, sia a monte che a valle dello scarico del depuratore di S. Antonino Ticino, i valori microbiologici possono considerarsi preoccupanti e comunque soggetti a forti oscillazioni in relazione all'efficienza di depurazione e ai numerosi scarichi che riversano i loro reflui, come dimostrato anche dai dati, seppur parziali, ottenuti nell'anno 2002.

Anno 2002			
Stazione	Coliformi totali	Coliformi fecali	Streptococchi fecali
A1	46.859	6.019	965
A2	139.564	20.092	4.029
A3	16.315	3.397	241
A4	27.853	1.647	169

Dal confronto tra i dati ottenuti nei due anni di campionamento del torrente emerge che i valori ottenuti nelle prime due stazioni, nel 2002 risultano invertiti rispetto a quelli del 2003; ciò dimostra che il torrente Arno è afflitto dalla forte pressione degli scarichi di natura fognaria che fanno oscillare fortemente i valori in relazione allo stato di attività degli scarichi al momento del campionamento. In ogni caso sono presenti concentrazioni batteriche preoccupanti per un equilibrato funzionamento del sistema ecologico del torrente.

### Parametri macrodescrittori

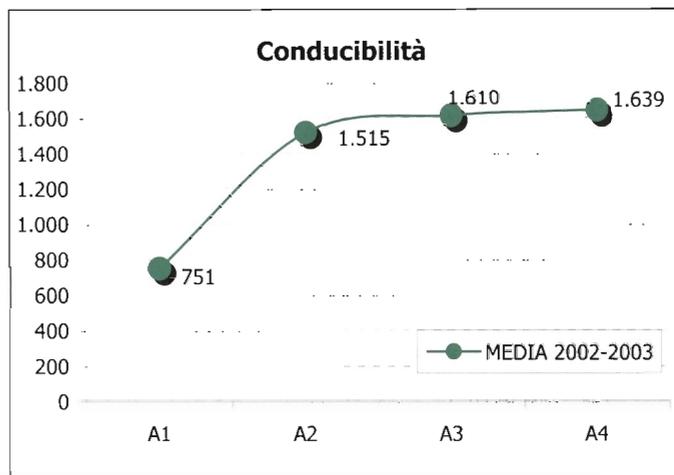
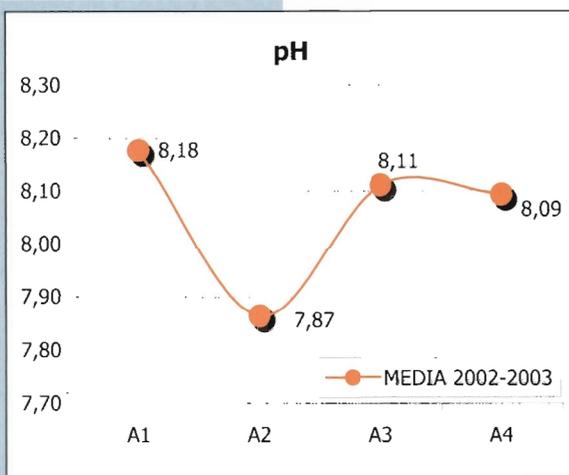
Durante il campionamento sono stati rilevati, oltre alla temperatura dell'acqua, anche i parametri pH e conducibilità, utili a fornire indicazioni di base sullo stato di qualità delle acque.

I valori di pH misurati indicano che questo parametro ha un range medio di variabilità che oscilla tra un massimo di 8,18 rilevato nella prima stazione ed un minimo di 7,87 registrato nella seconda stazione. I valori registrati sono analoghi a quelli misurati in Ticino e non indicano particolari squilibri relativi all'acidità dell'acqua.

Per quanto riguarda la conducibilità, si osserva che i valori misurati sono nettamente maggiori (anche di un ordine di grandezza) di quelli rilevati in Ticino (che oscillano tra 161 e 262), indicando la forte presenza di inquinanti. Si osserva un aumento della conducibilità media percorrendo il corso del torrente da nord a sud.

Per l'attribuzione dei punteggi ai singoli parametri macrodescrittori e, quindi, dei totali per l'individuazione del livello di inquinamento della stazione, sono stati utilizzati i dati riferiti agli anni di indagine 2002 e 2003.

Per ogni parametro viene riportato sia il valore statistico del 75° percentile



del periodo di rilevamento (colonna \*) sia il punteggio ad esso attribuito secondo la tabella di conversione dei valori dei macrodescrittori in Livelli di Inquinamento (colonna \*\*). Nelle ultime due colonne viene riportato il punteggio Totale ottenuto in ogni stazione e il relativo Livello di Inquinamento (L.I.).

I risultati ottenuti sono riportati nella seguente tabella:

	Ossigeno disciolto		BOD <sub>5</sub> <sup>o</sup>		COD		Azoto ammoniacale		Azoto nitrico		Fosforo totale		<i>Escherichia coli</i>		TOTALI	L.I.
	100-OD (% sat.)		mg/l O		mg/l O		mg/l N		mg/l N		mg/l P		UFC/100ml			
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**		
A1	134,1	10	31,5	5	29,8	5	2,55	5	3,4	20	2,36	5	35.000	5	55	V
A2	105,1	80	23,8	5	48,9	5	7,45	5	8,7	10	5,65	5	18.000	10	120	III
A3	111,8	40	9,3	40	38,4	5	7,71	5	4,2	20	5,72	5	1.200	20	135	III
A4	141,5	10	25,0	5	38,4	5	8,74	5	4,1	20	5,82	5	1.175	20	140	III

<sup>o</sup> Calcolo effettuato solo su dati del 2003.

Come si può notare dalla tabella, i livelli di inquinamento riscontrati nel torrente Arno corrispondono a giudizi che vanno da pessimo a sufficiente.

In particolare la seconda stazione raggiunge il valore minimo dell'intervallo che definisce la classe III (120 - 235). Il grado di miglioramento che si osserva tra la prima e la seconda stazione è dovuto all'aumento del parametro "ossigeno disciolto" che si verifica a causa della modalità di ingresso dello scarico del depuratore di S. Antonino (una sorta di cascata) che ne favorisce la diffusione in acqua; gli altri parametri, invece, rimangono costanti ed ottengono tutti punteggi molto bassi.

Valori lievemente maggiori si osservano nelle stazioni successive, verosimilmente per la presenza delle vasche di spagliamento controllato che permettono un certo grado di sedimentazione e di trasformazione delle sostanze inquinanti.

Alla luce dei valori rilevati e delle osservazioni visive effettuate durante i campionamenti, si può affermare che le acque dell'Arno, una volta giunte al canale Marinone influiscono pesantemente sull'elevato pregio ambientale e naturalistico di questo corso d'acqua. Anche il problema del colore dello scarico si trasmette, infatti, al canale Marinone che ne subisce gli effetti, provocando ripercussioni negative, oltre che ambientali ed ecologiche, anche di natura sociale.

Oltre ai parametri sopra descritti, ogni mese è stata rilevata la presenza di tensioattivi anionici. Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

## TENSIOATTIVI ANIONICI

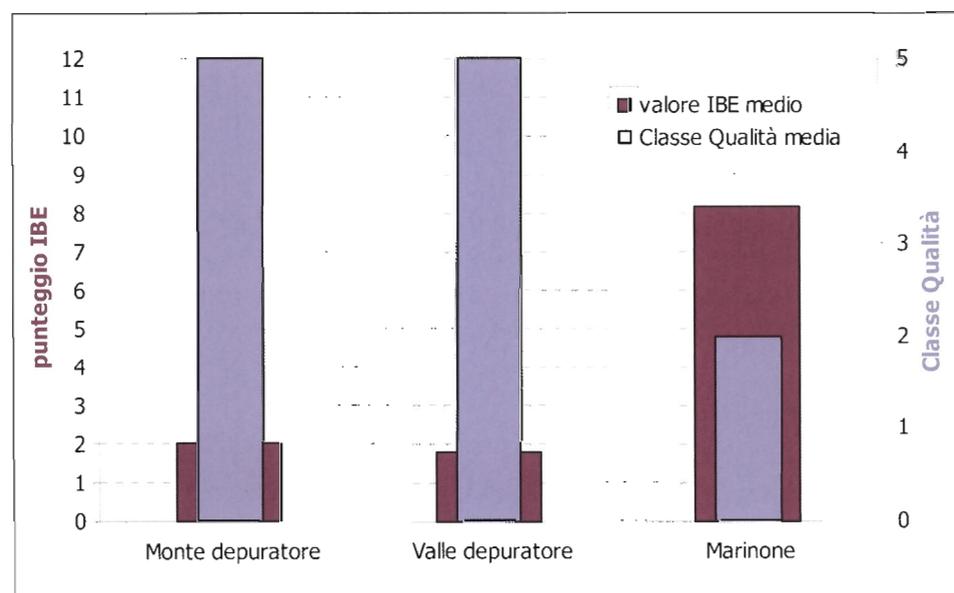
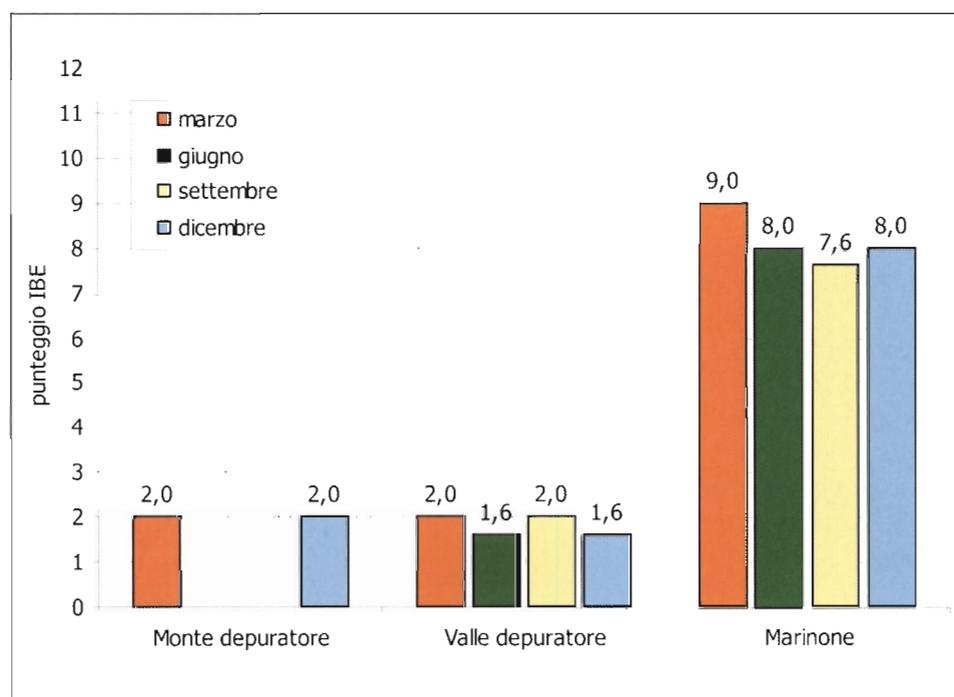
(espressi in mg/L come MBAS)

ANNO 2003

	feb.	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	sett.	ott.	nov.	dic.	MEDIANA
A1			1,480	0,75		6,55				1,21	1,10	1,21
A2			0,842	0,931	0,76	1,26	0,66	1,02	1,86	5,48	6,10	1,02
A3	1,20			0,80	0,85	1,16	3,99	1,25	1,24	9,16	4,05	1,24
A4	1,22			0,83	0,91	1,22			4,44	7,94	1,28	1,22

### Indagini biologiche

I risultati delle indagini biologiche hanno permesso di evidenziare lo stato drammatico in cui versano le acque di questo torrente.



	<b>valore IBE medio</b>	<b>Classe Qualità media</b>
Monte depuratore	<b>2</b>	<b>V</b>
Valle depuratore	<b>2/1</b>	<b>V</b>
Marinone	<b>8</b>	<b>II</b>

La situazione è molto compromessa sia a monte sia a valle dell'immissione del depuratore, anche se nella stazione a monte sono stati effettuati solo due campionamenti dal momento che la portata naturale del torrente è molto esigua ed in periodo di magra l'Arno si prosciuga prima di giungere in prossimità del depuratore di S. Antonino.

La classe di qualità biologica è la quinta in entrambe le stazioni e comporta un giudizio caratteristico di un ambiente molto alterato. La comunità è completamente sbilanciata e sono presenti, in grande quantità, solo taxa molto tolleranti tipici di un ambiente che risente di un grosso apporto organico.

Per valutare l'effetto dell'Arno sugli ecosistemi acquatici del Canale Marinone, in cui esso confluisce, è stata posta una stazione su questo Canale qualche chilometro a valle dell'immissione del torrente. In questa stazione sebbene ci si attesti in tutti i campionamenti su una II classe è stato rilevato un progressivo scadimento della comunità che, in marzo, presentava due taxa di Efemerotteri sensibili, in giugno solo uno e in ottobre nessuno. La classe si è mantenuta stabile grazie alla presenza di un abbondante numero di Ditteri, Molluschi Gasteropodi ed Oligocheti che sono però organismi meno esigenti dal punto di vista qualitativo.

### **Stato Ecologico**

Il Dlvo 152/99 prevede il calcolo dello Stato Ecologico per la caratterizzazione di un corso d'acqua, che si ottiene incrociando i valori ottenuti con le indagini biologiche con quelli dati dai macrodescrittori; si considera il punteggio peggiore ottenuto con i due metodi di indagine.

Il calcolo dello Stato Ecologico per il torrente Arno ha portato ai seguenti risultati:

<b>Stazione</b>	<b>Località</b>	<b>Livello di Inquinamento</b>	<b>Valore di I.B.E.</b>	<b>Stato Ecologico</b>
A1	Monte depuratore	55 (V)	2 (V)	<b>V</b>
A2	Valle depuratore	120 (III)	2/1 (V)	<b>V</b>

Come si può notare dalla tabella, lo Stato Ecologico del torrente Arno è pessimo in entrambe le stazioni in cui sono disponibili tutti i dati utili al calcolo. Bisogna sottolineare che i dati utilizzati non sono sufficienti per una valutazione adeguata alle indicazioni di legge, a causa delle frequenti asciutte del tratto a monte del depuratore.

