



Parco Ticino

LA QUALITA' DELLE ACQUE DEL FIUME TICINO

**VALUTAZIONE DEI DATI RACCOLTI
NELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO
SVOLTE NELL'ANNO 1999**

1999

INDICE

- Prefazione a cura del Presidente Luciano Saino Pag. 1
- Introduzione a cura del Direttore Dario Furlanetto Pag. 3
- La qualità delle acque del fiume Ticino valutata attraverso il metodo biologico (Indice Biotico Esteso - I.B.E.) Pag. 5
- La qualità delle acque del fiume Ticino valutata attraverso l'analisi batteriologica (balneabilità) Pag.14
- Analisi di alcuni parametri relativi ai principali scarichi afferenti al fiume Ticino nel tratto compreso tra Cerano e Vigevano Pag.23
- La qualità delle acque del fiume Ticino valutata attraverso l'analisi dei parametri chimici Pag.30
- Conclusioni Pag.39
- Allegato A (Determinazione del valore di I.B.E.) Pag.41
- Allegato B (Balneabilità estate 1999) Pag.45

PREFAZIONE

Lo scorso anno, allorché, con molte difficoltà, coordinammo la raccolta, visualizzammo e rendemmo pubblici i dati sulle condizioni di salute di tutta l'asta del fiume, facemmo in realtà una rischiosissima scommessa.

Da un lato ci sembrava doveroso che un Parco fluviale, con una esperienza gestionale alle spalle così collaudata, da tempo laboratorio preferenziale per lo studio degli elementi naturali in esso contenuti e popolato da cittadini caratterizzati da una spiccata "cultura del fiume", dovesse essere in grado di fornire un'immagine certa, scientifica e probatoria sulle condizioni dei parametri chimici, biologici e sanitari delle proprie acque. Dall'altro avevamo ben presente le enormi difficoltà che ci trovavamo di fronte: normative confuse e spesso contraddittorie che si prestano a più di una interpretazione, esasperato frazionamento del territorio, suddiviso in 4 province, 2 regioni e 57 comuni, verifica della disponibilità alla collaborazione da parte di tecnici, impegnati anche in molte altre problematiche ed abituati a far riferimento ad Enti poco propensi a comunicare tra loro.

Bastarono pochi mesi però per capire che la risposta dei professionisti sarebbe stata di piena disponibilità, al limite del generoso volontariato.

Tuttavia rimanevano dubbi e timori sulla possibilità di trasformare un esperimento in un "servizio" sistematico da offrire a cittadini ed amministratori.

Oggi possiamo affermare che se l'anno scorso la raccolta di analisi presentava alcuni punti di incompletezza, alternati ad altri di sicuro approfondimento, sia dal punto di vista geografico che da quello tecnico, il lavoro che viene presentato quest'anno raggiunge livelli di omogeneità di metodologia d'analisi (ciò che i tecnici chiamano intercalibratura), di chiarezza dei risultati e di semplicità interpretativa dei dati, da lasciare interamente soddisfatti.

Non posso ancora una volta non sottolineare il fatto che con questo lavoro si è davvero raggiunto l'obiettivo per cui il Parco è stato istituito: vale a dire quello di annullare in campo ambientale i confini comunali e provinciali, per valorizzare le questioni di natura biologica, caratterizzate da elementi complessi, mutevoli ed interdipendenti, che devono essere monitorati nel loro insieme e su scala vasta, prescindendo dai confini amministrativi. Solo così si rende una informazione importante alla cittadinanza ed una guida sicura alle politiche d'intervento.

Come previsto, infatti, la pubblicazione di dati certi sulle condizioni delle acque ha messo in moto entrambi i fenomeni: quello sociale e quello istituzionale.

Da un lato le assemblee pubbliche di cittadini che dicono chiaramente alle autorità politiche di "non volere i coliformi fecali nelle acque del fiume" e che dimostrano una volontà di collaborazione con chi è impegnato in questa battaglia addirittura commovente, dall'altro gestori di impianti di depurazione, assessori e sindaci che prendono informazioni per realizzare progetti ed iniziare lavori tesi a rimuovere le cause dei problemi, legati alla qualità degli scarichi, che ancora assillano i nostri fiumi. E' chiaro che nessuno, a questo punto, vuol fare la parte dell'inquinatore: chi per convinzione, chi per opportunità e a noi stanno bene tutte e due le parti.

Senza entrare nel merito tecnico delle questioni trattate nel lavoro (cosa che faranno gli addetti molto meglio di me) devo qualche commento sui dati.

Alcune convinzioni e tendenze evidenziate nel 1998 sono state puntualmente confermate e questo è molto importante dal punto di vista metodologico e scientifico.

I dati, in termini evolutivi, nel 1999 sono sensibilmente migliorati rispetto al 1998 e ciò credo sia avvenuto per due motivi:

- a) la maggior quantità d'acqua del fiume mantenutasi per tutto l'anno 99 molto al di sopra di quella registrata nel 1998;
- b) la maggior attenzione degli addetti ai lavori circa la qualità degli scarichi.

E' confermato che il punto dolente del fiume inizia ad Abbiategrasso e che l'effluente del depuratore del consorzio del Magentino, dello scolmatore Nord-Ovest, della Roggia Cerana e del depuratore di Vigevano, concentrati a distanza di pochi chilometri tra loro, rappresentano duri colpi da cui il fiume non riesce a riprendersi completamente.

Anche i dati che fanno riferimento a parametri sanitari sono molto migliorati. Alla punta massima di 14000 coli fecali per 100 ml nel 1998 corrisponde quest'anno un valore di 4600. Dato decisamente migliore ma comunque al di sopra del limite imperativo CEE di 2000 e molto lontano da quello della balneabilità che corrisponde a 100.

Ma il Ticino è un fiume con grande capacità di rispondere alle perturbazioni esterne, e lo dimostra la condizione delle acque sotto l'aspetto chimico (sempre al di sotto dei limiti) e quello biologico che indica la presenza di acque generalmente buone e che solo in particolari punti sono classificabili in classe terza (quella cioè che indica un ambiente alterato), mentre per molta parte del suo corso è classificato in classe seconda, vale a dire quella che definisce un ambiente con moderati sintomi di inquinamento ed alterazione, quando non addirittura in prima classe, tipica di ambienti non alterati.

E' quindi sicuro che, se nel corso degli anni 2000 e 2001 si procederà all'adeguamento degli impianti di depurazione, con ulteriore affinamento delle acque in uscita, avremo il primo grande salto di qualità.

Sono quindi ottimista a patto che continui questa mobilitazione della popolazione del Parco e l'impegno a fare investimenti in campo ambientale da parte degli amministratori.

Ancora un grazie a tutti coloro che hanno contribuito a realizzare questa pubblicazione e un arrivederci all'anno futuro nella speranza di poter dare sempre migliori notizie sullo stato del fiume.

IL PRESIDENTE
del Parco Regionale Lombardo della Valle del Ticino
Arch. LUCIANO SAINO

INTRODUZIONE

La qualità di un'acqua è generalmente definita in riferimento alle possibilità di impiego ed uso umano della stessa ed è valutata utilizzando parametri chimici, fisici, microbiologici e biologici pertinenti agli usi specifici che della stessa sono previsti.

Partendo da questa constatazione e dal fatto che i dati necessari a definire le acque del fiume Ticino erano reperibili presso diversi Enti e Istituzioni, il Parco del Ticino, nel corso del 1998, ha iniziato a raccogliere e ordinare in modo sistematico i dati disponibili relativi alla qualità delle acque del fiume e di alcuni suoi affluenti.

I dati del 1998 sono stati oggetto di una prima pubblicazione ed hanno consentito di analizzare con buona approssimazione lo stato ecologico, ambientale e sanitario del corso d'acqua.

Anche nel corso del 1999, il Parco del Ticino ha proseguito nella raccolta ed elaborazione dati favorendo altresì un'azione coordinata di monitoraggio ed introducendo, rispetto allo scorso anno, alcune importanti novità finalizzate ad approfondire argomenti già in precedenza trattati.

Occorre ricordare che il fiume Ticino, diviso tra due Regioni e quattro province, è monitorato e valutato nelle sue componenti chimico-fisiche, biologiche e sanitarie, da diversi organismi ed istituzioni.

Le Province, innanzitutto, responsabili prime e competenti sul piano giuridico e amministrativo della qualità delle acque.

Accanto alle Province, dal 14.08.99, data di istituzione con la LR 16 anche in Lombardia dell'Agenzia Regionale per l'Ambiente (A.R.P.A.), anche quest'ultimo organismo verrà a svolgere un ruolo di riferimento tecnico nel controllo qualitativo e nel monitoraggio delle acque.

Nel corso del 1999, in ogni modo, non essendo ancora operativa l'A.R.P.A. Lombardia, sono stati i P.M.I.P. (Presidi Multizonali di Igiene e Prevenzione) delle ASL a condurre la maggior parte delle indagini.

Ai Comuni compete la responsabilità circa gli aspetti igienici e sanitari delle acque; sul piano tecnico anche i Comuni si avvalgono delle ASL (igiene ambientale e balneabilità).

Questi organismi concorrono ad indagare e a valutare la qualità delle acque contribuendo a formulare quei dati indispensabili e propedeutici ad interventi di risanamento e gestione dei corsi d'acqua, interventi che sono sempre di competenza provinciale e comunale.

Nel corso degli anni, organismi ed istituzioni così diverse e così diversamente strutturate, hanno quasi sempre operato senza programmi comuni.

Il tentativo del Parco del Ticino, iniziato nel 1998 e continuato quest'anno, è stato quello di coordinare, uniformare e raccogliere e ridistribuire i dati tra i vari soggetti impegnati in attività di monitoraggio e ricerca sullo stato delle acque del fiume.

Nel corso del corrente anno un'altra novità importante è intervenuta a modificare sostanzialmente il quadro normativo della materia: l'approvazione del cosiddetto Testo Unico sulle Acque (Dlgs. n. 152 del 11 maggio 1999) che uniforma ed indirizza le azioni di monitoraggio, controllo e tutela relative alla qualità ecologico-ambientale delle acque, interventi delegati alle A.R.P.A. regionali.

In Regione Piemonte tutto ciò che riguarda la qualità delle acque (quindi anche la balneabilità) è stata delegata all'A.R.P.A. In Lombardia il quadro normativo in materia è ancora incerto e potrebbero restare di competenza delle ASL alcune norme (DPR 470/82 e succ. modifiche) e quindi tutto ciò che attiene alla qualità sanitaria delle acque stesse.

Ad ogni buon conto, i dati raccolti nel corso del 1999, ancora di più e meglio di quelli del 1998, hanno evidenziato la partecipazione e disponibilità a lavorare in modo coordinato di tutti gli operatori tecnici dei diversi Enti ed Amministrazioni coinvolti, che con grande disponibilità hanno risposto alla richiesta del Parco ed hanno contribuito in modo spesso entusiasta e semi-volontaristico alla buona riuscita del lavoro.

Quello che presentiamo di seguito è il rapporto sintetico e come tale limitato (sebbene suffragato da molti dati ed indagini che, per necessità di sintesi, non possono essere tutti espressi e valutati in questa sede e che sono comunque a disposizione presso la sede del Parco Ticino Lombardo) sulla qualità delle acque riscontrata nel nostro fiume nel 1999.

Il lavoro, per comodità di lettura e valutazione, è stato diviso secondo i diversi livelli di indagini eseguite; tali indagini sono:

- a) una valutazione dei parametri biologici (IBE = Indice Biotico Esteso), che consente di definire la qualità "ecosistemica" delle acque del fiume;
- b) una valutazione dei parametri batteriologici, necessaria ed indispensabile per avere un quadro completo sulla compatibilità a livello sanitario delle acque ad uso umano, in particolare per la balneazione;
- c) un approfondimento riguardante l'influenza dei principali scarichi afferenti al fiume sui parametri igienico-sanitari;
- d) una valutazione dei parametri chimici, effettuata attraverso la presentazione di alcuni dei dati più significativi sotto tale aspetto.

I risultati dei lavori di indagine sono esposti nei quattro capitoli successivi secondo l'ordine anzi presentato.

Ogni capitolo è preceduto da una sintetica descrizione sul valore della componente indagata e sul significato delle indagini svolte. Inoltre, partendo da uno schema molto semplificato del sistema idrografico del fiume e dei suoi principali affluenti, ivi compresi i depuratori, di volta in volta sono evidenziate le stazioni di monitoraggio. I dati raccolti sono poi presentati organicamente e rappresentati in modo schematico in alcune tabelle e grafici, in modo da renderne più semplice ed efficace la lettura.

Infine, nell'ultimo capitolo, sono tratte alcune considerazioni generali sullo stato di salute delle acque del fiume Ticino e sulle possibilità di intervento per limitare e/o eliminare i fattori che contaminano e riducono la qualità delle acque e la funzionalità dell'ecosistema fluviale generale. Ciò consentirà di azzardare alcune valutazioni ed alcune proposte operative che dovranno essere ragionate, sostenute e fatte proprie dagli organismi amministrativi e politici, responsabili ultimi della qualità ambientale, economica e sociale del "sistema Ticino".

Il direttore del
Parco Regionale Lombardo della Valle del Ticino
Dr. DARIO FURLANETTO

LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL FIUME TICINO VALUTATA ATTRAVERSO IL METODO BIOLOGICO (Indice Biotico Esteso - I.B.E.)

Lo scopo dell'I.B.E. è quello di formulare diagnosi della qualità di ambienti di acque correnti sulla base delle modificazioni nella composizione delle comunità di macroinvertebrati, indotte da fattori di inquinamento o da significative alterazioni fisiche dell'ambiente.

Essendo i macroinvertebrati delle acque correnti legati ai substrati, composti da numerose popolazioni con differenti livelli di sensibilità alle modificazioni ambientali e con differenti ruoli ecologici e avendo cicli vitali relativamente lunghi, l'indice è particolarmente adatto a rilevare nel tempo gli effetti legati al complesso dei fattori di stress sull'ambiente. L'indice rileva quindi lo stato di qualità di un determinato tratto di corso d'acqua integrando nel tempo gli effetti di differenti cause di turbativa (fisiche, chimiche, biologiche). Questo indice è quindi dotato di una buona capacità di "sintesi".

Nello stesso tempo esso non consente di quantificare e risalire, secondo una relazione biunivoca di causa-effetto, ai vari fattori che hanno indotto queste modificazioni. Questo indice possiede quindi una bassa capacità "analitica".

Esso segnala una condizione di "qualità ecologica" relativamente all'alveo bagnato e, solo indirettamente, una qualità "chimica e fisica" delle acque e dei sedimenti. Nel monitoraggio di qualità delle acque correnti esso deve quindi considerarsi un metodo "complementare" al controllo chimico e fisico. L'indice biotico assume invece un ruolo "centrale" nella definizione della qualità dei corsi d'acqua in funzione della protezione della vita acquatica. Di seguito è riportata la tabella di conversione dei valori di I.B.E. in Classi di Qualità (C.Q.), con relativo giudizio e colore standard per la rappresentazione in cartografia.

Classi di qualità	Valore di I.B.E.	Giudizio di qualità	Colore
Classe I	10 - 11 - 12 - ...	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile	azzurro
Classe II	8 - 9	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione	verde
Classe III	6 - 7	Ambiente inquinato o comunque alterato	giallo
Classe IV	4 - 5	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato	arancio
Classe V	0 - 1 - 2 - 3	Ambiente eccezionalmente inquinato o alterato	rosso

Per ulteriori approfondimenti sul metodo si rimanda all'allegato A della presente ovvero alla pubblicazione di Ghetti (Trento, 1997).

L'11 maggio 1999 è stato pubblicato sulla G.U. il D.L. n. 152 recante nuove disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento. Tale decreto introduce numerosi cambiamenti a tutti i livelli: dagli obiettivi di qualità agli aspetti amministrativi e tecnico-operativi nel settore della tutela delle acque dagli inquinamenti.

In particolare, in relazione al "monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale", le determinazioni sul biota, mediante il metodo I.B.E., sono rese obbligatorie.

Poiché il decreto stabilisce nuovi criteri per l'individuazione dei corpi idrici significativi e del numero minimo di stazioni di prelievo, in Regione Lombardia è in corso una revisione dell'attuale rete di monitoraggio al fine di garantire nell'anno 2000 il pieno recepimento della legge.

In Regione Piemonte il decreto è già stato in buona parte recepito e nell'anno in corso si sono svolte, per quanto riguarda il monitoraggio biologico, due campagne nelle stazioni prese in considerazione lo scorso anno.

In entrambe le Regioni sono comunque proseguite, nel corso del 1999, le analisi biologiche lungo l'intera asta fluviale secondo quanto concordato dal Gruppo di Lavoro costituito dagli operatori dei Presidi Multizonali di Igiene e Prevenzione di Varese, Parabiago (MI) e Pavia, dall'ARPA - Dipartimento di Novara e dai Parchi del Ticino.

Il Gruppo di Lavoro ha ritenuto utile organizzare due prove di intercalibrazione al fine di confrontare e, se ritenuto necessario, uniformare le modalità operative di applicazione dell'indice. Le prove sono state condotte in provincia di Varese ed in provincia di Novara, in località "ponte di Oleggio". Nel corso dell'anno 2000 si prevedono ulteriori prove di intercalibrazione in modo da raccogliere un numero significativo di dati da elaborare quale controllo di qualità.

Nel 1999 la valutazione della qualità biologica del fiume Ticino è stata effettuata mediante due campagne di campionamento nelle medesime stazioni e negli stessi periodi (febbraio e luglio) considerati nel 1998 nei territori provinciali di Varese, Novara e Milano. Sono inoltre disponibili, per il 1999, anche i dati relativi alla provincia di Pavia.

I risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle riassuntive che seguono. In aggiunta ai dati forniti dagli operatori dei PMIP e dell'ARPA, che hanno partecipato alle prove di intercalibrazione, si riportano (in nota)¹ quelli forniti dalla Amministrazione Provinciale di Pavia, rilevati nel mese di marzo 1999 a Vigevano, Bereguardo e Valle Salimbene.

Dai dati riportati nella tabella riassuntiva emerge che in ampi tratti del fiume non sono evidenti effetti preoccupanti dovuti ad apporti inquinanti. I valori di I.B.E. sono generalmente più elevati nei campionamenti estivi, probabilmente perché durante il lungo periodo di magra invernale l'alveo accumula inquinanti ad opera di processi di sedimentazione, precipitazione, adsorbimento o chelazione. La prima serie di piogge opera un distacco meccanico, con trascinarsi a valle dei depositi ed il popolamento macrobentonico si arricchisce qualitativamente e quantitativamente.

In alcune stazioni, in cui si rileva un giudizio di "ambiente inquinato o comunque alterato" (III C.Q.) od anche peggiore, i risultati dei campionamenti evidenziano gli effetti della presenza di importanti scarichi inquinanti, sottoposti ad inadeguata depurazione o indepurati. Ciò chiarisce il crollo della qualità biologica rispetto alla stazione situata a monte ed il recupero a valle, a progressiva distanza dall'immissione.

Nel caso di alcune situazioni, quali Somma Lombardo - Coarezza, Somma Lombardo - Maddalena, Bellinzago - Cascina Provasin e Pavia - Scarpone, i punti di campionamento risentono dell'impatto degli scarichi degli impianti di depurazione presenti a monte. In altri casi l'effetto è da attribuire verosimilmente a scarichi abusivi o alla successione di piccoli scarichi non depurati.

Occorre infine ricordare che i valori di I.B.E. non sono direttamente confrontabili con i risultati delle analisi chimiche e microbiologiche, perché le informazioni che l'indice fornisce sono a loro complementari, essendo atte a valutare la "qualità ecologica" di un corso d'acqua.

