

MARIO GROTTOLO*, MARIO COTTA RAMUSINO** e PAOLA VENTURINI**

LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEI FONTANILI COMPRESI TRA IL FIUME MELLA ED IL NAVIGLIO DI SAN ZENO (Brescia, Lombardia)

RIASSUNTO - Nel corso del 1993 sono stati studiati i fontanili dell'area compresa fra il fiume Mella e il Naviglio di San Zeno, dei comuni di Flero, San Zeno e Poncarale.

In ognuna delle 12 stazioni individuate sono stati effettuati tre campionamenti per la ricerca di parametri microbiologici, fisici, chimici e delle popolazioni di macroinvertebrati.

Al fine di valutare la qualità delle acque, anche per i parametri microbiologici e chimici, sono state create cinque classi; i risultati così ottenuti sono stati messi a confronto con i dati elaborati tramite il metodo E.B.I., ottenendo, alla fine, un indice sintetico.

Lo studio ha permesso di mettere in evidenza una grave situazione di inquinamento, in modo particolare lungo le aste, e che di fatto dovrebbe impedire l'uso di queste acque per qualsiasi scopo.

Spesso si osserva la presenza di metalli pesanti direttamente alla testa dei fontanili, il che dimostra che l'inquinamento è già a livello di falda.

SUMMARY - *The quality of waters of springs in the area between the river Mella and the «Naviglio di San Zeno» (Brescia, Lombardia). During 1993 the springs in the area between the river Mella and the canal «Naviglio di San Zeno», belonging to the municipalities of Flero, San Zeno and Poncarale (Italy, Lombardy), were studied.*

After locating 12 sampling points, three samplings were carried out in each of them, in order to assess the microbiological, physical and chemical parameters and the population of invertebrates.

In order to evaluate the quality of waters, five classes were created for the microbiological and chemical parameters too; the results so achieved were compared with the data elaborated with the E.B.I. method.

The results of the study indicate a serious situation of pollution, particularly in the canals deriving from the springs, which should in practice prevent the use of these waters for whatever purposes.

The presence of heavy metals can often be observed directly at the source, which indicates that groundwater is already polluted.

PREMESSA

Lo specifico strumento legislativo che affronta, per la prima volta, il problema della lotta agli inquinamenti in forma organica e sistematica è la Legge n. 319 del 10 maggio 1976, nota anche come Legge Merli.

Secondo quest'ultima i parametri da valutare (indici di presenza di sostanza organica degradabile, di sostanze tossiche, di fecalizzazione) danno, tuttavia, una stima solo parziale

* PMIP U.O. Medica Micrografica, USSL 41 Brescia e Centro Studi Naturalistici Bresciani.

** Università degli Studi Milano, Dipartimento di Biologia.

della qualità del corpo idrico, in quanto non considerano la componente biotica dell'ecosistema acquatico.

In questi ultimi anni, pertanto, al fine di valutare la qualità delle acque, a fianco dei classici metodi basati sullo studio di parametri chimici e microbiologici, si sono andati affermando nuovi sistemi che utilizzano indici biologici.

Lo scopo di questa ricerca è quello di mettere a confronto i risultati ottenuti mediante le analisi microbiologiche, chimiche e biologiche al fine di valutare la qualità delle acque di una «zona di fontanili» nel suo complesso, e quindi proporre un valore che sintetizzi in una sola mappa i tre gruppi di parametri indici di qualità delle acque.

La presenza di un fenomeno di inquinamento, infatti, si verifica ogni qualvolta la facies microbica, chimica, fisica e biologica supera una determinata soglia.

La conoscenza dello stato qualitativo delle acque è quindi indispensabile al fine di valutare correttamente l'utilizzo delle stesse e gli eventuali interventi di depurazione.

MATERIALI E METODI

I fontanili oggetto della presente indagine sono compresi tra il fiume Mella e il Naviglio di San Zeno, nei comuni di Flero, San Zeno e Poncarale situati a pochi chilometri a sud del comune di Brescia.

La ricerca si è articolata nell'anno 1993, in tre campagne di prelievo, comprendendo quindi sia il periodo di piena che di magra.

Dopo un'indagine preliminare sono state individuate 12 stazioni, sia alla testa dei fontanili, dove l'acqua sgorga direttamente dal sottosuolo, sia lungo l'asta, a distanza anche di alcuni chilometri, al fine di rilevare eventuali elementi inquinanti dovuti alle attività agricole, zootecniche ed urbane.

Seguendo le metodiche proposte dall'IRSA (1986) e dal DPR 236 (1986) sono stati ricercati i seguenti parametri chimici e fisici: temperatura, conducibilità, durezza, cloruri, solfati, nitrati, nitriti, ammoniaca, fosfati, ossigeno, COD, BOD₅, piombo, cadmio, cromo e ferro.

I parametri microbiologici considerati sono stati invece i seguenti: Coliformi totali, Coliformi fecali, Streptococchi fecali, Salmonelle, Batteriofagi anti-*E. coli*.

Le metodiche utilizzate sono state quelle previste o dalle normative vigenti o dalla letteratura (CNR, 1973; CNR, 1975).

Per quanto riguarda i parametri biologici, al fine di valutare l'indice di qualità delle acque, si è utilizzato l'E.B.I. (Extended Biotic Index) modificato GHETTI (1986).

La metodologia di valutazione di un corpo idrico, come precedentemente detto, deve esprimere un giudizio di qualità che comprenda i vari aspetti delle analisi ambientali e quindi, nel nostro caso, che sintetizzi quanto ottenuto dalle tre indagini effettuate.

Di conseguenza, come per l'E.B.I., si sono create 5 classi di qualità anche per i parametri microbiologici e chimici (tab. I, II).

Per i parametri chimici sono state individuate 4 fasce e sono stati presi in considerazione solo 6 parametri, che comunque permettono una sufficiente visione qualitativa senza peraltro appesantire l'elaborazione dei dati.

Alle fasce dei singoli valori si è attribuito un coefficiente specifico e quindi lo standard di qualità è stato correlato alla sommatoria dei singoli coefficienti.

L'indice chimico quindi si completa con l'utilizzo della tab. III, dalla quale si può ricavare la classe di qualità.

Al fine quindi di correlare le classi di qualità ricavate dai tre indici, e per evitare che

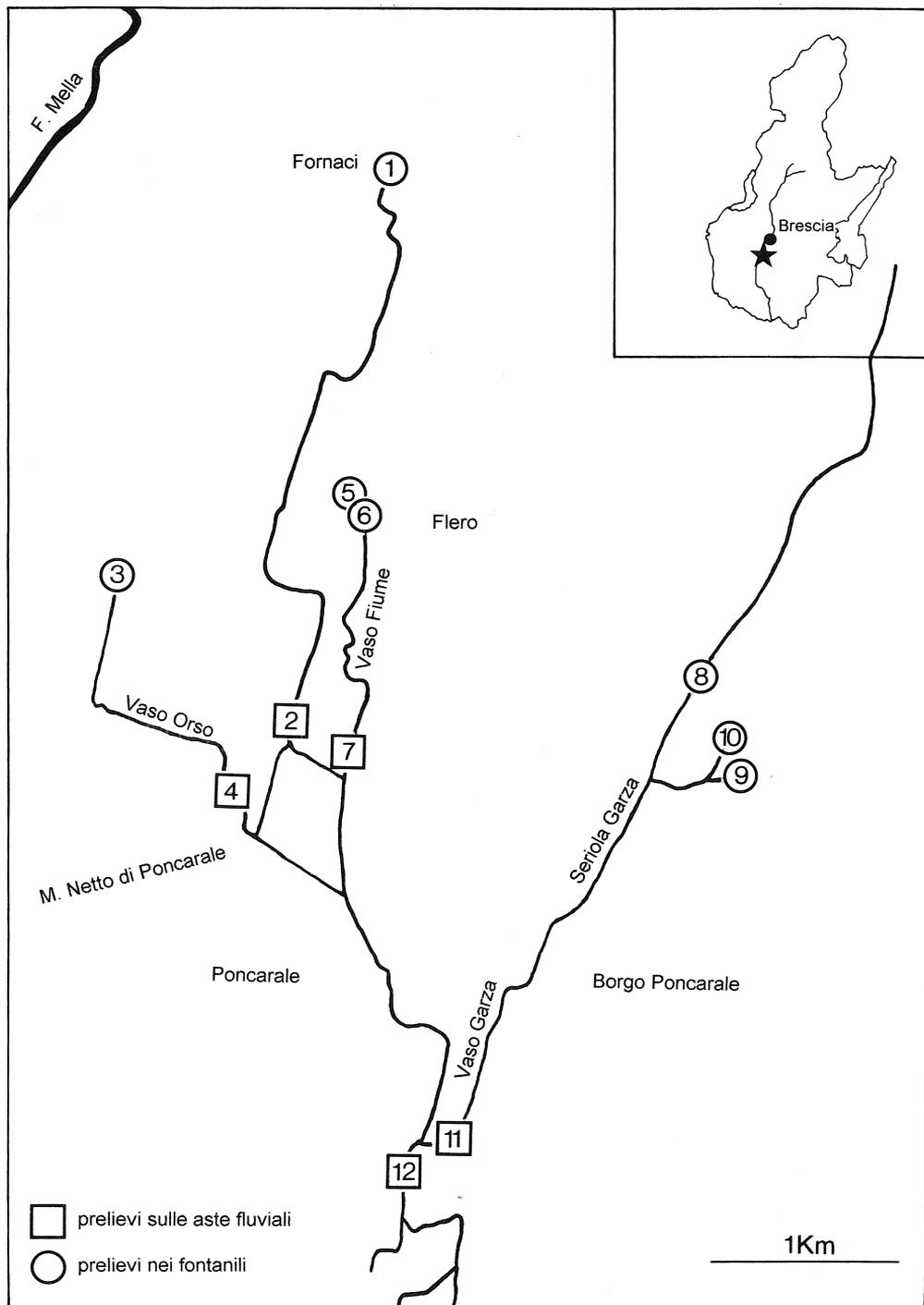


Fig. 1 - Localizzazione dei prelievi effettuati sui fontanili e sulle aste fluviali.

Tab. I - Proposta di standards di accettabilità batteriologica.

Parametri Considerati	I Livello	II Livello	III Livello	IV Livello	V Livello
Colore di riferimento	azzurro	verde	giallo	arancio	rosso
CF/100 ml SF/100 ml	fino 100	da 100 a 1000	da 1000 a 10000	da 10000 a 100000	oltre 100000
Patogeni	assenti	assenti	assenti	presenti	presenti

Legenda:

I LIVELLO: PIENA ACCETTABILITÀ - il corpo idrico può essere destinato a qualsiasi uso sia indiretto che diretto, compresa la balneazione e l'uso potabile, previo modesto trattamento.

II LIVELLO: VALORI SUPERIORI DI ACCETTABILITÀ - anche se non è più permessa la balneazione, sia l'irrigazione che la potabilizzazione, con modesti trattamenti, sono consentite.

III LIVELLO: ALTI CARICHI MICROBICI - l'ambiente risente dell'inquinamento batteriologico; potenzialmente pericoloso l'uso diretto, la potabilizzazione è consentita con trattamenti spinti.

IV LIVELLO: VALORI INDICANTI UN AMBIENTE FORTEMENTE INQUINATO - con livelli batteriologici, ai sensi della Legge n. 319/76 che non sono consentiti neppure per gli scarichi industriali e reflui fognari. Pericoloso l'uso diretto.

V LIVELLO: VALORI INDICANTI UN AMBIENTE PERICOLOSAMENTE INQUINATO - con livelli batteriologici, ai sensi della Legge n. 319/76, che non sono consentiti neppure per gli scarichi industriali e fognari. Pericoloso l'uso diretto ed indiretto.

Tab. II - Proposta di standards di accettabilità chimica.

Parametri	Coefficienti			
	75	25	5	1
BOD ₅	< 2,5	2,5-5	5-10	> 10
NH ₄	< 0,2	0,2-2	2-10	> 10
Conduc.	< 400	400-500	500-1000	> 1000
COD	< 2	2-5	5-10	> 10
P ₂ O ₅	< 0,1	0,1-0,5	0,5-1	> 1

La presenza di metalli tossici (Cr, Fe, Pb, Cd) determina l'abbassamento alla classe inferiore.

Tab. III - Classi di Qualità.

Classe	Indice	Colore	Giudizio Ambiente
I	> 275	azzurro	non inquinato
II	200-274	verde	poco inquinato
III	125-199	giallo	inquinato
IV	65-124	arancio	molto inquinato
V	< 65	rosso	fortemente inquinato

una fonte di inquinamento non venga completamente rilevata a causa dell'indicatore settoriale, si è creato l'«indicatore sintetico».

Tale strumento grafico, così come proposto da SILIGARDI (1986) attribuisce una diversa importanza ai singoli parametri con un rapporto di 7:2:1 rispettivamente per l'indagine biologica, chimica e microbiologica; nel calcolo non vengono presi in considerazione i metalli tossici e i patogeni.