La situazione apparentemente migliore che emerge dall'analisi dei parametri macrodescrittori nella seconda stazione viene confutata dall'indagine biologica, che mostra l'impossibilità dell'instaurarsi di comunità acquatiche anche tolleranti.

### **Censimento degli scarichi**

Il torrente Arno è stato percorso sia lungo l'asta principale sia lungo i suoi affluenti (torrente Riale, roggia Sorgiorile) allo scopo di osservarne visivamente lo stato di qualità e censire gli scarichi presenti. Dalle osservazioni effettuate, tutto il reticolo idrografico del torrente Arno risulta afflitto da un numero notevole di scarichi di diversa natura.



Zolle gelatinose e anossiche presenti nel torrente



Scarico di colore rosso derivante da una stamperia

Molti scarichi appartengono ad industrie con differenti processi produttivi tra cui 3 di lavorazione di prodotti chimici, 3 che lavorano metalli, 4 tessili, 1 albergo e 4 di tipo alimentare.

Queste industrie pur essendo autorizzate allo scarico dalla provincia e rientrando generalmente nei parametri di legge, producono dei reflui che spesso sembrano avere un forte impatto sul torrente soprattutto in termine di colore e odore.

Sul torrente Arno sono stati censiti quasi 80 scarichi. Alcuni sono autorizzati dalla Provincia di Varese, altri non risultano indicati.

Molti sono scarichi di acque meteoriche; altri, invece, risultano più critici, per colore, odore e presenza di batteri filamentosi, ed andranno pertanto ulteriormente indagati in collaborazione con la Provincia. Ad esempio, in corrispondenza di una azienda ubicata nel Comune di Lonate Pozzolo, sono stati osservati alcuni scarichi (non attivi al momento del censimento) che non sembrano recapitare acque meteoriche e che meritano un ulteriore approfondimento.

Il degrado del torrente è aumentato dal fatto che solo brevi tratti presentano una certa naturalità (presenza di meandri e sottili fasce vegetate) anche se si trovano comunque a ridosso di centri abitati e di infrastrutture stradali.



Tappeto di batteri filamentosi e anossia nel torrente Riale

Ulteriore causa di degrado è rappresentata dal regime idrico di tipo torrentizio per cui la portata risulta in alcuni periodi dell'anno molto ridotta (durante l'estate del 2003 il torrente era in secca) e, quindi, non contribuisce alla diluizione degli inquinanti. Le forti variazioni di portata, inoltre, ostacolano l'instaurarsi di una comunità biologica stabile, che contribuirebbe alla

demolizione della sostanza organica.

Anche gli affluenti del torrente Arno sono interessati da numerosi scarichi. In particolare, il torrente Riale versa in uno stato idroqualitativo drammatico, con la presenza di un feltro spesso di batteri filamentosi ed una anaerobiosi estesa; anche l'odore ed il colore sono rappresentativi di questo stato di degrado. La situazione appare ancora più grave se si considera che il torrente scorre in un contesto territoriale discreto (vegetazione circostante presente anche se non ripariale, presenza di raschi, pozze e meandri, sezione naturale) che non riesce tuttavia a garantire neanche una minima funzione autodepurativa vista la pessima qualità delle acque.

La "sorgente"  
del rio Riale



È stato rilevato, inoltre, che la "sorgente" di questo affluente coincide con un tombino in cui vengono convogliati gli scarichi fognari delle abitazioni circostanti.

La roggia Sorgiorile si presenta in condizioni migliori rispetto all'altro affluente dell'Arno, ma è comunque interessata dagli scarichi fognari dei comuni di Besnate e Jerago; nel tratto che scorre nel territorio di Gallarate sono stati rilevati alcuni scarichi industriali; il tratto finale non è stato percorso in quanto tombinato.

### **Il Progetto Life Ambiente**

Il torrente Arno storicamente non possedeva un recettore delle proprie acque ma si disperdeva in un'ampia area; negli ultimi decenni però l'inquinamento delle sue acque (in particolare quello legato al trasporto di solidi sospesi sedimentabili) ha portato ad una progressiva impermeabilizzazione del suolo nelle aree terminali di disperdimento, cosa che ha determinato l'allagamento di zone sempre più ampie. Per risolvere i significativi problemi conseguenti a questo stato di fatto sono state compiute una serie di opere che hanno portato ad una radicale risistemazione idraulica del torrente.

L'intera area paludosa di ex spagliamento è stata risanata attraverso la realizzazione nel 2001 di una canalizzazione del torrente Arno che permette di raggiungere un'area composta da tre grossi bacini destinati allo spogliamento controllato delle sue acque. Inoltre, per limitare i problemi conseguenti alle possibili ondate di piena del torrente, lungo il suo corso, sono in fase di realizzazione tre grosse aree volano per l'esondazione controllata. L'opera di sistemazione così concepita è però incappata in una serie di problemi: la presenza dello scarico del depuratore, che mostra una portata quasi pari a quella del torrente, la non realizzazione di tutte le vasche volano

progettate e soprattutto una non corretta gestione e pulizia delle vasche di spagliamento controllato, ha portato tali vasche ad una repentina impermeabilizzazione. Di conseguenza si è attivato un sistema di sfioro che porta tali acque, molto compromesse dal punto di vista qualitativo, a raggiungere, tramite il Canale Marinone, il fiume Ticino, anche se questa realtà doveva, secondo il progetto di risistemazione del torrente Arno, essere una eventualità che doveva avvenire solo una volta ogni decina d'anni, a seguito di eventi eccezionali.

In ultimo, al fine di eliminare l'immissione nell'Arno delle acque di scarico provenienti dal depuratore consortile di Sant'Antonino il Consorzio Volontario per la Tutela, il Risanamento e la Salvaguardia del Torrente Arno Rile e Tenore, proprietario dell'impianto, ha commissionato un progetto per lo smaltimento finale di tale effluente. Con la consulenza del Parco è stata realizzata un'area di affinamento fitodepurativo di 14 ettari con l'obiettivo di trattare il refluo proveniente dal depuratore, prima che questo raggiunga il recapito finale che sarà rappresentato dal Canale Industriale. Una parte dell'effluente, se in condizioni idonee, dovrebbe rientrare nel sistema di irrigazione del Consorzio Villoresi. Il progetto, denominato N.A.FI.LO. (New Application of Fitodepuration in Lombardy Region), è candidato al programma di finanziamenti LIFE Ambiente della Comunità Europea, ed ha attualmente superato le prime fasi di valutazione. Il progetto, oltre alla messa in funzione delle vasche di fitodepurazione, che rappresentano un esempio tra i più estesi d'Europa, prevede azioni di riqualificazione complessiva del territorio circostante attraverso rimboschimenti, creazione di sentieri didattici ed opere di inserimento paesaggistico.

## 5.4. Roggia Cerana

La roggia Cerana origina dal torrente Terdoppio in corrispondenza della derivazione della roggia Mora in Comune di Sozzago confluendo, dopo un percorso di 10 Km, nello scaricatore Ramaccio in Comune di Vigevano. La quota sul livello del mare è compresa tra 133 e 102 m, mentre il flusso è laminare per tutto il percorso. Il territorio attraversato dalla roggia Cerana è principalmente costituito da zone densamente abitate (Cerano) o comunque interessate da coltivazioni intensive. Solo nel tratto terminale compaiono cospicue zone di bosco e in generale caratteristiche di miglior funzionalità pur permanendo alcune condizioni di alterazione del corso d'acqua.

La progressiva antropizzazione del territorio del Novarese ha, nel corso degli anni, incrementato le portate del bacino drenante afferente il Terdoppio. Il Magistrato per il Po, nel 1983, ha redatto un progetto generale per la ricalibratura del Torrente Terdoppio Novarese da Novara fino alla foce in Ticino, in cui rientrava anche la realizzazione di un canale scolmatore posto tra il Terdoppio e la roggia Cerana in direzione sud - ovest di Cerano e denominato "circonvallazione idraulica di Cerano". La realizzazione di queste opere è stata completata tra la primavera e l'autunno 2002 e l'avvenuta regimazione del tratto a monte (ancor prima di risolvere il problema dei tratti a valle in corrispondenza della confluenza con il Ticino) ha prodotto progressivamente la difficoltà di scolare le piene nel tratto terminale con conseguenti danni alle aree agricole della zona.

*La roggia Cerana  
alla Buccella  
di Vigevano*



È possibile trovare descrizioni maggiormente dettagliate nelle pubblicazioni "IL FIUME TICINO E I SUOI PRINCIPALI AFFLUENTI. Indagine sulla qualità delle acque, 2003" e "Applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) al sistema idrografico del Fiume Ticino, 2002".

## Stazioni di campionamento

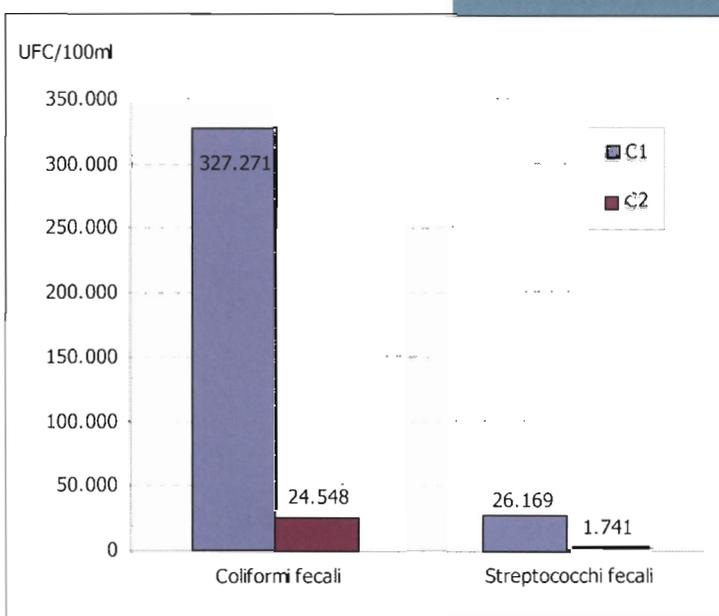
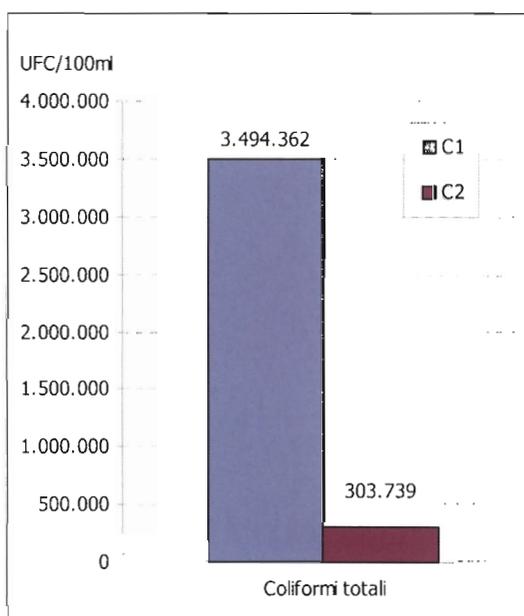
Per la caratterizzazione della roggia Cerana e la valutazione del carico inquinante trasportato dalla stessa nel Ticino, sono state scelte due stazioni di campionamento. La prima stazione (C1) si trova nel comune di Cerano a valle del depuratore. La seconda stazione (C2), nel comune di Vigevano in località Buccella, è posta poco a monte della confluenza in Ticino; in questo tratto la roggia, che raccoglie anche acque di risorgiva, scorre in un territorio poco urbanizzato e caratterizzato dalla presenza di boschi e coltivi.

In entrambe le stazioni sono state effettuate le indagini microbiologiche, chimico - fisiche e biologiche.

## Analisi microbiologiche

Nel corso del 2003 i campionamenti per le analisi microbiologiche hanno avuto cadenza mensile ed i parametri indagati sono stati Coliformi totali, Coliformi fecali e Streptococchi fecali.

I risultati ottenuti sono illustrati nei grafici seguenti.



I dati mostrano un carico microbiologico eccezionalmente elevato nella prima stazione, a valle del depuratore di Cerano, evidenziando i problemi relativi alla qualità dello scarico del depuratore stesso. Bisogna ricordare che, a seguito di opere di sistemazione idraulica finalizzate ad impedire l'ingresso della roggia nell'abitato di Cerano, in questa stazione, la roggia viene alimentata quasi esclusivamente dalle acque in uscita dal depuratore. La roggia in questo tratto, quindi, non può beneficiare di un possibile effetto diluente derivante da altre acque.

Un carico microbiologico così elevato, quindi, si ripercuote negativamente sul sistema di acque ricevente posto a valle anche se le condizioni di elevata naturalità consentono al tratto finale della roggia di manifestare il suo naturale potere depurante, consentendo una mitigazione dell'impatto sul Ticino. Ciononostante, anche nella stazione C2, i valori rimangono notevolmente alti rispetto a quelli che il fiume può sopportare e determinano, in concomitanza con altri agenti degradanti, un netto peggioramento della qualità delle acque del fiume Ticino.

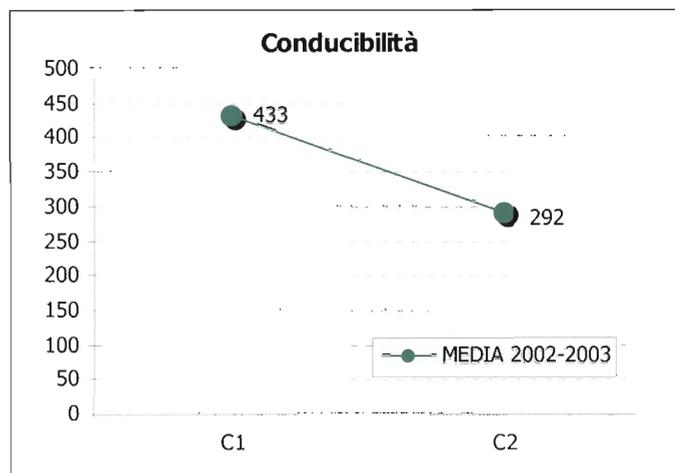
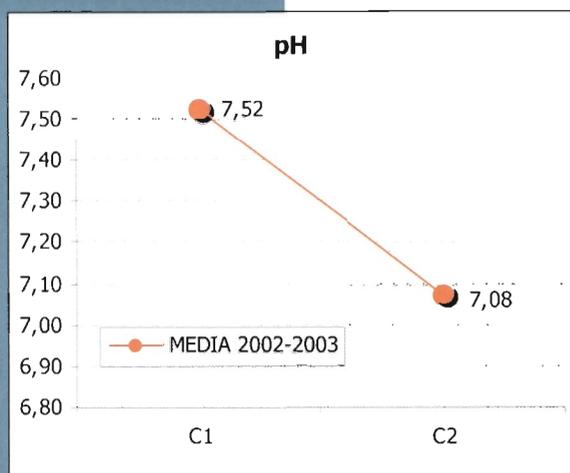
Il confronto con i dati ottenuti nello scorso anno mostra che nel 2002 i parametri microbiologici risultavano più contenuti (soprattutto Coliformi totali e fecali nella stazione C1) rispetto a quelli del 2003, pur presentando valori molto elevati.

