

La qualità delle acque del Ticino 10 anni di monitoraggio 2011

# La qualità delle acque del Ticino

10 anni di monitoraggio



2011



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



**Parco Ticino Lombardo**  
Sviluppo sostenibile,  
tutela della biodiversità  
e dell'ambiente, qualità della vita



Parco naturale  
Valle del Ticino

# La qualità delle acque del Ticino

10 anni di monitoraggio



**Parco Ticino Lombardo**  
Sviluppo sostenibile,  
tutela delle biodiversità  
e dell'ambiente, qualità della vita



Parco naturale  
Valle del Ticino

La pubblicazione è stata realizzata da



**Consorzio Parco lombardo della Valle del Ticino**

Via Isonzo, 1 - 20013 Magenta (MI)  
www.parcoticino.it



**Parco Naturale della Valle del Ticino**

Villa Picchetta - 28062 Cameri (NO)  
www.parcodelticino.pmn.it



**Studio Associato EcoLogo**

Via Lamarmora, 12 - 20013 Magenta (MI)  
www.studioecologo.it

Con il finanziamento di



**Regione Lombardia**

DG Territorio e Urbanistica  
www.regione.lombardia.it

*Coordinamento*

Valentina Parco°, Francesca Trotti°

*Autori della ricerca*

Marina Lanticina\*\*, Angela Manuela Vailati\*\*

*Autori dei testi*

Marina Lanticina\*\*, Angela Manuela Vailati\*\*, Valentina Parco°

Con la collaborazione di Gerolamo Boffino\*

° Parco del Ticino lombardo

\* Parco del Ticino piemontese

\*\* Studio Associato EcoLogo

Si ringraziano per la collaborazione alle attività di monitoraggio e all'elaborazione dei dati e dei testi Ilenia Colombo, Alice Pellegrino, Anna Schiorlin, Federica Simeoni, Federica Tunesi, Desiré Zibra.

Si ringraziano inoltre i guardiaparco, AMAGA di Abbiategrasso, in particolare Marco Giorgi, Gianfausto Spinoni e Giorgio Pastori, ARPA Lombardia e il personale dei Parchi del Ticino.

Foto Archivio Parco Ticino - In copertina: Ballerina bianca (foto di Lino Torretta)

Progetto grafico e stampa: Real Arti Lego - Il Guado, Corbetta (MI)

# Presentazione

La Regione Lombardia, e in particolare la Direzione Generale Territorio e Urbanistica, ha sempre considerato di primaria importanza un corretto sviluppo del territorio in tutte le sue componenti, sia quelle derivanti dalle attività antropiche sia quelle naturali.

Per ciò che riguarda le attività antropiche, risulta subito evidente che l'aeroporto Intercontinentale di Malpensa 2000, infrastruttura trasportistica di importanza europea ricadente nell'ambito del Parco del Ticino, necessitava sin dall'apertura al traffico aereo un attento monitoraggio dello stato dell'ambiente e la sua evoluzione nel tempo.

Il contesto in cui si svolgono le attività aeroportuali, è di primaria rilevanza dal punto di vista ambientale. Siamo infatti all'interno del Parco Regionale della Valle del Ticino, un territorio che presenta caratteristiche ed habitat di particolare pregio naturalistico, con la presenza di un'asta fluviale di così alto valore naturale da dare il nome al Parco stesso e di cui ne è la struttura portante attraversandolo in tutta la sua lunghezza da nord a sud e caratterizzandone tutti gli ambienti.

L'Assessorato regionale al Territorio e Urbanistica si è perciò attivato per la migliore gestione territoriale con strumenti innovativi dal punto di vista urbanistico - con il Piano Territoriale d'Area Malpensa - e dal punto di vista ambientale con il finanziamento di ricerche riguardanti le componenti biotiche e abiotiche dell'area la cui attendibilità scientifica è assicurata dal soggetto che più di altri è garante del mantenimento dell'equilibrio ecologico nella zona: il Parco Lombardo della Valle del Ticino.

Un tema che, anche nel sentire comune, si propone all'attenzione quotidiana è quello riguardante la salvaguardia della risorsa acqua e la sua protezione da possibili inquinamenti; il risultato di dieci anni di campagne di monitoraggio sulla qualità delle acque nella valle del Ticino rappresenta un compendio di dati di grande interesse per la continuità temporale delle analisi.

Sono perciò felice di presentare questo documento scientifico, alla pubblicazione del quale l'Assessorato regionale al Territorio e Urbanistica ha contribuito, confermando in tal modo l'attenzione prioritaria da parte della Regione Lombardia nei confronti dello sviluppo armonico dell'aeroporto di Malpensa e della sua valorizzazione, che ponga il livello qualitativo della vita quale priorità irrinunciabile, prova ne è che in affiancamento ai monitoraggi delle componenti ambientali, la Direzione Generale Territorio e Urbanistica in parallelo a questi studi ha altresì contribuito con fondi propri alla realizzazione delle prime opere di compensazione ambientale.

**Daniele Belotti**

Assessore al Territorio e Urbanistica  
Regione Lombardia



# Introduzione

I Parchi regionali, dalla loro costituzione, hanno potuto e saputo rispondere a molte delle istanze per le quali sono stati istituiti, portando avanti azioni coerenti sul piano istituzionale, culturale, scientifico e tecnico.

Tuttavia su alcuni fronti non hanno potuto fronteggiare in modo adeguato le pressioni e i relativi impatti provenienti dalle realtà economiche, produttive e sociali.

Ciò è particolarmente evidente in materia di tutela delle acque: sebbene questa sia, in particolare per i parchi fluviali, una delle finalità prioritarie, la mancata attribuzione di esplicite competenze nella norma istitutiva e nella legislazione in materia, ha di fatto impedito alle aree protette di affrontare efficacemente questo fronte che, se da un lato si configura come il più importante su cui concentrarsi, dall'altro risulta privo di reali strumenti con cui operare.

Appare quindi indispensabile che alle aree protette venga riconosciuto un ruolo attivo in relazione alla tutela degli aspetti qualitativi e quantitativi delle acque, prevedendo ad esempio che i parchi possano esprimere pareri obbligatori relativamente a tutti i progetti, o interventi, che possano determinare impatti sugli ecosistemi acquatici.

I Parchi del Ticino sono stati pionieri in questo campo.

Questa ed altre pubblicazioni e studi, frutto di un monitoraggio costante, stanno a dimostrarlo.

Non era una competenza statutaria, ma è stato un impegno che ci siamo presi con costanza, decisione, ferma volontà, investimento economico, di lavoro, di intelligenze.

Abbiamo investito molti soldi e risorse umane?

Sì, e lo abbiamo fatto convintamente e vorremmo continuare a farlo, perché solo così potremo preservare, conservare, migliorare le acque di uno dei più bei fiumi d'Italia.

Solo attraverso la credibilità dei propri argomenti si può realmente giocare un ruolo.

Lo abbiamo fatto e lo faremo sull'impatto dello Canale Scolmatore di Nord Ovest, sul controllo ferreo del Deflusso Minimo Vitale, sull'efficacia dei depuratori e saremo propositivi con nuovi progetti.

Lo studio e la conoscenza del territorio e il suo costante monitoraggio sono il "termometro" che ci permette e, ne siamo convinti, ci permetterà di operare al meglio.

Solo così potremo offrire e utilizzare questo importante patrimonio di conoscenza alle amministrazioni consorziate, ai cittadini dei Parchi, agli agricoltori, alle associazioni ambientaliste e imprenditoriali e ai sempre più numerosi fruitori.

Solo così potremo svolgere al meglio delle nostre possibilità quel mandato di conservazione e tutela ambientale che rimane il primo obiettivo, accompagnato dall'ambizione che il nostro territorio diventi sempre più il motore di uno sviluppo diverso ed ecocompatibile, incentrato sul turismo, sui prodotti di qualità e su una riscoperta del valore paesaggistico che sono unici in tutta la pianura Padana.

## **Milena Bertani**

Presidente Parco lombardo  
della Valle del Ticino

## **Pietro Mocchetto**

Presidente Parco piemontese  
della Valle del Ticino

# Indice

<b>1</b>	<b>I risultati delle campagne di monitoraggio</b>	7
<b>1.1</b>	<b>Fiume Ticino</b>	15
<b>1.2</b>	<b>Torrente Lenza</b>	33
<b>1.3</b>	<b>Torrente Strona</b>	39
<b>1.4</b>	<b>Torrente Arno</b>	48
<b>1.5</b>	<b>Canale Marinone</b>	58
<b>1.6</b>	<b>Roggia Cerana</b>	64
<b>1.7</b>	<b>Roggia Canalino</b>	72
<b>1.8</b>	<b>Canale Scolmatore di Nord Ovest</b>	78
<b>1.9</b>	<b>Roggia del Molino</b>	84
<b>1.10</b>	<b>Roggia Rile</b>	90
<b>1.11</b>	<b>Fontanile Mezzabarba</b>	97
<b>1.12</b>	<b>Roggia Bergonzola e Roggia Vecchia</b>	103
<b>1.13</b>	<b>Torrente Terdoppio</b>	113
<b>1.14</b>	<b>Roggia Boschetto</b>	119
<b>1.15</b>	<b>Torrente Gravellone Vecchio</b>	124
<b>1.16</b>	<b>Canale Rotta</b>	129
<b>1.17</b>	<b>Roggia Vernavola</b>	132
<b>2</b>	<b>Le trasformazioni del fiume</b>	140
<b>2.1</b>	<b>La morfologia del fiume</b>	140
2.1.1	Caratteristiche geomorfologiche e litologiche del fiume Ticino	140
<b>2.2.</b>	<b>La portata del fiume</b>	141
2.2.1	Descrizione sintetica delle caratteristiche idrauliche del fiume Ticino	141
2.2.2	Le portate	142
2.2.3	Definizione del Deflusso Minimo Vitale - DMV	144
<b>2.3.</b>	<b>Interventi antropici diretti e indiretti</b>	147
2.3.1	Interventi di riqualificazione e ripristino del Parco del Ticino lombardo	149
2.3.2	Difese spondali del Ticino nel Parco piemontese	151
<b>3</b>	<b>Lo sviluppo del territorio</b>	152
<b>3.1</b>	<b>Caratteri demografici dei comuni del Parco del Ticino</b>	152
<b>3.2</b>	<b>Le attività economiche e la loro evoluzione</b>	153
3.2.1	L'attività agricola nel Parco del Ticino	154
<b>3.3</b>	<b>Struttura urbanistica dei Comuni del Parco</b>	155
3.1.2	Sviluppo della rete di servizi infrastrutturali	159
<b>4</b>	<b>La gestione delle acque reflue</b>	163
<b>4.1</b>	<b>Analisi dell'efficienza di alcuni impianti di fitodepurazione</b>	169
4.1.1	Impianto di fitodepurazione di Vizzola Ticino	170
4.1.2	Impianto di fitodepurazione del Trade Center di Vizzola Ticino	175
4.1.3	Impianto di fitodepurazione di Nosate	178
4.1.4	Impianto di fitodepurazione di Cassolnovo	181
<b>5</b>	<b>Conclusioni</b>	186

# 1. I risultati delle campagne di monitoraggio

L'attività di monitoraggio e controllo delle acque del fiume Ticino da parte del Parco del Ticino è iniziata nel 1998. A partire da quell'anno, e nei due anni successivi, il Parco ha assunto il ruolo di coordinatore degli Enti lombardi e piemontesi ufficialmente preposti al controllo, al fine di raccogliere e pubblicare tutti i dati riguardanti la qualità delle acque del Ticino ed ottenere così un quadro complessivo della qualità del fiume per tutta la lunghezza del suo corso. La necessità di poter disporre in tempi relativamente brevi di dati qualitativi delle acque del fiume ha portato il Parco ad un'evoluzione del proprio ruolo, trasformandosi da coordinatore a operatore. A partire dal 2000 il Parco lombardo ha, infatti, organizzato un proprio programma di monitoraggio con la definizione di stazioni di campionamento distribuite sull'intera asta fluviale del fiume Ticino. La raccolta dei campioni veniva effettuata da operatori qualificati del Parco e le analisi venivano svolte dai laboratori dell'ARPA Piemonte dipartimento di Novara. Il Parco non ha voluto in alcun modo sostituire il lavoro effettuato dagli Enti competenti, ma ha cercato di approfondire le conoscenze sugli effetti di alterazione degli ecosistemi connessi dalle principali fonti di inquinamento. Dal 2002, oltre all'indagine del fiume Ticino, sono stati analizzati anche i suoi principali affluenti, in particolare quelli che ricevono i reflui trattati dai numerosi depuratori presenti sul territorio del Parco. Alle sole analisi chimico - fisiche e microbiologiche sono state affiancate anche analisi biologiche, con l'applicazione dell'indice IBE, da parte del personale del Parco. La scelta di ampliare l'indagine agli affluenti ha permesso di acquisire informazioni sulla qualità delle acque di corsi d'acqua minori che non sono mai stati analizzati o non sono costantemente monitorati dalle autorità competenti. Un'ulteriore evoluzione è stata la dotazione da parte del Parco della strumentazione analitica per l'effettuazione delle analisi chimico - fisiche e biologiche così da rendersi quasi indipendente dall'utilizzo di laboratori esterni che comunque hanno continuato a collaborare col Parco per l'analisi dei parametri microbiologici. Nel corso di dieci anni quindi il Parco lombardo ha svolto un incredibile lavoro di caratterizzazione e analisi, non solo del fiume Ticino, ma anche di numerosi altri corsi d'acqua presenti nel suo territorio, e ha sviluppato conoscenze e competenze specifiche per realizzare direttamente tale lavoro dotandosi di collaboratori e di strumentazioni adeguate a tale scopo. Il Parco del Ticino, oltre al lavoro di caratterizzazione qualitativa delle acque, in collaborazione con la Fondazione Lombardia per l'Ambiente (FLA), nel corso dell'anno 2001, ha realizzato un'analisi completa di tutti i corsi d'acqua afferenti al fiume Ticino tramite l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF), col fine di valutare in modo sistematico l'intero bacino sublacuale del fiume. L'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF), restituisce una visione sintetica del corso d'acqua e tiene conto di un ampio ventaglio di elementi ecosistemici, permettendo di stimare il livello di funzionalità di un corso d'acqua tramite una serie di valutazioni incrociate sulle condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante, sulla struttura fisica e morfologica delle rive, sulla struttura dell'alveo bagnato e sulle caratteristiche biologiche. I valori di IFF vengono tradotti in 5 Livelli di Funzionalità, espressi con numeri romani (dal I che indica la situazione migliore al V che indica quella peggiore), ai quali corrispondono i relativi giudizi di funzionalità; sono inoltre previsti livelli intermedi, al fine di meglio graduare il passaggio da un livello all'altro.

Valore di IFF	Livello di funzionalità	Giudizio di Funzionalità	Colore	
261 - 300	I	elevato	blu	
251 - 260	I - II	elevato - buono	blu	verde
201 - 250	II	buono	verde	
181 - 200	II - III	buono - mediocre	verde	giallo
121 - 180	III	mediocre	giallo	
101 - 120	III - IV	mediocre - scadente	giallo	arancio
61 - 100	IV	scadente	arancio	
51 - 60	IV - V	scadente - pessimo	arancio	rosso
15 - 50	V	pessimo	rosso	

Nel 2001 il Parco, per approfondire le conoscenze in merito alle possibili cause di degrado qualitativo delle acque, ha effettuato un censimento (e nel 2003 un aggiornamento) dei depuratori i cui reflui affluivano direttamente o indirettamente nel fiume Ticino. Tale lavoro è poi proseguito negli anni successivi tramite un costante aggiornamento dei dati di partenza, che ha portato ad istituire a partire dal 2005, tavoli di lavoro con i Comuni e con i gestori degli impianti al fine di stimolare la collaborazione tra le figure coinvolte per definire azioni concrete mirate al miglioramento dell'efficienza degli impianti; tali aspetti sono approfonditi nel Capitolo 4 - La gestione delle acque reflue. Nel corso del 2002-2003 è stato

svolto inoltre un censimento di tutti gli scarichi che afferiscono al fiume Ticino e ai corsi d'acqua minori indagati nel corso delle diverse campagne di monitoraggio. Il fine di questa ulteriore ricerca è stato quello di meglio contestualizzare i dati raccolti nei monitoraggi ed altresì quello di mettere in evidenza la problematica legata alla presenza di fonti di inquinamento puntuali particolarmente impattanti sui sistemi acquatici. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dell'impegno del Parco lombardo.

Anno	Corsi d'acqua indagati	Numero di stazioni monitorate	Tipo di analisi svolte	Tempistica di campionamento	Laboratori d'analisi impegnati
<b>1998-2000</b>	Raccolta e pubblicazione dei dati riguardanti la qualità delle acque del fiume Ticino				
<b>2001</b>	Ticino	16 (Ticino)	Chimico - fisiche Microbiologiche	Mensile	ARPA Novara
<b>2002</b>	Ticino e 5 corsi d'acqua minori	10 (Ticino) e 12 (corsi minori)	Chimico - fisiche Microbiologiche Biologiche	Mensile	Parco e ARPA Novara
<b>2003</b>	Ticino e 5 corsi d'acqua minori	10 (Ticino) e 12 (corsi minori)	Chimico - fisiche Microbiologiche Biologiche	Stagionali	Parco e ARPA Novara
<b>2004</b>	Ticino e 5 corsi d'acqua minori	8 (Ticino) e 13 (corsi minori)	Chimico - fisiche Microbiologiche Biologiche	Stagionali	Parco e Privati
<b>2005</b>	Ticino e 5 corsi d'acqua minori	8 (Ticino) e 12 (corsi minori)	Chimico - fisiche Microbiologiche Biologiche	Stagionali	Parco e Privati
<b>2006</b>	Ticino e 9 corsi d'acqua minori	8 (Ticino) e 13 (corsi minori)	Chimico - fisiche Microbiologiche Biologiche	Due volte l'anno	Parco e Privati
<b>2007</b>	Ticino e 9 corsi d'acqua minori	8 (Ticino) e 15 (corsi minori)	Chimico - fisiche Microbiologiche Biologiche	Due volte l'anno	Parco e Privati
<b>2008</b>	Ticino e 9 corsi d'acqua minori	5 (Ticino) e 12 (corsi minori)	Chimico - fisiche Microbiologiche Biologiche	Due volte l'anno	Parco e Privati
<b>2009</b>	Ticino e 11 corsi d'acqua minori	5 (Ticino) e 14 (corsi minori)	Chimico - fisiche Microbiologiche Biologiche	Due volte l'anno	Parco e Privati
<b>2010</b>	Ticino e 6 corsi d'acqua minori	5 (Ticino) e 10 (corsi minori)	Chimico - fisiche Microbiologiche Biologiche	Due volte l'anno	Privati

### I corsi d'acqua monitorati

Le stazioni monitorate sul fiume sono state complessivamente 18. Inizialmente 16 e poi negli anni sono passate a dieci, quindi a otto ed infine a cinque. Sono state, nel tempo, selezionate le stazioni più significative e che non si sovrapponevano a quelle già investigate dagli Enti a questo deputati. Il numero delle stazioni, inoltre, nel corso degli anni è stato ridotto perché è cambiato l'obiettivo del monitoraggio; partendo dalla caratterizzazione e classificazione complessiva del corso d'acqua si è passati ad una attività di controllo e approfondimento al fine di tener sotto controllo l'evoluzione dello stato qualitativo delle acque. Le tempistiche di campionamento sono cambiate negli anni perché ad un iniziale monitoraggio mensile dei corsi d'acqua, necessario per la definizione dello Stato Ecologico, con l'utilizzo del metodo previsto dalla legislazione nazionale, è seguita una costante analisi, prima stagionale e poi tramite due campionamenti annuali, con la finalità di raccogliere informazioni per mantenere un controllo costante sulla qualità delle acque e sulle cause del loro eventuale degrado. Di seguito vengono elencate tutte le stazioni che sono state monitorate nel corso dei dieci anni di campionamento sul fiume Ticino; le stazioni "Geraci" e "Ponte della Becca" sono state analizzate per tutti i dieci anni di riferimento.