L'utilizzo di questo indice, così come da noi elaborato, risulta nuovo e quindi completa i singoli studi sulle acque superficiali del nostro territorio, che si limitavano a prendere in considerazione solo alcuni standard di qualità o chimici o biologici o microbiologici (BARBATO, 1988; GROTTOLO, 1990; RESOLA, 1990; GROTTOLO e MAZZOLDI, 1991; GROTTOLO e MAZZOLDI, 1992; GROTTOLO, 1993).

STAZIONI DI CAMPIONAMENTO E RISULTATI

STAZIONE 1: Fontanile a sud del depuratore del Comune di Brescia, in località Verziano.

I prelievi sono stati effettuati presso una delle diverse polle sorgive del fontanile, che si sviluppa su una vasta area di forma rettangolare.

Durante i tre campionamenti il numero delle polle sorgive attive, localizzate ai quattro lati dell'area, ha subito una variazione passando da circa cinque del mese di marzo, a circa una quindicina nei periodi successivi.

La profondità media dell'acqua è risultata di 30-40 cm e la larghezza dell'alveo di circa due metri.

Il fondo si presentava ghiaioso e sabbioso, con acqua limpida e corrente, con l'eccezione del mese di marzo, dove si presentava ricco di fango e detriti, con la superficie dell'acqua ricoperta di *Lemna* sp.

Parametri fisici e chimici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Temperatura	°C	13,5	16	16,2
Conducibilità	µS/cm	877	898	826
O ₂	% sat.	11,2	44,3	34,6
Durezza	°F	46	48	45
NH ₄	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.
NO ₂	mg/l	n.r.	0,15	0,01
NO ₃	mg/l	55	48	36
Cl	mg/l	36	43	27
SO ₄	mg/l	103	83	59
Cr	µg/l	7,5	15	8
Fe	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
P ₂ O ₅	µg/l	180	90	106
Pb	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
Cd	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
BOD ₅	mg/l	1	1,5	1,5
COD	mg/l	< 0,5	3	2,5

Classe di Qualità

III

III

III

Analisi e risultati

Lo studio del popolamento bentonico ha portato al riscontro dei Chironomidae come unico taxon presente.

In tutte e tre le campagne di prelievo la classe di qualità è risultata essere quindi quella tipica di ambienti molto inquinanti e totalmente compromessi (classe V).

Anche i dati relativi ai parametri chimici rivelano quanto siano abbondanti e rilevanti gli scarichi urbani, zootecnici ed industriali; risultano infatti molto elevati non solo i parametri indici di inquinamento organico, ma anche quelli relativi alla presenza di sostanze tossiche.

L'inquinamento microbiologico risulta particolarmente evidente nei periodi di Giugno e Novembre; in tali mesi sono state anche riscontrate Salmonelle, microrganismi patogeni la cui presenza, anche in relazione al rapporto CF/SF, dimostra l'apporto di scarichi fognari.

Significativo è anche il ritrovamento di Batteriofagi anti-*E. coli* che, essendo indici indiretti della presenza di enterovirus, confermano l'origine della fonte di inquinamento.

STAZIONE 3: Fontanile vaso Orso (Flero)

I campionamenti sono stati effettuati presso una delle polle sorgive poste nella testa del fontanile, situato nella zona industriale di Flero.

Il numero di polle è sempre rimasto costante (circa 10) e durante tutta la campagna di ricerca la portata è sempre risultata elevata.

L'alveo dalla testa, e per tutta l'asta, ha una ampiezza di circa due metri; la profondità dell'acqua, che scorre con velocità moderata, è di un metro e mezzo; il fondo si presenta piuttosto fangoso.

Parametri fisici e chimici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Temperatura	°C	13,5	14	13,3
Conducibilità	µS/cm	606	622	555
O ₂	% sat.	45	53	52,8
Durezza	°F	30,6	31,6	34
NH ₄	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.
NO ₂	mg/l	0,05	0,15	0,01
NO ₃	mg/l	13	14	15
Cl	mg/l	25	23	11
SO ₄	mg/l	43	51	27
Cr	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
Fe	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
P ₂ O ₅	µg/l	50	n.r.	n.r.
Pb	µg/l	1,2	n.r.	n.r.
Cd	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
BOD ₅	mg/l	1,6	1,1	1,4
COD	mg/l	2,3	3	3

Classe di Qualità

III

II

II

Le analisi chimiche e quelle microbiologiche in linea di massima confermano i risultati dello studio del benton.

Nel mese di Marzo il riscontro di piombo e di fosforo, anche se quest'ultimo non in concentrazioni particolarmente elevate, è coinciso con una minore presenza di unità sistematiche.

STAZIONE 4: vaso Orso

La stazione è stata localizzata in via Eurosia a Flero, prima della confluenza con il Vaso Frana, a circa 600 m dalla testa.

L'acqua è sempre risultata torbida, con profondità media di 60-70 cm.

La sua velocità è risultata sempre bassa; l'alveo era largo 3 m circa e presentava fondo fangoso.

Parametri fisici e chimici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Temperatura	°C	13,3	17,5	12,3
Conducibilità	µS/cm	686	722	686
O ₂	% sat.	98,6	88,8	68,8
Durezza	°F	32,4	33,6	34
NH ₄	mg/l	n.r.	0,7	0,2
NO ₂	mg/l	0,1	0,25	0,3
NO ₃	mg/l	13	53	19
Cl	mg/l	44	44	47
SO ₄	mg/l	48	14	59
Cr	µg/l	n.r.	n.r.	3
Fe	µg/l	50	50	60
P ₂ O ₅	µg/l	n.r.	300	218
Pb	µg/l	1,4	n.r.	1,5
Cd	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
BOD ₅	mg/l	2,2	1,5	2,4
COD	mg/l	10,9	13	10

Classe di Qualità

III

IV

IV

Parametri microbiologici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Coliformi totali	/100 ml	11000	2300	930
Coliformi fecali	/100 ml	40	900	230
Enterococchi	/100 ml	40	300	430
Anaerobi solfito ridut.	/100 ml	15	100	15
Salmonelle	/l	assenti	assenti	presenti •
Colifagi	/100 ml	< 5	690	23
Rapporto CF/SF		1	30	0,53

Classe di Qualità

I

II

IV

• *S. derby*

	marzo '93	giugno '93	novembre '93
Gruppi sistematici	U.S.	U.S.	U.S.
DITTERI	Chronomidae	Chironomidae	Chironomidae
CROSTACEI	Asellidae Gammaridae	Asellidae	Asellidae Gammaridae
BIVALVI			<i>Pisidium</i>
TRICLADI	<i>Polycelis</i>		<i>Dugesia</i>
IRUDINEI	<i>Erpobdella</i>	<i>Erpobdella</i>	<i>Erpobdella</i>
OLIGOCHETI	Lumbricidae Tubificidae	Lumbriculidae Naididae Tubificidae	Lumbriculidae Tubificidae
ALTRI			Mermithidae

Totale Unità Sistematiche	7	7	9
Valore E.B.I.	5	5	5
Classe di Qualità	IV	IV	IV

Analisi dei risultati

La stazione individuata è sicuramente influenzata, oltre che dalle condizioni meteorologiche, dall'acqua di dilavamento della campagna circostante, dall'apporto di scarichi urbani e soprattutto industriali.

La qualità delle acque mostra un netto peggioramento rispetto a quelle della sua testa, evidenziato da un costante valore basso dell'E.B.I. e dalla relativa classe di qualità indice di un ambiente molto inquinato (classe IV).

Dal punto di vista chimico è rilevante la presenza di metalli che indicano, come detto, inquinamento di origine industriale.

Dal punto di vista microbiologico va segnalata la presenza di *Salmonella derby*, sierotipo patogeno presente frequentemente nelle statistiche locali come causa di salmonellosi.

STAZIONE 5: Fontanile di Via A. Moro (Flero)

Il fontanile, di forma circolare e recintato, è localizzato nel centro del paese a 2 metri circa sotto il livello stradale.

È alimentato da tre polle sorgive costituite da tre tubi metallici infissi nel terreno, che si sono sempre presentate attive durante il periodo considerato.

L'acqua è piuttosto limpida ed ha una profondità di circa 40-50 cm; il fondo è costituito da fango e ciottoli ma sono presenti rifiuti di vario genere.

Analisi dei risultati

L'analisi del macrobenton indica una classe di qualità tipica di un ambiente fortemente inquinato, la presenza di un numero limitato di unità sistematiche corrisponde, infatti, ad un E.B.I. bassissimo.

Al contrario la costanza dei parametri fisici, chimici e microbiologici, che si mantengono sempre su valori accettabili, indica che si tratta di acque non compromesse o per lo

meno tali da non giustificare il valore di E.B.I. attribuito.

L'assenza di un popolamento bentonico abbondante e diversificato in acque chimicamente e microbiologicamente non compromesse, va pertanto messa in relazione con la tipologia del fontanile stesso che, a causa della sua localizzazione e del tipo di substrato, non è in grado di ospitare una biocenosi complessa.

In questi casi particolari è evidenziabile il limite del metodo di valutazione della qualità delle acque basato sull'E.B.I.

Parametri fisici e chimici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Temperatura	°C	13,3	14,9	14,1
Conducibilità	µS/cm	786	814	839
O ₂	% sat.	40,3	52	44,8
Durezza	°F	42	42,2	39,8
NH ₄	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.
NO ₂	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.
NO ₃	mg/l	31	61	31
Cl	mg/l	38	33	33
SO ₄	mg/l	71	29	57
Cr	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
Fe	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
P ₂ O ₅	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
Pb	µg/l	1,2	n.r.	n.r.
Cd	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
BOD ₅	mg/l	1,8	0,9	1,6
COD	mg/l	1,9	6	1,5

Classe di Qualità

II

II

I

Parametri microbiologici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Coliformi totali	/100 ml	23	1100	90
Coliformi fecali	/100 ml	9	1100	23
Enterococchi	/100 ml	4	15	9
Anaerobi solfito ridut.	/100 ml	1	4	0
Salmonelle	/l	assenti	assenti	assenti
Colifagi	/100 ml	< 5	23	< 5
Rapporto CF/SF		2,5	73,33	2,55

Classe di Qualità

I

III

I

	marzo '93	giugno '93	novembre '93
Gruppi sistematici	U.S.	U.S.	U.S.
DITTERI	Chironomidae	Chironomidae	Chironomidae
CROSTACEI		Asellidae	Asellidae
TRICLADI			<i>Polycelis</i>

Totale Unità Sistematiche

1

2

3

Valore E.B.I.

1

3

3

Classe di Qualità

V

V

V

STAZIONE 6: Fontanile di Via San Martino (Flero)

I campionamenti sono stati effettuati presso una delle polle sorgive che, insieme all'asta del fontanile di via A. Moro, costituiscono il vaso Fiume.

Le polle sorgive sono circa cinque e durante il campionamento di Giugno risultavano sommerse a causa dell'elevata portata dell'acqua del vaso Fiume.

L'alveo del vaso risulta largo circa tre metri; il livello dell'acqua, sempre abbastanza torbida e di media turbolenza, è fortemente influenzato dalle condizioni meteorologiche e presenta una profondità media di circa 30-40 cm.

Analisi dei risultati

In questa stazione si è rilevata una variazione di portata durante le tre campagne di prelievo; è quindi evidente che tale ambiente risente particolarmente delle condizioni meteorologiche, oltre che degli apporti di scarichi civili ed industriali.

Il totale delle unità sistematiche è risultato sempre piuttosto basso, con presenza di taxa particolarmente resistenti agli stress ambientali.

Parametri fisici e chimici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Temperatura	°C	14	16,1	13
Conducibilità	µS/cm	833	824	838
O ₂	% sat.	44,6	45,6	42,8
Durezza	°F	44	40,2	42,6
NH ₄	mg/l	n.r.	n.r.	0,4
NO ₂	mg/l	0,05	n.r.	0,9
NO ₃	mg/l	28	61	28
Cl	mg/l	40	28	42
SO ₄	mg/l	88	21	68
Cr	µg/l	n.r.	n.r.	11
Fe	µg/l	70	n.r.	70
P ₂ O ₅	µg/l	n.r.	n.r.	1000
Pb	µg/l	6,3	n.r.	4,9
Cd	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
BOD ₅	mg/l	2,9	0,6	3
COD	mg/l	5,2	1	20

Classe di Qualità

IV

I

V

Parametri microbiologici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Coliformi totali	/100 ml	11000	11000	24000
Coliformi fecali	/100 ml	4600	4600	24000
Enterococchi	/100 ml	430	4600	4300
Anaerobi solfito ridut.	/100 ml	105	30	53
Salmonelle	/1	presenti*	assenti	assenti
Colifagi	/100 ml	< 5	966	736
Rapporto CF/SF		10,69	1	5,58

Classe di Qualità

IV

III

IV

* *S. derby*

	marzo '93	giugno '93	novembre '93
Gruppi sistematici	U.S.	U.S.	U.S.
DITTERI	Chironomidae	Ceratopogonidae Chironomidae	Chironomidae
CROSTACEI	Gammaridae	Gammaridae	
GASTEROPODI		<i>Bithynia</i> <i>Lymnaea</i> <i>Physa</i> <i>Valvata</i>	<i>Physa</i>
BIVALVI	<i>Pisidium</i>	<i>Pisidium</i>	<i>Pisidium</i>
TRICLADI		<i>Dendrocoelum</i>	
IRUDINEI	<i>Erpobdella</i>	<i>Erpobdella</i>	<i>Helobdella</i>
OLIGOCHETI	Enchytraeidae Lumbricidae Lumbriculidae Naididae Tubificidae	Lumbriculidae Tubificidae	Lumbricidae Lumbriculidae Tubificidae

Totale Unità sistematiche	9	12	7
Valore E.B.I.	5	6	5
Classe di Qualità	IV	III	IV

Anche le analisi chimiche e microbiologiche hanno rivelato dati alternanti e scostanti: questo potrebbe dimostrare la presenza di scarichi saltuari di tipo industriale.