Anno 2002			
Stazione	Coliformi totali	Coliformi fecali	Streptococchi fecali
C1	188.320	71.817	18.225
C2	89.876	23.368	3.562

Anche in questo caso, la siccità del 2003 ha certamente contribuito al mancato effetto diluente degli scarichi ed ha inciso sulle difficoltà gestionali dell'impianto di depurazione, ma in ogni caso questi dati indicano che non si sono verificati interventi migliorativi sul sistema di trattamento dei reflui.

### Parametri macrodescrittori

Come per tutti gli altri corsi d'acqua monitorati, anche sulla roggia Cerana durante il campionamento sono stati rilevati, oltre alla temperatura dell'acqua, anche i parametri pH e conducibilità, utili a fornire indicazioni di base sullo stato di qualità delle acque.



La media dei valori di pH misurati non appaiono critici e sono confrontabili con quelli presenti in Ticino. La conducibilità, invece, presenta valori abbastanza elevati nella prima stazione, mentre nella seconda i valori si riducono (grazie all'effetto diluente di altre acque che alimentano la roggia) e, quando si immette in Ticino, presenta valori paragonabili a quelli del corpo idrico ricevente.

Per l'attribuzione dei punteggi ai singoli parametri macrodescrittori e, quindi, dei totali per l'individuazione del livello di Inquinamento della stazione, sono stati utilizzati i dati riferiti agli anni di indagine 2002 e 2003.

Per ogni parametro viene riportato sia il valore statistico del 75° percentile del periodo di rilevamento (colonna \*) sia il punteggio ad esso attribuito secondo la tabella di conversione dei valori dei macrodescrittori in Livelli di Inquinamento (colonna \*\*). Nelle ultime due colonne viene riportato il punteggio Totale ottenuto in ogni stazione e il relativo Livello di Inquinamento (L.I.).

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella a seguire.

Anche se le due stazioni di monitoraggio della roggia Cerana non presentano differenze nel Livello di inquinamento, si può osservare che nella prima stazione, a valle del depuratore di Cerano, i valori sono più bassi rispetto al punto di immissione in Ticino. La roggia, infatti, dal depuratore all'immissione in Ticino, percorre un lungo tratto in cui si immettono acque di buona qualità che diluiscono gli inquinanti immessi dal depuratore. Nonostante il Livello di Inquinamento non sia sostanzialmente diverso, la naturalità ben

	Ossigeno disciolto		BOD <sub>5</sub> <sup>o</sup>		COD		Azoto ammoniacale		Azoto nitrico		Fosforo totale		Escherichia coli		TOTALI	L.I.
	100-OD (% sat.)		mg/l O		mg/l O		mg/l N		mg/l N		mg/l P		UFC/100ml			
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**		
C1	100,2	80	12,0	10	34,3	5	6,85	5	4,2	20	3,11	5	160.000	5	130	III
C2	112,2	40	3,0	40	9,2	40	0,61	10	2,5	20	0,68	5	15.000	10	185	III

conservata del tratto finale (alveo naturale, vegetazione riparia e ricchezza di macrofite) consente lo sviluppo di una comunità biologica abbastanza stabile e diversificata che contribuisce al fenomeno dell'autodepurazione del corso d'acqua.

Nonostante le buone condizioni di naturalità, le concentrazioni elevate di inquinanti organici e microbiologici nella seconda stazione C2 sono allarmanti poiché si ripercuotono negativamente sia sul Ticino sia sul sistema stesso, che rappresenta un ambiente secondario di notevole importanza per la conservazione della flora e della fauna. La presenza di lanche e di rami secondari e a diretto contatto con il fiume, in cui la corrente è meno forte, infatti, è fondamentale per la conservazione dell'ittiofauna, che utilizza queste aree come zone di riproduzione e di svernamento. Questi ambienti, inoltre, ospitano vegetazione sommersa e riparia di rilevanza naturalistica e costituiscono habitat idonei alla riproduzione di specie di interesse comunitario. Per questo motivo la gestione delle acque che alimentano ambienti così pregiati e delicati, dovrebbe essere più attenta e volta alla riduzione sostanziale degli impatti attualmente esistenti; l'identificazione del Parco del Ticino come area sensibile (ai sensi del Divo 152/99) imporrebbe agli scarichi dei limiti più restrittivi di quelli attuali che contribuirebbero a preservare questi habitat di elevato pregio naturalistico e conservazionistico.

Oltre ai parametri sopra descritti, ogni mese è stata rilevata la presenza di tensioattivi anionici. Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

<sup>o</sup>Calcolo effettuato solo su dati del 2003.

### TENSIOATTIVI ANIONICI

(espressi in mg/L come MBAS)

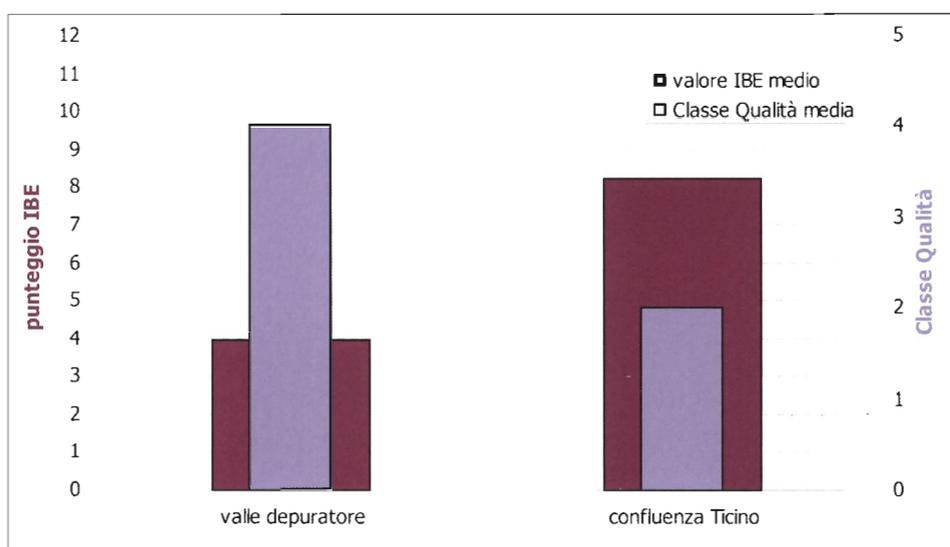
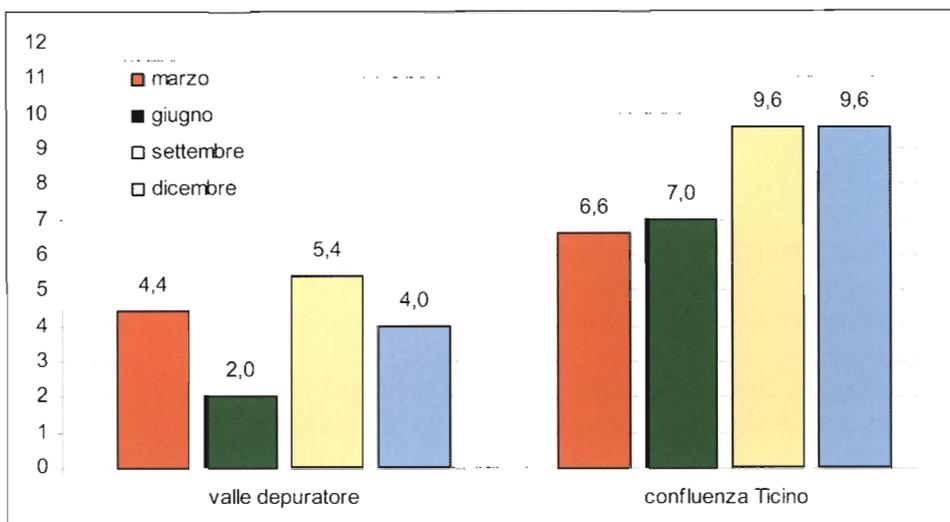
ANNO 2003

	feb.	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	sett.	ott.	nov.	dic.	MEDIANA
C1	0,966	1,030	0,693	0,691	0,889	0,766	0,536	0,666	1,100	7,240	4,270	0,666
C2	0,502	0,560		0,288	0,420	0,442	0,692	0,352	0,479	0,594	0,479	0,479

### Indagini biologiche

La roggia Cerana, come abbiamo visto nelle sezioni dedicate ai parametri chimico-fisici e batteriologici presenta due situazioni molto differenti nelle due stazioni di campionamento. La prima, posta a valle del depuratore di Cerano, è in condizioni qualitative scadenti e di conseguenza permette l'instaurarsi di una comunità molto povera e mal strutturata, caratterizzata dalla presenza di pochi taxa, tutti indicativi della presenza di un forte carico organico. I dati relativi alla stazione posta a monte della confluenza in Ticino segnalano fortunatamente un discreto recupero della qualità delle acque, grazie alla capacità autodepurativa della roggia stessa. La qualità biologica si è attestata su una terza classe nei campionamenti di marzo e giugno, ed ha mostrato un sorprendente recupero nei mesi successivi in cui è stata raggiunta una classe intermedia fra la prima e la seconda. A premettere questo risultato contribuisce certamente il notevole numero di unità sistemati-

che, ma anche la presenza costante di *Ephemerella*, un Efemerottero abbastanza sensibile.



	valore IBE medio	Classe Qualità media
valle depuratore	<b>4</b>	<b>IV</b>
confluenza Ticino	<b>8</b>	<b>II</b>

### Stato Ecologico

Il Divo 152/99 prevede il calcolo dello Stato Ecologico per la caratterizzazione di un corso d'acqua, che si ottiene incrociando i valori ottenuti con le indagini biologiche con quelli dati dai macrodescrittori; si considera, come già ricordato nelle parti introduttive, il punteggio peggiore ottenuto con i due metodi di indagine. Il calcolo dello Stato Ecologico per la roggia Cerana ha portato ai seguenti risultati:

Stazione	Località	Livello di Inquinamento	Valore di I.B.E.	Stato Ecologico
C1	valle depuratore	130 (III)	4 (IV)	IV
C2	confluenza Ticino	185 (III)	8 (II)	III

Come già evidenziato dalle singole analisi, si osserva che lo stato ecologico migliora procedendo verso la confluenza in Ticino. Questo a conferma

del fatto che la capacità autodepurativa della roggia mitiga l'impatto dello scarico del depuratore. Se il Livello di Inquinamento non evidenzia sostanziali differenze nelle due stazioni, le analisi biologhe evidenziano che, nonostante il forte carico organico presente, la naturalità dell'ecosistema acquatico consente l'instaurarsi di una comunità macrobentonica adeguata, che accresce la capacità autodepurativa.

### Censimento degli scarichi

La roggia Cerana a monte dell'abitato di Cerano si ripartisce in due rami che separano le acque facendogli percorrere da una parte il vecchio alveo della roggia, che passa all'interno dell'abitato di Cerano, dall'altra il nuovo corso, rappresentato dalla circonvallazione idraulica, attivo dal 2002. I due rami si riuniscono a monte dello scarico del depuratore di Cerano.

Dalle indagini emerge che, complessivamente, sulla roggia Cerana sono presenti 26 scarichi.

L'unico scarico presente nella circonvallazione idraulica, è quello di un'azienda che scarica le acque di lavaggio dei macchinari utensili e stradali, e le acque di uso civile dell'abitazione del proprietario. Nel vecchio ramo scaricano tutti gli altri scarichi censiti, ad eccezione di quello del depuratore che si immette a valle della congiunzione dei due rami.



I numerosi (24) scarichi censiti sono di natura civile e derivano da abitazioni che, per problemi idraulici, non sono ancora stati collettati alla fognatura comunale. Questi scarichi, secondo le indicazioni di legge, dovrebbero subire un trattamento prima dell'immissione nella roggia, tramite sistemi del tipo "fossa biologica".

Ripartitori che dividono le acque della roggia cerana i due rami



Scarico in un ramo della roggia Cerana



Durante i sopralluoghi è stata visivamente rilevata la pessima qualità delle acque di questo tratto di roggia, causato sicuramente dalla presenza degli scarichi civili, ma anche da attività produttive (prevalentemente di tipo zootecnico) che saltuariamente e abusivamente riversano i loro reflui; questi ultimi in alcune occasioni hanno provocato addirittura imponenti morie di pesci.

Come già osservato in precedenti campagne di monitoraggio, si è riscontrato che soprattutto nei periodi di magra la portata della roggia Cerana è sostanzialmente costituita dallo scarico del depuratore con il degrado che ne consegue.

Nel corso delle uscite è stato applicato nuovamente l'Indice di Funzionalità Fluviale al tratto sottoposto ai lavori di sistemazione idraulica realizzati lo scorso anno. I valori di I.F.F. rilevati non sono sostanzialmente cambiati rispetto alla precedente applicazione, in quanto gli interventi effettuati per la realizzazione della "circonvallazione idraulica", che hanno avuto come obiettivo l'ampliamento della sezione, non sono stati realizzati con tecniche di ingegneria naturalistica e non hanno quindi apportato alcun miglioramento ambientale.