Codice	Stazione	Comune	Anno di campionamento
<b>T1</b>	<b>Ponte di Ferro</b>	Sesto Calende	2001
<b>T2</b>	<b>Diga della Miorina</b>	Golasecca	2001 - 2002 - 2003 - 2004 - 2005 - 2006 - 2007
<b>T3</b>	<b>Porto della Torre</b>	Varallo Pombia	2001
<b>T4</b>	<b>Pan Perduto</b>	Varallo Pombia	2001 - 2002
<b>T5</b>	<b>Fogador</b>	Somma Lombardo	2008 - 2009 - 2010
<b>T6</b>	<b>Ponte Oleggio</b>	Vizzola Ticino	2001 - 2002 - 2003 - 2004 - 2005 - 2006 - 2007
<b>T7</b>	<b>Ponte S.S. 527</b>	Turbigo	2001 - 2002 - 2003 - 2004 - 2005 - 2006 - 2007
<b>T8</b>	<b>Ponte S.S. 11</b>	Boffalora Ticino	2001 - 2002 - 2003 - 2004 - 2005 - 2006 - 2007
<b>T9</b>	<b>Mandelli</b>	Cassolnovo	2002
<b>T10</b>	<b>Gabana</b>	Abbiategrosso	2001 - 2008 - 2009 - 2010
<b>T11</b>	<b>Ponte S.S. 494</b>	Vigevano	2001
<b>T12</b>	<b>Ayala</b>	Vigevano	2001 - 2002 - 2003 - 2004 - 2005 - 2006 - 2007
<b>T13</b>	<b>Geraci</b>	Motta Visconti	2001 - 2002 - 2003 - 2004 - 2005 - 2006 - 2007 - 2008 - 2009 - 2010
<b>T14</b>	<b>Ponte Barche</b>	Beregardo	2001
<b>T15</b>	<b>Isola Militare</b>	Torre d'Isola	2001 - 2002 - 2003 - 2004 - 2005 - 2006 - 2007
<b>T16</b>	<b>Lido</b>	Pavia	2001 - 2008 - 2009 - 2010
<b>T17</b>	<b>Frazione Boschi</b>	Travacò Siccomario	2001
<b>T18</b>	<b>Ponte Becca</b>	Linarolo	2001 - 2002 - 2003 - 2004 - 2005 - 2006 - 2007 - 2008 - 2009 - 2010

Di seguito sono elencati tutti i 18 corsi d'acqua minori che sono stati caratterizzati ed analizzati nel corso dei dieci anni di approfondimenti sulla qualità delle acque appartenenti all'idrografia superficiale principale del territorio del Parco del Ticino.

Corso d'acqua monitorato	Stazioni	Località	Anno di campionamento	Motivo della caratterizzazione
<b>Torrente Lenza</b>	Len	Immissione Ticino Sesto Calende (VA)	Dal 2008	Monitorare l'impatto dell'immissione del torrente in Ticino.
<b>Torrente Strona</b>	St1	Mornago (VA)	Dal 2002 al 2005	Valutazione dell'impatto dello scarico del depuratore di Daverio. Valutazione dell'impatto dello scarico del depuratore di Mornago e Vergiate. Valutazione dell'impatto della discarica di Vergiate
	St2	Monte autostrada	Dal 2002 al 2009	
	St3	Immissione Ticino Somma Lombardo (VA)	Dal 2002 al 2009	
<b>Torrente Arno</b>	A1	Monte depuratore	Dal 2002 al 2005 Ferno (VA)	Monitorare l'impatto dello scarico del depuratore di Sant'Antonino Ticino (VA).
	A2	Valle depuratore Ferno (VA)	Dal 2002 al 2005	
	A3	Ultima vasca Nosate (MI)	Dal 2002 al 2005	
	A4	Immissione Marinone Nosate (MI)	Dal 2002 al 2005	
<b>Canale Marinone</b>	M1	Monte immissione Arno Nosate (MI)	Dal 2004 al 2007	Monitorare l'impatto dell'immissione del Torrente Arno.
	M2	Valle immissione Arno Nosate (MI)	Dal 2004 al 2007	

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Corso d'acqua monitorato	Stazioni	Località	Anno di campionamento	Motivo della caratterizzazione
<b>Roggia Cerana</b>	C1	Valle depuratore Cerano (NO)	Dal 2002	Monitorare l'impatto dello scarico del depuratore di Cerano (NO).
	C2	Immissione Ticino Cassolnovo (PV)	Dal 2002	
<b>Roggia Canalino</b>	RCm	Monte depuratore Motta Visconti (MI)	Dal 2009	Valutazione dell'impatto dello scarico del depuratore di Motta Visconti.
	RCv	Valle depuratore Motta Visconti (MI)	Dal 2008	
<b>Canale Scolmatore di Nord - Ovest</b>	CSNO	Ultimo ponte Abbiategrasso (MI)	2002 - 2003	Valutare il carico inquinante diretto in Ticino durante i periodi di scolmaturo.
<b>Roggia del Molino</b>	RdM	Valle depuratore Turbigo (MI)	2006 - 2007 - 2009	Valutazione dell'impatto dello scarico del depuratore di Turbigo.
<b>Roggia Rile</b>	RR1	Monte depuratore Abbiategrasso (MI)	2006 - 2007	Valutazione dell'impatto dello scarico del depuratore di Abbiategrasso.
	RR2	Molino delle monache Abbiategrasso (MI)	2006 - 2007	
<b>Roggia Rabica</b>	RR3	Valle depuratore Ozzero Ozzero (MI)	2006 - 2007	Valutazione dell'impatto dello scarico del depuratore di Ozzero.
<b>Fontanile Mezzabarba</b>	BES	Valle depuratore Besate (MI)	Dal 2006 al 2009	Valutazione dell'impatto dello scarico del depuratore di Besate.
<b>Roggia Bergonzola</b>	TOR1	Strada Torre d'Isola (PV)	Dal 2006 al 2009	Valutazione degli impatti degli scarichi dei depuratori di Torre d'Isola.
<b>Roggia Vecchia</b>	TOR2	Bosco - Torre d'Isola (PV)	Dal 2006 al 2009	Valutazione degli impatti degli scarichi dei depuratori di Torre d'Isola.
<b>Torrente Terdoppio</b>	TER1	Monte depuratore Gambolò (PV)	Dal 2006	Valutazione dell'impatto dello scarico del depuratore di Gambolò.
	TER2	Valle depuratore Gambolò (PV)	Dal 2006	
<b>Roggia Boschetto</b>	BOS	Valle depuratore Garlasco (PV)	2008 - 2009	Valutazione dell'impatto dello scarico del depuratore di Garlasco.
<b>Torrente Gravellone Vecchio</b>	GRA1	Monte immissione Roggia Rotta - Pavia	2010	Valutazione dell'impatto dello scarico del depuratore di San Martino Sicc. e Travacò Sicc.
	GRA2	Immissione Ticino Travacò Sicc. (PV)	2010	
<b>Roggia Rotta</b>	ROT	Valle depuratore Travacò Sicc. (PV)	2010	Valutazione dell'impatto dello scarico del depuratore di San Martino Sicc. e Travacò Sicc.
<b>Roggia Vernavola</b>	VER1	Cascina Colombara Pavia	Dal 2002 al 2005	Caratterizzazione della roggia e valutazione del carico inquinante trasportato dalla stessa nel Ticino.
	VER2	Immissione Ticino - Pavia	Dal 2002 al 2005 2008 - 2009	

### I parametri rilevati

In ogni stazione sono stati analizzati parametri chimico-fisici, microbiologici e, per alcune di esse, è stato applicato anche un indice biologico di qualità, l'IBE, per una più completa valutazione della qualità delle acque.

In particolare i parametri rilevati nel corso dei dieci anni sono stati i seguenti (alcuni sono sempre stati analizzati mentre altri parametri sono stati introdotti per effettuare approfondimenti):

Tipo di parametro	Parametro	Anno
<b>Chimico - fisico</b>	Temperatura acqua	Sempre
	Conducibilità	Sempre
	pH	Sempre
	Ossigeno disciolto	Sempre
	BOD <sub>5</sub>	Sempre
	COD	Sempre
	Azoto ammoniacale	Sempre
	Azoto nitrico	Sempre
	Azoto nitroso	dal 2006
	Azoto totale	dal 2006
	Fosforo totale	Sempre
	Ortofosfati	dal 2006
	Tensioattivi	dal 2002
	Cloruri	dal 2006
<b>Microbiologico</b>	<i>Escherichia Coli</i>	Sempre
	Streptococchi fecali	Sempre
	Coliformi fecali	fino al 2003
	Coliformi totali	fino al 2003
<b>Biologico</b>	IBE	dal 2002



Fig 1.1. - La strumentazione analitica e la strumentazione per l'applicazione dell'IBE

I monitoraggi svolti negli anni hanno contribuito alla definizione dello stato di qualità chimico-biologica delle acque superficiali del fiume Ticino, dei suoi principali affluenti e degli altri corsi d'acqua caratterizzati; la qualità è stata definita tenendo conto dei seguenti indici:

- **Livello di Inquinamento chimico-fisico espresso da Macrodescrittori.** Il monitoraggio chimico-fisico dei corsi d'acqua, secondo il D.lgs 152/06, prevede l'analisi di una serie di parametri di base, tra i quali i cosiddetti "macrodescrittori" (Azoto ammoniacale e nitrico, Ossigeno disciolto, BOD<sub>5</sub>, COD,

Fosforo totale e *Escherichia coli*), significativi per la definizione dell'inquinamento delle acque. Tali parametri riflettono l'impatto delle attività umane sull'ambiente idrico poiché forniscono una misura del carico organico immesso e del bilancio dell'ossigeno, significativo per comprendere la risposta autodepurativa del sistema idrico.

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

Fig 1.2. - Parametri chimici e microbiologici di base (in grassetto sono indicati i parametri macrodescrittori utilizzati per la classificazione delle acque)

I valori rilevati durante le campagne di monitoraggio iniziali sono stati elaborati statisticamente arrivando a definire il Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM) del corso d'acqua analizzato. Ai fini di questa classificazione devono essere disponibili almeno il 75% dei risultati delle misure eseguite in un arco di tempo di 24 mesi. Secondo la legge tali analisi servono per caratterizzare il corso d'acqua prima, e successivamente per monitorarne l'andamento nel tempo.

Tabella di conversione dei valori dei macrodescrittori in Livelli di Inquinamento					
Parametro	Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
100-OD (%sat.)	< 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 <sup>4</sup> (N mg/L)	< 0,03	< 0,1	< 0,5	< 1,5	> 1,5
NO <sup>3</sup> (N mg/L)	< 0,3	< 1,5	< 5	< 10	> 10
Fosforo totale (P mg/L)	< 0,07	< 0,15	< 0,30	< 0,6	> 0,6
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	< 100	< 1.000	< 5.000	< 20.000	> 20.000
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5
LIVELLO DI INQUINAMENTO DETERMINATO DAI MACRODESCRITTORI (LIM)	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60
<b>GIUDIZIO</b>	<b>Elevato</b>	<b>Buono</b>	<b>Sufficiente</b>	<b>Scadente</b>	<b>Pessimo</b>

• **Stato biologico espresso tramite l'Indice Biotico Esteso.** L'IBE è un indice che consente di valutare la qualità biologica di un corso d'acqua mediante lo studio delle popolazioni di macroinvertebrati presenti nelle acque correnti.

I macroinvertebrati bentonici sono organismi di dimensioni superiori al millimetro e ogni gruppo sistematico possiede una propria "specialità" morfologica, fisiologica o comportamentale che lo rende idoneo per l'insediamento nei sedimenti del fondo, nelle zone di corrente, sulle sponde o fra i fusti sommersi di una pianta acquatica.

Variazioni delle caratteristiche fisiche e chimiche di un corso d'acqua, causate da diverse fonti di inquinamento, possono indurre modificazioni qualitative e quantitative nella struttura di tale comunità di organismi. Questi organismi hanno, infatti, una scarsa mobilità e vivono gran parte del loro ciclo

vitale nel corso d'acqua andando a costituire una sofisticata rete di controllo in grado di fornire una risposta a qualsiasi alterazione ambientale, sia di tipo naturale, come un'improvvisa piena, sia a forme ed associazioni di inquinanti diversi.

L'IBE si basa sull'analisi della struttura della comunità macrobentonica e "misura" di quanto si discosta la comunità rinvenuta nel fiume in esame da una comunità "ideale", che dovrebbe essere presente in quell'ambiente se non intervenissero perturbazioni di tipo chimico, termico, di portata o altri squilibri. Un volta valutata la presenza e la quantità di determinati taxa (Unità Sistematiche), l'informazione viene poi convertita in un punteggio e infine in una classe di qualità.

Il campionamento del macrobenthos viene effettuato in modo tale da garantire il controllo di tutti i principali microhabitat presenti nel tratto di corso d'acqua sottoposto al monitoraggio. Una volta raccolto il materiale viene separato direttamente sul campo e si procede a un primo riconoscimento degli organismi rinvenuti al quale segue un'accurata analisi in laboratorio. Una volta classificati i taxa presenti si utilizza una tabella a doppia entrata che permette di risalire al valore di IBE e quindi alla classe di qualità biologica della stazione di monitoraggio analizzata.

Tabella di conversione dei valori di IBE in classi di qualità, con relativo colore per la rappresentazione cartografica

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

• **Stato ecologico espresso tramite l'utilizzo dell'indice SECA (Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua).**

L'espressione della qualità generale degli ecosistemi acquatici è stata definita sulla base della metodologia prevista dal Decreto Legislativo 152/06 e successive modifiche. Lo stato ecologico è definito valutando il Livello di Inquinamento dato dai Macrodescrittori (LIM) e l'Indice Biotico Esteso (IBE). Si attribuisce alla stazione di monitoraggio il risultato peggiore tra quelli individuati dai due parametri. In funzione dei valori assunti da tali indici, lo Stato Ecologico viene suddiviso in classi di qualità e a ciascuna di esse viene attribuito un colore di riferimento. Le classi di stato ecologico sono cinque, dalla 1 (la migliore) alla 5 (la peggiore): Elevato, Buono, Sufficiente, Scadente e Pessimo.

• **Stato di qualità microbiologica** espresso sulla base di alcuni parametri analizzati per la valutazione della balneabilità di un corso d'acqua.

**Criteri di presentazione dei risultati**

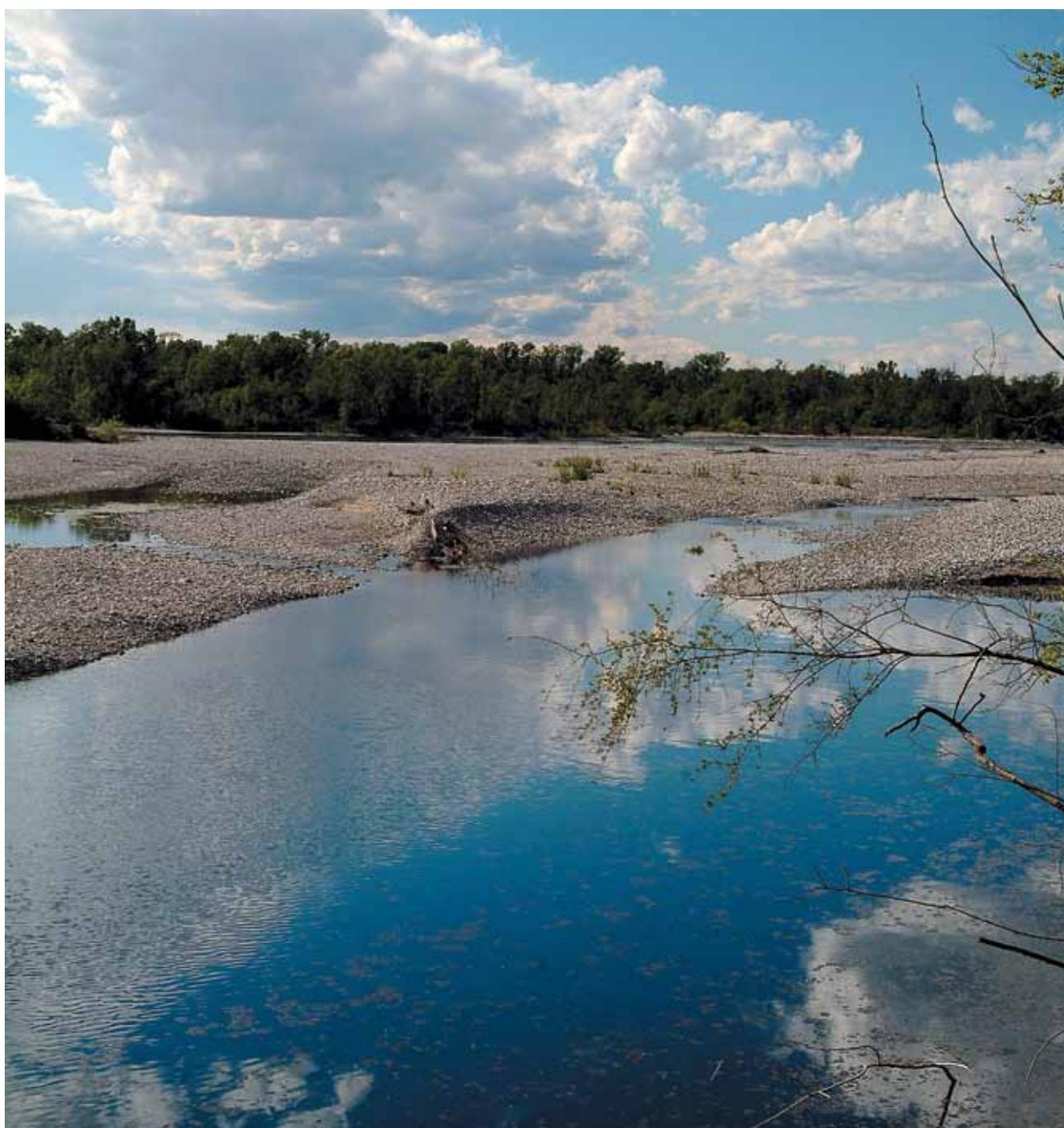
Poiché tali indici sono stati già definiti nel corso del tempo, nella presente pubblicazione saranno presentanti elaborazioni dei valori dei diversi parametri chimico-fisici, microbiologici e biologici tali da poter esplicitare i loro andamenti lungo il percorso dei diversi corsi d'acqua indagati e i loro cambiamenti negli anni.