Particolarmente critiche si sono rivelate le condizioni delle acque nel mese di novembre.

Va segnalata inoltre, anche se occasionale, la presenza di *Salmonella derby*.

STAZIONE 7: vaso Fiume (Flero)

La stazione è stata individuata in via Coler, prima della confluenza con il vaso Frana, a circa 500 m dal fontanile di via S. Martino.

La corrente dell'acqua ha una velocità bassa con assenza di turbolenza; il fondo è esclusivamente fangoso e l'ampiezza dell'alveo è di circa 3 m.

L'acqua si è sempre presentata molto torbida, di odore sgradevole e profonda circa 1 m.

Analisi dei risultati

In tutti e tre i campionamenti la qualità delle acque è sempre risultata quella tipica di ambienti fortemente inquinati; nel mese di Giugno non è stata rilevata la presenza di alcun taxon.

Anche le analisi chimiche e quelle microbiologiche hanno dato risultati che confermano lo stato di pesante inquinamento di tali acque.

Dal punto di vista chimico, oltre alla presenza di ferro e piombo, vanno rilevati anche gli elevati valori di BOD₅, di COD (soprattutto nei mesi di Marzo e Giugno) e di fosforo.

Anche i parametri microbiologici sono sempre risultati costantemente elevati; significativa è risultata la presenza di Batteriofagi anti-*E. coli* e soprattutto delle Salmonelle, che presentano una notevole variabilità di sierotipi, dimostrando un inquinamento causato da liquami domestici.

In base ai parametri evidenziati pertanto risulta chiara la non idoneità di tali acque per qualsiasi uso, compreso quello irriguo.

Parametri fisici e chimici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Temperatura	°C	15,3	21,3	13,7
Conducibilità	µS/cm	1009	905	815
O ₂	% sat.	36,5	49	58,8
Durezza	°F	37	35	38,4
NH ₄	mg/l	2	21	1,6
NO ₂	mg/l	1,3	2	1,6
NO ₃	mg/l	4	30	37
Cl	mg/l	48	51	72
SO ₄	mg/l	50	21	92
Cr	µg/l	n.r.	n.r.	12
Fe	µg/l	180	110	50
P ₂ O ₅	µg/l	1830	2750	1680
Pb	µg/l	2,6	n.r.	2,7
Cd	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
BOD ₅	mg/l	48,1	62	6,1
COD	mg/l	59,2	107	18,4

Classe di Qualità

V

V

V

Parametri microbiologici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Coliformi totali	/100 ml	110000	75000	110000
Coliformi fecali	/100 ml	45000	23000	110000
Enterococchi	/100 ml	46000	93000	110000
Anaerobi solfito ridut.	/100 ml	2100	200	150
Salmonelle	/l	presenti*	presenti #	presenti •
Colifagi	/100 ml	11684	2530	2760
Rapporto CF/SF		0,98	0,25	1

Classe di Qualità

IV

IV

V

* *S. derby*;

S. anatum, *S. livingstone*;

• *S. kottbus*

	marzo '93	giugno '93	novembre '93
Gruppi sistematici	U.S.	U.S.	U.S.
DITTERI	Chironomidae		Chironomidae

Totale Unità Sistematiche

1

0

1

Valore E.B.I.

1

0

1

Classe di Qualità

V

V

V

STAZIONE 8: seriola Garza (località Aspes)

La stazione è stata individuata in località Aspes, lungo l'asta della seriola Garza.

Ai lati della seriola sono presenti numerose polle sorgive, costituite da tubi metallici infissi nel terreno, per una lunghezza di alcune centinaia di metri.

Il corso d'acqua è ampio circa 5-6 m e profondo in media 50-60 cm, la velocità della corrente è medio alta, con discreta turbolenza; le acque si presentano molto limpide ed il substrato del greto è ghiaioso con ciottoli e qualche grosso masso.

Analisi dei risultati

Questa stazione è caratterizzata da una buona presenza e varietà di unità sistematiche; sono stati trovati alcuni taxa tra i più esigenti, il che indica che le acque in questione sono di discreta qualità.

La classe di appartenenza è risultata essere la III con un valore di E.B.I. abbastanza costante.

Parametri fisici e chimici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Temperatura	°C	13,7	14,6	14,9
Conducibilità	µS/cm	712	777	776
O ₂	% sat.	53,6	52,5	52,5
Durezza	°F	40	40,8	41,6
NH ₄	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.
NO ₂	mg/l	n.r.	0,02	0,01
NO ₃	mg/l	32	30	27
Cl	mg/l	26	33	30
SO ₄	mg/l	48	52	40
Cr	µg/l	n.r.	28	2
Fe	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
P ₂ O ₅	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
Pb	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
Cd	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
BOD ₅	mg/l	1,1	1,4	3,7
COD	mg/l	< 0,5	1	7

Classe di Qualità

I

II

IV

Parametri microbiologici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Coliformi totali	/100 ml	240	2400	430
Coliformi fecali	/100 ml	93	930	90
Enterococchi	/100 ml	93	430	230
Anaerobi solfito ridut.	/100 ml	4	9	0
Salmonelle	/l	assenti	assenti	assenti
Colifagi	/100 ml	< 5	115	92
Rapporto CF/SF		1	2,16	0,39

Classe di Qualità

I

II

II

	marzo '93	giugno '93	novembre '93
Gruppi sistematici	U.S.	U.S.	U.S.
TRICOTTERI	Goeridae Odontoceridae	Goeridae Limnephylidae Odontoceridae	Goeridae Odontoceridae
EFEMEROTTERI	<i>Baetis</i>	<i>Baetis</i>	<i>Baetis</i>
COLEOTTERI	Elminthidae	Elminthidae	Elminthidae
DITTERI	Simuliidae	Chironomidae Simuliidae	Chironomidae
CROSTACEI	Gammaridae	Gammaridae	Asellidae Gammaridae
GASTEROPODI	<i>Valvata</i>	<i>Bithynia</i>	
BIVALVI		<i>Pisidium</i>	
TRICLADI	<i>Dendrocoelum</i>	<i>Dugesia</i>	
IRUDINEI	<i>Erpobdella</i>	<i>Erpobdella</i>	<i>Erpobdella</i>
OLIGOCHETI		Lumbricidae	Naididae

Totale Unità Sistematiche	9	13	9
Valore E.B.I.	6	7	6
Classe di Qualità	III	III	III

Ciò è di considerevole importanza se si tiene conto del fatto che la stazione in questione è situata a sud della città di Brescia.

Le numerose polle sorgive poste lungo l'asta della seriola sicuramente contribuiscono a mantenere la temperatura, la conducibilità, la durezza, la concentrazione dell'ossigeno disciolto e tutti gli altri parametri nel range di valori naturali.

I parametri microbiologici e quelli chimici sono sempre risultati soddisfacenti, ad eccezione del cromo che è presente in quantità tale da far supporre la presenza di scarichi inquinanti a monte.

STAZIONE 9: I Fontanile in località Aspes

È caratterizzato da una fila di polle sorgive per una lunghezza di alcune centinaia di metri.

La larghezza dell'alveo è di 2 m; la profondità dell'acqua ha presentato variazioni nel mese di Giugno risultando inferiore ai 10 cm, anche a causa della inattività di 5 o 6 polle sorgive.

L'alveo si presenta con fondo ghiaioso e acqua limpida con velocità di corrente medio-bassa.

Analisi dei risultati

Anche in questa stazione il numero di unità sistematiche ritrovate è uno dei più elevati, il valore di E.B.I. è risultato essere 7 (III classe di qualità), comunque indice di ambiente inquinato.

La temperatura si è presentata variabile, con valori più elevati nel mese di Giugno, mentre conducibilità e concentrazione di ossigeno disciolto sono rimaste pressoché costanti.

I parametri chimici studiati non denotano in generale particolari situazioni di inquinamento; sono completamente assenti i metalli ed i valori di BOD₅ e di COD risultano contenuti.

Anche i dati microbiologici confermano lo stato di discreta qualità delle acque.

Nel mese di Giugno è stato calcolato un rapporto CF/SF che fa supporre la presenza di un inquinamento dovuto a scarichi urbani.

Parametri fisici e chimici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Temperatura	°C	12,3	19	15,3
Conducibilità	μS/cm	574	549	581
O ₂	% sat.	70,2	67,3	63
Durezza	°F	30,8	29	31,2
NH ₄	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.
NO ₂	mg/l	n.r.	n.r.	0,01
NO ₃	mg/l	31	14	19
Cl	mg/l	16	10	11
SO ₄	mg/l	48	38	30
Cr	μg/l	n.r.	n.r.	n.r.
Fe	μg/l	n.r.	n.r.	n.r.
P ₂ O ₅	μg/l	77	145	n.r.
Pb	μg/l	n.r.	n.r.	n.r.
Cd	μg/l	n.r.	n.r.	n.r.
BOD ₅	mg/l	1,4	2,3	0,3
COD	mg/l	1,9	7	1

Classe di Qualità

I

III

I

Parametri microbiologici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Coliformi totali	/100 ml	230	460	9
Coliformi fecali	/100 ml	40	240	< 3
Enterococchi	/100 ml	9	430	< 3
Anaerobi solfito ridut.	/100 ml	112	20	2
Salmonelle	/l	assenti	assenti	assenti
Colifagi	/100 ml	< 5	23	< 5
Rapporto CF/SF		4,44	0,55	1

Classe di Qualità

I

II

I

	marzo '93	giugno '93	novembre '93
Gruppi sistematici	U.S.	U.S.	U.S.
TRICOTTERI	Goeridae	Goeridae	Goeridae
EFEMEROTTERI	<i>Baetis</i>		
COLEOTTERI		Hydrophilidae	
DITTERI	Chironomidae Tabanidae	Chironomidae	Chironomidae Stratiomyidae
CROSTACEI	Gammaridae	Asellidae Gammaridae	Gammaridae
GASTEROPODI	<i>Lymnaea</i>		<i>Lymnaea</i> <i>Succinea</i> <i>Valvata</i>
BIVALVI		<i>Pisidium</i>	<i>Pisidium</i> <i>Sphaerium</i>
TRICLADI	<i>Dendrocoelum</i> <i>Dugesia</i> <i>Polycelis</i>	<i>Dendrocoelum</i> <i>Dugesia</i> <i>Polycelis</i>	<i>Polycelis</i>
IRUDINEI		<i>Erpobdella</i>	<i>Erpobdella</i>
OLIGOCHETI	Lumbricidae Lumbriculidae	Lumbricidae	Lumbricidae Tubificidae
ALTRI	<i>Ostracoda</i>		<i>Ostracoda</i>

Totale Unità Sistematiche

11

11

13

Valore E.B.I.

7

6

6

Classe di Qualità

III

III

III

In tutti e tre i rilevamenti non è comunque stata registrata la presenza di microrganismi patogeni.

STAZIONE 10: Il Fontanile in località Aspes

Il fontanile è costituito da una serie di numerose polle sorgive (circa 25) allineate lungo l'asta.

Il fondo dell'alveo è all'inizio piuttosto fangoso, per poi diventare ghiaioso, qualche decina di metri dopo.

Presenta una larghezza di circa 2-3 m, sia alla testa che lungo l'asta.

La velocità della corrente è medio bassa e la profondità dell'acqua è di soli 10-20 cm. Questo fontanile, insieme al precedente, confluisce nella seriola Garza.

Analisi dei risultati

Il numero di unità sistematiche ritrovato in questa testa di fontanile risulta essere piuttosto basso rispetto a quello dei fontanili ad esso adiacenti.

Nonostante ciò la qualità delle acque, dal punto di vista chimico e microbiologico, risulta essere discreta.

La temperatura è rimasta costante, così come la conducibilità ed il valore della concentrazione di ossigeno disciolto; BOD₅ e COD si sono mantenuti al disotto di valori significativi e non sono mai state riscontrate tracce di cromo, ferro, cadmio, piombo, ammoniaca e fosforo.

Per quanto concerne le analisi microbiologiche, va sottolineato soltanto il rapporto CF/SF che nei mesi di Marzo e Giugno è risultato essere indice di uno stato di inquinamento causato da scarichi urbani.