## 5.5. Roggia Vernavola

La roggia Vernavola origina dalla confluenza della roggia Carona con il cavo Laghetto all'interno dell'abitato di San Genesio (PV) e dopo aver percorso quasi 15 Km si getta nel fiume Ticino a valle di Cascina Scaglione in Comune di Pavia. La larghezza dell'alveo di morbida è di circa 7 - 8 m nei tratti a valle di Pavia mentre si restringe in quelli più a monte. La quota s.l.m. è compresa tra 56 e 84 m. Il corpo idrico ha carattere prevalentemente laminare ad eccezione del tratto in prossimità della confluenza che presenta un regime turbolento. La larghezza dell'alveo bagnato è quasi coincidente con quella dell'alveo di morbida e nei tratti a valle di Pavia il fondo è limoso ed il detrito anaerobico mentre in quelli più a monte è più ricco di ghiaia e piccoli ciottoli ed il detrito anaerobico è in parte sostituito da frammenti polposi. La roggia scorre in prevalenza in un territorio agricolo in condizioni di discreta naturalità in cui sono presenti meandri e si mantengono ristrette fasce perfluviali vegetate. La parte alta della roggia è molto frequentata dalla popolazione locale grazie alla presenza del Parco della Vernavola che mantiene piste ciclabili ed aree attrezzate per la sosta.



### Stazioni di campionamento

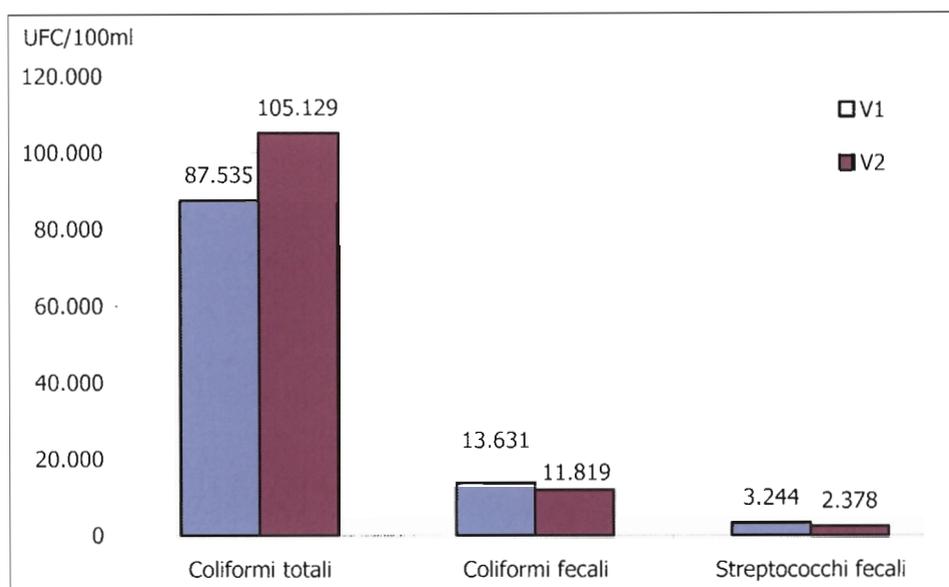
Per la caratterizzazione della roggia Vernavola e la valutazione del carico inquinante trasportato dalla stessa nel Ticino, sono state scelte due stazioni di campionamento. La prima stazione (V1) si trova nel comune di Pavia, nei pressi della Cascina Colombara, dove la roggia è costeggiata dalla pista ciclabile. La seconda stazione (V2), sempre nel comune di Pavia, è posta poco a monte della confluenza in Ticino, dove la Vernavola scorre in un territorio poco urbanizzato e caratterizzato dalla presenza di numerosi pioppeti. In entrambe le stazioni sono state effettuate le indagini microbiologiche, chimico - fisiche e biologiche.

*La roggia Vernavola  
a valle di Pavia*

### Analisi microbiologiche

Nel corso del 2003 i campionamenti per le analisi microbiologiche hanno avuto cadenza mensile ed i parametri indagati sono stati Coliformi totali, Coliformi fecali e Streptococchi fecali.

I risultati ottenuti sono illustrati nel grafico seguente.



I dati mostrano un notevole carico batterico presente nelle acque della roggia Vernavola in entrambe le stazioni di campionamento.

Questi dati indicano che la roggia Vernavola risulta afflitta da un forte grado di inquinamento organico a causa dallo scarso grado di depurazione dei numerosi scarichi civili. A questa causa si aggiunge anche l'impatto derivante dalle pratiche agricole intensive che insistono sul territorio che attraversa.

Anno 2002			
Stazione	Coliformi totali	Coliformi fecali	Streptococchi fecali
V1	130.134	28.539	4.695
V2	71.292	18.583	3.564

Il confronto con i dati ottenuti nel 2002 evidenzia che non emergono differenze significative rispetto al 2003, a dimostrazione del fatto che non si sono verificati sostanziali interventi migliorativi di un sistema di trattamento dei reflui complessivamente poco efficiente.

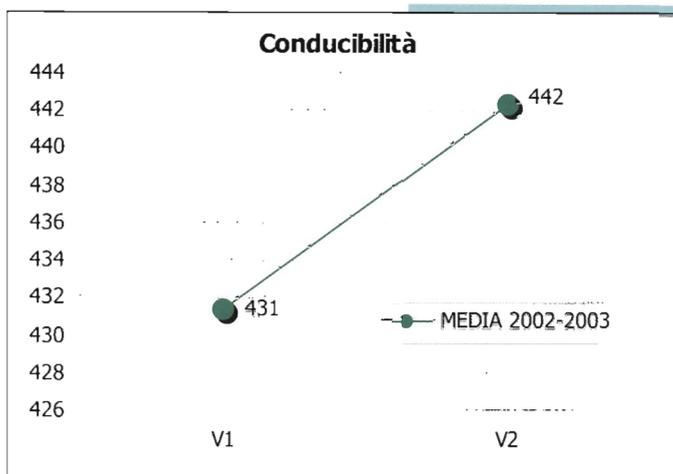
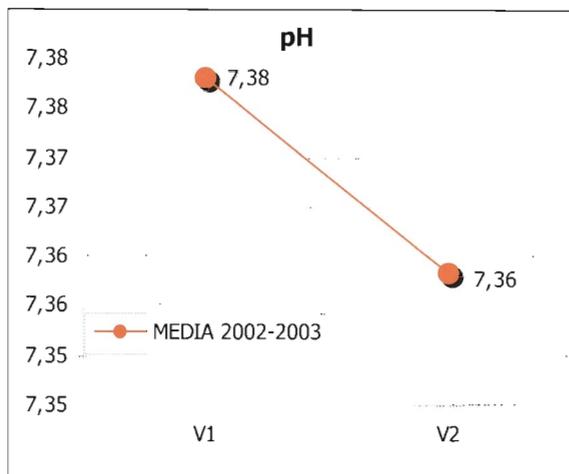
### Parametri macrodescrittori

Durante il campionamento sono stati rilevati, oltre alla temperatura dell'acqua, anche i parametri pH e conducibilità, utili a fornire indicazioni di base sullo stato di qualità delle acque.

I valori medi di pH registrati non mostrano particolari criticità. La conducibilità elettrica mostra, invece, valori medi elevati rispetto a quelli registrati nel tratto di Ticino in cui si immette (intorno a circa 250).

Per l'attribuzione dei punteggi ai singoli parametri macrodescrittori e, quindi, dei totali per l'individuazione del livello di Inquinamento della stazione, sono stati utilizzati i dati riferiti agli anni di indagine 2002 e 2003.

Per ogni parametro viene riportato sia il valore statistico del 75° percentile del periodo di rilevamento (colonna \*) sia il punteggio ad esso attribuito se-



condo la tabella di conversione dei valori dei macrodescrittori in Livelli di Inquinamento (colonna \*\*). Nelle ultime due colonne viene riportato il punteggio Totale ottenuto in ogni stazione e il relativo Livello di Inquinamento (L.I.). I risultati ottenuti sono riportati nella seguente tabella:

	Ossigeno disciolto		BOD <sub>5</sub> <sup>o</sup>		COD		Azoto ammoniacale		Azoto nitrico		Fosforo totale		Escherichia coli		TOTALI	L.I.
	100-OD (% sat.)		mg/l O		mg/l O		mg/l N		mg/l N		mg/l P		UFC/100ml			
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**		
V1	77,1	20	5,0	20	11,6	20	0,86	10	2,45	20	0,67	5	44.000	5	100	IV
V2	84,0	40	3,0	40	9,5	40	0,35	20	2,38	20	0,78	5	15.000	10	175	III

La roggia Vernavola presenta nella prima stazione di monitoraggio un IV Livello di inquinamento, corrispondente ad un giudizio scadente, mentre nella stazione posta in prossimità dell'immissione in Ticino i punteggi attribuiti ai singoli parametri sono più elevati facendo ricadere la stazione in un III Livello di inquinamento. Questo può essere dovuto sia alla presenza di una minore pressione degli scarichi nell'ultimo tratto sia ad un certo grado di autodepurazione e di sedimentazione degli inquinanti; questi fattori, tuttavia, non impediscono alla roggia Vernavola di apportare al tratto finale del Ticino un notevole carico inquinante. Quest'ultimo, quindi, dopo aver ricevuto gli scarichi provenienti dalle aree a monte, subisce ulteriormente gli apporti provenienti dalla roggia Vernavola che contribuiscono al peggioramento della sua qualità.

Oltre ai parametri sopra descritti, ogni mese è stata rilevata la presenza di tensioattivi anionici. Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

\*Calcolo effettuato solo su dati del 2003.

### TENSIOATTIVI ANIONICI

(espressi in mg/L come MBAS)

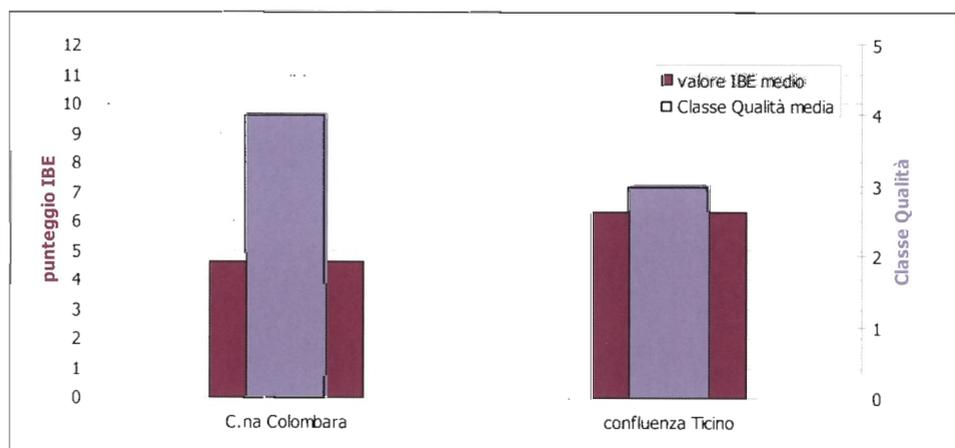
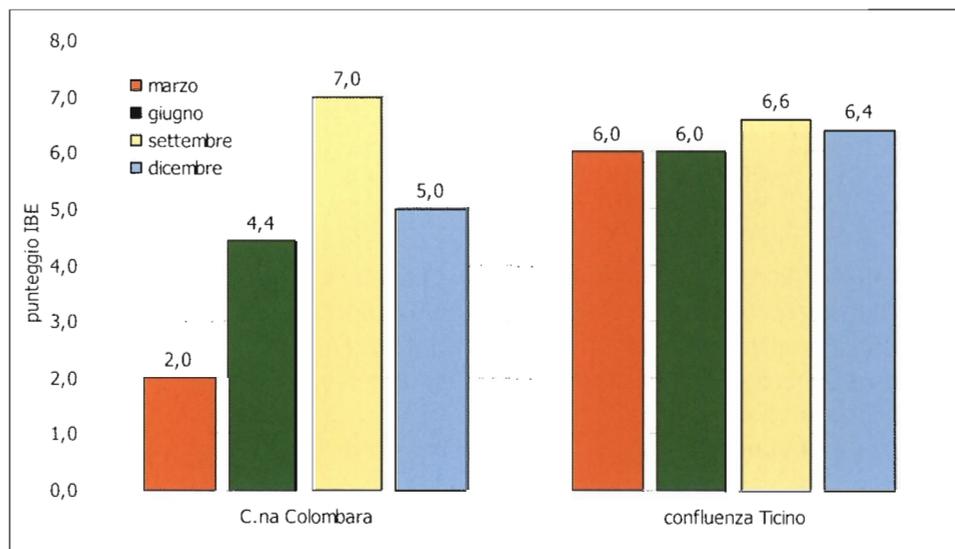
ANNO 2003

	feb.	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	sett.	ott.	nov.	dic.	MEDIANA
V1	0,628	1,430		0,522	0,547	0,556	0,634	0,495	0,870	1,390	0,703	0,631
V2	0,668	0,437	0,711	0,326	0,461	0,431	0,580	0,421	0,603	1,330	0,507	0,507

### Indagini biologiche

La roggia Vernavola, pur scorrendo in un contesto abbastanza naturale ed essendo caratterizzata da un alveo meandriforme, presenta una qualità sca-

dente a causa dei numerosi scarichi che riceve. La stazione a nord, presenta risultati molto variabili ma è comunque definita biologicamente alterata o molto alterata, in quanto la comunità macrobentonica non ospita nessun taxa sensibile ed è dominata solo da organismi tolleranti. La stazione posta a valle di Pavia è invece caratterizzata da una condizione molto costante ma comunque alterata e riesce a mantenersi in III classe solo grazie alla presenza di un discreto numero di organismi.



	valore IBE medio	Classe Qualità media
C.na Colombara	5/4	IV
confluenza Ticino	6	III

### Stato Ecologico

Il Dlvo 152/99 prevede il calcolo dello Stato Ecologico per la caratterizzazione di un corso d'acqua, che si ottiene incrociando i valori ottenuti con le indagini biologiche con quelli dati dai macrodescrittori; si considera il punteggio peggiore ottenuto con i due metodi di indagine. Il calcolo dello Stato Ecologico per la roggia Vernavola ha portato ai seguenti risultati:

Stazione	Località	Livello di Inquinamento	Valore di I.B.E.	Stato Ecologico
V1	C.na Colombara	100 (IV)	5/4 (IV)	IV
V2	confluenza Ticino	175 (III)	6 (III)	III

Nella roggia Vernavola le informazioni fornite dai parametri macrodescrittori e biologici concordano in entrambe le stazioni, a conferma del fatto che la roggia riesce nel tratto terminale a depurare parzialmente il forte carico organico che viene immesso dai numerosi scarichi. Nell'ultima stazione, lo Stato Ecologico si attesta su un livello sufficiente, ma non adeguato alla tipologia fluviale ricevente.

