



Comune di Pavia



Assessorato  
Sviluppo Sostenibile - Ambiente  
Settore Ambiente e Territorio



Centro Regionale  
Educazione Ambientale

Università di Pavia



Dipartimento di  
Ecologia del Territorio  
Sezione di Ecologia



### Centro di Monitoraggio Ambientale della roggia Vernavola

responsabile scientifico: Renato Sconfiatti

comitato di coordinamento: Pinuccia Balzamo, Bruno Iofrida, Pinuccia Spadaro, Italo Venzaghi

#### NASCE IL CeMAV

Nel maggio 2007 è stata stipulata una convenzione fra il Comune di Pavia e il Dipartimento di Ecologia del Territorio (DET) per la costituzione del Centro di Monitoraggio Ambientale della roggia Vernavola (CeMAV), con sede presso il CREA.

Come "logo" è stato scelto la larva acquatica di un insetto, il tricottero *Hydropsyche*, molto frequente nella roggia sotto i sassi e aggrappato alla scarsa vegetazione sommersa.

Di seguito si riportano alcuni stralci significativi della convenzione:

##### Art. 2 - Finalità

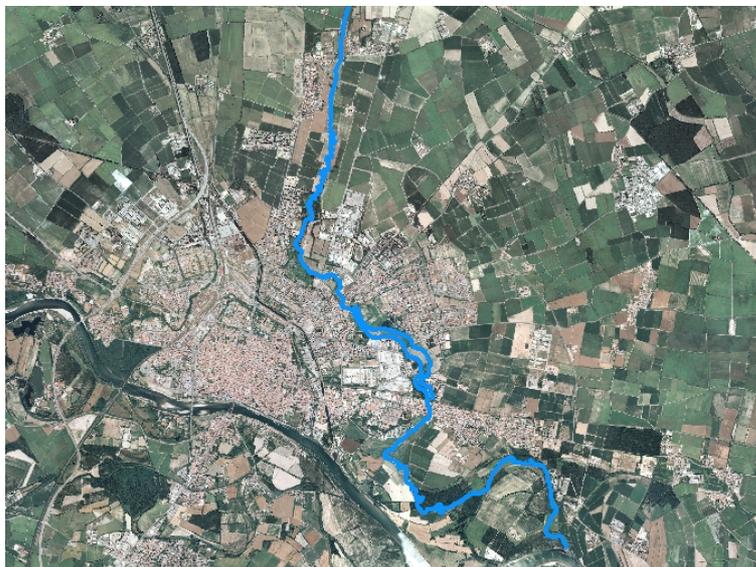
*Il Centro si prefigge di controllare la qualità ecologica della roggia Vernavola, allo scopo di segnalare tempestivamente alle autorità competenti eventuali anomalie. Il Centro promuove il risanamento della roggia e la piena valorizzazione del contesto ambientale di contorno, proponendo altresì forme di informazione e comunicazione alla cittadinanza dei risultati ottenuti.*

Il monitoraggio ambientale consiste in campionamenti trimestrali di macroinvertebrati con l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE), per la definizione della qualità biologica del corso d'acqua, accompagnati da una serie di misurazioni

chimico-fisiche per la definizione del Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM).

*"Il Comune si impegna, tramite il CREA, a mettere a disposizione la strumentazione e i reagenti in suo possesso e a garantirne lo stato d'uso."* (da art. 4)

*"Il DET si impegna a realizzare i campionamenti di macroinvertebrati e il prelievo di campioni di acqua per le analisi previste, secondo i tempi stabiliti dal Comitato di Coordinamento. ... e interviene tempestivamente dietro segnalazione di eventi o situazioni potenzialmente dannosi per la qualità ambientale della Vernavola."* (da art. 5)



*"Il Comune e il DET convengono sul comune interesse alla valorizzazione della propria immagine nelle comunicazioni all'esterno relative a sviluppi e risultati dell'attività oggetto della presente convenzione. Allo scopo possono promuovere seminari, workshop e quanto altro possa contribuire a sensibilizzare la popolazione e i responsabili della vita civile."* (da art. 12)

#### LA NOSTRA SFIDA

Il CeMAV nasce dalla convergenza di interessi di soggetti diversi, che a costi molto contenuti si impegnano a mantenere sotto controllo la qualità ambientale di una roggia, tanto interessante sotto molti aspetti (ricreativo, naturalistico, didattico-educativo) quanto estremamente vulnerabile e "ag-gredita" da una forte pressione antropica.