Parametri fisici e chimici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Temperatura	°C	13,5	15,9	15,9
Conducibilità	µS/cm	571	554	575
O ₂	% sat.	66	68,2	53,6
Durezza	°F	33	29	27,4
NH ₄	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.
NO ₂	mg/l	n.r.	n.r.	0,01
NO ₃	mg/l	25	16	17
Cl	mg/l	13	11	13
SO ₄	mg/l	39	38	31
Cr	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
Fe	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
P ₂ O ₅	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
Pb	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
Cd	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
BOD ₅	mg/l	0,7	1	0,7
COD	mg/l	1,9	1	0,5

Classe di Qualità

I

I

I

Parametri microbiologici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Coliformi totali	/100 ml	40	430	4
Coliformi fecali	/100 ml	23	240	< 3
Enterococchi	/100 ml	4	43	< 3
Anaerobi solfito ridut.	/100 ml	230	10	< 3
Salmonelle	/l	assenti	assenti	assenti
Colifagi	/100 ml	< 5	69	< 5
Rapporto CF/SF		5,75	5,58	1

Classe di Qualità

I

II

I

	marzo '93	giugno '93	novembre '93
Gruppi sistematici	U.S.	U.S.	U.S.
TRICOTTERI		Goeridae	Goeridae Odontoceridae
DITTERI	Tabanidae		Tabanidae
CROSTACEI	Asellidae Gammaridae	Gammaridae	Asellidae Gammaridae
GASTEROPODI	<i>Bithynia</i>	<i>Lymnaea</i> <i>Sadleriana</i> <i>Succinea</i>	<i>Sadleriana</i>
BIVALVI	<i>Pisidium</i>		
TRICLADI			<i>Dendrocoelum</i>
IRUDINEI		<i>Erpobdella</i>	
OLIGOCHETI	Lumbricidae Lumbriculidae Naididae	Lumbricidae	Lumbricidae

Totale Unità Sistematiche	8	7	8
Valore E.B.I.	5	5	6
Classe di Qualità	IV	IV	III

STAZIONE 11: vaso Garza (Poncarale)

La stazione è stata individuata in località Borgo Poncarale, prima della confluenza con il Vaso Fiume a circa 1 chilometro dalle polle sorgive in località Aspes.

Il vaso riceve acqua principalmente dalla Seriola Garza e dai due fontanili dell'Aspes.

Il letto del vaso è largo circa 6-7 m, la profondità dell'acqua è mediamente di 40-50 cm, con l'eccezione del mese di Novembre in cui è stato riscontrato un aumento della portata.

Il fondo si presenta a tratti ghiaioso e a tratti fangoso; l'acqua si è sempre presentata leggermente torbida, con una velocità di corrente medio bassa.

Analisi dei risultati

Da Marzo a Novembre si è assistito ad un aumento progressivo del numero di Unità Sistematiche; va comunque precisato che, indipendentemente dal numero dei taxa, l'E.B.I. è risultato sempre basso e la classe di qualità di appartenenza è risultata essere la IV, indice di ambiente molto inquinato.

Il quadro relativo all'aspetto microbiologico di tale stazione è piuttosto preoccupante; infatti si sono sempre ritrovate, oltre ad alti titoli di colimetria e enterococcometria, Salmonelle, ogni volta appartenenti ad un sierotipo diverso.

Nel mese di Giugno, in particolare, è stata ritrovata *Salmonella enteritidis*, sierotipo altamente patogeno, al primo posto nelle statistiche nazionali e locali come causa di salmonellosi.

Dal rapporto CF/SF si può dedurre che la natura dell'inquinamento è di tipo fognario; BOD₅ e COD tuttavia non risultano significativi.

La presenza in concentrazioni elevate di nitrati in tutti e tre i periodi dell'anno, più che un fenomeno di dilavamento di terreni concimati, suppone un inquinamento di origine domestica.

I metalli risultano spesso presenti ad eccezione del cadmio.

La temperatura è sempre rimasta pressoché costante, così come la conducibilità, la durezza, la concentrazione di ossigeno disciolto.

Parametri fisici e chimici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Temperatura	°C	12,7	14,4	11,1
Conducibilità	μS/cm	619	737	687
O ₂	% sat.	80,4	89,4	62,8
Durezza	°F	30	39,8	38,2
NH ₄	mg/l	n.r.	0,5	0,1
NO ₂	mg/l	1,2	0,4	0,2
NO ₃	mg/l	24	26	16
Cl	mg/l	13	26	17
SO ₄	mg/l	42	44	30
Cr	μg/l	n.r.	n.r.	3
Fe	μg/l	80	n.r.	n.r.
P ₂ O ₅	μg/l	400	180	134
Pb	μg/l	n.r.	n.r.	1,2
Cd	μg/l	n.r.	n.r.	n.r.
BOD ₅	mg/l	4	2,4	1,8
COD	mg/l	11,5	2	3,8

Classe di Qualità

IV

II

III

Parametri microbiologici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Coliformi totali	/100 ml	150000	46000	24000
Coliformi fecali	/100 ml	75000	15000	4300
Enterococchi	/100 ml	11000	460	930
Anaerobi solfito ridut.	/100 ml	262	8	20
Salmonelle	/l	presenti*	presenti #	presenti •
Colifagi	/100 ml	322	< 5	< 5
Rapporto CF/SF		6,81	32,60	4,62

Classe di Qualità

IV

IV

IV

* *S. gruppo B*

S. enteritidis

• *S. muenchen*

	marzo '93	giugno '93	novembre '93
Gruppi sistematici	U.S.	U.S.	U.S.
TRICOTTERI			Odontoceridae
EFEMEROTTERI	<i>Baetis</i>	<i>Baetis</i> <i>Efemerella</i>	<i>Baetis</i>
DITTERI	Limoniidae	Chironomidae	
CROSTACEI	Asellidae Gammaridae	Asellidae Gammaridae	Gammaridae
GASTEROPODI		<i>Physa</i> <i>Emmericia</i>	<i>Emmericia</i> <i>Valvata</i>
BIVALVI		<i>Pisidium</i>	
TRICLADI			<i>Dendrocoelum</i> <i>Dugesia</i>
IRUDINEI		<i>Erpobdella</i>	
OLIGOCHETI		Lumbricidae	Enchytraeidae Naididae Tubificidae
ALTRI		(Pesci)	<i>Ostracoda</i> (Pesci)

Totale Unità Sistematiche	4	10	10
Valore E.B.I.	4	5	5
Classe di Qualità	IV	IV	IV

STAZIONE 12: vaso Fontana Girelli (Poncarale)

I campionamenti sono stati effettuati in località Borgo Poncarale dove il vaso raccoglie l'acqua proveniente da tutti i fontanili indagati.

Il letto del fiume è largo circa 6-7 m, ed il greto si presenta per lo più fangoso, con piccoli tratti ghiaiosi. L'acqua, profonda 1 m circa, scorre con velocità moderata, e si è sempre presentata piuttosto torbida.

Analisi dei risultati

In questa ultima stazione, che raccoglie le acque provenienti da tutti i fontanili studiati e dai corsi d'acqua da essi originati, il quadro generale si presenta alquanto critico.

I parametri microbiologici di inquinamento fecale sono presenti a titoli elevati; nel mese di Marzo è anche stata riscontrata la presenza di *Salmonella derby*, che è stata ritrovata più volte nelle acque del territorio studiato.

Tutti i valori microbiologici sono stati rilevati in quantità maggiore nel mese di Marzo; in questo periodo anche BOD₅ e COD sono risultati elevati.

I metalli quali cadmio, ferro e piombo sono stati costantemente riscontrati, il che indica la presenza di scarichi industriali.

Nel mese di Marzo anche il popolamento bentonico ha permesso di rilevare un indice di forte inquinamento; in tale periodo, infatti, il valore dell'E.B.I. è risultato essere 4 e la classe di qualità IV.

Un leggero miglioramento del valore dell'E.B.I. si è riscontrato nei mesi successivi.

L'ambiente risulta comunque inquinato, oltre che da industrie, soprattutto da scarichi fognari.

Parametri fisici e chimici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Temperatura	°C	12,1	14,5	11
Conducibilità	µS/cm	551	745	724
O ₂	% sat.	68	89,9	69
Durezza	°F	24	40,2	38,2
NH ₄	mg/l	3,3	0,5	0,5
NO ₂	mg/l	2,5	0,4	0,3
NO ₃	mg/l	15	50	24
Cl	mg/l	20	29	32
SO ₄	mg/l	40	28	47
Cr	µg/l	n.r.	n.r.	4
Fe	µg/l	120	100	65
P ₂ O ₅	µg/l	1500	170	434
Pb	µg/l	20	n.r.	n.r.
Cd	µg/l	n.r.	n.r.	n.r.
BOD ₅	mg/l	20,2	2,5	1,8
COD	mg/l	44,6	1,5	3,6

Classe di Qualità

V

IV

IV

Parametri microbiologici		marzo '93	giugno '93	novembre '93
Coliformi totali	/100 ml	460000	110000	24000
Coliformi fecali	/100 ml	93000	9000	9300
Enterococchi	/100 ml	2400	460	430
Anaerobi solfito ridut.	/100 ml	4300	30	110
Salmonelle	/l	presenti*	assenti	assenti
Colifagi	/100 ml	3749	< 5	690
Rapporto CF/SF		3,87	19,56	21,63

Classe di Qualità

IV

III

III

* *S. derby*

	marzo '93	giugno '93	novembre '93
Gruppi sistematici	U.S.	U.S.	U.S.
EFEMEROTTERI		<i>Baetis</i>	<i>Baetis</i>
ODONATI			<i>Aeschinidae</i>
DITTERI	Ceratopogonidae Chironomidae	Chironomidae	Chironomidae
CROSTACEI	Asellidae Gammaridae	Asellidae Gammaridae	Asellidae Gammaridae
GASTEROPODI		<i>Planorbarius</i>	<i>Physa</i> <i>Potamophyrus</i>
BIVALVI		<i>Pisidium</i>	<i>Pisidium</i>
TRICLADI		<i>Dugesia</i>	<i>Dendrocoelum</i>
IRUDINEI		<i>Erpobdella</i> <i>Helobdella</i>	<i>Erpobdella</i>
OLIGOCHETI	Aeolosomatidae	Enchitraeidae Lumbriculidae Tubificidae	Enchitraeidae Lumbricidae
ALTRI			<i>Ostracoda</i> (Pesci)

Totale Unità sistematiche

5

12

12

Valore E.B.I.

4

6

6

Classe di Qualità

IV

III

III

CONCLUSIONI

Dai risultati delle analisi delle singole stazioni si può sicuramente evincere che la situazione attuale dei fontanili è decisamente compromessa, in modo particolare lungo le aste.

Le analisi chimiche hanno spesso evidenziato che il fenomeno dell'inquinamento è già presente alla testa e quindi a livello di falda.

In quasi tutte le aste dei fontanili si assiste ad una modificazione negativa delle bioce-nosi rispetto alla testa e al conseguente abbassamento dell'indice biotico, il che coincide anche con una alta carica batterica e con alti valori dei parametri chimici.

Ai corsi d'acqua dunque non giungono solo le acque di drenaggio delle aree coltivate, ma anche numerosi scarichi civili ed industriali; questi ultimi immessi probabilmente in piccoli rii stagionali che alimentano secondariamente il corso d'acqua principale.

La situazione è di conseguenza decisamente critica anche se nel punto terminale, che presenta una portata notevole, è stata riscontrata la presenza di avannotti che comunque, in considerazione della loro possibilità di rapidi spostamenti, non possono essere presi in considerazione quali indici di qualità delle acque.

L'analisi dei popolamenti bentonici ha evidenziato l'assenza di tutti quei taxa che risultano più esigenti e quindi più sensibili all'inquinamento.

I parametri microbiologici, in modo particolare quelli rilevati lungo le aste, hanno rivelato un elevato rischio igienico e la presenza di salmonelle e di Batteriofagi anti-*E. coli*, nonché l'alto numero degli indicatori della fecalizzazione di fatto dovrebbero impedire l'uso di queste acque per qualsiasi scopo, compreso quello irriguo.

Una situazione migliore è invece quella delle teste dei fontanili dove i parametri microbiologici considerati rientrano nei limiti previsti dalla legge 515 per l'uso delle acque superficiali per scopi idropotabili.

Le analisi chimiche hanno sempre rivelato in quasi tutte le stazioni la presenza, anche se saltuaria, dei metalli, dimostrando quindi la presenza di insediamenti industriali a monte.

Sulla base dei dati ottenuti, è possibile costruire delle mappe della qualità delle acque relative alla zona studiata; tali carte, realizzate mediante simbologie differenti per ciascuna classe, rappresentano graficamente i giudizi di qualità e risultano di immediata interpretazione.

La correlazione tra le tre classi di qualità (biologica, chimica e microbiologica) ha permesso di ricavare una classe «sintetica», che ha consentito di non tralasciare fonti di inquinamento non evidenziabili con gli indicatori settoriali.

Lo studio effettuato, non solo fornisce precise indicazioni sullo stato fisico, chimico, microbiologico, biologico e sanitario delle acque analizzate, ma permette anche di individuare le esigenze e le priorità di intervento.