¹ Dati forniti dall'Amministrazione Provinciale di Pavia

DATA	PROVINCIA	COMUNE	LOCALITA'	I.B.E.	C.Q.
mar-99	PAVIA	Vigevano	Ponte ss 494	10/11	I
mar-99	PAVIA	Bereguardo	Ponte di barche	10	I
mar-99	PAVIA	Valle Salimbene	Idrometro della Becca	10	I

STAZIONI MONITORAGGIO IBE

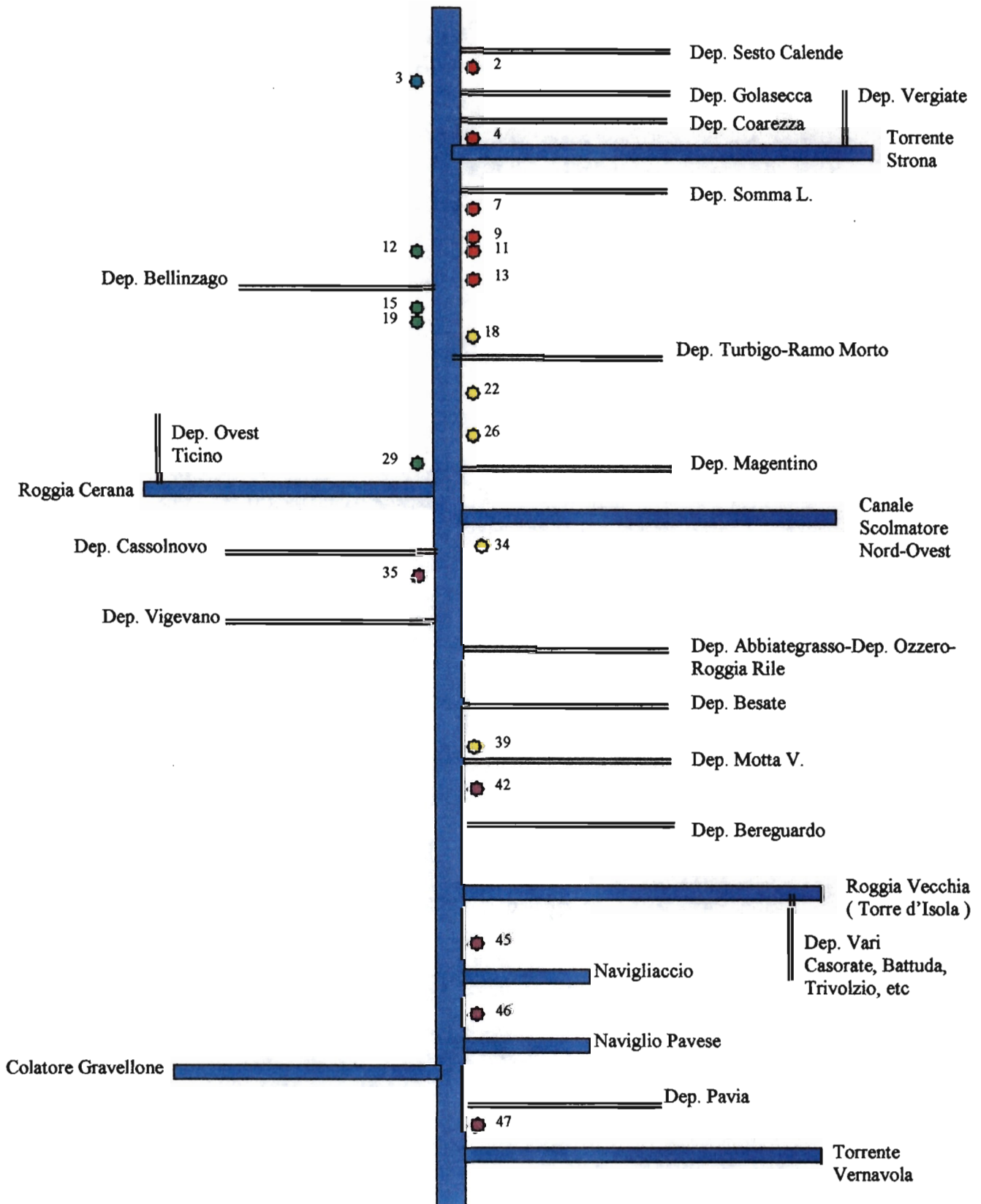
Dati rilevati nel 1999

DATA	STAZ.	PROVINCIA	COMUNE	LOCALITA'	I.B.E.	C.Q.
feb-99	2	VARESE	Golasecca	Diga della Miorina	7	III
lug-99	2	VARESE	Golasecca	Diga della Miorina	9/10	III/I
feb-99	4	VARESE	Somma Lombardo	Coarezza	5	IV
lug-99	4	VARESE	Somma Lombardo	Coarezza	7	III
feb-99	7	VARESE	Somma Lombardo	Maddalena	7	III
lug-99	7	VARESE	Somma Lombardo	Maddalena	7/8	III/II
feb-99	9	VARESE	Vizzola Ticino	Porto Castelnuovate	7	III
lug-99	9	VARESE	Vizzola Ticino	Porto Castelnuovate	8	II
feb-99	11	VARESE	Lonate Pozzolo	Ponte di Oleggio	7	III
lug-99	11	VARESE	Lonate Pozzolo	Ponte di Oleggio	9	II
feb-99	13	VARESE	Lonate Pozzolo	Turbigaccio	7/6	III
lug-99	13	VARESE	Lonate Pozzolo	Turbigaccio	8	II
mar-99	3	NOVARA	Castelletto Ticino	Cimilin - Dorbiè	11	I
lug-99	3	NOVARA	Castelletto Ticino	Cimilin - Dorbiè	10/11	I
mar-99	12	NOVARA	Oleggio	Ponte SS 527	9	II
lug-99	12	NOVARA	Oleggio	Ponte SS 527	10	I
mar-99	15	NOVARA	Bellinzago	Cascina Provasin	8	II
lug-99	15	NOVARA	Bellinzago	Cascina Provasin	6	III
mar-99	19	NOVARA	Galliate	Ponte di ferro	10	I
lug-99	19	NOVARA	Galliate	Ponte di ferro	9/10	III/I
mar-99	29	NOVARA	Cerano	Villa Giulia - Cava Elmit	9/8	II
lug-99	29	NOVARA	Cerano	Villa Giulia - Cava Elmit	9	II
feb-99	18	MILANO	Turbigo	Lido	9	II
lug-99	18	MILANO	Turbigo	Lido	10	I
feb-99	22	MILANO	Cuggiono	Ticino Blu	9	II
lug-99	22	MILANO	Cuggiono	Ticino Blu	10	I
feb-99	26	MILANO	Boffalora S/T	Valle Ponte Ferrovia/SS 11	9/10	III/I
lug-99	26	MILANO	Boffalora S/T	Valle Ponte Ferrovia/SS 11	10	I
feb-99	34	MILANO	Abbiategrasso	Capanna Vecchia	9	II
lug-99	34	MILANO	Abbiategrasso	Capanna Vecchia	9	II
feb-99	39	MILANO	Motta Visconti	Confine Comunale Sud	8	II
lug-99	39	MILANO	Motta Visconti	Confine Comunale Sud	9	II

DATA	STAZ.	PROVINCIA	COMUNE	LOCALITA'	I.B.E.	C.Q.
lug-99	35	PAVIA	Vigevano	Ponte SS 494	10/9	I-II
lug-99	42	PAVIA	Bereguardo	Ponte di barche	9	II
lug-99	45	PAVIA	Pavia	Lido (P.te Tanganziale)	7	III
lug-99	46	PAVIA	Pavia	P.te Impero	8	II
lug-99	47	PAVIA	Pavia	Scarpone	7/6	III

SCHEMA IDROGRAFICO DEL FIUME TICINO

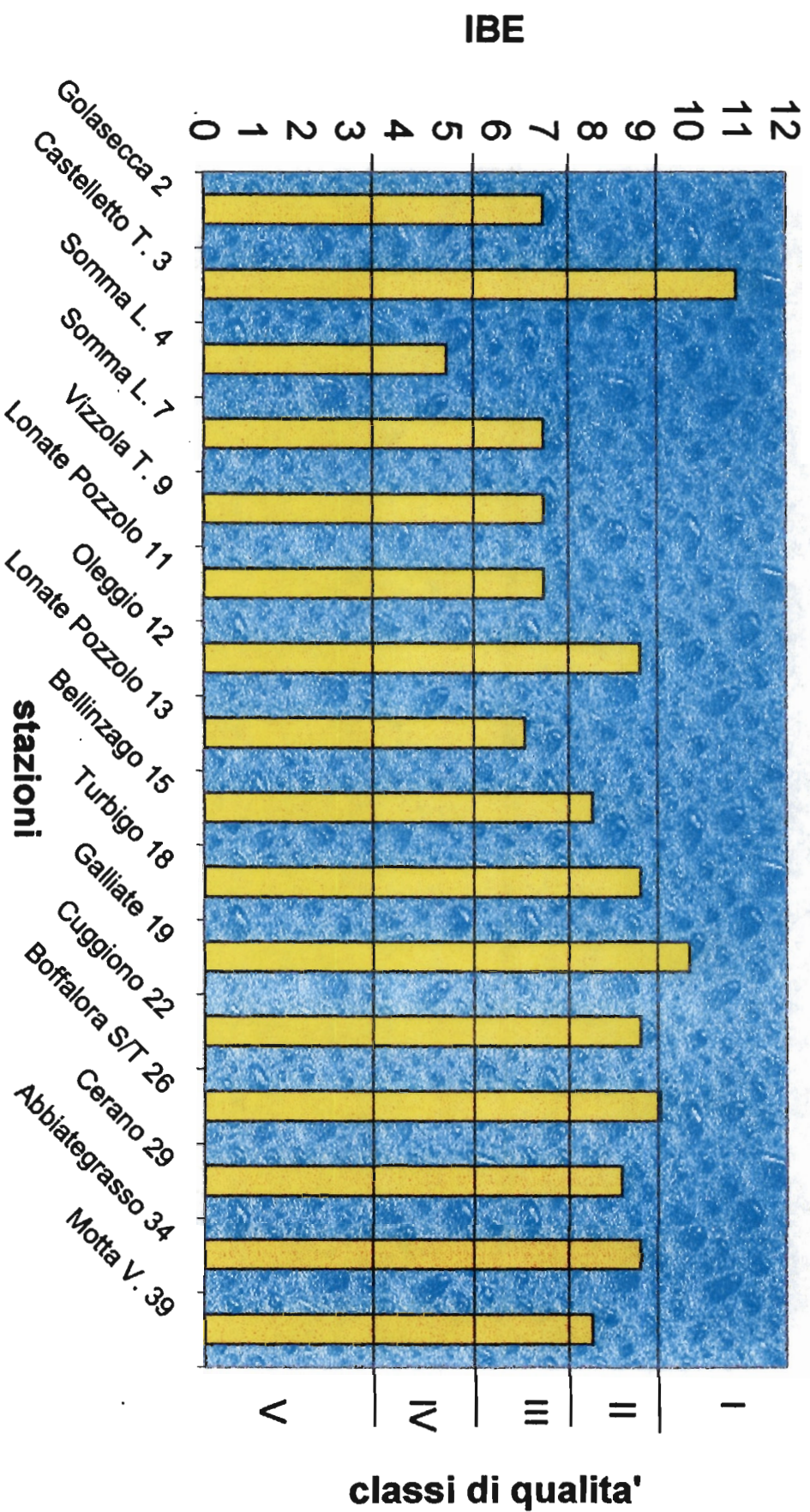
STAZIONI MONITORAGGIO BIOLOGICO ANNO 1999



QUALITA' BIOLOGICA DEL FIUME TICINO

Campagna febbraio 1999

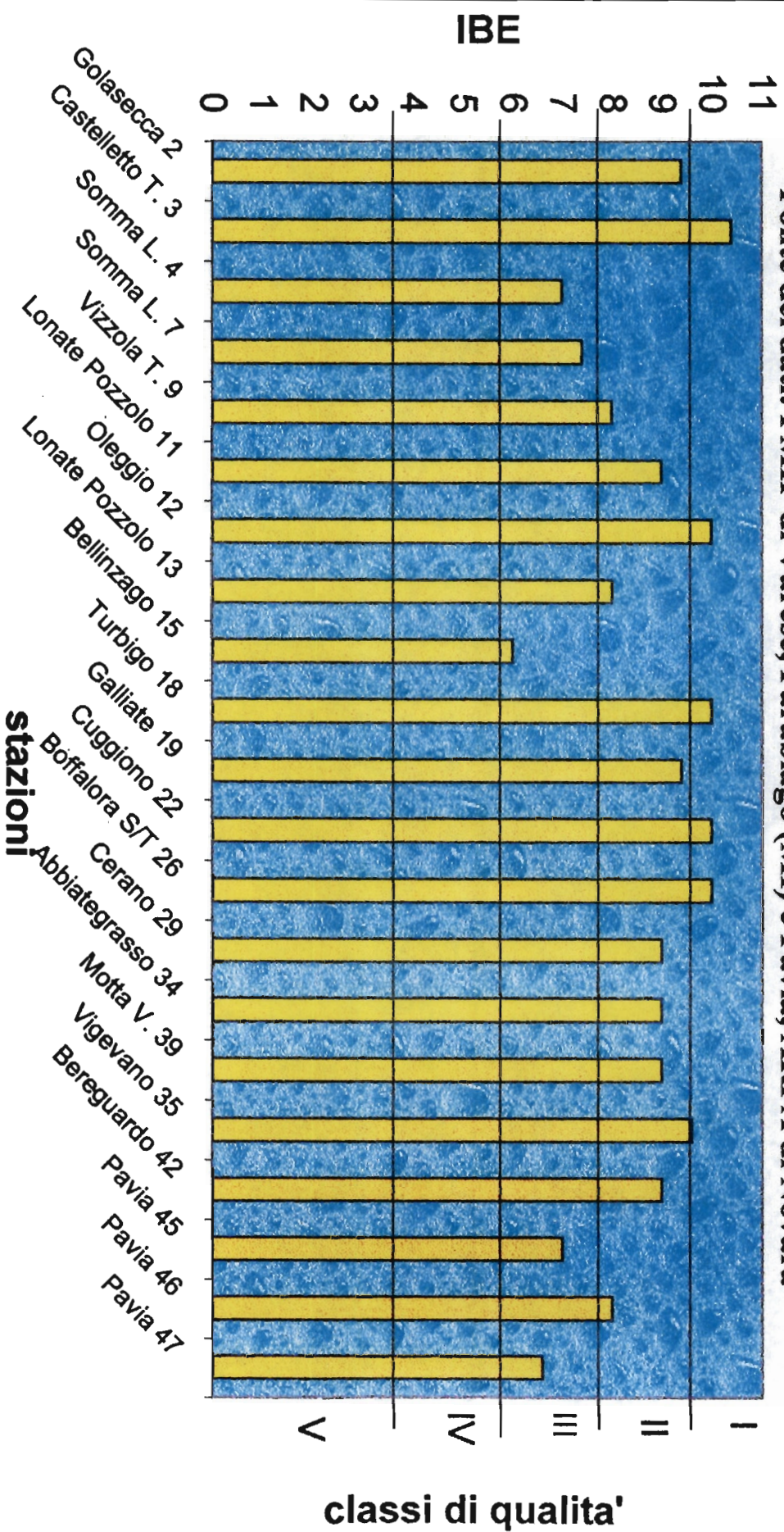
Fonte dei dati: PMIP di Varese, Parabiago (MI) e Pavia, ARPA di Novara



QUALITA' BIOLOGICA DEL FIUME TICINO

Campagna luglio 1999

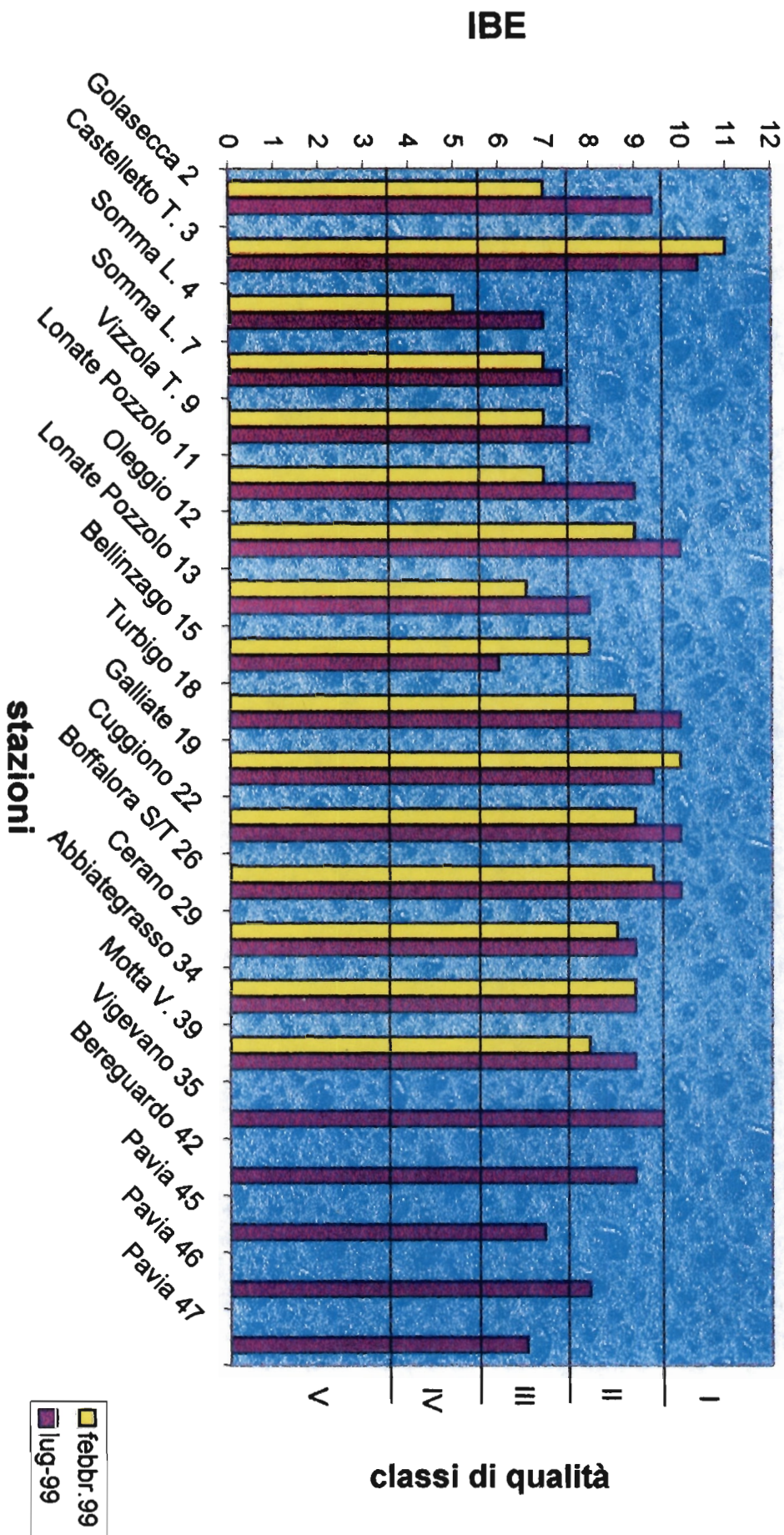
Fonte dei dati: PMIP di Varese, Parabiago (MI) e Pavia, ARPA di Novara