Nello scorso anno il DET, tramite l'attività di alcune tesi di laurea nell'area delle Scienze Naturali, ha acquisito un quadro analitico e completo dello stato di qualità biologica e del livello di funzionalità ecologica, intesa come capacità autodepurativa del corso d'acqua.

Il CREA ha provveduto all'acquisto della strumentazione e dei reagenti necessari per le analisi chimico-fisiche, che prevedono la misura di temperatura e ossigeno disciolto, la valutazione della Domanda Biologica di Ossigeno ( $BOD_5$ ) e della Domanda Chimica di Ossigeno (COD), la misurazione dei composti azotati e del fosforo, la valutazione del carico dei colifecali (*Escherichia coli*).

Raggiunta l'autosufficienza, nella giornata del 2 novembre 2007 è stata attuata la prima campagna di monitoraggio in tre stazioni, collocate alle estremità della roggia e nei pressi della Strada Vigentina, all'interno del Parco Urbano (fig. 1).

## LA ROGGIA VERNAVOLA

La Roggia Vernavola, lunga circa 15 km, ha origine all'interno dell'abitato di San Genesio ed Uniti, da cui si diparte con un percorso nord-sud verso l'incasato urbano di Pavia; all'altezza della strada Vigentina devia verso est, attraversa trasversalmente il quartiere di San Pietro in Verzolo e, dopo aver imboccato il tracciato di un antico meandro del Ticino, ritorna verso Sud e sfocia nel Ticino stesso.

Nonostante il suo corso attraversi la città, la roggia conserva lunghi tratti che presentano interessanti aspetti di naturalità. Il tratto superiore della roggia, tra San Genesio e la Torretta, è incluso nel Parco Comunale istituito nel 1984. All'interno del Parco ha sede il Centro Regionale per l'Educazione

Ambientale (CREA), che svolge da anni un importante ruolo di riferimento per le scuole pavese, e non solo ...

Il corso d'acqua non si esaurisce, tuttavia, all'interno del Parco: tra i quartieri di San Giovannino e Vallone, inglobata in ambito urbano, si trova un'oasi verde in cui sono ancora oggi presenti lembi di agricoltura e in cui la Vernavola scorre per circa due chilometri; più avanti, a sud dei quartieri San Pietro in Verzolo e Montebolone, si sviluppa un'area molto vasta, seppur a tratti degradata, coincidente con la gola del Ticino, dove la Vernavola assume un corso a meandri ed è possibile osservare fenomeni legati al contesto ambientale della pianura alluvionale.

È in via di realizzazione la Greenway della Battaglia di Pavia, che interessa l'intero corso della Vernavola con lo scopo di ricostruire e valorizzare le risorse naturalistiche e storiche del territorio. Il progetto prevede di collegare la Certosa di Pavia con il fiume Ticino, attraverso una via pedonale e ciclabile di 18 Km, seguendo principalmente il percorso della roggia, dall'origine alla foce.

La Roggia Vernavola e il suo territorio sono, inoltre, al centro del progetto "Caratterizzazione idraulica, biologica, ecologica della roggia Vernavola e interventi di riqualificazione e valorizzazione ambientale" che vede coinvolti tre Dipartimenti dell'Università di Pavia (Ingegneria Idraulica e Ambientale, Ecologia del Territorio, Ingegneria Informatica e Sistemistica), in collaborazione con il Comune di Pavia e l'A.S.M., e cofinanziato dalla Fondazione Cariplo.

Il progetto si concluderà nell'autunno 2009.

## STATO DELL'AMBIENTE OTT. 2006 - LUG. 2007

### LA QUALITÀ BIOLOGICA DELLA VERNAVOLA

In sette stazioni ormai "tradizionali" (fig. 1) sono state eseguite quattro campagne stagionali di campionamento: 25 Ottobre 2006, 30 Gennaio 2007, 24 Aprile 2007 e 19 Luglio 2007. È stata mantenuta la numerazione originaria per agevolare il confronto con dati precedenti.

