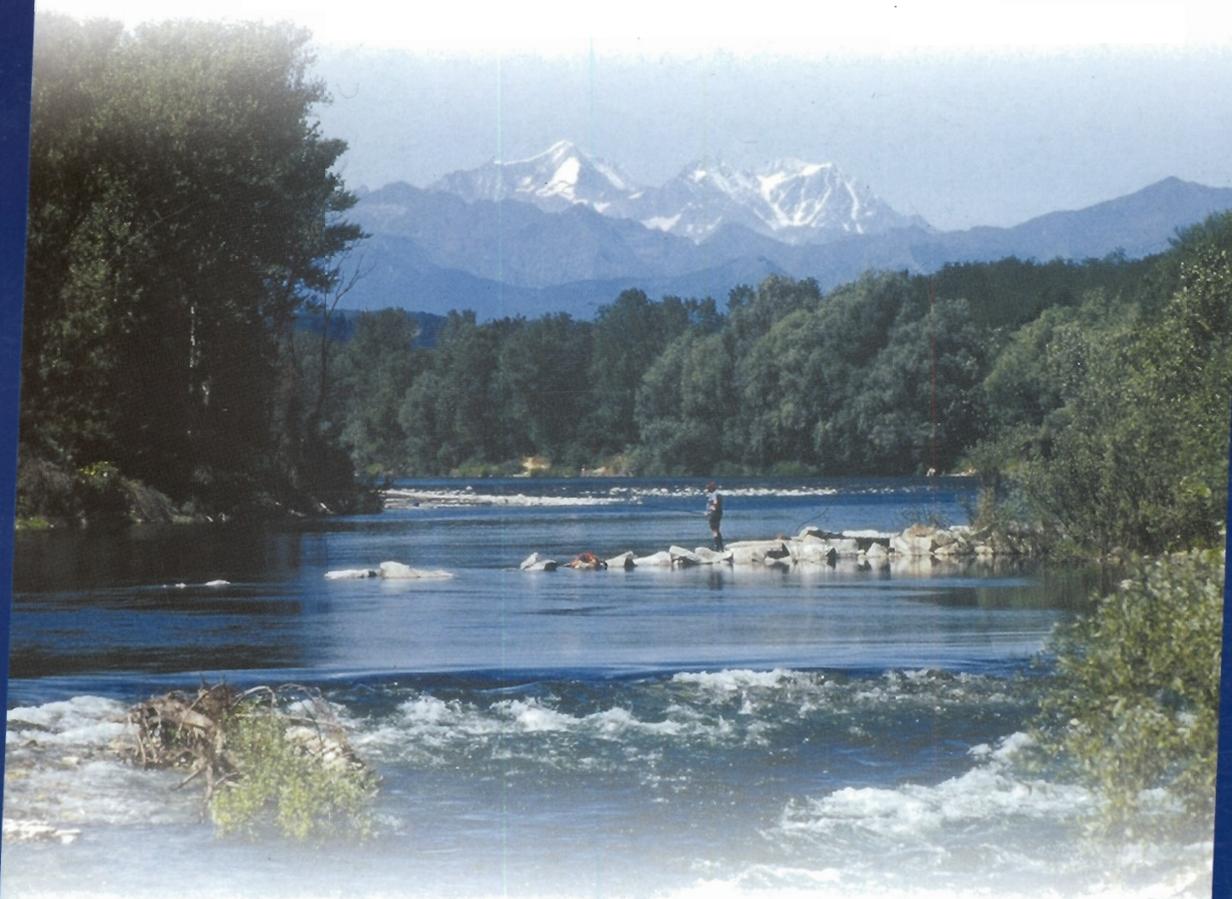




Consorzio Parco Lombardo
Valle del Ticino

Parco Naturale
Valle del Ticino



**Il fiume Ticino:
la qualità delle acque e
del suo ecosistema**
Campagna di monitoraggio 2001

Maggio 2002



Coordinamento

Dario Furlanetto

Autori della ricerca

Barbara Budassi
Marina Lanticina
Angela Manuela Vailati

Analisi eseguite da



A.R.P.A. Piemonte
(Dipartimento di Novara)



A.M.A.G.A.
(Azienda Municipale Acqua
e Gas di Abbiategrasso)

Con la collaborazione di

Luigi Guidetti, Marco Giorgi, Chiara Della Torre, Claudio Peja

Elaborazioni cartografiche

Gabriella Penna, Ilenia Canova

Fotografie

Dario Furlanetto

***Si ringraziano per averci cortesemente fornito
i dati relativi alla balneabilità gli Enti***

A.S.L. della provincia di Varese

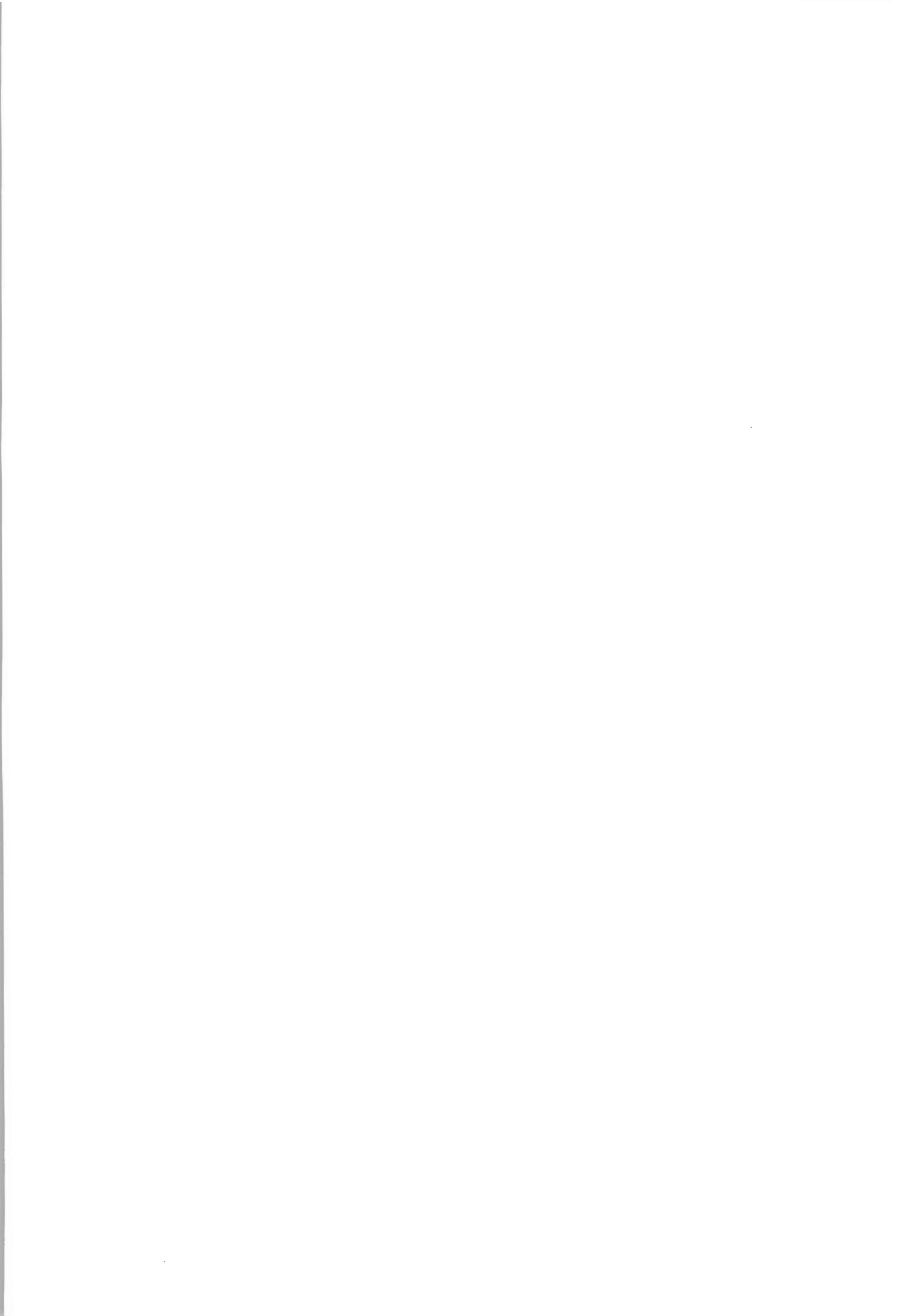
A.S.L. della provincia di Milano 1

A.S.L. della provincia di Pavia

***Per il prezioso supporto logistico si ringraziano i guardiaparco del Parco Lombardo
della Valle del Ticino***

Grafica e stampa

FCM snc - Marcallo con Casone (MI) - tel. 02 97 600 94



*“Il fiume è un nastro d’acqua steso a scorrere
tra due sponde: è un’acqua viva che bagna rive vitali;
la sua ecologia è collegata con quella delle sue sponde,
delle sue terre, degli uomini che le abitano”*

M. Comel

PREFAZIONE

 la quarta volta che il Parco del Ticino promuove, coordina e pubblica i dati sulla campagna di analisi delle acque di tutto il corso del Fiume Ticino, sotto l'aspetto biologico, chimico oltre che quello microbiologico-sanitario. Ci siamo impraticitati a tal punto nel lavoro ed abbiamo così ben perfezionato le nostre conoscenze e le tecniche nello scegliere i punti di prelevamento delle acque, da poter essere considerati, senza false modestie, dei veri esperti in materia.

Dai semplici ma importanti dati ottenuti nelle varie stazioni scelte nel 1999, senza tuttavia avere ancora un progetto strategico di lavoro, siamo passati alle analisi a monte e a valle dei punti del Ticino più a rischio ed abbiamo analizzato, ad uno ad uno, tutti gli scarichi nel Fiume, dai depuratori a quelli di semplici privati. Non ci siamo fermati davanti a nessun confine convenzionale di comune, di provincia, nè di regione; siamo arrivati alla radice dei mali, ne conosciamo la motivazione.

Ora siamo ad un bivio definitivo: o chi si deve muovere si decide a prendere le dovute iniziative nel campo degli interventi di risanamento o ci si rassegna a vivere un futuro di mediocrità all'interno di un processo di riqualificazione ambientale che rimarrebbe compiuto solo a metà, ma, in tal caso, con responsabilità ben definite. Deve essere chiaro infatti che, in tema di analisi, non è possibile andare oltre a quello che già è stato fatto e che il Parco non può di certo sostituirsi a comuni, province e regioni nell'opera di risanamento delle acque pubbliche.

Anche per quest'anno, come per il passato, i dati confermano il trend della qualità delle acque del Ticino già descritto negli anni precedenti e cioè:

- valore ecologico delle acque del Fiume a livello II (buono) all'interno di una scala di cinque livelli che va dallo "elevato" (livello I), allo "scadente" del livello V;
- valori dei carichi microbiologici crescenti da nord a sud del corso del Fiume, tali da imporre il divieto di balneazione (pur con livelli diversi di superamento degli indici) anche per l'anno 2002, dalla Provincia di Milano sino alla confluenza con il Po.

Quest'anno abbiamo voluto valutare il carico microbiologico delle acque non solo nei luoghi tradizionalmente frequentati dai bagnanti, come prevede il D.P.R. n. 470 del 1982, ma anche "lungo corrente", per avere un dato certo sulla compromissione complessiva del Fiume dal punto di vista sanitario.

I risultati sono abbastanza soddisfacenti, sensibilmente migliorativi rispetto a quanto ottenuto nei prelievi effettuati vicino alle sponde del Fiume ove gli scarichi organici hanno più impatto, ma il dato di fondo non cambia: dal ponte di Boffalora sulla S.S. 11 al Po si va progressivamente peggiorando investendo con particolare intensità tutto il Pavese.

Occorre allora parlare chiaro: o ci accontentiamo di avere un Fiume sostanzialmente in "buone condizioni" ma mancante del "bollo di qualità sanitaria", oppure è necessario un impegno consistente di tutte le istituzioni interessate dal ciclo delle acque, relativamente ad una vasta area geografica che influisce sul Ticino.

Voglio evidenziare a questo proposito un problema dal quale non si può prescindere per far fare quel salto di qualità all'ecosistema fluviale che le valenze naturalistiche contenute nella Valle del Ticino e l'interessamento della popolazione residente meriterebbero.

Il fiume ha un suo preciso bacino naturale idrografico che raccoglie tutte le acque meteoriche ed artificiali che gli competono. Di fatto però, con il passare del tempo, questo equilibrio naturale è stato sostanzialmente modificato attraverso la realizzazione di canali che scaricano nel Ticino le acque di esondazione di torrenti dell'area milanese, varesotta e novarese. Tali corsi d'acqua hanno perso ogni caratteristica di naturalità e non sono più nelle condizioni di contenere nemmeno le piene ordinarie, a seguito di opere di imbrigliamento e cementificazione degli alvei. A ciò va aggiunto il fatto che uno sciagurato uso di queste acque le ha rese classificabili di "qualità pessima" ed inadeguate a qualsiasi utilizzo umano.

Il fiume Ticino risulta oggi in collegamento artificiale costante con:

- il bacino dei torrenti Seveso, Lambro e Olona nell'alto Milanese, attraverso il canale scolmatore di nord-ovest che sfocia nel Ticino in territorio di Abbiategrasso e che, durante il suo corso, riceve acque di scarico di alcuni comuni del milanese male o per nulla depurate;

- il bacino del torrente Arno che, proveniente dal medio varesotto ed attraversando una tra le zone più economicamente attive della regione Lombardia, riceve scarichi di cicli di lavorazione, oltre che civili, male o per nulla depurati. Vasche di filtraggio e spagliamento del torrente, recentemente realizzate per eliminare la putrida palude che da anni inquinava il territorio dei comuni di Castano Primo e Nosate, sono in collegamento con il Ticino attraverso un nuovo canale adduttore che entra in funzione nei momenti di piena (si spera eccezionale);

- il bacino del torrente Terdoppio, che sfocia nel Po in Comune di Zinasco nel pavese ma che attraversa zone a rischio ambientale della periferia novarese ed è collegato al Ticino attraverso la Roggia Cerana, le cui acque si trovano normalmente in condizioni pessime. Va sottolineato a questo proposito che recenti lavori, eseguiti all'insaputa del Parco hanno tolto alla roggia anche quel minimo di deflusso costante di acqua che permetteva, almeno in alcuni mesi dell'anno, una minima capacità diluitiva degli inquinanti che il canale riceve nel suo breve corso.

Il quadro di fronte a cui ci troviamo e che impietosamente voglio sottolineare è questo:

le analisi delle acque del Ticino serviranno nel futuro per doverose conoscenze di routine; ma o le provincie di Varese, Milano e Novara iniziano una lunga campagna di risanamento dei propri corsi d'acqua, accompagnata da una più attenta valutazione delle concessioni di scarico pubbliche e private o, in caso contrario, per il Ticino non c'è speranza di miglioramento sostanziale almeno per il breve e medio futuro.

Nel 2002 i controlli del Parco si estenderanno anche ai bacini collegati artificialmente al Ticino che già abbiamo descritto, ma i dati ufficiosi relativi ad essi sono già conosciuti in tutta la loro spietata realtà: le acque dei bacini del milanese, varesotto e novarese, allo stato attuale, sono generalmente catalogate nella scala di inquinamento di livello V (la collocazione peggiore, per intenderci) ed hanno mediamente un grado di compromissione biologica da 10 a 100 volte superiore a quelle del Ticino!!

In mille occasioni, per iscritto od intervenendo in molti convegni, ho già indicato quale sarebbe la strada da seguire. Per quanto riguarda i depuratori il fatto di ricondurre, attraverso reti fognarie generalmente inadeguate, tutto lo scarico in un unico canale che sfocia nel Ticino, anziché disperdere i reflui in mille rivoli nel territorio (come accadeva alcuni decenni fa) è teoricamente un fatto positivo se gli impianti di depurazione funzionassero perfettamente; paradossalmente ciò può costituire un fatto negativo per l'ecologia del Fiume se i depuratori funzionano poco o male, subiscono numerosi periodi di arresto, se mancano di tecnologia di affinamento dei reflui depurati attuate attraverso impianti a raggi U.V. o ad ozono e aree di fitodepurazione.

Nessuno dei depuratori che sfociano nel Ticino possiede tutte queste caratteristiche. Molti gestori inoltre fanno ancora riferimento alle tabelle della vecchia legge Merli del 1976, quando recenti Decreti impongono parametri ispirati a principi ben diversi che possono essere ridotti a questo assioma: "non ci sono più tabelle da rispettare, le acque che scaricano nei fiumi non possono essere di qualità peggiore dei corpi recettori". Purtroppo però, in quel clima di generale incertezza normativa che ci contraddistingue e che favorisce gli inadempienti, non è detto che il riferimento alla legge Merli sia del tutto privo di fondamento giuridico, per degli assurdi motivi che qui è inutile esplicitare.

Per finire con una nota ottimistica è possibile dire che qualcosa e qualcuno si sta muovendo sul territorio, che una certa cultura negativa in materia si va lentamente modificando e che dal disinteresse totale si è passati ad un tiepido coinvolgimento: in generale però è corretto affermare che si sono spese troppe e vuote parole raggiungendo pochi o nulli risultati.

Non è nostra abitudine chiamarci fuori da un dibattito che abbiamo noi stessi stimolato o, peggio, sparare accuse che altro non fanno che porre in rigido stato di difensiva gli interlocutori: in tutta onestà però devo dire che non può il Parco sopperire alle inerzie delle istituzioni preposte e che, a quattro anni di distanza da quando è stato posto il problema della qualità delle acque del Fiume Ticino in termini organici e scientifici, certe inadempienze cominciano a caratterizzarsi come colpe gravi.

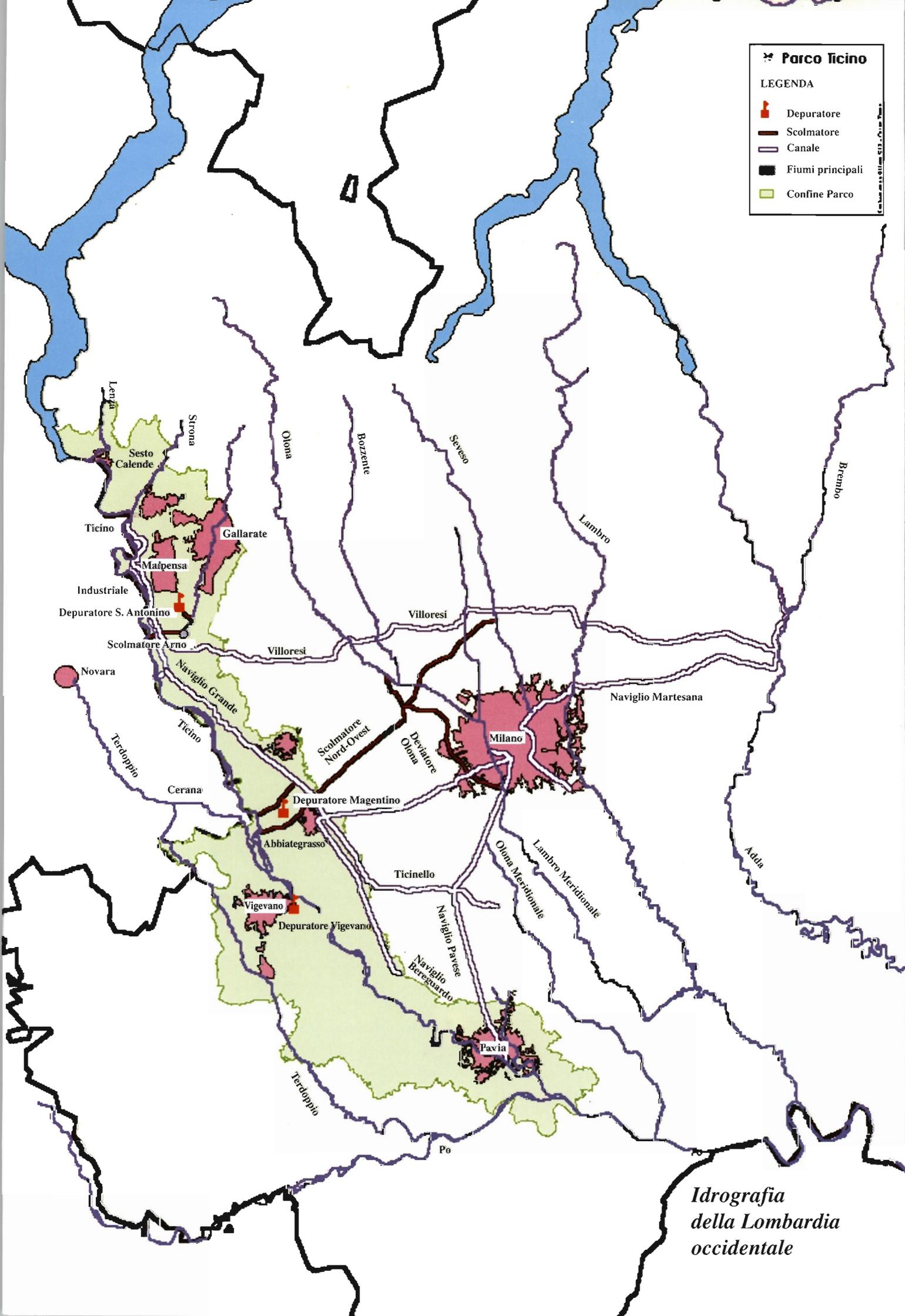
Magenta, 29 Aprile 2002

Luciano Saino
Presidente del Parco Lombardo della Valle del Ticino

✦ Parco Ticino

LEGENDA

-  Depuratore
-  Scolmatore
-  Canale
-  Fiumi principali
-  Confine Parco



Idrografia della Lombardia occidentale

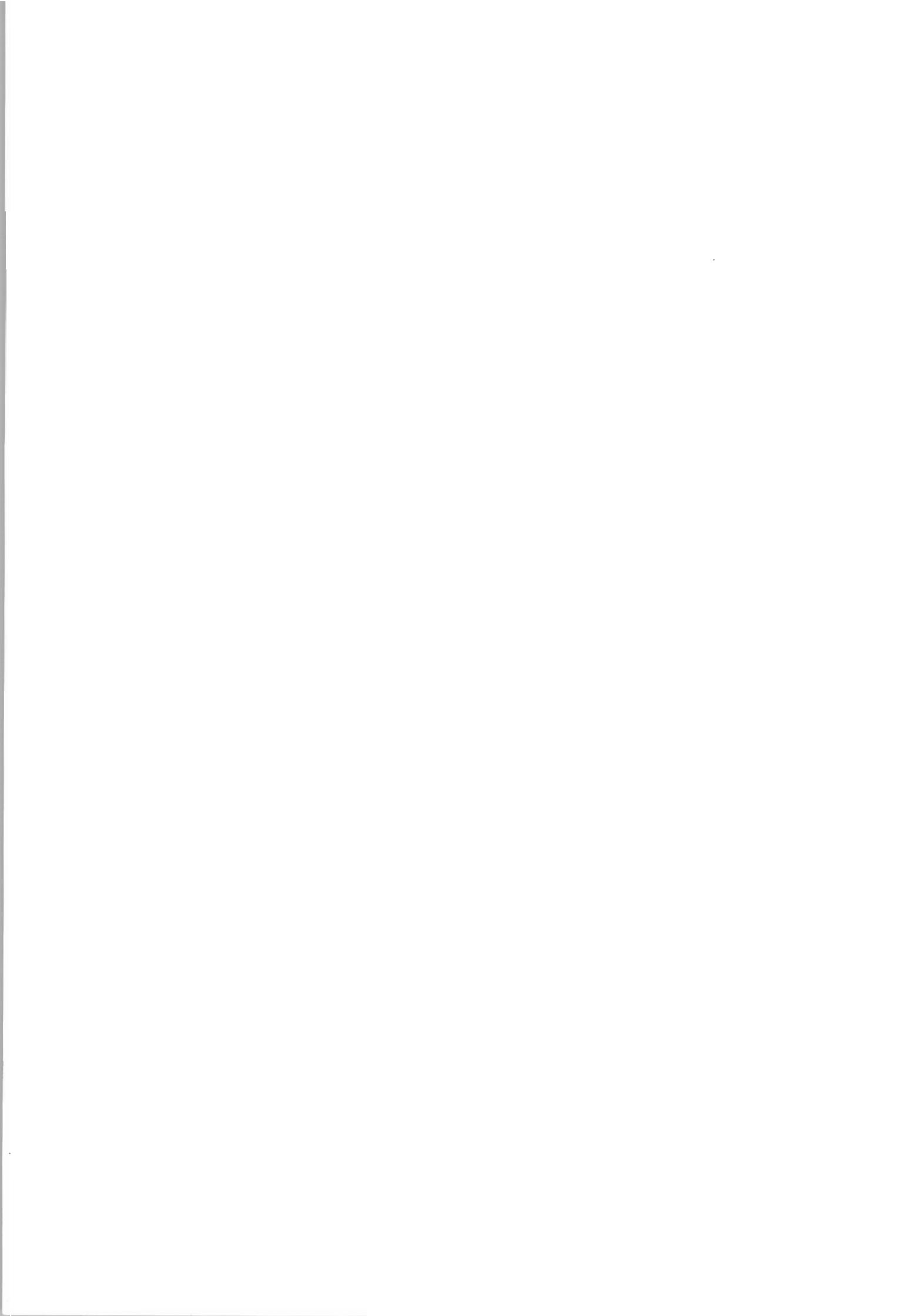
PRESENTAZIONE

Il Parco del Ticino è il più importante parco fluviale d'Europa. L'acqua è il bene primario di questo ecosistema assai complesso, sottoposto ad azioni esterne spesso eccessive. L'Ente Parco, pur avendo il compito di gestire un territorio naturale, non ha alcun potere effettivo per impedire situazioni negative e dannose per l'ecosistema: ecco il motivo di un'attività di controllo delle acque, ormai diventata prassi annuale. Lo scopo è quello di segnalare e di rendere pubblici i problemi che affliggono le risorse idriche del fiume e che si traducono nella forma più evidente dell'impedimento alla balneabilità.

Il fiume, oltre al ruolo ecosistemico fondamentale, è tradizionalmente un luogo molto frequentato nei periodi estivi: i risultati degli studi condotti indicano inequivocabilmente, anche per quest'anno, le colpe dell'uomo e di quei settori che intervengono nel ciclo dell'acqua.

I due enti, piemontese e lombardo, che amministrano il Parco mettono in atto, annualmente, un'indagine che, raccogliendo ed elaborando i dati delle acque fluviali, ha lo scopo politico di indurre quelle attività, che hanno responsabilità diretta nella modificazione delle caratteristiche qualitative della risorsa idrica, a sviluppare sistemi che permettano di restituire al Ticino la qualifica di "fiume Azzurro".

*Il presidente dell'ente di gestione
del parco naturale della valle del ticino
Pietro Mocchetto*



INDICE

1. INTRODUZIONE	1
1.1 Cenni di ecologia fluviale	1
1.2 Il potere depurante	3
2. PROGRAMMA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL FIUME TICINO	4
2.1 Stazioni di prelievo	5
3. PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	15
3.1 Analisi microbiologiche	15
3.2 Analisi chimico-fisiche	17
3.3 Misure idrologiche	24
4. VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ECOSISTEMA FLUVIALE MEDIANTE L'INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE (I.F.F.)	26
4.1 Presentazione del metodo	26
4.2 Presentazione dei risultati	30
5. LO STATO ECOLOGICO DEL FIUME TICINO	41
6. CONCLUSIONI	43
7. GLOSSARIO	45

ALLEGATI

A. Dati relativi ai macrodescrittori rilevati nelle diverse stazioni di campionamento.	47
B. Dati batteriologici rilevati nelle diverse stazioni di campionamento.	53
C. Dati relativi all'approfondimento di carattere batteriologico in prossimità dei principali scarichi.	63

1. INTRODUZIONE

Il fiume Ticino, uno dei maggiori affluenti di destra del Po, nasce in territorio svizzero dai ghiacciai del gruppo del San Gottardo e, dopo il passaggio nel Lago Maggiore, percorre circa 110 Km nel territorio protetto dai Parchi del Ticino lombardo e piemontese prima di unirsi al grande fiume.

E' collocato sopra un rialzo alluvionale del quaternario e scorre incassato in terrazzi dapprima molteplici ed elevati poi semplici e collegati al terrazzamento padano, che talora raggiungono una larghezza di circa tre chilometri.

Il suo bacino imbrifero misura 7.228 Km² (dei quali 6.466 in zona montuosa); nel tratto italiano si possono distinguere tre principali tratti:

- dal Lago Maggiore fino a Tornavento (Lonate Pozzolo), con la presa del Naviglio Grande nell'alta pianura;
- da Tornavento a Bereguardo;
- da Bereguardo alla foce del Po.

Nel primo e nel terzo tratto il percorso fluviale è regolare e ricco d'acqua mentre nel secondo tratto è meandriforme e più povero d'acqua a causa delle numerose derivazioni effettuate a scopi irrigui ed energetici.

1.1 CENNI DI ECOLOGIA FLUVIALE*

Un corso d'acqua può essere considerato una successione di ecosistemi che sfumano gradualmente l'uno nell'altro e sono interconnessi con gli ecosistemi terrestri circostanti: dalla sorgente alla foce variano i parametri morfologici, idrodinamici, fisici e chimici e, in relazione ad essi, i popolamenti biologici. Le comunità acquatiche e il metabolismo fluviale sono, quindi, influenzate non solo dalle condizioni locali ma anche dai processi che si verificano nei tratti a monte e condizionano a loro volta i tratti posti a valle. La lettura di un fiume, pertanto, non può limitarsi ad una sola delle sue componenti ma deve estendersi all'intero sistema fluviale.

Figura 1.1 – Imbarcazione tipica (barcè) utilizzata per la navigazione delle acque del Ticino.





Figura 1.2 – Il Ticino a Zerbolò (PV).

Per il mantenimento della stabilità di questo sistema complesso e della sua efficienza depurante gioca un ruolo fondamentale il grado di diversità ambientale, intesa come la somma della varietà di ambienti e di esseri viventi che li occupano. L'elevata diversità, a sua volta, contribuisce ad una più pronta ed efficace risposta alle variazioni temporali dei fattori di perturbamento (es. inquinamento, siccità, ecc.).

A livello di microhabitat la diversità ambientale è rappresentata dall'eterogeneità del substrato, densamente popolato da una grande varietà di esseri viventi, tra cui molto rappresentati risultano i macroinvertebrati. Poiché ciascuna specie presenta un optimum e un proprio intervallo di tolleranza alle condizioni ambientali (legato alle esigenze fisiologiche, agli adattamenti morfologici e comportamentali, alle modalità di procacciamento del cibo, alle strategie riproduttive), quanto maggiore è l'eterogeneità del sistema tanto maggiore è il numero di specie che possono convivere nell'ambiente.

Ad una scala immediatamente superiore, la diversità ambientale di un fiume è espressa dalla sequenza buchi-raschi, oltreché dalla sinuosità del tracciato e dalla presenza di barre di meandro, di rive dolcemente digradanti, di ostacoli locali alla corrente (grossi massi, rami incastrati sul fondo), di vegetazione sommersa e di radici sommerse di alberi ripari. A questo livello la diversità ambientale riveste una particolare importanza per l'ittiofauna. Ciascuna specie ittica, infatti, trascorre la sua esistenza trasferendosi dall'uno all'altro di questi ambienti per compiere le proprie attività vitali (sosta, rifugio, esplorazione, alimentazione, riproduzione): in linea di massima, le buche e i ricoveri sono utilizzati come aree di sosta e rifugio ed i raschi per l'alimentazione, mentre le aree di transizione tra buche e raschi forniscono un eccellente habitat per l'ovodeposizione. L'ambiente ideale per i pesci è quello caratterizzato da un'elevata diversità, in grado di fornire, in un tratto di alveo non eccessivamente esteso, l'intero mosaico di ambienti necessari alle varie specie ittiche e, per ciascuna di esse, agli individui delle varie classi di età.

1.2 IL POTERE DEPURANTE*

Il processo di autodepurazione è quel processo naturale che si svolge negli ambienti acquatici e permette la trasformazione delle sostanze organiche in sostanze più semplici che possono rientrare nei cicli biologici. Un aumento massiccio della sostanza organica nei corsi d'acqua può, quindi costituire una fonte di inquinamento poiché soverchia la capacità naturale di autodepurazione dei corsi d'acqua. La sostanza organica che raggiunge un corso d'acqua, di origine naturale (foglie, escrementi e spoglie animali) o antropica (liquami fognari) viene, infatti, demolita da microrganismi (batteri, funghi) e i prodotti di questo processo vengono riciclati dai vegetali (microalghe, idrofite).

Le multiformi comunità microscopiche che, nell'insieme, formano quella sottile pellicola biologica scivolosa al tatto (periphyton) che riveste i ciottoli fluviali, rappresentano così il primo sistema depurante dei corsi d'acqua. Questo depuratore naturale supporta fisicamente e biologicamente un secondo sistema depurante, costituito dai macroinvertebrati, che funge da acceleratore e regolatore del processo. La loro ricchezza di specializzazioni massimizza l'utilizzo di tutte le forme di risorse alimentari disponibili (scarichi umani compresi) e rende la comunità in grado di rispondere in maniera flessibile alle variazioni stagionali o antropiche del carico organico. Un ulteriore contributo alla rimozione di biomassa è fornito dai vertebrati, compresi quelli terrestri (pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi), che si nutrono dei macroinvertebrati acquatici. Molto efficace è, inoltre, il ruolo della vegetazione acquatica nell'azione di ciclizzazione dei nutrienti. Questi organismi, sia vegetali che animali, nel loro insieme possono essere considerati la terza struttura depurante del sistema fluviale.