QUALITÀ BIOLOGICA DEL Fiume TICINO

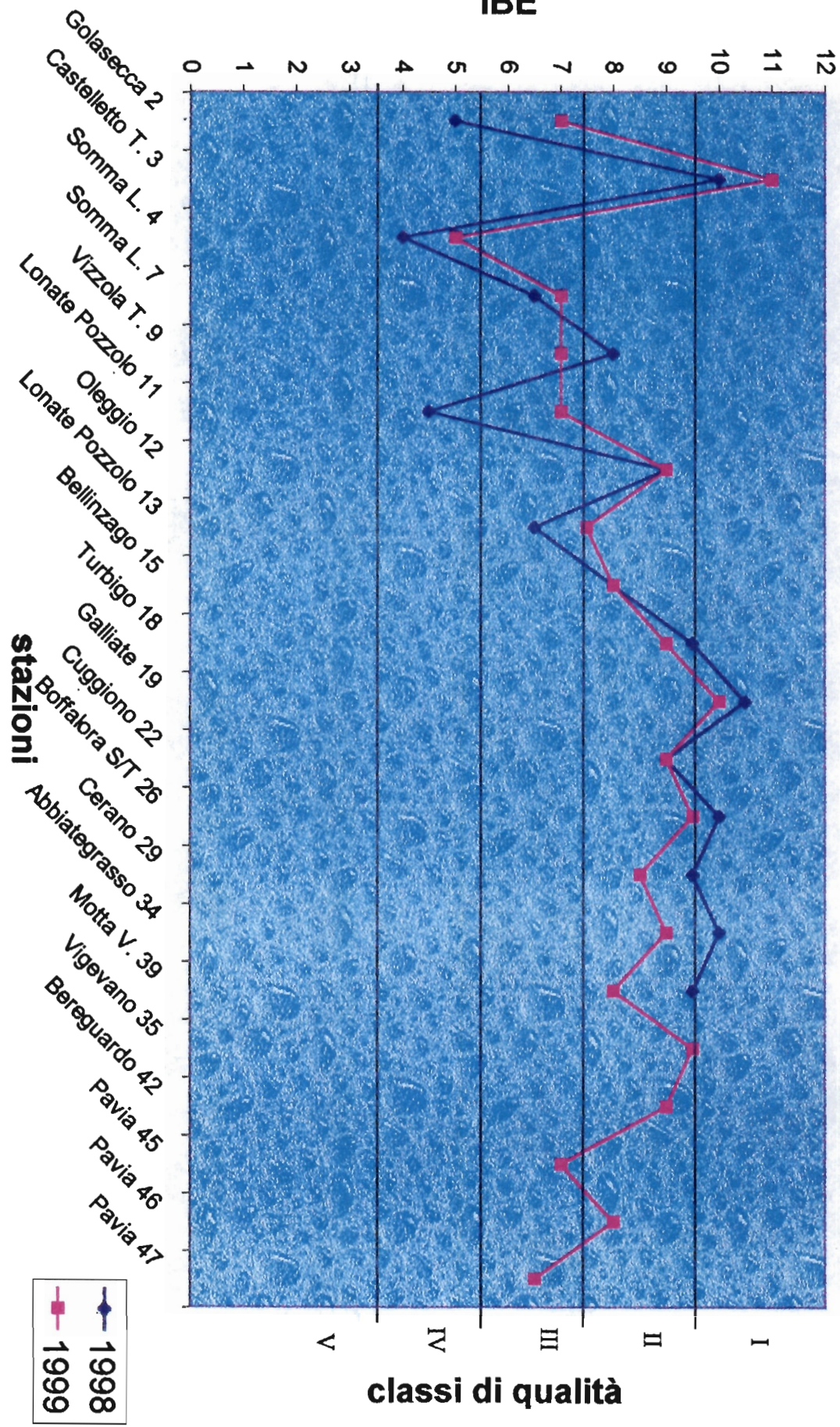
Confronto febbraio-luglio 1999

Fonte dei dati: PMIP di Varese, Parabiago (MI) e Pavia, ARPA di Novara



CONFRONTO FRA I VALORI INVERNALI DI IBE NEL 1998 E 1999

IBE



classi di qualità

1998
1999

LA QUALITA' DELLE ACQUE DEL FIUME TICINO VALUTATA ATTRAVERSO L'ANALISI BATTERIOLOGICA (BALNEABILITA')

Storicamente la qualità microbiologica dell'acqua viene intesa come accertamento della sicurezza dell'acqua rispetto alla possibile trasmissione di malattie infettive. La trasmissione di malattie veicolate dall'acqua è strettamente legata al contatto umano diretto o indiretto con essa (approvvigionamento in rete, di balneazione, acque impiegate in agricoltura per irrigazione, utilizzate per l'allevamento di molluschi eduli, etc.).

Il controllo batteriologico della qualità delle acque viene effettuato mediante la ricerca di microrganismi indicatori di contaminazione; infatti il rischio di contrarre malattie causate da agenti eziologici specifici (virus, batteri, protozoi, ecc.) a seguito dell'uso dell'acqua è in relazione al suo grado di contaminazione fecale; pertanto le analisi di controllo valutano la presenza di gruppi microbici indicatori di inquinamento fecale.

I microrganismi selezionati per il controllo microbiologico sono quelli che si ritrovano nel tratto gastrointestinale dell'uomo e degli animali a sangue caldo; tra questi si annoverano i coliformi totali. Negli anni più recenti è stata messa in dubbio la loro validità come indicatori di contaminazione, perché tra essi sono compresi batteri ubiquitari, largamente diffusi nell'ambiente.

Di maggiore specificità, come indicatore di inquinamento fecale, è il gruppo dei coliformi fecali, a cui appartiene in misura rilevante *Escherichia coli*. Essi possiedono una eccellente correlazione con la contaminazione derivante da animali a sangue caldo. Tuttavia in questo gruppo vengono annoverati rappresentanti di generi, come *Klebsiella*, che possono essere isolati da campioni di ambienti acquatici apparentemente indenni da contaminazione fecale. Per queste ragioni, numerosi studiosi ritengono necessario introdurre il parametro *Escherichia coli* come indice più specifico di tale contaminazione.

Nella normativa del nostro paese, questo organismo è stato per ora inserito dal recente Testo Unico (Dlgs n.152 dell' 11 Maggio 1999) solamente come macrodescrittore per la classificazione dei corsi d'acqua superficiali e come parametro di controllo della conformità degli scarichi.

Un altro gruppo di organismi indicato generalmente come streptococchi fecali viene utilizzato come indicatore di inquinamento dell'acqua. Seppur rappresentanti della flora batterica delle feci umane, essi sono presenti con una densità inferiore rispetto ai coliformi: questo li rende indicatori di contaminazione fecale meno sensibili. Tuttavia possono divenire di grande utilità quando la ricerca dei soli coliformi risulti insufficiente: infatti la loro maggiore sopravvivenza in ambiente acquatico può confermare la presenza di inquinamento fecale anche quando la ricerca dei coliformi non è più in grado di determinarla. La ricerca degli streptococchi fecali può quindi essere utile nelle acque di balneazione di laghi e fiumi relativamente "puliti".

L'Unione Europea l'8 dicembre 1976, ha emanato una Direttiva (76/160/CEE) concernente la qualità delle acque di balneazione.

La Direttiva stabilisce dei valori limite o *Imperativi*, cui le acque devono essere rese conformi entro un termine di dieci anni, e dei valori *Guida*, che rappresentano l'obiettivo da raggiungere da tutti gli Stati membri; inoltre viene indicata la frequenza minima di campionamento ed i metodi di analisi da adottare.

Il Governo Italiano, recependo la Direttiva CEE, con il DPR n.470/82 ha fissato valori più restrittivi, per i parametri microbiologici, della Direttiva stessa (vedasi tabella seguente).

Valori dei parametri microbiologici previsti nella Direttiva CEE 76/160 e nel DPR 470/82.

PARAMETRI	DIR CEE 76/160		DPR 470/82 e succ. int.
	Valori Guida	Valori Imperativi	Valori per l'Italia
Coliformi totali /100 ml	500	10.000	2.000
Coliformi fecali /100 ml	100	2.000	100
Streptococchi fecali /100 ml	100	-	100
Salmonelle /1 litro	-	0	0
Enterovirus /10 litri	-	0	0

Accanto ai parametri batteriologici, per la dichiarazione di balneabilità delle acque, vengono previste indagini relative anche a parametri fisici e chimici che sono: pH, colorazione, ossigeno, trasparenza, olii minerali, sostanze tensioattive e fenoli.

Secondo la normativa, la distanza tra due punti di prelievo adiacenti non può superare i 2 km, salvo a ridurla opportunamente nelle zone ad alta densità di balneazione; inoltre durante il periodo di campionamento (aprile-settembre) il DPR 470/82 prescrive una frequenza temporale di 2 campioni al mese per punto, salvo quanto disposto dall'art.7 che prevede la possibilità di applicare un criterio di giudizio più articolato per i parametri batteriologici, quando si disponga dei risultati analitici di un numero di campioni uguale o superiore a 5 per mese. Degno di nota è far rilevare che, in una zona dichiarata idonea alla balneazione, a seguito di un risultato sfavorevole, vengono effettuate delle analisi suppletive.

Il funzionamento del programma di sorveglianza, previsto dal citato DPR 470, si può così sintetizzare:

- le Regioni modificano la consistenza e/o la posizione dei punti di campionamento ed aggiornano la relativa anagrafe; tali modifiche, così come ogni altra modifica nella situazione degli scarichi e dei corsi d'acqua, vengono comunicate al Ministero della Sanità;
- i Presidi Multizonali di Prevenzione ed i Dipartimenti Provinciali dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale A.R.P.A., con il supporto dei servizi territoriali di Igiene Pubblica, che effettuano i prelievi, eseguono le relative analisi per tutta la durata della stagione balneare;
- quando si riscontra un evidente inquinamento, ovvero i risultati delle analisi impongono un provvedimento di divieto alla balneazione, il Presidio Multizonale (o Dipartimento A.R.P.A.) ne dà immediata comunicazione al Sindaco per gli adempimenti di competenza. Analogamente viene comunicato al Sindaco il verificarsi delle condizioni per il ripristino della balneabilità di zone precedentemente vietate;
- il Sindaco emette l'ordinanza di divieto di balneazione ovvero il provvedimento di revoca dei divieti in atto;
- a partire dal mese di maggio i Presidi (o Dipartimenti A.R.P.A.) trasmettono i risultati delle analisi al Sistema Informativo Sanitario del Ministero della Sanità;
- a livello locale vengono trasmessi questi risultati anche alle Regioni ed ai competenti Servizi di Igiene Pubblica;
- entro il mese di marzo dell'anno successivo, sulla base dei risultati ottenuti, le Regioni individuano le zone idonee alla balneazione e ne danno comunicazione ai Sindaci per la delimitazione dei tratti non balneabili;
- i Sindaci, con propria ordinanza ed in tempo utile per l'apertura della stagione balneare, rendono esecutivi i divieti di balneazione per le zone indicate dalle Regioni.

L'elaborazione annuale dei dati nazionali, iniziata nel 1986 a cura del Ministero della Sanità ha evidenziato che, nella maggior parte dei casi, il fattore limitante la qualità delle acque di balneazione è costituito quasi esclusivamente dai parametri microbiologici in

generale e dai coliformi fecali in particolare. A questa regola non sfuggono neanche le acque del Fiume Ticino, come riportato nella figura 1, che illustra la ripartizione percentuale dei parametri nei campioni non favorevoli, riferita alla stagione balneare 1999.

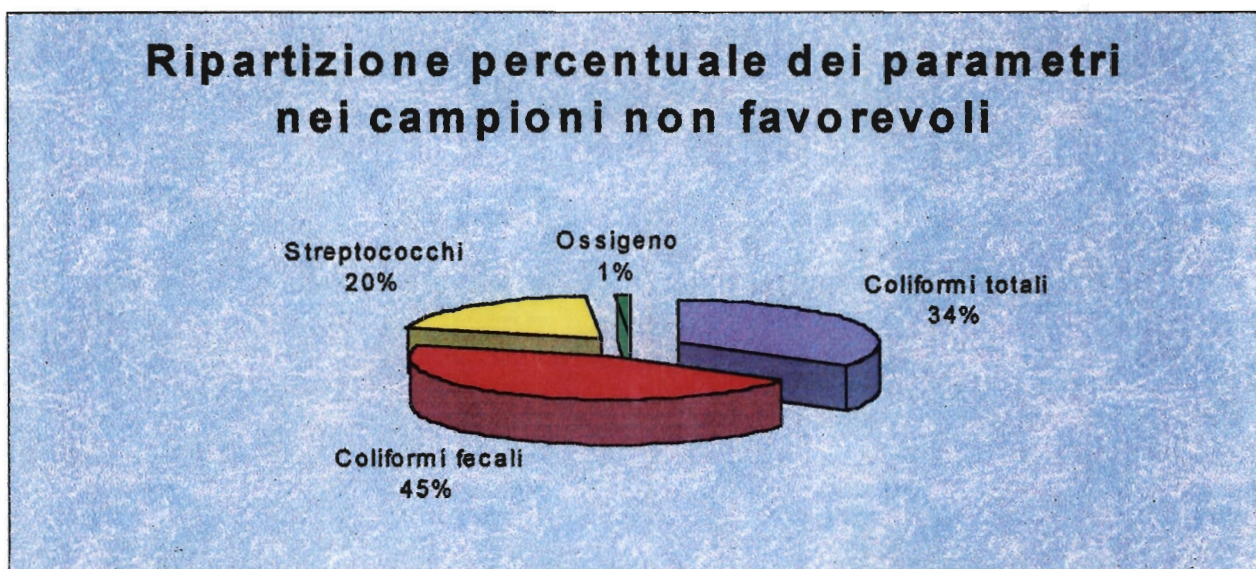


Fig.1 – Fiume Ticino 1999 – Ripartizione percentuale dei parametri nei campioni non favorevoli.

La Fig.2 riporta l'andamento percentuale di idoneità di queste zone dal 1988 al 1999; in essa si nota chiaramente una tendenza al miglioramento a partire dal 1995 (20%), che raggiunge il valore più elevato nell'ultima stagione balneare (1999) con il 53,8% di zone dichiarate idonee¹. Rispetto al 1998 vi è quindi stato un ulteriore miglioramento, confermando il trend positivo degli ultimi anni. In particolare le acque del Fiume Ticino risultano vietate alla balneazione a partire dai Comuni di Cameri (NO) - Castano Primo (MI) per l'immissione di scarichi non o male depurati. Procedendo verso valle l'inquinamento microbiologico aumenta in modo considerevole per l'aumentata presenza sia di scarichi grezzi sia di affluenti notevolmente compromessi.

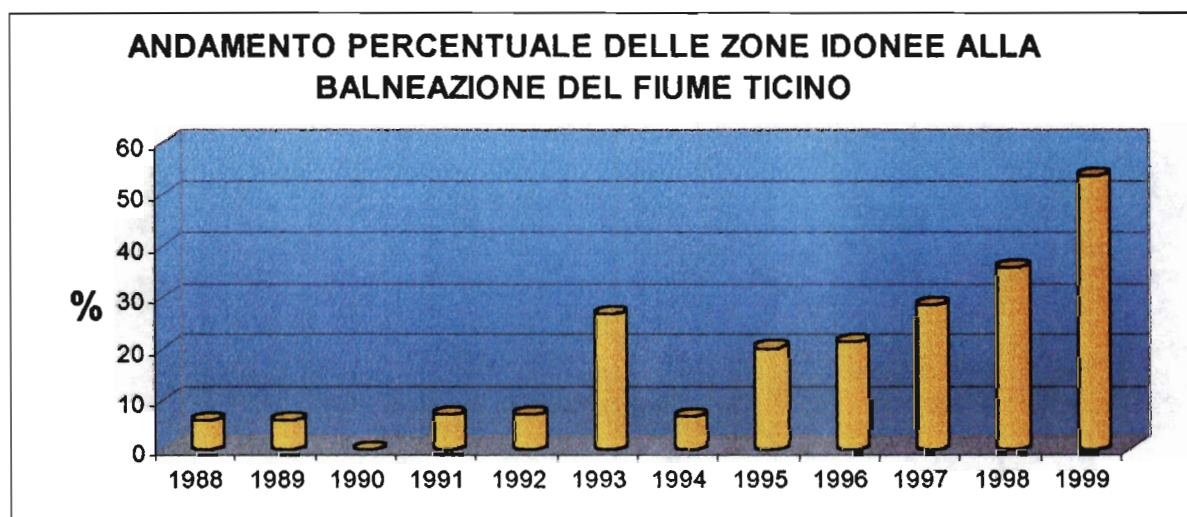


Fig. 2 – Fiume Ticino – Andamento percentuale delle zone idonee alla balneazione.

¹ Per il calcolo della percentuale delle zone idonee alla balneazione, si sono considerati solamente i dati ufficializzati dal Ministero della Sanità, cioè, nel caso specifico, quelli delle province di Varese e Novara.

Nelle schede successive vengono riportati i parametri relativi ai soli coli fecali per il 1999 comprensivi delle analisi effettuate su tutta l'asta fluviale (per una panoramica completa dei dati microbiologici si consulti l'Allegato B) . Da tali schede emerge chiaramente che i punti critici dal punto di vista della balneabilità sono quelli posti a valle di alcuni impianti di depurazione o di affluenti fortemente compromessi (Roggia Cerana e Scolmatore di Nord-Ovest).

Va inoltre segnalata la presenza di un campione non conforme al parametro Salmonella per ognuna delle seguenti stazioni: Vigevano (località Aiala), Torre d'Isola, Pavia (Casa sul Fiume), Pavia (ponte Libertà) e Linarolo (vedi Tabella 1).

DATA	STAZ.	PROVINCIA	COMUNE	LOCALITA'	SALMONELLA
15/09/99	36	PAVIA	Vigevano	Aiala	presente
29/09/99	43	PAVIA	Torre d'Isola	Poligono	presente
16/06/99	45	PAVIA	Pavia	Casa sul Fiume	presente
29/09/99	46	PAVIA	Pavia	Ponte Libertà	presente
29/09/99	49	PAVIA	Linarolo	la Becca	presente

Tabella 1: campioni non conformi al parametro Salmonella.