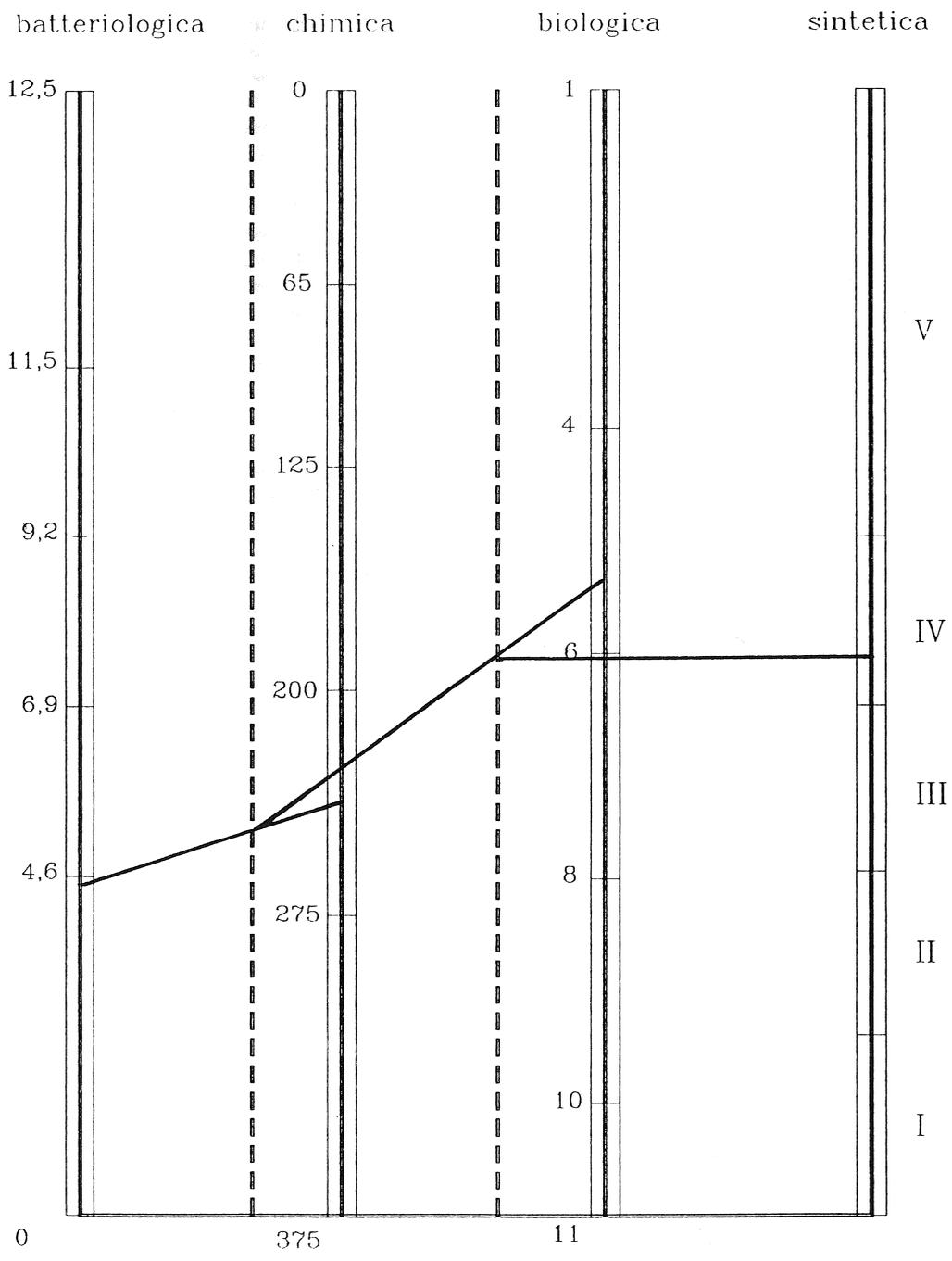


Fig. 2 - Stazione 1: Classi di Qualità (media annuale).

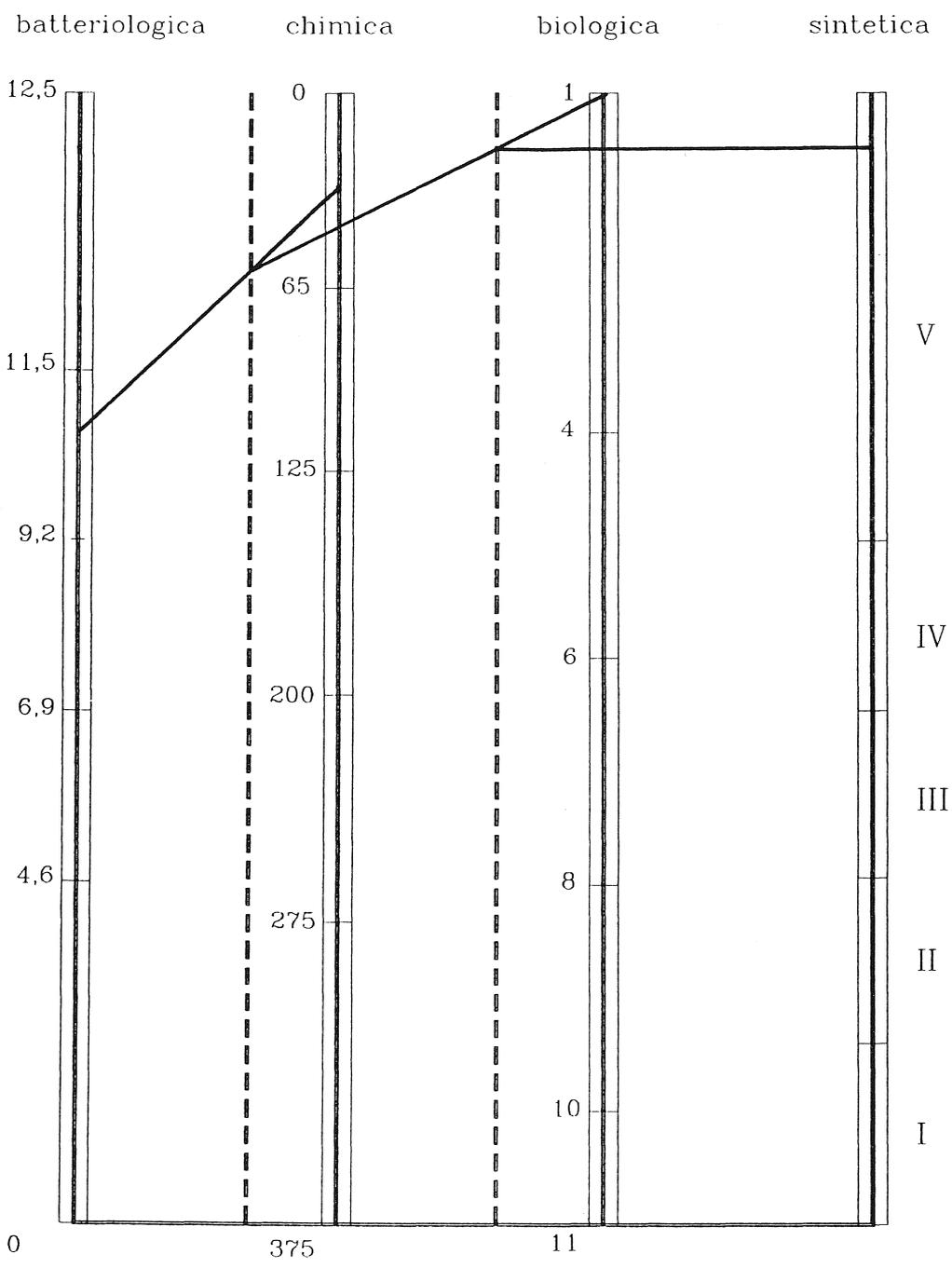


Fig. 3 - Stazione 2: Classi di Qualità (media annuale).

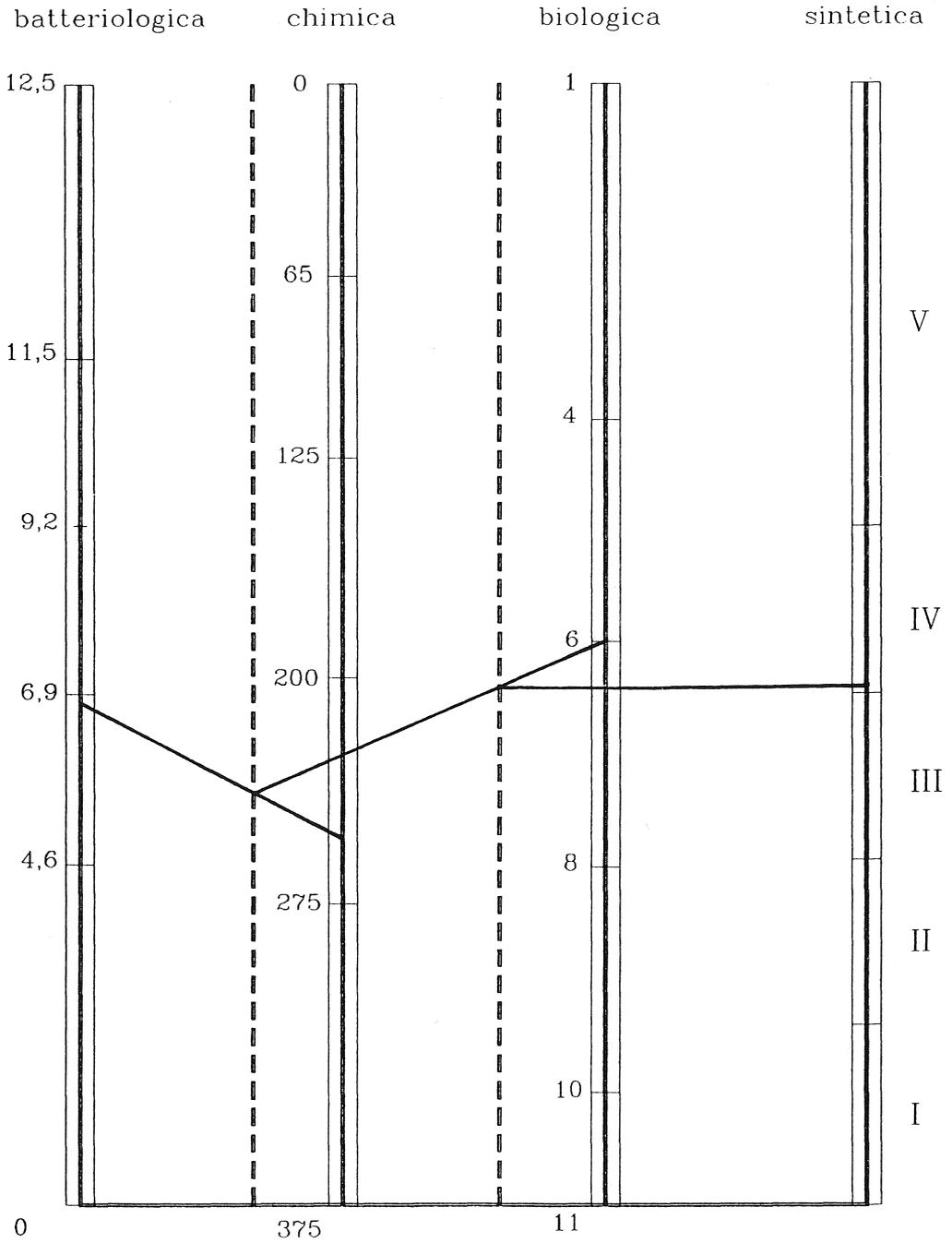


Fig. 4 - Stazione 3: Classi di Qualità (media annuale).