L'efficienza dei tre sistemi depuranti è condizionata dall'integrità dell'ambiente circostante, in particolare delle fasce di vegetazione riparia. Questo quarto sistema, oltre a fornire cibo ed habitat agli organismi microscopici, ai macroinvertebrati e ai vertebrati, svolge una duplice funzione depurante, agendo da filtro meccanico e da filtro biologico. La vegetazione riparia, infatti, intercetta le acque di dilavamento dei versanti e ne rallenta la velocità inducendo la sedimentazione del carico solido e degli inquinanti ad esso legati. A questa azione di chiarificazione delle acque, che contribuisce alla limpidezza dei fiumi e ad impedire il colmamento degli interstizi tra i ciottoli (microambienti di primaria importanza per gli altri sistemi depuranti), si accompagna un ruolo protettivo nei confronti dell'eutrofizzazione fluviale per la rimozione del fosforo (legato alle particelle argillose sedimentate) e dell'azoto (assorbito dalle piante e denitrificato dai batteri associati allo strato radicale).

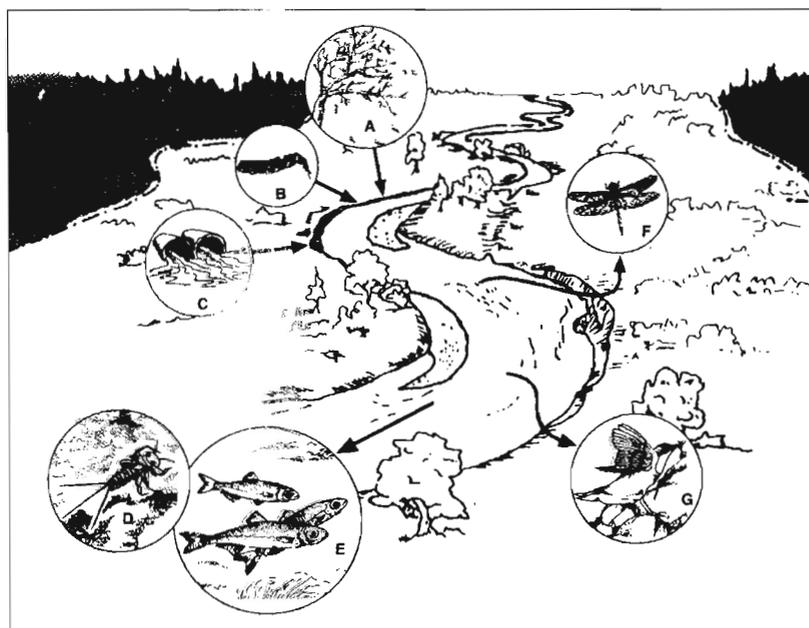


Figura 1.3* - L'essenza del processo autodepurante. I rifiuti organici provenienti dal territorio (A: foglie e frammenti vegetali; B: escrementi e spoglie animali; C: scarichi antropici) raggiunto il fiume vengono assunti dagli organismi acquatici (D: macroinvertebrati; E: pesci, ecc.) e trasformati così in biomassa vivente che, in parte, viene restituita al territorio sotto forma di insetti alati (F), uccelli (G) e altri.

* (tratto da "I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale", Manuale ANPA, 2000)

2. PROGRAMMA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL FIUME TICINO NELL'ANNO 2001

Negli ultimi quattro anni, con la collaborazione di vari Enti e Istituzioni (ARPA Novara, ARPA Lombardia e ASL delle province di Varese, Milano e Pavia), sono stati sistematicamente raccolti, elaborati e pubblicati i dati riguardanti la qualità delle acque del fiume Ticino. Questi monitoraggi seguono le disposizioni legislative nazionali ed europee ed hanno lo scopo di verificare l'efficacia degli eventuali interventi risanatori attuati ed il grado di raggiungimento degli obiettivi di qualità prefissati per i corpi idrici.

A causa delle difficoltà rilevate negli anni passati nel reperimento dei dati, che hanno portato quest'anno ad una raccolta solo parziale dei dati ufficialmente raccolti dalle sedi territorialmente competenti di ASL e ARPA Piemonte, il Parco nel corso del 2001 si è impegnato ad organizzare ed effettuare un proprio monitoraggio della qualità delle acque. Non volendo sovrapporsi ai regolari controlli effettuati dalle ARPA e delle ASL, tale attività è stata finalizzata sia a fornire dati immediatamente disponibili per la gestione e la tutela delle acque sia a valutare gli effetti di alterazione ecologica connessi alle principali fonti di inquinamento. Tale monitoraggio, non strettamente legato ad obblighi di legge, si può definire un "monitoraggio in ambito locale" poiché 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, risultando utili per individuare i cambiamenti spaziali, gradualmente o continui, delle caratteristiche qualitative del Ticino, hanno consentito di determinare l'ampiezza dell'impatto di scarichi inquinanti collegati allo sviluppo antropico (urbano, industriale e agricolo) della valle e per valorizzare la fruibilità della risorsa idrica. Il programma di analisi realizzato dal Parco, prevedendo la raccolta mensile di campioni, ha consentito, nell'arco di un anno, di fornire una buona caratterizzazione della qualità delle acque.

Il monitoraggio è cominciato nel mese di Aprile 2001 ed ha previsto controlli microbiologici in 16 stazioni distribuite lungo l'intera asta fluviale: in 10 di queste, inoltre, sono state effettuate anche analisi chimico-fisiche. I parametri ricercati, che sono quelli fisici, chimici e batteriologici comunemente misurati nelle stazioni di monitoraggio regionali e ritenuti necessari per la classificazione della qualità delle acque, sono stati analizzati dai laboratori dell'ARPA di Novara e direttamente da operatori del Parco del Ticino con l'ausilio di strumenti di campo (sonda multiparametrica) per la misura dei parametri Ossigeno disciolto, Temperatura, Conducibilità e pH.

In particolare sono stati investigati i seguenti parametri:

- ❑ Temperatura, pH, Ossigeno disciolto, Azoto ammoniacale, Azoto nitrico, Fosforo totale, COD e BOD₅, per quanto riguarda le caratteristiche chimico-fisiche del fiume;
- ❑ *Escherichia coli*, Coliformi totali, Coliformi fecali e Streptococchi fecali, per quanto riguarda le caratteristiche microbiologiche.

Nell'ambito del programma di monitoraggio le attività condotte per la stima dell'impatto, in caso di fonte localizzata, hanno compreso prelievi e controlli a monte e a valle del punto di immissione di alcuni grandi scarichi (Depuratore del Magentino, Canale Scolmatore di Nord-Ovest, Roggia Cerana, Depuratore di Vigevano). Per consentire un confronto di qualità anche attraverso serie storiche di riferimento, le analisi sono state svolte come da ormai tre anni, in collaborazione con il laboratorio dell'AMAGA (Azienda Municipalizzata Acqua e Gas di Abbiategrasso). Nel corso del 2001, tuttavia, le indagini hanno seguito una tempistica differente rispetto agli anni scorsi, riducendo il numero di campionamenti e ciò principalmente per il fatto che non sono intervenuti fattori di miglioramento dell'impatto prodotto da questi scarichi tali da pianificare ulteriori approfondimenti.

Una corretta caratterizzazione e gestione di un corpo idrico deve fondarsi su una profonda conoscenza dei processi idraulici, geomorfologici e biologici che lo caratterizzano e ne governano le tendenze evolutive. L'approfondita comprensione di questi processi fornisce indicazioni preziose per il conseguimento dell'importante obiettivo di monitoraggio legato alla pianificazione del territorio. Pertanto, oltre alla caratterizzazione qualitativa delle acque del fiume, una tesi di laurea dell'Università dell'Insubria svolta in collaborazione con ARPA di Varese, ha approfondito la qualità ambientale dell'intero ecosistema fluviale attraverso l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale. Una sintesi dei risultati di questo studio vengono presentati nel Capitolo 4.

2.1 STAZIONI DI PRELIEVO

Il monitoraggio, cominciato nel mese di aprile 2001, ha previsto il campionamento in 16 stazioni (Tabella 2.1), che hanno coperto l'intera asta fluviale. I criteri guida per la scelta delle stazioni hanno soddisfatto la necessità di disporre di siti in cui era presente serie di dati storici e di essere ubicate in posizioni rappresentative dell'intero bacino ed in aree particolarmente esposte a rischio di degrado ambientale. E' stata garantita una regolarità nella distribuzione spaziale dei punti di campionamento ed è stato individuato un numero di stazioni significative in funzione dell'immissione degli affluenti aventi particolare criticità per quanto concerne la qualità delle acque.

In tutte le stazioni sono state effettuate analisi microbiologiche ed in 10 di queste sono state compiute anche le analisi chimico-fisiche.

Per facilitare il campionamento lungo la linea di corrente, le prime 7 stazioni sono state scelte in prossimità di ponti o dighe, mentre le successive sono state raggiunte grazie all'utilizzo di motoscafi.

Tabella 2.1 – Stazioni di monitoraggio con riferimento ai diversi tipi di analisi effettuate nell'anno 2001.

Provincia	Codice	Comune	Località	Analisi microbiologiche	Analisi chimico-fisiche
Varese	1	Sesto Calende	Ponte di Ferro	X	X
Varese	2	Golasecca	Diga della Miorina	X	X
Novara	3	Varallo Pombia	Porto della Torre	X	
Novara	4	Varallo Pombia	Pan Perduto	X	X
Varese	5	Vizzola Ticino	Ponte Oleggio	X	X
Milano	6	Turbigo	Ponte S.S. 527	X	
Milano	7	Boffalora Ticino	Ponte S.S. 11	X	X
Milano	8	Abbiategrosso	Gabana	X	
Milano	9	Vigevano	Ponte S.S. 494	X	X
Milano	10	Vigevano	Ayala	X	
Milano	11	Motta Visconti	Guado della Signora	X	X
Pavia	12	Bereguardo	Ponte Barche	X	X
Pavia	13	Torre d'Isola	Isola Militare	X	
Pavia	14	Pavia	Ponte Libertà	X	X
Pavia	15	Travacò Siccomario	Frazione Boschi	X	
Pavia	16	Linarolo	Ponte Becca	X	X

In particolare, la stazione di Sesto Calende è stata scelta all'altezza del Ponte di ferro, luogo considerato da sempre l'inizio del fiume Ticino; pertanto i dati rilevati possono essere considerati i valori di riferimento di un'acqua non ancora influenzata dalle forti immissioni di natura antropica. Il significato dell'ubicazione delle successive stazioni risiede nel fatto che si trovano a valle dell'immissione di importanti scarichi di depuratori o affluenti di altra natura; ad esempio le stazioni di Turbigo, Abbiategrasso, Vigevano Ponte S.S.494 e Bereguardo 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 ed infine degli scarichi dei Depuratori di Abbiategrasso, Motta Visconti e Besate. Infine, l'ultima stazione (Linarolo Ponte Becca) rappresenta la situazione immediatamente precedente l'immissione del Ticino nel fiume Po.

Figura 2.1- Le stazioni di monitoraggio della qualità delle acque. Anno 2001



Figura 2.2 – Stazione di campionamento in località Pan Perduto a Varallo Pombia (NO).



Figura 2.3 – Il Ticino a Turbigo (MI).



Figura 2.4 – Stazione di campionamento in località Ponte di Barche a Bereguardo (PV)

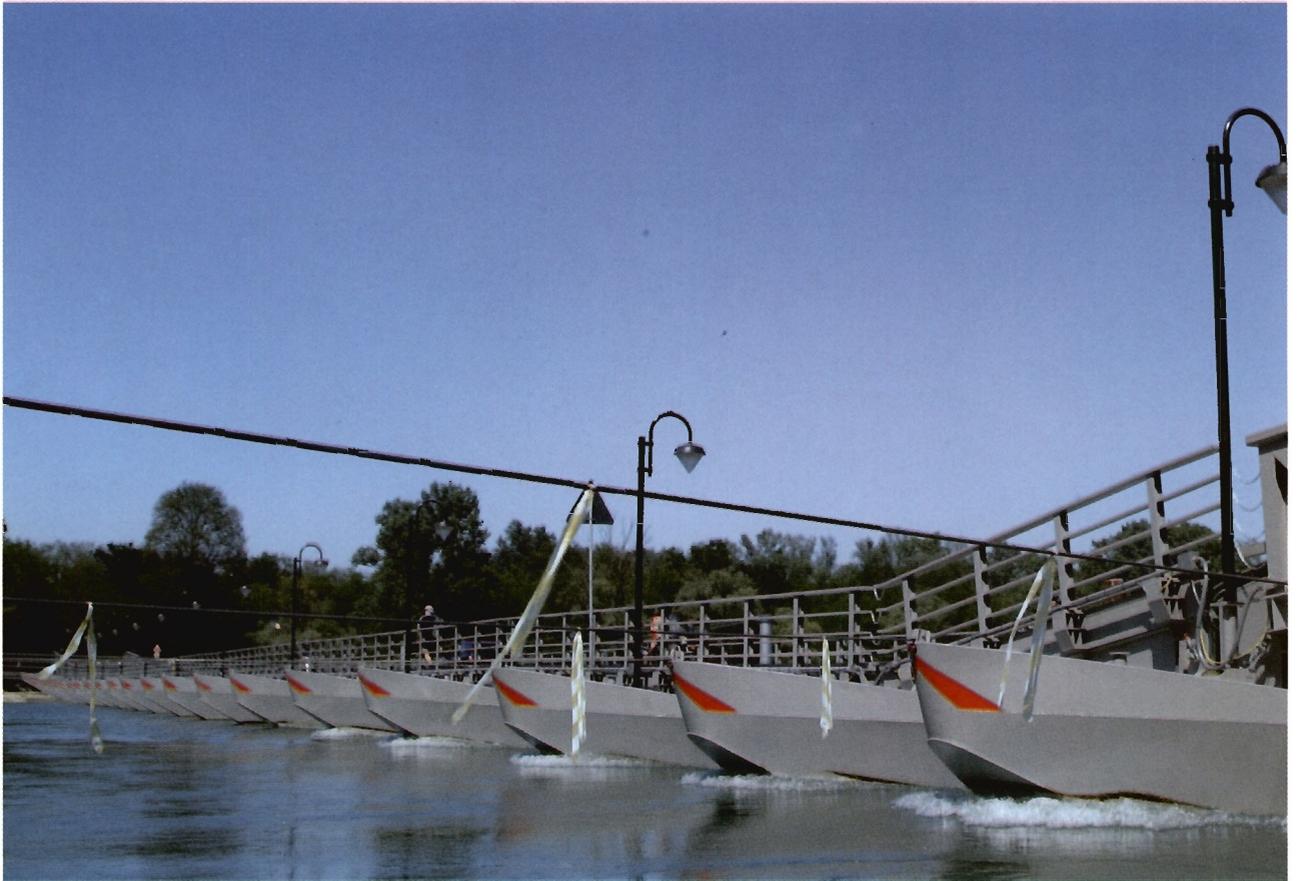


Figura 2.5 – Il Ticino a Torre d'Isola (PV)



Figura 2.6 – Vista panoramica del Ticino a Vigevano (PV)



Le ulteriori stazioni di prelievo che riguardano l'approfondimento batteriologico sono state individuate a monte e a valle dei punti di immissione degli scarichi dei seguenti depuratori e di altri canali che raccolgono acque reflue:

- ❑ Depuratore Magentino
- ❑ Canale Scolmatore di Nord Ovest
- ❑ Roggia Cerana
- ❑ Depuratore di Vigevano

3. PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Di seguito vengono presentati i risultati della campagna di monitoraggio delle acque del fiume Ticino nell'anno 2001 effettuata dal Parco del Ticino. Vengono presentati inoltre i dati riguardanti la balneabilità rilevati da ARPA di Novara e dalle ASL delle province di Varese, Milano e Pavia..

3.1 ANALISI MICROBIOLOGICHE

La qualità batteriologica

Di seguito sono rappresentati i dati medi dei Coliformi totali (Figura 3.1), Coliformi fecali (Figura 3.2) e Streptococchi fecali (Figura 3.3) rilevati mensilmente dal Parco del Ticino lungo l'intera asta fluviale seguendo la linea di corrente. Data la grande variabilità dei parametri microbiologici, nel-

Figura 3.1 – Andamento dei valori medi (media geometrica) dei Coliformi totali rilevati lungo l'asta fluviale. (Dati Parco Ticino)

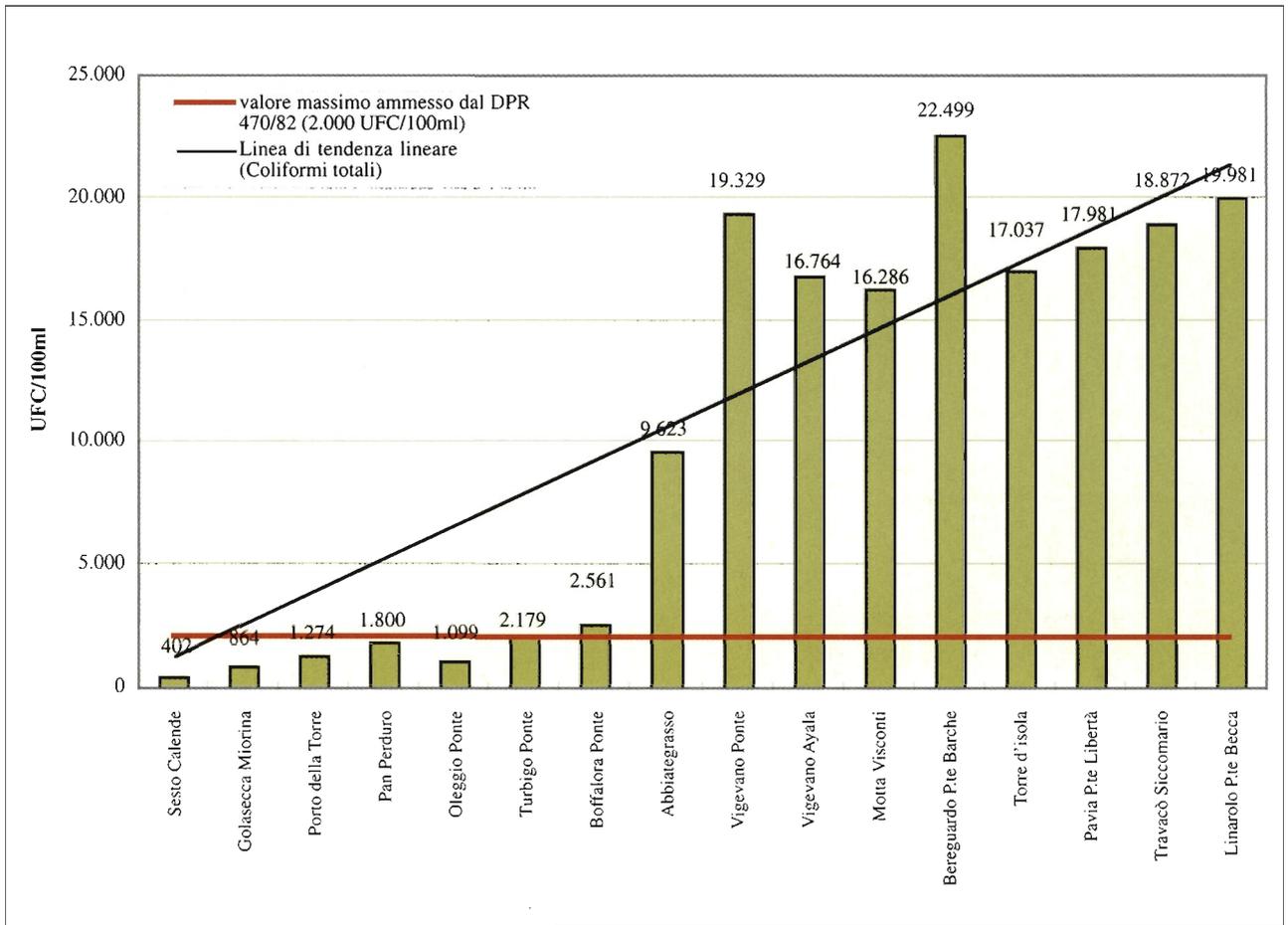


Figura 3.2 – Andamento dei valori medi (media geometrica) dei Coliformi fecali rilevati lungo l'asta fluviale. (Dati Parco Ticino)

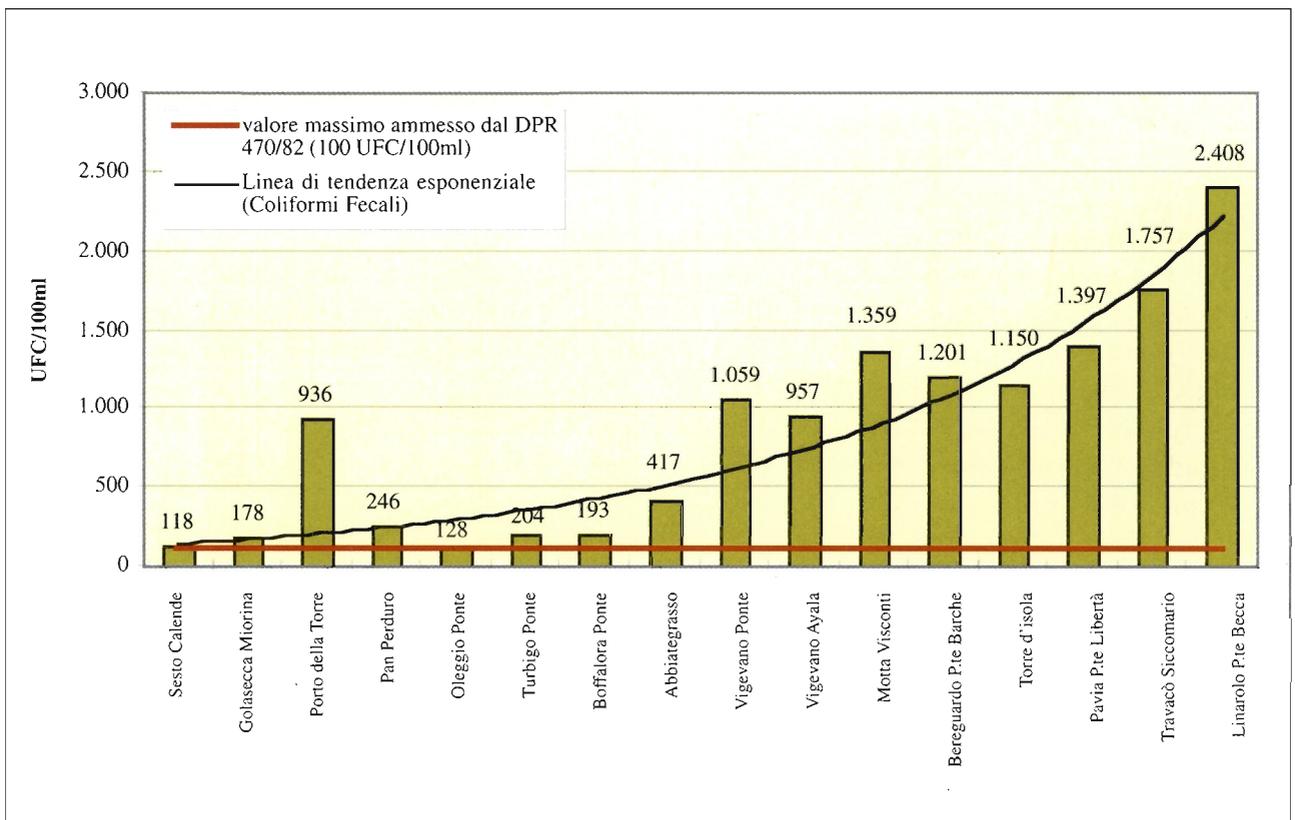
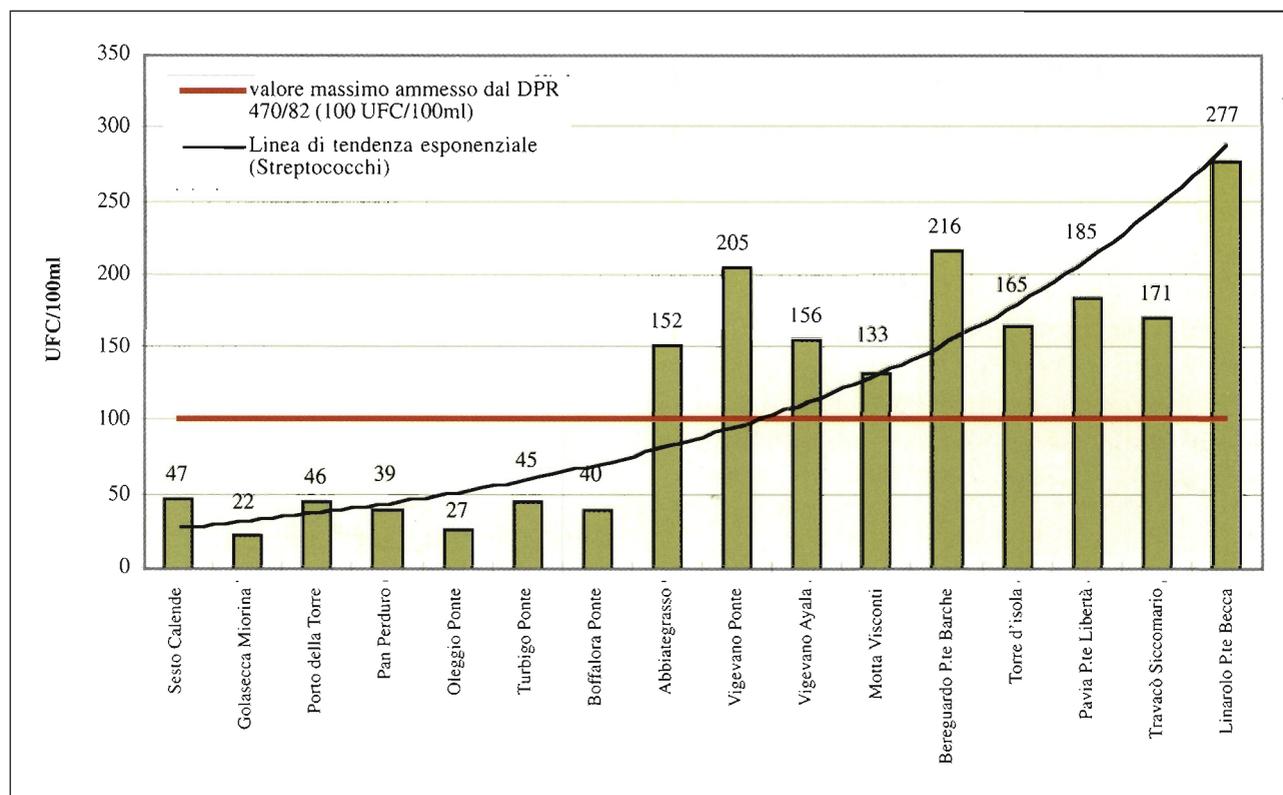


Figura 3.3 – Andamento dei valori medi (media geometrica) degli Streptococchi rilevati lungo l'asta fluviale. (Dati Parco Ticino)



l'elaborazione dei dati è stata usata la funzione "media geometrica" che permette di attenuare i picchi di massimo e minimo.

Al fine di avere un riferimento col quale rapportare il grado di compromissione batteriologica delle acque e la loro capacità autodepurativa, i valori sono stati confrontati con il 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.

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 linea di separazione coincidente con la stazione di Abbiategrasso, che divide il fiume 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 (Strona, Lenza, Depuratore di Turbigo, Depuratore di Bellinzago ed altri scarichi della sponda piemontese), e pur subendo forti prelievi di acqua (Canale Regina Elena, Canale Villoresi, Canale Industriale, Roggia Oleggio), questo tratto riesce a sostenere un efficace processo di autodepurazione, anche grazie alle numerose risorgive presenti soprattutto tra le stazioni di Oleggio e Boffalora.

Procedendo verso valle si individua il secondo tratto dove si assiste ad un 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 elevato grado di inquinamento 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.

Il parziale abbattimento della carica batteriologica registrato nelle stazioni di Vigevano Ajala e Motta Visconti è presumibilmente dovuto alla elevata funzionalità (I Livello) del fiume registrata in questo tratto con l'Indice I.F.F. (Cfr. Capitolo 4) e che si riflette nella maggiore capacità autodepurativa delle sue acque. Nonostante i valori registrati in queste stazioni si riducano leggermente, si osserva che il fiume, da questo punto in poi, non riesce più a contenere significativamente la carica batteriologica accumulata nei tratti a monte continuando a peggiorare fino alla confluenza con il Po.

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. Rispetto ai Limiti di Legge considerati, inerenti la balneabilità, nella stazione situata presso la foce (Linarolo Ponte Becca), i Coliformi totali sono superiori rispetto ai Valori Massimi Ammessi di circa 10 volte, i Coliformi fecali di 24 volte e gli Streptococchi fecali di quasi tre volte.

Approfondimento batteriologico

Nel corso dell'anno 2001 il Parco del Ticino ha continuato l'approfondimento di carattere microbiologico, iniziato nel 1999, in corrispondenza dei principali scarichi afferenti al fiume (Depuratore Magentino, Canale Scolmatore di Nord Ovest, Roggia Cerana e Depuratore di Vigevano).

Rispetto alle scorse campagne è stato ridotto il numero di campionamenti, che non hanno più seguito una tempistica mensile. Tale riduzione è stata effettuata poiché non sono intervenuti fattori di miglioramento dell'impatto prodotto da tali scarichi.

La situazione è stata comunque monitorata in quanto, oltre a questo approfondimento, nella scelta delle stazioni per la valutazione della qualità microbiologica, si è avuto particolare riguardo nel monitorare l'impatto prodotto dagli scarichi dei depuratori e di altri affluenti. La stazione di Abbiategrasso ha valutato, infatti, l'impatto prodotto dai reflui provenienti dal Depuratore del Magentino e dal Canale Scolmatore di Nord Ovest, la stazione di Vigevano Ponte quello della Roggia Cerana, mentre l'impatto del depuratore di Vigevano è stato valutato scegliendo la stazione di Vigevano Ajala.

I parametri microbiologici utilizzati sono quelli indicatori di inquinamento fecale, quali i Coliformi totali e fecali. I campioni sono stati prelevati a partire dal mese di maggio dell'anno 2001 e sono stati

Figura 3.4 - Andamento dei valori medi (media aritmetica) dei Coliformi totali. (Dati Parco Ticino)

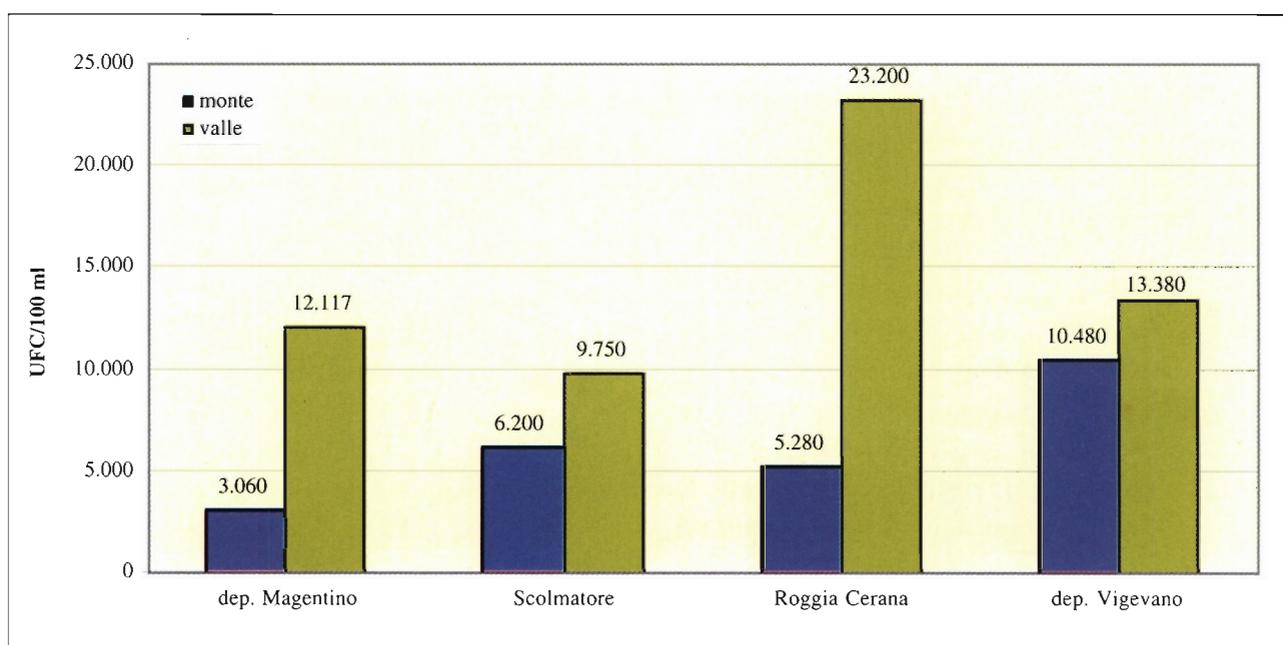
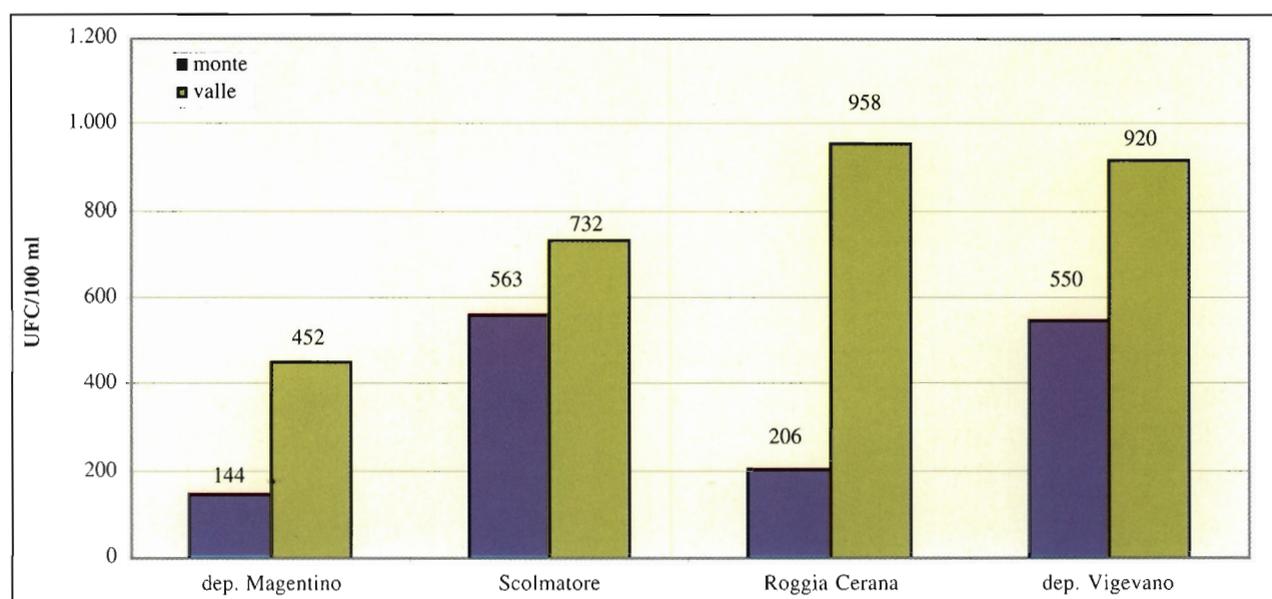


Figura 3.5 - Andamento dei valori medi (media aritmetica) dei Coliformi fecali. (Dati Parco Ticino)



analizzati dal laboratorio dell'A.M.A.G.A. (Azienda Municipalizzata Acqua e Gas Abbiategrosso).