STAZIONI DI MONITORAGGIO BATTERIOLOGICO

CON VALORI DELLA MEDIA GEOMETRICA DEI COLI FECALI RILEVATI NELL'ESTATE 1999

(periodo aprile-settembre)

DATA	STAZ.	PROVINCIA	COMUNE	LOCALITA'	FECALI/100 ml
5-6-7-8-9/99	5	NOVARA	Varallo Pombia	Ramè	25
5-6-7-8-9/99	6	NOVARA	Varallo Pombia	Panperdù	24
5-6-7-8-9/99	8	NOVARA	Pombia	Bui Pralungo Casone	29
5-6-7-8-9/99	10	NOVARA	Marano Ticino	Porto Castelnuovate	22
5-6-7-8-9/99	12	NOVARA	Oleggio	Ponte S.S. 527	70
5-6-7-8-9/99	14	NOVARA	Bellinzago	Cascina Provasin	32
5-6-7-8-9/99	17	NOVARA	Cameri	Presa Langosco	765
5-6-7-8-9/99	19	NOVARA	Galliate	Ponte di ferro	348
5-6-7-8-9/99	23	NOVARA	Romentino	Boscaccio	334
5-6-7-8-9/99	28	NOVARA	Trecate	Colonia Elioterapica	200
5-6-7-8-9/99	29	NOVARA	Cerano	Villa Giulia - Cava Elmit	248

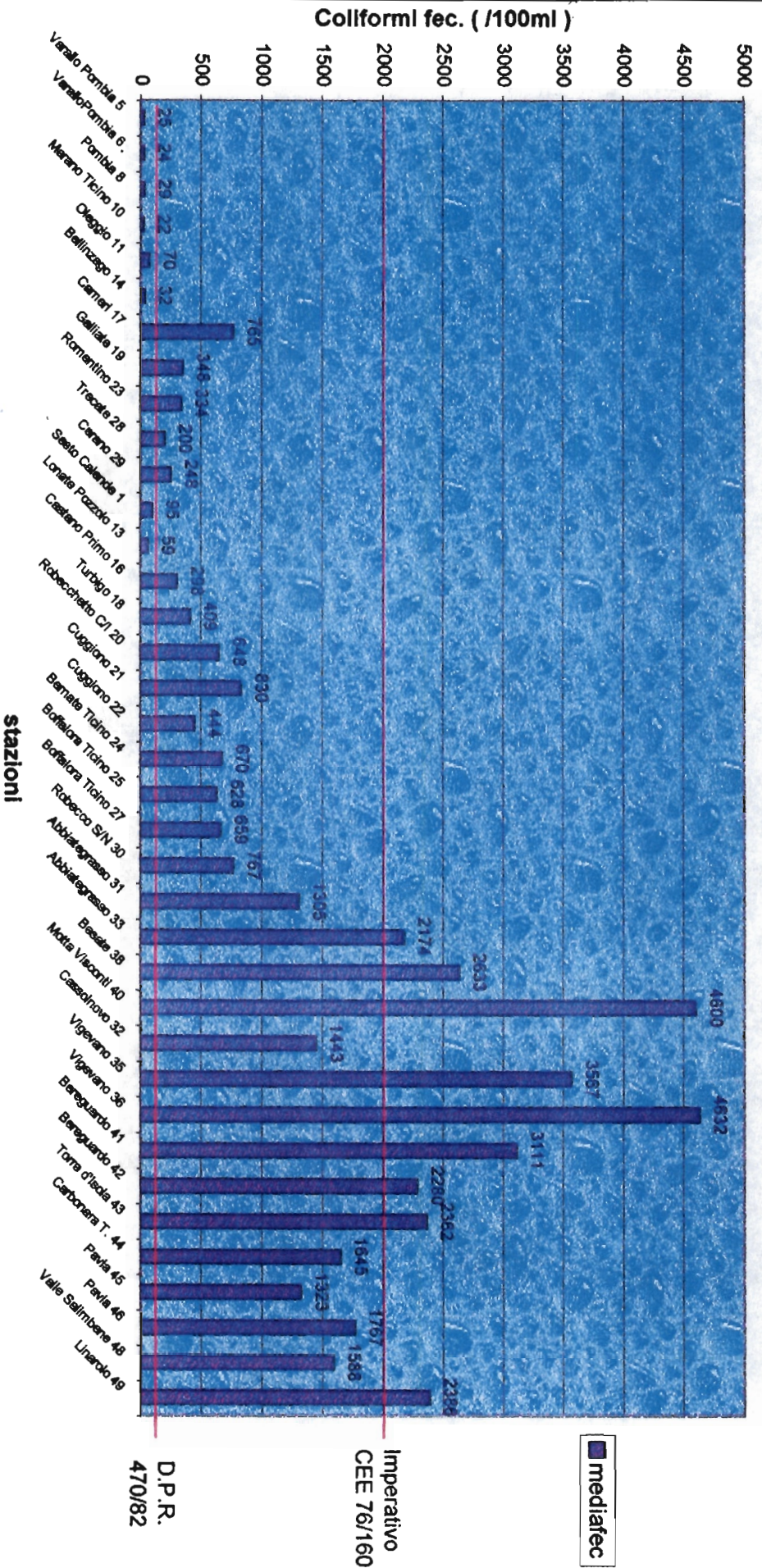
5-6-7-8-9/99	1	VARESE	Sesto Calende	Circolo Sestese	95
5-6-7-8-9/99	13	VARESE	Lonate Pozzolo	Turbigaccio	59

5-6-7-8-9/99	16	MILANO	Castano Primo	Casa delle barche	298
5-6-7-8-9/99	18	MILANO	Turbigo	Lido	409
5-6-7-8-9/99	20	MILANO	Robecchetto C/I	Regina Residence	648
5-6-7-8-9/99	21	MILANO	Cuggiono	San Rocco	830
5-6-7-8-9/99	22	MILANO	Cuggiono	Baragge	444
5-6-7-8-9/99	24	MILANO	Bernate Ticino	Ponte Autostrada	670
5-6-7-8-9/99	25	MILANO	Boffalora Ticino	Piave	628

DATA	STAZ.	PROVINCIA	COMUNE	LOCALITA'	FECALI/100 ml
5-6-7-8-9/99	27	MILANO	Boffalora Ticino	Fagiana	659
4-5-6-7-8/99	30	MILANO	Robecco S/N	L.C. Barenghi	767
5-6-7-8-9/99	31	MILANO	Abbiategrasso	monte dep. Magentino	1305
5-6-7-8-9/99	33	MILANO	Abbiategrasso	centro balneare-Gabana	2174
5-6-7-8-9/99	38	MILANO	Besate	Zerbo	2633
apr-99	40	MILANO	Motta Visconti	L.G.S.	4600
5-6-7-8-9/99	32	PAVIA	Cassolnovo	monte C.S.N.	1443
5-6-7-8-9/99	35	PAVIA	Vigevano	Ponte S.S. 494.	3567
5-6-7-8-9/99	36	PAVIA	Vigevano	Ajala	4632
5-6-7-8-9/99	41	PAVIA	Beregardo	La Zelata	3111
5-6-7-8-9/99	42	PAVIA	Beregardo	Ponte di barche	2280
5-6-7-8-9/99	43	PAVIA	Torre d'Isola	Poligono (isola militare)	2362
5-6-7-8-9/99	44	PAVIA	Carbonara	Cantarana	1645
5-6-7-8-9/99	45	PAVIA	Pavia	Casa sul Fiume	1323
5-6-7-8-9/99	46	PAVIA	Pavia	Ponte Libertà	1767
5-6-7-8-9/99	48	PAVIA	Valle Salimbene	Ponte della Becca	1588
5-6-7-8-9/99	49	PAVIA	Linarolo	La Becca	2386

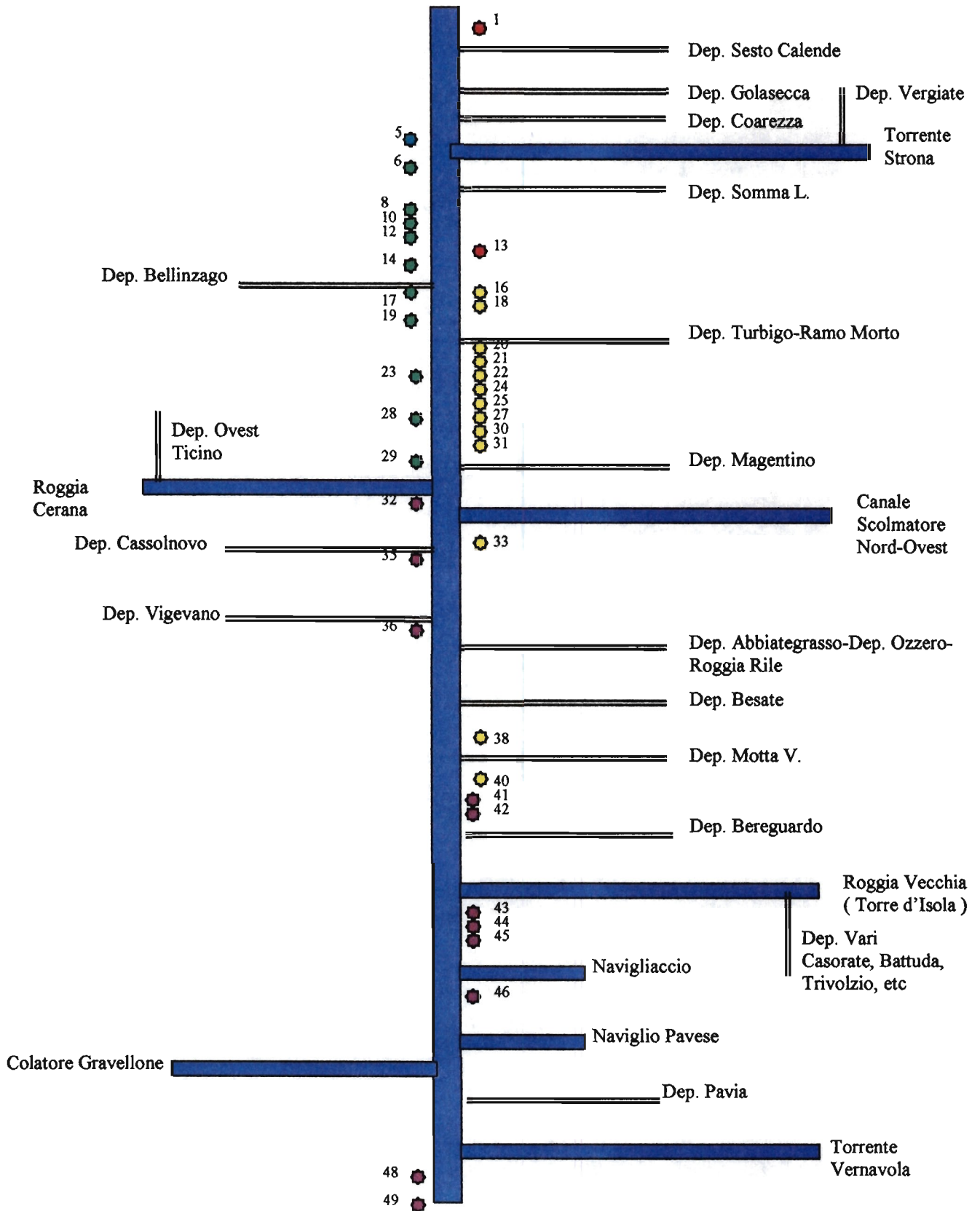
MONITORAGGIO DEI COLIFORMI FECALI NEL FIUME TICINO

media geometrica dei valori riscontrati nel periodo aprile-settembre 1999



SCHEMA IDROGRAFICO DEL FIUME TICINO

STAZIONI MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO ANNO 1999



ANALISI DEI PRINCIPALI SCARICHI AFFERENTI AL FIUME TICINO NEL TRATTO COMPRESO TRA CERANO E VIGEVANO

Alla luce dei risultati relativi al monitoraggio microbiologico delle acque del Ticino, per il 1999 sono state introdotte delle novità.

Si tratta sostanzialmente di un approfondimento effettuato, a cura del Parco del Ticino, nel tratto rivelatosi più critico dal punto di vista sanitario, una sorta di "indagine nell'indagine" con la quale si sono voluti evidenziare gli impatti maggiormente influenti sul degrado sanitario nella parte centro-sud del corso del fiume.

In particolare sono state monitorate le aree investite da tre affluenti nella zona compresa tra Magenta e Vigevano e cioè:

- 1) il torrente Terdoppio Novarese-Roggia Cerana-Ramo dei Prati;
- 2) il canale adduttore dello scarico del depuratore del consorzio del Magentino;
- 3) il canale Scolmatore Nord Ovest Milano.

Nel caso del torrente Terdoppio Novarese-Roggia Cerana-Ramo dei Prati è stato costituito nel 1997 un gruppo tecnico di lavoro formato da rappresentanti dei due Parchi, dell'A.R.P.A. di Novara, della Provincia di Novara e del Consorzio Servizi Ecologici Ovest Milano, con il compito di monitorare e valutare lo stato di degrado delle acque.

Sono state predisposte 14 stazioni di campionamento poste a monte e a valle dei principali scarichi afferenti in questo corso d'acqua, nonché 2 stazioni poste a monte e a valle dell'immissione di questo nel fiume Ticino.

Osservando i dati a disposizione, seppur riferiti per ora a soli due campionamenti, appare subito chiaro che dal punto di vista microbiologico i punti critici sono 2 e cioè la stazione di Novara S.Rocco, subito a valle dello scarico non depurato che immette le fognature di Novara, e la stazione subito a valle dello scarico del depuratore Consortile di Cerano (si veda lo schema idrografico del corso d'acqua di seguito riportato).

Il canale adduttore dello scarico del depuratore del Consorzio del Magentino e il Canale Scolmatore Nord-Ovest Milano sono invece stati monitorati dall'Azienda Municipale Acqua e Gas di Abbiategrasso (A.M.A.G.A.).

Anche in questo caso le analisi sono in pieno svolgimento, ma dai primi dati disponibili si può già vedere come, effettuando prelievi a monte e a valle del primo dei suddetti scarichi (circa 200 m dopo l'immissione del canale nel Ticino, dove vi è già un buon rimescolamento delle acque), il carico di contaminazione fecale nel Ticino aumenti sensibilmente.

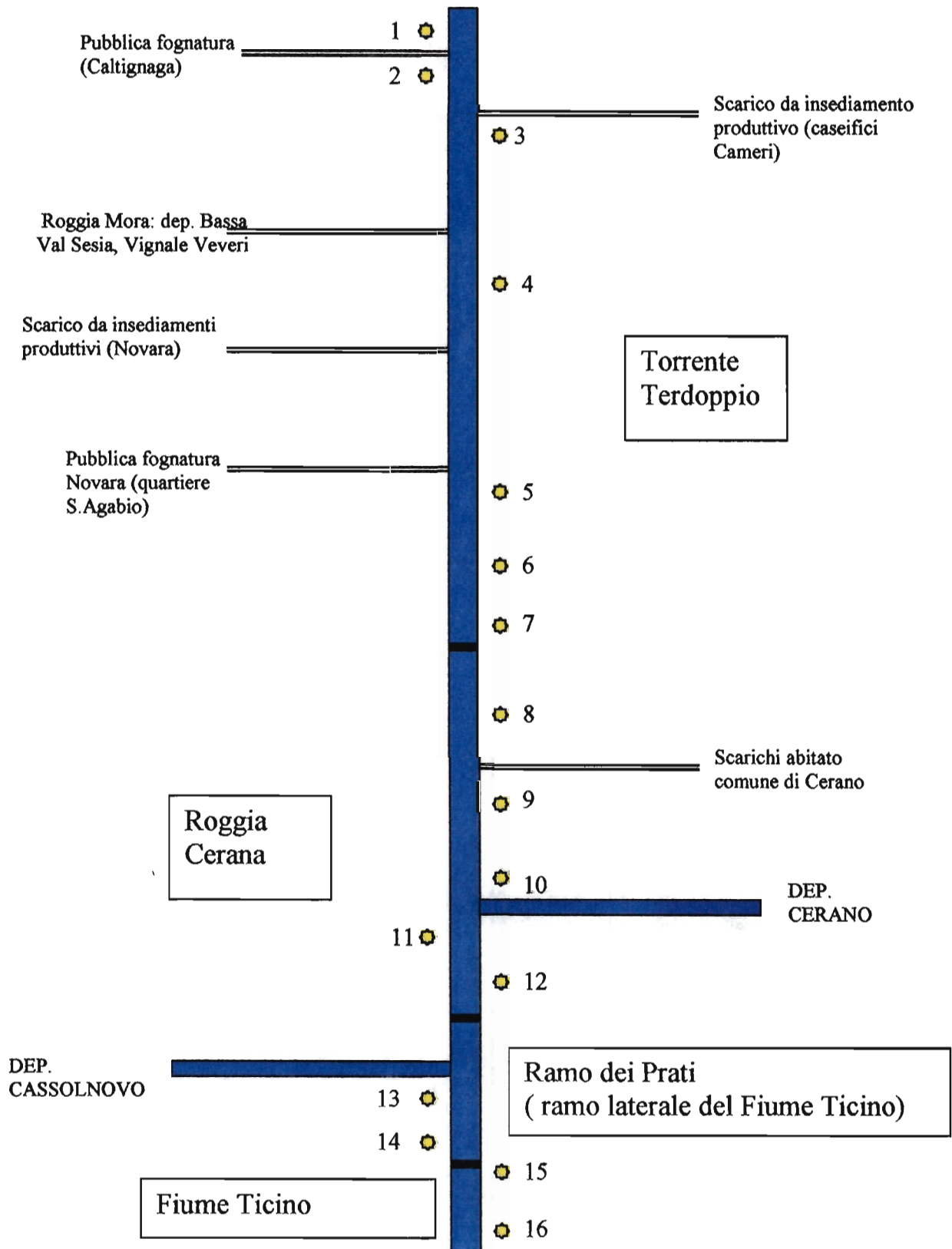
Per quanto riguarda invece il Canale Scolmatore Nord-Ovest Milano, i dati sono stati raccolti seguendo un altro criterio. Infatti è stata misurata la carica di contaminanti fecali a monte di tutti e tre gli scarichi qui considerati, quindi negli scarichi stessi poco prima dell'immissione nel Ticino ed infine in un punto a valle dei tre efferenti.

Anche in questo caso l'aumento di carica è marcato, aumentando di almeno un ordine di grandezza.

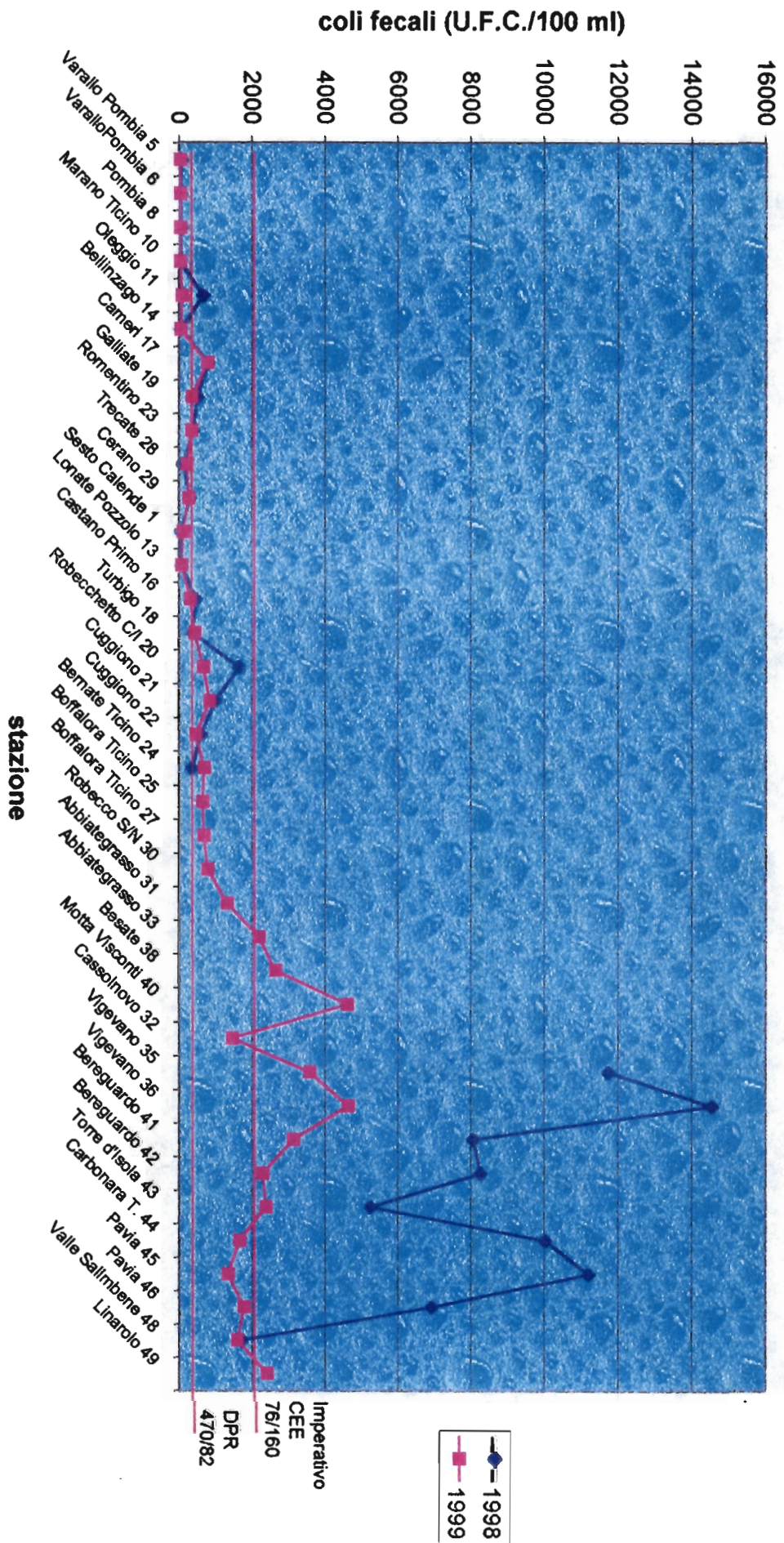
Di seguito vengono riportati alcuni grafici riguardanti le situazioni appena descritte, dai quali risultano ben evidenti le considerazioni esposte.