A conclusione del ciclo annuale di campionamento è stato possibile delineare un quadro generale della

comunità macrobentonica dell'intero corso della Vernavola.

I dati biologici sono stati analizzati secondo la metodologia IBE; è stata calcolata su base annua la qualità biologica complessiva, che per valori di IBE = 6-7 oscilla mediamente intorno alla III classe, corrispondente al giudizio "inquinato o comunque alterato" (fig. 2).

La qualità biologica delle acque, indipendentemente dal contesto entro il quale scorrono, presenta una situazione di alterazione legata soprattutto alla mancanza di un efficace controllo delle immissioni,





a partire dal tratto a monte del parco comunale fino al tratto finale, interessato da attività agricole intensive.

La roggia Vernavola presenta notevoli potenzialità sotto il profilo ecologico, in quanto mantiene in buona parte del suo corso una struttura naturale, specialmente nel tratto adibito a parco e nel tratto terminale in cui segue un andamento meandriforme. Tuttavia sono evidenti diverse alterazioni antropiche, anche se in buona parte inevitabili (all'interno dell'abitato di Pavia e nel parco).

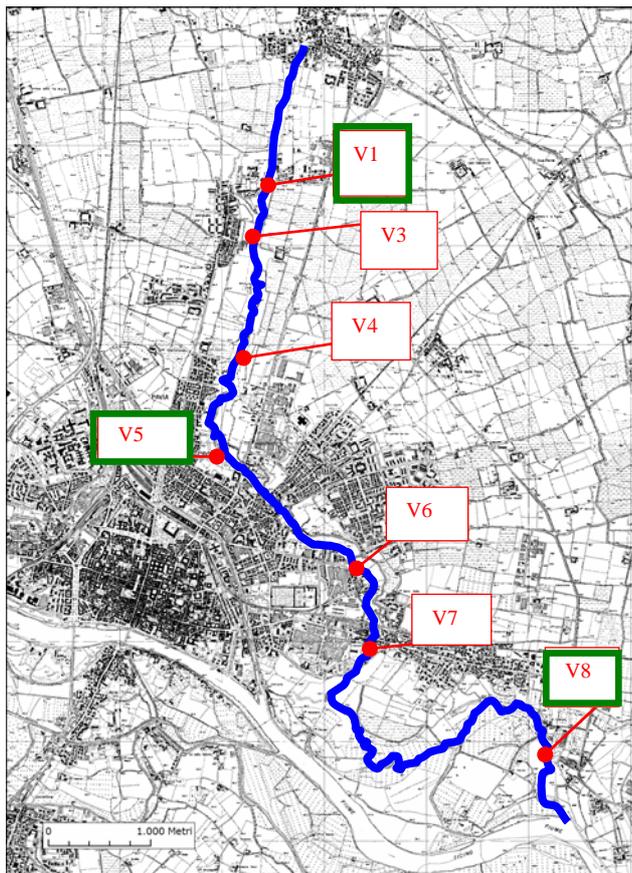


Figura 1 - Stazioni di campionamento (V-x) per il calcolo dell'Indice Biotico Esteso.

Cornice verde = stazioni per il monitoraggio.

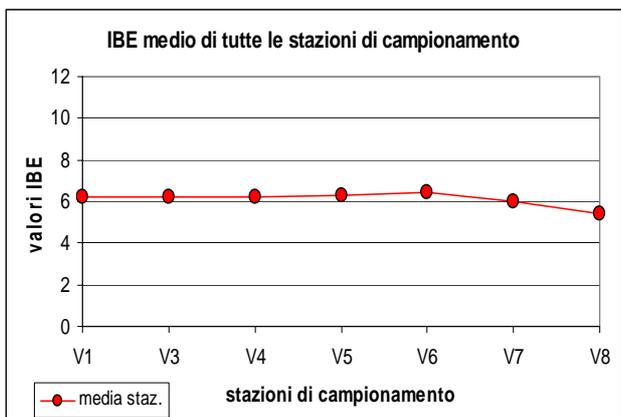


Figura 2- Valori medi dell'IBE ott. 2006-lug. 2007.