### **Censimento degli scarichi**

La roggia Vernavola nasce dalla confluenza di più corsi d'acqua provenienti dall'area dell'immediato hinterland milanese. Come prevedibile le acque che vi giungono si trovano in condizioni qualitative scadenti e, a peggiorare ulteriormente la situazione contribuisce uno scarico fognario (non riportato nel lavoro preliminare basato sui dati forniti dalla Provincia di Pavia) posto immediatamente a valle del Comune di S. Genesio.

La roggia prosegue in un contesto agricolo valorizzato dalla presenza del Parco della Vernavola che ha consentito la conservazione di fasce riparie vegetate, siepi e filari; il corso presenta numerosi e tortuosi meandri che rendono l'ambiente molto piacevole e contribuiscono al mantenimento della capacità autodepurativa. Tuttavia sono presenti numerosi scarichi di natura fognaria che si attivano quando entrano in funzione i troppo pieni delle stazioni di sollevamento.

Oltre a questi contributi saltuari sono presenti anche scarichi di fognatura che riversano i loro reflui con maggiore continuità causando un notevole impatto sulla qualità delle acque della roggia.

Quando la roggia attraversa il Comune di Pavia si divide in due rami, uno dei quali prende il nome di roggia Vernavolino, che si riuniscono più a valle in località S. Lazzaro. Questa roggia riceve subito lo scarico di un troppo pieno e viene successivamente degradata da altri scarichi di tipo fognario.

Dopo aver attraversato l'abitato di Pavia, la roggia riprende a scorrere in un territorio agricolo riacquistando quelle caratteristiche di naturalità che le consentono di recuperare una certa capacità autodepurativa che viene nuovamente e definitivamente compromessa da ulteriori scarichi fognari che si trovano a monte della confluenza. In quest'area, in particolare, è stato riscontrato un maggiore degrado caratterizzato dalla presenza di rifiuti, da una estesa anossia del fondo e da una torbidità elevata.

In conclusione si può affermare che le acque della Vernavola, che afferiscono al Ticino, certamente peggiorano la qualità di quelle del fiume, in questo tratto terminale già pesantemente compromesso.



Cascata  
scarico fognario  
posto ad 1 km  
dalla confluenza

Rifiuti presenti  
nel tratto a valle  
di S. Lorenzo

## 5.6. Canale Scolmatore di Nord Ovest

Il Canale Scolmatore di Nord Ovest (CSNO) venne costruito dalla Provincia di Milano tra gli anni '60 e la metà dei '70 come opera idraulica finalizzata a veicolare in Ticino le acque di piena di Olona e Seveso, situazione che già negli anni '50 creava disagio nelle aree a nord di Milano. Negli ultimi trent'anni tale situazione è andata via via aggravandosi a causa delle profonde trasformazioni territoriali che hanno causato ulteriori pesanti modificazioni dell'equilibrio idrogeologico del comprensorio Ticino-Olona-Lambro.

Attraverso la realizzazione del CSNO sono stati di fatto messi in comunicazione due bacini imbriferi che prima di allora recavano una distinta funzionalità; la diretta conseguenza è che il Ticino recapita, per la precisione nel tratto Abbiategrasso-Vigevano, ingenti portate ad elevato carico inquinante, causate da eventi e fattori antropici esterni ed indipendenti dal proprio bacino, e quindi, di difficile prevenzione. Accade infatti frequentemente che la scolmatura si attivi quando il Ticino è in regime di magra, mentre altrove si hanno piogge intense: tale condizione determina un pesante impatto sull'ambiente fluviale come dimostrano i dati del monitoraggio.

Col passare del tempo, le portate, inizialmente dell'ordine di  $45\text{m}^3/\text{s}$ , sono abbondantemente aumentate sino a raggiungere, nel novembre 2002, un valore superiore a  $180\text{m}^3/\text{s}$ , provocando la rottura del canale, nel tratto di valle, con conseguenti danni all'ambiente, in modo particolare alle attività agricole.

*La rottura del Canale Scolmatore ad Abbiategrasso durante l'alluvione del 2002*



Già nel '99 veniva prospettato, attraverso un Accordo di Programma tra Regione Lombardia, Provincia di Milano, Comune di Milano, ex Magistrato per il Po, ora AIPO, e Autorità di Bacino del Po, l'ampliamento del canale, per il "ramo Seveso", fino ad una portata di 55m<sup>3</sup>/s. (vedasi schema idraulico); è evidente che, alla luce degli ultimi eventi, tale intervento, di per se peggiorativo della qualità ambientale del fiume, non sarebbe comunque risolutivo della problematica della sicurezza idraulica dell'hinterland milanese. Ciò impone alle Amministrazioni a cui competono le azioni da intraprendere, di superare la cultura degli interventi di carattere emergenziale (la logica della scolmatura ne è un esempio) a favore invece di un'azione preventiva mirata ad attenuare i fenomeni laddove si verificano. Rispetto alla questione, la comunità del Parco ha promosso nel corso dell'anno una serie di iniziative di informazione e sensibilizzazione dell'opinione pubblica, e rivendicato presso le istituzioni centrali la necessità che l'Ente Parco possa avere un ruolo attivo nelle dinamiche decisionali che coinvolgono, anche se di riflesso, il proprio territorio.

### Risultati del monitoraggio

L'unica stazione di campionamento scelta per la caratterizzazione del Canale Scolmatore di Nord Ovest, è situata in prossimità della confluenza in Ticino. L'obiettivo era quello di valutare il carico inquinante diretto in Ticino durante i periodi di scolmatura, dato che analisi pregresse indicavano che durante i periodi di scarsa piovosità le acque del canale non costituiscono una fonte inquinante significativa. Nel 2003, data la perdurante siccità, i periodi di scolmatura sono stati estremamente rari e pertanto sono state effettuati solo tre prelievi, a seguito di piogge non eccessivamente abbondanti. I dati che vengono presentati di seguito non sono stati oggetto di elaborazione data l'esiguità dei campioni raccolti.

Le acque trasportate dal canale a seguito delle piogge primaverili non hanno presentato un carico microbiologico particolarmente significativo se confrontate con l'evento di scolmatura di novembre.

I dati chimico-fisici non vengono riportati in quanto presentano un'elevatissima variabilità e non sono in numero sufficiente per elaborare considerazioni valide. Le analisi biologiche non sono state eseguite in quanto il canale è artificiale e completamente cementificato e non sussistono le condizioni di applicabilità del metodo I.B.E.

<b>Coliformi totali</b>		
aprile	maggio	novembre
72.000	10.000	1.900.000
<b>Coliformi fecali</b>		
aprile	maggio	novembre
17.000	1.500	1.300.000
<b>Streptococchi fecali</b>		
aprile	maggio	novembre
200	250	140.000
<b>Escherichia coli</b>		
aprile	maggio	novembre
1.600	300	330.000



Le campagne di monitoraggio realizzate negli ultimi due anni hanno messo in evidenza che il fiume Ticino risente degli impatti negativi derivanti da una gestione delle acque di bacino non sempre adeguata al mantenimento di una condizione idroqualitativa idonea alla salvaguardia degli habitat e delle specie presenti.

Come già evidenziato nella pubblicazione dello scorso anno, i dati rilevati dimostrano che non sono stati effettuati significativi interventi di miglioramento ambientale per limitare i carichi inquinanti in ingresso nel Ticino. In particolare, i dati chimico-fisici e batteriologici dimostrano che il fiume subisce un peggioramento della qualità procedendo da nord a sud, ma un netto deterioramento si verifica nella zona centrale del corso, in corrispondenza della stazione di Abbiategrasso a causa dell'immissione di scarichi fortemente inquinati (Canale Scolmatore di Nord Ovest, scarico del depuratore pubblico del Magentino, roggia Cerana) e concentrati in un'area molto ristretta.

Un carico inquinante così elevato e concentrato in un punto pregiudica la naturale capacità autodepurativa del fiume impedendo il naturale smaltimento dei carichi in ingresso.



Come già rilevato gli scorsi anni, il Ticino presenta anche problemi legati alla quantità delle acque che vi scorrono. Il problema principale, evidenziato con il metodo IBE, riguarda, infatti, le portate che risultano estremamente variabili per motivi naturali ed antropici e determinano una condizione di instabilità degli ecosistemi acquatici. In particolare, nel 2003, nei periodi di siccità estiva è stato rilevato un sensibile peggioramento della qualità bio-

*Il Ticino durante la siccità dell'estate 2002*

logica, associata ad una proliferazione eccessiva dello strato di periphyton presente nel letto fluviale.

Dato che la qualità delle acque del fiume Ticino è risultata invariata nel corso dei tre anni di monitoraggio effettuato dal Parco, nel 2004, pur proseguendo nelle indagini, la tempistica di rilevamento verrà ridotta ed avrà una cadenza stagionale.

Le indagini effettuate negli anni 2002 e 2003 sui quattro affluenti principali indicano che la situazione qualitativa delle loro acque risulta decisamente più critica rispetto a quella riscontrata sul Ticino. Le cause di degrado delle acque sono attribuibili alla presenza di scarichi civili ed industriali che, pur risultando per la maggior parte autorizzati dalle Province competenti, sono numerosi e di varia natura e determinano uno scadimento qualitativo notevole che si ripercuote negativamente sulle biocecosi presenti.

I problemi evidenziati, pur essendo comuni a tutti gli affluenti monitorati, potrebbero essere mitigati con strategie di intervento parzialmente diverse, già indicate lo scorso anno.

Sulla roggia Vernavola, agli interventi di riqualificazione già effettuati, potrebbero essere associati interventi di fitodepurazione degli scarichi fognari prima dell'immissione nella roggia; tali interventi aumenterebbero la diversità ambientale anche a favore della fauna locale e porterebbero ad un miglioramento delle acque favorendo anche lo sviluppo della fruizione con potenziali ritorni economici locali maggiori.

Un discorso analogo potrebbe essere esteso anche al torrente Strona e ai canali che lo alimentano, che conservano ancora caratteristiche di naturalità che andrebbero valorizzate. Un miglioramento della qualità delle acque potrebbe essere ottenuto attraverso una più efficace gestione degli scarichi afferenti che attualmente ne determinano la compromissione. Come già evidenziato, il torrente Arno, presentando una situazione molto critica, con acque di pessima qualità e scarse caratteristiche di naturalità, dovrebbe subire una generale revisione della gestione finora attuata. Il suo recupero risulta necessario per la salvaguardia delle acque del Ticino, dato che ne è divenuto a tutti gli effetti, a seguito della costruzione delle strutture di spagliamento controllato, un sub-affluente attraverso il Canale Marinone. Tale recupero dovrebbe essere attuato attraverso azioni di risanamento delle acque, con interventi finalizzati all'eliminazione dei numerosi scarichi afferenti di natura civile e industriale. Il progetto, in fase di realizzazione, di messa in opera delle vasche di fitodepurazione per l'affinamento dello scarico del depuratore di S. Antonino Ticino dovrebbe da un lato impedire il collegamento continuo del torrente Arno al Canale Marinone limitando l'impatto negativo sul Canale stesso e sul Ticino, e dall'altro migliorare il refluo in uscita e creare un ambiente umido seminaturale a favore della fauna locale e migratoria.

La qualità delle acque della roggia Cerana, risultando molto degradate principalmente a causa dello scarico del depuratore di Cerano, potrebbe essere migliorata sia con interventi di perfezionamento dell'impianto stesso, con un rilascio maggiore di acqua (che diluirebbe gli scarichi) e con interventi di miglioramento complessivo dell'ambiente circostante la roggia. Nonostante le buone condizioni di naturalità presenti nel tratto terminale, la scarsa qualità chimica e microbiologica delle acque si ripercuote negativamente sul Ticino e soprattutto sulla roggia stessa, che rappresenta un ambiente secondario di notevole importanza per la conservazione della flora e della fauna. Ambienti di questo tipo, inoltre, ospitano vegetazione sommersa e riparia di rilevanza naturalistica e costituiscono habitat ideali alla riproduzione di specie di interesse comunitario. Per que-



*Il Ticino a Zerbolò*

sto motivo la gestione delle acque che alimentano ecosistemi così pregiati e delicati, dovrebbe essere più efficace e finalizzata alla riduzione sostanziale degli impatti presenti.

Il Parco del Ticino avendo acquisito una visione complessiva della situazione qualitativa delle acque del bacino, manterrà attivo il monitoraggio anche per l'anno 2004. I campionamenti per il rilievo dei parametri chimico-fisici, batteriologici e biologici seguiranno una tempistica stagionale.

La prospettiva di integrare le analisi di base con un monitoraggio più mirato potrebbe essere utile per giungere ad una conoscenza più approfondita di questi corsi d'acqua finalizzata ad una gestione più accorta. Ciò potrebbe essere realizzato, ad esempio, con indagini sui sedimenti e sulla presenza di inquinanti tossici quali metalli, pesticidi e solventi.

In conclusione, per dirla con la Carta Europea dell'Acqua (Consiglio d'Europa, maggio 1968), alterare la qualità dell'acqua significa nuocere alla vita dell'uomo e degli altri esseri viventi che da essa dipendono. L'acqua nella natura è un mezzo vivente, portatore di organismi benefici che contribuiscono a mantenerne la qualità. Contaminandola, rischiamo di distruggere questi organismi, alterando così il processo di autodepurazione e modificando in maniera sfavorevole e irreversibile il mezzo vivente. Le acque di superficie e le acque sotterranee devono essere preservate dalla contaminazione.

Ogni scadimento importante della qualità o della quantità di un'acqua corrente o stagnante rischia di essere nocivo per l'uomo e per gli altri esseri viventi. Le acque di superficie rappresentano, quindi, un bene prezioso da tutelare per gli usi attuali e per le generazioni future.