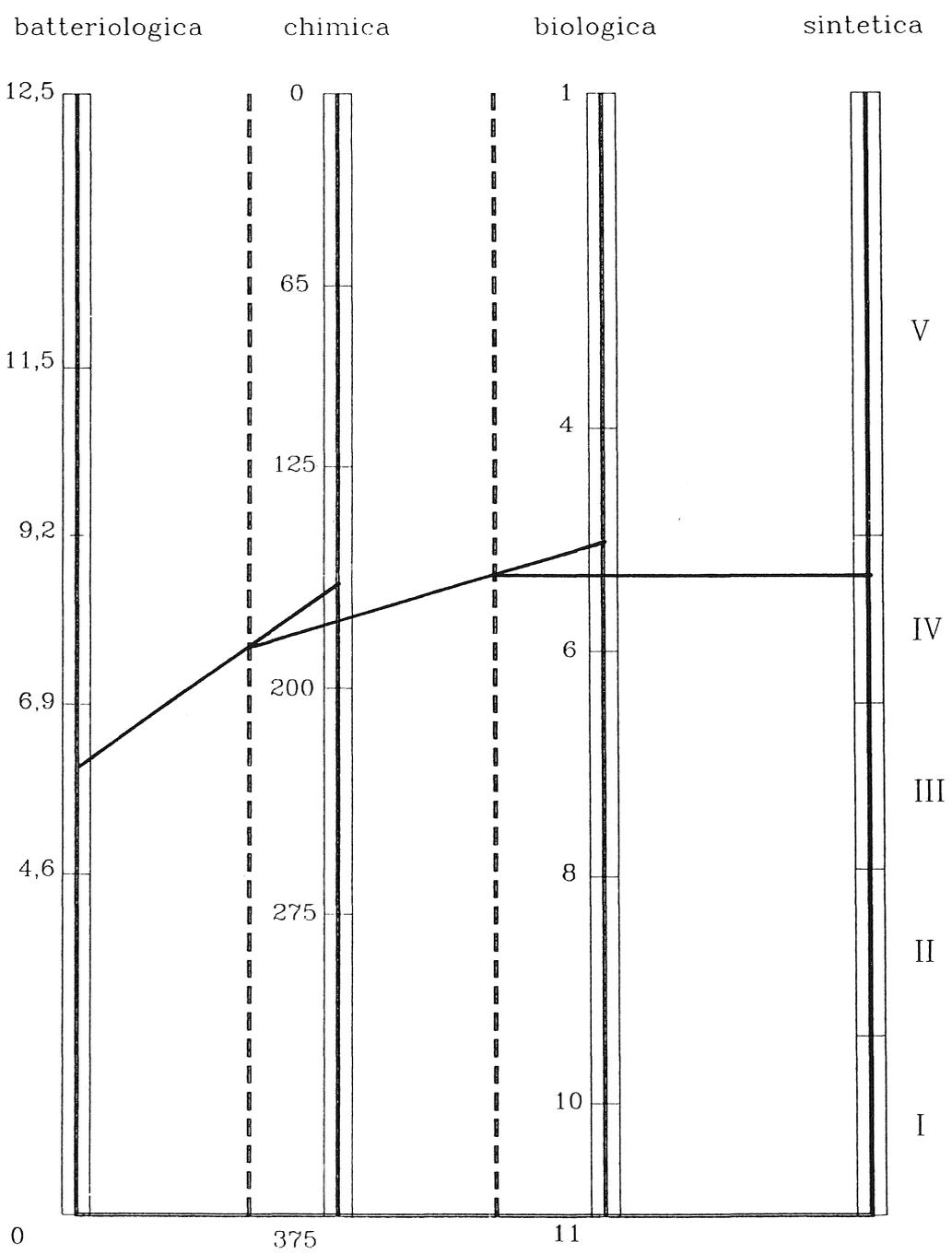


Fig. 5 - Stazione 4: Classi di Qualità (media annuale).

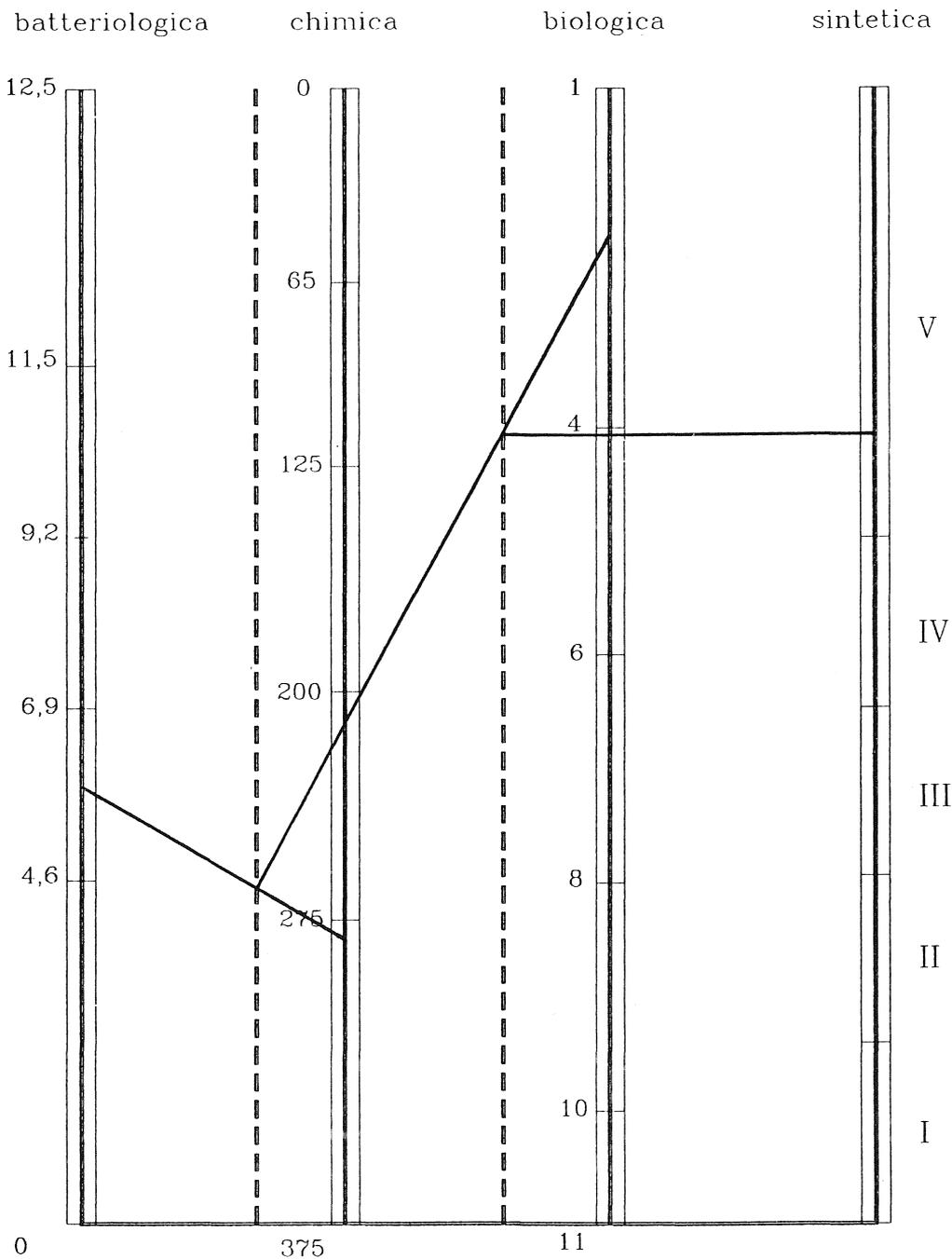


Fig. 6 - Stazione 5: Classi di Qualità (media annuale).

batteriologica

chimica

biologica

sinтетica

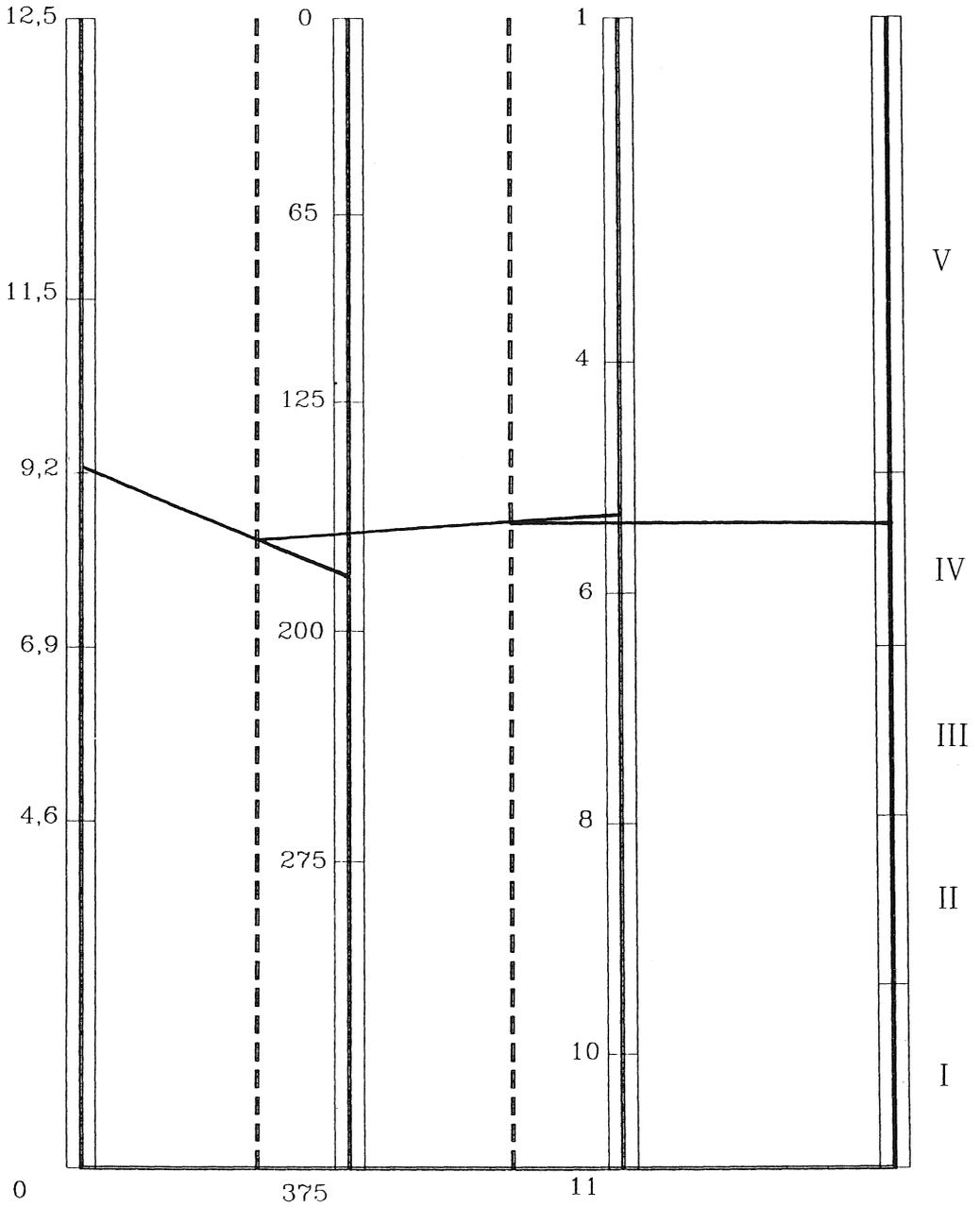


Fig. 7 - Stazione 6: Classi di Qualità (media annuale).

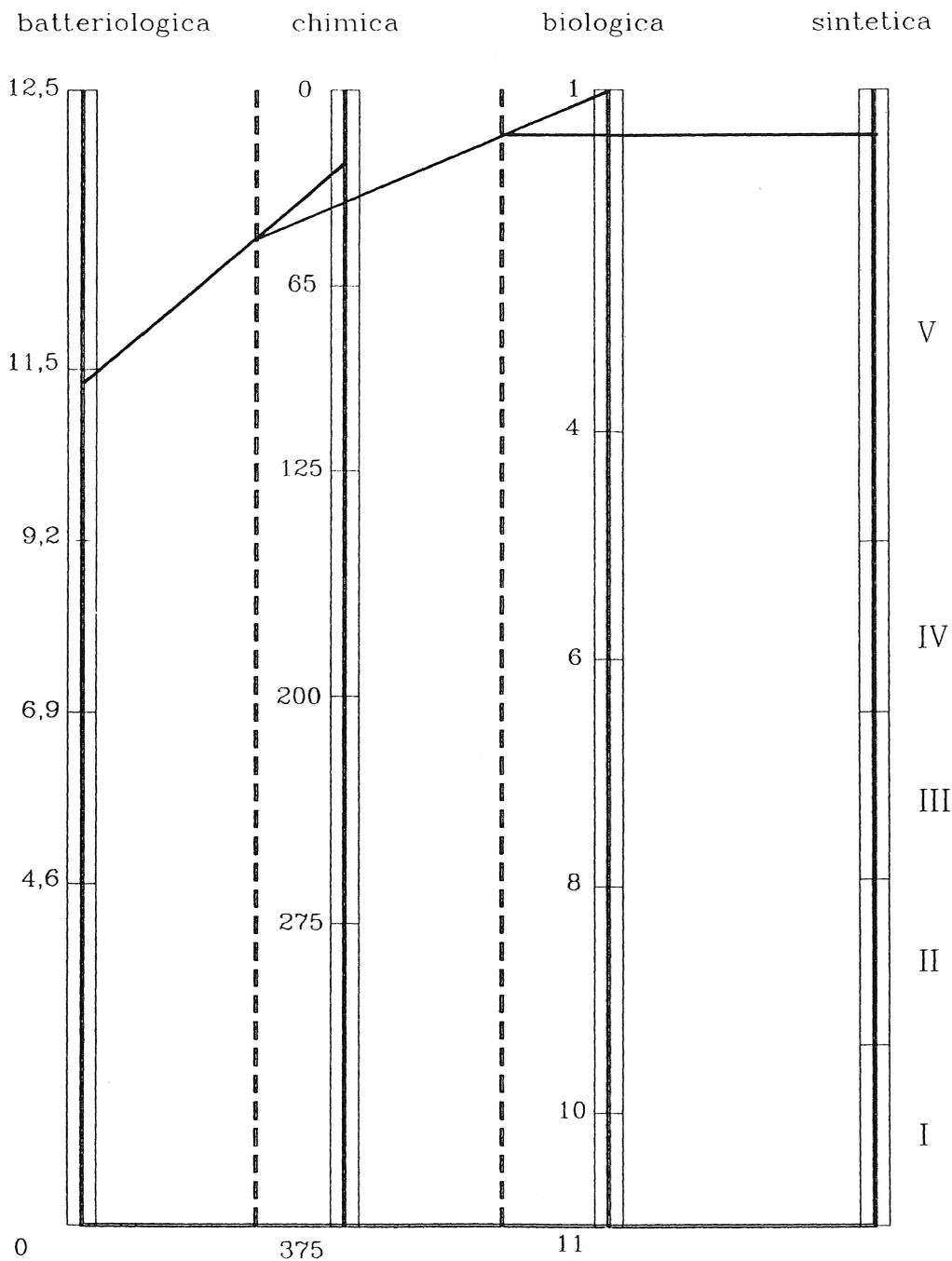


Fig. 8 - Stazione 7: Classi di Qualità (media annuale).