La qualità dell'acqua risulta critica, e ciò condiziona pesantemente la qualità biologica.

E' quindi necessario e prioritario privilegiare scelte amministrative e politiche per il miglioramento della gestione dei reflui di origine antropica.

Erika Merigo, DET

estratto da tesi di laurea magistrale in Scienze della Natura, 2007

### LA FUNZIONALITÀ ECOLOGICA DELLA VERNAVOLA

Nel corso del 2007 è stato aggiornato il quadro della funzionalità ecologica della roggia Vernavola, già pubblicato a grandi linee nel 2001 dalla Fondazione Lombardia per l'Ambiente (FLA) nell'ambito di un'indagine sul reticolo idrografico del fiume Ticino.

Entrambi gli studi sono stati svolti applicando l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) (Manuale ANPA 1° e 2° Edizione, 2001 e 2003), che interpreta la "funzionalità" come la capacità integrata fiume-corridoio fluviale di esprimere al meglio le proprie potenzialità autodepurative.

La sua stima si basa sull'analisi di quattro comparti: territorio, rive, alveo, componente biologica. La scheda di rilevamento è composta da 14 domande, per ciascuna delle quali sono previste 4 risposte predefinite, di cui solo una può essere scelta. Alle risposte sono assegnati pesi numerici che vanno da un valore massimo 30 ad un minimo di 1. Il punteggio massimo ottenibile è 300 e il minimo è 14. Il rilievo deve essere eseguito da valle verso monte considerando il Tratto Minimo Rilevabile (TMR), ossia la lunghezza minima cui deve essere dedicata la compilazione di una scheda, che per la Vernavola è di 40 m, in relazione con la larghezza dell'alveo di morbida. I punteggi ottenuti sono tradotti in 5 livelli di funzionalità principali, intervallati da 4 livelli intermedi, ad ognuno dei quali è assegnato un giudizio di funzionalità e un colore convenzionale, utilizzato per comporre mappe cromatiche di immediata lettura dei risultati.

I risultati ottenuti mostrano un quadro molto più dettagliato rispetto alla mappa di funzionalità del 2001, ben visibile già dal numero dei tratti: 6 per la FLA, 24 nelle nostre indagini.

La funzionalità ecologica complessiva oscilla intorno al livello III ("mediocre", giallo) con alcuni brevi tratti di II ("buono", verde) e tratti propriamente "urbani" a livello IV ("scadente", arancione) (fig. 3).





I tratti con migliore funzionalità si trovano in corrispondenza dell'ontaneto e della zona a meandri, all'interno del parco, e nel settore terminale, nella zona delle sorgenti di terrazzo a Montebolone e alla foce in Ticino.

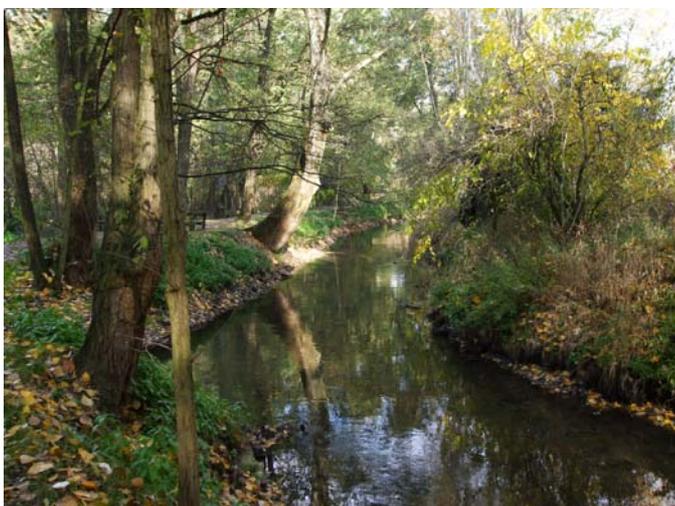


Analizzando i comparti singolarmente si nota come quello più compromesso sia la "componente biologica", legata essenzialmente alla modesta qualità chimica dell'acqua, come già risultava dalla scarsa qualità biologica.