SCHEMA IDROGRAFICO TORRENTE TERDOPPIO-ROGGIA CERANA- RAMO DEI PRATI

STAZIONI MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO ANNO 1999

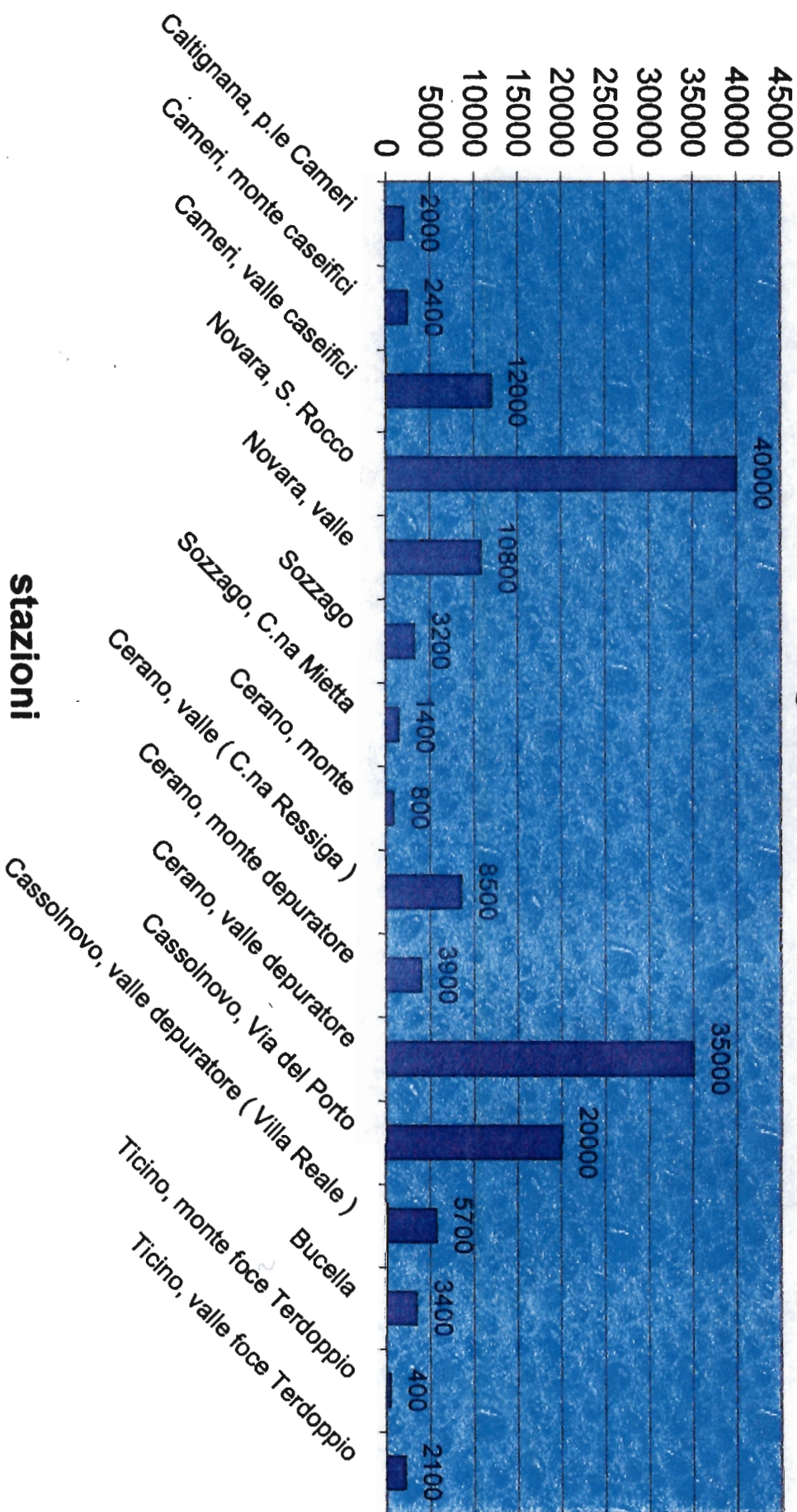


CONFRONTO TRA LE MEDIE DI COLIFORMI FECALI NELLE ESTATI DEL 1998 E 1999



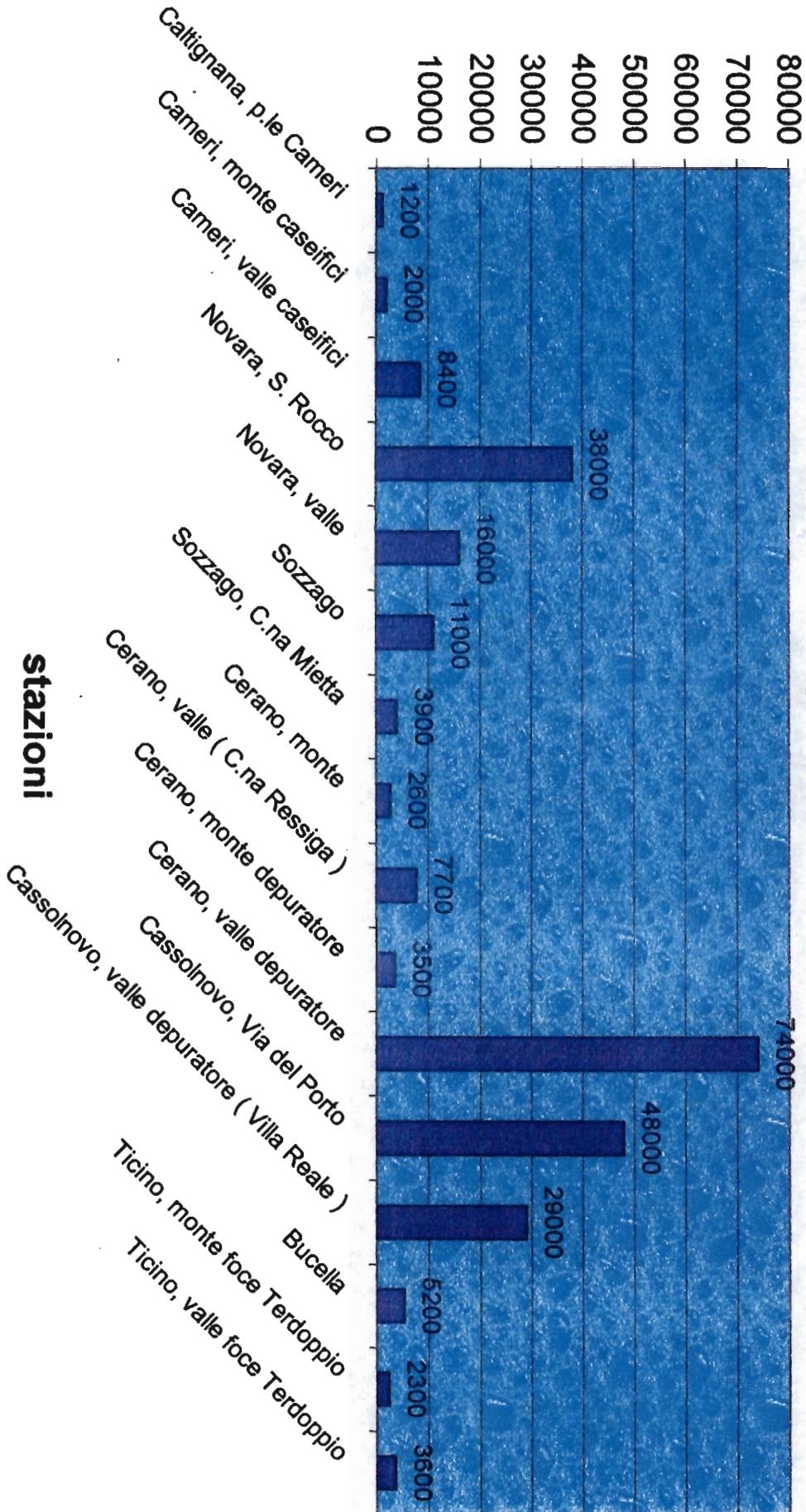
coli fecali (U.F.C./100ml)

**Andamento dei coliformi fecali lungo il corso del torrente Terdoppio
Novarese-Roggia Cerana-Ramo dei Prati
Giugno 1999**

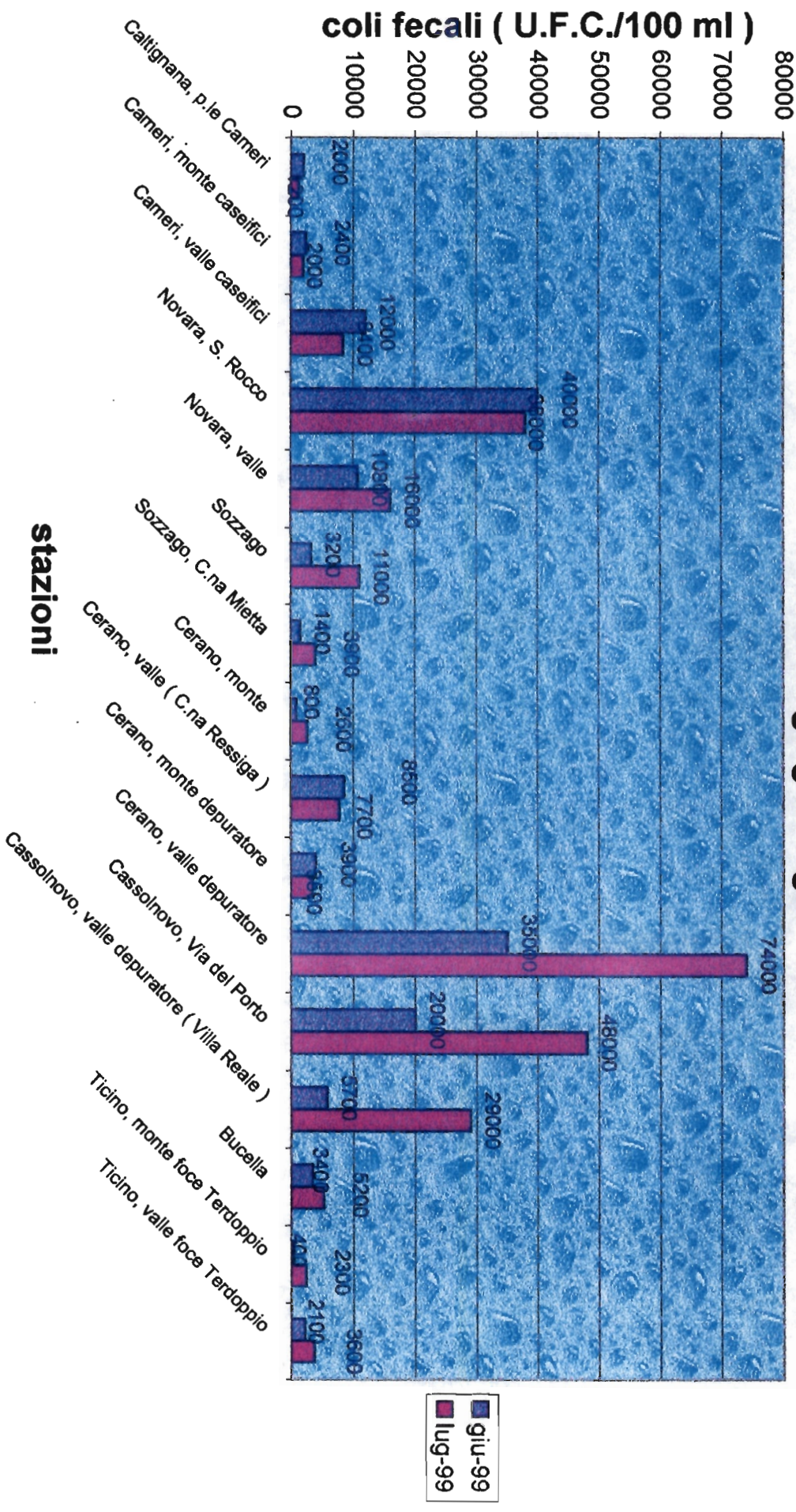


coli fecali (U.F.C./100ml)

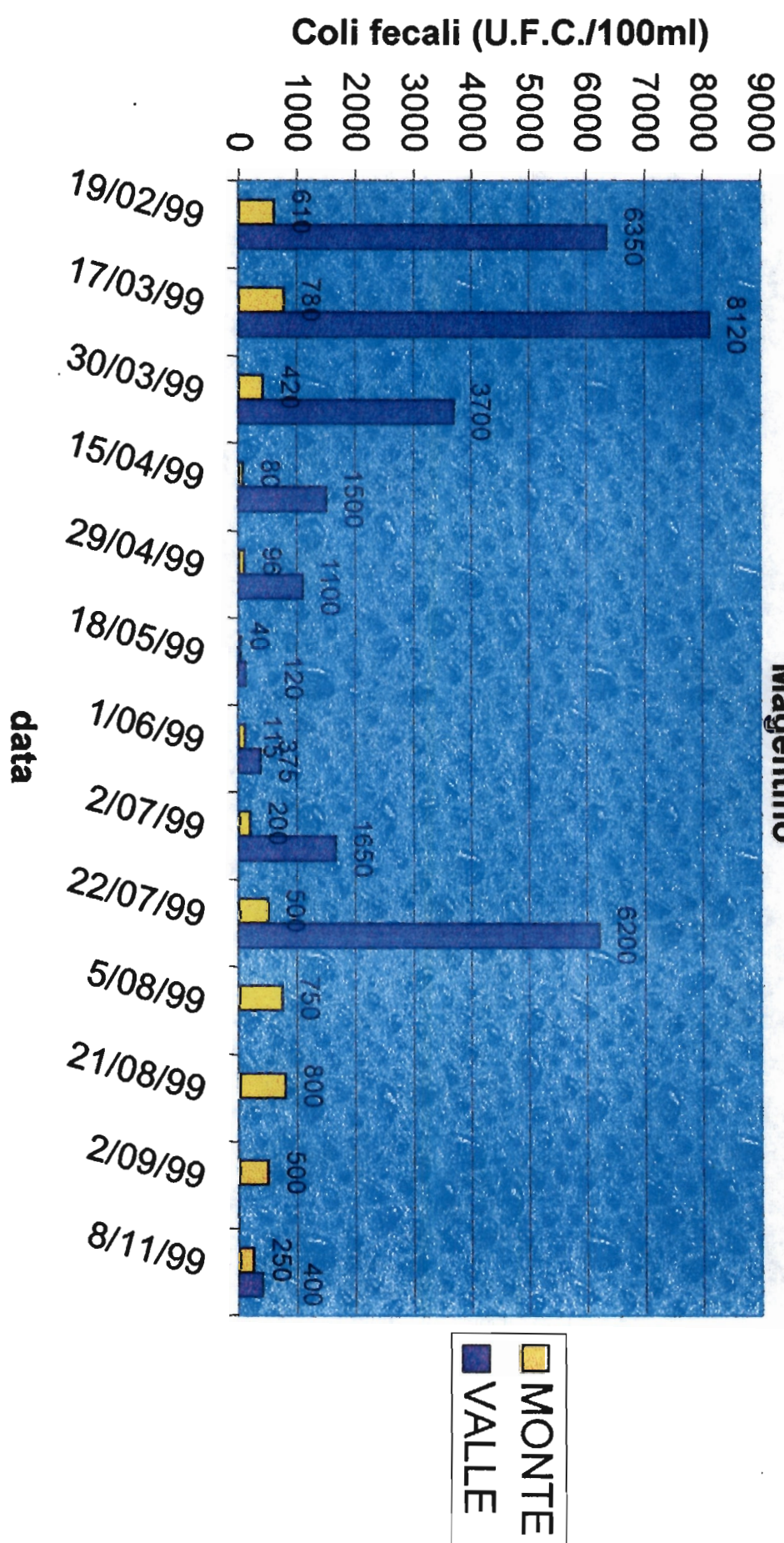
Andamento dei coliformi fecali lungo il corso del torrente Terdoppio Novarese-Roggia Cerana-Ramo dei Prati Luglio 1999



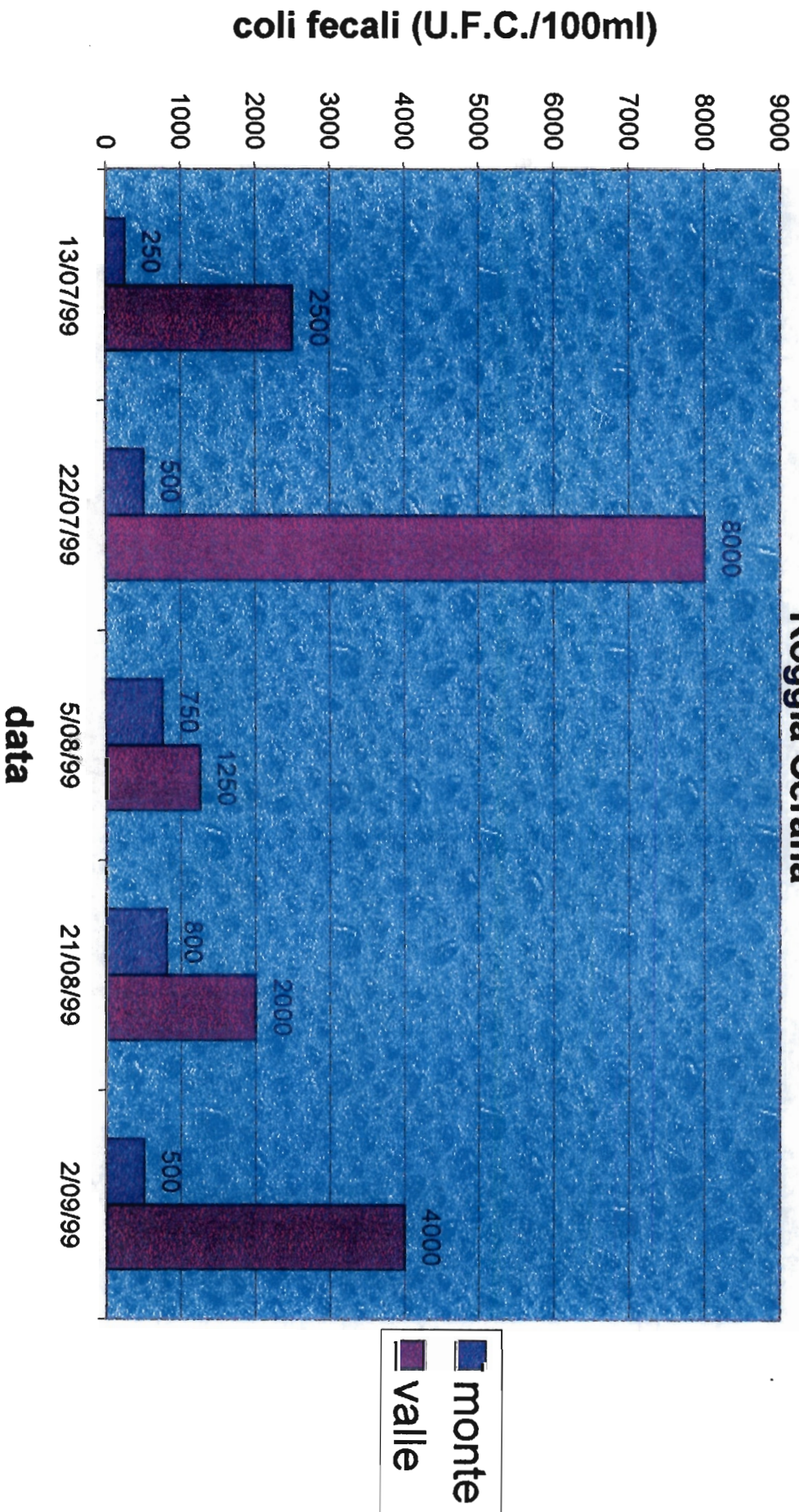
Andamento dei coliformi fecali lungo il corso del torrente Terdoppio Novarese-Roggia Cerana-Ramo dei Prati Confronto giugno-luglio 1999



Coliformi fecali 99
monte e valle canale adduttore scarico depuratore consorzio del
Magentino



**Coliformi fecali rilevati a monte e a valle del tratto ricevente: canale
adduttore scarico depuratore consorzio del Magentino, CSNO, e
Roggia Cerana**



LA QUALITA' DELLE ACQUE DEL FIUME TICINO VALUTATA ATTRAVERSO L'ANALISI DEI PARAMETRI CHIMICI

Nel decreto legislativo n. 152 dell'11.05.1999, recante la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali (Testo Unico), approvato definitivamente dal Consiglio dei Ministri il 21 aprile u.s., sono stati indicati i diversi parametri da valutare per il monitoraggio dei corsi d'acqua. Precedentemente a tale recentissima norma vigevano il D.P.R.470/82, il Dlgs.130/92, il D.P.R. 515/82, il Piano Regionale Risanamento Acque – PRRA – Regione Lombardia, che definivano parametri diversi, limiti di riferimento diversi e non sempre perfettamente sovrapponibili. I dati raccolti dal Parco del Ticino per il 1999 e di seguito riportati riguardano i risultati di prelievi ed analisi effettuati dai diversi enti territorialmente competenti secondo le discipline di Legge prima citate.