Nelle Figure 3.4 e 3.5 vengono confrontati i valori medi dei Coliformi totali e fecali a monte e a valle delle stazioni di campionamento.

Si osserva come la carica microbiologica aumenta fortemente a valle dell'immissione degli scarichi monitorati e, ponendo particolare attenzione al depuratore del Magentino e alla Roggia Cerana, si riscontra un incremento della concentrazione, sia di Coliformi totali che di Coliformi fecali, di almeno quattro volte.

Dall'osservazione dei dati si evince che il fiume Ticino, pur mostrando una discreta capacità autodepurativa, che tende ad abbattere la carica batteriologica in entrata, non è in grado di sopportare la serie di carichi inquinanti cui è sottoposto subendone un incremento procedendo da nord a sud.

Nelle Figure 3.6 e 3.7 vengono confrontati, invece, i valori medi dei Coliformi totali e

Figura 3.6 – Confronto dell'andamento dei valori medi dei Coliformi totali negli anni 2000-2001. (Dati Parco Ticino)

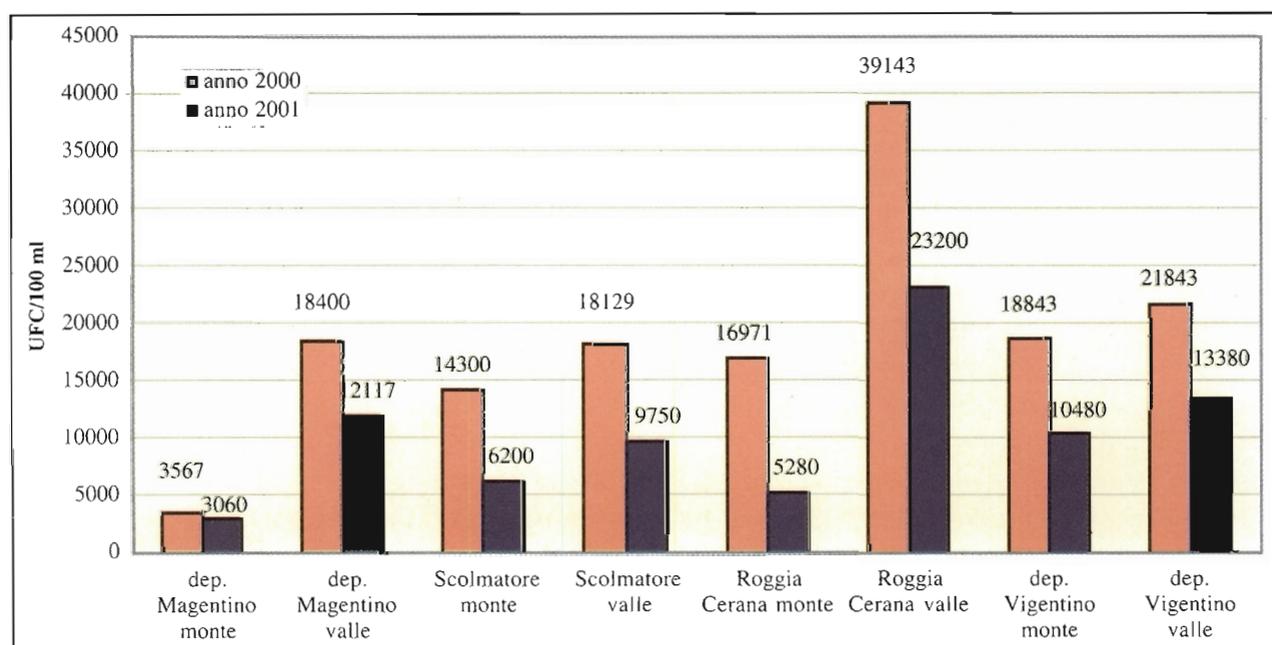
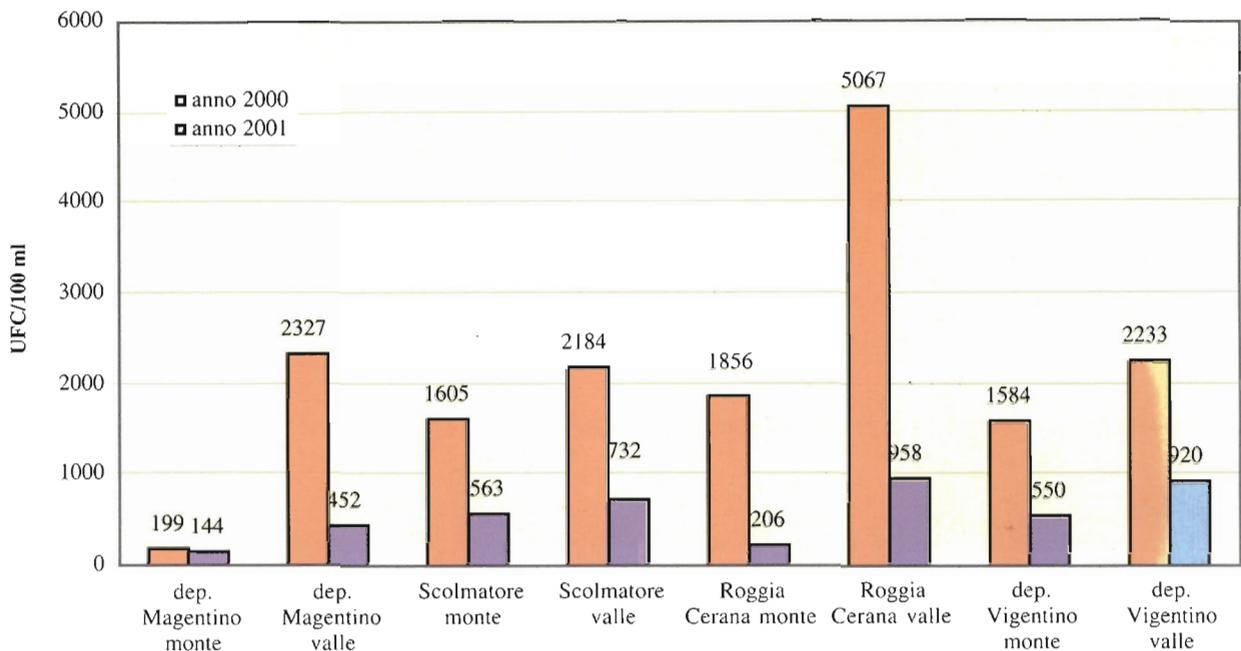


Figura 3.7 – Confronto dell'andamento dei valori medi dei Coliformi fecali negli anni 2000-2001. (Dati Parco Ticino)



Coliformi fecali nelle varie stazioni di campionamento negli anni 2000 e 2001.

Si osserva un andamento del tutto simile all'anno precedente per i valori medi dei due parametri considerati. Occorre evidenziare tuttavia il forte abbattimento della concentrazione batterica rispetto all'anno 2000, rilevato sia a monte che a valle di ogni stazione monitorata. In particolare i valori medi non superano mai le 25.000 UFC/100ml per i Coliformi totali e le 1.000 UFC/100ml per i Coliformi fecali.

Balneabilità

Come avviene ormai da quattro anni, anche nel 2001 sono stati raccolti e confrontati i dati relativi alla balneabilità, derivanti dalle analisi effettuate dalle Istituzioni deputate al controllo sanitario delle acque del fiume Ticino: ARPA Novara e ASL delle province di Milano, Varese e Pavia. Tali dati forniscono indicazioni sulla salubrità dell'acqua rispetto alla possibile veicolazione di malattie e quindi sull'idoneità della stessa per gli utilizzi socio-ricreativo. Queste analisi, di tipo batteriologico, oltre a fornire indicazioni relative allo stato di inquinamento fecale, sono validi per la definizione dello stato di compromissione batteriologica del fiume. Oltre alle indicazioni ricavate dai dati rilevati mensilmente lungo la linea di corrente, circa la capacità autodepurativa del fiume, i dati relativi alla balneabilità, rilevati solo nella stagione balneare (da aprile a settembre) e presso le principali località turistiche, evidenziano, quindi, lo stato di compromissione igienica delle acque rive-rasche del fiume.

Di seguito vengono presentate le medie geometriche dei risultati relativi all'anno 2001, confrontate con quelle dei due anni precedenti (i valori dei singoli campionamenti dell'anno 2001 sono riportati in Allegato) concernenti Coliformi totali, Coliformi fecali e Streptococchi fecali (Figure 3.8, 3.9 e 3.10).

Dall'osservazione dei grafici si può notare che l'andamento delle concentrazioni nei tre anni è analogo, nonostante i valori relativi all'anno 2001 risultino inferiori rispetto agli anni precedenti.

Questa situazione, evidente soprattutto a carico dei Coliformi totali a valle della stazione di Abbiategrasso, non sembra potersi attribuire ad interventi conosciuti volti a ridurre il grado di inquinamento delle acque immissarie del fiume Ticino; l'eccezionale periodo di siccità, verificatosi nel-

Figura 3.8 – Confronto dei dati batteriologici medi (media geometrica) dei Coliformi totali negli anni 1999-2000-2001.
(Dati ASL Varese, Milano, Pavia e ARPA Novara ai sensi del DPR 470/82)

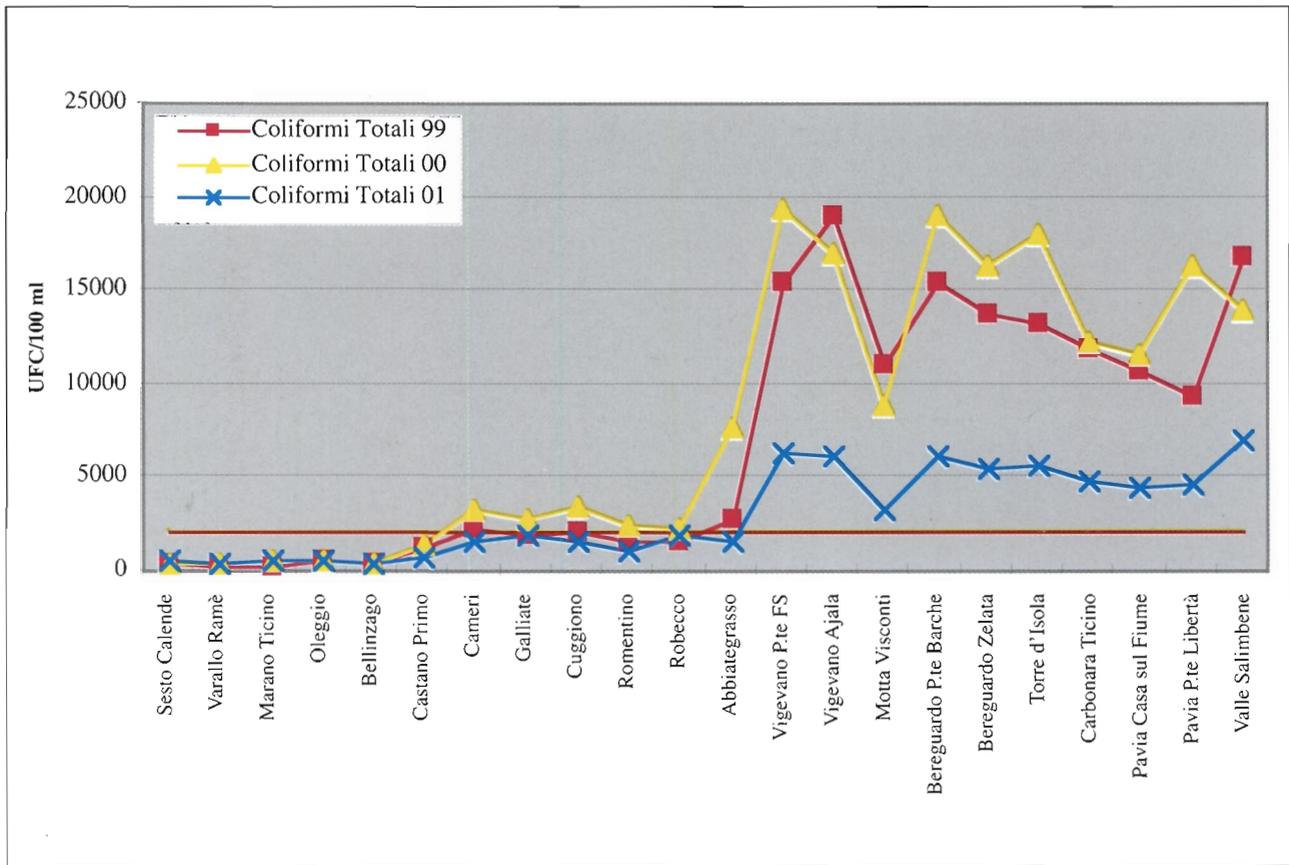


Figura 3.9 – Confronto dei dati batteriologici medi (media geometrica) dei Coliformi fecali negli anni 1999-2000-2001.
(Dati ASL Varese, Milano, Pavia e ARPA Novara ai sensi del DPR 470/82)

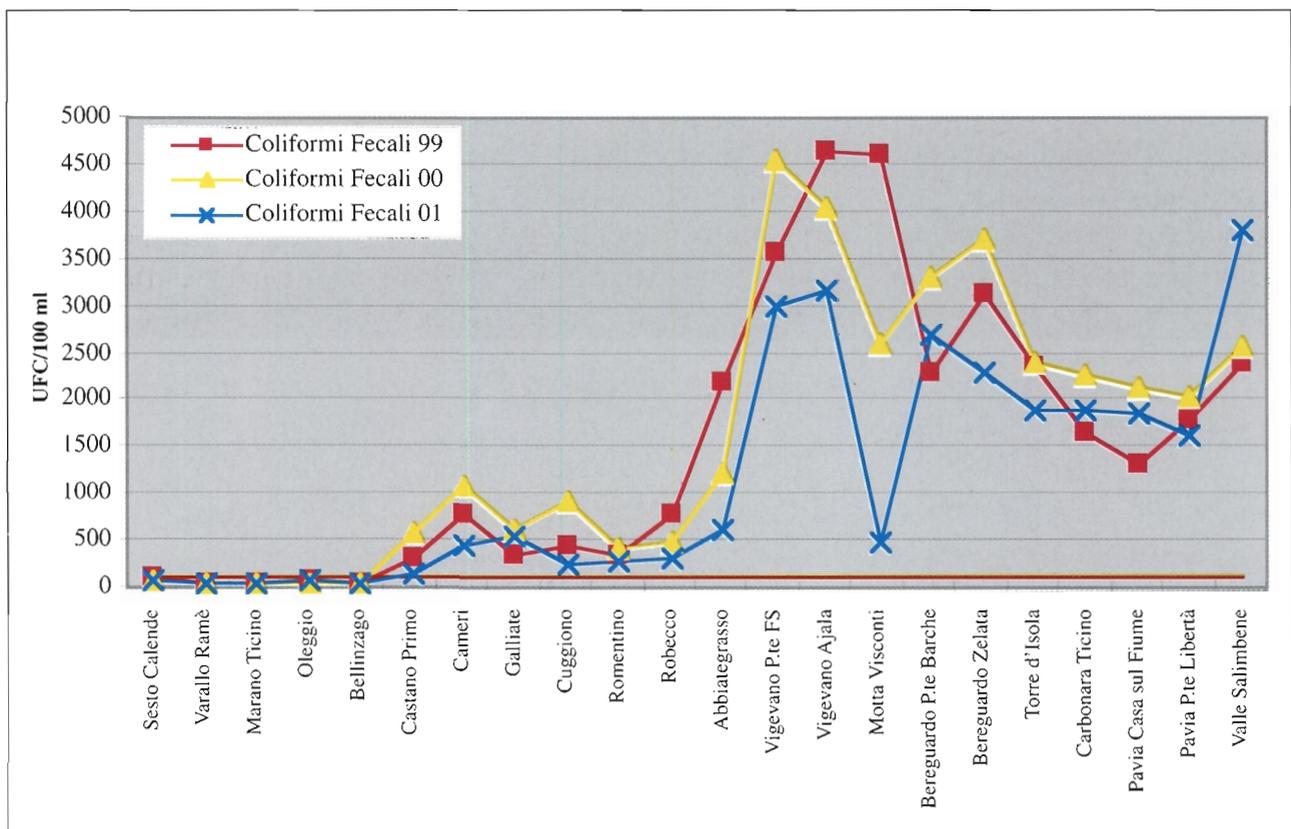
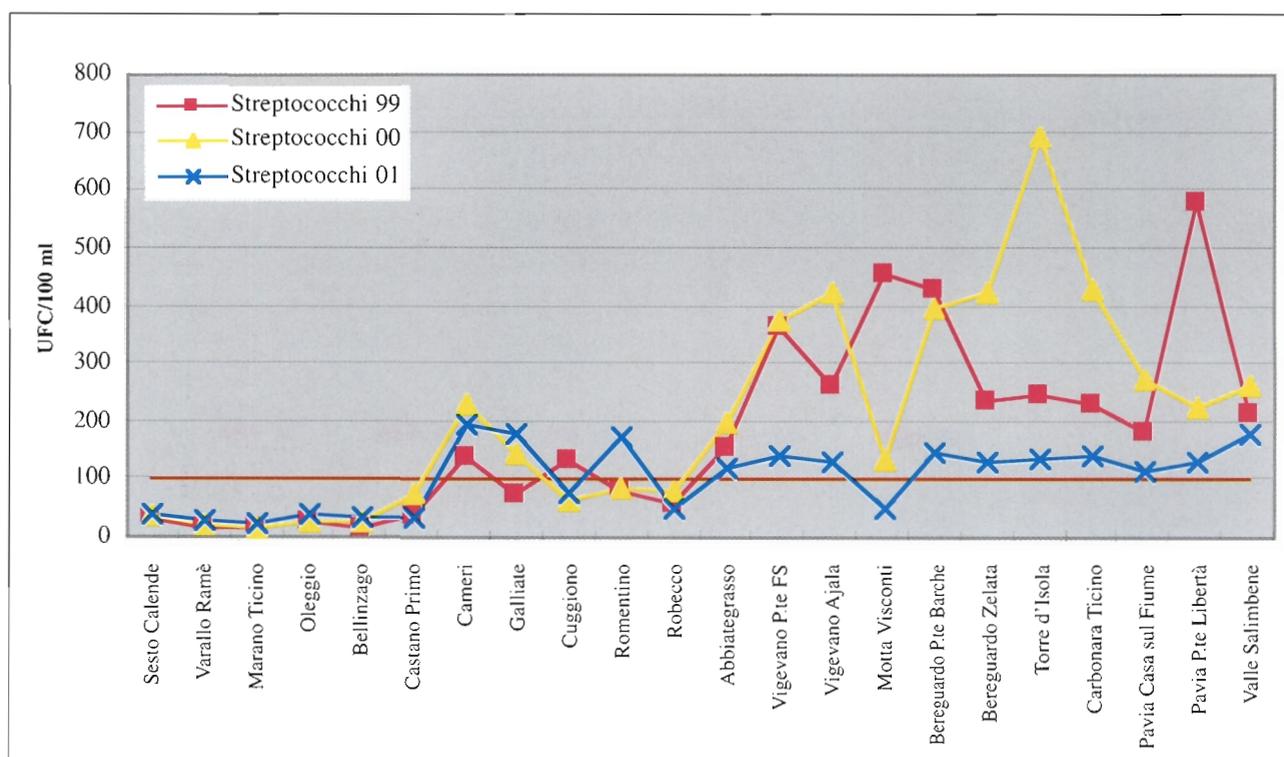


Figura 3.10 – Confronto dei dati batteriologici medi (media geometrica) degli Streptococchi fecali negli anni 1999-2000-2001. (Dati ASL Varese, Milano, Pavia e ARPA Novara ai sensi del DPR 470/82)



l'anno 2001, avrebbe dovuto generare un andamento opposto, vale a dire cariche batteriche più elevate per la minor diluizione incontrata dai microrganismi immessi nelle acque del fiume.

A questo proposito è necessario ricordare che i dati vengono cortesemente forniti dai diversi Enti territorialmente competenti ma, a causa del cambiamento dei laboratori di analisi, che pur adottando le medesime metodologie di indagine e producendo dati validati ed utilizzabili per esprimere corrette valutazioni, i valori potrebbero evidenziare oscillazioni più ampie rispetto a quelli registrati negli anni precedenti.

Si possono comunque distinguere, lungo l'asta fluviale tre distinte zone con acque a diversa qualità igienica: fino alla stazione di Bellinzago le concentrazioni sono inferiori ai Valori Massimi Ammessi dal DPR 470/82; dalla stazione di Castano fino a quella di Abbiategrasso aumentano blandamente rispetto al primo tratto (superano i Valori Massimi Ammessi Coliformi fecali e Streptococchi, mentre i Coliformi totali restano sotto al limite pur raddoppiando rispetto ai precedenti). Nell'ultimo tratto infine, dalla stazione di Abbiategrasso fino alla confluenza con il Po, si assiste al netto superamento dei Valori massimi Ammessi per tutti e tre i parametri determinati.

Dai dati forniti dalle ASL e ARPA risultano balneabili solo due stazioni entrambe in provincia di Novara: Oleggio e Varallo Pombia.

Confronto tra i dati di qualità batteriologica e di balneabilità

Per la prima volta nel corso dell'anno 2001 è stato effettuato un campionamento lungo tutto il percorso del Ticino con prelievi mensili, al centro della corrente, ed in corrispondenza di 16 stazioni scelte, come meglio specificato nel Capitolo 2, tenendo conto della presenza degli insediamenti urbani, degli impianti produttivi e degli apporti provenienti dai principali affluenti.

Disponendo, inoltre, dei dati di balneabilità forniti dai laboratori degli Enti preposti al controllo delle acque si è potuto effettuare un confronto tra questi ed i dati provenienti dal monitoraggio del Parco del Ticino nelle stazioni in cui sono state effettuate entrambe le analisi. Tali dati sono stati

Figura 3.11 – Confronto tra i dati di balneazione (forniti da ASL Varese, Milano, Pavia e ARPA Novara ai sensi del DPR 470/82) ed i dati del Parco del Ticino rilevati lungo la linea di corrente. Anno 2001

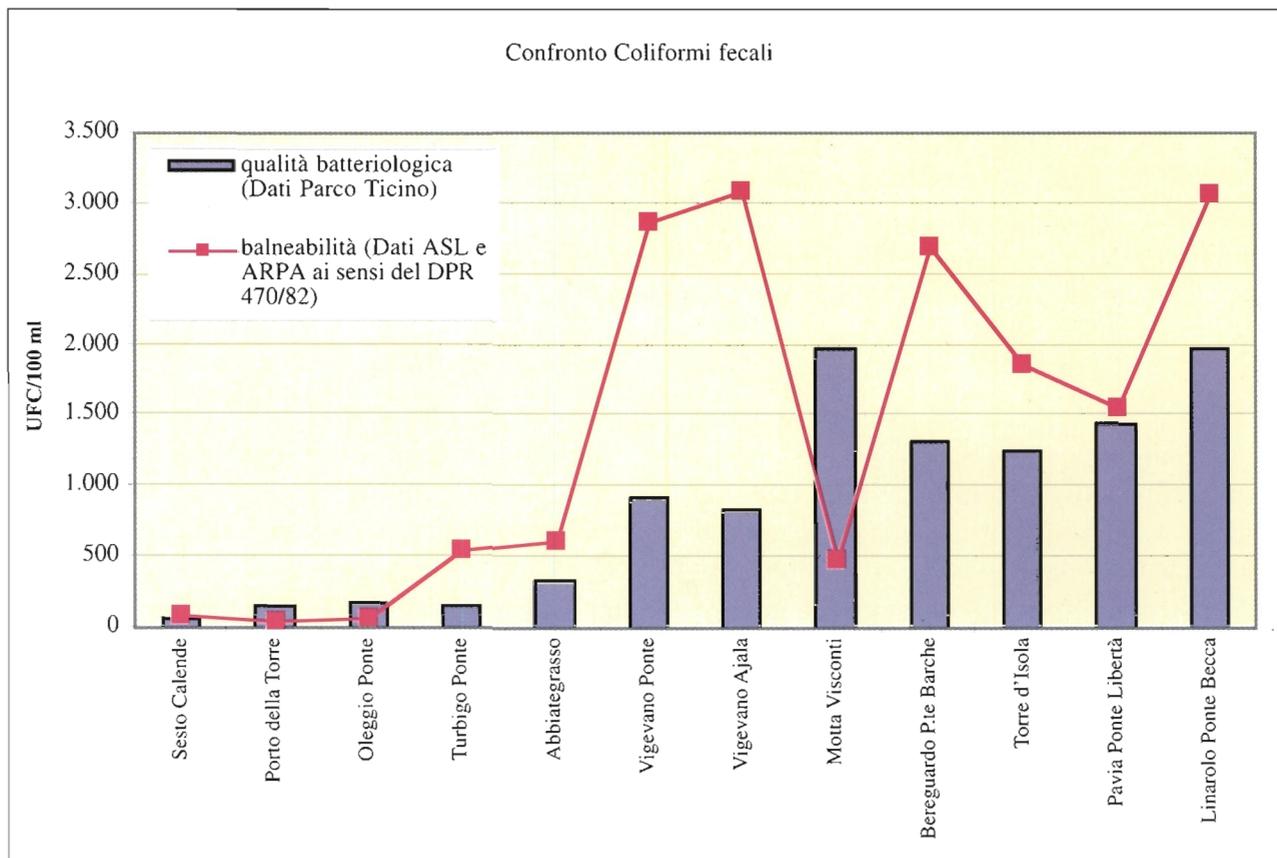
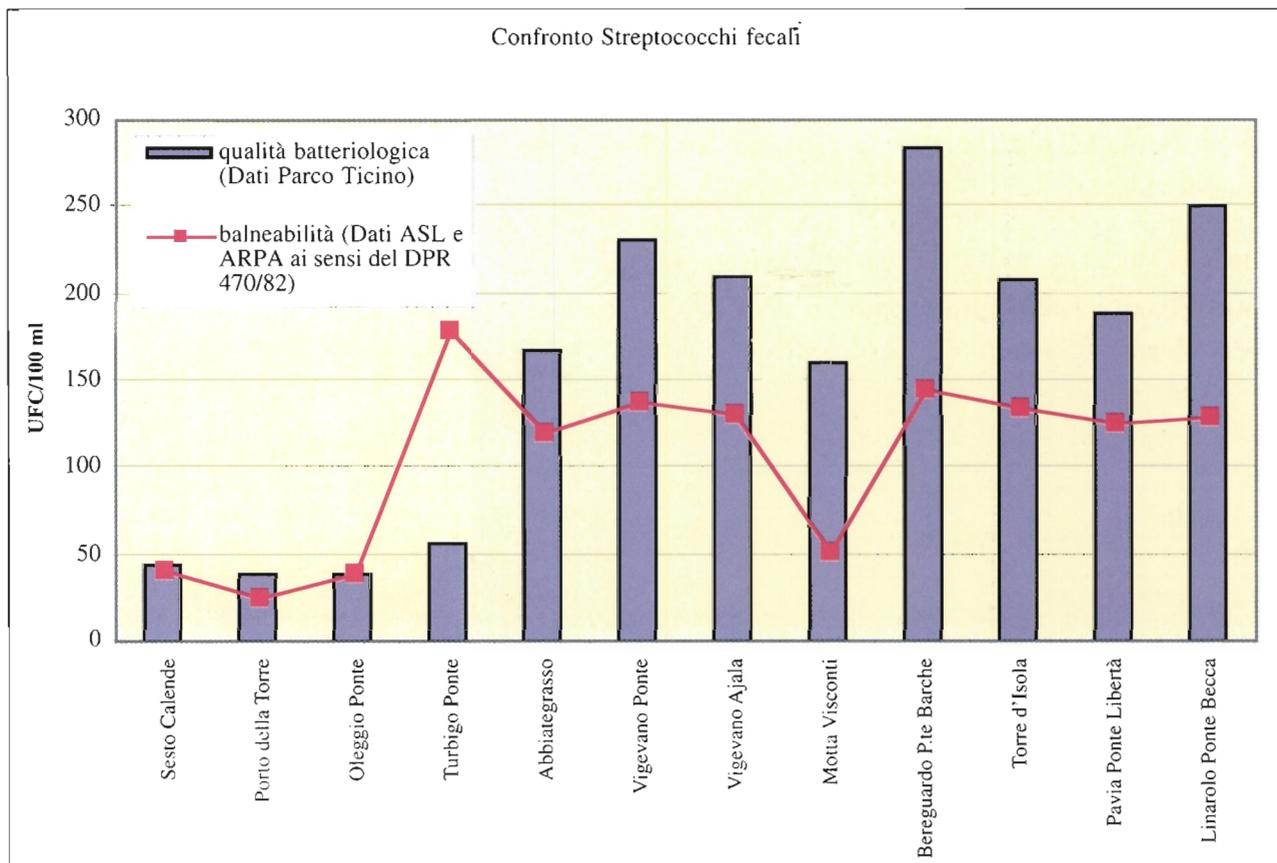


Figura 3.12 – Confronto tra i dati di balneazione (forniti da ASL Varese, Milano, Pavia e ARPA Novara ai sensi del DPR 470/82) ed i dati del Parco del Ticino rilevati lungo la linea di corrente. Anno 2001



confrontati solo per i parametri Coliformi fecali e Streptococchi fecali in quanto sono migliori indicatori, rispetto ai Coliformi totali, di inquinamento di origine fecale.

Dal confronto (Figura 3.11 e 3.12) emerge che non si rilevano differenze significative di concentrazione tra i valori dei parametri batteriologici di campioni prelevati nelle principali spiagge e quelli prelevati lungo la linea di corrente. Infatti, per l'elevata variabilità dei dati batteriologici una netta differenza di concentrazione si otterrebbe solo in presenza di valori maggiori o minori per almeno un ordine di grandezza, mentre nei grafici si nota come i valori confrontati non differiscano così nettamente. Tale evidenza supporta la considerazione che le analisi effettuate per la balneabilità, pur essendo legate ad un aspetto puramente sanitario, forniscono anche una buona informazione sulla capacità di autodepurazione del fiume e sul suo stato di salute ecologica.

3.2 ANALISI CHIMICO-FISICHE

Il monitoraggio chimico-fisico ha considerato, oltre all'analisi di alcuni parametri di base (pH, Temperatura e Conducibilità), sette parametri, detti "macrodescrittori" secondo il D.lgs 152/99 (Tabella 3.1), particolarmente significativi per la definizione dell'inquinamento delle acque: Azoto ammoniacale e nitrico, Ossigeno disciolto, BOD₅, COD, Fosforo totale e *Escherichia coli*. Tali parametri riflettono 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. E' stato valutato anche il batterio *Escherichia coli*, pur essendo un parametro microbiologico, in quanto è definito anch'esso dalla normativa come macrodescrittore ed il cui valore risulta fondamentale ai fini della successiva determinazione e classificazione dello Stato Ecologico.

I valori rilevati durante le campagne di monitoraggio sono stati elaborati statisticamente attraverso una funzione definita "percentile" che, tramite la Tabella 7 dell'Allegato 1 del D.lgs 152/99 (Tabella 3.2), 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, come previsto dal D.lgs 152/99.

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 per tutto l'anno 2001 ha permesso, quindi, il calcolo, secondo le disposizioni di legge, del Livello di Inquinamento, nonostante i valori disponibili non siano uniformi in quanto provenienti da enti differenti (nel 2000 i dati sono stati forniti dalle ARPA Piemonte e Lombardia mentre per il 2001 i dati sono stati ricavati dal monitoraggio del Parco Ticino). I risultati sono, comunque, da ritenersi un'indicazione sufficiente per fornire un quadro significativo dello stato di salute delle acque dal punto di vista chimico-fisico.

Tabella 3.1 - Parametri chimici e microbiologici di base
(con (o) ed in grassetto sono indicati i parametri macrodescrittori utilizzati per la classificazione delle acque)

Portata (m ³ . s ⁻¹)	Ossigeno disciolto (mg/l) ** (o)
PH	BOD₅ (O₂ mg/l) ** (o)
Solidi sospesi (mg/l)	COD (O₂ mg/l) ** (o)
Temperatura (°C)	Ortofossato (P mg/l) *
Conducibilità (mS. cm ⁻¹) **	Fosforo Totale (P mg/l) ** (o)
Durezza (mg/l di CaCO ₃)	Cloruri (Cl ⁻ mg/l) *
Azoto totale (N mg/l) **	Solfati (SO ₄ ⁻² mg/l)*
Azoto ammoniacale (N mg/l) * (o)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml) (o)
Azoto nitrico (N mg/l) * (o)	

Tabella 3.2 – Tabella di conversione dei valori dei macrodescrittori in Livelli di Inquinamento.