**Alge filamentose:** ammassi e/o cordoni ramificati o pseudoramificati ancorati al substrato o liberamente flottanti, costituiti da alghe che ad un'osservazione ravvicinata risultano assumere un aspetto filamentoso.

**Alveo bagnato:** porzione dell'alveo in cui è presente l'acqua.

**Alveo di magra:** porzione dell'alveo che resta bagnata anche in condizioni di magra. Si trova all'interno del letto ordinario, in particolare nei fiumi a regime irregolare. È sinuoso e spesso si divide in diversi bracci (*V. magra*).

**Alveo di morbida:** porzione dell'alveo occupata nelle condizioni di morbida alta. La frequenza delle sommersioni, la loro durata e l'azione delle correnti di piena sulla vegetazione e sui ciottoli (abrasione, rotolamento) determinano condizioni che non permettono lo sviluppo di arbusti. Nei periodi asciutti viene colonizzato, soprattutto nella fascia più esterna, dalle erbacee pioniere di greto. Si noti che, di norma, l'alveo di morbida non corrisponde all'alveo bagnato nelle condizioni di morbida ordinaria.

**Alveo di piena:** porzione del letto fluviale occupata nelle condizioni di piena (*V. piena*).

**Alveo di piena eccezionale:** porzione del letto fluviale occupata nelle condizioni ideologiche episodiche di piena eccezionale (*V. piena eccezionale*).

**Alveo pensile:** alveo il cui letto è posto ad una quota più elevata del piano di campagna circostante. È una condizione frequente nei corsi d'acqua in pianura arginati i cui sedimenti, non potendo depositarsi nella piana alluvionale, si accumulano nell'alveo sopraelevandolo. È una situazione molto rischiosa perché, in caso di rottura arginale, l'intera portata si riversa nella piana alluvionale creando inondazioni devastanti.

**Argine:** opera longitudinale rilevata rispetto al piano di campagna. Ha la funzione di contenere le acque di piena e, perciò, di proteggere la piana alluvionale dalle inondazioni.

**Azoto ammoniacale (mg/l di N):** l'azoto ammoniacale si forma in acqua a seguito della degradazione, effettuata dai microrganismi, di composti organici contenenti azoto, o a seguito della diminuzione di ossigeno per la trasformazione anaerobia dei nitrati. Altre fonti di azoto ammoniacale possono essere costituite dai concimi di sintesi a base di urea e da alcuni effluenti industriali. È indice di inquinamento poiché la sua quantità dipende dalla presenza di sostanze organiche inquinanti e dalla forte diminuzione dell'ossigeno presente in acqua. Questo inquinante può venire immesso nell'ambiente sia tramite fonti diffuse (precipitazioni, reflui da aree urbane, suolo coltivato, suolo non coltivato) che puntiformi (effluenti industriali o provenienti da allevamenti zootecnici).

**Azoto nitrico (mg/l di N):** l'azoto nitrico si trova in molte acque allo stato naturale, in concentrazioni variabili tra 1 e 10 mg/l. Concentrazioni superiori sono spesso dovute a fertilizzanti contenenti azoto, poiché questo elemento, che rappresenta un importante nutrimento per le piante, è assorbito male dal terreno e viene facilmente dilavato dalle piogge che lo veicolano nei corsi d'ac-

qua. Tale parametro, essendo il risultato della degradazione microbiologica totale o parziale dell'azoto ammoniacale, è di grande importanza per la valutazione delle proprietà autodepurative dei sistemi idrici. Le principali fonti di immissione nell'ambiente di azoto nitrico sono costituite dai concimi azotati di sintesi e naturali prodotti dalle deiezioni animali. Altri apporti più modesti sono attribuibili agli affluenti domestici ed industriali

---

## B

**BOD<sub>5</sub> (mg/l di O<sub>2</sub>):** il BOD (Domanda Biochimica di Ossigeno) rappresenta la quantità di ossigeno disciolto consumata dai microrganismi, durante un tempo determinato (5 giorni) e ad una data temperatura, per decomporre le sostanze organiche presenti nell'acqua. È un parametro molto importante ai fini della valutazione dell'inquinamento delle acque superficiali poiché rappresenta una misura della quantità delle sostanze organiche presenti.

**Briglia:** opera trasversale rilevata. Ha la funzione di intrappolare i sedimenti, elevando il livello del letto e, perciò, di proteggere dall'erosione manufatti, scarpate spondali o versanti (rincalzandoli al piede e riducendo la pendenza, quindi la forza erosiva).

---

## C

**Canneto:** ai fini della compilazione della scheda I.F.F. si è inteso definire come canneto un insieme di cenosi vegetali tipiche di zone umide, tra i quali i canneti, i fragmiteti, gli scirpeti, i cariceti, i tifati; sono, invece, esclusi i canneti di *Arundo donax*.

**COD (mg/l di O<sub>2</sub>):** il COD (Domanda Chimica di Ossigeno) rappresenta la quantità di ossigeno disciolto consumata chimicamente per la degradazione delle sostanze organiche presenti nell'acqua. Questo parametro, a differenza del BOD, indica anche la presenza di sostanze inquinanti non eliminabili microbiologicamente, cioè non biodegradabili.

**Coliformi fecali (UFC/100ml):** appartenenti al gruppo dei coliformi totali, possiedono una eccellente correlazione con la contaminazione fecale derivante da animali a sangue caldo, quindi risultano essere molto specifici come indicatori di inquinamento fecale.

**Coliformi totali (UFC/100ml):** microrganismi selezionati per il controllo microbiologico in quanto si ritrovano nel tratto gastrointestinale dell'uomo e degli animali a sangue caldo. Negli anni più recenti è stata messa in dubbio la loro validità come indicatori di contaminazione, perché tra essi sono comprese forme batteriche largamente diffuse nell'ambiente.

**Colture permanenti:** colture che necessitano di pratiche agricole pesanti durante tutto il periodo vegetativo ed oltre (es. frutteti, vigneti, pioppeti coltivati).

---

## D

**Difesa spondale:** opera longitudinale, su Ticino solitamente costituita da massi ciclopici o da gabbionate di rete metallica riempite di ciottoli e realizzata per proteggere una sponda dall'erosione. A differenza dell'argine, la difesa spondale non è rilevata rispetto al piano di campagna e non ha funzione di protezione dalle esondazioni.

**Detrito:** ci si riferisce al detrito organico costituito da frammenti vegetali in vari stati di decomposizione.

---

## E

**Ecotoni ripari:** ambienti di transizione tra il corso d'acqua e il territorio circostante.

**Elofite:** tutte le specie di piante palustri.

**Escherichia coli (UFC/100ml):** appartiene al gruppo dei Coliformi fecali che sono eccellenti indicatori della contaminazione batterica derivante da animali a sangue caldo.

**Fascia perifluviale:** fascia di territorio localizzata topograficamente lungo il corso d'acqua, immediatamente esterna all'alveo di morbida. Nell'ambito della fascia perifluviale si collocano, se presenti, le formazioni riparie arbustive ed arboree; in ogni caso, comprende al suo interno l'ecotono tra l'alveo ed il territorio circostante.

- primaria: fascia formata in modo naturale, dove la vegetazione spontanea si è insediata e consolidata con modelli naturali ed esiste una condizione di continuità e totale permeabilità ai flussi tra alveo e territorio circostante.
- secondaria: fascia formata all'interno di un alveo artificiale con evidente interruzione del continuum trasversale.

**Flusso laminare:** dal punto di vista strettamente idraulico, è una condizione di scorrimento dell'acqua dove predominano le forze di coesione tra le molecole, o più in generale la viscosità del fluido; è caratterizzato da movimento uniforme. Ai fini dell'applicazione dell'I.F.F., il flusso può essere considerato laminare quando la superficie idrica non presenta increspature.

**Flusso turbolento:** condizione in cui le forze di coesione o viscosità dell'acqua sono vinte dalle forze idrodinamiche che rendono il movimento non uniforme ma turbolento. Ai fini dell'I.F.F., il flusso si considera turbolento quando la superficie idrica non è liscia, ma increspata.

**Fosforo totale (mg/l di P):** il fosforo presente nelle acque proviene principalmente da scarichi domestici e industriali e dal dilavamento di suoli trattati con fertilizzanti che lo contengono. Anche se i composti del fosforo non sono tossici, la loro presenza è indice di inquinamento a causa dei problemi di eutrofizzazione che possono causare.

**Greto:** fascia ciottolosa dell'alveo di morbida, sostanzialmente privo di vegetazione stabile. Nell'alveo di morbida, frequentemente sommerso, le condizioni sono ostili ad un insediamento vegetale stabile. Anche quando esso è scoperto appare perciò come un materasso ciottoloso-ghiaioso privo di vegetazione; nei periodi di magra può ospitare una vegetazione rada di piante annuali terofite (a rapido ciclo biologico: fioriscono e compiono la disseminazione in breve tempo).

**Idrofite:** in senso lato, tutte le piante strettamente legate all'acqua. Nell'ambito dell'applicazione dell'Indice I.F.F. si intende indicare tutte quelle specie vegetali appartenenti a Briofite, Pteridofite e Fanerogame che si sviluppano interamente in acqua, in modo che gli individui siano completamente sommersi, appena galleggianti, oppure solo in parte emersi.

**Isole fluviali:** deposito di sedimenti fluviali caratterizzato da una stabilità temporale, ecologicamente in evoluzione, emergente all'interno dell'alveo con vegetazione arbustiva e/o arborea.

**Località:** nella compilazione delle schede di campo, si riporta la località più vicina alla stazione di campionamento indicata in cartografia.

**Macrofite acquatiche:** categoria nomenclaturale che comprende numerose specie vegetali che hanno in comune le dimensioni macroscopiche e l'essere rinvenibili sia in prossimità sia all'interno di acque dolci superficiali (lotiche e lentiche). In pratica, sono da considerarsi macrofite sia le specie appartenen-



ti alla vegetazione acquatica sia quelle che costituiscono il raggruppamento delle erbacee pioniere di greto.

Le macrofite sono costituite in massima parte da Fanerogame ma ne fanno parte anche un piccolo contingente di Pteridofite, numerose Briofite ed alghe macroscopiche. Nella compilazione della scheda I.F.F., tuttavia, le alghe macroscopiche vengono considerate appartenenti al periphyton.

**Magra:** condizione di acque basse. Si parla di magra naturale quando la scarsità idrica è dovuta ad eventi stagionali naturali; se, invece, è conseguente a cause antropiche (sbarramenti, captazioni, derivazioni) si parla di magra indotta.

**Meandri:** caratteristica longitudinale del fiume, susseguirsi di curvature o slarghi della linea di riva che si formano in funzione dell'erosività del substrato geologico, creando un'alternanza di anse a volte pronunciate.

**Morbida:** condizione di portata ordinaria. Può essere distinta in morbida alta (giorni successivi alla piena), morbida media (stato ordinario) e morbida bassa (periodo precedente alla magra).



**Ossigeno disciolto (% di saturazione):** la presenza di ossigeno è essenziale per la sopravvivenza della maggior parte dei microrganismi presenti nell'acqua. Questi sono, fondamentali per i processi di autodepurazione e degradazione delle sostanze inquinanti in essa presenti. L'ossigeno atmosferico raggiunge l'acqua per diffusione attraverso la superficie e tramite i processi fotosintetici delle alghe e delle piante sommerse. Una forte diminuzione di questo parametro è indice della presenza di inquinamento, poiché viene consumato dall'attività metabolica dei microrganismi deputati all'eliminazione delle sostanze inquinanti.



**Periphyton:** tale termine è ormai entrato nell'uso comune per indicare genericamente una complessa comunità di microrganismi che vivono aderenti a substrati immersi di diversa natura. È in uso per definire come facenti parti del periphyton sia gli organismi che aderiscono al substrato sia quelli che penetrano o si muovono all'interno della maglia costituita dagli altri organismi sessili. Fanno parte del periphyton microalghe, funghi, batteri e protozoi.

Per feltro perifitico ci si riferisce allo strato del periphyton visibile o, quantomeno, rilevabile al tatto presente su ciottoli e substrati stabilmente immersi. Le alghe macroscopiche (es. ciuffi di alghe filamentose) di norma non vengono incluse nel periphyton, ma nelle idrofite in senso lato, o nelle macrofite acquatiche.

**Piena:** quando il corso d'acqua supera determinati livelli prefissati dagli idrometri. Un periodo di acque alte.

**Piena eccezionale:** condizioni ideologiche episodiche del corso d'acqua in situazioni eccezionali coincidenti col massimo trasporto liquido. La frequenza può essere anche più che centenaria.

**Pozze:** tratti con profondità maggiore rispetto alla media, con ridotta velocità di corrente e, spesso, con granulometria ridotta.



**Raschi:** tratti d'alveo il cui fondo si eleva, caratterizzati da un substrato più grossolano, da forti increspature e/o turbolenze con velocità di corrente in genere superiore rispetto alla media.

**Riva:** in senso lato, linea di confine tra acqua e terra. Ai fini dell'applicazione dell'I.F.F., invece, si intende la fascia in margine esterno al greto. Quasi sinonimo di sponda. Fascia immediatamente fuori dall'alveo di morbida, posta a confine con la fascia perfluviale.

---

**Scabrezza di fondo:** irregolarità del fondo dovuta alla presenza di elementi di diversa grandezza e a diverse distanze in grado di creare turbolenze delle vene d'acqua.



**Streptococchi fecali (UFC/100ml):** seppur rappresentanti della flora batterica delle feci umane, essi sono presenti con una densità inferiore rispetto ai Coliformi pertanto risultano essere indicatori meno sensibili di contaminazione fecale. Tuttavia la loro maggiore sopravvivenza in ambiente acquatico può confermare la presenza di inquinamento fecale anche quando la ricerca dei Coliformi non è più in grado di determinarla.

---

**Vegetazione acquatica:** idrofite comprendenti specie appartenenti a vari gruppi sistematici: Fanerogame, Pteridofite, Briofite e Alghe.

La vegetazione acquatica è costituita da specie che si sviluppano interamente in acqua; può essere distinta in natante (con gli organi vegetativi galleggianti alla superficie) o radicata (ancorata al substrato mediante radici o rizomi o mediante un organo a ventosa).