Le elaborazioni sono state fatte a partire dalle seguenti considerazioni:

- Per il fiume Ticino sono state fatte analisi mensili per due anni consecutivi, quindi stagionali ed infine semestrali mentre per gli altri corsi d'acqua sono stati monitorati con tempistiche al massimo stagionali. Volendo mostrare l'andamento dei diversi parametri investigati e utilizzare tutti i dati a disposizione sono state calcolate delle medie per esplicitare ogni anno due misure stagionali: una autunno-invernale ed una primavera-estiva e da queste una annuale.
- Il fiume Ticino è stato monitorato lungo tutto il suo corso sub lacuale prima tramite 18 stazioni, in seguito ridotte a dieci, poi otto ed infine cinque, mentre nei corsi d'acqua minori le stazioni utilizzate, che non coprono la caratterizzazione complessiva e sono solo riferite a particolari punti critici del loro corso, non sono cambiate nel tempo. Volendo mostrare l'andamento dei diversi parametri investigati e utilizzare tutti i dati a disposizione sono stati fatti degli accorpamenti tra le molte stazioni del Ticino analizzate negli anni, per mediare tutti i dati raccolti nelle cinque stazioni che attualmente vengono monitorate. Nell'accorpamento le stazioni sono state ovviamente considerate tutte le caratteristiche del fiume e le sue forme di impatto antropico in modo tale da riunire le stazioni che ricadevano in omogenei tratti del fiume.
- Per tutti gli altri corsi d'acqua, analizzati solo in determinati punti che presentavano particolari

problematicità, gli andamenti presentati non rappresenteranno l'intero corso, ma sono descrittivi unicamente delle stazioni monitorate.

- I dati utilizzati per tutti i calcoli sono solo quelli ricavati dalle campagne di monitoraggio del Parco del Ticino e non comprendono i dati ufficiali elaborati dagli Enti deputati al controllo delle acque superficiali (ARPA e ASL). I dati ufficiali di ARPA e ASL sono comunque stati raccolti nei diversi anni di monitoraggio, andando a costituire una banca dati completa a disposizione del Parco.
- Gli andamenti riportati riguarderanno solo i risultati dei parametri macrodescrittori (COD, BOD<sub>5</sub>, Azoto ammoniacale, Nitrati, Fosforo totale, Ossigeno disciolto ed *Escherichia coli*) con l'aggiunta del parametro microbiologico Streptococchi fecali (nei rapporti annuali sono comunque riportati i risultati di tutti i parametri analizzati nel corso degli anni).
- Facendo riferimento alle analisi chimico-fisiche effettuate dal Parco nelle elaborazioni è stata fatta la seguente semplificazione: laddove i dati sono espressi come inferiori (<) al limite di rilevabilità del metodo analitico utilizzato, è stato considerato il valore pari alla metà del dato indicato; i dati espressi come superiori al range di rilevabilità (>) del metodo analitico utilizzato, è stato considerato il valore massimo indicato dal range stesso.



## 1.1 Fiume Ticino

Il fiume Ticino possiede un bacino idrografico di più di 7.000 Km<sup>2</sup>; questo, sotteso dall'incile del Lago Maggiore a Sesto Calende, è in parte compreso in territorio svizzero (3.369,5 Km<sup>2</sup>) ed in parte italiano (3.229,5 Km<sup>2</sup>) di cui solo 800 Km<sup>2</sup> nel tratto sublacuale. Il suo bacino, in territorio italiano, si sviluppa all'interno della Pianura Padana, un'area fortemente urbanizzata che rappresenta però un importante corridoio di collegamento ecologico tra i due sistemi montuosi delle Alpi e degli Appennini e di conseguenza tra l'Europa continentale e il bacino del Mediterraneo.

Il fiume è lungo complessivamente 248 km, dal passo di Novena in Svizzera fino alla confluenza con il Po; il suo tratto sublacuale è di circa 110 km e si sviluppa a partire dalla sua fuoriuscita dal lago Maggiore all'altezza del comune di Sesto Calende (VA) fino alla sua confluenza nel Po all'altezza del Ponte della Becca nel comune di Linarolo Po (PV).

Dopo l'uscita dal lago, il Ticino scorre in una valle d'ampiezza crescente da nord a sud a fondo quasi piatto incisa nella superficie fondamentale della pianura, cui è raccordata da un terrazzo principale e da altri minori; questa costituisce la più estesa area naturale della Pianura Padana, il suo territorio è tutelato da due Parchi Regionali: il Parco Lombardo ed il Parco Piemontese.

Nei primi 30 km il fiume ha un andamento unicursale e scorre ampliando progressivamente il suo letto divagando e formando isole e meandri incassati in gole profonde incise da depositi morenici, seguendo un percorso quasi obbligato determinato dalla morfologia dei rilievi circostanti. Nei successivi 50 km il Ticino ha un letto largo con isole sabbiose e ghiaiose e assume un andamento pluricursale, cioè alimenta diversi canali che si diramano e si riuniscono, formando così una intricata rete di corsi d'acqua minori. Negli ultimi 20 km il fiume presenta, ad esclusione delle zone canalizzate, un tracciato meandriforme, anche in questo caso in continua evoluzione.

Il suo regime idrologico è la risultante di differenti fattori, naturali ed artificiali: i deflussi dal Lago Maggiore, determinati dall'alimentazione del bacino prelacuale, dalla laminazione effettuata dal Lago stesso e dagli altri serbatoi naturali ed artificiali e dalle operazioni di regolazione dello sbarramento della Miorina; le numerose derivazioni e restituzioni; le risorgenze, le colature e gli scarichi presenti lungo l'asta. Il suo andamento stagionale è quello caratteristico dei bacini sublitoranei alpini, con i massimi in maggio, giugno e luglio ed i minimi nel periodo invernale; le punte massime di portata si raggiungono, di norma, in autunno.



L'utilizzazione dell'acqua del Ticino, derivata attraverso opere anche di notevoli dimensioni, è in atto da parecchi secoli. La rete irrigua che attualmente fa capo al fiume sottende una superficie di circa 154.000 ettari, nelle province di Novara, Milano e Pavia; numerose sono anche le centrali idroelettriche alimentate dal corso sublacuale, con l'aggiunta della centrale termoelettrica di Turbigo che utilizza, per il raffreddamento, le acque del Naviglio Grande. Per l'idrologia del Ticino, in rapporto al riequilibrio dei prelievi operati dalle derivazioni, un elemento di rilievo è costituito dalle risorgenze, che determinano, in assenza di affluenti superficiali notevoli, un significativo aumento delle portate da monte verso valle; questo è dovuto al drenaggio della falda freatica effettuato dall'alveo del fiume, alle colature dei terreni agricoli e agli scarichi civili ed industriali; i valori di risorgenza aumentano sino a Bereguardo, per poi diminuire sensibilmente e riprendere nuovamente consistenza nella zona urbana di Pavia.

Dall'osservazione dei risultati ottenuti con l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF), si nota che i tratti più penalizzati del fiume risultano essere quelli in corrispondenza della città di Pavia e di Sesto Calende (VA). I principali fattori che influiscono su entrambi i tratti sono da attribuire alla presenza dei centri urbani. L'urbanizzazione infatti incide sia per la presenza di difese spondali, che impediscono la crescita della vegetazione perifluviale, sia per l'impatto negativo dei reflui immissari sulle caratteristiche biologiche dell'ambiente fluviale. Inoltre, in questi due tratti, il percorso del fiume, privo di raschi e meandri, è raddrizzato a causa di interventi artificiali e ciò non permette la formazione di microambienti, comunità macrobentoniche ben strutturate, aree di deposizione ed incubazione delle uova o di rifugio per la fauna ittica, che aumenterebbero la qualità dell'ambiente e la sua funzionalità autodepurativa. Le zone in cui si ha il migliore livello di funzionalità del fiume corrispondono al tratto compreso tra il ponte di barche di Bereguardo (PV) e Vigevano (PV) e a quello nei pressi del Bosco delle Faggiolo, a sud di Turbigo (MI). Entrambe le aree sono ad alta naturalità, prive di centri urbani sul territorio circostante e ricche di vegetazione perifluviale primaria; le buone condizioni idriche dell'alveo, la presenza di pozze, raschi e meandri permettono una diversificazione delle comunità biologiche; il periphyton poco sviluppato e la presenza di detrito costituito da frammenti vegetali ben riconoscibili, sono ulteriori indici dell'assenza di rilevanti immissioni di reflui e sostanze inquinanti. Lungo questi due tratti di fiume, eventuali presenze di interventi artificiali non incidono sulla funzionalità del corso, poiché mitigate ed integrate nell'ecosistema della fascia perifluviale.

Tra queste due situazioni estreme, la valutazione del fiume evidenzia che la maggior parte delle sue rive ricade in livelli di Funzionalità con giudizi corrispondenti al buono, mediocre e buono-mediocre, che indicano che la situazione è tale da non destare preoccupazione e permettono di individuare i tratti con maggiori problematiche per eventuali interventi migliorativi.



### Le stazioni monitorate

I criteri guida per la scelta delle stazioni sul Fiume Ticino, che sono andate ad integrare le stazioni di monitoraggio già analizzate dagli uffici delle ARPA competenti nelle diverse province, hanno soddisfatto la necessità di disporre di siti in cui era presente una serie di dati storici e di essere ubicate in posizioni rappresentative dell'intero bacino ed in aree particolarmente esposte a rischio di degrado ambientale. E' stata garantita una certa regolarità nella distribuzione spaziale dei punti di campionamento ed è stato individuato un numero di stazioni significative in funzione dell'immissione degli affluenti aventi particolare criticità per quanto concerne la qualità delle acque.

Le 5 stazioni monitorate sono:

Codice	Stazione	Comune	Località
<b>T Fog</b>	<b>Fogador</b>	Somma Lombardo (VA)	Fogador
<b>T Gab</b>	<b>Gabana</b>	Abbiategrasso (MI)	Gabana
<b>T Ger</b>	<b>Geraci</b>	Motta Visconti (MI)	Geraci
<b>T Lid</b>	<b>Lido</b>	Pavia	Lido di Pavia
<b>T PdB</b>	<b>Ponte della Becca</b>	Valle Salimbene (PV)	Ponte della Becca

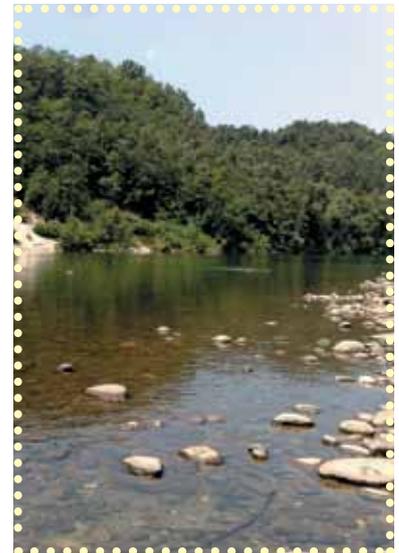
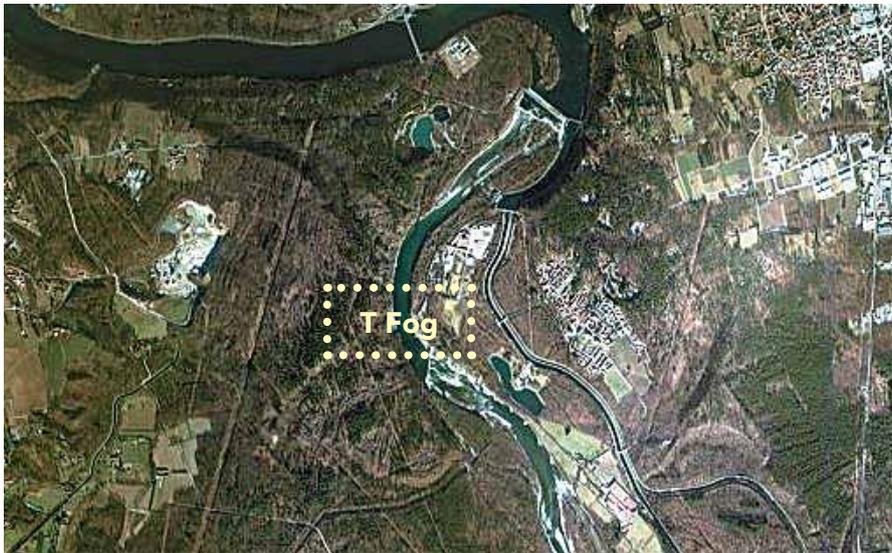


Fig. 1.1.1. - Fiume Ticino - Stazione di campionamento località Fogador

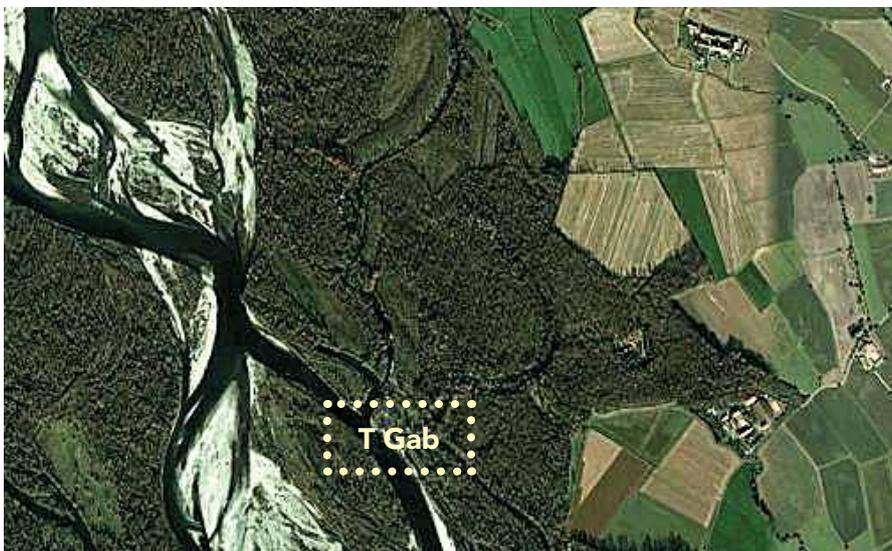


Fig. 1.1.2. - Fiume Ticino - Stazione di campionamento località Gabana

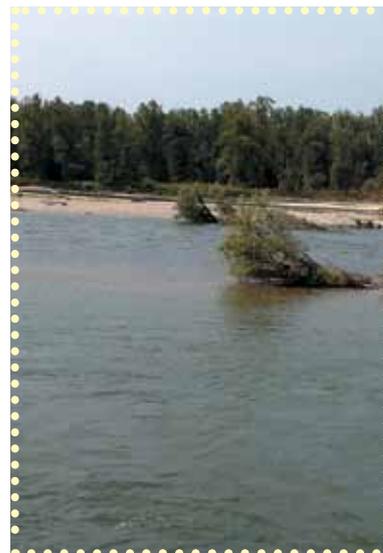


Fig. 1.1.3. - Fiume Ticino - Stazione di campionamento località Geraci

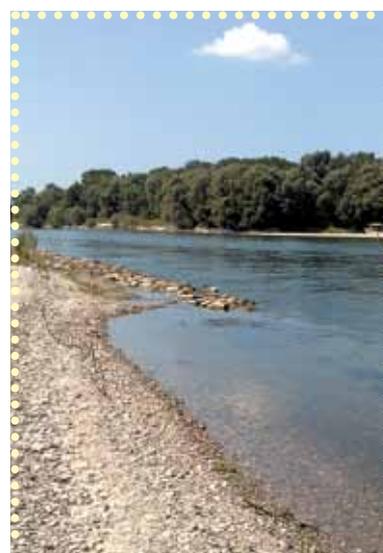


Fig. 1.1.4. - Fiume Ticino - Stazione di campionamento località Lido



Fig. 1.1.5. - Fiume Ticino - Stazione di campionamento località Ponte della Becca

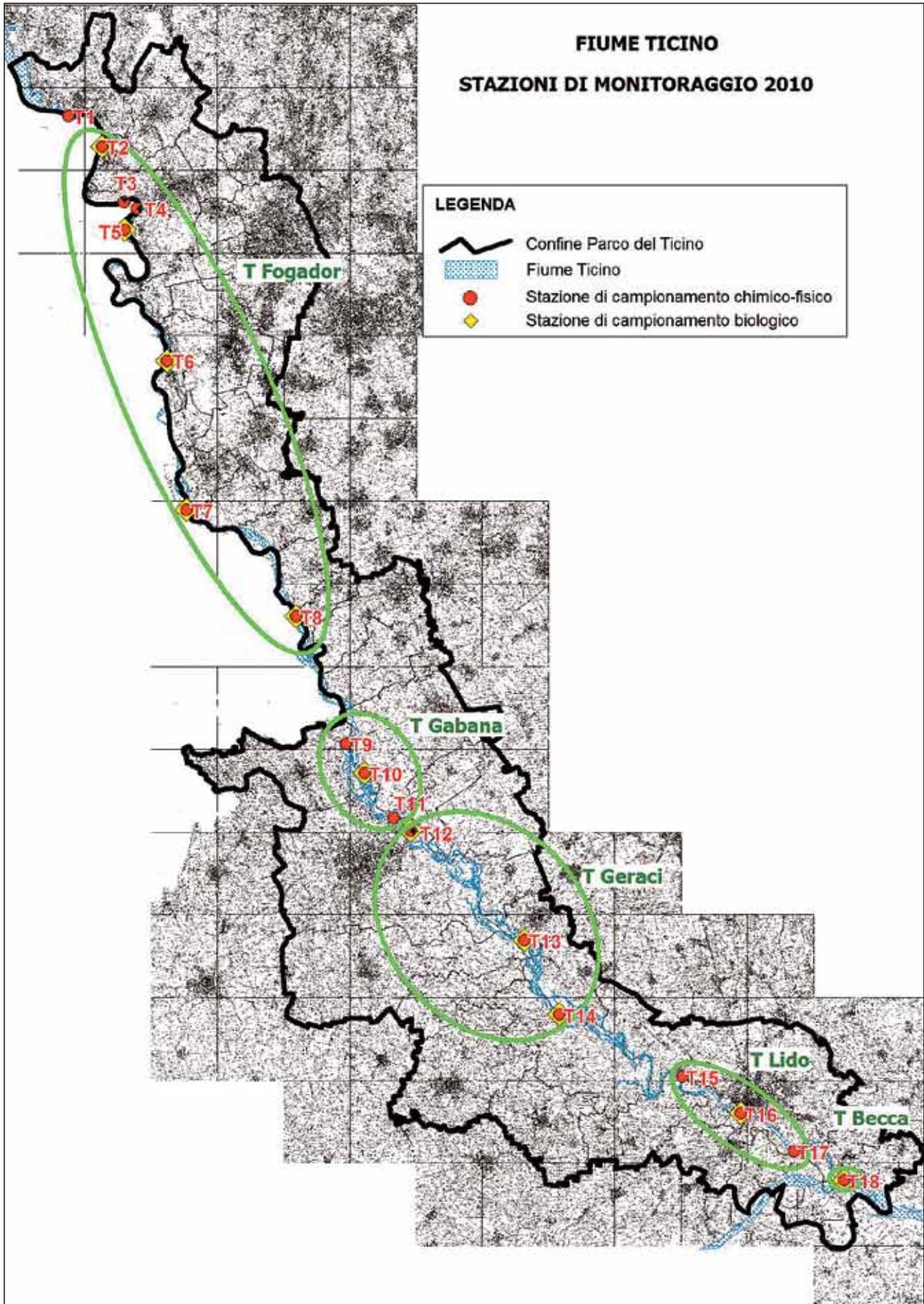


Fig. 1.1.6. - Stazioni di campionamento sul Fiume Ticino

**Risultati ottenuti**

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti sul fiume Ticino nelle diverse campagne di monitoraggio negli anni dal 2001 al 2010.