Parametro	Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
100-OD (%sat.)	≤ I10I	≤ I20I	≤ I30I	≤ I50I	> I50I
BOD ₅ (O ₂ mg/L)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (O ₂ mg/L)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH ₄ (N mg/L)	< 0,03	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,5	> 1,5
NO ₃ (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	≤ 1000	≤ 5000	≤ 20000	> 20000
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

Nella Tabella 3.3 vengono riportati, così, i dati relativi ai parametri macrodescrittori rilevati negli anni 2000 e 2001. 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 a lui 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.).

Il Livello di Inquinamento ottenuto dai macrodescrittori risulta per tutte le stazioni analizzate uguale a II (ambiente con moderati sintomi di alterazione). Osservando, però, il trend dei valori ottenuti si evidenzia, tuttavia, che lungo l'asta fluviale si ha una diminuzione dei valori totali che passano da 400 a Golasecca a 250 e 280 a Pavia e Linarolo.

L'andamento del parametro chimico ossigeno disciolto, fosforo totale e del parametro microbiologico *Escherichia coli*, si mostrano variabili lungo l'asta fluviale. In particolare il parametro *Escherichia coli* dimostra il peggioramento della qualità delle acque dovuto presumibilmente ad una carenza dell'ultimo stadio dei processi di depurazione (disinfezione) oppure ad un loro mal funzionamento confermando i risultati ottenuti anche dalle altre analisi microbiologiche. I rimanenti parametri chimici si mantengono costanti lungo tutta l'asta fluviale.

Tabella 3.3 – Livello di Inquinamento risultante dal valore dei macrodescrittori calcolato al 75° percentile del periodo di rilevamento.

Stazione	Ossigeno disciolto		BOD ₅		COD		Azoto ammoniacale		Azoto nitrico		Fosforo totale		<i>Escherichia coli</i>		Totali	L.I.
	% sat.		mg/l O		mg/l O		mg/l N		mg/l N		mg/l P		UFC/100ml			
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**		
Golasecca	98	80	2	80	6	40	0,03	40	0,8	40	0,05	80	800	40	400	II
Oleggio Ponte	96,5	80	2	80	5	40	0,03	40	1,4	40	0,05	80	110	40	400	II
Boffalora Ponte	97	80	2	80	5	40	0,04	40	1	40	0,05	80	1.073	20	380	II
Vigevano Ponte	97	80	2	80	5	40	0,03	40	1,43	40	0,18	20	1.075	20	320	II
Bereguardo	90,2	80	2	80	5,3	40	0,04	40	1,5	40	0,22	20	1.250	20	320	II
Pavia Ponte Libertà	85,3	40	2	80	5	40	1,25	10	1,4	40	0,17	20	1.300	20	250	II
Linarolo Ponte Becca	84,9	40	2	80	6	40	0,05	40	1,4	40	0,22	20	1.600	20	280	II

* Valore statistico del 75° percentile del periodo di rilevamento ** Punteggio attribuito ad ogni parametro analizzato.

Figura 3.12 – Andamento dei valori medi dell'Ossigeno disciolto (mg/l O₂) negli anni 2000-2001.

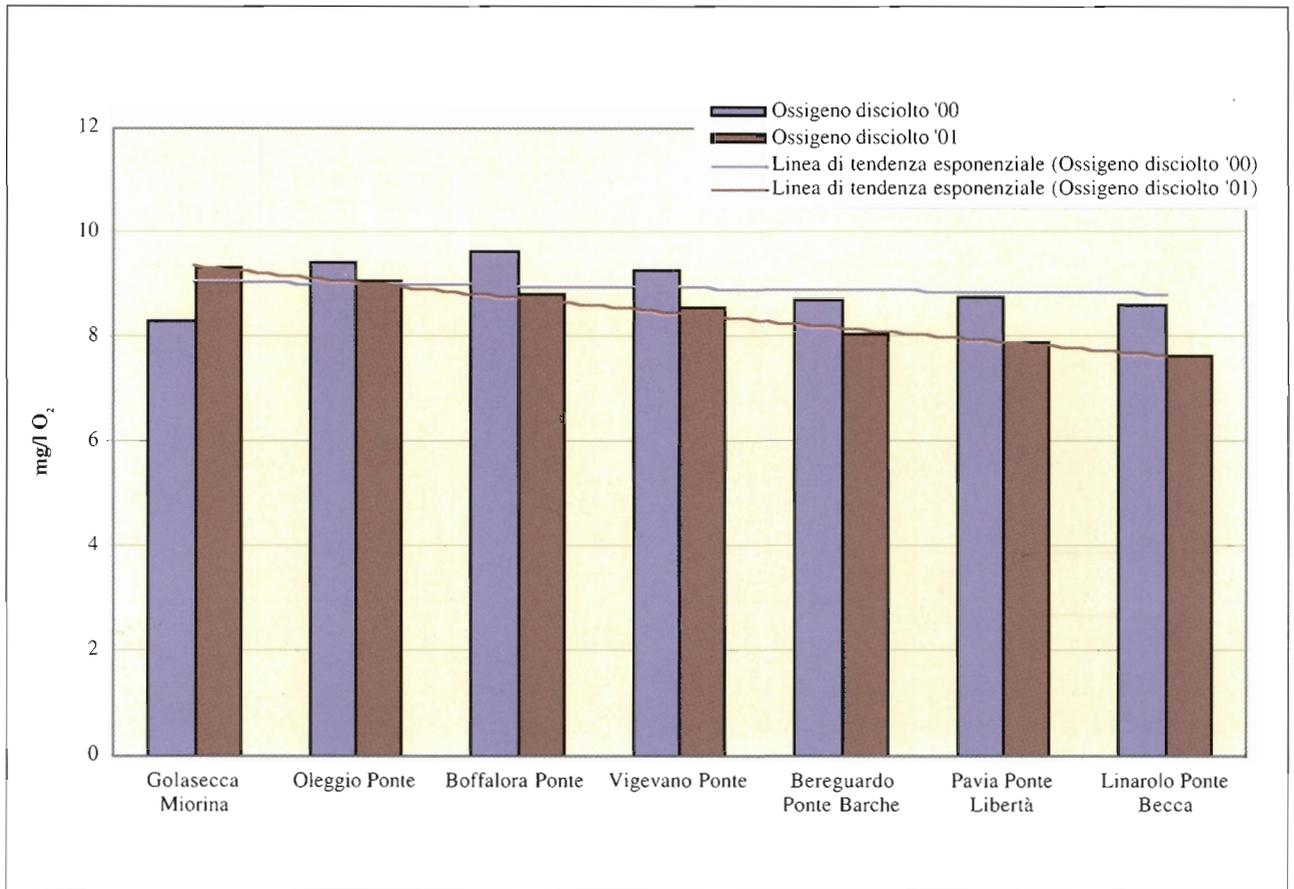


Figura 3.13 – Andamento dei valori medi del BOD₅ (mg/l O₂) negli anni 2000-2001.

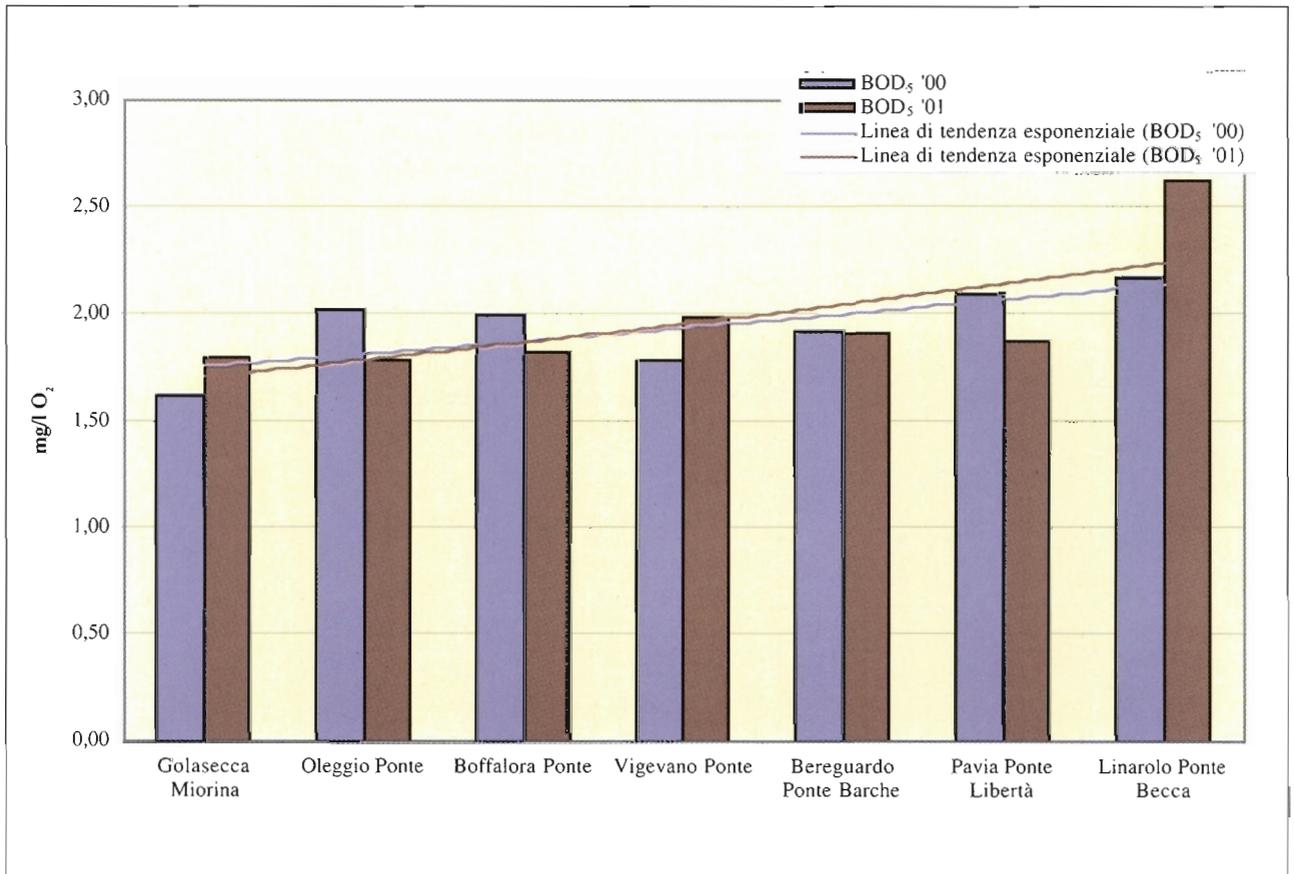


Figura 3.14 – Andamento dei valori medi del COD (mg/l O₂) negli anni 2000-2001.

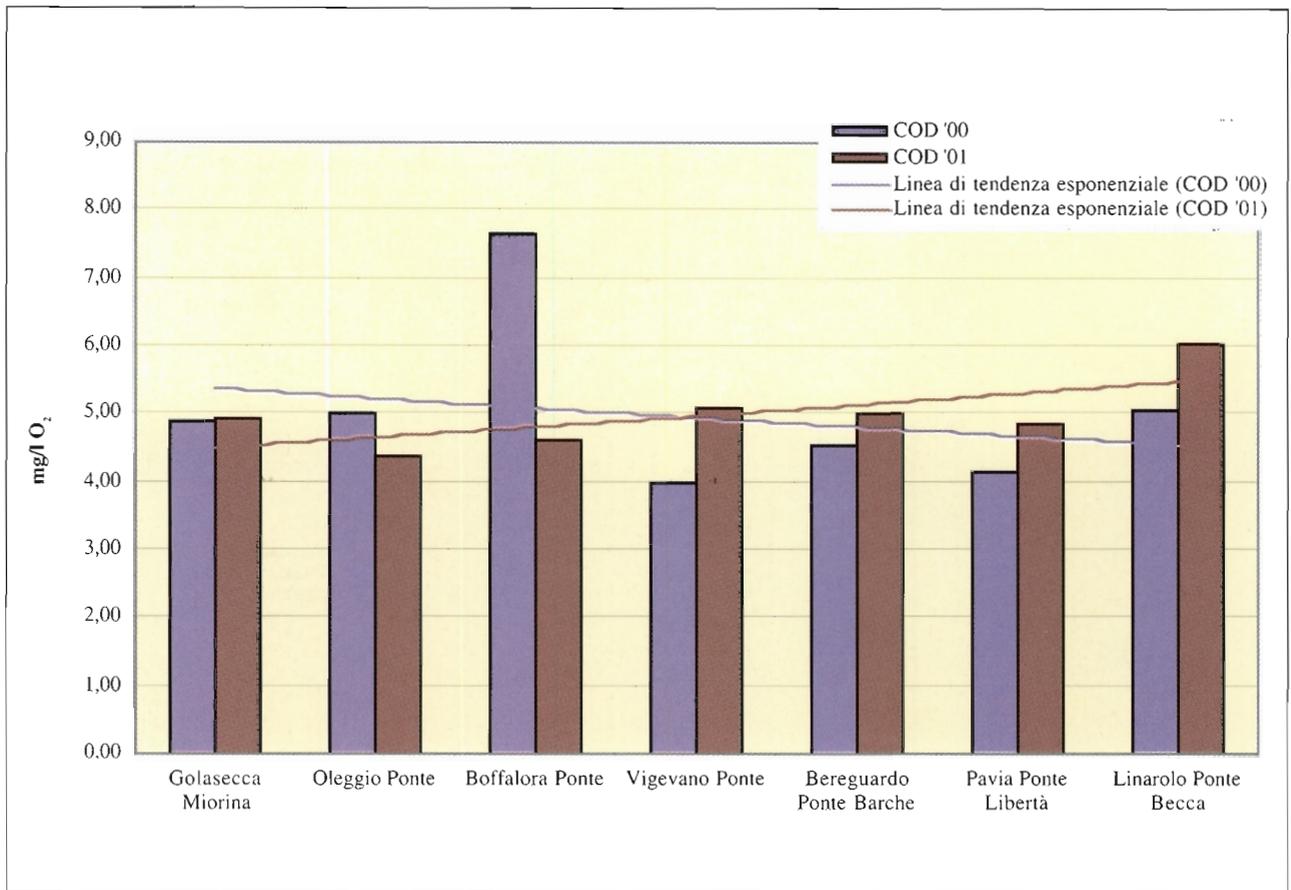


Figura 3.15 – Andamento dei valori medi dell'Azoto ammoniacale (mg/l N) negli anni 2000-2001.

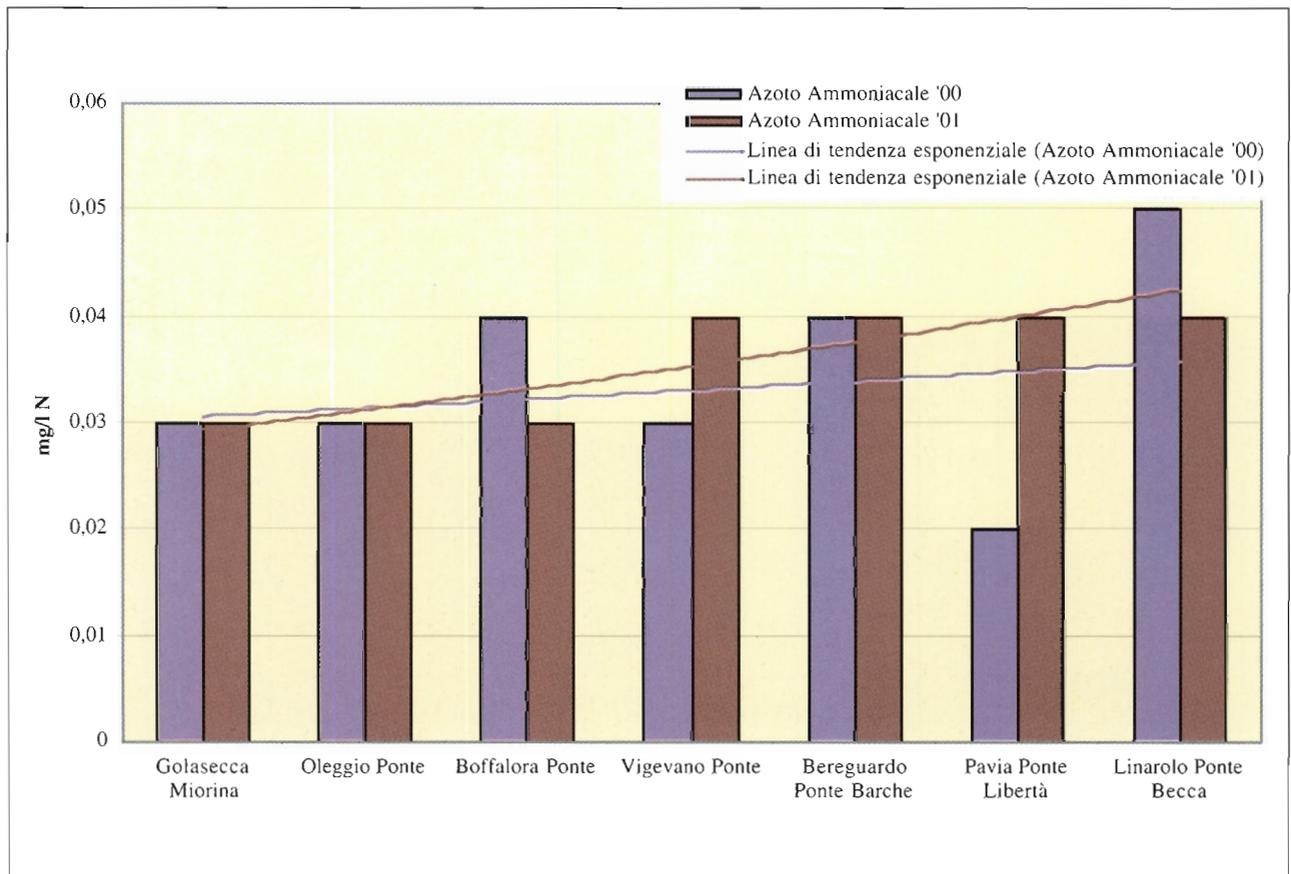


Figura 3.16 – Andamento dei valori medi dell'Azoto nitrico (mg/l N) negli anni 2000-2001.

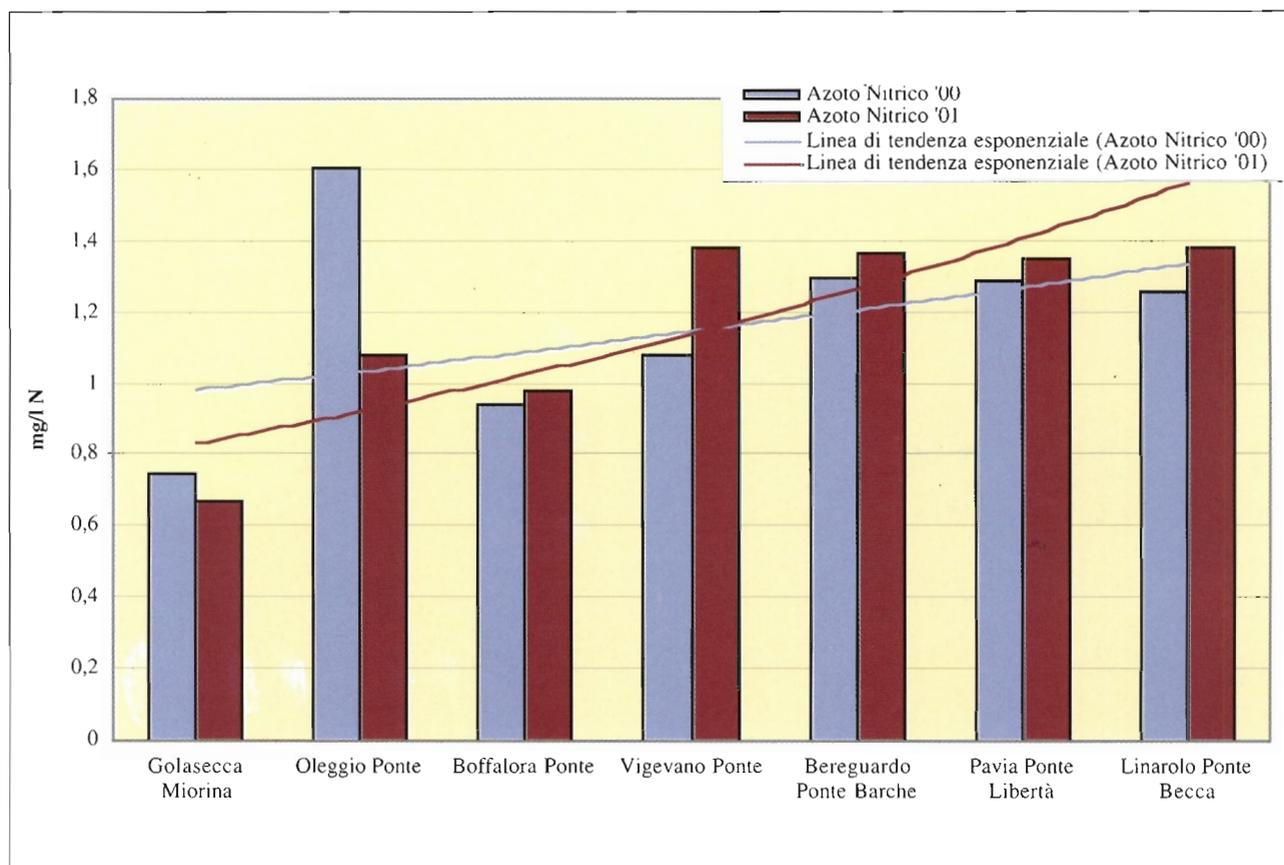


Figura 3.17 – Andamento dei valori medi del Fosforo totale (mg/l P) negli anni 2000-2001.

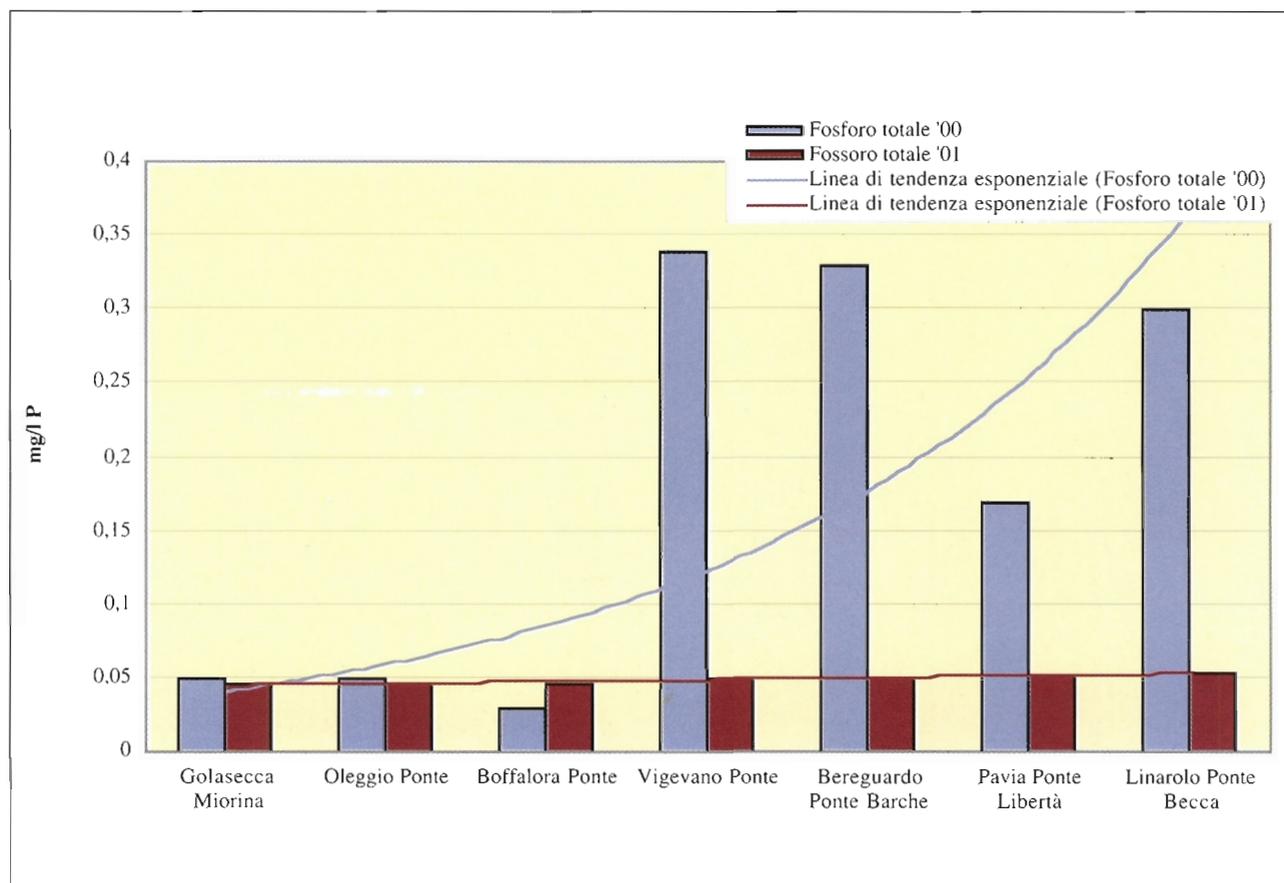
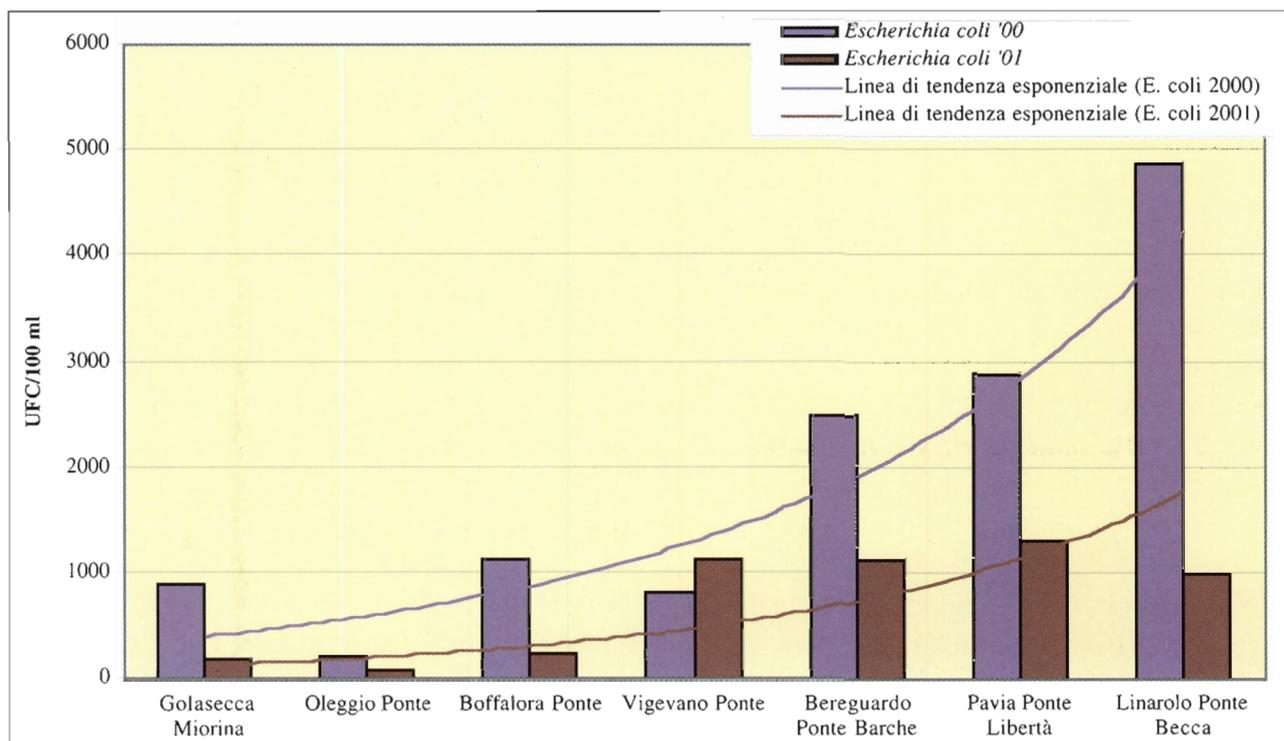


Figura 3.18 – Andamento dei valori medi del batterio *Escherichia coli* (UFC/100ml) negli anni 2000-2001.



I grafici riportati (Figure dalla 3.12 alla 3.18) illustrano il confronto dell'andamento dei parametri chimici e di *Escherichia coli* negli anni 2000 e 2001.

Come si può osservare dalla Figura 3.12 la linea di tendenza esponenziale, che rappresenta l'andamento dei valori medi dell'Ossigeno disciolto nell'anno 2001, mostra che questo parametro diminuisce procedendo da nord a sud lungo l'asta fluviale. Si evidenzia un lieve peggioramento rispetto all'anno passato a valle della stazione di Oleggio. La diminuzione di questo parametro è indice di un aumento dell'inquinamento poiché l'ossigeno viene consumato dall'attività metabolica dei microrganismi deputati all'eliminazione delle sostanze inquinanti.

Per quanto riguarda il BOD₅ l'andamento dell'anno 2001 è pressoché uguale all'anno 2000 (Figura 3.13) e presenta valori superiori a 2,5 mg/l O₂ nella sola stazione di Linarolo. Anche questo parametro, aumentando da monte verso valle, indica un aumento dell'inquinamento rappresentando una misura della quantità delle sostanze organiche presenti ed aumenta con la quantità di Ossigeno disciolto richiesto dai microrganismi per la loro decomposizione.

Nella Figura 3.14 i valori medi di COD dell'anno 2001 presentano un andamento opposto rispetto a quello dell'anno precedente pur mostrando valori analoghi. L'andamento di questo parametro nel corso del 2001 segue quello del BOD₅ indicando la presenza di sostanze inquinanti non biodegradabili procedendo da nord verso sud. I valori più bassi si riscontrano nelle stazioni poste a nord ed aumentano successivamente raggiungendo valori superiori a 6 mg/l O₂ solo nella stazione di Linarolo.

La linea di tendenza esponenziale dell'Azoto ammoniacale nella Figura 3.15 mette in evidenza un andamento simile (e con valori paragonabili) a quello dell'anno precedente anche se i valori sono maggiormente costanti nell'anno 2001. I valori sono comunque paragonabili evidenziando come questo parametro, aumentando da nord verso sud, è in accordo con la diminuzione dell'Ossigeno disciolto a causa della trasformazione aerobica dei nitrati. L'aumento dell'azoto ammoniacale e quello dell'Azoto nitrico (Figura 3.16), pur mostrando valori non eccessivamente elevati, indicano che esiste l'influenza sia degli scarichi urbani e domestici sia degli apporti di origine agricola.

L'Azoto nitrico nell'anno 2001 si è mantenuto più basso rispetto all'anno 2000 solo nelle stazioni di Golasecca e Oleggio; nelle stazioni più a valle ha seguito l'andamento dell'anno 2000 mostrando valori leggermente maggiori.

Il Fosforo (Figura 3.17), nell'anno 2001, presenta un insolito andamento dei valori che risultano solo lievemente in aumento lungo tutta l'asta fluviale a differenza dell'anno 2000 in cui il parametro ha subito notevoli variazioni di concentrazione fra le prime stazioni e le ultime. Mentre nell'anno 2000 l'andamento del Fosforo rifletteva l'aumento dell'inquinamento procedendo da monte a valle, quest'anno risulta difficoltoso spiegare un andamento praticamente costante poiché ci si aspetterebbe un comportamento analogo a quello descritto dagli altri parametri che indicano un peggioramento della qualità delle acque procedendo verso sud.

Il grafico della Figura 3.18, relativo ai valori medi del batterio *Escherichia coli*, presenta linee di tendenza esponenziali simili per entrambi gli anni; si registra tuttavia un abbattimento dei valori della carica batterica relativi al 2001 in tutte le stazioni rispetto all'anno 2000, fatta eccezione per la stazione di Vigevano. L'andamento di questo parametro conferma l'aumento dell'inquinamento avanzando lungo l'asta fluviale, in particolare si osserva un netto peggioramento a valle della stazione di Boffalora come registrato anche dagli altri parametri batteriologici (Cfr. 3.1 Analisi microbiologiche).

3.3 MISURE IDROLOGICHE

Nella Figura 3.19 si riporta l'andamento delle portate del fiume Ticino rilevate nelle stazioni Diga della Miorina (Comune di Golasecca) e Centrale di Porto della Torre (Comune di Varallo Pombia) per l'anno 2001.

L'andamento delle portate defluenti dalla Diga della Miorina per l'anno 2001 si presenta caratterizzato da una serie di picchi che costituiscono l'aspetto più significativo da valutare perché causato da una diversa politica di gestione della diga stessa rispetto agli anni passati.

Tali picchi, causati dalle aperture della diga che causano deflussi molto veloci (finalizzate a tenere basso il livello del Lago Maggiore) in rispetto della convenzione Italo/Svizzera, rappresentano delle "botte" d'acqua concentrate in brevi periodi. Questa nuova gestione dei deflussi provoca la necessità di valutare il fenomeno tenendo particolarmente conto delle sue possibili conseguenze e ripercussioni negative sugli habitat fluviali.