**Vegetazione riparia:** a partire dall'alveo di magra, esternamente alle erbacee pioniere di greto, le formazioni arbustive ed arboree riparie s'interpongono tra le fitocenosi acquatiche e le fitocenosi zonali del territorio circostante, non più influenzate dalla presenza del corso d'acqua. L'aggettivo riparie non ha un significato topografico, ma ecologico: indica cioè quelle specie igrofile, strettamente legate alla vicinanza del loro apparato radicale alla falda freatica (salici, ontani, pioppi). Si tratta di formazioni azonali, indipendenti dal clima locale e ad ampia distribuzione geografica.

Frammiste alle specie riparie possono spesso trovarsi specie mesofite delle formazioni zonali circostanti, non riparie.

Possono essere considerate formazioni riparie anche i canneti, essendo costituiti da piante radicate in acqua, ma emergenti con buona parte del fusto e delle foglie, e che sopportano periodi anche lunghi d'emersione (purché il livello della falda resti elevato).



## Generale

- A.A.V.V. (2002): "Applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.) al sistema idrografico del fiume Ticino", Milano.
- A.A.V.V. (1983): "La risorsa fiume", Atti del Convegno nazionale "Qualche idea sui fiumi, Jesi, 1983", Urbino.
- A.A.V.V. (2000): "Relazione conclusiva del Gruppo tecnico di lavoro per l'inquinamento del Torrente Terdoppio Novarese - Roggia Cerana - Ramo dei Prati". Inedito.
- Beati P, a cura di (2000): "Rapporto sulla qualità delle acque superficiali della Provincia di Cremona 1995 - 1999", Brughiero (MI).
- Budassi B., M. Lanticina, A.M. Vailati (2002): "Il fiume Ticino: la qualità delle acque e del suo ecosistema. Campagna di monitoraggio 2001", Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino.
- Ceresa P, a cura di (1996): "La risorsa idrica. Definizione, disciplina, usi, gestione. L'esperienza del lago di Garda", Atti del Convegno Brescia 3 giugno 1994 - Desenzano 4 giugno 1994, Gardone Riviera (BS).
- De Paola C., D. Furlanetto, C. Peja (2003): "...e il canale scolmatore", Ed. Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino, Parco Ticino, 1:8.
- Lanticina M., Parco V, Vailati A.M., (2003) - Il fiume Ticino e i suoi principali affluenti. Indagine sulla qualità delle acque. Anno 2002. Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino. FCM, Marcallo c/Casone (MI).

## Analisi chimico - fisiche

- A.A.V.V. (1988): "Analisi sulla qualità dei corsi d'acqua: aspetti chimico - fisici" Ed. Provincia Autonoma di Trento. PA.T. Serv. Pro. Ambiente.
- IRSA - CNR (1994) "Metodi analitici per le acque" Ed. Istituto poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- Standard Methods (1995) "For the examination of water and wastewater Greenberg, Clesceri, Eaton Edition, Washington 19th edition.

## Applicazione dell'indice I.F.F.

- AA.VV. (2000): "I.F.F. Indice di Funzionalità fluviale" ANPA Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, pp. 223.
- Petersen R.C. (1992): "The RCE: A Riparian, Channel, and Environmental inventory for small streams in agricultural landscape", *Freshwater Biology*, 27: 295-306.
- Siligardi M. e B. Maiolini (1993): "L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua alpini: guida all'uso della scheda RCE-2", *Biologia Ambientale*, VII (30):18-24.
- Siligardi M. (1997): "Ecologia del paesaggio e sistemi fluviali" In: V. Ingegnoli (Ed.): *Esercitazioni di Ecologia del Paesaggio*. Città Studi, Milano: 73-103.

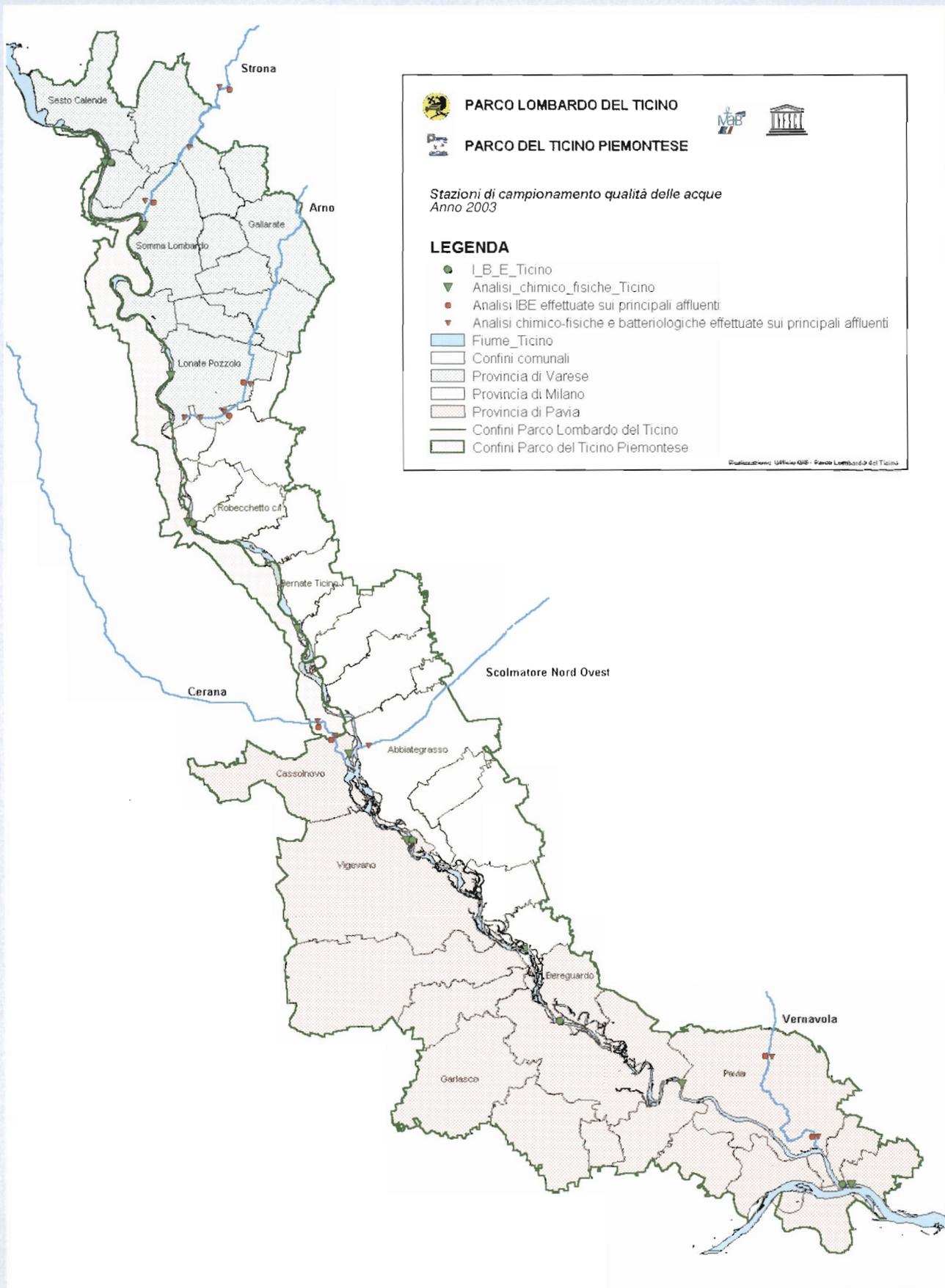
## Applicazione dell'indice I.B.E.

- A.A.V.V. (1972-1982): "Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane", Collana del Progetto Finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", Coord. Ruffo S. C.N.R. AQ/1/1-123.
- Ghetti P.F. (1997): "Indice Biotico Esteso (IBE) - I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Manuale di applicazione", Provincia Autonoma di Trento, Agenzia per la Protezione dell'Ambiente: 222 pp.
- IRSA - CNR (1995): *Indice Biotico Esteso (P.F. Ghetti) - Notiziario dei metodi analitici*. ISSN:0392-1425.
- CAMPAIOLI S., GHETTI P.F., MINELLI A., RUFFO S. (1994): "Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane", Vol. I - Provincia Autonoma di Trento.
- SANSONI G. (1988): "Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane", Provincia Autonoma di Trento.
- TACHET et AL. (1984): "Introduction a l'etude des macroinvertebrates des eaux douces", 2° edition. Association Francaise de Limnologie, pp 155.

## Siti Internet consultati

- [www.apat.it](http://www.apat.it)
- [www.cisba.it](http://www.cisba.it)
- [www.cirf.it](http://www.cirf.it)
- [www.cipsi.it](http://www.cipsi.it)
- [www.arpalombardia.it](http://www.arpalombardia.it)
- [www.arpapiemonte.it](http://www.arpapiemonte.it)







## Utilità e modalità di applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE)

L'IBE (Indice Biotico Esteso) è una modificazione dell'E.B.I. (Extended Biotic Index), metodo sperimentato da Woodiwiss nel 1978 e modificato per la realtà italiana da Ghetti nel 1986 e definitivamente nel 1997.

Questo metodo consente di valutare la qualità biologica di un corso d'acqua mediante lo studio delle popolazioni di macroinvertebrati presenti nelle acque correnti. I macroinvertebrati bentonici sono organismi di dimensioni superiori al millimetro, che possono colonizzare qualunque ambiente acquatico e la presenza dei diversi gruppi sistematici è legata al variare dei fattori ambientali che caratterizzano i differenti luoghi. Ogni tipo di substrato può fornire un habitat adatto; ciascun animale ha, infatti, una sua "specialità" morfologica, fisiologica o comportamentale che lo rende idoneo per insediarsi nei sedimenti del fondo, nelle zone di corrente, sulle sponde o fra i fusti sommersi di una pianta acquatica.

Questi organismi, data la loro scarsa mobilità, si sono rivelati un utile strumento per effettuare indagini sulla qualità degli ecosistemi fluviali; essi infatti vivendo gran parte del loro ciclo vitale nel corso d'acqua costituiscono una sofisticata rete di controllo e sono quindi in grado di fornire una risposta modulata e lineare a qualsiasi alterazione ambientale, sia di tipo naturale, come un'improvvisa piena, sia a forme ed associazioni di inquinanti diversi, anche nel caso di carichi pulsanti che di norma sono assai difficili da individuare con le normali metodiche di analisi.

L'utilizzo di indicatori biologici della qualità dell'ambiente parte dal concetto che variazioni delle caratteristiche fisiche e chimiche superiori alla capacità di adattamento degli organismi, inducono modificazioni qualitative e quantitative nella struttura della comunità.

L'I.B.E si basa quindi sull'analisi della struttura della comunità macrobentonica e "misura" di quanto si allontana la comunità rinvenuta nel fiume in esame da una comunità "ideale", che dovrebbe essere presente in quell'ambiente se non intervenissero perturbazioni di tipo chimico, termico, di portata o altri squilibri. L'IBE si basa sia sulla presenza di organismi sensibili sia sulla ricchezza di specie. Questa doppia informazione è indispensabile perché ci sono ambienti che, per caratteristiche intrinseche, ad esempio i torrenti alpini poveri di nutrienti, non possono ospitare una comunità molto ricca ma sono comunque adatti ad essere colonizzati da specie molto sensibili; al contrario, nei tratti terminali dei grandi fiumi di pianura, non è possibile rinvenire co-



Efemerottero, *Ephemera*



Irudineo, *Erpobdellidae*

munità tipiche di acque veloci e ben ossigenate, ma possono comunque essere presenti molti altri organismi ben adattati ad ambienti ricchi di sedimento. L'IBE consente quindi di valutare la qualità biologica di un corso d'acqua valutando la presenza di determinati taxa (Unità Sistematiche), questa informazione viene poi convertita in un punteggio ed infine in classi di La validità ed efficacia di questa metodologia è anche supportata dal suo inserimento nel Decreto Legislativo n° 152 dell'11 maggio 1999; l'IBE è divenuto perciò un parametro di legge e come tale deve essere considerato. Il sistema di monitoraggio biologico delle acque con gli organismi macrobenthonici costituisce un'indispensabile integrazione alle analisi di tipo chimico-fisico e microbiologico, che spesso non riescono a cogliere inquinamenti di tipo episodico e permette di dare risposte precise, fornendo un giudizio sintetico sulla qualità complessiva dell'ambiente e sulla capacità autodepurative dei corsi d'acqua.

### **Metodologia di campionamento**

Per eseguire i campionamenti relativi al mappaggio biologico di qualità delle acque, è stato utilizzato un retino immanicato con raccoglitore svitabile e rete in monofilo di nylon a 21 maglie/cm.

I prelievi sono stati effettuati, per gli affluenti, lungo un transetto diagonale tra le due sponde, che potesse garantire il controllo di tutti i principali mi-

crohabitat presenti nel tratto sottoposto al monitoraggio; sul fiume Ticino questa operazione è risultata impossibile e perciò sono stati eseguiti transetti parziali accendendo al sito di campionamento con automezzi o con una barca e cercando di campionare lungo la rive e nella parte centrale in zone di corrente dove l'altezza dell'acqua consentisse le operazioni.

Ultimato il transetto, il contenuto è stato rovesciato in una bacinella avendo cura di risciacquare accuratamente il retino per non perdere eventuali taxa rimasti attaccati.

Il materiale raccolto è stato separato direttamente sul campo, dove è stato effettuato un primo riconoscimento degli organismi rinvenuti in modo tale da valutare sommariamente la struttura macrobenthonica presente ed effettuare, per conferma, ulteriori verifiche con prelievi successivi.

Ove possibile è stato eseguito anche un accurato prelievo manuale con l'ausilio di pinzette metalliche da entomologo. Questa operazione permette di reperire unità sistematiche che aderiscono fortemente al substrato o che vengono danneggiate dall'azione meccanica del retino. Il materiale raccolto è stato infine collocato in contenitori di plastica contenenti alcol etilico ed è stato trasportato in laboratorio per procedere alla classificazione

dei macroinvertebrati raccolti, tramite l'uso dello stereomicroscopio e di un microscopio ottico (per operare a maggiori ingrandimenti).