Anche il comparto "alveo" risulta penalizzato, in parte per caratteristiche fisiologiche e naturali del corso d'acqua, come il tipo di fondo, la presenza di erosione ricorrente, la scarsa presenza di vegetazione acquatica, ma anche per alcuni interventi di rettificazione svolti dall'uomo.

Il comparto meno penalizzato è, invece, quello delle "rive", in quanto contribuisce alla perdita di soli 10 punti rispetto al massimo ottenibile.

Il comparto "territorio" ricalca sostanzialmente l'andamento globale dell'indice.



Si possono sinteticamente individuare tre priorità in cui è possibile intervenire per migliorare la funzionalità ecologica:

- I) reintrodurre ove possibile una "meandrizzazione" o usare deflettori di corrente;
- II) potenziare la fascia vegetazionale riparia, aumentandone sia l'ampiezza che la continuità;
- III) limitare gli interventi degli operatori agricoli sulle sponde;
- IV) migliorare la qualità dell'acqua controllando le immissioni.

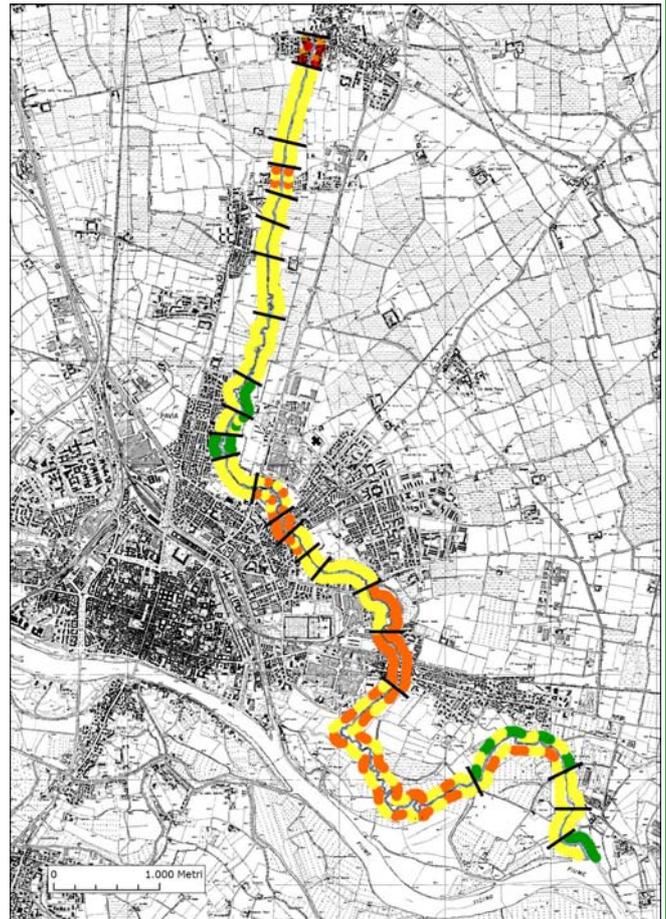


Figura 3 - Quadro della funzionalità fluviale.

Livelli di funzionalità



Da quest'indagine è emerso come la Vernavola sia, nonostante l'ubicazione in un territorio fortemente antropizzato e le sue ridotte dimensioni, un corso d'acqua che offre notevoli punti di interesse. Lo stato complessivamente "mediocre" non è, quindi, una situazione senza rimedio, ma lascia spazio a possibilità di miglioramento.

Giorgia Morelli, DET

estratto da tesi di laurea triennale in Scienze e Tecnologia per la Natura, 2007





## I SENTIERI DIDATTICI

Partendo dal riconoscimento delle peculiarità ambientali e culturali che caratterizzano il territorio, è stata avanzata una proposta di valorizzazione naturalistica servendosi dello strumento del sentiero didattico.

L'obiettivo è quello di offrire uno strumento, fruibile nell'immediato e a costi pressoché nulli, per svolgere attività di educazione ambientale sul territorio e favorire momenti ricreativi, suscitando l'interesse e l'affezione della cittadinanza nei confronti del proprio territorio.