Questo nuovo modo di manovrare la diga è, probabilmente, dovuto alla necessità di preservare la città di Locarno da fenomeni di esondazione nelle zone più basse della città, che è stata costruita nelle aree golenali del torrente Maggia. Da qui la necessità di garantire sufficienti volumi liberi nel lago per accogliere le conseguenze di eventuali fenomeni piovosi particolarmente intensi.

Le riserve idriche, già diminuite da questo tipo di gestione che mantiene il Lago ai suoi livelli minimi, si riducono a quantitativi critici (provocando gravi deficit idrici a valle) nel caso di mancanza di piogge. Le conseguenze di questo tipo di deficit oltre che sulle attività produttive si riflette anche sulla qualità delle acque (minore diluizione) e, più in generale, sull'equilibrio dell'ambiente naturale.

Oggi più che mai, viste le istanze che stanno venendo avanti relative alla attuazione di progetti che garantiscono maggiori deflussi dal Lago in minore tempo o, in opposto, di progetti finalizzati a garantire la navigabilità è necessario assumere iniziative per portare i vari pezzi del mosaico in un unico tavolo dove si stabiliscano delle priorità e si affrontino le varie problematiche ed esigenze in modo ordinato e coordinato, stabilendo delle priorità tra le quali la più rilevante non può che essere la salute pubblica e la qualità della risorsa idrica.

L'andamento delle portate rilevate nella stazione di Porto della Torre, a differenza di quelle registrate alla Diga della Miorina, risultano costanti per lunghi periodi di tempo durante l'anno poiché misurano come valore massimo la quantità di acqua che la Centrale idroelettrica può utilizzare per il funzionamento delle turbine (pari a 180 m³/s). L'elemento significativo desumibile dal grafico, pertanto, risulta quello coincidente con i periodi di magra del fiume dove alla Centrale idroelettrica arriva una portata inferiore a quella rilevabile dagli idrometri. Nei periodi di magra, inoltre, calcolando la differenza di portata registrata alla Diga della Miorina e quella di Porto della Torre si desumono le notevoli quantità di acqua prelevate dal Canale Regina Elena che rappresenta l'unica derivazione interposta tra le due stazioni di misura.

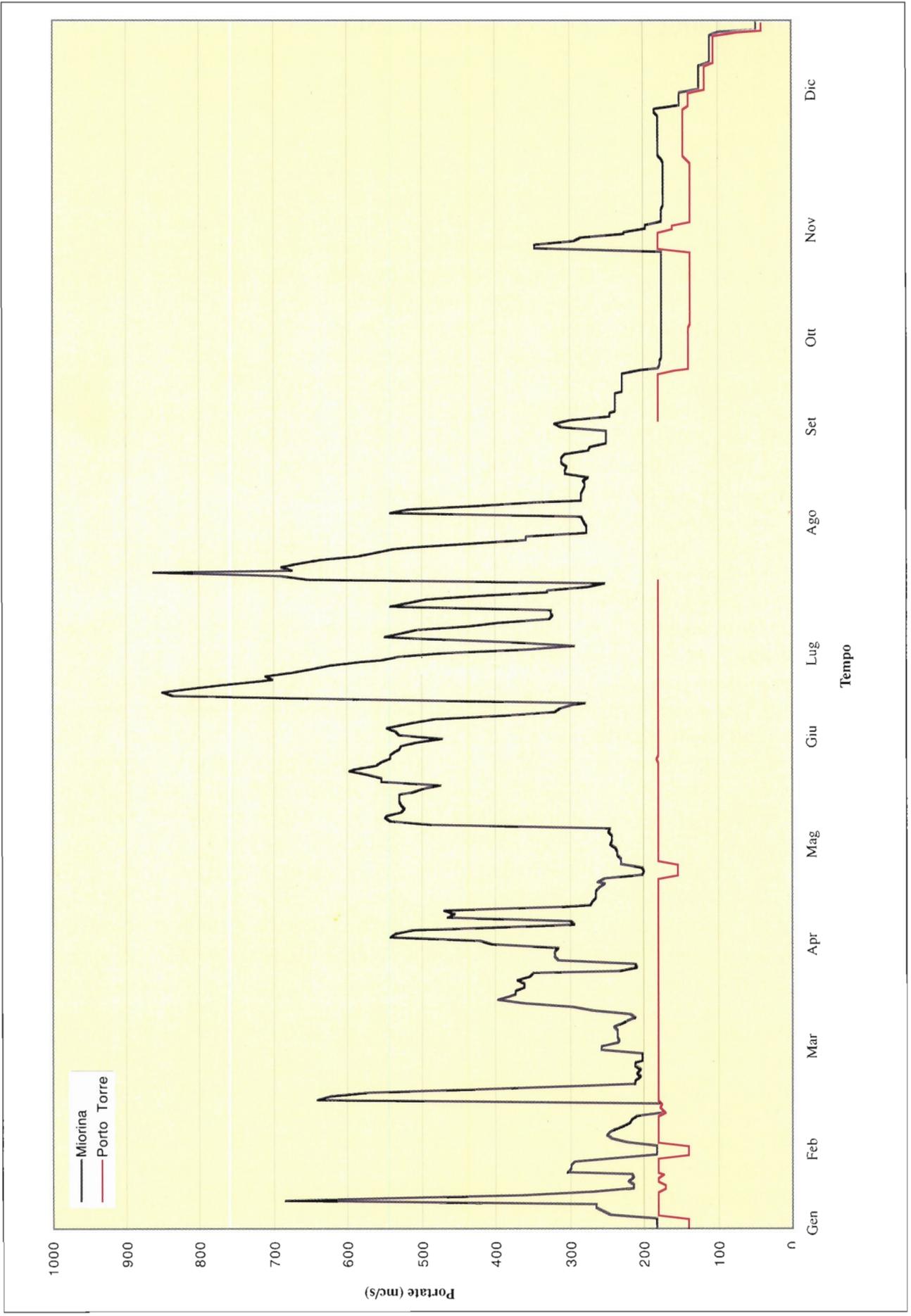


Figura 3.19 – Portate rilevate nell'anno 2001 nelle stazioni Diga della Miorina e Porto della Torre

4. VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ECOSISTEMA FLUVIALE MEDIANTE L'INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE (I.F.F.)*

L'Indice di Funzionalità Fluviale è un metodo di indagine della qualità di un ecosistema fluviale che ha come obiettivo principale la valutazione dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come integrazione di importanti fattori biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e terrestre ad esso circostante. Questo indice permette di stimare il livello di funzionalità di un corso d'acqua tramite una serie di valutazioni incrociate sulle condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante, sulla struttura fisica e morfologica delle rive, sulla struttura dell'alveo bagnato e sulle caratteristiche biologiche.

Il metodo, proprio per l'approccio olistico, tiene conto di un ampio ventaglio di elementi ecosistemici indagando sull'insieme dei processi coinvolti nelle dinamiche fisiche e biologiche fluviali, fornendo informazioni peculiari che possono differire da quelle fornite da altri indici o metodi, poiché questi ultimi restringono l'indagine ad un numero limitato di aspetti e/o di comparti ambientali (es: I.B.E., indici chimici, microbiologici). Se da una parte i metodi biologici, chimici, microbiologici permettono di avere informazioni più precise e dettagliate su una componente più ristretta, l'I.F.F. consente di aumentare l'informazione di sintesi: tale metodo, quindi, non è da considerare alternativo o in competizione, ma complementare agli indici più specifici.

L'utilizzo di questo metodo, rilevando l'eventuale grado di allontanamento dalla condizione di massima funzionalità, fornendo preziose informazioni sulle cause di deterioramento, può quindi essere un utile strumento per la programmazione di interventi di ripristino dell'ambiente fluviale e per supportare le scelte di gestione e conservazione dell'ambiente.

L'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.), utilizzato nella presente analisi, trova origine da un metodo, ideato alla fine degli anni '80 da R.C. Petersen dell'Istituto di Limnologia dell'Università di Lund (Svezia) denominato RCE-I (Riparial Channel Environment Inventory). Tale metodo presentava una scheda di 16 domande, con 4 risposte predefinite per ognuna di esse, con lo scopo di raccogliere informazioni relative alle principali caratteristiche ecologiche del corso d'acqua ed avere così un quadro generale dello stato degli alvei e delle fasce riparie dei fiumi svedesi.

L'applicazione del metodo su tutto il territorio italiano rese necessaria una maggiore generalizzazione alle varie tipologie fluviali e al tempo stesso una migliore definizione delle finalità, al fine di garantire la confrontabilità dei risultati attraverso linee guida precise.

A tal fine, l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (A.N.P.A.) riunì nel 1998 un gruppo di esperti nel campo dell'ecologia fluviale, il cui compito era quello di apportare modifiche sia alle domande che alle risposte della scheda, al loro significato e al loro peso: nacque così l'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.) (Siligardi, 2000).

4.1 PRESENTAZIONE DEL METODO

L'Indice di Funzionalità Fluviale può essere applicato in qualunque ambiente d'acqua corrente, sia di pianura sia di montagna, cioè a fiumi di diverso ordine, rogge, fosse e canali, purché abbiano acque fluenti.

Esistono ambienti nei quali il metodo non è applicabile come, ad esempio, ambienti di transizione e di foce, dove il cuneo salino e l'azione delle maree crea un ambiente diverso da quelli dolciacquicoli correnti; oppure laghi, lagune, stagni dove le acque sono ferme.

Il periodo più idoneo per l'applicazione del metodo è compreso tra il regime idrologico di morbida e di magra e comunque in periodi di attività vegetativa. Nel caso di corsi d'acqua che presentano una secca stagionale, la valutazione deve essere fatta in un periodo di presenza di acqua e colonizzazione dell'alveo da parte delle comunità acquatiche.

* Rielaborazione della tesi di laurea della Dr. Barbara Budassi "Applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.) sul fiume Ticino", laureata in Scienze Biologiche nell'anno 2001 presso l'Università degli Studi dell'Insubria sede di Varese. Relatore prof. Davide Calamari. Correlatore Dr. Valeria Roella in collaborazione con ARPA di Varese.

Figura 4.1 - Scheda utilizzata per valutare l'Indice di Funzionalità Fluviale

SCHEDA IFF (evoluzione dell'RCE-2)			
Bacino:	Corso d'acqua:		
Località:			
Tratto (m):	Larghezza alveo di morbida (m):	Quota (m s.l.m.):	
Data:	Scheda N°:	Foto N°:	Codice:

	Sponda	
	Sx	Dx
1) Stato del territorio circostante		
a) Foreste e boschi	25	25
b) Prati, pascoli, boschi, pochi arativi ed incolti	20	20
c) Colture stagionali in prevalenza e/o arativi misti e/o colture permanenti; urbanizzazione rada	5	5
d) Aree urbanizzate	1	1
2) Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria		
a) Formazioni arboree riparie	30	30
b) Formazioni arbustive riparie (saliceti arbustivi) e/o canneto	25	25
c) Formazioni arboree non riparie	10	10
d) Vegetazione arbustiva non riparia o erbacea o assente	1	1
2bis) Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria		
a) Formazioni arboree riparie	20	20
b) Formazioni arbustive riparie (saliceti arbustivi) e/o canneto	15	15
c) Formazioni arboree non riparie	10	10
d) Vegetazione arbustiva non riparia o erbacea o assente	1	1
3) Ampiezza della fascia di vegetazione perifluviale arborea e arbustiva		
a) Fascia di vegetazione perifluviale > 30m	20	20
b) Fascia di vegetazione perifluviale 5-30 m	15	15
c) Fascia di vegetazione perifluviale 1-5 m	5	5
d) Fascia di vegetazione perifluviale assente	1	1
4) Continuità della fascia di vegetazione perifluviale arborea e arbustiva		
a) Senza interruzioni	20	20
b) Con interruzioni	10	10
c) Interruzioni frequenti o solo erbacea continua e consolidata	5	5
d) Suolo nudo o vegetazione erbacea rada	1	1
5) Condizioni idriche dell'alveo		
a) Larghezza dell'alveo di morbida inferiore al triplo dell'alveo bagnato		20
b) Alveo di morbida maggiore del triplo dell'alveo bagnato (fluttuazioni di portata stagionali)		15
c) Alveo di morbida maggiore del triplo dell'alveo bagnato con fluttuazioni di portata frequenti		5
d) Alveo bagnato molto ridotto quasi inesistente (o impermeabilizzazioni del fondo)		1
6) Conformazione delle rive		
a) Con vegetazione arborea e/o massi	25	25
b) Con erbe e arbusti	15	15
c) Con un sottile strato erboso	5	5
d) Rive nude	1	1
7) Strutture di ritenzione degli apporti trofici		
a) Alveo con grossi massi e/o vecchi tronchi stabilmente incassati o presenza di fasce di canneto o idrofite		25
b) Massi e/o rami presenti con deposito di sedimento (o canneto, o idrofite rade e poco estese)		15
c) Strutture di ritenzione libere e mobili con le piene (o assenza di canneto e idrofite)		5
d) Alveo di sedimenti sabbiosi privo di alghe, o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme		1

8) Erosione			
a) Poco evidente e non rilevante	20		20
b) Solamente nelle curve e/o nelle strettoie	15		15
c) Frequente con scavo delle rive e delle radici	5		5
d) Molto evidente con rive scavate e franate o presenza di interventi artificiali	1		1
9) Sezione trasversale			
a) Naturale		15	
b) Naturale con lievi interventi artificiali		10	
c) Artificiale con qualche elemento naturale		5	
d) Artificiale		1	
10) Struttura del fondo dell'alveo			
a) Diversificato e stabile		25	
b) A tratti mobile		15	
c) Facilmente mobile		5	
d) Artificiale o cementato		1	
11) Raschi, pozze o meandri			
a) Ben distinti, ricorrenti		25	
b) Presenti a distanze diverse e con successione irregolare		20	
c) Lunghe pozze che separano corti raschi o viceversa, pochi meandri		5	
d) Meandri, raschi e pozze assenti, percorso raddrizzato		1	
12) Componente vegetale in alveo bagnato in acque a flusso turbolento			
a) Periphyton rilevabile solo al tatto e scarsa copertura di macrofite		15	
b) Periphyton scarsamente sviluppato e copertura macrofita limitata		10	
c) Periphyton discreto, o scarsamente sviluppato con elevata copertura di macrofite		5	
d) Periphyton spesso, o discreto con elevata copertura di macrofite		1	
12bis) Componente vegetale in alveo bagnato in acque a flusso laminare			
a) Periphyton poco sviluppato e scarsa copertura di macrofite tolleranti		15	
b) Periphyton discreto con scarsa copertura di macrofite tolleranti, o scarsamente sviluppato con limitata copertura di macrofite tolleranti		10	
c) Periphyton discreto o poco sviluppato con significativa copertura di macrofite tolleranti		5	
d) Periphyton spesso e/o elevata copertura di macrofite tolleranti		1	
13) Detrito			
a) Frammenti vegetali riconoscibili e fibrosi		15	
b) Frammenti vegetali fibrosi e polposi		10	
c) Frammenti polposi		5	
d) Detrito anaerobico		1	
14) Comunità macrobentonica			
a) Ben strutturata e diversificata, adeguata alla tipologia fluviale		20	
b) Sufficientemente diversificata ma con struttura alterata rispetto a quanto atteso		10	
c) Poco equilibrata e diversificata con prevalenza di taxa tolleranti all'inquinamento		5	
d) Assenza di una comunità strutturata; di pochi taxa, tutti piuttosto tolleranti all'inquinamento		1	
Punteggio totale			
Livello di funzionalità			

L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale comporta la compilazione di una scheda I.F.F. per ogni tratto omogeneo individuato lungo il corso d'acqua; la scheda (Figura 4.1) presenta una parte di informazioni di corredo e una seconda parte costituita da 14 domande, riguardanti le principali caratteristiche ecologiche del corso d'acqua in esame, per ognuna delle quali sono predefinite 4 risposte.

I dati raccolti forniscono informazioni sul bacino, sul corso d'acqua, sulla larghezza dell'alveo di morbida, sulla lunghezza del tratto omogeneo in esame, sulle caratteristiche del flusso (laminare o turbolento) e del substrato geologico (carbonato, siliceo o misto).

Le domande della scheda possono essere raggruppate in gruppi funzionali:

- le domande 1-4 analizzano le condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante il corso d'acqua;
- le domande 5 e 6 riguardano l'ampiezza relativa dell'alveo bagnato e la struttura fisica e morfologica delle rive;
- le domande 7-11 considerano la struttura dell'alveo con l'individuazione di tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità autodepurativa del corso d'acqua;
- le domande 12-14 rilevano le caratteristiche biologiche attraverso l'analisi delle comunità macrobentonica, macrofittica e della composizione del detrito.

Ad ogni risposta viene assegnato un punteggio (da 1 a 30) e il valore di I.F.F. ottenuto, sommando i punteggi parziali, può avere un valore minimo di 14 punti e un massimo di 300 punti.

I valori di I.F.F. vengono tradotti in 5 livelli di funzionalità espressi con un numero romano da I (situazione migliore) a V (situazione peggiore), ai quali corrispondono i relativi giudizi di funzionalità; inoltre sono previsti 4 livelli intermedi. Ad ogni livello è associato un colore per la rappresentazione cartografica mentre i livelli intermedi sono rappresentati con un tratteggio a barre, a due colori alternati (Tabella 4.1).

La rappresentazione grafica consiste in due linee, distinte per le due sponde, corrispondenti ai colori dei livelli di funzionalità. Le carte da utilizzare possono essere in scala 1:10.000 o 1:25.000, per una rappresentazione di maggior dettaglio, oppure 1:100.000 per una rappresentazione d'insieme.

Per procedere all'applicazione della scheda, è necessario svolgere prima uno studio approfondito del territorio circostante l'ambiente in esame; è necessario utilizzare una cartografia idonea ad avere un quadro d'insieme del corso d'acqua.

Per il lavoro in campo, al fine di avere un miglior dettaglio degli elementi necessari alla valutazione, è necessaria una carta in scala 1:10.000.

E' inoltre utile acquisire altre informazioni quali:

- morfologia del bacino;
- regime idrico;
- presenza e tipologia di derivazioni;
- presenza e tipologia degli scarichi;
- dati relativi alle caratteristiche delle comunità acquatiche (macrobenthos, macrofite);
- ulteriori dati relativi a precedenti applicazioni della scheda RCE-2.

Tabella 4.1 - Livelli di funzionalità, relativi giudizi e colore di riferimento

LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	PUNTEGGIO	GIUDIZIO	COLORE
I	261 – 300	elevato	blu
I - II	251 – 260	elevato-buono	blu- verde
II	201 – 250	buono	verde
II – III	181 – 200	buono-mediocre	verde- giallo
III	121 – 180	mediocre	giallo
III – IV	101 – 120	mediocre-scadente	giallo- arancio
IV	61 – 100	scadente	arancio
IV – V	51 – 60	scadente-pessimo	arancio- rosso
V	14 - 50	pessimo	rosso

La scheda deve essere compilata percorrendo il corso d'acqua dalla foce alla sorgente, osservando entrambe le sponde, individuate come destra e sinistra rispetto alla direzione della corrente.

Ogni qualvolta venga osservato un tratto omogeneo, breve o lungo che sia, si procede alla compilazione di una scheda.

Una nuova scheda deve essere compilata non appena si osserva un cambiamento anche in uno solo dei 14 parametri considerati.

Per evitare di compilare schede per tratti troppo brevi, a discapito di una visione d'insieme, esistono delle indicazioni sul rapporto tra la larghezza dell'alveo di morbida e la lunghezza del Tratto Minimo Rilevabile (TMR); ad esempio se l'alveo di morbida è largo fino a 5 m si considera un TMR pari a 30 m, se è largo fino a 50 m si considera un TMR di 75 m, se è maggiore di 100 m si considera un TMR lungo quanto la larghezza.

La presenza di ponti, attraversamenti, briglie o strutture analoghe non giustifica la compilazione di una scheda apposita, purché non comporti alterazioni rilevanti per un tratto di lunghezza superiore al TMR.

4.2 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

L'intero corso d'acqua è stato suddiviso in 41 tratti (schede), dalla confluenza con il Po fino a Sesto Calende, punto immediatamente a valle rispetto all'emissione dal lago Maggiore. E' stato scartato il tratto successivo (dal ponte di Sesto Calende fino al lago Maggiore), in quanto le caratteristiche lacustri non permettevano l'applicazione dell'indice.

Tabella 4.2 – Valori di I.F.F. e livelli di funzionalità ottenuti nelle 41 schede.

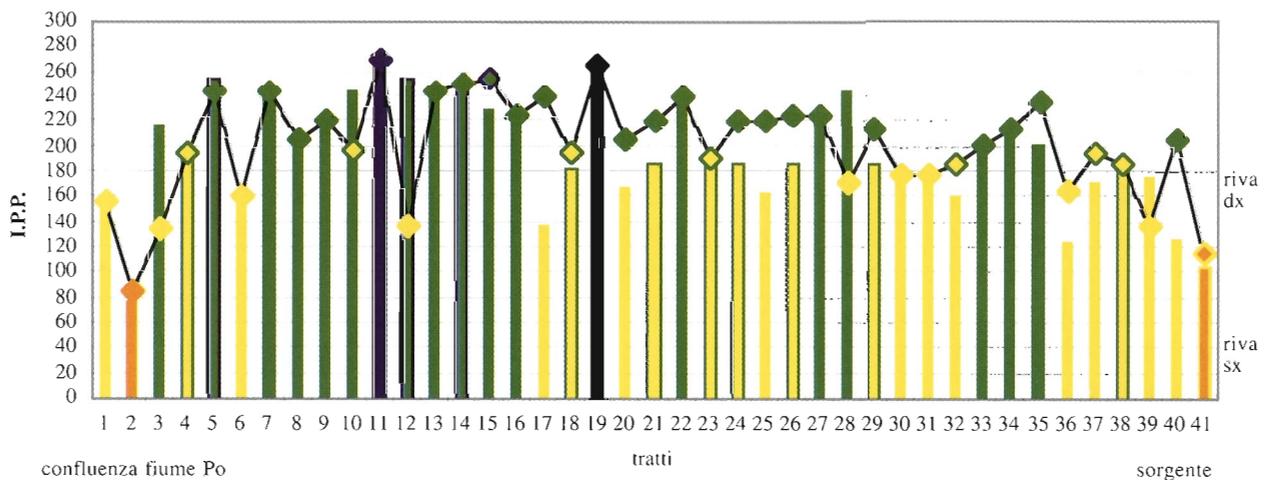


Tabella 5.1 – Tabella di conversione dei valori di IBE e dei valori dei Livelli di inquinamento in Classi di Stato Ecologico (Tabella 8 dell'Allegato I del D.lgs 152/99)

Livello di Funzionalità	Punteggio	Giudizio	Colore
I	261 – 300	elevato	Blu
I – II	251 – 260	elevato-buono	Blu - Verde
II	201 – 250	buono	Verde
II – III	181 – 200	buono-mediocre	Giallo - Verde
III	121 – 180	mediocre	Giallo
III – IV	101 – 120	mediocre-scadente	Giallo - Arancio
IV	61 – 100	scadente	Arancio
IV – V	51 – 60	scadente-pessimo	Arancio - Rosso
V	14 - 50	pessimo	Rosso

Figura 4.2 – Andamento dei valori di I.F.F. ottenuti sulle due sponde del fiume Ticino.

N	Località	I.F.F. sx	L.F. sx	I.F.F. dx	L.F. dx
1	Confluenza Po-valle naviglio Pavia	161	III	156	III
2	Naviglio Pavia-ponte ferrovia	77	IV	86	IV
3	Ponte ferrovia Pavia-Cascina Cantarana	216	II	136	III
4	Cascina Cantarana-canal Mangialoca	195	II-III	195	II-III
5	Canale Mangialoca-bosco Mezzanone	255	I-II	245	II
6	Bosco Mezzanone-canal Mangialocchio	160	III	160	III
7	Canale Mangialocchio-casotto Torre	245	II	245	II
8	Casotto Torre-bosco S.Varese sud	202	II	206	II
9	Bosco S.Varese sud-casa Arpassanta	220	II	220	II
10	Casa Arpassanta-ponte di barche Bereguardo	245	II	197	II-III
11	Ponte di barche Bereguardo-Vigevano sud	270	I	270	I
12	Vigevano sud-Vigevano nord	255	I-II	138	III
13	Vigevano nord-scolmatore magentino	245	II	245	II
14	Scolmatore magentino (a monte)-ponte s.s. Boffalora	255	I-II	250	II
15	Ponte s.s.-ponte autostrada Boffalora	230	II	255	I-II
16	Ponte autostrada Boffalora-osteria Ticino Cuggiono	225	II	225	II
17	Osteria Ticino Cuggiono-canal del Latte	137	III	240	II
18	Canale del Latte-bosco Faggiolo sud	182	II-III	196	II-III
19	Bosco delle Faggiolo	265	I	265	I
20	Valle ponte di Turbigio	167	III	205	II
21	Ponte di Turbigio-bosco Vedro	187	II-III	220	II
22	Bosco Vedro-casa delle barche	240	II	240	II
23	Turbigaccio-Ticinello	195	II-III	190	II-III
24	Presa naviglio-innesto canale industriale	187	II-III	220	II
25	A monte canale industriale	162	III	220	II
26	Di fronte bonifica Caproni	187	II-III	225	II
27	Di fronte pista Pirelli	220	II	225	II
28	Ansa di Castelnovate	245	II	172	III
29	Scaricatore-porto di Castelnovate	187	II-III	215	II
30	Porto di Castelnovate	177	III	177	III
31	Castelnovate (le Palazzine)	177	III	177	III
32	Villa del Dosso	161	III	186	II-III
33	Maddalena	201	II	201	II
34	Maddalena-valle diga Villorosi	215	II	215	II
35	Canale Villorosi-immissione Strona	201	II	236	II
36	Immissione Strona-diga Porto della Torre	125	III	166	III
37	A monte diga Porto della Torre-Coarezza	172	III	196	II-III
38	Ristorante Pio-Golasecca	186	II-III	186	II-III
39	Diga Miorina-ponte autostrada	176	III	138	III
40	A monte ponte autostrada-Sesto Calende	126	III	206	II
41	Sesto Calende fino a ponte di ferro	106	III-IV	116	III-IV

Ogni qualvolta sia stato definito un tratto omogeneo, si è proceduto alla compilazione di una scheda. Le schede sono state numerate in ordine progressivo da valle verso monte.

Per la compilazione delle schede sono stati considerati i dati I.B.E. relativi alle campagne effettuate nel 1999 e nella prima metà del 2000 raccolti dalle A.R.P.A. di Varese, Milano, Pavia, Novara, mentre i valori di portata giornalieri relativi al periodo di monitoraggio (maggio, giugno, luglio)

sono stati rilevati presso la Diga Miorina (Consorzio del Ticino).

I dati ottenuti, relativi ai valori di I.F.F. delle due sponde, sono stati tradotti nei rispettivi Livelli di Funzionalità; ad essi sono stati associati i colori convenzionali previsti dal metodo.

Nella Figura 4.2 viene visualizzato l'andamento dei valori di I.F.F.: per ogni tratto la riva destra è rappresentata con una linea mentre la sinistra è riportata in istogramma. Nella Tabella 4.2 sono, invece, riportati i 41 valori ottenuti per la sponda sinistra e quella destra del fiume.

In riferimento agli obiettivi ed alle finalità del presente studio, si può concludere che:

- ❑ la presente applicazione ha permesso di ottenere una prima individuazione dei fattori che incidono maggiormente sulle condizioni dell'ecosistema fluviale;
- ❑ l'identificazione di tratti del corso d'acqua a differente grado di naturalità e/o alterazione permetterà di procedere a interventi mirati, al fine di ottenere concreti risultati di salvaguardia o di miglioramento ambientale.

Nelle pagine seguenti sono riportati i 41 tratti in cui è stato suddiviso il fiume Ticino, raggruppati in 8 figure (Figure da 4.3 a 4.10) per una migliore gestione dei dati cartografici.

Dall'osservazione dei risultati ottenuti, si nota che i tratti più penalizzati risultano essere quelli in corrispondenza della città di Pavia (scheda 2 – Figura 4.3), con un IV Livello di Funzionalità, e di Sesto Calende (scheda 41 – Figura 4.10) con un III-IV Livello di Funzionalità.

I principali fattori che influiscono su entrambi i tratti sono da attribuire alla presenza di centri urbani. L'urbanizzazione infatti incide sul giudizio finale sia per la presenza di difese spondali, che impediscono la crescita della vegetazione perifluviale, sia per l'impatto negativo dei reflui immissari sulle caratteristiche biologiche dell'ambiente fluviale. Infatti, il quadro complessivo della depurazione delle acque afferenti al fiume Ticino appare critico da un recente censimento sull'efficienza degli impianti presenti (censimento depuratori 2000): se gli scarichi dei depuratori di grandi dimensioni, che gestiscono notevoli quantità di acque reflue, sono fortemente impattanti, va anche considerata la presenza di numerosi piccoli impianti, soprattutto in provincia di Pavia, la cui situazione è per lo più di bassa o medio-bassa efficienza.

Inoltre, in questi due tratti il percorso del fiume, privo di raschi e meandri, è raddrizzato a causa di interventi artificiali e ciò non permette la formazione di microambienti, comunità macrobentoniche ben strutturate, aree di deposizione ed incubazione delle uova o di rifugio per la fauna ittica, che aumenterebbero la qualità dell'ambiente e il Livello di Funzionalità.

Le zone in cui è stato individuato il migliore Livello di Funzionalità corrispondono al tratto compreso tra il ponte di barche di Bereguardo e Vigevano sud (scheda 11 – Figura 4.5) e a quello corrispondente alla scheda 19 (Figura 4.8), nei pressi del Bosco delle Faggiole, a sud di Turbigo.

Anche in questo caso è possibile individuare caratteristiche dell'ecosistema fluviale comuni nei due tratti: entrambe le aree sono ad alta naturalità, prive di centri urbani sul territorio circostante e ricche di vegetazione perifluviale primaria; le buone condizioni idriche dell'alveo, la presenza di pozze, raschi e meandri permettono una diversificazione delle comunità biologiche; il periphyton poco sviluppato e la presenza di detrito costituito da frammenti vegetali ben riconoscibili, sono ulteriori indici dell'assenza di rilevanti immissioni di reflui e sostanze inquinanti.