Anno 2001								
Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	3,91	1,27	0,029	0,802	0,023	8,47	72	37
T Gab	3,83	1,56	0,025	1,240	0,033	7,91	323	197
T Ger	3,39	1,49	0,030	1,262	0,032	7,38	756	215
T Lid	3,53	1,48	0,023	1,192	0,041	7,22	744	161
T PdB	4,90	2,60	0,034	1,220	0,043	7,09	635	245

Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	4,76	1,00	0,026	0,879	< 0,05	9,76	164	51
T Gab	4,83	1,00	0,015	1,450	< 0,05	9,85	206	50
T Ger	4,30	1,25	0,015	1,400	< 0,05	9,58	528	71
T Lid	3,60	1,00	0,015	1,400	< 0,05	9,32	475	170
T PdB	7,00	1,00	0,015	1,500	< 0,05	8,77	1.056	387

Anno 2002								
Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	7,05	1,57	0,051	0,876	0,464	11,00	56	30
T Gab	10,84	0,50	0,055	1,237	0,339	9,51	158	62
T Ger	5,46	0,93	0,077	1,368	0,166	9,51	384	78
T Lid	5,60	1,53	0,078	1,379	1,019	9,05	493	97
T PdB	6,39	2,25	0,079	1,371	0,205	8,12	635	214

Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	5,16	2,00	0,053	1,057	0,577	11,25	109	33
T Gab	5,48	4,39	0,054	1,520	0,150	11,30	776	182
T Ger	5,57	1,64	0,071	1,420	0,477	10,68	1.291	293
T Lid	4,54	1,52	0,072	1,569	0,183	11,03	785	176
T PdB	5,03	1,44	0,069	1,598	0,206	10,22	1.056	135



## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

## Anno 2003

Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	3,21	1,70	0,042	1,134	1,187	-	83	38
T Gab	-	-	-	-	-	-	-	-
T Ger	3,45	1,63	0,031	1,582	0,105	-	505	83
T Lid	5,58	2,21	0,024	1,510	0,075	-	248	43
T PdB	6,40	1,79	0,044	1,520	0,153	-	355	83

Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	6,66	2,80	0,075	1,058	0,500	-	411	114
T Gab	-	-	-	-	-	-	-	-
T Ger	7,45	3,06	0,079	1,503	0,295	-	1.088	423
T Lid	7,98	2,68	0,057	1,537	1,096	-	1.411	297
T PdB	7,10	1,91	0,080	1,517	0,908	-	728	242

## Anno 2004

Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	7,20	0,82	0,087	1,007	0,237	9,61	185	63
T Gab	-	-	-	-	-	-	-	-
T Ger	8,61	2,60	0,032	1,340	0,146	8,79	812	128
T Lid	10,20	2,30	0,044	1,350	0,123	8,96	350	47
T PdB	9,37	1,90	0,045	1,290	0,232	8,72	405	123

Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	6,59	1,56	0,037	0,869	1,527	14,00	104	33
T Gab	-	-	-	-	-	-	-	-
T Ger	7,08	3,85	0,090	1,493	0,197	13,10	1.345	338
T Lid	13,91	2,40	0,103	1,490	0,225	15,47	1.513	481
T PdB	8,29	2,50	0,123	1,565	0,230	13,94	1.960	660

## Anno 2005

Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	5,15	< 3	0,030	0,915	2,146	12,14	38	27
T Gab	-	-	-	-	-	-	-	-
T Ger	7,35	1,88	0,105	1,828	0,287	9,91	3.934	186
T Lid	5,55	< 3	0,045	1,595	0,219	10,28	632	28
T PdB	7,65	< 3	0,081	1,455	0,322	10,43	1.497	77

Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	5,67	< 3	0,072	1,201	0,170	8,02	94	54
T Gab	-	-	-	-	-	-	-	-
T Ger	7,29	< 3	0,090	1,963	0,230	9,31	218	94
T Lid	6,47	< 3	0,037	2,170	1,336	8,09	980	74
T PdB	6,82	< 3	0,062	1,885	0,466	7,33	721	77



## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

## Anno 2009

Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	6,16	< 3	0,042	0,675	0,179	8,35	900	100
T Gab	5,21	< 3	0,060	1,290	< 0,15	11,41	700	< 100
T Ger	7,54	7,00	0,070	2,440	0,167	7,90	4.200	800
T Lid	7,50	< 3	0,027	1,750	0,151	8,64	900	500
T PdB	8,34	< 3	0,043	< 0,23	3,390	7,88	700	500

Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	< 5	< 3	0,021	0,910	< 0,15	11,63	700	100
T Gab	< 5	6,00	0,047	1,660	< 0,15	10,78	1.200	200
T Ger	< 5	11,00	0,047	1,740	< 0,15	10,84	5.000	1.500
T Lid	< 5	8,00	0,044	1,920	0,150	10,95	4.700	400
T PdB	5,72	13,00	0,051	1,870	2,070	10,76	14.400	2.000

## Anno 2010

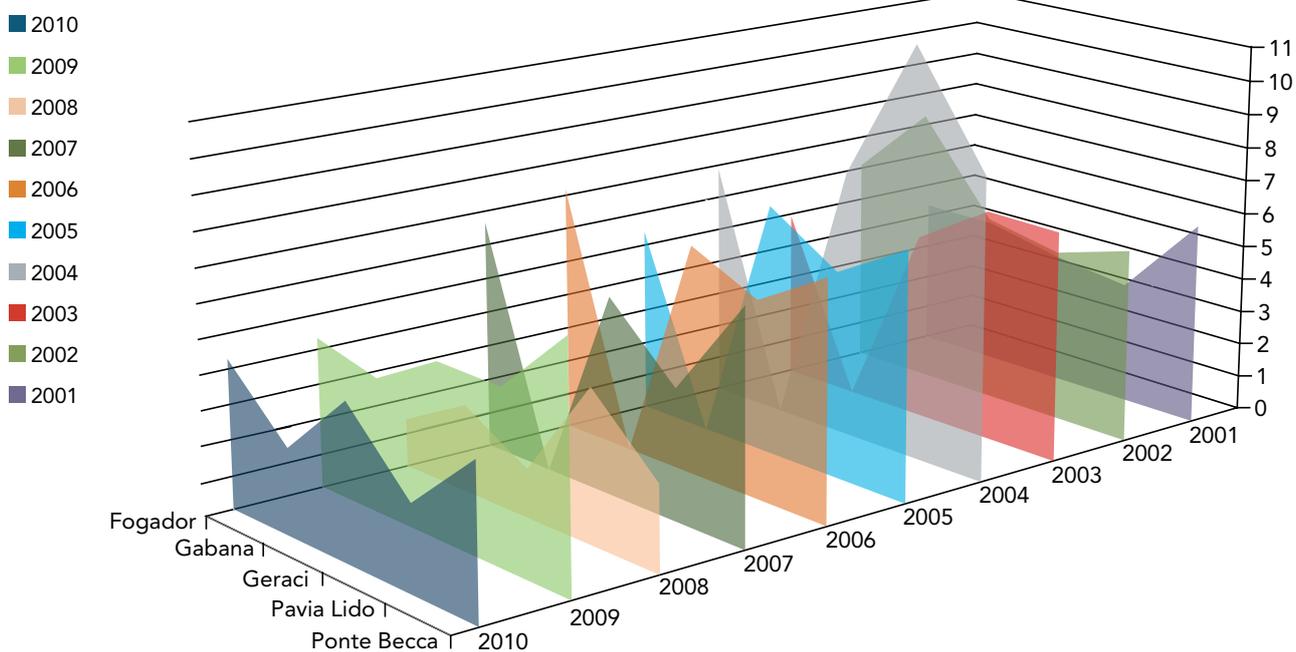
Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	< 5	< 3	0,053	0,772	< 0,15	8,85	100	< 100
T Gab	< 5	< 3	0,044	1,060	< 0,15	8,53	900	100
T Ger	< 5	< 3	0,049	1,310	< 0,15	7,83	2.300	200
T Lid	< 5	< 3	0,054	1,280	< 0,15	7,74	1.600	< 100
T PdB	6,33	3	0,039	1,350	< 0,15	7,94	2.000	< 100

Stazione	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
T Fog	6,11	< 3	0,033	0,639	< 0,15	-	1.200	200
T Gab	< 5	3	0,059	1,030	< 0,15	-	9.000	1.500
T Ger	6,53	< 3	0,042	1,190	< 0,15	-	1.500	500
T Lid	< 5	< 3	0,047	1,130	< 0,15	-	1.500	300
T PdB	< 5	< 3	0,046	1,160	< 0,15	-	3.500	1.000



Di seguito si riportano gli andamenti dei valori medi annuali dei diversi parametri analizzati negli anni dal 2001 al 2010 lungo il corso del fiume.