La progettazione dei sentieri didattici è stata preceduta da due importanti momenti:

1. raccolta e studio di materiale bibliografico, cartografico e iconografico relativo all'area di riferimento;
2. rilievo sul campo dell'intera asta fluviale e individuazione degli aspetti peculiari del corso d'acqua, in particolare sotto il profilo idro-geomorfologico, accompagnata dalla raccolta di un'ampia documentazione fotografica.

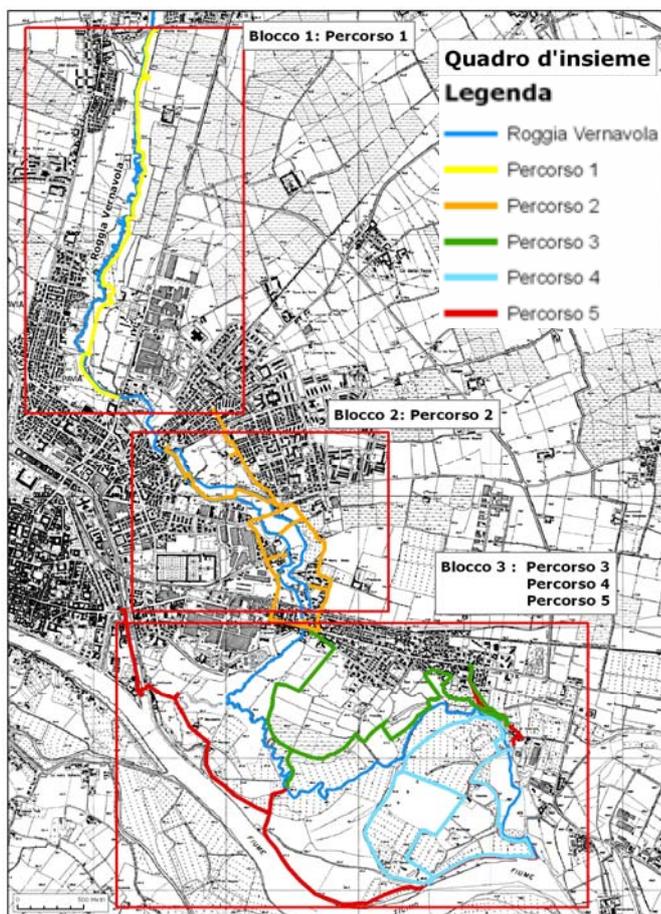


Fig. 4 - Schema generale dei sentieri didattici.

L'itinerario lungo la roggia è stato suddiviso in cinque Percorsi (fig. 4), di cui sono stati individuati i passaggi tra l'uno e l'altro per offrire, nei limiti del possibile, una continuità logica e spaziale.

Sono stati studiati gli aspetti logistici, quali i punti di partenza e di arrivo, i mezzi di trasporto pubblici che consentono di raggiungere l'itinerario, gli eventuali accessi intermedi.

Sono state quantificate le distanze e i tempi per calibrare le escursioni a seconda delle esigenze; sono stati predisposti i tracciati e individuati i punti di sosta e gli elementi di interesse, consentendo in tal modo un preciso orientamento negli spostamenti.

Gli itinerari sono stati descritti tramite schede tecniche, all'interno delle quali i box di approfondimento trattano i fenomeni più importanti servendosi di schemi e immagini.

### Percorso 1: "Il Parco"

Si sviluppa all'interno dell'area adibita a Parco Comunale.

### Percorso 2: "La campagna in città"

Occupa un'area che, seppur inglobata dalla città, ha mantenuto la sua vocazione agricola.

### Percorso 3: "Per lanche e sorgenti..."

Ha inizio nel quartiere di San Pietro in Verzolo e si sviluppa all'interno dell'area golenale del sistema Ticino-Vernavola.

### Percorso 4: "La foce"

È un anello che comincia e termina al ponte sulla Vernavola nei pressi della Cascina Scagliona, passando per la foce in Ticino.

### Percorso 5: "Paesaggi d'acqua"

Si sviluppa dalla Confluenza del Naviglio alla Costa Caroliana, con numerose divagazioni e connessioni con gli altri percorsi. Fornisce un quadro ampio e eterogeneo degli ambienti planiziali umidi a diverso grado di antropizzazione.