Tabella 4.3 - Distribuzione percentuale dei valori di I.F.F. del fiume Ticino (41 stazioni)

L. F.	SPONDA SX	SPONDA DX	GIUDIZIO
I	4,9	4,9	elevato
I - II	7,3	2,4	elevato-buono
II	34,2	48,8	buono
II - III	19,5	17,1	buono-mediocre
III	29,3	22,0	mediocre
III - IV	2,4	2,4	mediocre-scadente
IV	2,4	2,4	scadente
IV - V	0,0	0,0	scadente-pessimo
V	0,0	0,0	pessimo

Figura 4.3 – PAVIA, CONFLUENZA FIUME PO – CASCINA CANTARANA

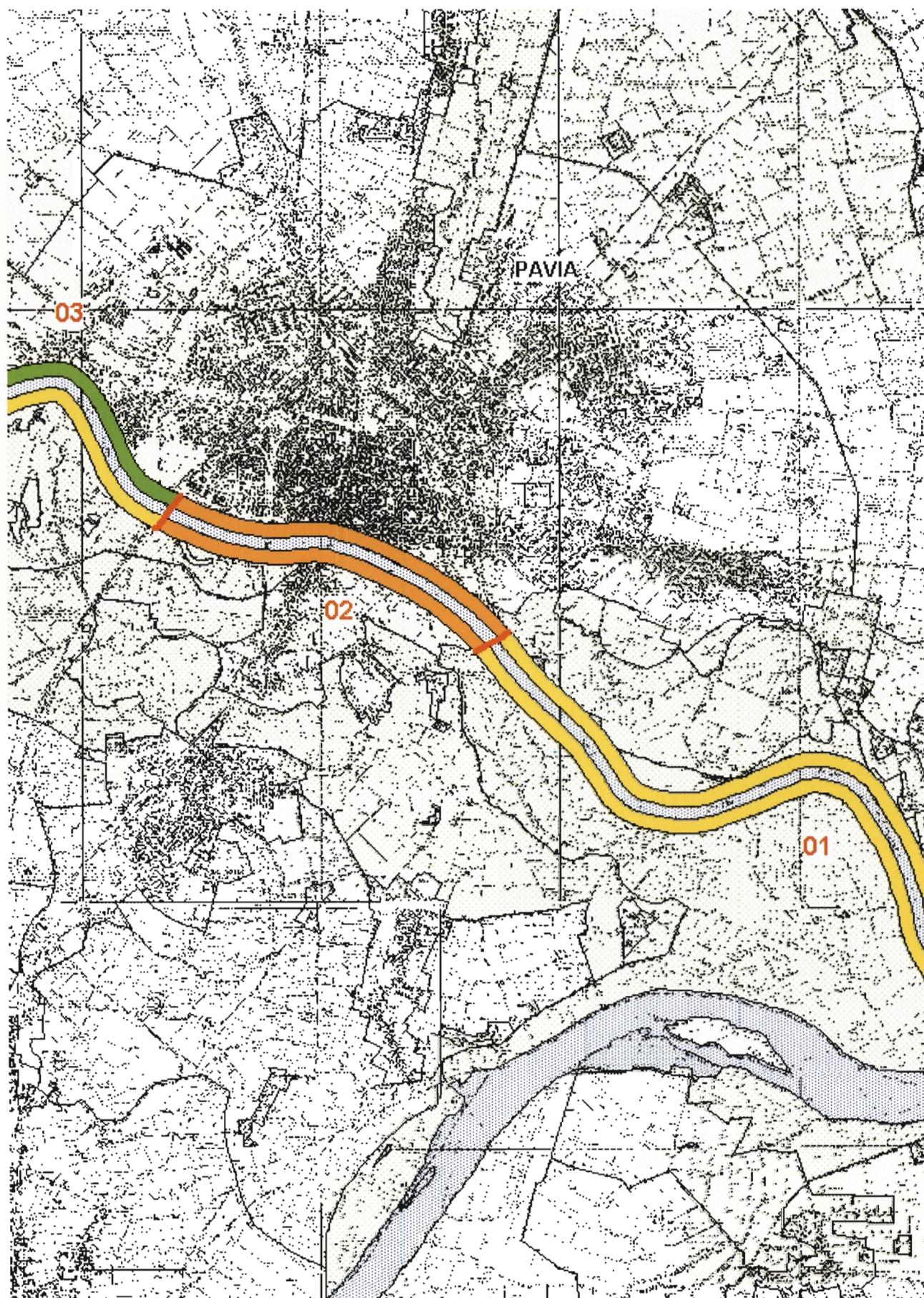


Figura 4.4 – CASCINA CANTARANA – BEREGUARDO, PONTE DI BARCHE

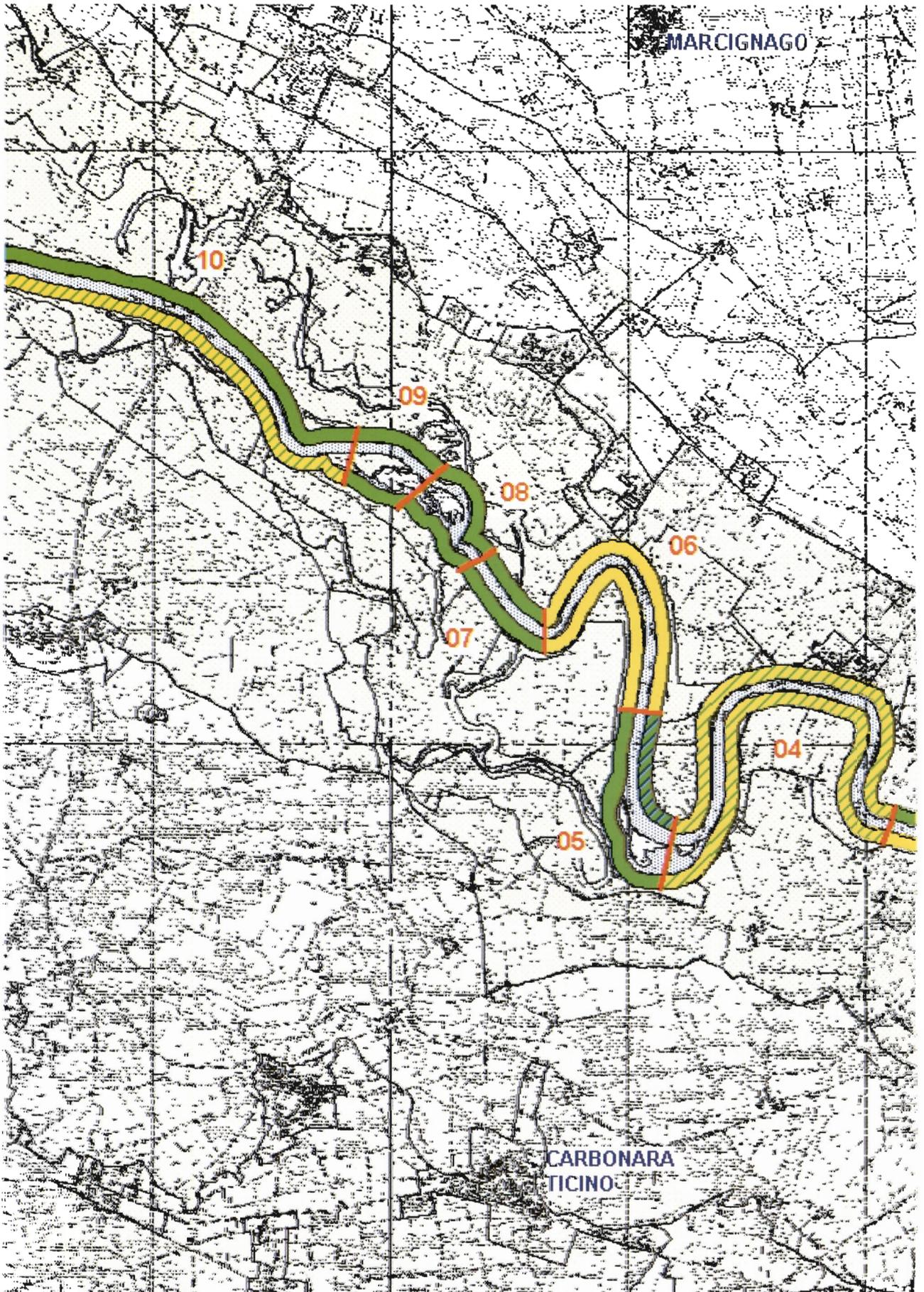


Figura 4.5 – BEREGUARDO – VIGEVANO

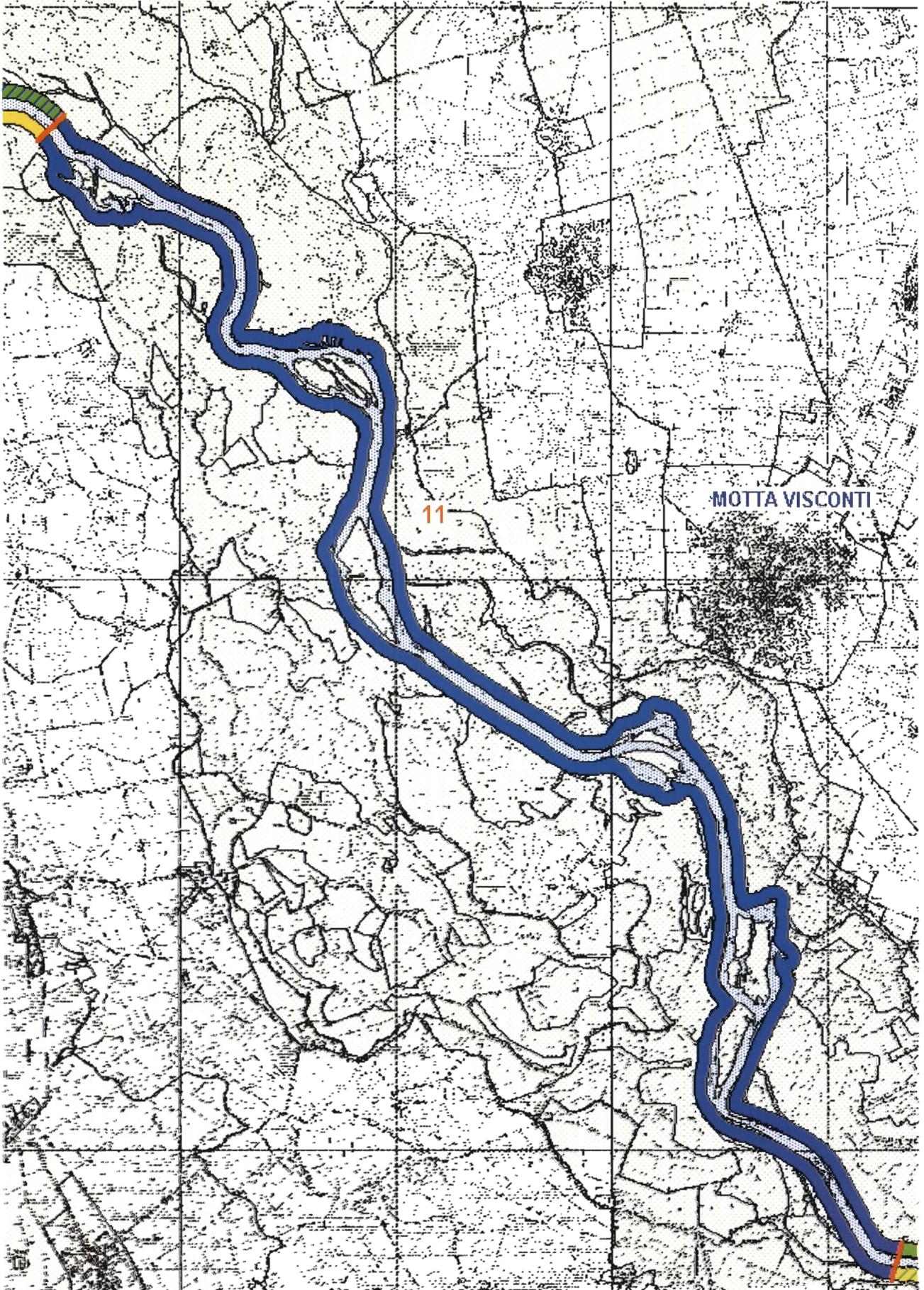


Figura 4.6 – VIGEVANO SUD – CANALE SCOLMATORE DI NORD-OVEST

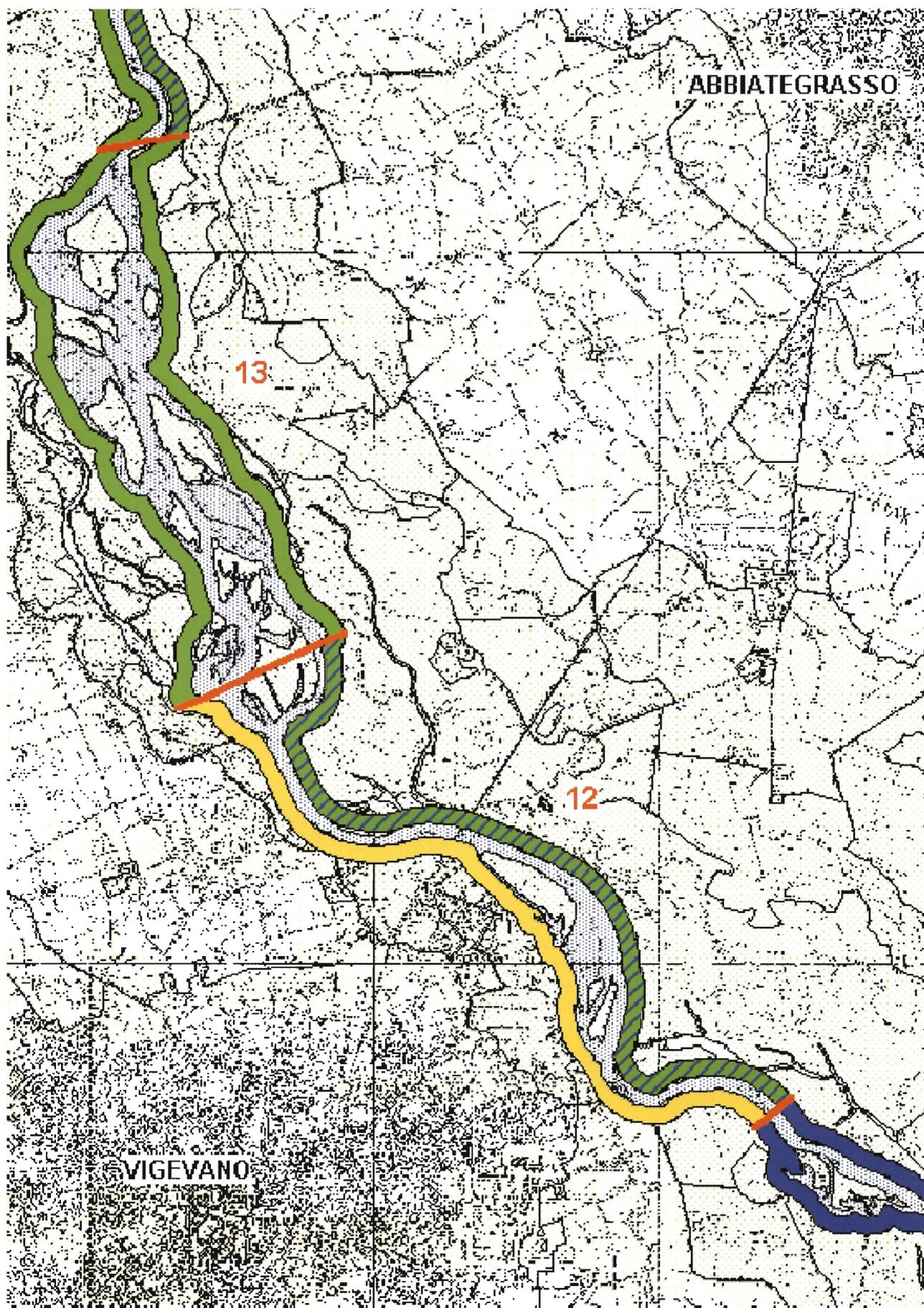


Figura 4.7 – CANALE SCOLMATORE DI NORD-OVEST – CUGGIONO

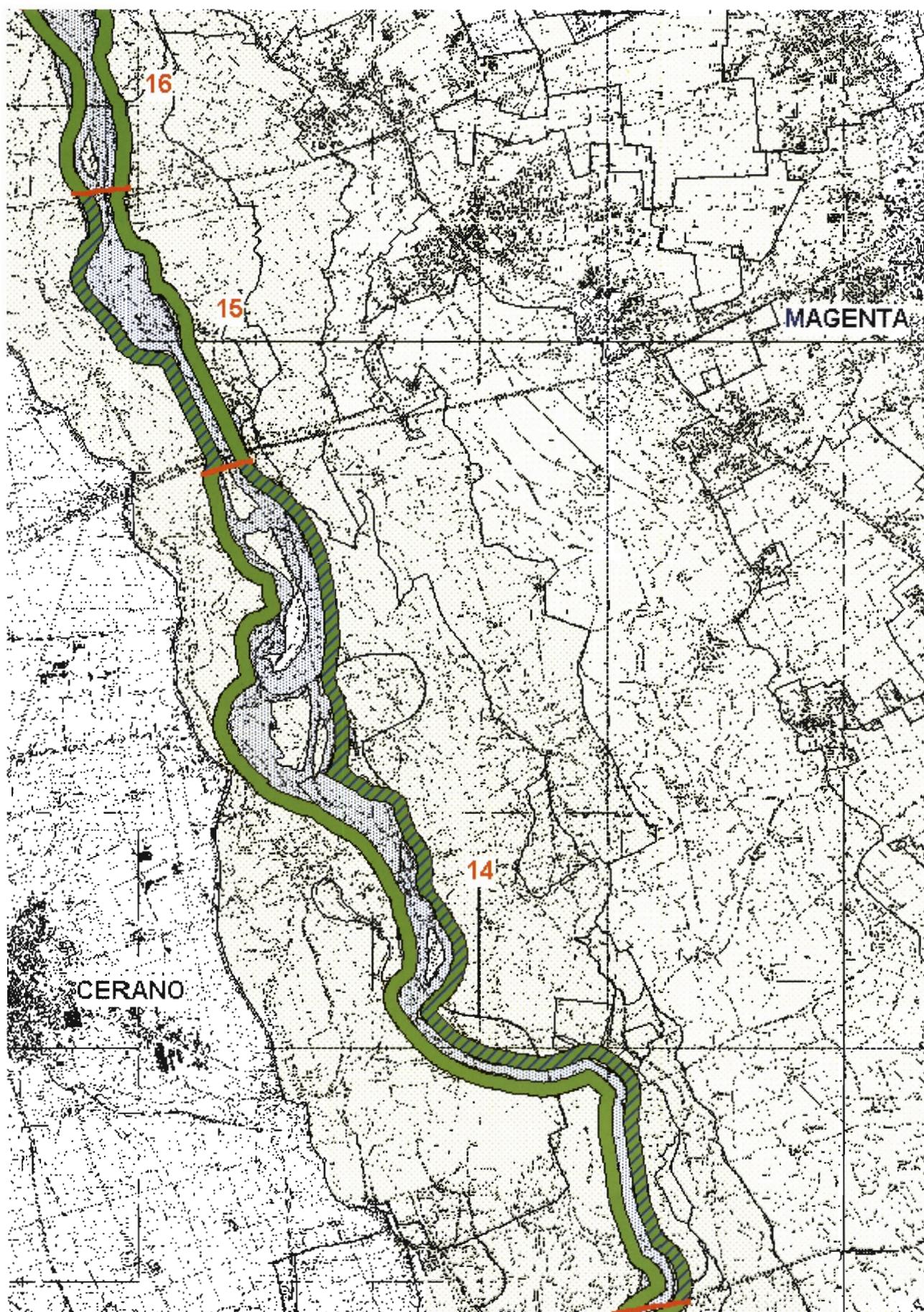


Figura 4.8 – CUGGIONO – TICINELLO

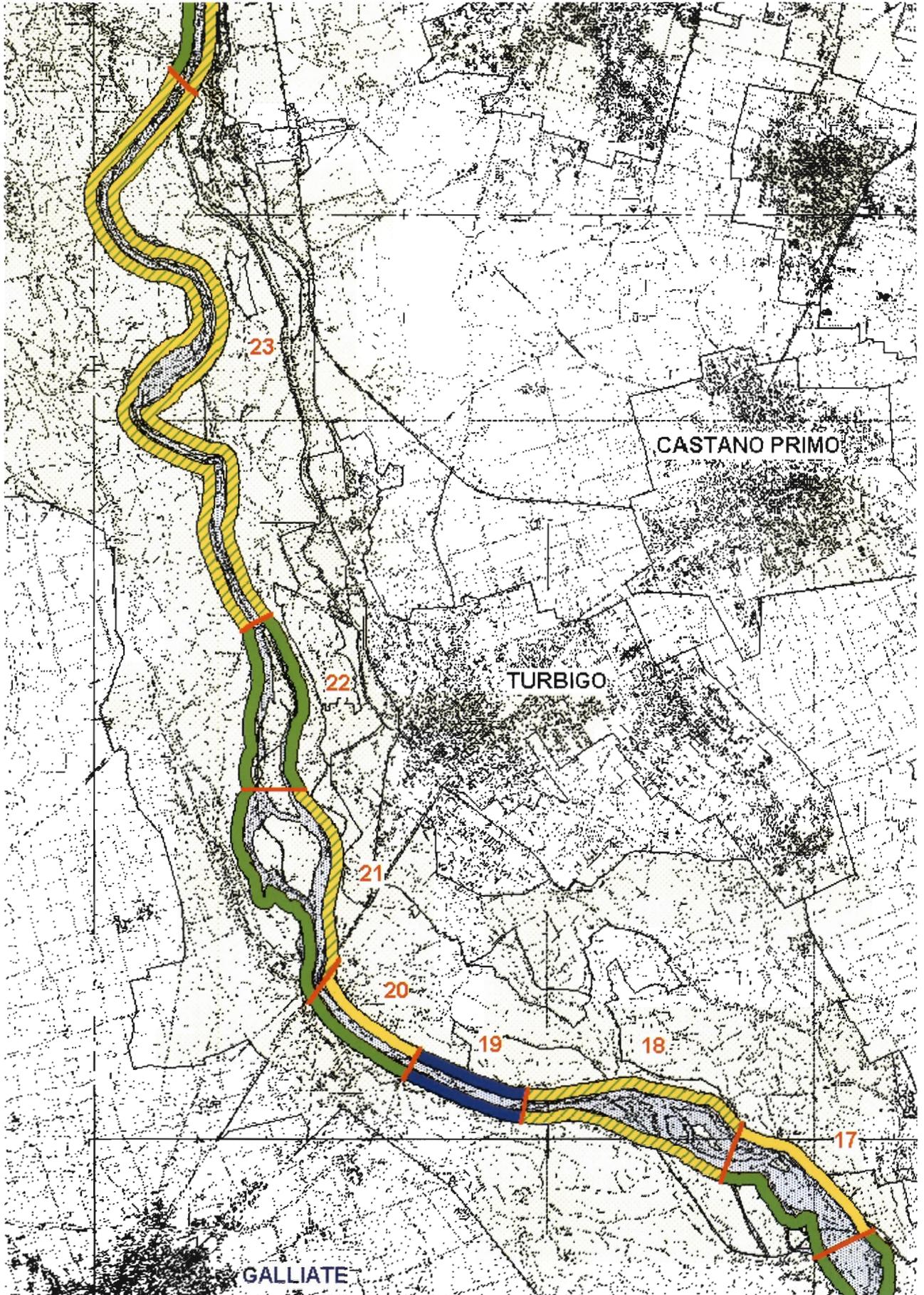


Figura 4.9 – PRESA NAVIGLIO – DIGA PORTO DELLA TORRE

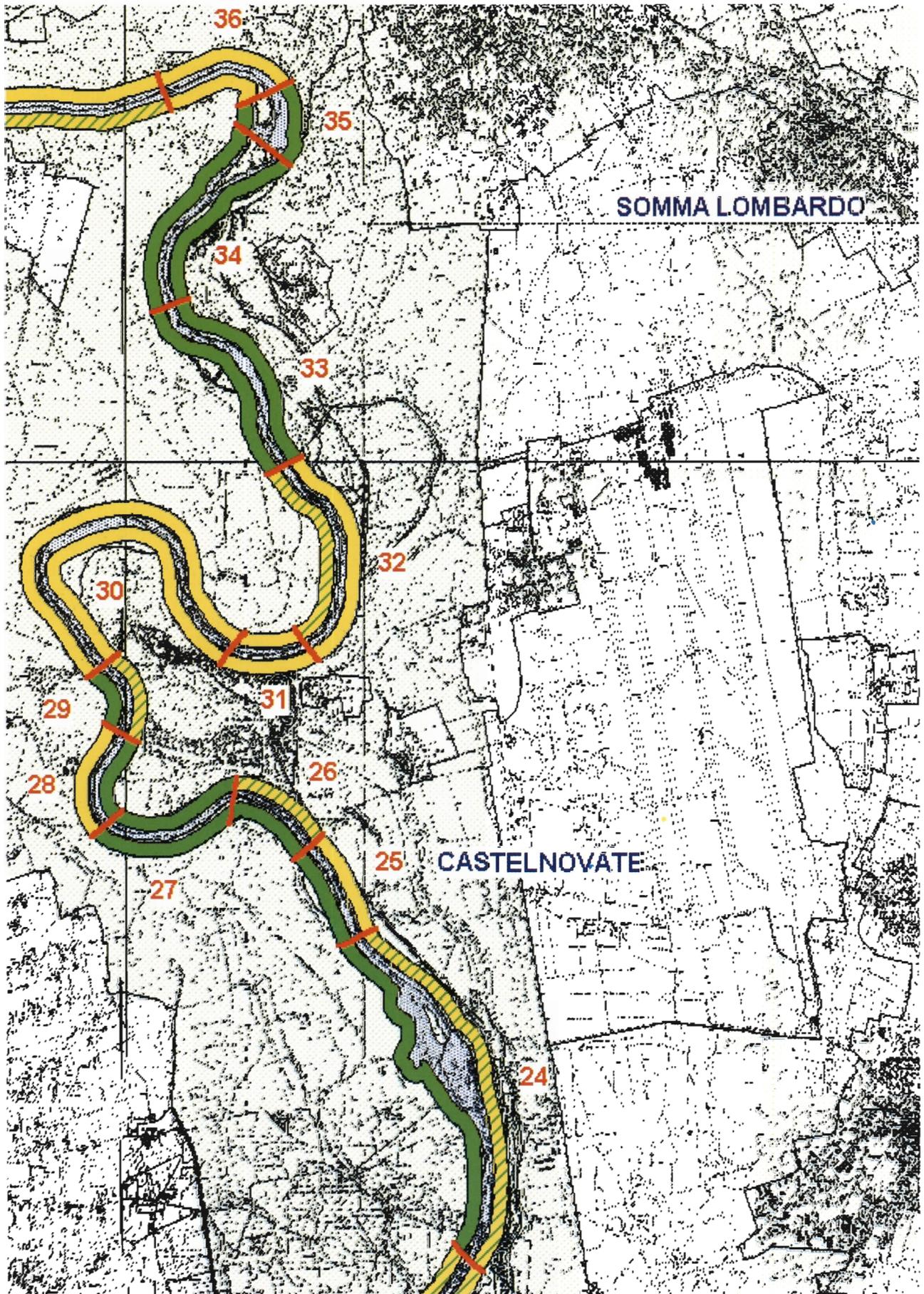
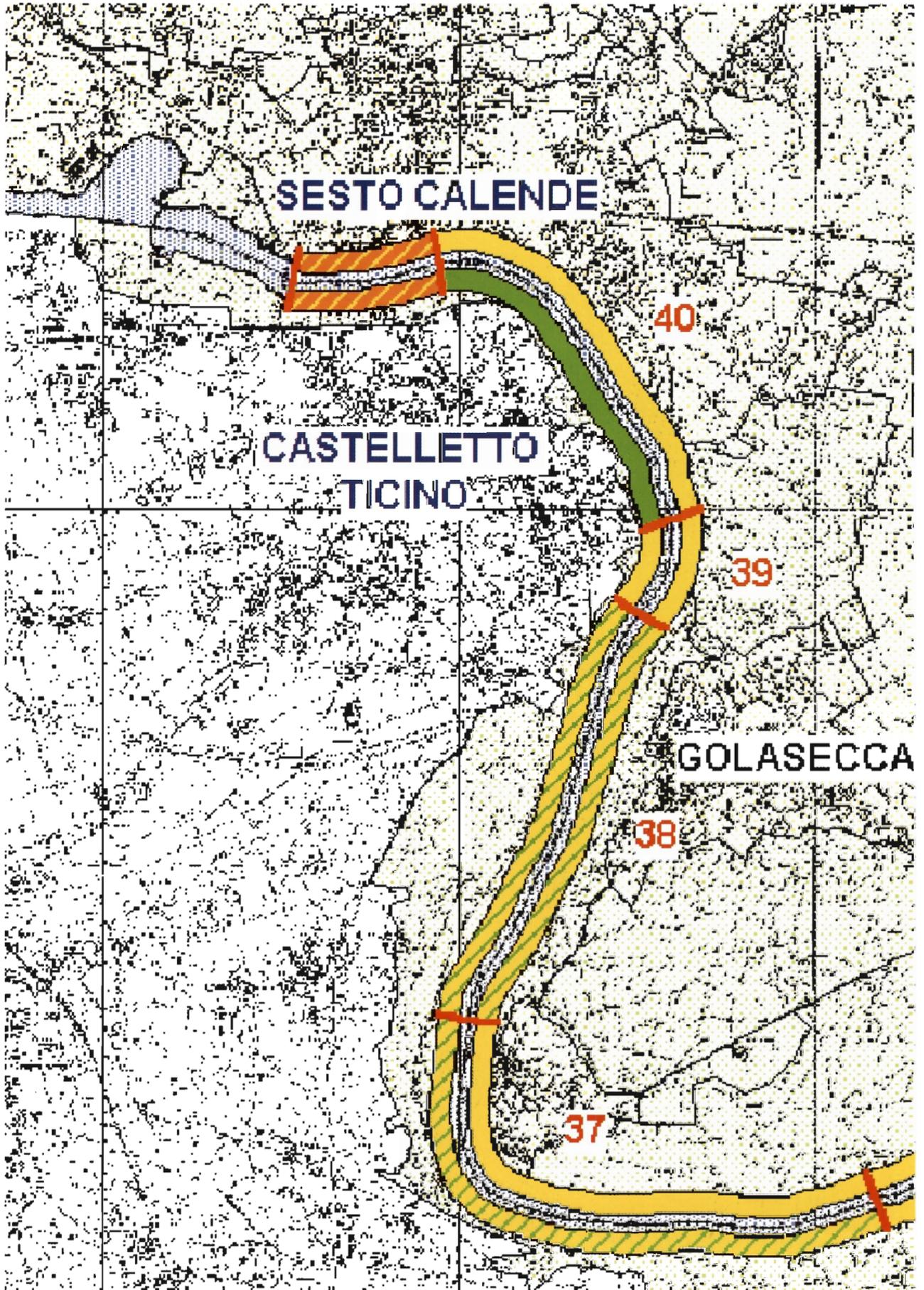


Figura 4.10 – DIGA PORTO DELLA TORRE – SESTO CALENDE



Lungo questi due tratti di fiume, eventuali presenze di interventi artificiali non incidono sulla funzionalità del corso, poichè mitigate ed integrate nell'ecosistema della fascia perfluviale.

Tra questè due situazioni estreme, la distribuzione percentuale dei valori di I.F.F. ottenuti, evidenza che la maggior parte di essi, 83% riferiti alla sponda sinistra e 87,9% a quella destra, ricade nei Livelli di Funzionalità II e III ed in quello ad essi intermedio (Tabella 4.3).

I giudizi corrispondenti, buono, mediocre e buono-mediocre, indicano che la situazione è tale da non destare preoccupazione e permettono di individuare i tratti con maggiori problematiche per eventuali interventi migliorativi.

5. LO STATO ECOLOGICO DEL FIUME TICINO

La recente normativa riguardante la tutela delle acque dall'inquinamento (D.lgs 152/99) ha degli specifici obiettivi di salvaguardia della risorsa idrica, in particolare (Art.1, comma 1):

- ❑ prevenire e ridurre l'inquinamento ed attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- ❑ conseguire il miglioramento dello stato delle acque ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- ❑ perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili;
- ❑ mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Secondo tale normativa, per assicurare alle attività umane uno sviluppo sostenibile dall'ambiente, devono venire individuati opportuni obiettivi di qualità ambientale. Questi costituiscono uno strumento per garantire nel tempo un buon livello di protezione dei corpi idrici capace di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate e, conseguentemente, assicurare anche alle generazioni future della specie umana, una adeguata qualità di vita.

L'obiettivo è quello di arrivare, in un prossimo futuro, a definire lo Stato di Qualità Ambientale del fiume e a dare un giudizio complessivo che possa caratterizzare un ambiente così complesso e delicato come quello di Ticino.

Lo Stato Ecologico è ricavato incrociando il Livello di Inquinamento (L.I.) individuato tramite i macrodescrittori, 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 D.lgs 152/99 (Tabella 5.1.).

Per definire lo Stato Ecologico sono stati utilizzati i dati raccolti durante le campagne di monitoraggio degli anni 2000 e 2001: il Livello di Inquinamento è stato calcolato applicando il 75° percentile a tutti i dati del 2000 e 2001, mentre per quanto riguarda l'indice IBE sono stati impiegati solo i valori della campagna del 2000 fornitici dalle sedi di Varese, Milano, Pavia

Tabella 5.1 – Tabella di conversione dei valori di IBE e dei valori dei Livelli di inquinamento in Classi di Stato Ecologico (Tabella 8 dell'Allegato1 del D.lgs 152/99)

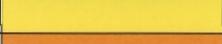
Livello di Inquinamento	Valore I.B.E.	Classe	Giudizio	Colore
480 - 520	> 10	I	Stato Ecologico ELEVATO	
240 - 475	8 - 9	II	Stato Ecologico BUONO	
120 - 235	6 - 7	III	Stato Ecologico SUFFICIENTE	
60 - 115	4 - 5	IV	Stato Ecologico MEDIOCRE	
< 60	1 - 3	V	Stato Ecologico SCADENTE	

Tabella 5.2 – Stato Ecologico nelle diverse stazioni di campionamento.

Stazione	Livello di Inquinamento	Valore I.B.E.	STATO ECOLOGICO
Golasecca Miorina	400	9	III
Oleggio Ponte	400	9	II
Boffalora Ponte	380	9/10	II
Vigevano Ponte	320	9	II
Beregardo P.te Barche	320	8	II
Pavia P.te Libertà	250	9	II
Linarolo P.te Becca	280	7/8	III

dell'ARPA Lombardia e dalla sede di Novara dell'ARPA Piemonte. A causa del mancato ripopolamento della comunità macrobentonica, atteso dopo la piena straordinaria dell'ottobre 2000, non è stato possibile definire la qualità "biologica" nell'anno 2001. Si è ritenuto, comunque, attendibile estendere i dati IBE del 2000 anche all'anno 2001, non essendo intervenuti sostanziali interventi migliorativi della qualità delle acque ed avendo valutato che i dati pregressi presentavano un andamento costante.

Data questa premessa, nella Tabella 5.2 è presentato lo Stato Ecologico che si è potuto calcolare nelle stazioni di monitoraggio comuni nei due anni.

I risultati ottenuti dimostrano che lo Stato Ecologico del Ticino rimane costante lungo tutta l'asta fluviale. Tutte le stazioni monitorate ottengono un giudizio Buono, che corrisponde alla II Classe. Solo nella stazione di Linarolo Ponte Becca, localizzata alla confluenza del Po, lo Stato Ecologico ottiene un giudizio Sufficiente (Classe III). Si può pertanto concludere che il Ticino riesce a sopportare e a reagire bene agli impatti di natura antropica, tra cui anche il notevole apporto di carichi organici che gli giungono attraverso i principali scarichi situati lungo il corso d'acqua.

6. CONCLUSIONI

G continui rischi cui sono soggetti i fiumi riguardano, principalmente, sia gli inefficienti processi di depurazione delle acque che ne inficiano la qualità sia la pressione dello sviluppo antropico che mina la fragilità degli ecosistemi fluviali. L'acqua, procurando notevoli vantaggi economici all'agricoltura, al commercio e all'industria, che la fanno intervenire nelle loro attività produttive, spesso non viene salvaguardata come bene in sé e viene spesso restituita con peggiori livelli di qualità. Queste conseguenze sono legate anche all'utilizzo dell'acqua come mezzo di assimilazione degli scarichi poiché i corsi d'acqua hanno una capacità apprezzabile, ma in definitiva limitata, di assorbire, diluire e trasportare quantitativi non eccessivi di inquinanti.