Una volta classificati i taxa presenti è stata utilizzata la tabella a doppia entrata illustrata in figura 1 per estrapolare il valore di IBE; ad ogni stazione di monitoraggio è stata attribuita una classe di qualità biologica, che è stata infine visualizzata cartograficamente, con l'ausilio di applicazioni GIS, utilizzando i colori validi su scala nazionale.



Campionamento con retino

È necessario sottolineare che sebbene il metodo non preveda attrezzature costose e sembri relativamente semplice è fondamentale che gli operatori non siano solo in grado di classificare il materiale biologico, ma che sappiano campionare in modo corretto, dimostrando la capacità critica nella scelta delle stazioni oltre ad un'adeguata conoscenza degli ecosistemi fluviali.

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

<sup>o</sup> Nelle comunità in cui *Leuctra* è presente come unico taxon di Plecotteri e sono contemporaneamente assenti gli Efemerotteri (tranne Baetidae e Caenidae), *Leuctra* deve essere considerata al livello dei Tricotteri al fine dell'entrata orizzontale in tabella.

<sup>oo</sup> per la definizione dell'ingresso orizzontale in tabella le famiglie Baetidae e Caenidae vengono considerate a livello di Tricotteri

\* Questi valori di indice vengono raramente raggiunti nelle acque correnti italiane per cui occorre prestare attenzione, sia per evitare la somma di biotipologie, che nel valutare gli effetti prodotti dall'inquinamento, trattandosi di ambienti con elevata ricchezza di taxa.

Tabella per il calcolo del valore di IBE

Classi di qualità	Valore di IBE	Giudizio	Colore di riferimento
Classe I	10-11-12	Ambiente non alterato	Azzurro
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	Verde
Classe III	6-7	Ambiente alterato	Giallo
Classe IV	4-5	Ambiente molto alterato	Arancione
Classe V	1-2-3	Ambiente fortemente degradato	Rosso

Si ricorda che per il calcolo dei valori di IBE si è fatto riferimento alla nuova raccolta di "Metodi analitici per le acque" edita nel 2004 da APAT e CNR IRSA; essa, pur non avendo introdotto modifiche sostanziali al metodo già in uso, ha inserito alcuni taxa che precedentemente erano esclusi dal calcolo.



## Descrizione dei composti DDT e PCB

Il DDT ed i PCB sono sostanze appartenenti alla classe dei POP (Persistent Organic Pollutants) vale a dire inquinanti organici particolarmente persistenti nell'ambiente. Sono entrambe sostanze molto dannose sia all'uomo sia agli ecosistemi naturali.

Di seguito si riportano descrizioni sintetiche dei due inquinanti.

### ■ DDT

Come evidenziato nei rapporti della Commissione Italo Svizzera per l'inquinamento del lago Maggiore, "il DDT dimostra un'affinità molto elevata con il particolato organico presente in sospensione nel sistema idrico, e possiede inoltre la particolarità di essere estremamente solubile nei grassi e quindi la frazione che rimane adsorbita nelle particelle organiche in sospensione nell'acqua può essere assunta ed accumulata dai pesci principalmente attraverso due meccanismi: una bioconcentrazione per trasferimento dalla fase acquosa e/o dalla fase solida dalle particelle organiche al grasso dei pesci attraverso la respirazione branchiale; una biomagnificazione per l'ulteriore accumulo attraverso l'alimentazione che si potenzia mano a mano attraverso la catena alimentare. In questo modo il fattore di concentrazione acqua/pesci assume valori incredibilmente elevati, al minimo dell'ordine di 1 a 50.000. L'effetto di accumulo nei grassi è ancora più grave in termini di durata perché il DDT e i suoi metaboliti (DDD e DDE) sono particolarmente stabili nel tempo, essendo molto refrattari alla degradazione biochimica e ai processi chimico-fisici di demolizione."

Il DDT viene assorbito dall'uomo attraverso l'assunzione di cibi contaminati (pesci, crostacei, vegetali, ecc.) e si concentra particolarmente nel grasso, nel sistema nervoso centrale e nel fegato.

È stata accertata la cancerogenicità del DDT, soprattutto nel fegato, e danni epatici, del sistema nervoso e dell'apparato riproduttivo.

### ■ PCB

I Poli Cloro Bifenili (PCB) sono sostanze di sintesi ampiamente utilizzate in passato a livello industriale; per le loro caratteristiche di persistenza e bassa biodegradabilità essi si accumulano nell'ambiente raggiungendo tutti i comparti ambientali e concentrandosi in quelli per i quali trovano la maggiore affinità. In particolare la loro lipofilia determina l'accumulo dei PCB nelle matrici organiche. Nonostante non siano ancora chiari i meccanismi di causa-effetto e dose-effetto sull'uomo, è ormai assodato che la presenza di tali composti nell'ambiente può determinare un rischio anche elevato per la salute. Prodotti a partire dal primo ventennio del novecento, già dal 1936 in America sono stati scoperti i primi casi di intossicazione da esposizione a PCB in ambiente di lavoro. Trattandosi di sostanze tossiche e persistenti, che hanno effetti negativi sulla salute umana e sull'ambiente, la loro produzione e l'uso sono stati vietati in tutti i paesi industrializzati; con la Direttiva 76/769 la Comunità Europea ha proibito l'uso della maggior parte dei PCB a partire dal 1978, mentre per altre applicazioni sono vigenti divieti dal 1986.

Negli ultimi vent'anni la Commissione Europea ha presentato numerose proposte di atti legislativi mirati alla riduzione delle emissioni di questi composti. Un passo decisivo compiuto dall'UE è stato la pubblicazione del Libro Bianco sulla Sicurezza Alimentare (2000), con il quale è stata posta in evidenza la necessità di definire standard specifici per gli agenti contaminanti lungo l'intera catena alimentare. A seguito delle azioni previste dal Libro Bianco, la Commissione ha chiesto al Comitato Scientifico per gli Alimenti e al Comitato Scientifico per la Nutrizione Animale di effettuare l'analisi del rischio per la salute pubblica derivato dalla presenza di diossine e PCB diossino-simili negli alimenti per l'uomo e per gli animali.

Sulla base di queste analisi, la Commissione ha proposto misure per limitare la presenza di diossine e PCB diossino-simili. Ad oggi non sono stati però ancora fissati limiti ad hoc per i PCB, sia diossino-simili che non, a causa della scarsità di dati disponibili.

A livello nazionale non sono ancora disponibili dati sufficienti per stimare il livello di penetrazione dei PCB nella produzione e/o distribuzione in Italia e dunque il livello di esposizione reale della popolazione italiana al rischio ecotossicologico. Nel nostro paese attualmente non esiste un riscontro sulla presenza e sui limiti di accettabilità dei PCB per le norme riguardanti gli alimenti ed i mangimi ad uso zootecnico.

Considerando i numerosi effetti tossici dei PCB, tra cui anche la loro azione cancerogena e considerando anche che la via principale di esposizione ai PCB per l'uomo è l'assunzione con la dieta, riteniamo che la presente indagine del contenuto di PCB nei pesci del Ticino abbia un elevato valore preventivo, in quanto ai dati originali da essa restituiti sul grado di esposizione dell'uomo ai PCB attraverso questo specifico comparto ambientale potranno essere applicati i limiti di esposizione eventualmente definiti dagli organi preposti.

In genere la tossicità dei PCB dipende dal numero di atomi di cloro e dalla loro posizione nella struttura bifenilica. Inoltre in condizioni particolari questi possono assumere una configurazione simile a quella della diossina, il composto più tossico per gli organismi viventi. Nonostante i PCB abbiano valori più bassi di TEF (toxic equivalent factor) rispetto alla diossina (TEF=1), la loro maggiore concentrazione ambientale porta a valori di TEQ (TEF moltiplicato per la concentrazione del congenere) più alti rispetto alla diossina. In aggiunta la grande liposolubilità e la ridotta biodegradabilità permette a questi di essere adsorbiti dal particolato in sospensione e dai sedimenti del fondo consentendo loro di entrare nella catena alimentare sia per diffusione attraverso le membrane cellulari, sia per ingestione da parte di animali filtratori.

La già menzionata liposolubilità fa sì che siano preferiti come luogo di accumulo i grassi e certi organi come le gonadi, il fegato ed il cervello. I composti organoclorurati accumulati nei tessuti adiposi possono esplicare la loro azione patogena in periodi più o meno lunghi secondo l'attività metabolica: l'effetto di questi composti si manifesta con maggiore incidenza quando l'animale utilizza come fonte di energia le riserve di grasso. Molte Agenzie ambientali (es. l'E.P.A. americana) hanno stabilito che queste sostanze sono da considerare agenti carcinogeni per gli animali. I PCB possono interferire con il sistema endocrino, portare a sterilità e causare disordini ormonali.

# **Publicazioni tecniche e scientifiche del Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino**

---

- Progetto “Carta pedologica”: I suoli del Parco Ticino. L’Abbiatense, 1991, Ersal - Regione Lombardia e Consorzio Parco Ticino.
- Progetto “Carta pedologica”: I suoli del Parco Ticino. Settore Settentrionale, 1992, Ersal - Regione Lombardia e Consorzio Parco Ticino.
- Progetto “Parco Pulito”, 1993, Consorzio Parco Ticino.
- Il Ticino: studi e proposte sull’assetto idrogeologico e sull’uso del territorio della valle fluviale, 1994, Consorzio Parco Ticino - Autorità Bacino del Po.
- La qualità dell’aria nel Parco Regionale Lombardo della Valle del Ticino. Monitoraggio dell’aria effettuato mediante analisi dei licheni, 1995, Consorzio Parco Ticino.
- Progetto “Carta pedologica”: I suoli del Parco Ticino. Settore Meridionale, 1996, Ersal - Regione Lombardia e Consorzio Parco Ticino.
- Strumenti per lo sviluppo dell’agricoltura sostenibile. Esempio di applicazione del Regolamento CEE 2078/92, 1996, Consorzio Parco Ticino, Carrefour.
- Gli insediamenti rurali del Parco del Ticino, 1998, Consorzio Parco Ticino.
- Le marcite, 1998, Consorzio Parco Ticino.
- Il Ticino: studi e proposte sull’assetto idrogeologico e sull’uso del territorio della valle fluviale, 1998, Consorzio Parco Ticino - Autorità Bacino del Po.
- Aree demaniali dei fiumi e dei laghi: dall’abbandono alla gestione conservativa, 1999, Consorzio Parco Ticino, Carrefour Lombardia, Commissione Europea, Regione Lombardia.
- Atlante della biodiversità nel Parco del Ticino, 1999, Consorzio Parco Ticino.

- Ricerca sulla fauna ittica del fiume Ticino, 1999, G.R.A.I.A.,  
Consorzio Parco Ticino.
- Monitoraggio della qualità dell'aria mediante licheni  
nella Valle del Ticino, 2000, Consorzio Parco Ticino.
- La qualità delle acque del fiume Ticino, 2001, Consorzio Parco Ticino.
- Censimento degli impianti di depurazione presenti  
nel territorio del Parco del Ticino, 2001, Consorzio Parco Ticino.
- Monitoraggio dello stato di salute della vegetazione boschiva mediante  
tecniche di telerilevamento all'Infrarosso Falso Colore  
nella Valle del Ticino, 2001, Consorzio Parco Ticino.
- Specie esotiche introdotte attraverso gli aeroporti.  
Analisi dei rischi e delle misure di controllo, 2001,  
Consorzio Parco Ticino.
- La qualità delle acque del fiume Ticino, 2002,  
Consorzio Parco Ticino.
- Monitoraggio della componente ecosistemi nell'area di Malpensa,  
2002, Consorzio Parco Ticino.
- Valutazione della qualità dell'aria attraverso  
l'uso di campionatori puntiformi passivi nei Parchi del Ticino, 2002,  
Consorzio Parco Ticino.
- Atlante della biodiversità del Parco del Ticino, 2002.  
Consorzio Parco Ticino.
- Analisi della salute degli animali domestici nei comuni  
dell'intorno di Malpensa, 2003. Consorzio Parco Ticino.
- La migrazione degli uccelli nella Valle del Ticino  
e l'impatto di Malpensa, 2003. Consorzio Parco Ticino.
- Biodiversità animale degli ambienti terrestri nei Parchi del Ticino, 2003.  
Consorzio Parco Ticino.
- Il fiume Ticino e i suoi principali affluenti.  
Indagine sulla qualità delle acque, 2003. Consorzio Parco Ticino.
- La reintroduzione del capriolo nel Parco del Ticino, 2003.  
Consorzio Parco Ticino.
- La depurazione delle acque reflue nei Parchi del Ticino, 2004.  
Consorzio Parco Ticino.

*Ringraziamo per la preziosa collaborazione tutti i Guardiaparco del Parco del Ticino Lombardo ed in particolare, Massimo Balocco, Davide Cameroni e Alessandro Cravin per gli avventurosi campionamenti in barca.*

*Siamo grate al Signor Barbieri dell'U.R.S.A. (Unità Radiomobile di Sorveglianza Ambientale) di Pavia per averci rifocillate nei gelidi mesi invernali con i suoi buonissimi cappuccini!*

*Desideriamo ringraziare, inoltre, Luigi Guidetti e Lidia Ferrara per la pazienza e la cortesia e Maria Vittoria Vallana, Sabrina Ponsetto e Raffaella Casella per la costante disponibilità.*

*Un particolare ringraziamento, infine, a Patrizia Casarini, Pietro Genoni e Valeria Roella per i consigli e i suggerimenti che ci hanno gentilmente fornito.*

*La redazione raccomanda per la citazione bibliografica di questo volume la seguente dizione:*

Boffino G., Lanticina M., Parco V., Trovò P, Vailati A.M., 2004. IL FIUME TICINO E I SUOI PRINCIPALI AFFLUENTI. Indagine sulla qualità delle acque e sull'individuazione degli impatti antropici. Anno 2003. Consorzio Parco Lombardo Valle del Ticino. Il Guado, Corbetta.

Il contenuto anche parziale della presente pubblicazione può essere riprodotto solo citando il nome degli autori, il titolo del lavoro e il Consorzio Parco Lombardo Valle del Ticino.