Il lavoro sarà oggetto di approfondimento per diventare una proposta concretamente operativa.

*India Pesci, DET*

*estratto da tesi di laurea magistrale in Scienze della Natura, 2007*





## PRIMA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO NOVEMBRE 2007

### METODI DI INDAGINE

Il monitoraggio viene eseguito in tre stazioni, scelte come rappresentative fra quelle riportate in Fig. 1, sempre mantenendo la numerazione originaria.

La prima è all'ingresso a monte del parco, a Mirabello: st. 1.

La seconda nel tratto rettilineo poco dopo l'ingresso nel parco dalla strada Vigentina: st. 5.

La terza al ponte di strada Scagliona, vicino all'omonima cascina, nel tratto a valle: st. 8.

#### Qualità biologica

È stato utilizzato il metodo IBE (Indice Biotico Esteso) seguendo il protocollo riportato nel manuale APAT del 2001. Il metodo prevede l'utilizzo dei macroinvertebrati bentonici come bioindicatori; la presenza o meno di organismi sensibili all'inquinamento e la biodiversità della comunità biologica consentono di attribuire, mediante l'utilizzo di apposite tabelle, il valore di IBE in ciascuna stazione di campionamento.

Dal valore IBE si risale alla classe di qualità biologica (C.Q.) e al relativo giudizio di qualità (tab. I).

<b>I.B.E.</b>	≥ 10	8-9	6-7	4-5	≤ 3
<b>C.Q.</b>	I	II	III	IV	V
<b>colore</b>					

Tab. I - Dai valori di IBE alla classe di qualità CQ.

Il campionamento viene eseguito con uno speciale retino manicato, muovendo il fondo del corso d'acqua e sfruttando la corrente per il trasporto degli organismi bentonici dentro il retino.

Gli organismi raccolti vengono fissati in alcool al 70% e successivamente catalogati in laboratorio.

#### Livello di inquinamento -macrodescrittori

È stato preso come riferimento il modello analitico suggerito dalla Tabella 7 del DLgs n.152 del 1999, che consente di definire l'indice LIM utilizzando come "macrodescrittori" sette parametri chimici e microbiologici essenziali, riferiti al bilancio dell'ossigeno nell'acqua, ai nutrienti (azoto e fosforo) e alla presenza del colibatterio *Escherichia coli*, tracciante di inquinamento da reflui urbani.

Il superamento di tale normativa con il più recente DLgs n. 152 del 2006 non toglie attendibilità al modello analitico, in quanto la scelta dei parametri utilizzati come indicatori conserva il suo rigore scientifico.

I valori identificati in laboratorio per ciascun parametro consentono di assegnare la relativa classe di qualità (tab. II).

Parametro	liv. 1	liv. 2	liv. 3	liv. 4	liv. 5
100- OD (% sat)	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 50	> 50
BOD <sub>5</sub> (O <sub>2</sub> mg/L)	≤ 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (O <sub>2</sub> mg/L)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH <sub>4</sub> (N mg/L)	< 0,03	≤ 0,10	≤ 0,50	≤ 1,50	> 1,50
NO <sub>3</sub> (N mg/L)	< 0,3	≤ 1,5	≤ 5,0	≤ 10,0	> 10,0
Fosforo tot. (P mg/L)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,60	> 0,60
<i>E. coli</i> UFC/ 100 mL	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 2*10 <sup>4</sup>	>2*10 <sup>4</sup>

Tab. II - Range di valori dei macrodescrittori e relativo livello di qualità.

Il prelievo dei campioni per l'analisi microbiologica di *E. coli* è stato condotto in condizioni sterili e le determinazioni sono state effettuate con l'utilizzo di piastre "chromogenic compact-dry" della Ditta PBI, incubate in termostato a 36 °C per 24 ore.

Per l'analisi degli altri macrodescrittori, i campioni sono stati filtrati su filtri con porosità di 0,45 µm, tranne che per le determinazioni di BOD<sub>5</sub> e di ossigeno disciolto, e sono stati utilizzati Kit analitici Spectroquant della Ditta Merck e fotometro NOVA 60.