L'analisi che segue, per semplificare la lettura e la valutazione dei dati, riporta nelle tabelle i parametri chimici ricompresi tra i cosiddetti "macrodescrittori" previsti dal Testo Unico delle Acque recentemente approvato, in quanto tali parametri ben definiscono lo stato delle acque del fiume. Gli stessi indicatori utilizzati, in quanto recepiti dalla norma, sono riconosciuti su scala nazionale e costituiscono già la base delle comparazioni da effettuarsi nei prossimi anni.

Occorre sottolineare che i dati di carattere chimico attualmente a disposizione, stante in particolare la esiguità numerica delle tipologie dei parametri determinanti, possono apparire "frammentari" ma peraltro consentono di svolgere una analisi storica della situazione del fiume una volta identificati i parametri "indice" più significativi.

Come già accennato tra i parametri di base, la cui la determinazione è resa obbligatoria dal Testo Unico, viene individuato un "sottogruppo" detto dei "macrodescrittori", utilizzati per la classificazione dei corpi idrici: si riporta di seguito la tabella come viene presentata nel Testo Unico per i parametri chimici cui si aggiunge, ovviamente, il valore della portata.

PARAMETRI CHIMICI DI BASE (con (o) sono indicati i parametri macrodescrittori utilizzati per la classificazione delle acque)

Portata (m ³ . s ⁻¹)	Azoto nitrico (N mg/l) * (o)
PH	Ossigeno disciolto (mg/l) ** (o)
Solidi sospesi (mg/l)	BOD5 (O ₂ mg/l) ** (o)
Temperatura (°C)	COD (O ₂ mg/l) ** (o)
Conducibilità (μS. cm ⁻¹) **	Ortofosfato (P mg/l) *
Durezza (mg/l di CaCO ₃)	Fosforo Totale (P mg/l) ** (o)
Azoto totale (N mg/l) **	Cloruri (Cl ⁻ mg/l) *
Azoto ammoniacale (N mg/l) * (o)	Solfati (SO ₄ ⁻² mg/l)*

(*) determinazione sulla fase disciolta

(**) determinazione sul campione tal quale

Di seguito vengono riportati i singoli macrodescrittori ed il significato attribuito ad ogni parametro analizzato.

Temperatura.

La temperatura è uno dei principali fattori che regolano il funzionamento degli ecosistemi acquatici. La risposta alle variazioni di temperatura si manifesta innanzitutto sui singoli individui, con reazioni a livello biochimico e comportamentale.

Tale azione si ripercuote sulle popolazioni, determinandone variazioni nella velocità di crescita, nella sopravvivenza, nella natalità ed infine sulla struttura e sulle funzioni dell'intero ecosistema.

Va ricordato che gli effetti sull'ecosistema acquatico della temperatura si sommano ad altri fattori e vanno valutati insieme ad altre cause di nocività frequenti in acque sottoposte a riscaldamento. Ad esempio la solubilità dell'ossigeno disciolto in acqua dipende dalla temperatura.

Causa principale dell'aumento termico dei corpi idrici naturali solitamente è lo scarico in essi delle acque utilizzate dalle industrie per il raffreddamento degli impianti e per la produzione di energia.

PH.

Il pH è utilizzato per esprimere l'alcalinità e l'acidità di un'acqua. Nei corsi d'acqua, in condizioni naturali ed in assenza di fonti di inquinamento, il pH assume valori compresi, in generale, tra 5 e 8.5.

Un'intensa attività fotosintetica può determinare un ambiente alcalino in un corpo idrico, a causa della rimozione dell'anidride carbonica, fino a raggiungere valori prossimi o superiori a 9.5 unità; le cause di alterazione del pH, legate a fattori antropici, sono principalmente dovute all'immissione di reflui acidi o alcalini industriali.

L'intervallo di pH ottimale per la sopravvivenza degli organismi animali e vegetali non è identico per tutte le specie che popolano un determinato ecosistema acquatico; in particolare risultano essere dannose per la sopravvivenza del biota le fluttuazioni significative di pH.

Conducibilità.

La conducibilità elettrica è un buon indicatore del grado di mineralizzazione di un'acqua.

Nella maggioranza delle acque piscicole la conducibilità varia fra 150 e 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$; nei corsi d'acqua di pianura, fortemente inquinati, i valori possono arrivare a 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ed oltre. In genere, i valori di tale parametro in un fiume crescono progressivamente da monte a valle, rappresentando il processo di mineralizzazione e di arricchimento in sali dovuto al drenaggio del bacino. Brusche variazioni possono essere determinate da immissioni di acque provenienti da altri bacini, da acque sotterranee, o dagli scarichi inquinanti.

Ossigeno disciolto.

La presenza di ossigeno disciolto rende possibile il metabolismo aerobio; quando la concentrazione di tale parametro scende al di sotto di 5-6 ppm gli organismi più sensibili non sopravvivono e mutano le caratteristiche dell'intero ecosistema acquatico.

Basse concentrazioni di ossigeno disciolto indicano l'esistenza di inquinamento attribuibile a composti che richiedono ossigeno per la loro trasformazione chimica.

BOD₅ (richiesta biochimica di ossigeno).

Il BOD₅ (richiesta biochimica di ossigeno) è la quantità di ossigeno necessaria per ossidare, tramite l'"azione" dei microrganismi presenti nel campione in esame, le sostanze organiche in un periodo di cinque giorni. Tale parametro indica quindi il carico inquinante degradabile biologicamente.

C.O.D. (richiesta chimica di ossigeno).

Il C.O.D. (richiesta chimica di ossigeno) rappresenta la misura dell'ossigeno necessario ad ossidare chimicamente le sostanze presenti in un campione, la tecnica di misura prevede l'utilizzo di un ossidante forte in ambiente acido a caldo.

Le sostanze che determinano la presenza di C.O.D. nelle acque sono di origine sia naturale che antropica. Tra le fonti naturali vanno annoverate il drenaggio dei terreni ricchi di sostanze organiche umiche e di sostanze inorganiche ridotte, l'erosione dei suoli e la rimozione di materiali depositati sul fondo del corso d'acqua ad opera della turbolenza indotta da venti e correnti.

Le fonti antropiche sono costituite dagli scarichi civili, dalla agrozootecnica e da molte attività industriali.

Fosforo.

Il fosforo è presente nel terreno sotto forma di fosfati inorganici ed organici.

Apporti esterni derivano dai fertilizzanti chimici, dai concimi naturali animali e vegetali ed in piccola parte dalle piogge. L'estrazione di questo elemento dal suolo avviene principalmente per fenomeni di scorrimento ed erosione e solo una minima parte del fosforo estratto si infiltra nelle acque sotterranee. Il maggior apporto di fosforo nelle acque è di origine "biologica" (effluenti civili) o correlata all'utilizzo di detersivi di origine sintetica.

Ammoniaca (espressa come N).

La presenza di ammoniaca determinata come azoto (N) ammoniacale nelle acque, è riconducibile a diverse fonti inquinanti; l'ammoniaca è il risultato della decomposizione dell'azoto organico che viene eliminato con i prodotti di rifiuto metabolico. Per questo motivo la sua presenza nelle acque può assumere significato di un inquinamento di tipo "biologico".

Altre fonti di azoto ammoniacale possono essere costituite dai concimi di sintesi a base di urea e da alcuni effluenti industriali.

Questo inquinante è immesso nell'ambiente sia da fonti diffuse (precipitazioni, reflui da aree urbane, suolo coltivato, suolo non coltivato) che puntiformi (effluenti industriali o provenienti da allevamenti zootecnici)

Nitrati (espressi come N).

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. Essendo prodotto di ossidazione dell'azoto ammoniacale, il nitrato può essere presente in concentrazioni significative nelle acque superficiali prossime a scarichi di impianti di depurazione con componente prevalentemente civile.

L'azoto di origine nitrica concorre ai fenomeni di eutrofizzazione delle acque superficiali, costituendo substrato "nutriente".

Cloruri.

I cloruri sono ioni con funzione fisiologica essenziale negli organismi acquatici per la determinazione ed il mantenimento dell'osmolarità plasmatica.

Numerosi cloruri si trovano in natura come minerali; fra questi i più abbondanti sono: NaCl, KCl, MgCl₂. Lo ione cloruro è inoltre il costituente di numerosissimi composti inorganici di uso industriale. In particolare, le soluzioni acquose dell'acido da cui deriva, l'acido cloridrico, trovano larghissima applicazione nelle attività manifatturiere; il sodio cloruro, principale fonte di ione cloruro, viene utilizzato in metallurgia, nella concia delle pelli, nelle produzioni del vetro e delle ceramiche.

Solfati.

I solfati, sali dell'acido solforico, hanno concentrazioni molto variabili nelle acque correnti, strettamente legate alle caratteristiche litologiche del bacino drenato. In bacini silicei le concentrazioni non superano solitamente i 10 mgSO₄/l, mentre in bacini gessosi possono raggiungere valori medi di 50 mg/SO₄/l.

Tra i solfati di maggior interesse industriale si ricorda il sodio solfato che viene impiegato nell'industria vetraria, in tintoria e nella produzione di cellulosa, l'ammonio solfato che viene utilizzato come fertilizzante, il magnesio solfato che trova applicazione nell'industria della carta e tessile, il calcio solfato che viene usato in edilizia ed infine il rame solfato che viene impiegato come anticrittogamico e nei processi galvanoplastici.

Di seguito viene riportata la tabella che definisce lo stato di qualità di un corso d'acqua, in base ai valori assunti dai parametri macrodescrittori

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100-OD (%sat.)	≤ 110l (#)	≤ 120l	≤ 130l	≤ 150l	> 150l
BOD5 (O2 mg/L)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (O2 mg/L)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH4 (N mg/L)	< 0,03	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,5	> 1,5
NO3 (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
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5
LIVELLO DI INQUINAMENTO DAI MACRODESCRITTORI	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60

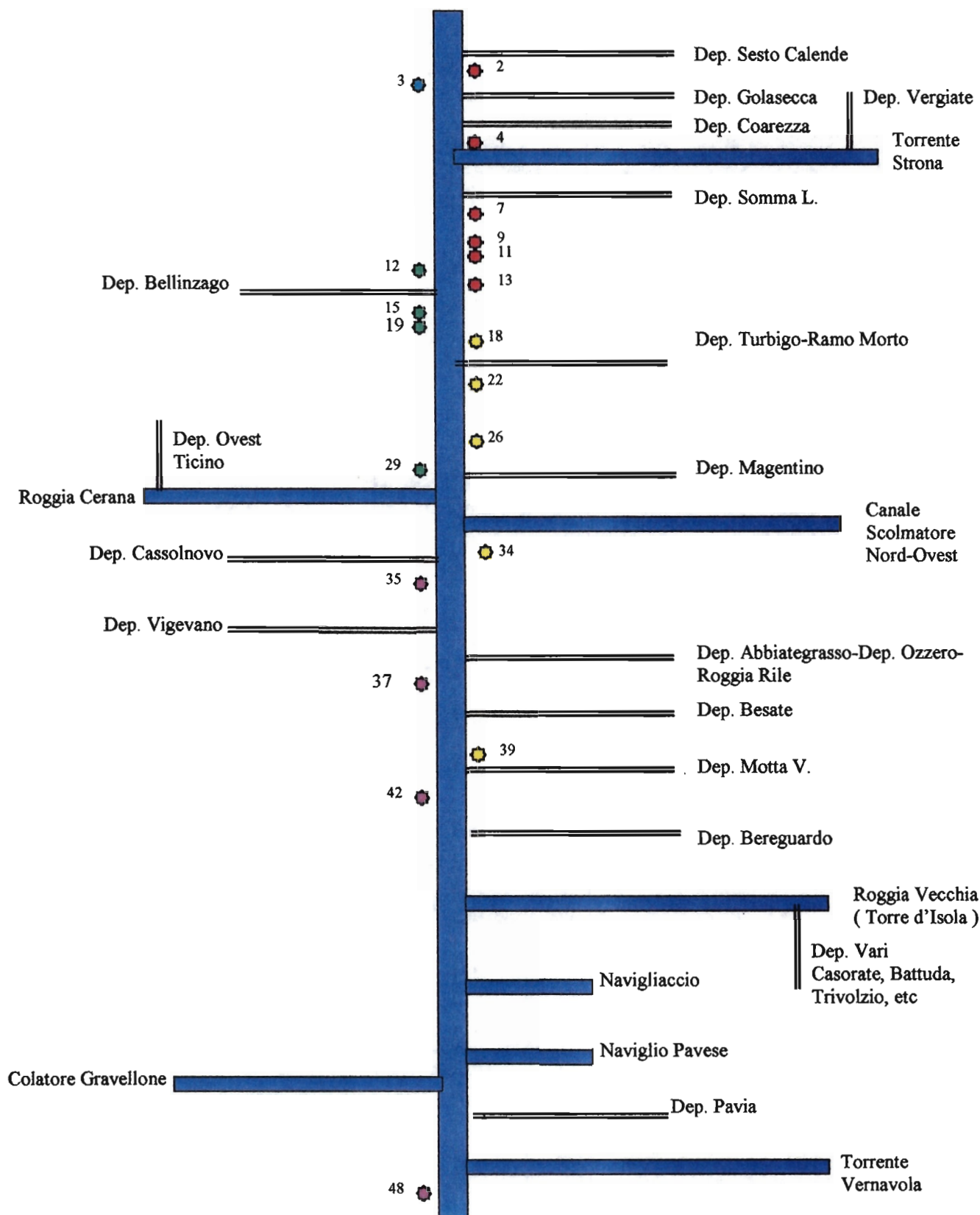
Inoltre, utilizzando due indici indicatori di qualità (I.B.E. e macrodescrittori), è possibile valutare anche lo stato ecologico di un corso d'acqua (considerando il risultato peggiore tra I.B.E. e macrodescrittori)

	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
I.B.E.	≥ 10	8-9	6-7	4-5	1, 2, 3
LIVELLO DI INQUINAMENTO DEI MACRODESCRITTORI	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60

Nelle pagine seguenti si riportano i valori ottenuti durante la campagna di monitoraggio dei parametri sopra descritti.

SCHEMA IDROGRAFICO DEL FIUME TICINO

STAZIONI MONITORAGGIO CHIMICO ANNO 1999



STAZIONI DI MONITORAGGIO DEI PARAMETRI CHIMICI

Valori rilevati nel 1999

DATA	STAZ.	PROV.	COMUNE	LOCALITA'	TEMP. °C	PH	COND. µs/cm	OSS. DISCIOLTO mg/l	BOD 5 mg/l	COD mg/l	P TOT mg/l	N. AMM. mg/l	N. NITRICO mg/l	CLORURI mg/l	SOLFATI mg/l
17-feb-99	2	VA	GOLASECCA	Diga della Miorina	5	n.d.	163	14,00	2,0	6	<0,05	<0,01	0,5	2,7	27,1
21-apr-99	2	VA	GOLASECCA	Diga della Miorina	10	7,4	159	10,00	1,0	5	<0,05	0,03	0,5	2,1	29,1
27-lug-99	2	VA	GOLASECCA	Diga della Miorina	23	7,0	170	8,00	2,0	10	0,00	0,13	0,5	2,3	24,5
03-nov-99	2	VA	GOLASECCA	Diga della Miorina	14	n.d.	n.d.	8,00	1,0	2	<0,05	0,02	0,6	1,6	22,4
19-feb-99	4	VA	SOMMA LOMB.	Coarezza	6	7,3	151	7,00	1,0	2	0,00	0,025	0,7	2,1	28,9
19-lug-99	4	VA	SOMMA LOMB.	Coarezza	23	7,1	163	8,00	3,0	18	0,06	0,16	0,5	1,9	25,0
19-feb-99	7	VA	SOMMA LOMB.	Maddalena	6	7,3	160	7,00	1,0	2	0,00	0,016	0,7	2,3	28,2
19-lug-99	7	VA	SOMMA LOMB.	Maddalena	20	7,2	189	8,00	2,0	6	0,00	0,04	0,6	2,0	25,5
22-feb-99	9	VA	VIZZOLA TIC.	Porto Castelnuovate	8	7,2	186	8,00	1,0	2	0,00	0,019	1,3	3,9	27,4
26-lug-99	9	VA	VIZZOLA TIC.	Porto Castelnuovate	23	6,8	166	8,00	1,0	2	0,04	0,02	0,5	2,4	25,1
18-feb-99	11	VA	LONATE P.	Ponte di Oleggio	6	n.d.	233	n.d.	1,0	2	<0,05	<0,01	2,3	3,3	28,9
23-apr-99	11	VA	LONATE P.	Ponte di Oleggio	11	7,4	169	11,00	1,0	2	<0,05	0,02	0,8	2,5	27,7
30-lug-99	11	VA	LONATE P.	Ponte di Oleggio	23	7,2	180	8,00	1,0	2	0,00	0	2,8	2,8	23,5
03-nov-99	11	VA	LONATE P.	Ponte di Oleggio	14	n.d.	n.d.	10,00	1,0	2	<0,05	<0,01	0,7	1,8	24,2
02-mar-99	13	VA	LONATE P.	Turbigaccio	8	7,3	162	7,00	1,0	2	0,00	0	0,0	3,0	28,3
26-lug-99	13	VA	LONATE P.	Turbigaccio	23	6,8	173	8,00	1,0	2	0,03	0,01	1,0	3,2	24,3