#### Andamento del parametro COD



#### Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)  
GIUDIZIO

#### Livello I

< 5  
Elevato

#### Livello II

< 10  
Buono

#### Livello III

< 15  
Sufficiente

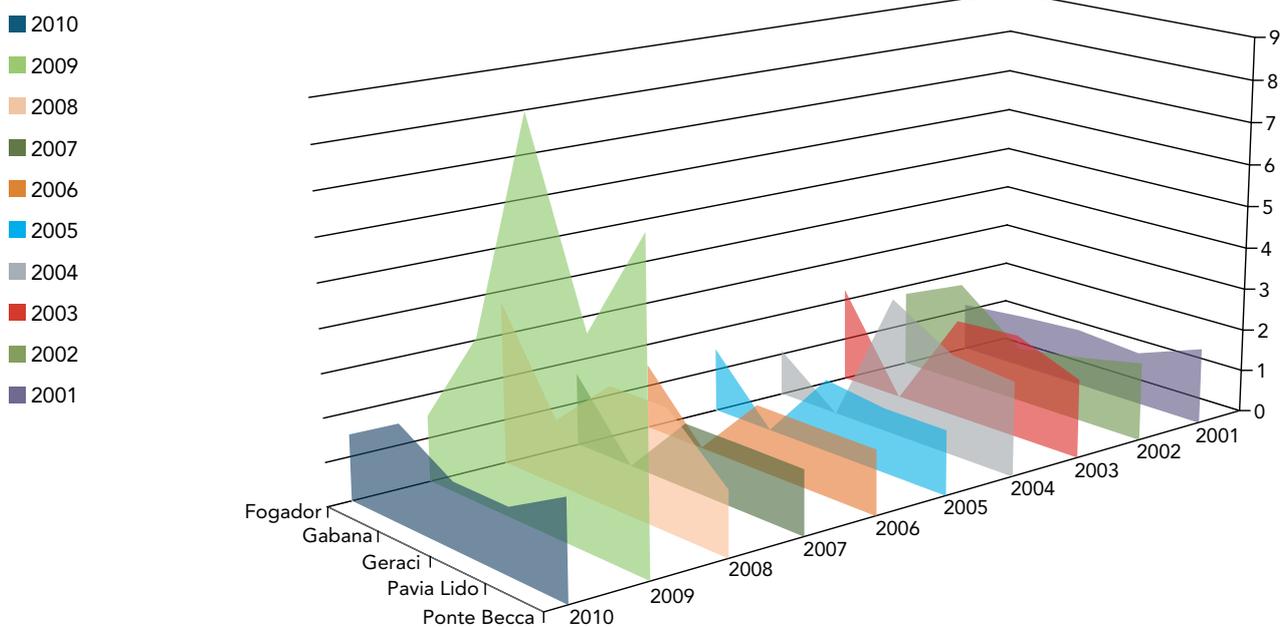
#### Livello IV

< 25  
Scadente

#### Livello V

> 25  
Pessimo

#### Andamento del parametro BOD<sub>5</sub>



#### Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)  
GIUDIZIO

#### Livello I

< 2,5  
Elevato

#### Livello II

< 4  
Buono

#### Livello III

< 8  
Sufficiente

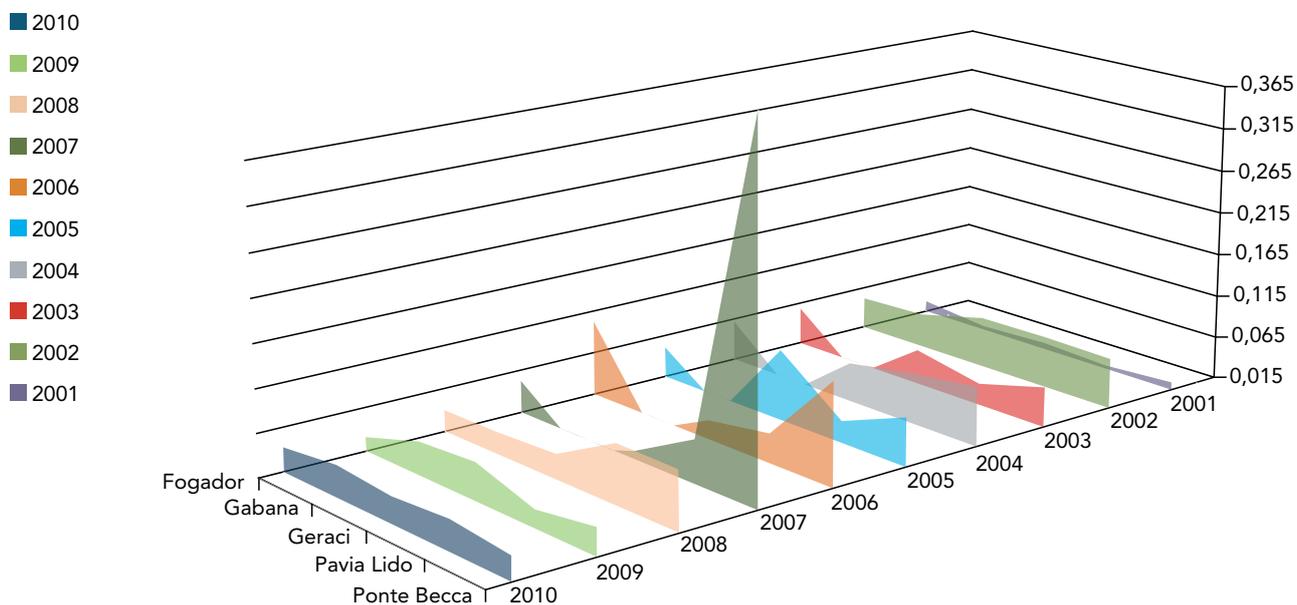
#### Livello IV

< 15  
Scadente

#### Livello V

> 15  
Pessimo

## Andamento del parametro Azoto ammoniacale



## Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 0,03

Elevato

## Livello II

&lt; 0,1

Buono

## Livello III

&lt; 0,5

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 1,5

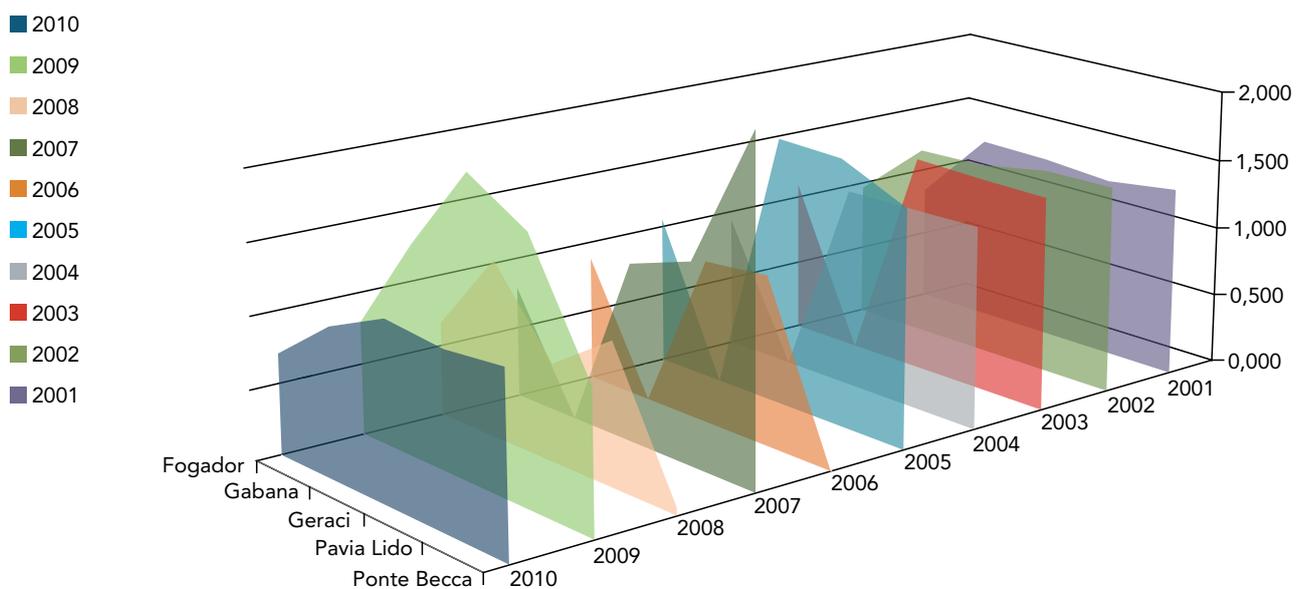
Scadente

## Livello V

&gt; 1,5

Pessimo

## Andamento del parametro Azoto nitrico



## Parametro

NO<sub>3</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 0,3

Elevato

## Livello II

&lt; 1,5

Buono

## Livello III

&lt; 5

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 10

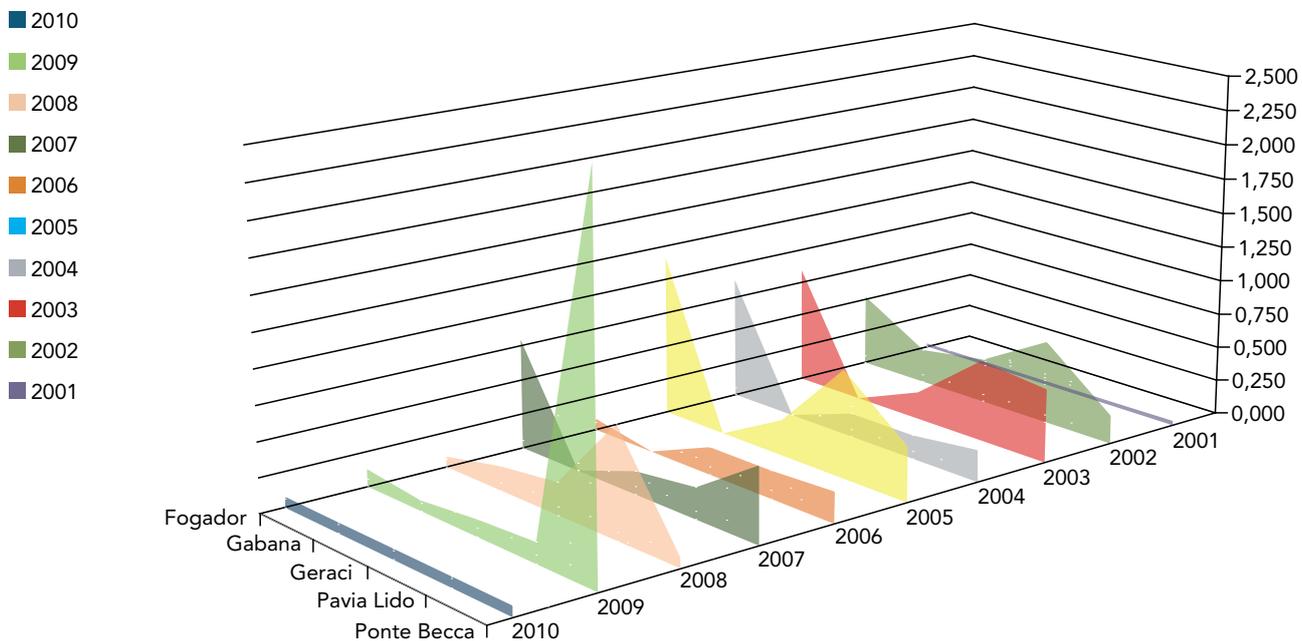
Scadente

## Livello V

&gt; 10

Pessimo

## Andamento del parametro Fosforo totale



## Parametro

Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 0,07

Elevato

## Livello II

&lt; 0,15

Buono

## Livello III

&lt; 0,30

Sufficiente

## Livello IV

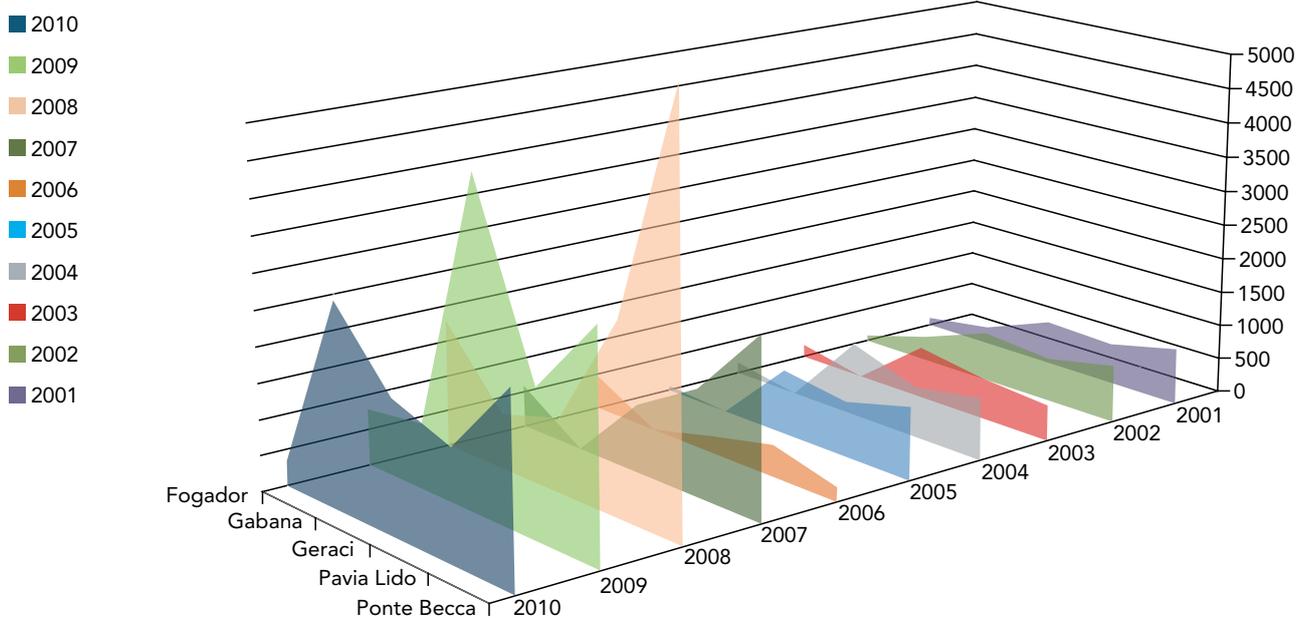
&lt; 0,6

Scadente

## Livello V

&gt; 0,6

Pessimo

Andamento del parametro *Escherichia coli*

## Parametro

*Escherichia coli* (UFC/100mL)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 100

Elevato

## Livello II

&lt; 1000

Buono

## Livello III

&lt; 5000

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 20000

Scadente

## Livello V

&gt; 20000

Pessimo

I primi campionamenti IBE che sono stati effettuati dal Parco del Ticino sul fiume sono iniziati nell'anno 2002 e proseguiti fino al 2010. Di seguito si riporta la media dei dati rilevati nelle diverse campagne di monitoraggio. Nonostante le stazioni non siano sempre coincidenti negli anni, a causa di diversi obiettivi di monitoraggio, è possibile valutare gli andamenti della qualità da nord a sud e nel corso degli anni.

#### Anno 2002

Per il calcolo del valore di IBE medio sono stati utilizzati i dati rilevati nei mesi di giugno, settembre e dicembre 2002.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità	
Miorina	8	II	
Turbigo	7	III	
Vigevano	7	III	
Motta Visconti	6	III	
Linarolo	3/4	V	IV

#### Anno 2003

Per il calcolo del valore di IBE medio sono stati utilizzati i dati rilevati nei mesi di marzo, giugno, settembre e dicembre 2003.

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



## Anno 2004

Per il calcolo del valore di IBE medio sono stati utilizzati i dati rilevati nei mesi di marzo, giugno, settembre e dicembre 2004.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Oleggio	8/9	II
Boffalora	8	II
Vigevano	8	II
Motta Visconti	7	III
Linarolo	5	IV

## Anno 2005

Per il calcolo del valore di IBE medio sono stati utilizzati i dati rilevati nei mesi di febbraio, aprile, settembre e dicembre 2005.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Oleggio	7	III
Boffalora	7/8	III II
Vigevano	8	II
Motta Visconti	7/8	III II
Linarolo	5/6	IV III

## Anno 2006

A partire dall'anno 2006, i campionamenti IBE sono stati effettuati due volte l'anno, pertanto di seguito si riporta la media dei risultati ottenuti durante le stagioni primaverile (maggio) e autunnale (ottobre).

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Oleggio	7/8	III II
Boffalora	7/8	III II
Vigevano	7	III
Motta Visconti	8	II



## Anno 2007

Anche nel 2007, i campionamenti IBE sono stati effettuati due volte l'anno, pertanto di seguito si riporta la media dei risultati ottenuti durante le stagioni primaverile (maggio) e autunnale (ottobre).

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Oleggio	8	II
Boffalora	8	II
Vigevano	7/8	III II
Motta Visconti	6	III

## Anno 2008

Nel 2008, i campionamenti IBE sono stati effettuati solo durante la campagna estiva in quanto le condizioni idrologiche di piena del Ticino nel periodo invernale non hanno consentito la realizzazione di un campionamento significativo.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Fogador	9	II
Abbiategrosso	9/10	II I
Motta Visconti	7	III
Pavia lido	6	III

## Anno 2009

Analogamente al 2008, anche nel 2009 i campionamenti IBE sono stati effettuati solo durante la campagna estiva in quanto le condizioni idrologiche di piena del Ticino nel periodo invernale non hanno consentito la realizzazione di un campionamento significativo.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Fogador	9	II
Abbiategrosso	8/9	II
Motta Visconti	7/8	III II
Pavia lido	7	III

## Anno 2010

Anche nel 2010 i campionamenti IBE sono stati effettuati durante la campagna estiva in quanto le condizioni idrologiche di piena del Ticino nel periodo invernale non hanno consentito la realizzazione di un campionamento significativo.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Fogador	7/8	III II
Abbiategrosso	7/8	III II
Motta Visconti	7	III
Pavia lido	7	III

I dati ricavati dai monitoraggi dei primi anni (che rispettavano le modalità di campionamento previste dalla normativa) sono stati utilizzati per calcolare lo Stato Ecologico del Ticino, che rientrava per tutta la sua lunghezza in un Livello Buono, tipico degli ambienti poco inquinati, dimostrando che il fiume riusciva a sopportare e a reagire adeguatamente alle pressioni antropiche determinate dall'apporto di reflui civili, industriali e agro-zootecniche, soprattutto grazie alla capacità autodepurativa garantita da una soddisfacente integrità dell'ecosistema fluviale.

I successivi monitoraggi hanno confermato tali risultati, nonostante negli ultimi anni alcuni parametri mostrino valori che si discostano lievemente, come ad esempio i parametri microbiologici, che negli ultimi quattro anni dimostrano un cambiamento del LIM che passa da valori di qualità Elevati e Buoni a Livelli Sufficienti.

Nei primi anni i parametri microbiologici rilevati evidenziavano che, procedendo da nord verso sud, si assisteva ad un netto peggioramento tra la stazione di Abbiategrasso e quella di Motta Visconti (Geraci); tale scadimento qualitativo è imputabile alla presenza di diversi grandi contributi inquinanti concentrati in un'area ristretta (Canale Scolmatore di Nord Ovest, Depuratore del Magentino, Roggia Cerana e Depuratore di Vigevano).

Negli ultimi quattro anni invece, si assiste ad un netto aumento delle concentrazioni in tutte le stazioni, indicando che presumibilmente vengono immesse maggiori quantità di reflui. Non potendo facilmente risalire ad un'unica ed evidente causa di tale fenomeno, anche per la tempistica di campionamento adottata, si può supporre che ciò sia dovuto a fattori concorrenti legati alle condizioni meteorologiche, alle portate, ad un aumento delle utenze trattate dai depuratori (derivanti sia da un aumento demografico sia da un ampliamento del territorio servito).

Per quanto riguarda gli altri parametri chimico-fisici macrodescrittori, si osserva che il COD è stato sempre sostanzialmente costante nelle diverse stazioni ed entro il Livello II (Buono); negli ultimi tre anni invece ha mostrato in ogni stazione un valore medio (<5 mg/l) che rientra nel livello di qualità Elevato. Analogamente al COD, anche il BOD<sub>5</sub> rimane pressoché costante nelle 5 stazioni, e rientra sempre in un Livello di qualità Buono, raggiungendo spesso anche livelli elevati. Unica eccezione si verifica nell'anno 2009, alla quale non si associa però un contemporaneo aumento degli altri parametri e pertanto non sembra essere associato ad un particolare evento inquinante, ma probabilmente dovuto al regime idrologico associato a piovosità particolarmente intensa, in particolare durante la stagione invernale. L'azoto ammoniacale rimane pressoché costante nelle cinque stazioni monitorate e rimanendo sempre entro il Livello Buono e mostrando spesso valori rientranti nel Livello I - Elevati. Tali andamenti, analoghi a quelli rilevati per l'azoto nitrico (che rientra sempre entro il Livello II - Buono) indicano che il fiume Ticino attiva quei processi autodepurativi tali da non evidenziare particolari criticità.

I parametri microbiologici rilevati evidenziano, in linea generale, che procedendo da nord verso sud si assiste ad un aumento delle concentrazioni, nei primi anni, in particolare. Negli ultimi quattro anni invece, si assiste ad un netto aumento delle concentrazioni in tutte le stazioni, indicando che presumibilmente vengono immesse maggiori quantità di reflui. Non potendo facilmente risalire ad un'unica ed evidente causa di tale fenomeno, anche per la tempistica di campionamento adottata, si può supporre che ciò sia dovuto a fattori concorrenti legati alle condizioni meteorologiche, alle portate, all'aumento delle utenze trattate dagli impianti di depurazione derivanti sia da un aumento demografico sia da un ampliamento del territorio servito.

Con riferimento ai valori medi ricavati dai monitoraggi, il Ticino viene classificato dal punto di vista biologico in una Classe II di IBE, che corrisponde ad un ambiente con moderati sintomi di inquinamento; le stazioni del tratto terminale ricadono tuttavia in una Classe III di IBE corrispondente ad un ambiente inquinato. L'osservazione quindi dei parametri biologici evidenzia quell'andamento già in precedenza riscontrato per i parametri microbiologici, in cui il fiume appare diviso in due tratti di differente qualità: un primo tratto in condizioni buone e un secondo tratto invece con una qualità peggiore: fa da spartiacque qualitativo la stazione di Vigevano.

## Monitoraggio del contenuto di DDT e PCB nei pesci del Ticino negli anni 2003 - 2004

A cura del Dott. Gerolamo Boffino, Responsabile del Settore Gestione Ambientale del Parco Piemontese del Ticino

Nel 2003 e 2004 sono stati effettuati dei monitoraggi delle carni dei pesci del Ticino per la ricerca di DDT e PCB.

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

Nel Lago Maggiore, dal 1996, si era riscontrato un notevole inquinamento da DDT. Le indagini effettuate dalle autorità Italo-Elvetiche avevano riguardato, negli anni successivi, solo il Lago e non il suo emissario, si era quindi reso necessario effettuare alcuni controlli anche nel Ticino al fine di determinare se e in quale misura l'inquinamento avesse interessato anche il fiume. Poiché nel Lago si era riscontrata un'anomala presenza di PCB, le indagini sono state estese anche a questo composto.

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

Sono stati prelevati, nei mesi di Marzo 2003 e 2004, alcuni esemplari di anguilla, barbo e cavedano provenienti da due tratti di fiume: una zona a monte (tra Varallo Pombia ed Oleggio) ed una zona a valle (tra Vigevano e Pavia).

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

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

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

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

## Risultati delle campagne di monitoraggio 2003 - 2004

	DDT totale mg/Kg				Limite DDT D.M. 19/2000	PCBs totali mg/Kg				Limite PCBs consig. mg/Kg
	Ticino 1994	Lago 2002	Ticino 2003	Ticino 2004		Ticino 1994	Lago 2002	Ticino 2003	Ticino 2004	
<b>Anguilla Stazione Nord</b>			<b>0,719</b>	<b>0,707</b>	0,100			<b>0,810</b>	<b>0,493</b>	0,100
<b>Anguilla Stazione Sud</b>	<0,001		<b>0,274</b>	<b>0,166</b>		N.R.		<b>0,341</b>	<b>0,226</b>	
<b>Barbo Stazione Nord</b>			0,036	0,012	0,050			0,030	0,018	0,100
<b>Barbo Stazione Sud</b>			<b>0,068</b>	0,018				0,054	0,027	
<b>Cavedano Stazione Nord</b>	<0,001		0,040	0,011	0,050	N.R.		0,054	0,029	0,100
<b>Cavedano Stazione Sud</b>	<0,001	<b>0,093</b>	0,039	0,004		N.R.	0,023	0,044	0,010	

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

Nella campagna 2004 le anguille della zona campionata a monte ed a valle superavano ancora i limiti previsti per il DDT pur registrando un lieve decremento nella zona sud, mentre i barbi rientrano nella norma.

Per quanto riguarda il PCB le anguille della zona campionata a monte ed a valle superavano il limite consigliato in entrambi gli anni, mentre il barbo rientrava nei limiti nel 2004.

Il cavedano rientrava nei limiti sia per il DDT sia per il PCB in entrambi gli anni, probabilmente perché possiede una percentuale di materia grassa inferiore alle altre due specie.

La diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti nella campagna 2004 non erano da ritenersi sufficientemente rappresentative del reale andamento dei composti nelle carni dei pesci, in quanto due soli campionamenti, distanti un anno uno dall'altro, non hanno consentito uno studio statistico significativo.

E' tuttavia evidente che l'effetto inquinante del DDT e del PCB nel Lago Maggiore era sicuramente presente anche nei pesci del Ticino. La commestibilità del pescato rappresentava solo uno degli elementi di contaminazione dell'ecosistema fluviale, le concentrazioni di DDT e PCB rilevate nella fauna ittica portavano a ritenere che la contaminazione fosse presente anche nelle altre componenti biotiche ed abiotiche dell'ecosistema.