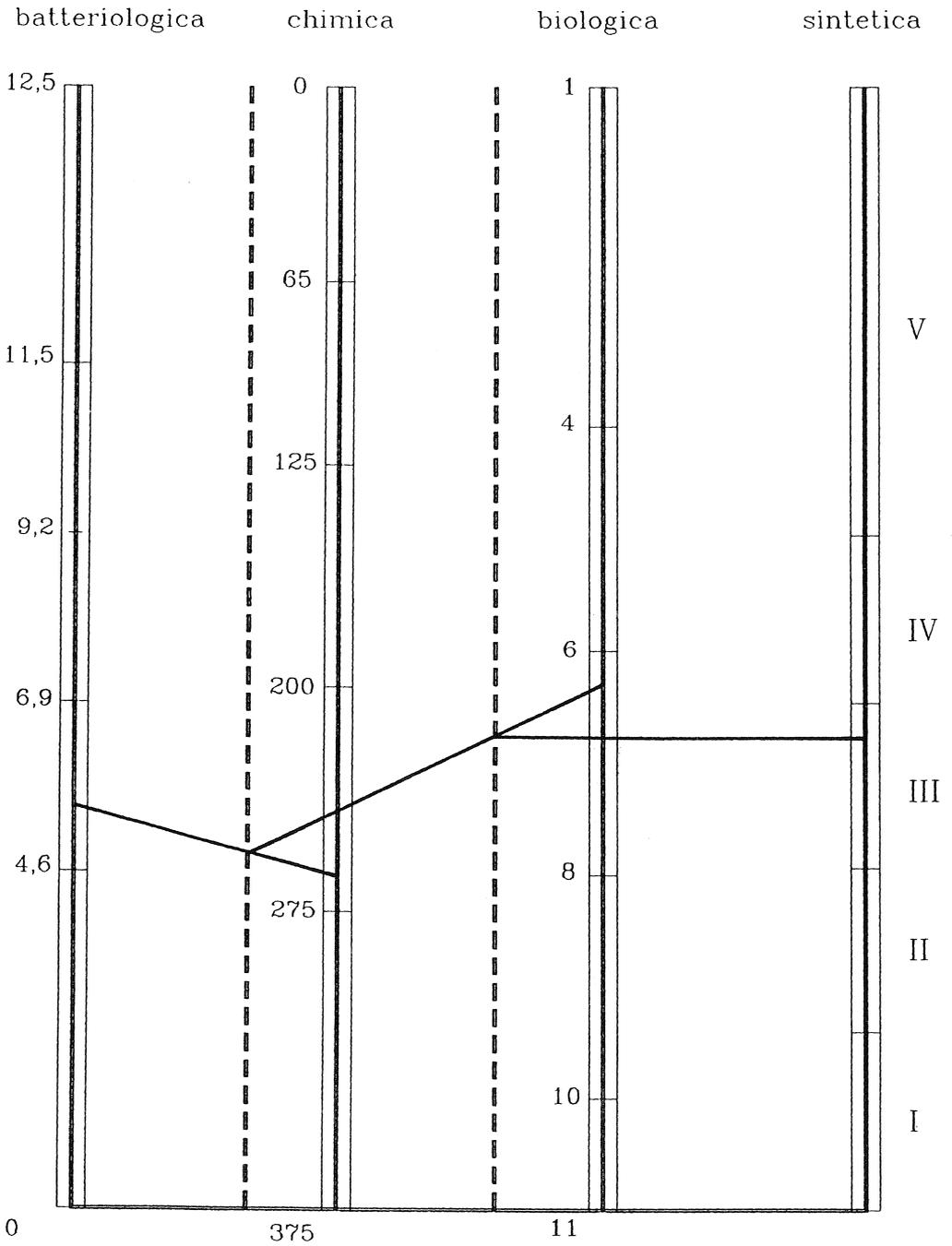


Fig. 9 - Stazione 8: Classi di Qualità (media annuale).

batteriologica

chimica

biologica

sintetica

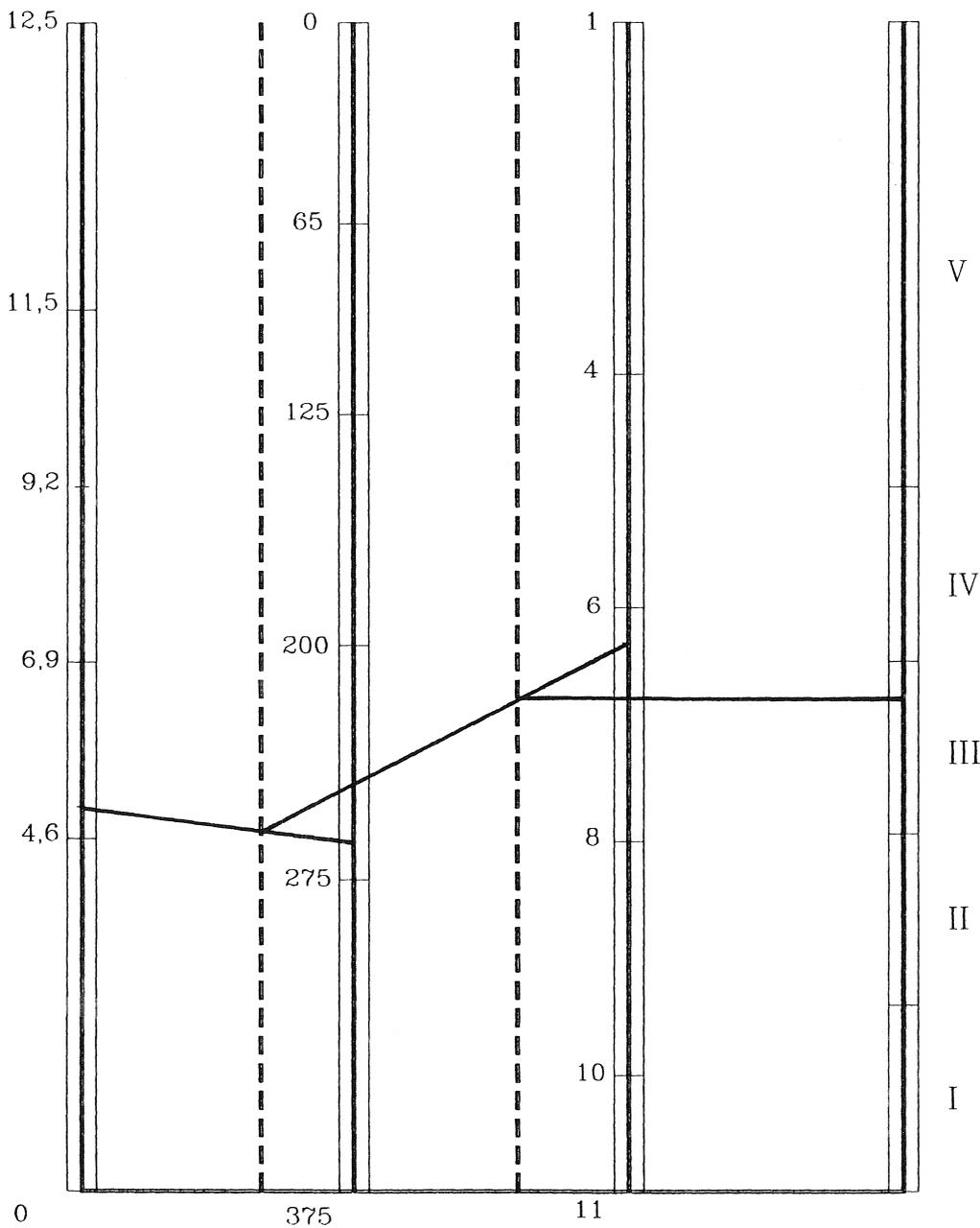


Fig. 10 - Stazione 9: Classi di Qualità (media annuale).

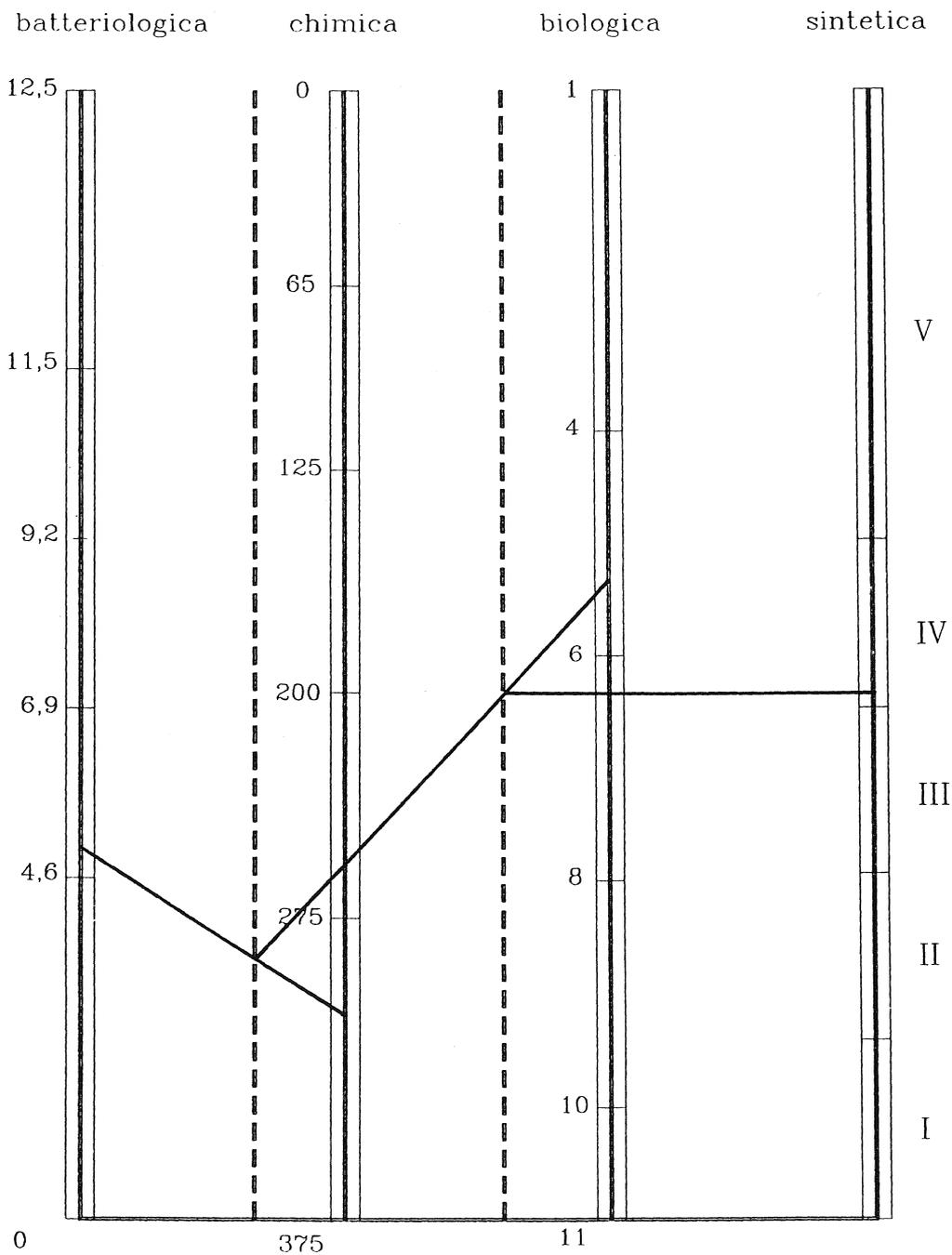


Fig. 11 - Stazione 10: Classi di Qualità (media annuale).