DATA	STAZ.	PROV.	COMUNE	LOCALITA'	TEMP. °C	PH	COND. µs/cm	OSS. DISCIOLTO mg/l	BOD 5 mg/l	COD mg/l	P TOT mg/l	N. AMM. mg/l	N. NITRICO mg/l	CLORURI mg/l	SOLFATI mg/l
09-feb-99	3	NO	CASTELLETTO	Cimilin - Dorbiè	5,0	7,53	145,5	12,55	<2	<4	<0,05	<0,05	0,9	2,8	28,7
13-apr-99	3	NO	CASTELLETTO	Cimilin - Dorbiè	11,0	7,22	156	11,81	<2	<4	<0,05	<0,05	3,2	2,4	44,3
21-lug-99	3	NO	CASTELLETTO	Cimilin - Dorbiè	23,0	8,49	128	8,53	<2	<4	<0,05	<0,05	2,9	2,5	23,7
15-nov-99	3	NO	CASTELLETTO	Cimilin - Dorbiè	11,0	7,49	126,9	9,81	<2	4,3	<0,05	<0,05	3,4	3,3	23,3
09-feb-99	12	NO	OLEGGIO	Ponte S.S. 527	5,5	7,42	237	12,35	2,6	<4	<0,05	<0,05	2,8	6,4	26,0
13-apr-99	12	NO	OLEGGIO	Ponte S.S. 527	11,0	7,86	209	10,75	<2	<4	<0,05	<0,05	9,1	4,7	26,3
21-lug-99	12	NO	OLEGGIO	Ponte S.S. 527	22,0	7,88	184	7,98	<2	<4	<0,05	<0,05	5,9	4,0	23,7
15-nov-99	12	NO	OLEGGIO	Ponte S.S. 527	11,0	7,69	148,4	10,23	<2	4,1	<0,05	<0,05	4,5	4,9	23,4
09-feb-99	15	NO	BELLINZAGO	Cascina Provasin	5,5	7,44	182	12,42	<2	<4	<0,05	0,06	1,5	4,7	27,0
13-apr-99	15	NO	BELLINZAGO	Cascina Provasin	11,0	7,69	168	10,74	<2	<4	<0,05	<0,05	5,5	4,0	27,8
21-lug-99	15	NO	BELLINZAGO	Cascina Provasin	23,0	8,08	166	8,08	<2	<4	<0,05	<0,05	4,6	3,8	24,1
15-nov-99	15	NO	BELLINZAGO	Cascina Provasin	11,0	7,77	135	10,38	<2	4,8	<0,05	<0,05	3,9	9,1	23,7
09-feb-99	19	NO	GALLIATE	Ponte di ferro	6,0	7,10	176	12,84	2,0	<4	<0,05	0,05	1,2	5,5	32,9
13-apr-99	19	NO	GALLIATE	Ponte di ferro	10,5	7,90	174	11,30	<2	<4	<0,05	<0,05	4,7	4,6	29,7
21-lug-99	19	NO	GALLIATE	Ponte di ferro	22,0	7,88	177	8,20	<2	<4	<0,05	<0,05	4,7	5,6	24,7
15-nov-99	19	NO	GALLIATE	Ponte di ferro	11,0	7,78	136,7	10,51	<2	5	<0,05	<0,05	4,1	2,4	23,2
09-feb-99	29	NO	CERANO	Villa Giulia- Cava Elmit	5,0	7,88	200	13,00	2,3	<4	<0,05	<0,05	1,5	7,2	30,9
13-apr-99	29	NO	CERANO	Villa Giulia- Cava Elmit	10,5	7,90	204	10,42	2,3	5,4	<0,05	<0,05	5,2	8,4	31,0
21-lug-99	29	NO	CERANO	Villa Giulia- Cava Elmit	22,0	9,40	185	10,91	0,0	<4	0,08	<0,05	4,3	6,7	25,7
15-nov-99	29	NO	CERANO	Villa Giulia- Cava Elmit	11,0	7,76	145,8	10,40	<2	4,8	<0,05	<0,05	4,2	3,4	23,7

DATA	STAZ.	PROV.	COMUNE	LOCALITA'	TEMP. °C	PH	COND. µs/cm	OSS. DISCIOLTO mg/l	BOD 5 mg/l	COD mg/l	P TOT mg/l	N. AMM. mg/l	N. NITRICO mg/l	CLORURI mg/l	SOLFATI mg/l
13-apr-99	18	MI	Turbigo	Ponte Ticino	17	8,70	119		<2	<5	0,05	<0,04	0,9	3,0	30
12-lug-99	18	MI	Turbigo	Ponte Ticino	20	7,30	141		<2	<5	0,03	0,03	0,7	3,0	23
15-nov-99	18	MI	Turbigo	Ponte Ticino	12	6,80	130		<2	6	<0,03	<0,03	0,2	3,0	22
12-lug-99	22	MI	Cuggiono	Ticino Blu	20	7,20	171		<2	<5	<0,03	0,03	1,1	5,0	24
15-nov-99	22	MI	Cuggiono	Ticino Blu	13	6,80	145		<2	10	<0,03	<0,03	1,0	4,0	23
13-apr-99	26	MI	Abbiategrasso		11	8,40	234		<2	<5	0,05	0,08	1,4	8,0	33
12-lug-99	26	MI	Abbiategrasso		20	7,70	211		<2	<5	<0,03	<0,03	1,1	6,0	25
15-nov-99	26	MI	Abbiategrasso		11,9	7,66	190		<2	<5	<0,03	<0,03	1,0	4,0	23
13-apr-99	34	MI	Abbiategrasso	Capanna Vecchia	12	7,40	393		<2	<5	0,06	0,08	3,2	12,0	35
12-lug-99	34	MI	Abbiategrasso	Capanna Vecchia	19	7,30	266		<2	<5	<0,03	<0,03	1,1	6,0	25
15-nov-99	34	MI	Abbiategrasso	Capanna Vecchia	12,4	7,46	200		<2	7	<0,03	<0,03	1,0	4,0	24
13-apr-99	39	MI	Motta Visconti	Confine comunale sud	11	7,40	242		<2	6	0,06	0,04	1,6	8,0	4
12-lug-99	39	MI	Motta Visconti	Confine comunale sud	20	7,40	238		<2	6	<0,03	<0,03	1,5	7,0	26
15-nov-99	39	MI	Motta Visconti	Confine comunale sud	11,7	7,58	180		<2	8	<0,03	<0,03	1,0	4,0	24
16-mar-99	35	PV	Vigevano	Ponte S.S. 494	9,5	7,73	225	10	1	3,8	<0,01	<0,03	1,5	8	35
18-mag-99	35	PV	Vigevano	Ponte S.S. 494	13,8	7,76	165	9,8	2	3	<0,01	0,06	0,8	3	27
07-set-99	35	PV	Vigevano	Ponte S.S. 494	20,0	7,61	184	7,8	1	2	<0,01	<0,03	0,9	4	25
16-dic-99	35	PV	Vigevano	Ponte S.S. 494	8,4	7,55	170	10,2	2	4	<0,01	0,03	1,1	4	26
16-mar-99	37	PV	Vigevano	Metanodotto SNAM	9,8	7,71	235	10	1		<0,01	0,04	1,6		
18-mag-99	37	PV	Vigevano	Metanodotto SNAM	13,8	7,70	180	9,4	2		<0,01	0,09	1,0		
07-set-99	37	PV	Vigevano	Metanodotto SNAM	19,6	7,55	234	7,3	1		0,02	0,03	1,5		
16-dic-99	37	PV	Vigevano	Metanodotto SNAM	9,0	7,50	220	9,8	2		0,02	0,09	1,7		
16-mar-99	42	PV	Beregardo	Ponte di barche	10,7	7,69	225	9,2	1	3,5	<0,01	<0,03	1,5	7	34
18-mag-99	42	PV	Beregardo	Ponte di barche	13,7	7,72	170	9,5	2	3	<0,01	0,07	0,9	3	27
07-set-99	42	PV	Beregardo	Ponte di barche	20,1	7,68	220	8,2	1	1	0,02	0,03	1,4	6	26
16-dic-99	42	PV	Beregardo	Ponte di barche	8,6	7,51	190	10,1	2	4	0,02	0,05	1,4	6	27

DATA	STAZ.	PROV.	COMUNE	LOCALITA'	TEMP. °C	PH	COND. µs/cm	OSS. DISCIOLTO mg/l	BOD 5 mg/l	COD mg/l	P TOT mg/l	N. AMM. mg/l	N. NITRICO mg/l	CLORURI mg/l	SOLFATI mg/l
16-mar-99	48	PV	Valle Salimbene	Ponte della Becca	11,2	7,90	225	10,1	1	3,2	0,01	<0,03	1,5	7	35
18-mag-99	48	PV	Valle Salimbene	Ponte della Becca	13,7	7,76	185	9,5	2	3	0,01	0,1	1,0	4	29
07-set-99	48	PV	Valle Salimbene	Ponte della Becca	20,3	7,78	295	8	1	2	0,14	0,05	1,3	8	31
16-dic-99	48	PV	Valle Salimbene	Ponte della Becca	8,3	7,47	210	10,1	2	4	0,02	0,15	1,4	7	28
Nota= n.d. : dati non disponibili															

Nonostante i rilevamenti dei parametri macrodescrittori non siano stati effettuati a cadenza mensile, come indicato nel decreto legislativo n. 152 del 1999 (poiché fino a quest'anno sono state in vigore le precedenti norme che definivano parametri e limiti di riferimento diversi), abbiamo voluto ugualmente azzardare una classificazione del fiume in base ai ridotti dati disponibili.

Il risultato di queste osservazioni indica che, nel complesso, il fiume è in buone condizioni, emerge infatti che il corso d'acqua rientra nel Livello 2 per tutta la sua lunghezza.

In particolare si osserva che i valori di BOD5, COD e fosforo totale si mantengono costantemente buoni lungo tutta l'asta fluviale, mentre i parametri che incidono maggiormente sulla qualità del corso d'acqua risultano l'azoto ammoniacale e l'azoto nitrico; in particolare, quest'ultimo assume valori alti (ma non preoccupanti) in provincia di Novara.

E' auspicabile inoltre che per gli anni venturi si definisca con precisione anche lo stato ecologico del fiume, che prevede l'utilizzo incrociato dei valori di I.B.E. e dei livelli di inquinamento dati dai parametri macrodescrittori.

CONCLUSIONI

Nel corso del 1999, l'intera asta fluviale è stata sottoposta a un'intensa e coordinata campagna di monitoraggio realizzata con il concorso di diversi Enti e Organismi operanti sul territorio, permettendo così di effettuare non solo una fotografia dello stato attuale, ma un primo confronto con dati pregressi significativi raccolti nel corso del 1998. Inoltre rispetto al 1998 e proprio partendo dai primi dati raccolti in quell'anno in modo coordinato, sono stati introdotti alcuni elementi di novità quale l'analisi dettagliata dell'effetto dovuto agli scarichi più importanti afferenti nel Ticino.

Di seguito vengono analizzati e confrontati i dati a nostra disposizione.

Per quanto riguarda il **monitoraggio biologico (I.B.E.)**, la situazione per l'anno 1999, si presenta migliorata rispetto all'anno precedente.

Nei tratti compresi nelle province di Milano e di Novara infatti la situazione è sostanzialmente stabile, e i valori di I.B.E. sono caratteristici di ambienti non alterati sensibilmente (I Classe di Qualità) o con moderati sintomi di alterazione (II Classe di Qualità).

Si nota però un caso particolare in provincia di Novara che meriterebbe un approfondimento: nel secondo periodo di campionamento (luglio) la stazione di Bellinzago, a valle dell'omonimo depuratore, presenta una classe III, indicante fenomeni di compromissione dell'ecosistema (l'indice ha perso ben 2 punti, tanto che le unità sistematiche sono scese da 14 a 8). La posizione della stazione, che, come già accennato si trova a valle del depuratore di Bellinzago, fa pensare a un possibile impatto derivante dal non corretto funzionamento dell'impianto.

Per quanto riguarda la provincia di Varese, si può notare un leggero miglioramento (nel 1998 ben 3 campioni erano di IV Classe, nel 1999 solamente 1), anche se vi sono ancora alterazioni nella comunità di macroinvertebrati piuttosto marcate (diversi campioni di III Classe soprattutto nella campagna di febbraio).

Nel caso di Pavia per la prima volta sono disponibili dati rilevati dal P.M.I.P., anche se solo per la campagna estiva.

Da nord a sud si nota in questo caso un peggioramento con la presenza di valori di III Classe.

Nel caso particolare della stazione Lido (P.te tangenziale) va segnalato però l'impatto diretto del depuratore di Torre d'Isola.

L'**analisi microbiologica** dei campioni d'acqua del fiume Ticino, indicativa della situazione sanitaria del corso d'acqua, evidenzia ancora una volta tre diversi gradi di inquinamento fecale.

Nel tratto più a nord, compreso nelle province di Novara e Varese tra Sesto Calende e Oleggio, troviamo infatti tutte le spiagge idonee alla balneazione, e comunque con una media di coliformi fecali, calcolata su tutta la stagione balneare (che va da aprile a settembre) minore di 100 U.F.C./100ml. Rispetto allo scorso anno va segnalato il marcato miglioramento registrato nel territorio di Oleggio, tornato idoneo all'uso ricreativo grazie all'eliminazione dell'impatto diretto dato dallo scarico di un ristorante. In questo tratto la situazione è pertanto complessivamente stabile rispetto allo scorso anno.

Vi è poi un tratto in cui si registrano medie di coliformi fecali che sono comprese tra 200 e poco più di 800 (un ordine di grandezza superiore rispetto al tratto precedente) che si estende da Cameri-Castano Primo a Robecco sul Naviglio. Anche in questo caso la

situazione è stabile, anche se, avendo il PMIP di Milano monitorato più punti rispetto allo scorso anno non è possibile un confronto per tutti i punti.

Va sottolineato comunque che questo innalzamento delle medie di coliformi fecali inizia a valle di due importanti scarichi quali quelli dei depuratori di Bellinzago e Turbigo.

Infine vi è un terzo tratto fortemente compromesso, cioè quello compreso tra Abbiategrasso e la confluenza con il Po, in cui le medie aumentano di un altro ordine di grandezza, essendo comprese tra le 1271 e le 4632 U.F.C./100ml. Il confronto con i dati dello scorso anno evidenziano comunque un miglioramento nel tratto pavese, forse dovuto alla maggior quantità d'acqua presente in alveo, derivata dalle abbondanti precipitazioni nel corso della seconda metà dell'anno.

La gravità della compromissione dal punto di vista sanitario di questo tratto ci ha però indotto ad un approfondimento, effettuato con ulteriori analisi microbiologiche a monte e a valle dei principali scarichi afferenti al Ticino, e cioè del canale adduttore dello scarico del depuratore del Consorzio del Magentino, del canale Scolmatore di Nord-Ovest e della Roggia Cerana.

Da queste analisi di approfondimento si evidenzia la forte influenza di questi scarichi sul corso d'acqua, la cui capacità autodepurante non è più sufficiente a tamponare l'immissione di materiale fecale.

La situazione per quanto riguarda le **analisi chimiche** è sostanzialmente stabile rispetto allo scorso anno ed è da ritenersi soddisfacente.

Troviamo infatti parametri, quali il fosforo totale, l'azoto ammoniacale, il B.O.D. e il C.O.D., al di sotto o prossimi alla rilevabilità strumentale, mentre i nitrati sono costanti lungo l'asta fluviale.

Per quanto riguarda i cloruri vi è invece un aumento dalla sorgente alla foce, senza però arrivare a concentrazioni preoccupanti.

Si segnala inoltre un aumento della temperatura, in particolare di quella estiva nel tratto a nord e di quella invernale in quello a sud, in parallelo con l'aumento della temperatura media dei laghi subalpini.

La **situazione generale** appare quindi buona dal punto di vista della qualità delle acque e della funzionalità ecosistemica, ma preoccupante per il tratto a sud di Abbiategrasso-Cerano per quanto riguarda il punto di vista sanitario.

Grande importanza riveste infine un altro aspetto e cioè quello delle portate che devono non solo garantire sempre un Deflusso Minimo Vitale ma anche una sufficiente diluizione degli scarichi, in modo da non rendere vana una buona depurazione con l'immissione di portate maggiori di quelle del corso d'acqua ricevente, come invece avviene spesso, per esempio, nel caso del depuratore di Cerano con l'omonima Roggia.

Infine, è auspicabile una coerente applicazione del D.L. 152/99 anche in Lombardia, a partire dall'inizio del 2000, al fine di rilevare, sulle due sponde del fiume, dati totalmente confrontabili.

DETERMINAZIONE DEL VALORE DI I.B.E.

L'Indice Biotico Esteso (I.B.E.) deriva dall'Extended Biotic Index (Woodiwiss, 1978), modificato per la realtà italiana da Ghetti (1986); nel 1995 venne pubblicata la revisione del metodo a cura dell'IRSA-CNR, ente istituzionalmente competente per la redazione dei metodi ufficiali italiani e, nel 1997, un'ultima versione a cura di Ghetti.

Lo scopo dell'I.B.E. è quello di formulare diagnosi della qualità di ambienti di acque correnti sulla base delle modificazioni nella composizione delle comunità di macroinvertebrati, indotte da fattori di inquinamento delle acque e dei sedimenti o da significative alterazioni fisiche dell'alveo bagnato. Il metodo utilizzato per la determinazione dell'indice si basa concettualmente sul confronto tra la composizione di una comunità "attesa" e la composizione della comunità presente in un determinato tratto del corso d'acqua esaminato.

I macro invertebrati sono organismi facilmente visibili ad occhio nudo; ad essi appartengono insetti, crostacei, molluschi, irudinei, tricladi, oligocheti ed altri gruppi più rari quali nemertini e nematomorfi. Tali organismi vivono nelle acque correnti, almeno una parte della loro vita, su substrati disponibili, usando meccanismi di adattamento che li rendono capaci di resistere alla corrente. Ogni tipo di substrato può fornire un habitat adatto: sedimento di fondo, ciottoli, sassi, piante acquatiche ed altri oggetti sommersi.

La scelta dei macroinvertebrati per la valutazione della qualità delle acque di superficie si giustifica per le peculiari caratteristiche di questo gruppo di organismi:

- sono ubiquitari, abbondanti e relativamente facili da campionare;
- sono relativamente facili da identificare;
- hanno una durata di vita abbastanza lunga (mesi, anni) e sono quindi in grado di registrare in modo integrato la qualità dell'ambiente;
- sono sedentari e quindi rappresentativi delle condizioni locali;
- sono composti da rappresentanti di differenti phyla e differenti livelli trofici, con conseguente differente sensibilità all'inquinamento;
- rispondono adeguatamente a diversi tipi di impatti.

Gli indici basati sullo studio dei macroinvertebrati tengono conto del fatto che gli impatti prodotti sull'ambiente per modificazioni fisiche e chimiche agiscono su:

- la composizione in specie;
- il numero totale di specie;
- il numero di individui per ogni specie;
- le proporzioni relative delle specie entro la comunità.

Sulla base della comunità di macroinvertebrati presente in una determinata sezione è possibile diagnosticare il suo stato di qualità mediante l'utilizzo di una tabella a due entrate (tab. 1) che permette di risalire al valore dell'I.B.E. (Indice Biotico Estesio): un'entrata orizzontale, che viene utilizzata in corrispondenza del Gruppo Faunistico più sensibile presente nella comunità analizzata ed una verticale, nella quale si accede in corrispondenza della colonna che comprende il numero totale di Unità Sistematiche catturate. In pratica, a secondo di quali (organismi più o meno sensibili) e quanti macroinvertebrati vengono osservati in un tratto di fiume, si ottiene un valore più o meno alto di I.B.E. E' possibile, in questo modo, tradurre un'informazione specialistica sulla qualità biologica di un tratto di fiume in un giudizio di qualità, inteso come un progressivo allontanamento dalle condizioni "naturali o normali", rappresentate dai valori più alti; nelle acque correnti italiane non contaminate l'I.B.E. non supera solitamente il valore di 12. Al valore di I.B.E. corrisponde un giudizio di qualità ed un colore assegnato convenzionalmente, al fine di poterlo rappresentare in cartografia in modo immediato e facilmente comprensibile (tab. 2).

Tabella 1 - Tabella per il calcolo del valore di LB.E.