Purtroppo, per mancanza di fondi, non è stato possibile proseguire il monitoraggio negli anni successivi, come era nelle intenzioni dei due Parchi del Ticino che avevano proposto alle Regioni Piemonte e Lombardia un dettagliato piano di monitoraggio quinquennale. Tale monitoraggio aveva lo scopo di fornire una corretta valutazione dell'estensione del fenomeno, indagando la presenza e gli effetti degli inquinanti anche in altri comparti dell'ecosistema fluviale ed estendendo tale ricerca ad alcuni affluenti (Torrente Arno, Torrente Terdoppio, Scolmatore di Nord Ovest) per verificare la presenza di eventuali altre fonti di inquinamento.

A distanza di anni sarebbe auspicabile effettuare una nuova indagine per verificare i livelli di inquinamento delle carni dei pesci del Ticino.

## 1.2 Torrente Lenza

Di seguito si riporta la descrizione del Torrente Lenza e la caratterizzazione della sua funzionalità fluviale tratta dallo studio sull'applicazione dell'IFF.

Il Torrente Lenza scorre per circa 9 km da una quota di 257 m a una quota di 210 m s.l.m. e raggiunge il Fiume Ticino a nord della città di Sesto Calende. Il torrente, nel suo primo tratto partendo dalla foce, scorre nel centro urbano e presenta una scarsa vegetazione perifluviale costituita prevalentemente da specie esotiche non riparie; le condizioni idriche si mantengono buone non solo in questo primo tratto ma lungo l'intero corso. Le rive si presentano con un sottile strato erboso o nel caso della riva sinistra, addirittura nude. Sono inoltre presenti strutture di rinforzo delle rive e la sezione è in parte artificiale poiché il torrente scorre tra gli abitati. Per quanto riguarda la componente biologica, vi è presenza di periphyton scarsamente sviluppato e la comunità macrobentonica è poco equilibrata. Questo primo tratto del torrente presenta un livello di funzionalità basso, in particolare è IV in sponda sinistra e III-IV in sponda destra. Nel tratto successivo attraversando la località Abbazia, il giudizio peggiora poiché il corso diviene raddrizzato. Il tratto da Abbazia a Oriano Basso presenta una lieve urbanizzazione e la fascia di vegetazione, abbastanza ampia, è costituita da piante arboree esotiche in prevalenza ma la sezione e la morfologia del corso diventano più naturali. Questo tratto ha ottenuto un III-II livello di funzionalità in sponda sinistra e un II livello in sponda destra. Il tratto compreso a monte di Oriano Basso e la Cascina Fornace scorre tra boschi in sponda sinistra, eterritorio urbanizzato in sponda destra. Per entrambe le sponde si ottiene un II-III livello di funzionalità. Il tratto dalla Cascina Fornace alla località presenta una sezione naturale con lievi interventi artificiali sulle sponde e le condizioni della comunità macrobentonica non migliorano rispetto ai tratti precedenti. Si ottiene un III livello di funzionalità sia in sponda destra che in sponda sinistra. Nel tratto successivo, dalla Piana a Lentate Verbano, il territorio circostante è caratterizzato ancora da un'urbanizzazione rada e il corso si presenta con pochi meandri e mantiene il III livello di funzionalità per entrambe le sponde. Nell'ultimo tratto, dalla località di Lentate alla sorgente si assiste a un peggioramento del territorio circostante costituito da colture stagionali e da un'urbanizzazione rada su entrambe le sponde; il fondo è sabbioso e facilmente movibile con detrito anaerobico e una comunità poco strutturata; il percorso diventa raddrizzato. Questo tratto presenta un III-IV livello di funzionalità.

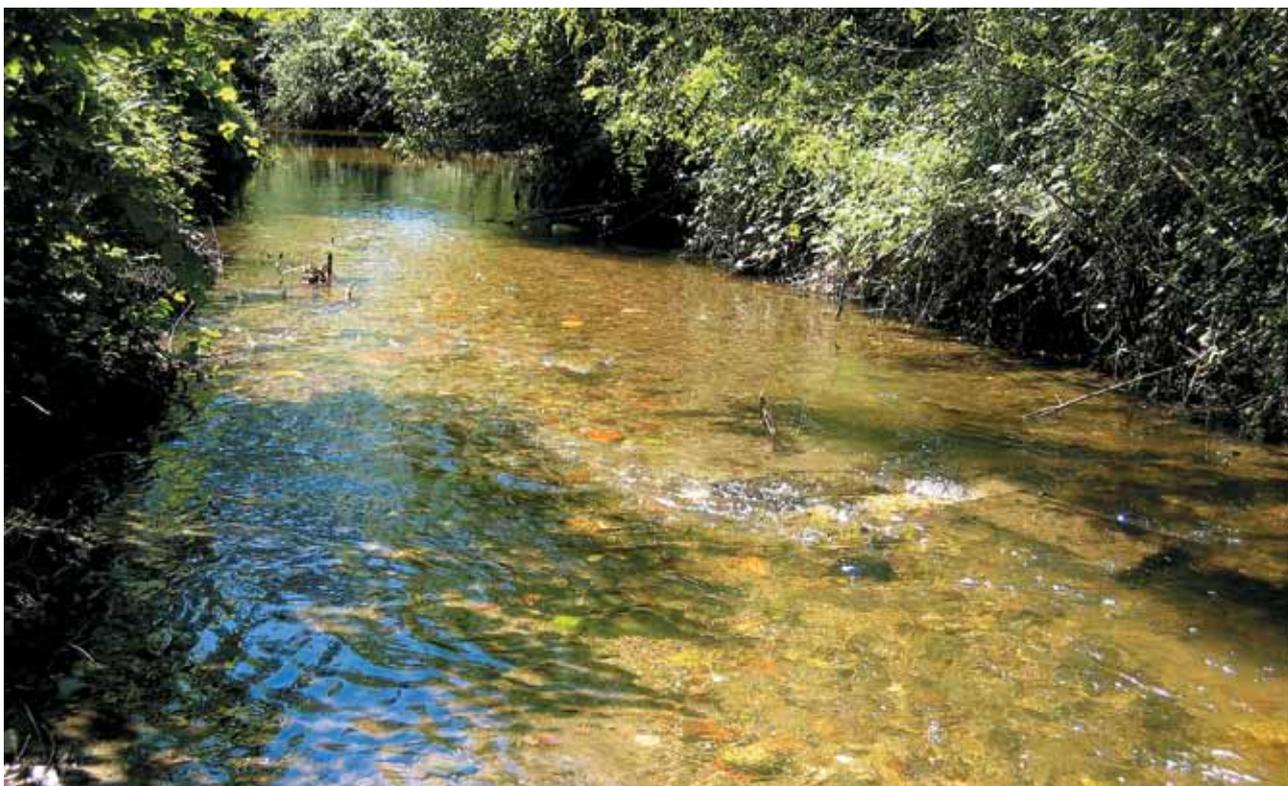


Fig. 1.2.1. Torrente Lenza nei pressi della stazione di campionamento

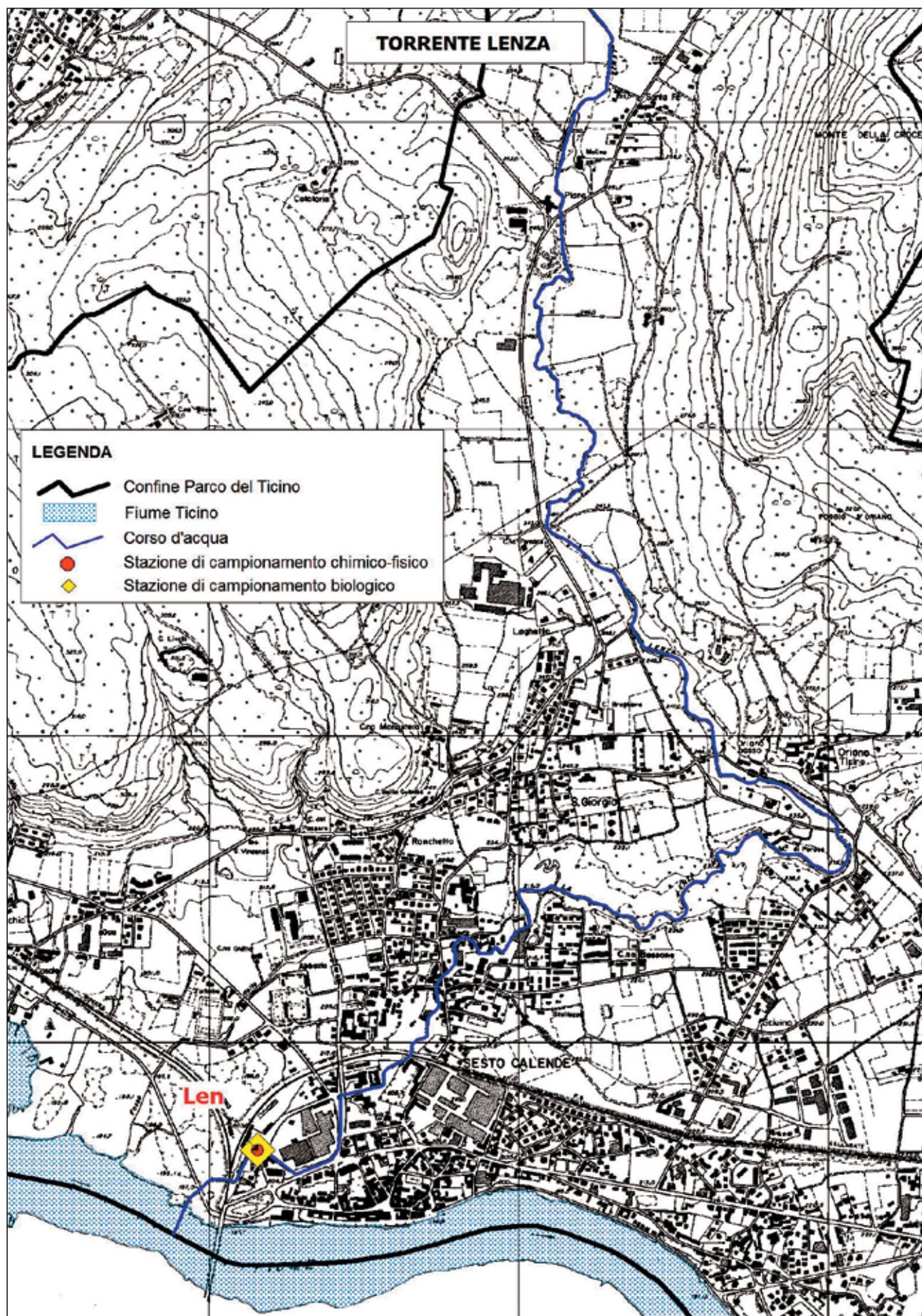


Fig. 1.2.2. - Stazione di campionamento sul Torrente Lenza

### Le stazioni monitorate

Il campionamento di questo corso d'acqua ha avuto l'obiettivo di valutare il suo grado di compromissione e il carico inquinante in ingresso nel fiume Ticino tramite le analisi effettuate in un'unica stazione posta a monte dell'immissione del torrente nel fiume; per non rischiare di campionare un tratto del torrente troppo influenzato dai ritorni delle acque del Ticino la stazione di campionamento è stata ubicata ad una distanza dall'immissione ritenuta sufficiente per evitare ciò. L'unica stazione (Len) sul torrente Lenza si trova nel Comune di Sesto Calende vicino alla stazione ferroviaria.

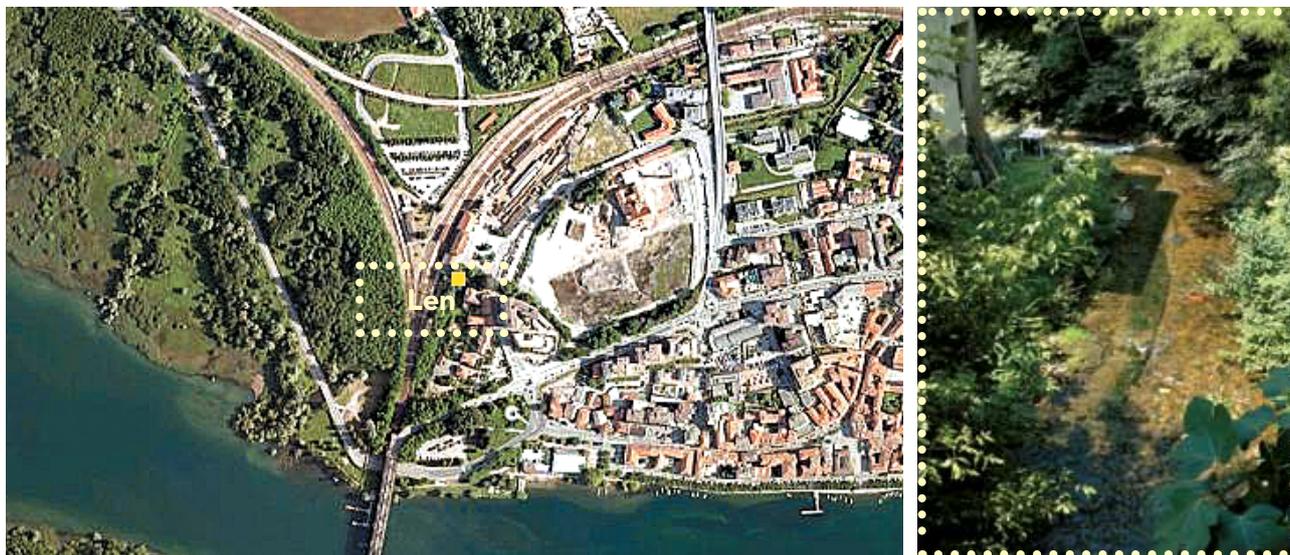


Fig. 1.2.3. Torrente Lenza - Stazione di campionamento

### Risultati ottenuti

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti sul torrente Lenza nelle diverse campagne di monitoraggio svolte dal 2008 al 2010.

Stazione Len								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2008	11,20	21,00	0,186	1,680	0,106	8,28	30.000	6.100
2009	10,60	19,00	0,239	2,490	0,320	8,14	120.000	8.800
2010	9,68	6,00	0,048	2,250	0,154	9,06	14.000	3.100

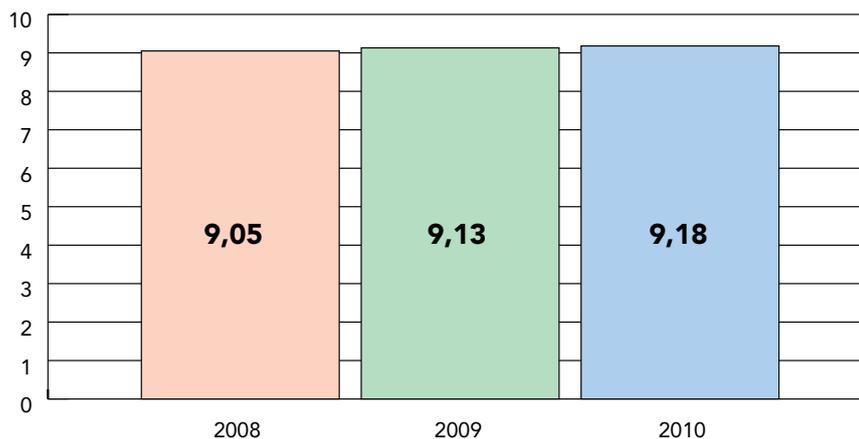
  

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2008	6,89	< 3	0,113	2,420	0,227	10,64	1.000	200
2009	7,76	8,00	0,098	2,430	0,335	10,81	8.000	2.500
2010	8,58	< 3	0,046	1,840	< 0,15	-	2.500	700

Di seguito si riportano invece gli andamenti dei valori medi annuali dei diversi parametri analizzati negli anni dal 2008 al 2010.