Alla luce di queste considerazioni le campagne di monitoraggio fino ad ora realizzate hanno messo in evidenza che il fiume Ticino soffre di questi problemi perché le sue acque ed il suo territorio sono molto sfruttate da parte dell'uomo; in particolare la campagna di monitoraggio dell'anno 2001 ha evidenziato che il fiume Ticino ha mantenuto uno stato qualitativo delle sue acque paragonabile a quello degli anni passati. I dati di natura chimico-fisica e quelli di natura batteriologica dimostrano, ad eccezione di alcuni casi non significativi, che il fiume subisce un peggioramento netto a partire dalla zona centrale in corrispondenza della stazione di Abbiategrasso. Il peggioramento del fiume è dovuto principalmente all'immissione di affluenti fortemente inquinati che non gli permettono di svolgere pienamente la sua naturale funzione autodepurativa. Alla luce di questi risultati il Parco del Ticino, ha attivato per l'anno 2002 un programma di monitoraggio che, oltre a continuare il controllo delle acque del corso principale del fiume, prevede la verifica della reale alterazione dei principali affluenti al fine di quantificare gli apporti inquinanti che raggiungono il fiume e di conseguenza, valutare il loro effetto impattante.

Integrando i risultati ottenuti con l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale si evidenzia che l'ambiente in cui si inserisce il fiume Ticino è di notevole qualità ecologica nel tratto centrale (compreso tra Motta Visconti e Bereguardo) dove però il massiccio ingresso di carichi inquinanti inficia l'azione del loro naturale abbattimento; la riduzione della funzionalità fluviale si registra in corrispondenza sia dei centri urbani sia di interventi artificiali di contenimento del fiume dove l'assenza della vegetazione influenza negativamente il naturale svolgimento delle funzioni autodepurative del fiume nei confronti dei carichi inquinanti provenienti dai depuratori e dal territorio circostante.

Appare quindi auspicabile un risanamento complessivo della qualità delle acque del fiume incentivando azioni di miglioramento dei principali scarichi e del suo ambiente circostante.

La salvaguardia della qualità dell'acqua è un fine da perseguire con impegno poiché questo elemento costituisce un enorme valore come bene in sé e la sua tutela procura importanti ritorni economici sia per il suo valore estetico e ricreativo sia come habitat per i pesci e la fauna selvatica ma soprattutto perché ne preserva le potenzialità di utilizzo in tutti i diversi settori civili e produttivi riflettendosi sulla qualità della vita.

7. GLOSSARIO

A

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. E' 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'acqua. 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

BOD₅ (mg/l di O₂): 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. E' 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 O₂): 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): batteri appartenenti al gruppo dei Coliformi totali. Possiedono una eccellente correlazione con la contaminazione fecale derivante da animali a sangue caldo, quindi risultano specifici 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.

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

D

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

Difesa spondale: opera longitudinale, solitamente in massi ciclopici o in gabbionate di rete metallica riempite di ciottoli, 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.

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): microrganismo appartenente al gruppo dei Coliformi fecali che sono eccellenti indicatori della contaminazione batterica derivante da animali a sangue caldo.

F

Fascia di vegetazione riparia: V. vegetazione riparia.

Fascia perfluviale: fascia di territorio localizzata topograficamente lungo il corso d'acqua, immediatamente esterna all'alveo di morbida. Nell'ambito della fascia perfluviale 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 formatasi all'interno di un alveo artificiale con evidente interruzione del continuum trasversale.

Flusso laminare: dal punto di vista strettamente idraulico, è una condizio-

ne 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'applicazione dell'I.F.F., il flusso si considera turbolento quando la superficie idrica non è liscia, ma increspata.

Formazioni arboree riparie: V. vegetazione riparia.

Formazioni arbustive riparie: V. vegetazione riparia.

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.

G

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).

I

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.

M

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 appartenenti 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. Rappresenta il 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).

O

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.

P

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. Fanno parte del periphyton microalghe, funghi, batteri e protozoi.

Per feltro perfitico ci si riferisce allo strato del periphyton visibile o, quantomeno, rilevabile al tatto presente su ciottoli e substrati stabilmente immersi.

Piena: condizione idrologica che si verifica quando il corso d'acqua supera determinati livelli prefissati dagli idrometri.

Piena eccezionale: condizione idrologica episodiche del corso d'acqua che si verifica 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.

R

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 di margine esterna al greto. Quasi sinonimo di sponda. Fascia immediatamente fuori dall'alveo di morbida, posta a confine con la fascia perfluviale.

S

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, questi batteri sono presenti con una densità inferiore rispetto ai Coliformi e 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 di Coliformi non è più in grado di determinarla.

V

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.

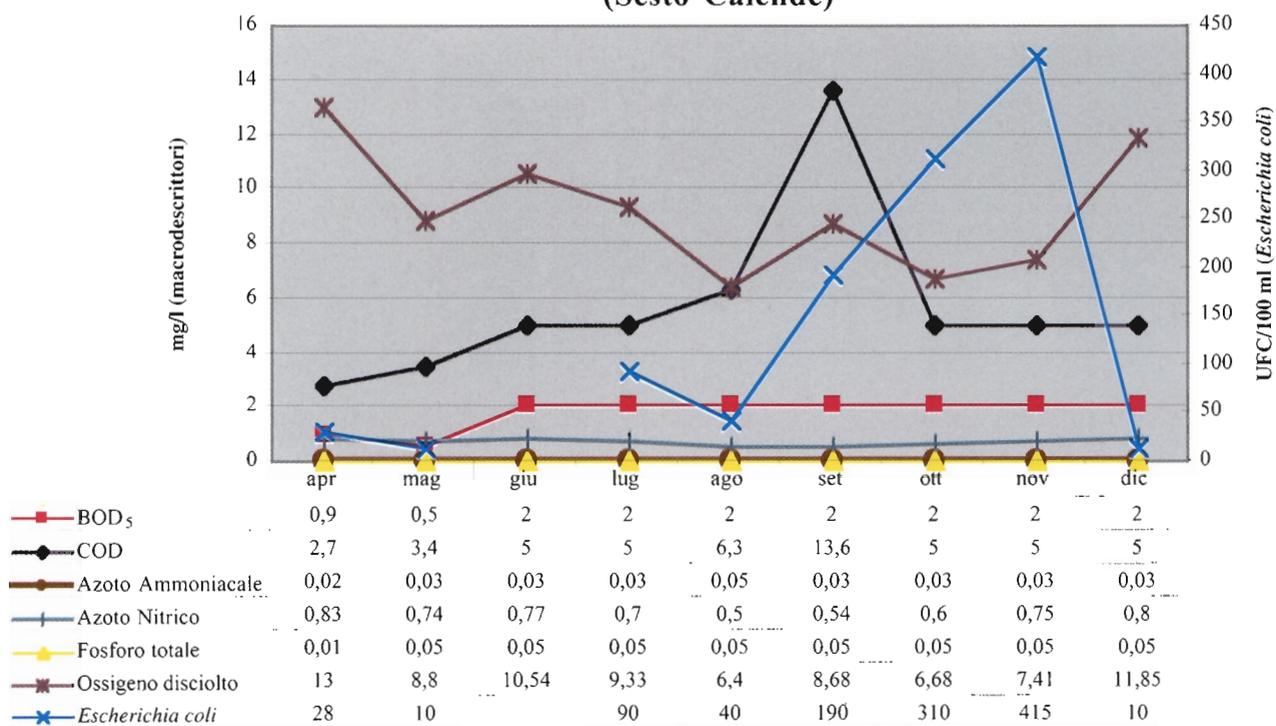
Frammiste alle specie riparie possono spesso trovarsi specie mesofite delle formazioni zonali circostanti, non riparie.

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).

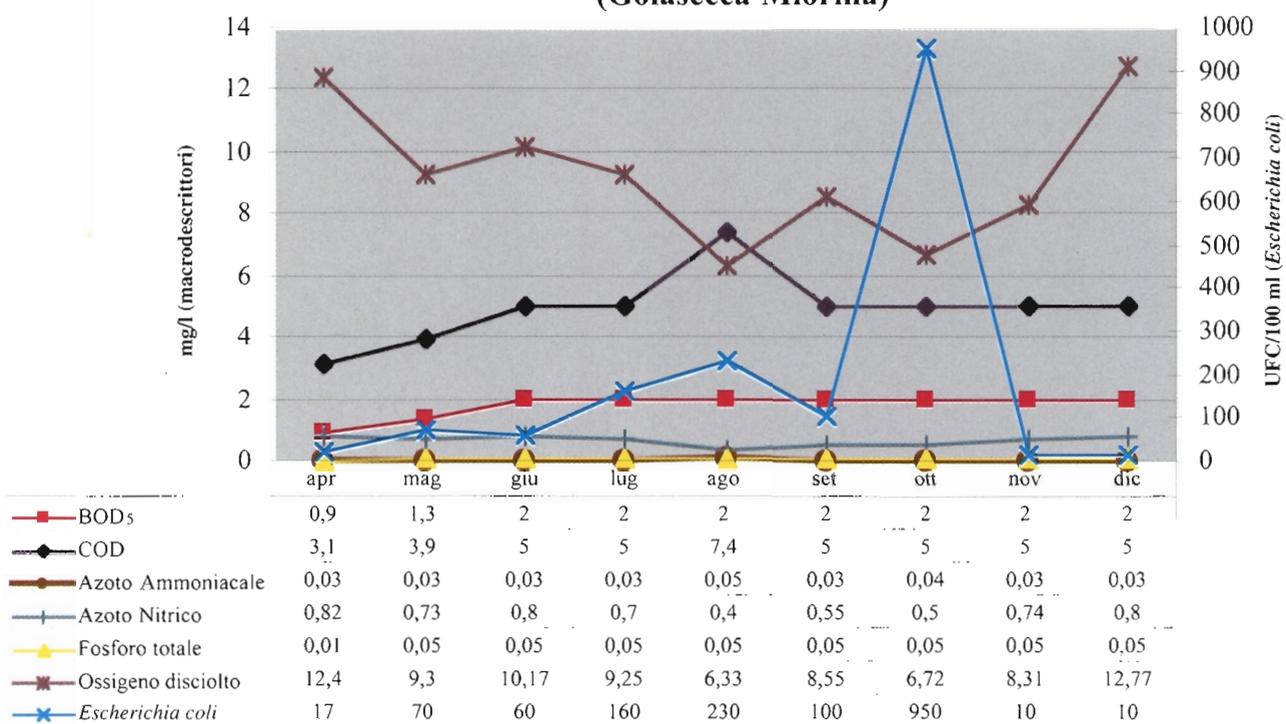
ALLEGATO A

Dati relativi ai macrodescrittori rilevati
nelle diverse stazioni di campionamento

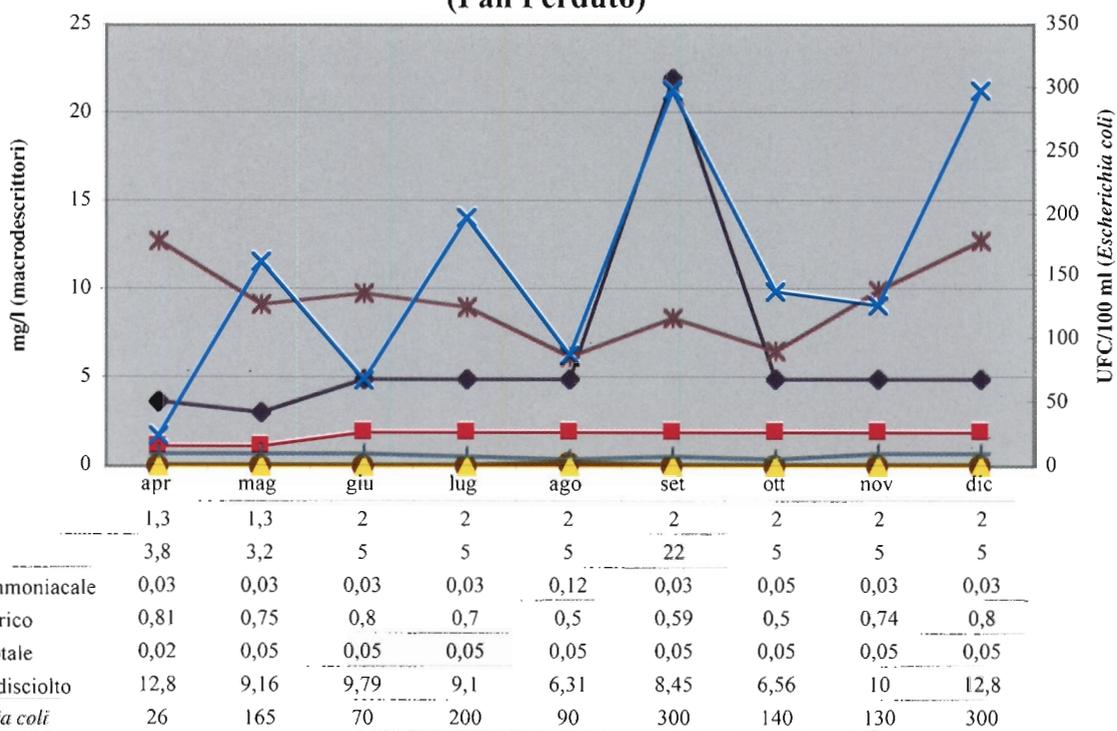
MACRODESCRITTORI (Sesto Calende)



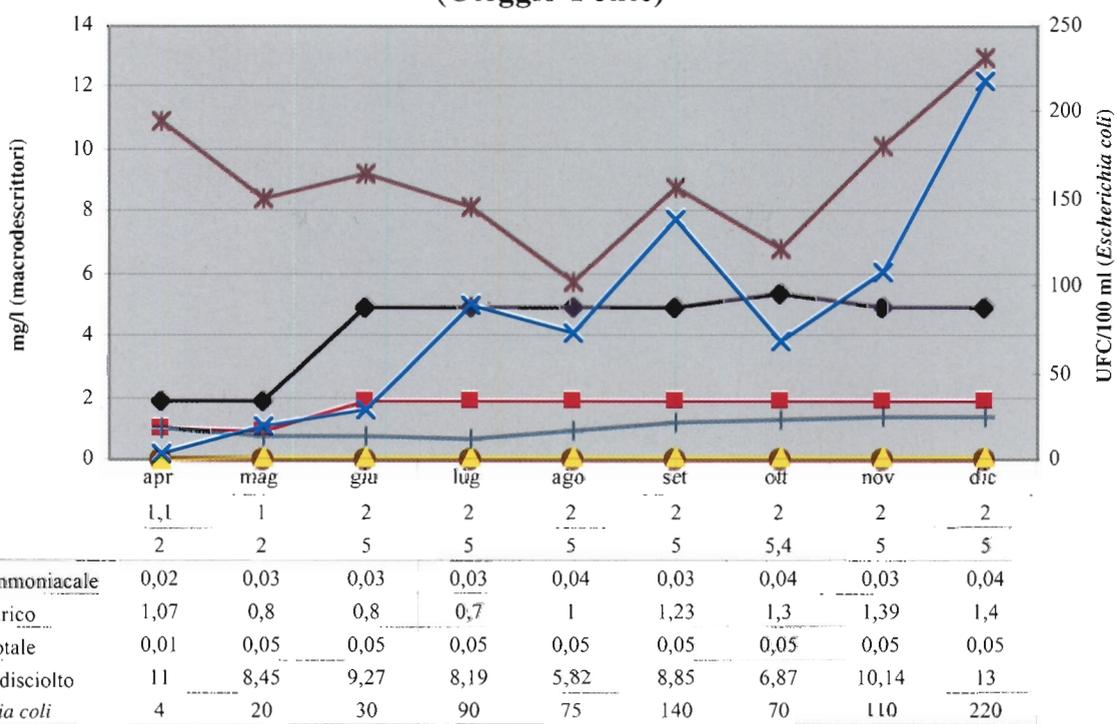
MACRODESCRITTORI (Golasecca Miorina)



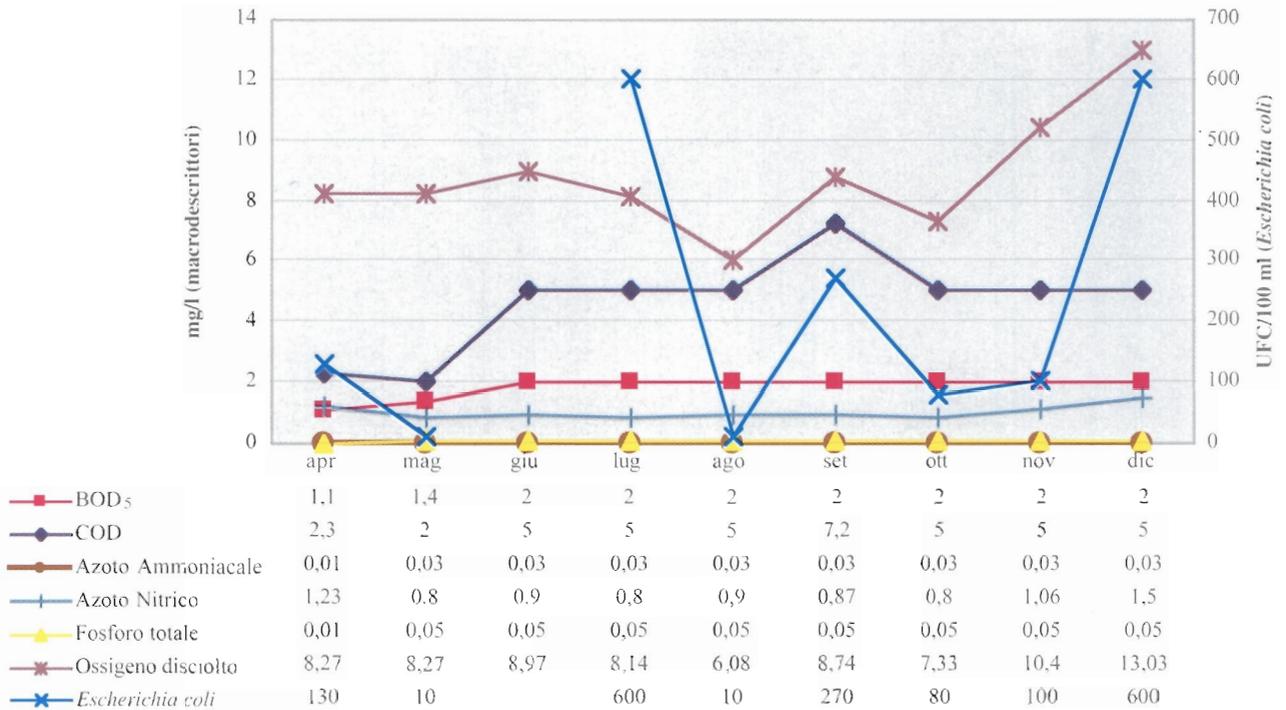
MACRODESCRITTORI (Pan Perduto)



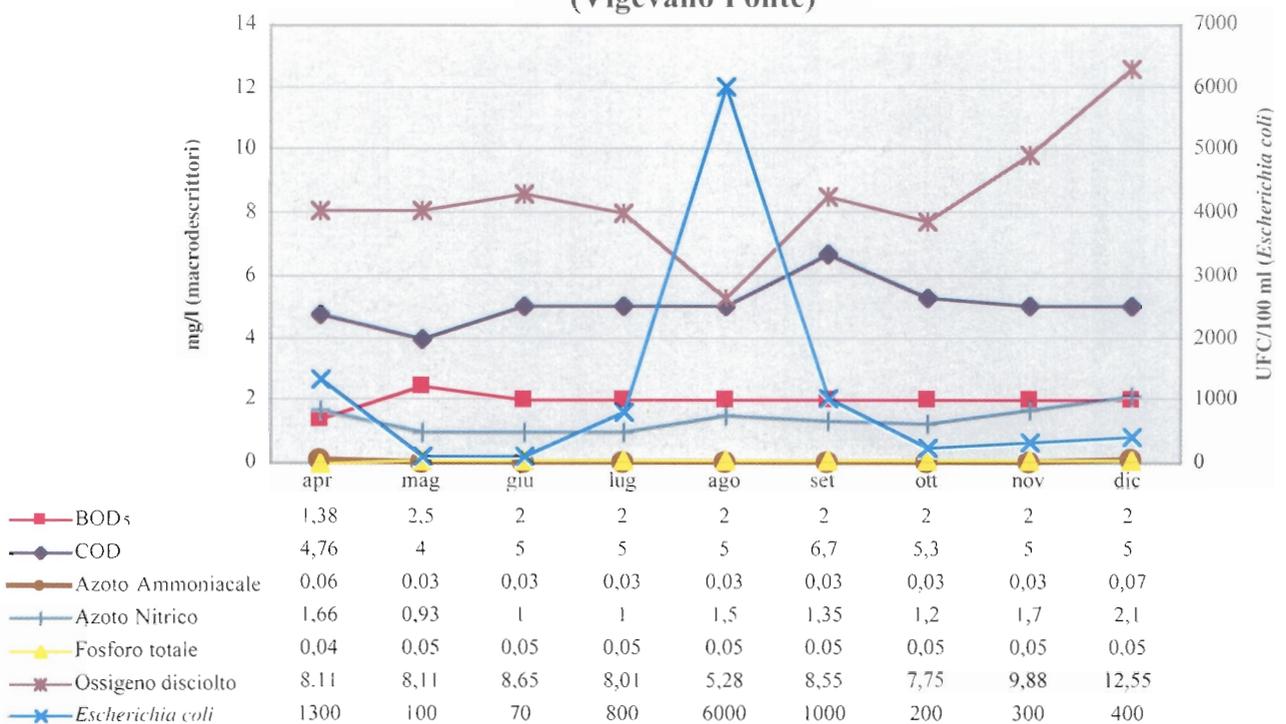
MACRODESCRITTORI (Oleggio Ponte)



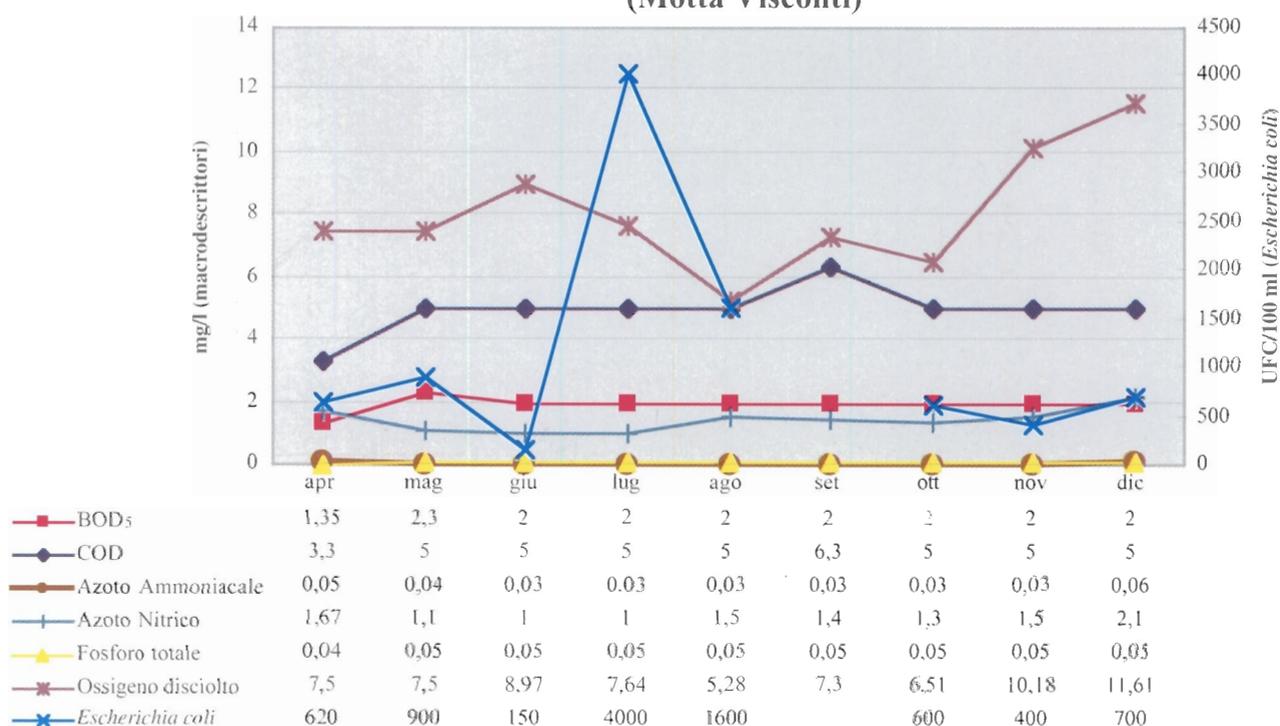
MACRODESCRITTORI (Boffalora Ponte)



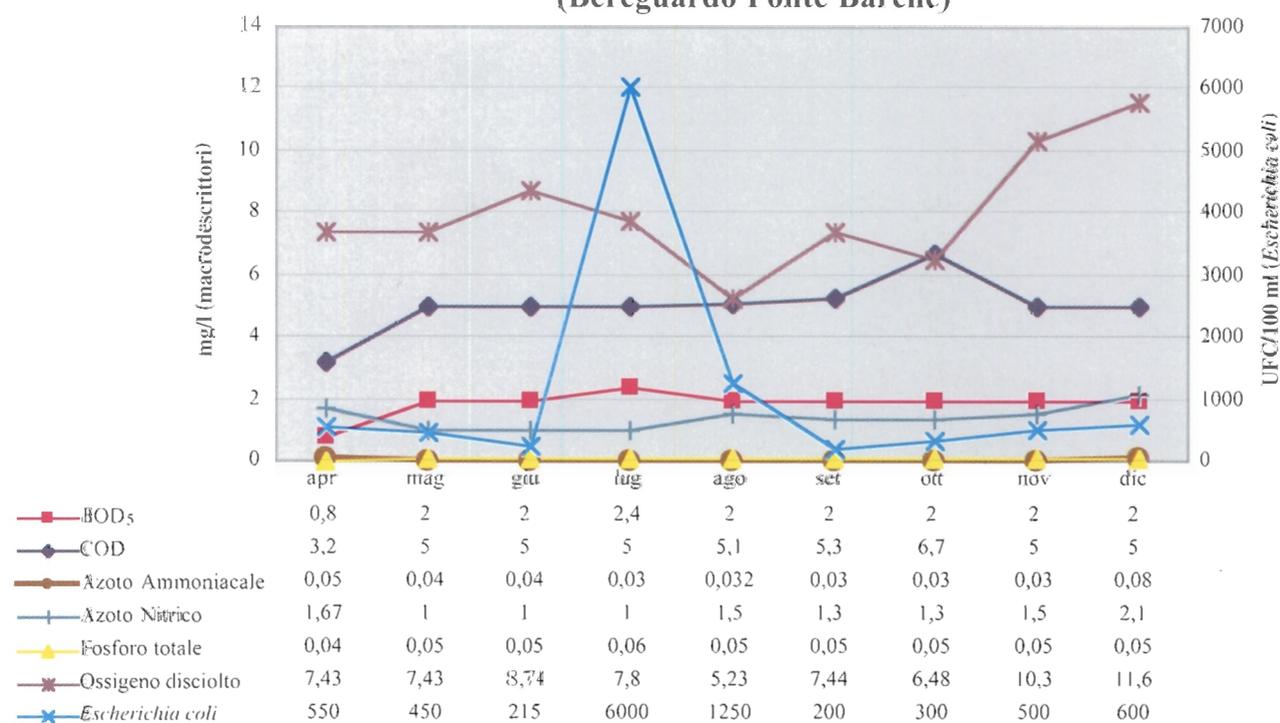
MACRODESCRITTORI (Vigevano Ponte)



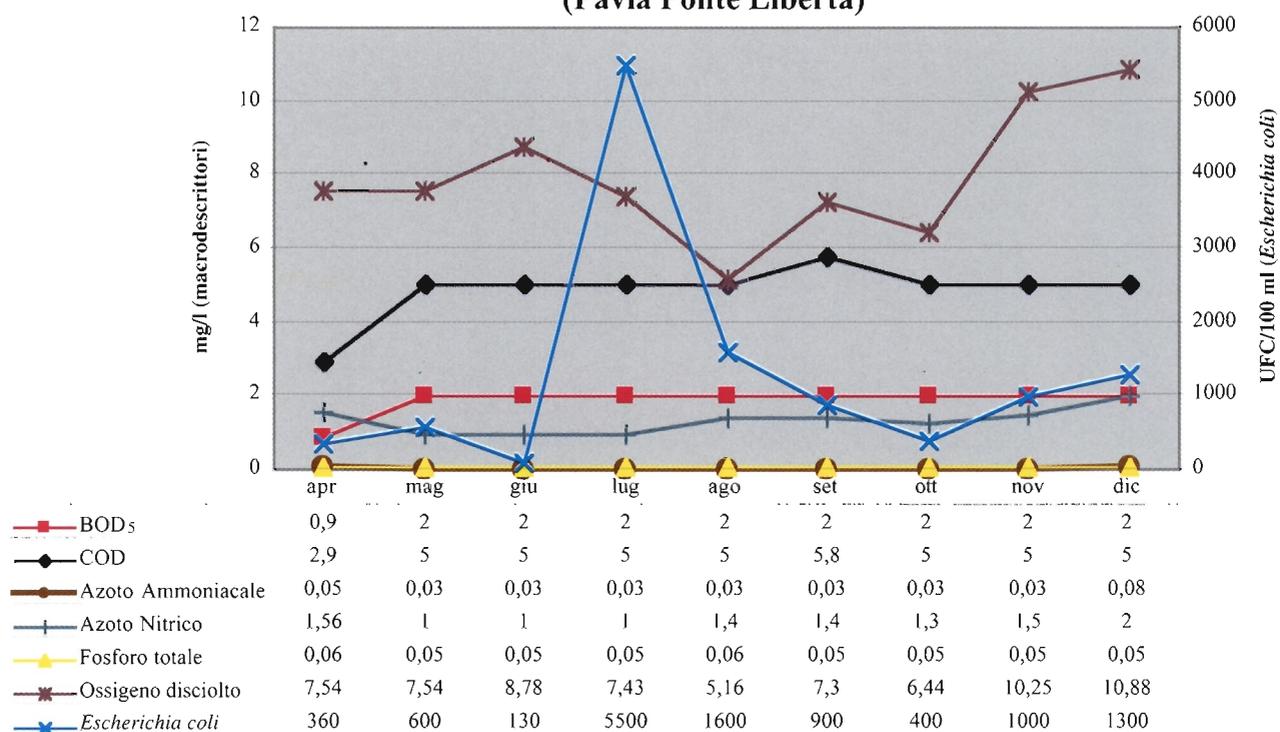
MACRODESCRITTORI (Motta Visconti)



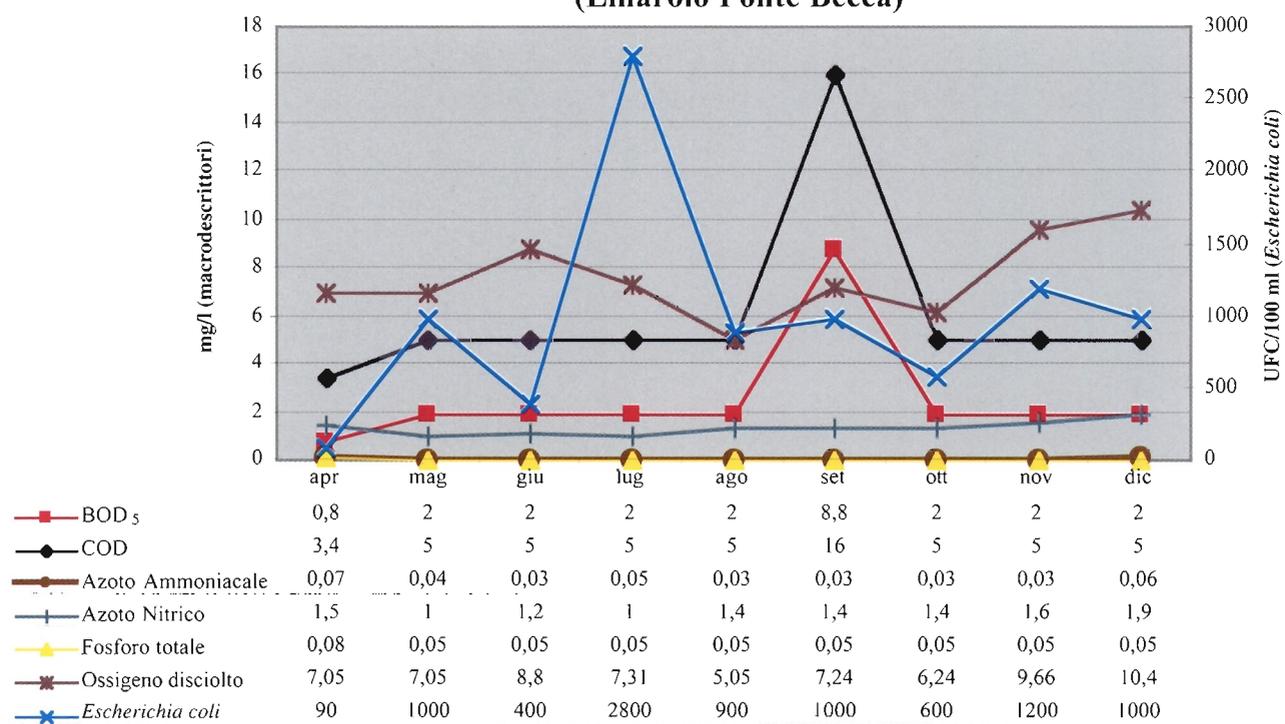
MACRODESCRITTORI (Beregardo Ponte Barche)



MACRODESCRITTORI (Pavia Ponte Libertà)



MACRODESCRITTORI (Linarolo Ponte Becca)



ALLEGATO B

Dati batteriologici rilevati nelle diverse
stazioni di campionamento

DATI RELATIVI ALLA QUALITA' BATTERIOLOGICA
(Dati Parco Ticino)