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)		Numero totale delle Unità Sistematiche (U.S.) costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...
Plecotteri (<i>Leuctra</i>)	più di una U.S.	-	-	8	9	10	11	12	13*	14*
	una sola U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri (escludere <i>Baetidae</i> , <i>Caenidae</i> ⁰⁰)	più di una U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	-
	una sola U.S.	-	-	6	7	8	9	10	11	-
Tricotteri (comprendere <i>Baetidae</i> , <i>Caenidae</i>)	più di una U.S.	-	5	6	7	8	9	10	11	-
	una sola U.S.	-	4	5	6	7	8	9	10	-
(Gammaridi e/o Atiidi e/o Palemonidi)	tutte le U.S. sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Asellidi e/o Nithargidi	tutte le U.S. sopra assenti	-	3	4	5	6	7	8	9	-
Oligocheti o Chironomidi	tutte le U.S. sopra assenti	1	2	3	4	5	-	-	-	-
Altri organismi	tutte le U.S. sopra assenti	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda:

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

⁰⁰ : per la definizione dell'ingresso orizzontale in tabella le famiglie *Baetidae* e *Caenidae* vengono considerate a livello dei Tricotteri;

- : giudizio dubbio, per errore di campionamento, per presenza di organismi di drift erroneamente considerati nel computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologie non valutabili con l'I.B.E. (es. sorgenti, acque di scioglimento di nevai, acque ferme, zone deltizie, salmastre);

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

Tabella 2 -Tabella di conversione dei valori di I.B.E. in classi di qualità, con relativo giudizio e colore per la rappresentazione in cartografia

CLASSI DI QUALITÀ'	VALORE DI I.B.E.	GIUDIZIO DI QUALITÀ'	COLORE
Classe I	10-11-12-...	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile	azzurro
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione	verde
Classe III	6-7	Ambiente inquinato o comunque alterato	giallo
Classe IV	4-5	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato	arancione
Classe V	0-1-2-3	Ambiente fortemente inquinato e fortemente alterato	rosso

ALLEGATO B

BALNEABILITA' ESTATE 1999

Tabella dei dati microbiologici
divisi per provincia

VARESE

CODICE		COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
1	SESTO CALENDE				
	07-apr	150	60	10	assente
	29-apr	70	10	10	assente
	13-mag	50	20	10	assente
	31-mag	1500	480	20	assente
	21-giu	1600	570	20	assente
	30-giu	1650	1320	230	assente
	21-lug	250	130	90	assente
	04-ago	500	60	90	assente
	16-ago	210	90	30	assente
	24-ago	1100	460	40	assente
	31-ago	500	10	60	assente
	08-set	100	40	10	assente
	MEDIA	346,5603503	95,2800955	30,02390048	
13	LONATE POZZOLO				
	07-apr	240	150	20	assente
	29-apr	500	30	10	assente
	06-mag	400	70	20	assente
	11-mag	300	10	10	assente
	12-mag	1400	30	10	assente
	13-mag	130	10	10	assente
	31-mag	300	80	20	assente
	21-giu	450	30	10	assente
	30-giu	950	100	20	assente
	21-lug	160	20	250	assente
	02-ago	90	70	260	assente
	04-ago	170	40	280	assente
	16-ago	2900	1160	100	assente
	24-ago	240	50	40	assente
	31-ago	3000	290	80	assente
	08-set	800	110	70	assente
	MEDIA	430,1626479	59,31856136	35,55514563	

NOVARA

CODICE		COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
5	Varallo P. Ramè				
	12-apr	100	10	10	
	26-apr	100	60	10	
	10-mag	100	10	10	
	24-mag	200	70	30	
	15-giu	600	60	30	
	28-giu	800	60	10	
	8-lug	100	10	10	
	20-lug	100	40	20	
	11-ago	100	20	40	
	24-ago	200	10	10	
	14-set	500	20	10	
	28-set	200	30	20	
	MEDIA	187,7623169	25,4135939	15,13085749	
6	Varallo Pan Perdù				
	12-apr	100	10	10	
	26-apr	100	10	10	
	10-mag	300	10	10	
	24-mag	200	30	10	
	15-giu	200	60	10	
	28-giu	1000	90	30	
	8-lug	300	40	10	
	20-lug	200	10	10	
	11-ago	600	30	40	
	24-ago	200	30	10	
	14-set	200	20	10	
	28-set	300	40	40	
	MEDIA	247,1091059	24,49489743	13,80713072	

8	Pombia Casone	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	12-apr	100	10	10	
	26-apr	100	10	10	
	10-mag	100	20	10	
	24-mag	100	50	10	
	15-giu	800	80	30	
	28-giu	900	80	20	
	8-lug	100	20	30	
	20-lug	100	40	20	
	11-ago	100	40	80	
	24-ago	600	30	40	
	14-set	100	10	10	
	28-set	300	60	20	
	MEDIA	181,7120593	29,09936675	19,06368586	
10	Marano porto	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	12-apr	100	10	10	
	26-apr	100	10	10	
	10-mag	100	10	10	
	24-mag	100	10	10	
	15-giu	500	100	70	
	28-giu	800	100	60	
	8-lug	200	30	20	
	20-lug	100	10	10	
	11-ago	400	60	10	
	24-ago	500	30	20	
	14-set	100	10	10	
	28-set	100	20	30	
	MEDIA	184,9311194	21,68296388	16,79587155	
11	Oleggio ponte	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	12-apr	700	360	60	
	26-apr	700	10	10	
	10-mag	700	60	10	
	24-mag	200	60	10	
	15-giu	900	80	30	
	28-giu	900	80	30	
	8-lug	600	80	60	
	20-lug	500	60	10	
	11-ago	900	80	10	
	24-ago	400	100	100	
	14-set	300	70	60	
	28-set	700	60	50	
	MEDIA	573,2855766	69,80134496	26,03987262	
14	Bellinzago C.Prov.	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	12-apr	100	10	10	
	26-apr	100	20	10	
	10-mag	600	50	10	
	24-mag	100	10	10	
	15-giu	200	60	70	
	28-giu	600	70	10	
	8-lug	400	60	10	
	20-lug	300	10	10	
	11-ago	600	40	10	
	24-ago	500	100	40	
	14-set	200	40	40	
	28-set	300	30	30	
	MEDIA	270,8001209	32,12823109	16,23784057	
17	Cameri la presa	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	14-apr	10000	4700	170	
	29-apr	7000	4500	250	
	12-mag	500	280	60	
	25-mag	900	290	90	
	9-giu	1500	110	100	
	23-giu	900	240	30	
	7-lug	2300	580	50	
	21-lug	2800	960	380	

17	Cameri la presa	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	11-ago	3200	950	190	
	25-ago	10000	6200	250	
	15-set	6000	4500	2700	
	29-set	200	60	30	
	MEDIA	2163,491124	764,9576364	138,6180168	
19	Galliate ponte	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	14-apr	9400	3600	110	
	29-apr	5500	3800	40	
	12-mag	600	300	50	
	25-mag	700	340	60	
	9-giu	1100	10	60	
	23-giu	600	180	20	
	7-lug	1400	200	60	
	21-lug	1700	210	180	
	11-ago	3400	870	120	
	25-ago	4000	3600	160	
	15-set	3100	980	690	
	29-set	800	10	10	
	MEDIA	1799,164789	348,7557081	72,93636318	
23	Romentino Boscac.	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	14-apr	5700	2100	300	
	29-apr	4000	310	10	
	12-mag	400	260	70	
	25-mag	500	180	30	
	9-giu	1100	200	60	
	23-giu	700	200	10	
	7-lug	1100	180	110	
	21-lug	800	190	160	
	11-ago	2600	630	200	
	25-ago	4500	1500	200	
	15-set	2800	620	370	
	29-set	900	80	50	
	MEDIA	1456,443763	334,3763366	77,80718126	
28	Trecate elioterap.	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	14-apr	900	40	10	
	29-apr	900	160	30	
	12-mag	300	60	40	
	25-mag	600	340	100	
	9-giu	1000	190	50	
	23-giu	600	140	10	
	7-lug	1200	260	90	
	22-lug	700	160	100	
	11-ago	2400	740	120	
	25-ago	5100	2200	180	
	15-set	1400	290	80	
	29-set	800	60	30	
	MEDIA	1000,611811	199,9857555	50,5733314	
29	Cerano cava Elmit	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	14-apr	3900	850	90	
	29-apr	700	140	40	
	12-mag	300	80	70	
	25-mag	400	220	30	
	9-giu	1300	120	130	
	23-giu	500	160	30	
	7-lug	2400	420	180	
	22-lug	600	210	20	
	11-ago	2700	530	200	
	25-ago	3500	1500	160	
	15-set	1400	240	90	
	29-set	1000	80	60	
	MEDIA	1123,780863	248,0036942	71,66152623	

MILANO

CODICE		COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
16	Castano Primo				
	26-apr	230	230	1	assente
	24-mag	380	140	36	assente
	28-giu	11000	2400	374	assente
	26-lug	230	92	63	assente
	30-ago	4600	230	83	assente
	27-set	2400	430	61	assente
	MEDIA	1160,37983	298,2006177	40,31689677	
18	Turbigo				
	26-apr	230	230	6	assente
	24-mag	230	230	25	assente
	28-giu	11000	2400	512	assente
	26-lug	230	92	46	assente
	30-ago	930	930	56	assente
	27-set	930	430	180	assente
	MEDIA	698,1097149	408,8534727	57,35834308	
20	Robecchetto C/				
	26-apr	11000	4600	94	assente
	24-mag	430	230	80	assente
	28-giu	2400	2400	288	assente
	26-lug	430	150	148	assente
	30-ago	2400	930	1000	assente
	27-set	930	210	42	assente
	MEDIA	1488,923912	648,5075979	154,2364032	
21	Cuggiono S.Rocco				
	26-apr	2400	930	38	assente
	24-mag	150	30	12	assente
	28-giu	11000	4600	1000	assente
	26-lug	750	230	168	assente
	30-ago	2400	2400	84	assente
	27-set	11000	4600	1000	assente
	MEDIA	2068,839166	829,5511265	136,38258	
22	Cuggiono Baragge				
	26-apr	430	230	43	assente
	24-mag	150	150	16	assente
	28-giu	11000	2400	1000	assente
	26-lug	2400	230	148	assente
	30-ago	2400	430	79	assente
	27-set	2400	930	65	assente
	MEDIA	1463,06747	443,5592047	89,75633282	
24	Bernate ponte aut.				
	26-apr	930	430	16	assente
	24-mag	230	230	12	assente
	28-giu	11000	4600	1000	assente
	26-lug	2400	230	148	assente
	30-ago	930	930	87	assente
	27-set	930	930	240	assente
	MEDIA	1302,557093	670,0511796	91,66753923	
25	Boffalora I. Piave				
	27-apr	2400	2400	78	assente
	25-mag	430	930	34	assente
	29-giu	930	430	37	assente
	29-lug	2400	930	95	assente
	1-set	2400	74	94	assente
	29-set	2400	930	500	assente
	MEDIA	1538,624801	628,1451976	87,14974442	
27	Boffalora Fagiana				
	27-apr	930	380	93	assente
	25-mag	430	230	46	assente

27	Boffalora Fagiana	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	29-giu	2400	2400	94	assente
	29-lug	4600	380	128	assente
	1-set	2400	430	103	assente
	29-set	2400	2400	500	assente
	MEDIA	1714,840875	659,4739748	117,6425164	
30	Robecco S/N	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	27-apr	930	930	67	assente
	25-mag	430	230	45	assente
	29-giu	2400	290	41	assente
	29-lug	4600	4600	87	assente
	1-set	2400	930	71	assente
	MEDIA	1603,342645	766,955052	59,78190566	
31	Abbiategrasso m.d.	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	27-apr	11000	11000	244	assente
	25-mag	750	430	41	assente
	29-giu	230	230	50	assente
	27-lug	2400	2400	118	assente
	2-set	4600	2400	86	assente
	28-set	2400	430	83	assente
	MEDIA	2176,363425	1305,608661	86,49965678	
33	Abbiategrasso bal.	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	27-apr	4600	4600	897	assente
	25-mag	930	930	93	assente
	29-giu	4600	2400	153	assente
	27-lug	2400	430	57	assente
	1-set	>11000	11000	137	assente
	MEDIA	2621,515702	2174,015482	158,3844165	
38	Besate Zerbo	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	27-apr	11000	11000	1000	assente
	25-mag	2400	930	93	assente
	29-giu	11000	11000	167	assente
	27-lug	930	430	104	assente
	2-set	11000	4600	122	assente
	28-set	11000	1500	237	assente
	MEDIA	5654,282311	2633,890065	189,7682223	
40	Motta Visconti	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	27-apr	11000	4600	456	assente
PAVIA					
CODICE					
32	Cassolnovo m. C.S.	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	25-mag	750	230	44	assente
	29-giu	11000	2400	153	assente
	27-lug	4600	2400	180	assente
	2-set	11000	11000	197	assente
	28-set	2400	430	44	assente
	MEDIA	3982,567464	1443,451819	100,9873795	
35	Vigevano ponte FS	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	26-mag	19000	1200	<100	assente
	1-giu	8000	1300	100	assente
	9-giu	4000	1200	<100	assente
	16-giu	5000	1100	<100	assente
	29-giu	26000	5800	300	assente
	22-lug	30000	5000	200	assente
	29-lug	18000	13000	400	assente
	4-ago	50000	5000	<100	assente
	25-ago	4000	3000	600	assente
	1-set	34000	7000	1400	assente
	8-set	30000	10000	1600	assente
	15-set	20000	5200	100	assente
	MEDIA	15372,40217	3566,722955	366,0802622	

36	Vigevano Aiala	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	26-mag	11000	2500	200	assente
	1-giu	9000	1800	100	assente
	9-giu	3000	1800	<100	assente
	16-giu	4200	2300	<100	assente
	29-giu	17000	6400	300	assente
	22-lug	36000	2500	100	assente
	29-lug	64000	19000	1000	assente
	4-ago	30000	4000	200	assente
	25-ago	4800	3400	100	assente
	1-set	80000	24000	1600	assente
	8-set	46000	11000	400	assente
	15-set	80000	4800	200	presente
	MEDIA	18895,27076	4632,22034	262,2038846	
41	Bereguardo Zelata	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	26-mag	19000	1600	100	assente
	1-giu	3000	700	<100	assente
	9-giu	5000	1700	<100	assente
	16-giu	3400	1900	200	assente
	29-giu	16000	4800	100	assente
	22-lug	48000	2200	<100	assente
	29-lug	50000	22000	800	assente
	4-ago	30000	2000	<100	assente
	25-ago	1800	1600	300	assente
	1-set	30000	10000	700	assente
	8-set	15000	9000	300	assente
	15-set	50000	3400	100	assente
	MEDIA	13738,39314	3111,345302	237,3736821	
42	Bereguardo p.b.	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	26-mag	21000	1000	<100	assente
	1-giu	9000	900	<100	assente
	9-giu	4000	1200	<100	assente
	16-giu	4600	300	<100	assente
	29-giu	16000	6000	300	assente
	22-lug	34000	1600	200	assente
	29-lug	38000	12000	1000	assente
	4-ago	40000	2000	<100	assente
	25-ago	2400	2000	1800	assente
	1-set	32000	14000	400	assente
	8-set	30000	7000	200	assente
	15-set	40000	2800	<100	assente
	29-set	10000	1100	300	assente
	MEDIA	15360,48639	2280,275136	427,0898844	
43	Torre d'Isola pol.	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	26-mag	8000	1300	100	assente
	1-giu	10000	600	100	assente
	9-giu	2000	1700	100	assente
	16-giu	3800	2000	<100	assente
	29-giu	20000	4800	200	assente
	22-lug	36000	1700	100	assente
	29-lug	48000	11000	1800	assente
	4-ago	30000	2000	<100	assente
	25-ago	2300	2000	100	assente
	1-set	48000	4000	600	assente
	8-set	29000	5000	500	assente
	15-set	19000	2200	300	assente
	29-set	9000	1700	700	presente
	MEDIA	13131,2101	2361,991357	248,8671361	
44	Carbonara T. Cant.	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	26-mag	10000	1000	<100	assente
	1-giu	13000	100	<100	assente
	9-giu	2000	1100	<100	assente
	16-giu	6000	1500	<100	assente
	29-giu	19000	4000	<100	assente
	22-lug	38000	2100	100	assente

44	Carbonara T. Cant.	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	29-lug	43000	18000	2100	assente
	4-ago	22000	1300	100	assente
	25-ago	3000	1800	400	assente
	8-set	11000	3000	100	assente
	15-set	13000	1400	100	assente
	29-set	15000	1600	400	assente
	MEDIA	11740,18995	1644,883227	229,5649661	
45	Pavia casa fiume	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	26-mag	8000	2400	100	assente
	1-giu	8000	100	<100	assente
	9-giu	2000	800	<100	assente
	16-giu	5000	200	<100	presente
	29-giu	18000	3800	100	assente
	22-lug	8000	1000	<100	assente
	29-lug	48000	11000	100	assente
	4-ago	40000	1600	200	assente
	25-ago	2700	2000	<100	assente
	8-set	17000	4000	800	assente
	15-set	16000	1400	100	assente
	29-set	16000	1000	400	assente
	MEDIA	10628,97443	1323,032337	181,1447329	
46	Pavia ponte libertà	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	26-mag	2000	1700	<100	assente
	1-giu	5000	200	<100	assente
	9-giu	8000	1500	100	assente
	16-giu	8000	2800	<100	assente
	29-giu	28000	5000	1300	assente
	22-lug	18000	1000	<100	assente
	29-lug	40000	13000	2500	assente
	4-ago	30000	800	200	assente
	25-ago	1500	1300	<100	assente
	8-set	10000	4000	600	assente
	15-set	9000	1600	<100	assente
	29-set	8000	1500	1000	presente
	MEDIA	9298,965276	1767,036463	582,3410893	
48	Valle Salimb. Idr.	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	26-mag	6000	1100	100	assente
	1-giu	9000	100	<100	assente
	9-giu	10000	1000	<100	assente
	16-giu	9000	3600	300	assente
	29-giu	20000	5800	<100	assente
	22-lug	26000	800	<100	assente
	29-lug	62000	17000	2200	assente
	4-ago	28000	1800	<100	assente
	25-ago	1600	1000	<100	assente
	8-set	28000	3000	500	assente
	15-set	18000	1700	500	assente
	29-set	8000	900	600	assente
	MEDIA	13212,52494	1588,469717	463,3820421	
49	Linarolo La Becca	COLI TOTALI	COLI FECALI	STREPTO FEC.	SALMONELLA
	26-mag	3000	400	100	assente
	1-giu	46000	3600	600	assente
	9-giu	15000	900	<100	assente
	16-giu	9000	4800	100	assente
	29-giu	32000	4000	700	assente
	22-lug	42000	3000	100	assente
	29-lug	72000	21000	800	assente
	4-ago	12000	1100	<100	assente
	25-ago	3000	2000	100	assente
	8-set	34000	6000	300	assente
	15-set	26000	1500	100	assente
	29-set	8500	1100	200	presente
	MEDIA	16749,80901	2386,576654	214,0173848	

Testi di:

Ettore Bielli	A.R.P.A. Novara
Patrizia Casarini	P.M.I.P. Pavia
Giampiero Fornara	A.R.P.A. Novara
Dario Furlanetto	Parco Ticino Lombardo
Pietro Genoni	P.M.I.P. Parabiago (MI)
Luigi Guidetti	A.R.P.A. Novara
Barbara Magatti	Parco Ticino Lombardo
Valeria Roella	P.M.I.P. Varese

Tabulazioni ed elaborazioni grafiche di:

Barbara Magatti
Aldo Paleari
Gabriella Penna
Vilma Pavesi
Matteo Valisi
Marina Lanticina

Il presente lavoro è stato realizzato grazie al contributo in ricerche, monitoraggi e indagini realizzati da:

P.M.I.P. Varese

P.M.I.P. Parabiago (MI)

P.M.I.P. Pavia

A.R.P.A. Novara

ASL 1 PROV. DI MILANO - Dipartimento di LEGNANO

ASL 1 PROV. DI MILANO - Dipartimento di GARBAGNATE

ASL 1 PROV. DI MILANO - Dipartimento di MAGENTA

ASL PAVIA

ASL VIGEVANO

PROVINCIA DI MILANO

PROVINCIA DI PAVIA

PROVINCIA DI VARESE

PARCO TICINO PIEMONTESE

PARCO TICINO LOMBARDO