Andamento  
del parametro  
COD

2008  
2009  
2010



Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 5

Elevato

Livello II

< 10

Buono

Livello III

< 15

Sufficiente

Livello IV

< 25

Scadente

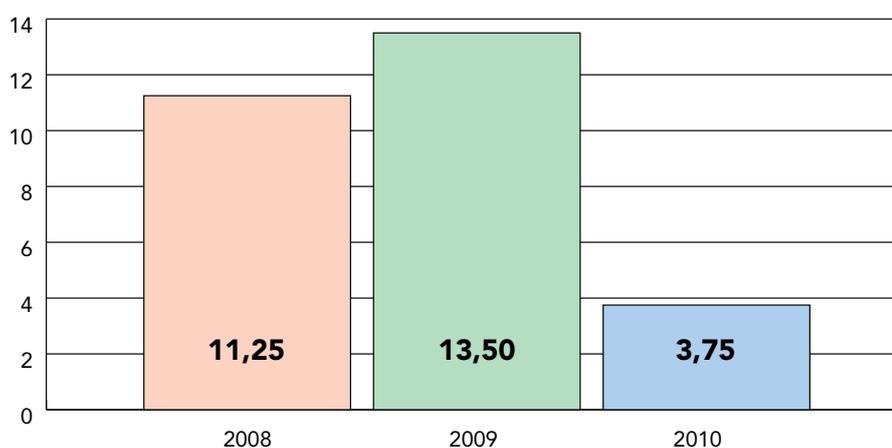
Livello V

> 25

Pessimo

Andamento  
del parametro  
BOD<sub>5</sub>

2008  
2009  
2010



Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 2,5

Elevato

Livello II

< 4

Buono

Livello III

< 8

Sufficiente

Livello IV

< 15

Scadente

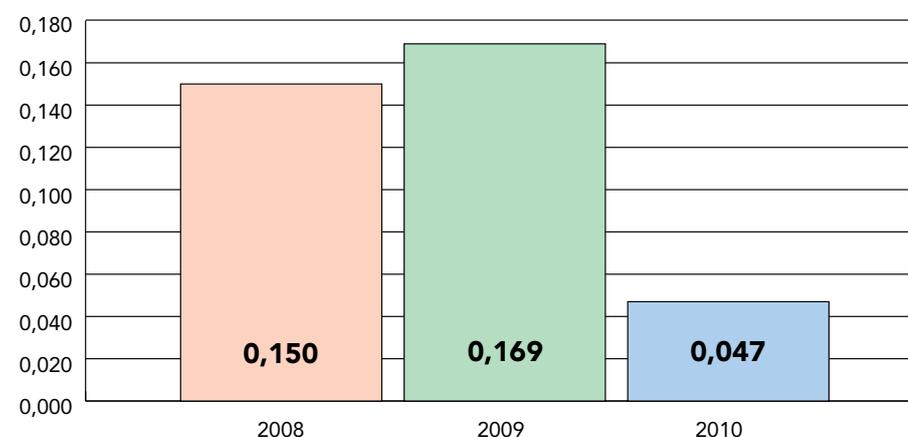
Livello V

> 15

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto ammoniacale

2008  
2009  
2010



Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,03

Elevato

Livello II

< 0,1

Buono

Livello III

< 0,5

Sufficiente

Livello IV

< 1,5

Scadente

Livello V

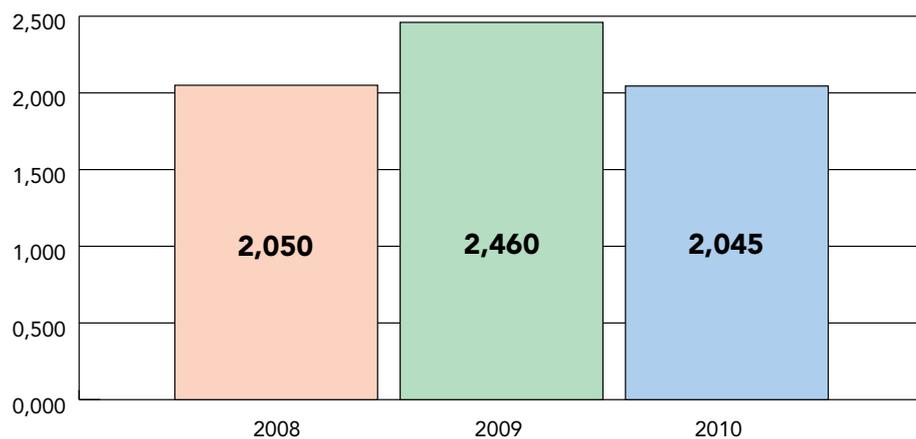
> 1,5

Pessimo

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
Azoto nitrico

2008  
2009  
2010



## Parametro

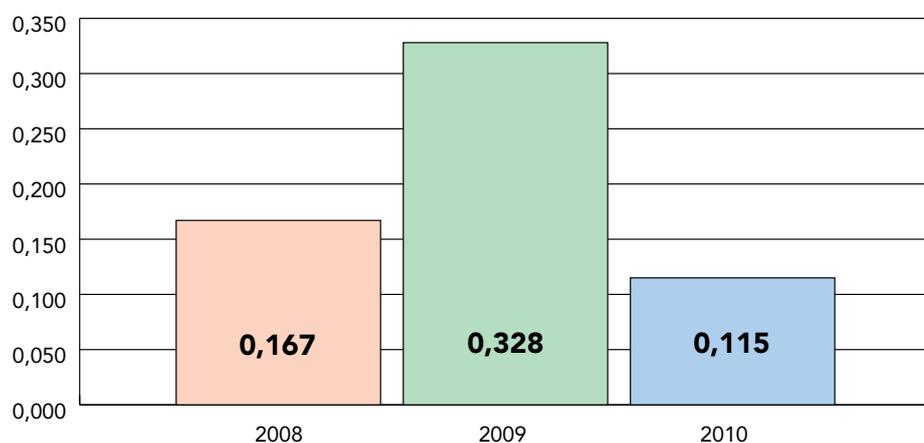
NH<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,3	< 1,5	< 5	< 10	> 10
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento  
del parametro  
Fosforo totale

2008  
2009  
2010



## Parametro

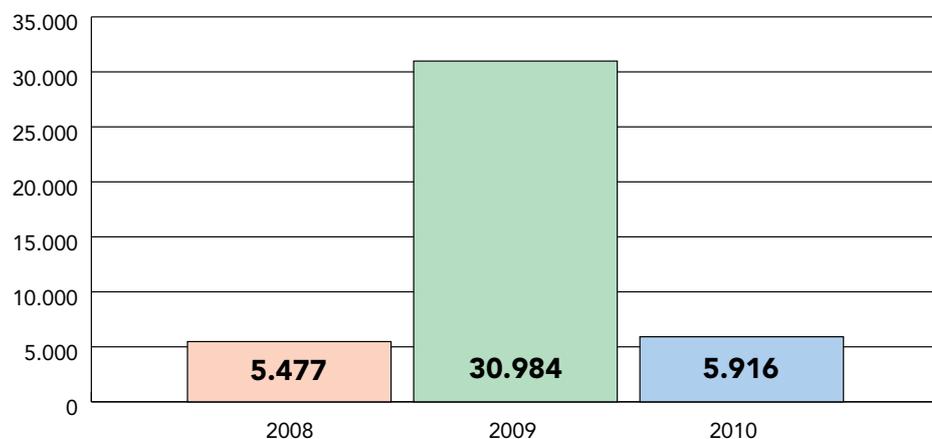
Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,07	< 0,15	< 0,30	< 0,6	> 0,6
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento  
del parametro  
Escherichia coli

2008  
2009  
2010



## Parametro

Escherichia coli (UFC/100mL)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 100	< 1000	< 5000	< 20000	> 20000
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Di seguito si riportano i risultati ottenuti tramite l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) nei diversi anni di campionamento.

#### Anno 2008

Il valore medio di IBE rilevato nel 2008 a seguito dei due campionamenti effettuati risulta pari a 7, corrispondente a una III classe di qualità. Di seguito si riportano i singoli valori rilevati.

Stazione	Valore IBE	Classe Qualità
Campionamento estivo	8	II
Campionamento invernale	6/7	III

#### Anno 2009

Il valore medio di IBE rilevato nel 2009 a seguito dei due campionamenti effettuati risulta pari a 8, corrispondente a una II classe di qualità. Di seguito si riportano i singoli valori rilevati.

Stazione	Valore IBE	Classe Qualità
Campionamento estivo	9/8	II
Campionamento invernale	7	III

#### Anno 2010

Il valore medio di IBE rilevato nel 2010 a seguito dei due campionamenti effettuati risulta pari a 9/10, corrispondente a una classe di qualità intermedia tra la prima e la seconda. Di seguito si riportano i singoli valori rilevati.

Stazione	Valore IBE	Classe Qualità
Campionamento estivo	9/10	II I
Campionamento invernale	10/9	I II

Confrontando i risultati delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti con i valori di riferimento del LIM è possibile affermare che la stazione monitorata presenta mediamente un Livello oscillante tra Sufficiente e Scadente, indicando la presenza di alterazioni qualitative.

I risultati ottenuti durante i campionamenti IBE estivi e invernali sono state rinvenute comunità decisamente diverse, tali da far cambiare la classe di qualità. Nei campionamenti estivi la comunità rilevata ha visto la presenza di organismi sensibili all'inquinamento (*Leuctra*, *Habrophlebia*, *Ecdyonurus*, *Ephemerella*, *Ephemera*) associati ad un buon numero di Unità Sistematiche, mentre durante il campionamento invernale la comunità rilevata, pur presentando alcuni organismi sensibili (*Leuctra*, *Ecdyonurus*) essi risultavano inseriti in una comunità povera di Unità Sistematiche, che ha determinato lo scadimento del giudizio.

## 1.3 Torrente Strona

Di seguito si riporta la descrizione del Torrente Strona e la caratterizzazione della sua funzionalità fluviale tratta dallo studio sull'applicazione dell'IFF.

Il Torrente Strona ha origine presso Casale Litta (VA) e si immette in Ticino all'altezza del Comune di Somma Lombardo (VA), a 192 m s.l.m., tra la diga di Porto della Torre e la diga del Panperduto, dopo aver percorso più di 12 km. Il tratto più a valle (600 m) che va dall'immissione in Ticino fino alla cava in sponda destra orografica percorrendo un territorio costituito da boschi, presenta una sezione naturale; la sponda destra è però penalizzata dalla presenza di una cava. La vegetazione della fascia perifluviale è costituita da specie esotiche non riparee e la componente biologica è costituita da una comunità macrobentonica poco equilibrata. Il livello di funzionalità è II in sponda sinistra e II-III in destra. Il tratto dal guado in prossimità della cava fino alla Cascina Mombello a monte della S.P. 27 presenta maggiore ampiezza della fascia perifluviale, mentre il territorio circostante non è più penalizzato dalla presenza della cava. Sono rilevabili fenomeni erosivi nelle curve e nelle strettoie. Le altre caratteristiche di funzionalità sono analoghe al tratto precedente. Il livello di funzionalità è II. Il tratto successivo, dalla Cascina Mombello fino alla diramazione del corso, è caratterizzato in sponda destra da una diminuzione dell'ampiezza della vegetazione riparia e in alcuni casi sono presenti lievi interventi artificiali. Il livello di funzionalità è III. Il tratto dalla diramazione fino a valle della S.S. 33 presenta un flusso laminare e percorre attraverso un territorio costituito da boschi in sponda destra e da prati in sponda sinistra. La sezione trasversale dell'alveo si presenta naturale e la comunità macrobentonica è simile a quella osservata in precedenza. Il livello di funzionalità è II in sponda destra e III in sponda sinistra. Il tratto compreso tra la S.S. 33 e l'autostrada A8 mantiene un flusso laminare. La sponda destra è caratterizzata dalla presenza di una discarica. Ciò determina riduzione della fascia perifluviale in sponda destra mentre in sponda sinistra la fascia perifluviale è continua e ha un'ampiezza maggiore di 30 m. Le rive sono coperte da vegetazione arborea. Il livello di funzionalità è II-III in sponda sinistra e III in destra. Il tratto successivo fino al Molino della Resica è caratterizzato da un territorio circostante con pochi arativi, prati e boschi. Le altre caratteristiche del corso concorrono a ottenere un II-III livello di funzionalità. Da segnalare la colorazione rossa dell'acqua dovuta presumibilmente a scarichi industriali e una notevole riduzione di portata a valle di una captazione. Dal Molino della Resica fino al Molino Voldone il flusso torna a essere turbolento e il territorio circostante peggiora per la presenza di industrie e casine. Le sponde, viceversa, presentano vegetazione arborea piuttosto ampia, a volte superiore a 30 m. Il livello di funzionalità è II-III. Il tratto successivo fino a valle della Cascina Longina di Bassa, è caratterizzato da un territorio costituito da boschi in sponda destra e prati e pochi arativi in sinistra. Le fasce perifluviali sono arboree riparie con una ampiezza maggiore di 30 m in sponda destra ma inferiore in sponda sinistra. La componente biologica è costituita da una comunità macrobentonica poco equilibrata. Il livello di funzionalità è II. Dalla Cascina Longina di Bassa fino alla Cascina Longina di Sopra, la vegetazione perifluviale ha ampiezza intermedia ed entrambe le rive sono erose nelle curve. Il livello di funzionalità è II-III in sponda sinistra e II in destra. L'ultimo tratto scorre a monte della Cascina Longina di Sopra e la sponda sinistra è interessata dalla presenza di un centro urbano, mentre la sponda destra presenta un'urbanizzazione rada; la vegetazione perifluviale è arborea non riparia con un'ampiezza maggiore di 30 m per entrambe le sponde e con interruzioni solamente in sponda sinistra. Il livello di funzionalità è II-III.

### Le stazioni monitorate

Le tre stazioni di campionamento di questo corso d'acqua sono state scelte sia per fornire una generale caratterizzazione del torrente e per individuare le problematiche connesse alla gestione delle sue acque, sia per valutare il carico inquinante apportato dal torrente al fiume Ticino. Il campionamento delle tre stazioni è stato scelto in particolare per la valutazione dell'impatto dello scarico del depuratore di Daverio, Mornago, Vergiate e dell'impatto della discarica di Vergiate - Somma Lombardo. La prima stazione (St1) si trova nel comune di Mornago (VA) ed è posta a valle dell'ingresso del depuratore comunale. La seconda (St2) è ubicata a monte dell'autostrada A8 (comune di Mornago), in una zona caratterizzata da un territorio poco urbanizzato, con boschi inframmezzati ad arativi. La terza (St3), nel comune di Somma Lombardo, coincide con il punto di immissione del torrente nel fiume Ticino. Nelle tre stazioni sono stati effettuati i campionamenti microbiologici e chimico - fisici, mentre le indagini biologiche sono state effettuate solo nelle stazioni St2 e St3.

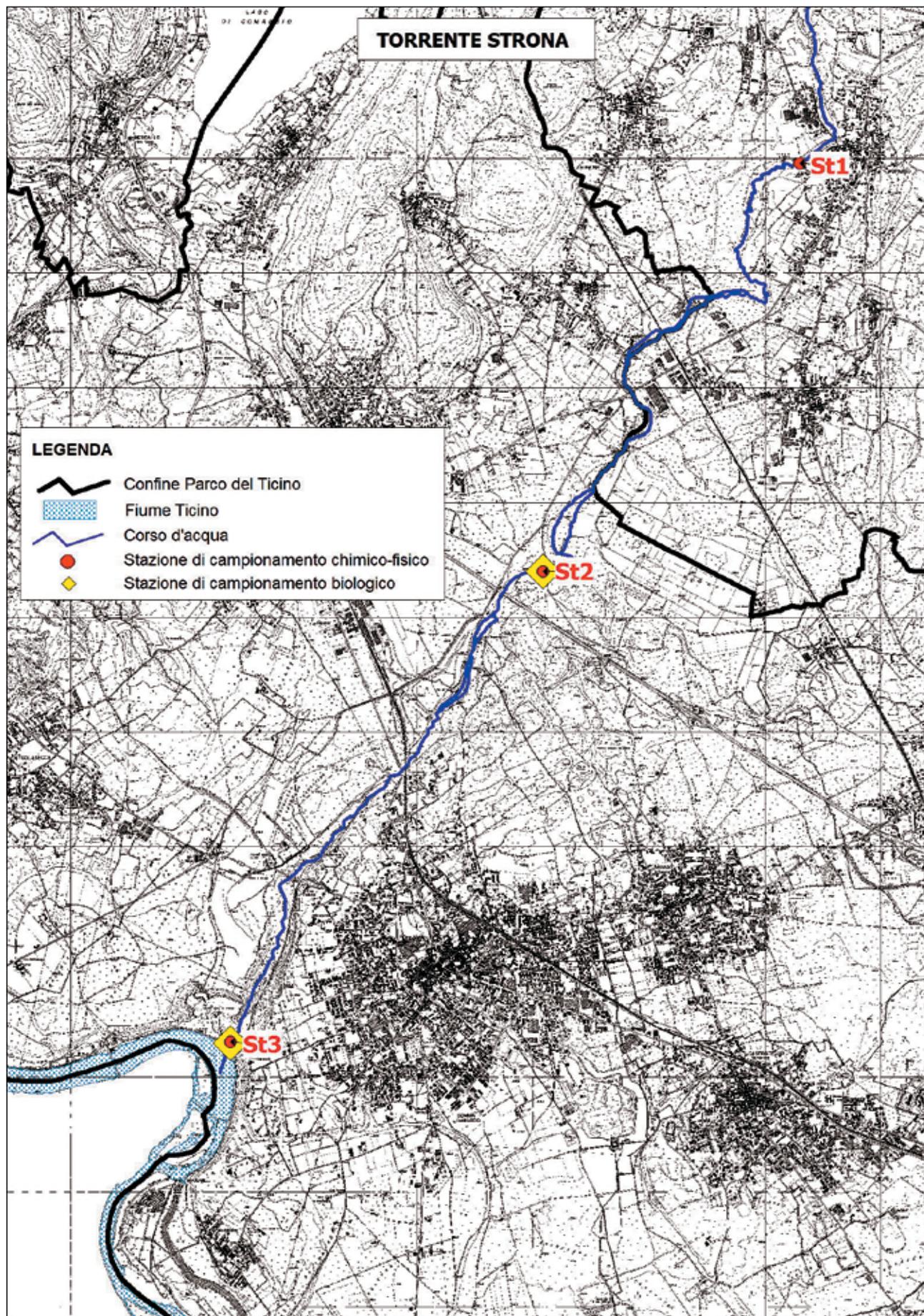


Fig. 1.3.1. - Stazioni di campionamento sul Torrente Strona



Fig. 1.3.2. - Torrente Strona - Stazione di campionamento St1

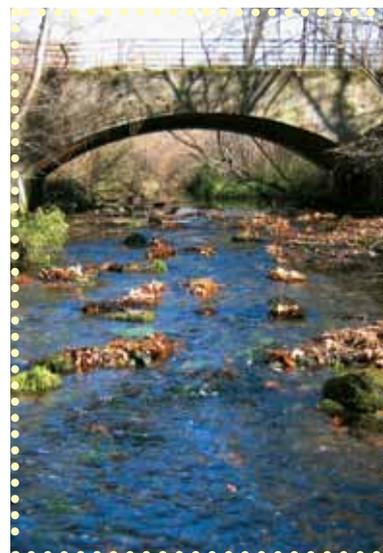


Fig. 1.3.3. - Torrente Strona - Stazione di campionamento St2



Fig. 1.3.4. - Torrente Strona - Stazione di campionamento St3

### Risultati ottenuti

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti sul torrente Strona nelle diverse campagne di monitoraggio. In particolare le stazioni St2 e St3 sono state monitorate dall'anno 2002 fino all'anno 2009 con tempistiche diverse (prima stagionali poi solo due volte l'anno) mentre la stazione St1 solo dall'anno 2002 al 2005.