Per l'analisi del fosforo totale, i campioni sono stati sottoposti a mineralizzazione in termoreattore a 120 °C per 30 minuti.

Per la determinazione del COD, i campioni, dopo il trattamento con reattivi specifici, sono stati mantenuti in termoreattore a 148°C per 2 ore.

Per le determinazioni di BOD<sub>5</sub> i campioni sono stati conservati in termostato termoventilato a 20 °C per 5 giorni.





**RISULTATI**

**QUALITÀ BIOLOGICA (IBE)**

La qualità biologica mostra qualche variazione lungo l'asta della roggia (tab. III).

Le prime due stazioni hanno una scarsa varietà di organismi macrobentonici, e questo penalizza la qualità biologica, che scende in CQ=IV (*ambiente molto inquinato o comunque molto alterato*). Nella stazione a valle aumentano le Unità Sistematiche, quindi aumenta anche il valore di IBE, che porta ad una CQ=III (*ambiente inquinato o comunque alterato*).



Complessivamente il quadro si scosta poco dalla situazione media, anche se verso la foce è più frequente rilevare un peggioramento.

È probabile che l'aumento della portata da drenaggio, con la conseguente diluizione, e la pausa dell'attività agricola abbiano influito positivamente sulla qualità biologica.

dati	st. 1	st. 5	st. 8
U.S.	4	5	10
IBE	4	4/5	6/7
CQ	IV	IV	III
colore			

Tab. III - Risultati dell'analisi dell'IBE.



**LIVELLO DI INQUINAMENTO (LIM)**

I risultati emersi dalle prime analisi dei macrodescrittori mostrano valori che, confrontati con la Tab. II, portano all'assegnazione di un livello omogeneo di inquinamento, che si colloca in uno stato intermedio, a livello III (tab. IV).

Parametro	st. 1	st. 5	st. 8
100- OD (% sat)	73	85	81
BOD <sub>5</sub> (O <sub>2</sub> mg/L)	2,5	1,7	2,9
COD (O <sub>2</sub> mg/L)	15,7	12,4	11,9
NH <sub>4</sub> (N mg/L)	0,325	0,172	0,152
NO <sub>3</sub> (N mg/L)	2,4	2,6	2,0
Fosforo tot. (P mg/L)	0,14	0,09	0,11
E. coli (UFC/100 mL)	1500	2800	1700
livello	III	III	III
colore			

Tab. IV - Risultati analitici dei macrodescrittori.

**STATO ECOLOGICO**

Lo stato ecologico del corso d'acqua si ricava applicando un indice chiamato SECA (Stato Ecologico dell'Ambiente), che semplicemente confronta i livelli di IBE e LIM, e prende come giudizio di insieme il peggiore fra i due.

L'indice, però, si applica solo su scala annuale. Indicativamente si può comunque affermare che l'IBE esercita in questo caso il ruolo limitante, essendo in CQ IV per buona parte della roggia.

	st. 1	st. 5	st. 8
classe qualità	IV	IV	III
colore			

Tab. V - Giudizio di sintesi.

Si parla, quindi, di:

st. 1: ambiente molto inquinato

st. 5: ambiente molto inquinato

st. 8: ambiente inquinato.





### SEDE e CONTATTI

#### Centro Regionale Educazione Ambientale

via Case Basse Torretta 11/13

tel. n. 0382 439201 fax 0382 4392308

e-mail

creapv@comune.pv.it

renato.sconfiatti@unipv.it



#### Responsabile scientifico:

Renato Sconfiatti, professore aggregato di Ecologia, Univ. di Pavia, Dip. Ecologia del Territorio

#### Comitato di coordinamento

Pinuccia Balzamo, assessore Sviluppo Sostenibile -Ambiente

Bruno Iofrida, responsabile Servizio Ecologia

Pinuccia Spadaro, responsabile CREA

Italo Venzaghi, coordinatore e formatore per l'area chimica dei progetti CREA

*E' possibile richiedere copia elettronica del notiziario o essere inseriti nella mailing list.*

*Il notiziario è scaricabile dal sito <http://www.comune.pv.it/on/Home/Canalitematici/Ambienteeterritorio/C.R.E.A..html>*