STAZIONE	DATA	Coliformi fecali	Coliformi totali	Streptococchi fecali
VARESE				
SESTO CALENDE	17-04-2001	60	240	16
	28-05-2001	20	60	
	18-06-2001	20	105	
	16-07-2001	150	2.000	50
	28-08-2001	100	1.200	30
	24-09-2001	300	600	60
	15-10-2001	400	1.000	30
	20-11-2001	1.000	1.250	1.150
	17-12-2001	100	100	10
GOLASECCA MIORINA	16-04-2001	21	100	4
	28-05-2001	240	750	
	18-06-2001	90	450	10
	16-07-2001	500	3.000	140
	27-08-2001	300	2.000	100
	24-09-2001	200	1.100	10
	15-10-2001	1.300	20.000	110
	20-11-2001	100	200	10
	17-12-2001	100	300	10
OLEGGIO	16-04-2001	10	245	4
	28-05-2001	70	1.250	10
	18-06-2001	60	600	30
	16-07-2001	200	2.000	110
	28-08-2001	400	2.650	50
	24-09-2001	400	6.000	50
	15-10-2001	100	1.000	100
	20-11-2001	100	500	10
	17-12-2001	700	800	20

NOVARA				
VARALLO P. PORTO DELL TORRE	16-04-2001	33	170	9
	28-05-2001	100	200	30
	18-06-2001	60	800	40
	16-07-2001	250	4.000	70
	28-08-2001	100	200	50
	24-09-2001	500	14.000	20
	15-10-2001	600	3.650	40
	20-11-2001	2.150	2.650	440
	17-12-2001	700	3.000	70
VARALLO P. PAN PERDUT	16-04-2001	26	240	8
	28-05-2001	180	2.800	70
	18-06-2001	100	1.450	30
	16-07-2001	250	3.000	60
	27-08-2001	200	750	20
	24-09-2001	700	5.000	80
	15-10-2001	500	3.000	20
	20-11-2001	800	4.300	100
	17-12-2001	500	1.400	60

STAZIONE	DATA	Coliformi fecali	Coliformi totali	Streptococchi fecali
MILANO				
TURBIGO	16-04-2001	27	140	50
	28-05-2001	140	2.500	30
	18-06-2001	80	1.200	10
	16-07-2001	700	8.000	250
	28-08-2001	100	1.000	70
	24-09-2001	100	4.500	110
	15-10-2001	200	5.000	20
	20-11-2001	2.450	4.300	20
BOFFALORA	17-12-2001	600	3.400	70
	16-04-2001	160	2.000	40
	28-05-2001	30	1.250	
	18-06-2001	30	950	50
	16-07-2001	800	9.000	350
	28-08-2001	100	1.500	30
	24-09-2001	300	4.000	85
	15-10-2001	100	4.000	10
ABBIATEGRASSO	20-11-2001	1.100	2.050	10
	17-12-2001	1.000	4.500	40
	18-04-2001	640	6.000	160
	28-05-2001	125	3.500	70
	18-06-2001	40	3.250	50
	16-07-2001	600	4.000	550
	28-08-2001	1.000	15.000	100
	24-09-2001	1.100	40.000	700
MOTTA VISCONTI	15-10-2001	200	7.200	100
	20-11-2001	500	30.000	100
	17-12-2001	1.800	20.000	200
	18-04-2001	1.020	19.000	120
	28-05-2001	2.000	65.000	70
	18-06-2001	400	850	130
	16-07-2001	9.000	90.000	1.200
	28-08-2001	4.000	105.000	100
MOTTA VISCONTI	1-10-2001	1.000	10.000	100
	16-10-2001	1.000	25.000	100
	20-11-2001	600	5.000	100
	17-12-2001	900	6.500	100

STAZIONE	DATA	Coliformi fecali	Coliformi totali	Streptococchi fecali
PAVIA				
VIGEVANO PONTE	18-04-2001	2.700	31.000	480
	28-05-2001	275	6.250	50
	18-06-2001	150	3.000	60
	16-07-2001	1.400	6.000	1.400
	28-08-2001	7.000	1.000.000	400
	18-09-2001	1.700	80.000	400
	15-10-2001	500	20.000	100
	20-11-2001	1.200	7.500	100
VIGEVANO AJALA	17-12-2001	1.500	9.000	200
	17-04-2001	1.200	11.000	140
	28-05-2001	275	6.250	50
	18-06-2001	425	5.500	100
	17-07-2001	3.200	80.000	1.000
	28-08-2001	2.000	200.000	400
	1-10-2001	500	12.000	200
	17-10-2001	1.500	20.000	100
BEREGUARDO PONTE BARCHE	20-11-2001	1.000	12.000	100
	17-12-2001	1.000	6.000	100
	18-04-2001	1.125	13.000	140
	28-05-2001	1.100	27.000	130
	18-06-2001	425	9.500	60
	17-07-2001	9.500	100.000	600
	28-08-2001	3.000	150.000	600
	1-10-2001	300	21.000	650
TORRE D'ISOLA	16-10-2001	900	25.000	200
	20-11-2001	800	7.500	100
	17-12-2001	1.600	7.500	200
	18-04-2001	625	20.000	30
	29-05-2001	1.300	20.000	100
	18-06-2001	200	5.250	160
	17-07-2001	6.000	90.000	1.200
	28-08-2001	2.000	105.000	200
PAVIA PONTE LIBERTA'	1-10-2001	1.000	15.000	100
	16-10-2001	1.000	12.500	200
	20-11-2001	1.000	6.500	200
	17-12-2001	1.800	5.000	200
	18-04-2001	1.150	9.000	60
	29-05-2001	2.000	22.000	80
	18-06-2001	260	3.500	150
	17-07-2001	5.500	90.000	1.000
TRAVACCO' SICCOMARIO	28-08-2001	2.000	35.000	100
	1-10-2001	1.100	30.000	200
	16-10-2001	1.500	20.000	100
	20-11-2001	1.100	15.000	600
	17-12-2001	1.700	10.000	300
	18-04-2001	1.300	12.500	120
	29-05-2001	3.000	25.000	200
	18-06-2001	950	7.000	110
LINAROLO PONTE BECCA	17-07-2001	5.000	95.000	800
	28-08-2001	1.000	35.000	100
	1-10-2001	2.700	23.000	300
	16-10-2001	1.750	25.000	100
	20-11-2001	1.300	11.000	200
	17-12-2001	1.400	6.600	100
	18-04-2001	4.000	21.250	220
	29-05-2001	1.500	20.000	180
	18-06-2001	600	6.000	50
	17-07-2001	8.000	70.000	1.200
	28-08-2001	2.000	25.000	300
	1-10-2001	2.000	26.000	300
	16-10-2001	7.500	25.000	300
	20-11-2001	1.500	25.000	500
	17-12-2001	2.100	7.000	300

DATI RELATIVI ALLA BALNEABILITA'

(Dati forniti da ASL delle Province di Varese, Milano e Pavia e ARPA Novara)

STAZIONE	DATA	Coliformi fecali	Coliformi totali	Streptococchi fecali
VARESE				
SESTO CALENDE	28-05-2001	10	310	10
	4-06-2001	20	520	20
	18-06-2001	110	1.000	160
	2-07-2001	150	600	20
	12-07-2001	40	480	60
	23-07-2001	80	490	10
	26-07-2001	90	230	40
	2-08-2001	140	510	450
	16-08-2001	270	470	90
	28-08-2001	180	750	70
10-09-2001	130	345	10	
SOMMA LOMBARDO	28-05-2001	130	1.500	10
	4-06-2001	10	100	60
	18-06-2001	90	560	30
	2-07-2001	160	450	20
	12-07-2001	80	320	20
	23-07-2001	70	380	30
	26-07-2001	110	420	30
	2-08-2001	190	450	620
	16-08-2001	250	480	40
	28-08-2001	80	345	10
10-09-2001	600	1.200	20	

NOVARA				
BELLINZAGO	10-04-2001	80	300	60
	26-04-2001	100	2.000	20
	8-05-2001	10	100	20
	22-05-2001	90	100	10
	13-06-2001	10	100	10
	25-06-2001	30	100	10
	9-07-2001	50	300	60
	23-07-2001	30	300	50
	6-08-2001	40	100	20
	27-08-2001	100	1.400	100
	10-09-2001	10	700	90
	19-09-2001	50	1.500	40
CAMERI	10-04-2001	180	200	100
	23-04-2001	420	1.800	30
	8-05-2001	280	600	130
	22-05-2001	180	400	100
	14-06-2001	140	600	80
	21-06-2001	260	700	140
	10-07-2001	6.000	6.000	1.000
	18-07-2001	200	800	100
	9-08-2001	4.000	10.000	8.000
	28-08-2001	700	4.000	450
11-09-2001	150	2.200	120	
26-09-2001	600	5.000	130	
CERANO CAVA	10-04-2001	180	600	30
	23-04-2001	320	800	40
	9-05-2001	460	2.500	180
	22-05-2001	170	700	110
	14-06-2001	120	1.000	100
	21-06-2001	260	1.000	110
	10-07-2001	1.600	4.800	690
	18-07-2001	400	1.100	180
	22-08-2001	350	4.400	100
	28-08-2001	160	700	200
11-09-2001	100	1.800	100	
25-09-2001	300	2.000	120	

STAZIONE	DATA	Coliformi fecali	Coliformi totali	Streptococchi fecali
CERANO LAGHETTO	9-05-2001	20	100	10
	22-05-2001	10	100	20
	14-06-2001	10	100	10
	21-06-2001	10	100	10
	10-07-2001	10	100	10
	18-07-2001	10	100	10
	22-08-2001	10	100	10
	4-09-2001	10	100	20
	11-09-2001	10	100	30
25-09-2001	50	100	100	
GALLIATE	8-05-2001	160	400	100
	22-05-2001	290	600	130
	14-06-2001	150	500	90
	21-06-2001	180	600	40
	10-07-2001	5.000	8.500	800
	18-07-2001	240	800	160
	9-08-2001	3.000	8.000	5.000
	28-08-2001	8.000	10.000	300
	11-09-2001	170	2.000	90
25-09-2001	370	4.800	40	
MARANO TICINO	8-05-2001	20	100	10
	22-05-2001	60	100	10
	13-06-2001	60	300	30
	25-06-2001	50	200	10
	9-07-2001	60	600	10
	23-07-2001	40	600	30
	6-08-2001	100	500	80
	27-08-2001	100	2.000	80
	10-09-2001	100	1.900	30
19-09-2001	10	1.500	30	
OLEGGIO	8-05-2001	60	100	30
	22-05-2001	20	100	10
	13-06-2001	70	1.000	60
	25-06-2001	80	100	40
	9-07-2001	100	800	10
	23-07-2001	90	800	80
	6-08-2001	80	600	40
	27-08-2001	100	2.000	70
	10-09-2001	100	2.000	100
19-09-2001	100	1.300	60	
ROMENTINO	8-05-2001	200	700	160
	22-05-2001	200	500	160
	14-06-2001	130	700	40
	24-06-2001	340	1.200	160
	10-07-2001	2.800	5.000	850
	18-07-2001	310	900	170
	9-08-2001	360	4.500	1.200
	28-08-2001	50	500	60
	11-09-2001	150	900	90
25-09-2001	400	300	150	
VARALLO P. RAME'	7-05-2001	60	100	10
	22-05-2001	30	100	20
	13-06-2001	30	400	20
	25-06-2001	10	100	10
	9-07-2001	90	800	30
	23-07-2001	40	100	10
	6-08-2001	70	400	90
	27-08-2001	100	500	60
	10-09-2001	10	100	20
19-09-2001	100	2.000	70	

STAZIONE	DATA	Coliformi fecali	Coliformi totali	Streptococchi fecali
MILANO				
CASTANO PRIMO	2-05-2001	430	930	37
	5-06-2001	36	430	19
	3-07-2001	92	230	30
	1-08-2001	230	750	35
	4-09-2001	230	2.400	48
CUGGIONO	2-05-2001	750	4.600	1.000
	5-06-2001	150	930	47
	3-07-2001	36	230	24
	1-08-2001	230	930	44
	4-09-2001	930	11.000	53
ROBECCO S/N	2-05-2001	2.400	930	75
	5-06-2001	930	230	63
	3-07-2001	930	92	45
	1-08-2001	4.600	230	30
	4-09-2001	2.400	430	41
ABBIATEGRASSO	2-05-2001	1.500	430	57
	5-06-2001	930	230	520
	3-07-2001	2.400	930	56
	1-08-2001	930	930	56
	4-09-2001	2.400	930	262
MOTTA VISCONTI	2-05-2001	2.400	230	71
	5-06-2001	2.400	930	60
	3-07-2001	2.400	230	26
	1-08-2001	2.400	230	51
	4-09-2001	11.000	2.100	60

PAVIA				
VIGEVANO PONTE	23-05-2001	900	3.000	100
	12-06-2001	2.000	2.000	95
	26-06-2001	3.900	5.600	100
	3-07-2001	4.300	4.600	100
	24-07-2001	900	4.200	100
	31-07-2001	1.300	3.100	200
	7-08-2001	900	1.900	105
	21-08-2001	28.000	41.600	100
	11-09-2001	5.500	6.300	400
	27-09-2001	7.800	42.400	300
	12-10-2001	4.600	12.300	145
	VIGEVANO AJALA	23-05-2001	1.500	3.000
12-06-2001		2.000	2.000	82
26-06-2001				
3-07-2001		3.600	4.400	100
24-07-2001		2.200	7.100	100
31-07-2001		1.200	4.800	200
7-08-2001		900	400	84
21-08-2001		27.800	51.200	400
11-09-2001		5.600	8.500	100
27-09-2001		6.400	62.400	200
12-10-2001		4.000	7.500	126
BEREGUARDO ZELATA		23-05-2001	1.300	3.000
	12-06-2001	2.000	2.000	90
	26-06-2001	800	2.600	100
	3-07-2001	1.400	3.400	100
	24-07-2001	2.400	6.900	100
	31-07-2001	1.500	5.400	100
	7-08-2001	1.200	2.100	77
	21-08-2001	19.000	32.400	100
	11-09-2001	4.700	7.700	200
	27-09-2001	3.300	34.400	200
	12-10-2001	2.300	3.600	125

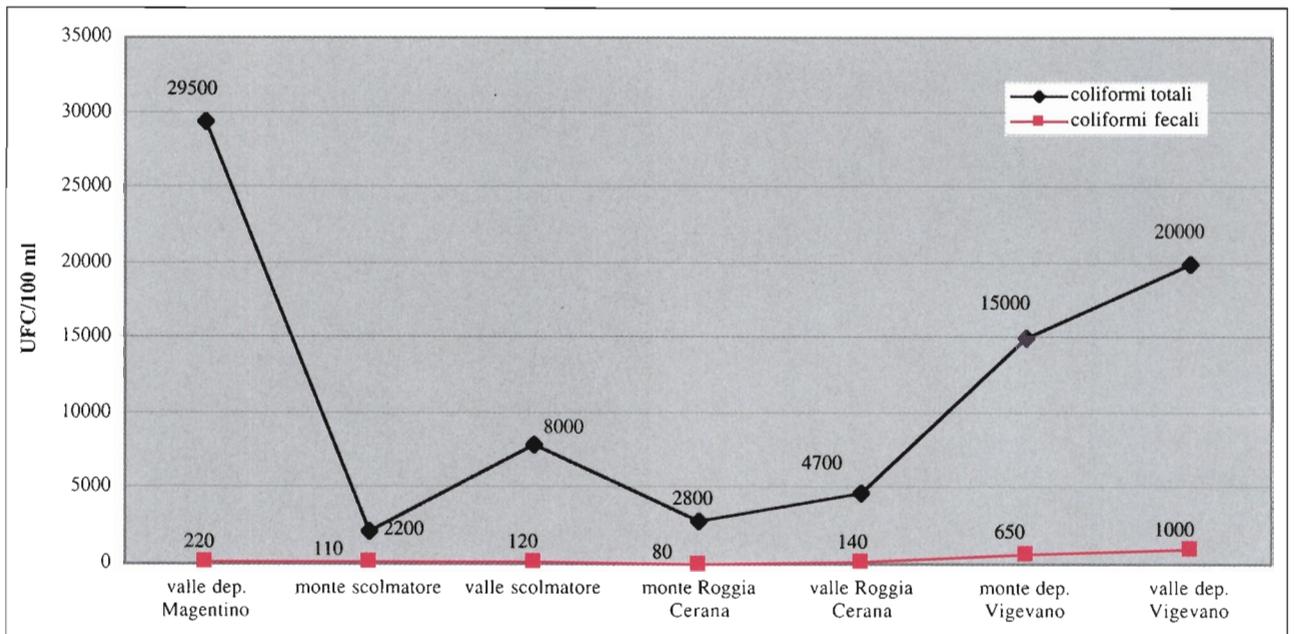
STAZIONE	DATA	Coliformi fecali	Coliformi totali	Streptococchi fecali
BEREGUARDO PONTE BARCHE	23-05-2001	800	4.000	100
	12-06-2001	2.000	2.000	203
	26-06-2001	1.700	2.000	100
	3-07-2001	2.300	2.600	100
	24-07-2001	2.400	7.000	400
	31-07-2001	1.400	7.700	100
	7-08-2001	2.400	2.900	84
	21-08-2001	11.000	52.000	300
	11-09-2001	5.900	8.900	100
	27-09-2001	6.200	37.000	200
	12-10-2001	2.400	4.300	154
TORRE D'ISOLA	23-05-2001	300	4.000	100
	12-06-2001	2.000	2.000	149
	26-06-2001	1.300	2.500	100
	3-07-2001	1.200	3.400	100
	24-07-2001	1.800	4.800	100
	31-07-2001	800	8.400	100
	7-08-2001	1.700	3.700	71
	21-08-2001	9.300	28.000	100
	11-09-2001	4.200	5.600	600
	27-09-2001	5.700	28.400	300
	12-10-2001	2.100	3.900	131
CARBONARA TICINO	23-05-2001	400	6.000	100
	12-06-2001	2.000	2.000	115
	26-06-2001	500	1.100	100
	3-07-2001	1.200	4.700	100
	24-07-2001	1.800	2.500	100
	31-07-2001	1.200	5.500	100
	7-08-2001	2.400	3.500	75
	21-08-2001	8.000	30.000	600
	11-09-2001	4.500	4.900	500
	27-09-2001	3.700	18.000	100
	12-10-2001	3.100	3.100	151
PAVIA CASA SUL FIUME	23-05-2001	900	4.000	100
	12-06-2001	2.000	2.000	78
	26-06-2001	500	1.900	100
	3-07-2001	1.300	2.800	100
	24-07-2001	1.600	2.400	100
	31-07-2001	1.100	3.100	100
	7-08-2001	2.800	4.100	60
	21-08-2001	7.400	28.000	100
	11-09-2001	3.700	5.500	200
	27-09-2001	5.300	19.300	200
	12-10-2001	1.000	3.600	164
PAVIA PONTE LIBERTA'	23-05-2001	400	5.000	300
	12-06-2001	2.000	2.000	117
	26-06-2001	600	1.900	100
	3-07-2001	1.400	2.600	100
	24-07-2001	1.300	4.900	300
	31-07-2001	800	4.000	100
	7-08-2001	3.300	3.800	91
	21-08-2001	2.500	15.500	100
	11-09-2001	3.600	4.600	100
	27-09-2001	3.800	14.000	100
	12-10-2001	2.200	4.400	139
VALLE SALIMBENE	23-05-2001	900	4.400	300
	12-06-2001	2.000	2.000	61
	26-06-2001	3.000	3.400	200
	3-07-2001	1.100	2.300	100
	24-07-2001	9.200	10.800	200
	31-07-2001	1.100	4.600	100
	7-08-2001	2.300	4.700	82
	21-08-2001	11.900	18.300	200
	11-09-2001	5.300	7.600	200
	27-09-2001	42.400	66.000	300
	12-10-2001	6.300	12.700	718

STAZIONE	DATA	Coliformi fecali	Coliformi totali	Streptococchi fecali
LINAROLO PONTE BECCA	23-05-2001	5.200	6.400	500
	12-06-2001	2.000	2.000	111
	26-06-2001	200	2.100	100
	3-07-2001	5.500	6.700	100
	24-07-2001	11.000	11.000	100
	31-07-2001	300	3.500	100
	7-08-2001	2.400	2.500	75
	21-08-2001	8.400	15.200	100
	11-09-2001	2.100	4.800	100
	27-09-2001	44.000	86.400	300
	12-10-2001	2.500	6.700	148

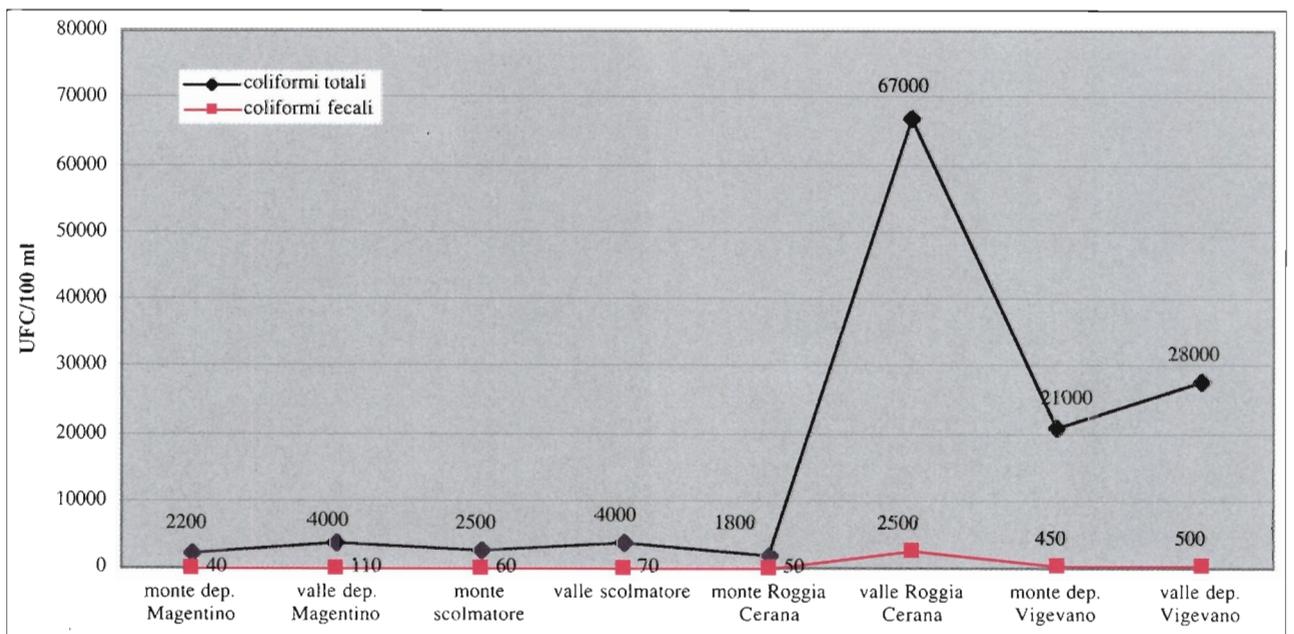
ALLEGATO C

Dati relativi all'approfondimento di carattere batteriologico in prossimità dei principali scarichi

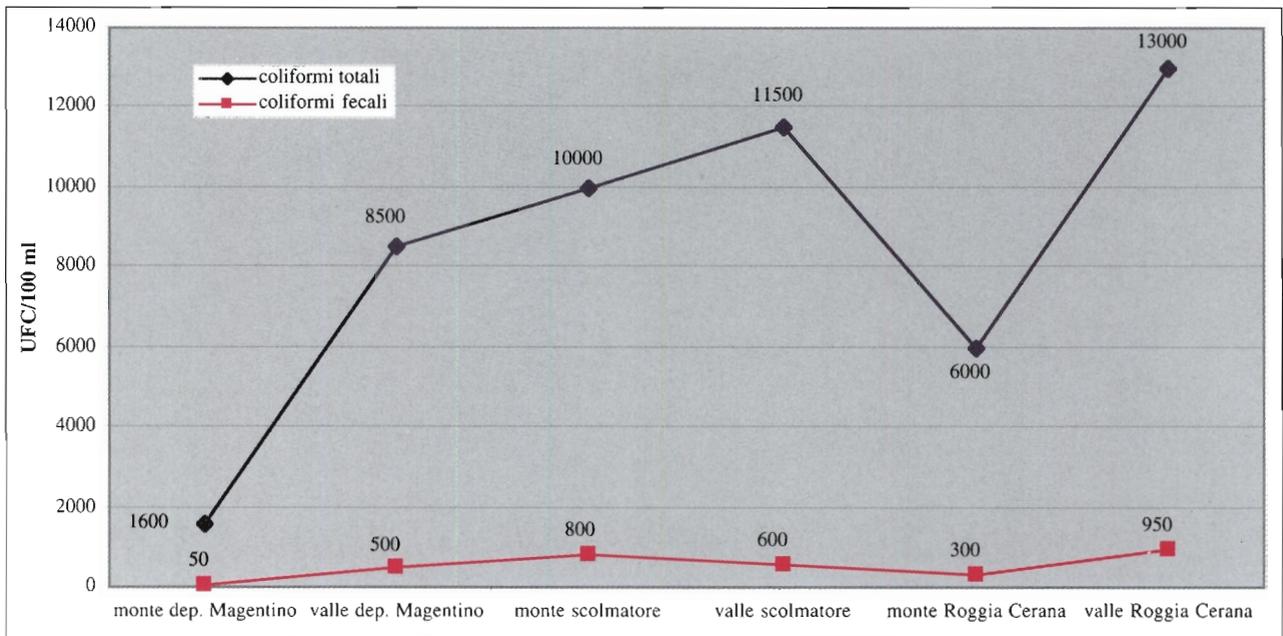
Andamento di Coliformi totali e Coliformi fecali nel mese di Maggio



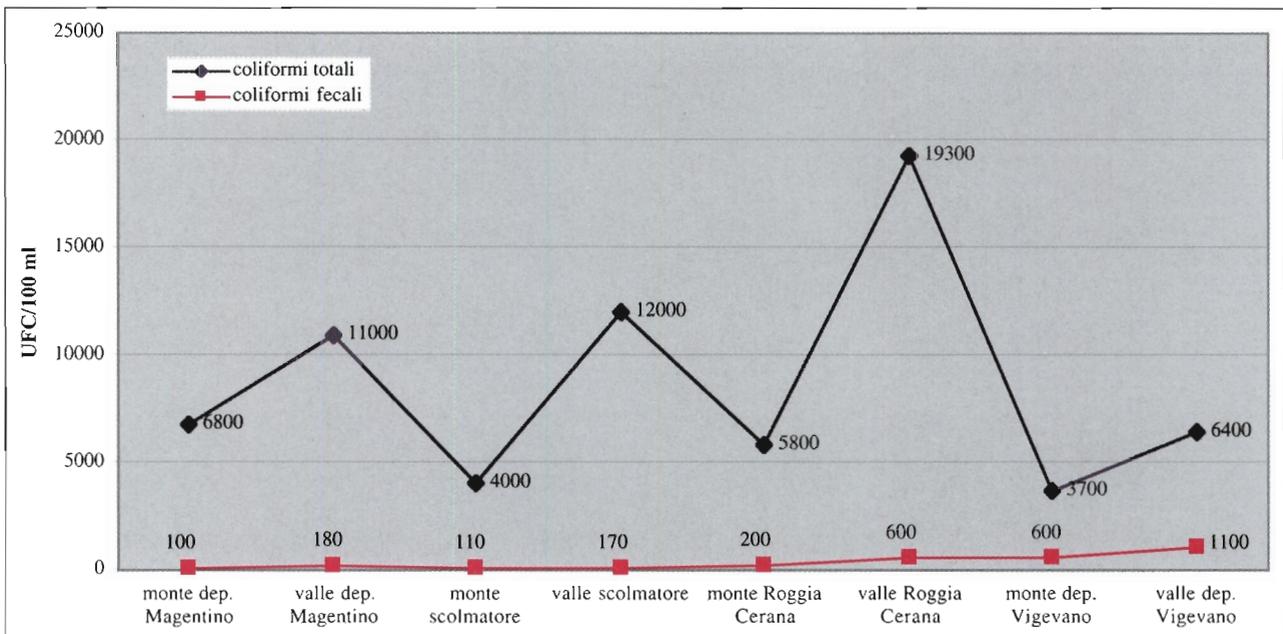
Andamento di Coliformi totali e Coliformi fecali nel mese di Giugno



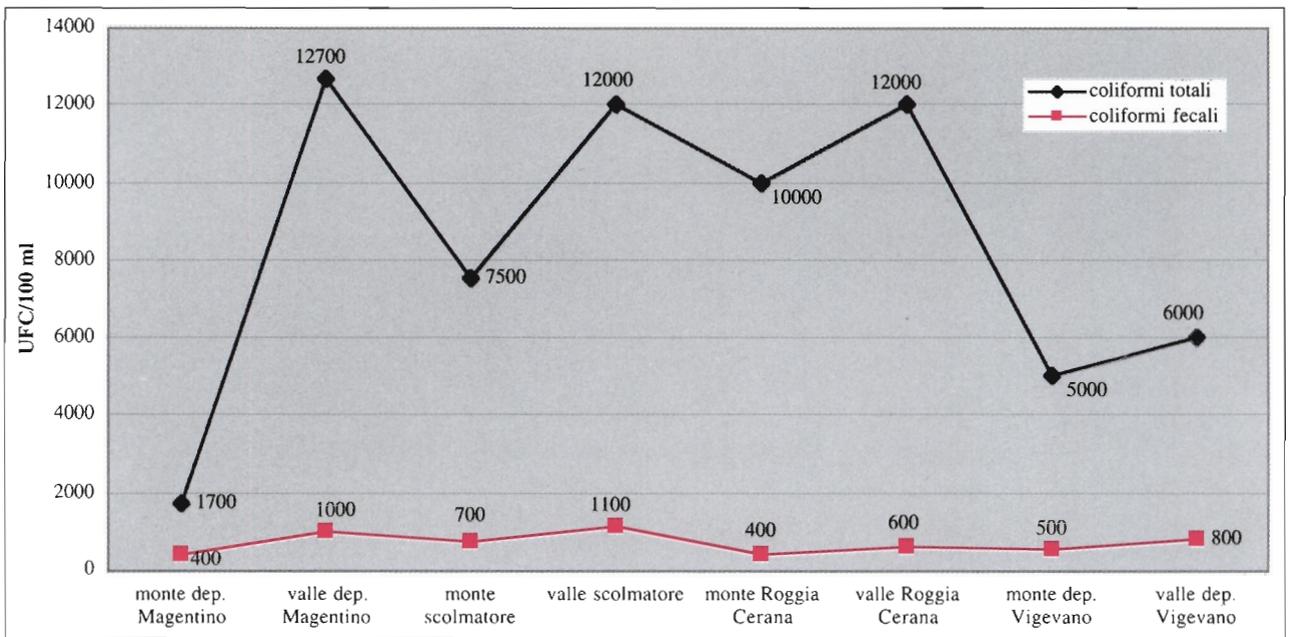
Andamento di Coliformi totali e Coliformi fecali nel mese di Agosto



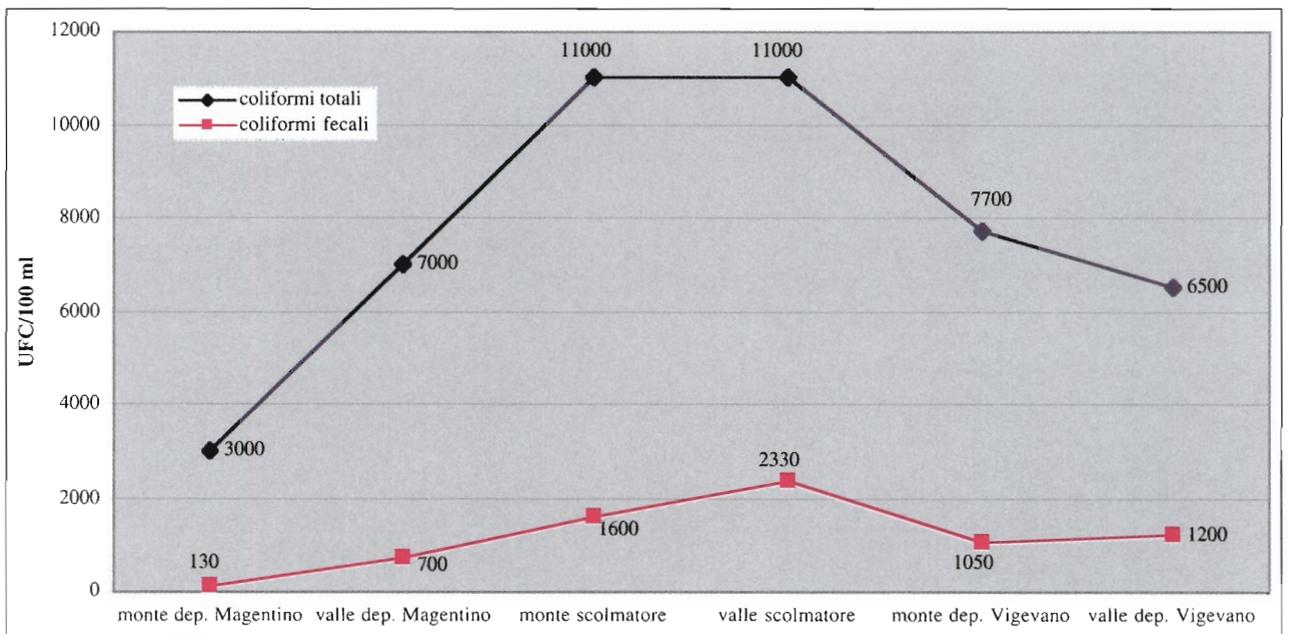
Andamento di Coliformi totali e Coliformi fecali nel mese di Ottobre



Andamento di Coliformi totali e Coliformi fecali nel mese di Novembre



Andamento di Coliformi totali e Coliformi fecali nel mese di Dicembre



**PUBBLICAZIONI 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.
- *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.

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

Budassi B., Lanticina M., Vailati A.M., 2002. Il fiume Ticino: la qualità delle acque e del suo ecosistema. Campagna di monitoraggio dell'anno 2001. Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino.

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 della Valle del Ticino.