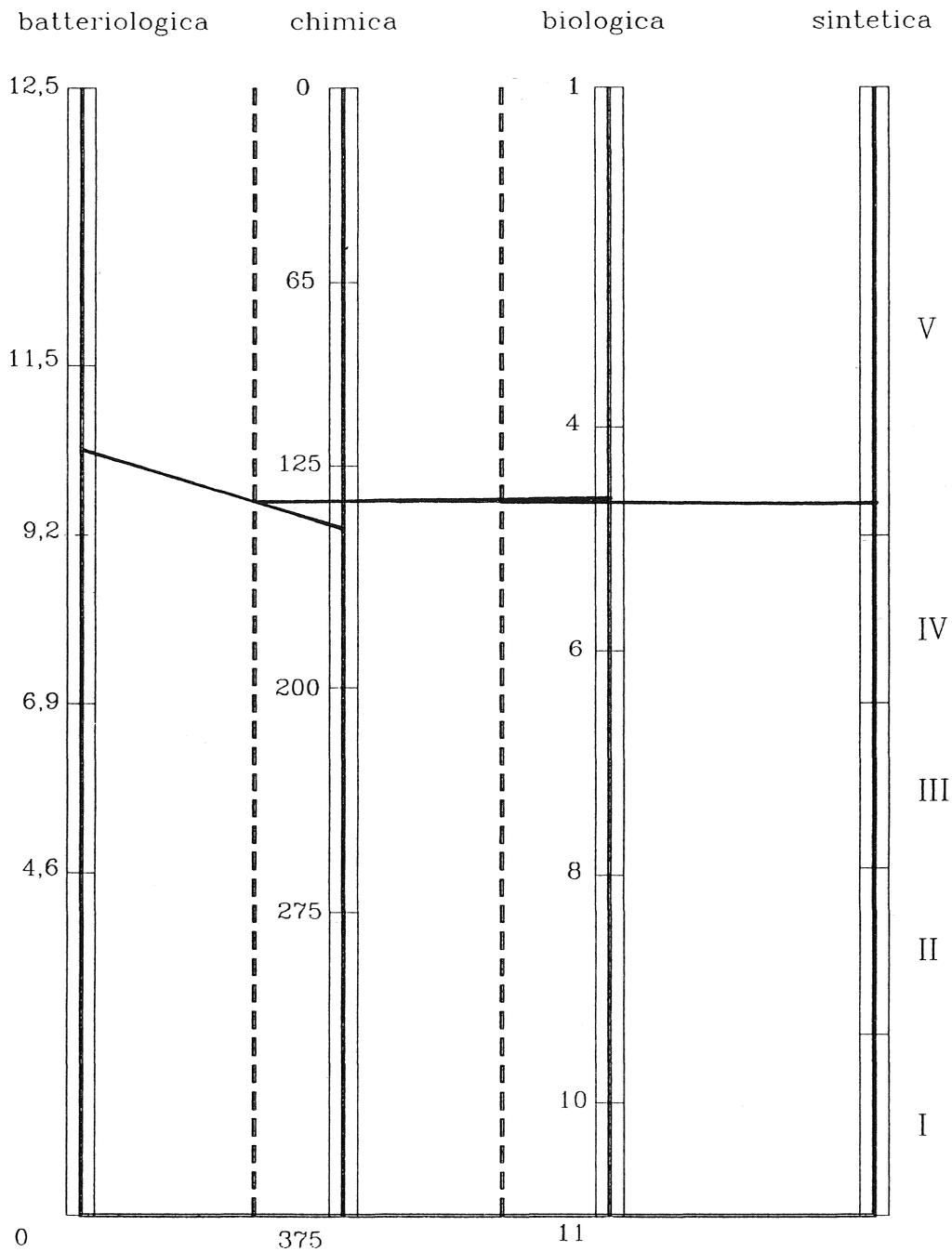


Fig. 12 - Stazione 11: Classi di Qualità (media annuale).

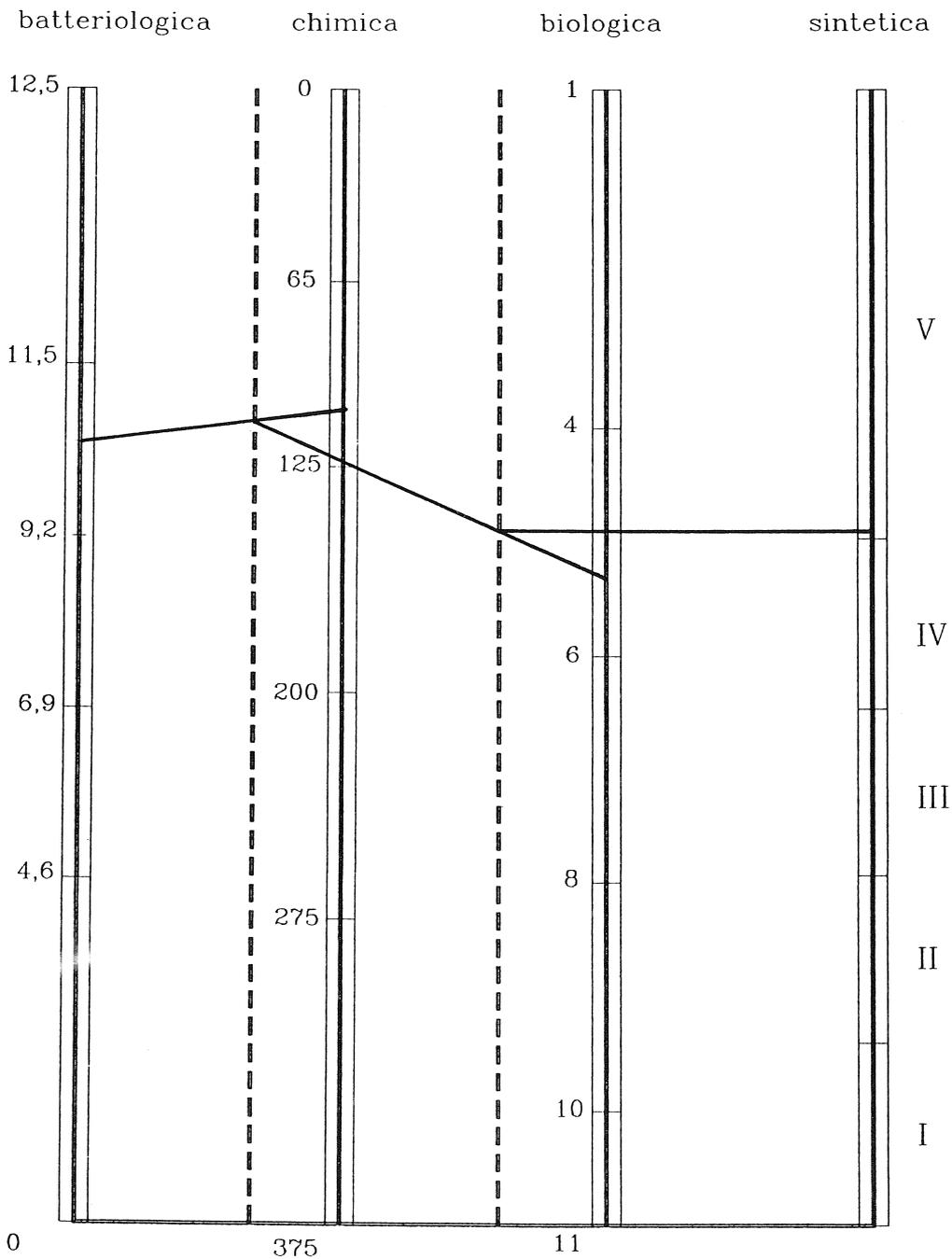


Fig. 13 - Stazione 12: Classi di Qualità (media annuale).

B I B L I O G R A F I A

- BARBATO G., 1988 - *Il lago d'Idro. Caratteristiche fisico-chimiche delle acque*. Natura Bresciana, 24: 115-128.
- BELFIORE C., 1983 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 24. Efemerotteri (Ephemeroptera)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-113.
- CASTAGNOLO L., FRANCHINI D. e GIUSTI F., 1980 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 10. Bivalvi (Bivalvia)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-64.
- CONSIGLIO C., 1980 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 9. Plecotteri (Plecoptera)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-68.
- DECRETO PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA, 1982 - N. 470, 8.VI.82: attuazione della direttiva C.E.E. n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione.
- FEACHEM R., 1974 - *Fecal coliformand fecal streptococci in streams in the new Highlands*. Water Research, 9: 689-690.
- FERRARESE U. e ROSSARO B., 1981 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 12. Chironomidi, 1. (Diptera, Chironomidae: Generalità, Diamesinae, Prodiamesinae)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-97.
- FERRARESE U., 1983 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 26. Chironomidi, 3. (Diptera: Chironomidae: Tanypodinae)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-67.
- FROGLIA C., 1987 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 4. Decapodi, (Crustacea Decapoda)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-41.
- GIROD A., BIANCHI I. e MARIANI M., 1980 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 7. Gasteropodi, 1 (Gastropoda: Pulmonata. Prosobranchia; Neritidae, Viviparidae, Bithyniidae, Valvatidae)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-86.
- GIUSTI F. e PEZZOLI E., 1980 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 8. Gasteropodi, 2. (Gastropoda: Prosobranchia: Hydroboidea, Pyrguloidea)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-67.
- GHETTI P.F., 1986 - *Manuale di applicazione: I Macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua - Indice Biotico: E.B.I., modif. Ghetti, 1986*. Provincia autonoma di Trento, Stazione Sperimentale Agraria Forestale. San Michele all'Adige: 1-111.
- GROTTOLO M., 1990 - *Indagine sul lago d'Idro: aspetti microbiologici*. In: BARBATO G., GROTTOLO M. e RESOLA S., *Indagine sul Lago d'Idro. Aspetti chimico-fisici, microbiologici e fitoplanctonici*. Monografie di «Natura Bresciana», 15, 1990: 45-68.
- GROTTOLO M., 1993 - *Gli affluenti della sponda bresciana del lago d'Iseo*. Natura Bresciana, 28: 57-84.
- GROTTOLO M. e MAZZOLDI P., 1991 - *Analisi biologica della qualità delle acque del bacino del fiume Mella (Brescia, Lombardia)*. Natura Bresciana, 26: 163-190.
- GROTTOLO M. e MAZZOLDI P., 1992 - *Indagine sulla qualità delle acque del torrente Garza (Brescia, Lombardia)*. Natura Bresciana, 27: 103-122.
- ISTITUTO DI RICERCA SULLE ACQUE (CNR), 1973 - *Relazione sulla qualità delle acque superficiali in Italia: rapporto 42c Roma*.
- ISTITUTO DI RICERCA SULLE ACQUE (CNR), 1975 - *Metodi analitici per le acque*. Roma.
- MINELLI A., 1977 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 1. Irudinei (Hirudinea)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-43.
- MINISTERO DELLA SANITÀ, 1976 - Circolare n. 61 del 9.VIII.1976.
- MORETTI P., 1983 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 19. Tricotteri (Trichoptera)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-155.
- NARDI G. e TANZI M. L., 1977 - *La ricerca delle Salmonelle nelle acque superficiali*. Annali Sclavo, 19: 251-272.
- NICOLAI P., 1983 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 25. Blefariceridi (Diptera: Blephariceridae)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-47.
- NOCENTINI A. M., 1985 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 29. Chironomidi (Diptera: Chironomidae: Chironominae, larve)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-186.

- OLMI M., 1978 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. 2. *Driopidi, Elminidi (Coleoptera Dryopidae, Elminthidae)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-73.
- PIRISINU Q., 1981 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. 13. *Palpicorni (Coleoptera: Hydraenidae, Helophoridae, Spercheidae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Sphaeridiidae)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-97.
- RESOLA S., 1990 - *Indagine sul lago d'Idro: aspetti chimico-fisici*. In: BARBATO G., GROTTOLO M. e RESOLA S., *Indagine sul Lago d'Idro. Aspetti chimico-fisici, microbiologici e fitoplanctonici*. Monografie di «Natura Bresciana», 15. 1990: 9-43.
- RIVOSECCHI L., 1984 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. 3. *Simuliidi (Diptera Simuliidae)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-88.
- RIVOSECCHI L., 1984 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. 28. *Ditteri (Diptera)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-177.
- ROSSARO B., 1982 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. 16. *Chironomidi, 2. (Diptera Chironomidae: Orthoclaadiinae)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-80.
- SANSONI G., 1988 - *Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Provincia Autonoma di Trento, Stazione Sperimentale Agraria Forestale, Servizio protezione ambientale. San Michele all'Adige: 1-191.
- SILIGARDI M., 1986 - *Usa di un nomogramma per la costituzione delle carte ittiche*. Quaderni Ente Tutela e Pesca. Udine 14: 163-169.
- TACHET H., BOURNAUD N. e RICHOUX P., 1980 - *Introduction à l'étude des Macroinvertébrés des eaux douces (Sistématique élémentaire et aperçu écologique)*. C.R.D.P. Lyon Cedex.
- WENTSEL R. S., O'NEILL P. e KITCHENS J., 1982 - *Evaluation of Coliphage Detection as a Rapid Indicator of Water Quality*. Applied and Environmental Microbiology, 42 (2): 430-434.
- ZITELLI A., SALVADORI O., MARIN V. e DUZZIN B., 1981 - *Relazioni tra gli indici di inquinamento fecale nelle acque del fiume Brenta*. Igiene Moderna, 75: 719-734.
- ZULLINI A., 1982 - *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. 17. *Nematodi (Nematoda)*. Collana del progetto finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Valdonega, Verona: 1-117.

Indirizzo degli Autori:

MARIO GROTTOLO, via Malvestiti 28 - 25123 BRESCIA
 MARIO COTTA RAMUSINO, via Celonia 20 - 20133 MILANO
 PAOLA VENTURINI, via Campo Marte 24 - 25122 BRESCIA