Stazione St1								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	17,57	1,87	0,777	4,518	1,273	8,97	3.257	1.152
2003	19,04	143,18	2,442	3,439	8,338	-	42.995	16.232
2004	22,95	20,00	1,280	1,890	1,690	5,85	68.374	4.965
2005	13,50	< 3	1,723	3,260	2,590	9,40	1.386	663

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	14,20	-	0,302	2,940	1,690	9,00	6.481	2.606
2003	26,96	21,00	2,950	2,600	1,666	-	19.436	7.185
2004	19,35	14,00	3,570	1,980	0,870	13,90	5.745	2.757
2005	32,10	2,75	3,375	5,075	1,307	5,82	3.950	3.347

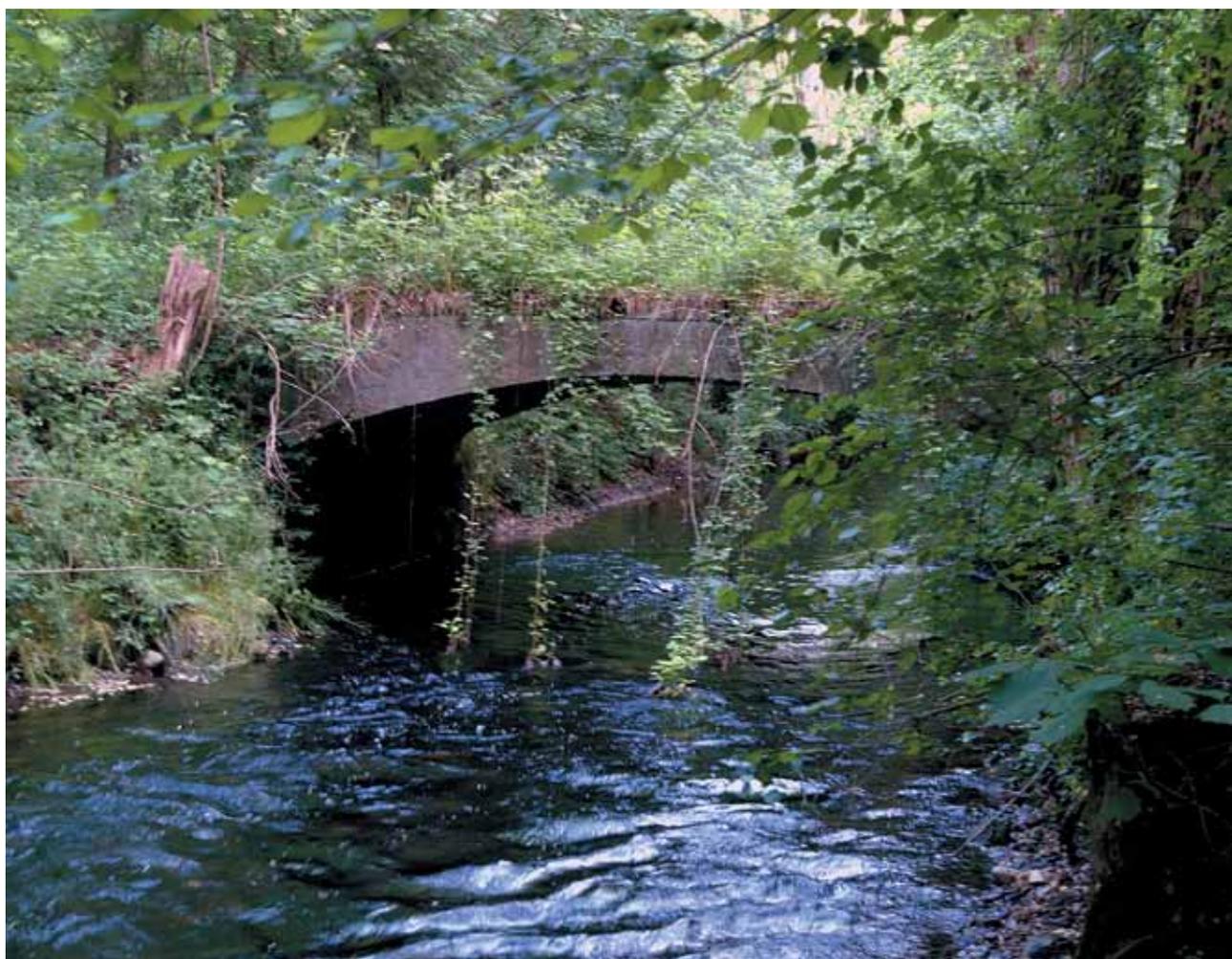


Fig. 1.3.5. Torrente Strona nei pressi della stazione di campionamento St2

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Stazione St2								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	13,34	1,22	0,133	3,703	0,673	9,03	4.563	1.370
2003	16,24	4,93	0,626	3,410	1,201	-	23.391	3.177
2004	13,46	9,00	0,31	4,21	1,08	7,76	687	503
2005	11,33	< 3	0,228	3,875	1,404	8,36	359	274
2006	-	3,00	-	-	-	6,64	500	50
2007	16,70	< 3	1,840	2,680	2,100	2,28	25.000	1.500
2008	13,40	< 3	0,190	2,270	0,309	7,74	600	150
2009	9,40	< 3	0,143	3,400	0,643	6,53	1.700	400

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	8,02	-	0,205	3,610	4,860	9,73	3.429	883
2003	20,19	5,42	0,190	4,012	0,761	-	8.814	4.184
2004	11,40	8,00	0,54	3,71	0,56	13,16	2.835	1.062
2005	14,90	2,25	1,221	4,415	1,890	5,66	89	374
2006	19,30	5,00	3,020	2,990	4,400	4,48	2.300	320
2007	16,30	4,00	1,020	3,340	-	5,90	200	100
2008	11,40	5,00	0,122	3,070	0,511	9,96	10.000	1.200
2009	9,00	< 3	0,156	3,400	0,379	9,72	500	100

Stazione St3								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	15,78	0,88	0,160	3,766	0,660	11,07	2.726	617
2003	11,70	-	0,281	3,995	1,080	-	9.581	1.349
2004	16,55	12,00	0,13	4,89	2,20	11,90	410	529
2005	16,00	< 3	0,070	3,600	0,679	10,62	1.100	150
2006	-	5,00	-	-	-	8,66	-	3.000
2007	17,00	< 3	0,021	2,750	2,600	7,43	1.000	300
2008	11,70	< 3	0,087	3,310	0,383	8,94	1.000	300
2009	-	-	-	-	-	-	-	-

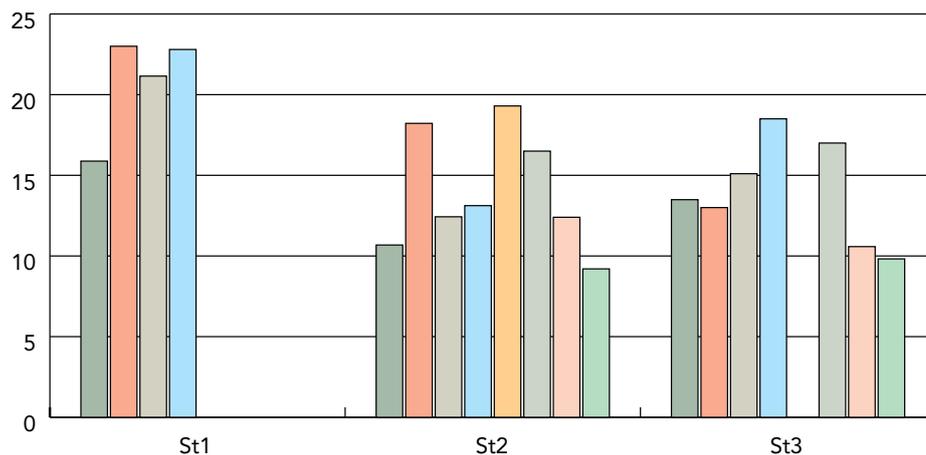
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	11,20	-	0,234	3,920	0,536	11,49	4.221	868
2003	14,30	3,13	0,526	4,303	1,887	-	3.926	2.097
2004	13,65	6,00	0,59	4,57	3,35	17,42	1.549	584
2005	21,00	4,00	4,150	4,140	2,770	7,35	10.000	7.000
2006	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	9,46	< 3	0,209	3,270	0,686	11,01	2.000	400
2009	9,82	5,00	0,179	3,780	0,519	11,16	3.200	1.200

Di seguito si riportano gli andamenti dei valori medi annuali dei diversi parametri analizzati lungo il corso del torrente negli anni dal 2002 al 2009 (dal 2002 al 2005 per la stazione St1).

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
COD

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009



## Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 5

Elevato

## Livello II

&lt; 10

Buono

## Livello III

&lt; 15

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 25

Scadente

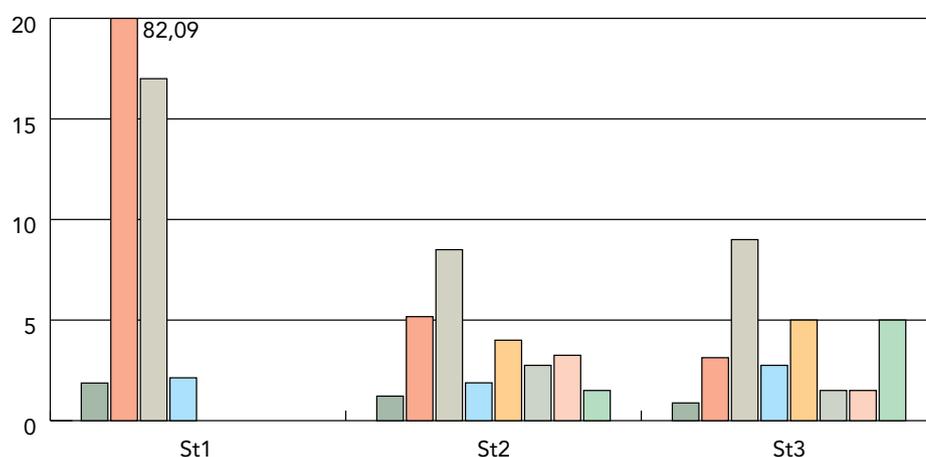
## Livello V

&gt; 25

Pessimo

Andamento  
del parametro  
BOD<sub>5</sub>

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009



## Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 2,5

Elevato

## Livello II

&lt; 4

Buono

## Livello III

&lt; 8

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 15

Scadente

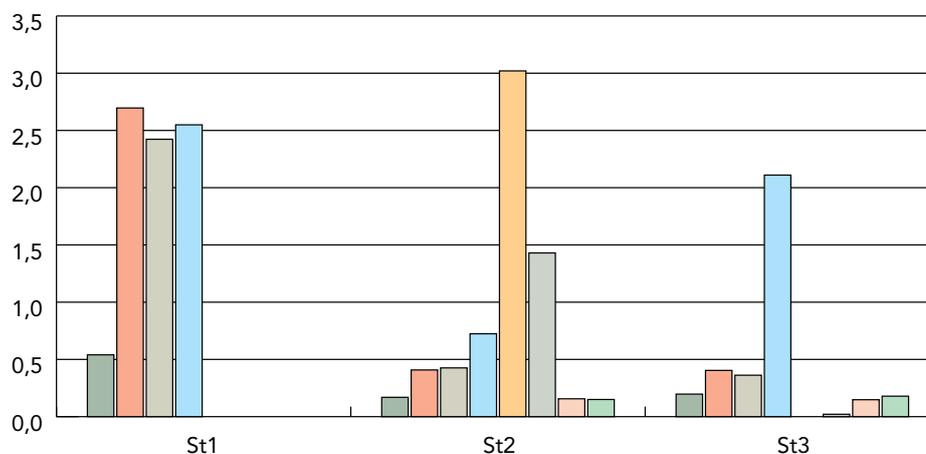
## Livello V

&gt; 15

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto  
ammoniacale

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009



## Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 0,03

Elevato

## Livello II

&lt; 0,1

Buono

## Livello III

&lt; 0,5

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 1,5

Scadente

## Livello V

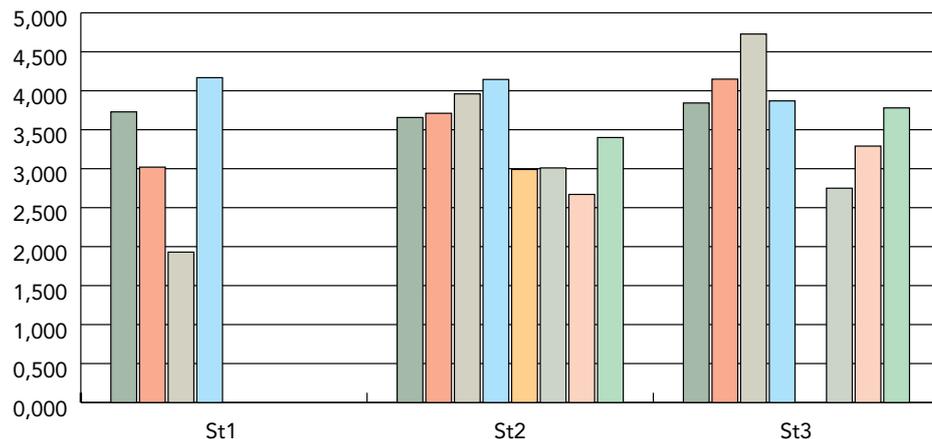
&gt; 1,5

Pessimo

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
Azoto nitrico

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009



## Parametro

NO<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 0,3

Elevato

## Livello II

&lt; 1,5

Buono

## Livello III

&lt; 5

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 10

Scadente

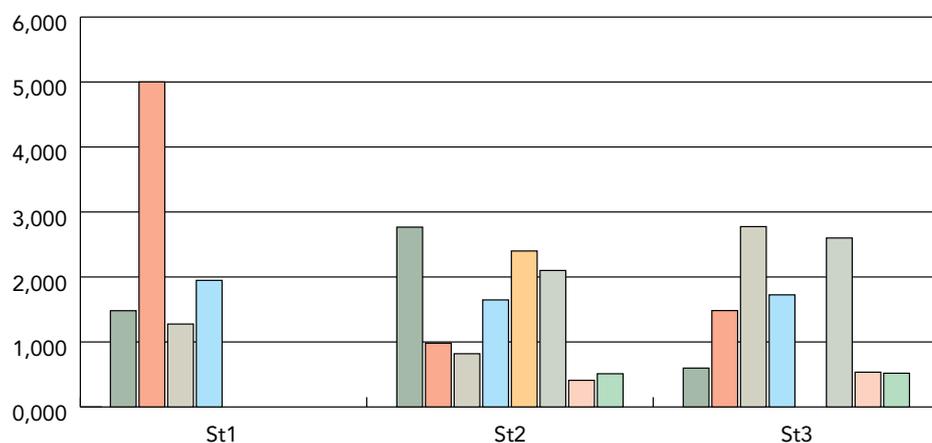
## Livello V

&gt; 10

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Fosforo totale

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009



## Parametro

Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 0,07

Elevato

## Livello II

&lt; 0,15

Buono

## Livello III

&lt; 0,30

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 0,6

Scadente

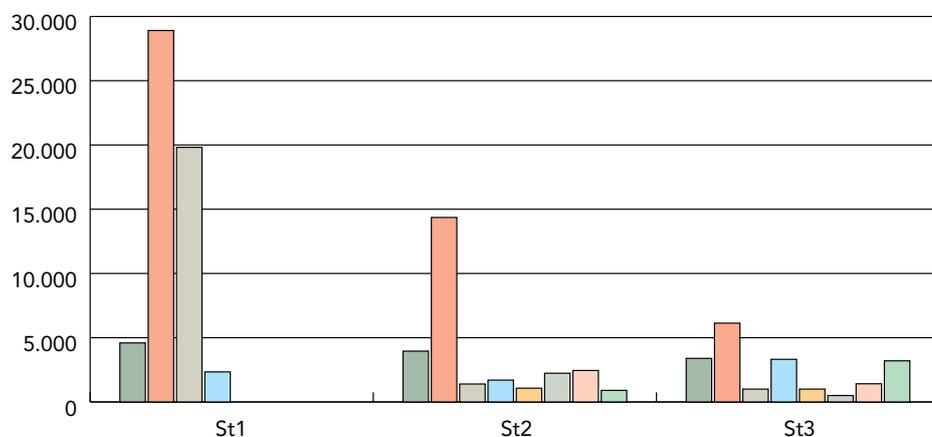
## Livello V

&gt; 0,6

Pessimo

Andamento  
del parametro  
*Escherichia coli*

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009



## Parametro

*Escherichia coli* (UFC/mL)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 100

Elevato

## Livello II

&lt; 1000

Buono

## Livello III

&lt; 5000

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 20000

Scadente

## Livello V

&gt; 20000

Pessimo

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dall'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) nei diversi anni di campionamento.

#### Anno 2003

I campionamenti nel 2003 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
St2	6/7	III
St3	3*	V

\* Torrente in asciutta nei campionamenti di giugno e settembre

#### Anno 2004

I campionamenti nel 2004 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
St2	5	IV
St3	3/4*	V IV

\* Torrente in asciutta nei campionamenti di giugno e settembre

#### Anno 2005

I campionamenti nel 2005 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
St2	7	III
St3	4*	V

\* Torrente in asciutta nel campionamento autunnale e primaverile

#### Anno 2006

Nell'anno 2006 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
St2	8/7	II III
St3	4*	IV

\* Torrente in asciutta nel campionamento autunnale

#### Anno 2007

Nell'anno 2007 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
St2	7	III
St3	3*	V

\* Torrente in asciutta nel campionamento autunnale

## Anno 2008

Nell'anno 2008 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
St2	6/7	III
St3	7	III

## Anno 2009

Nell'anno 2009 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
St2	7	III
St3	6	III

Di seguito si riportano i risultati dei singoli campionamenti IBE ottenuti negli ultimi quattro anni di monitoraggio del torrente Strona.

Stazione	Primavera 2006		Autunno 2006		Primavera 2007		Autunno 2007		Primavera 2008		Autunno 2008		Primavera 2009		Autunno 2009	
St2	8	7	8	7	6	7	8	6	7	8	7	8	7	7	7	
St3	4		*		3		*		7		8 7		6		6	

I dati chimico-fisici indicano che la prima stazione (St1) ricade quasi tutti gli anni in un livello che denota uno stato di forte alterazione per quasi tutti i parametri. Le altre due stazioni presentano valori generalmente migliori rientrando comunque in Livelli compresi tra sufficiente e scadente. L'ultima stazione spesso non è stata monitorata a causa dei prolungati periodi di asciutta.

I dati IBE rilevati indicano che la stazione "St2" mantiene valori abbastanza stabili, oscillando tra la terza e classi intermedie tra la terza e la seconda classe di qualità IBE delle acque e migliora sensibilmente rispetto ai campionamenti dei primi anni (2005, 2004 e 2003).

La stazione "St3" fa invece rilevare una comunità abbastanza stabile solo negli ultimi due anni. L'osservazione di campo ha fatto rilevare infatti negli anni precedenti variazioni idrologiche spinte (alternanza di periodi di asciutta e piena dovuti alla presenza di una cava a monte) che impediscono alla comunità macrobentonica di insediarsi stabilmente nell'ambiente fluviale; nel momento in cui tali variazioni non si verificano, come avvenuto nel 2008 e 2009 il torrente potrebbe essere in grado di alimentare una comunità biologica maggiormente diversificata e stabile e paragonabile a quella rilevata a monte, con ripercussioni positive sui processi di autodepurazione e conseguente limitazione del carico inquinante in ingresso in Ticino.

## 1.4 Torrente Arno

Il torrente Arno si inserisce geograficamente nell'area compresa tra il fiume Ticino ed il fiume Olona a sud di Varese, in una zona fortemente industrializzata.

Nasce nel territorio del Comune di Gazzada (VA) e scende in direzione Nord-Sud lungo l'omonima Valdarno. Nel torrente si immettono diversi rivi secondari con una portata propria solo in tempo di pioggia (Sorgiorile, torrente Rile e Riale); in generale le acque che vi scorrono provengono da scarichi fognari civili ed industriali. A valle di Gallarate il torrente Arno non riceve più affluenti e il suo alveo completamente artificializzato si riduce ad una fascia di qualche decina di metri.

Storicamente l'Arno non possedeva un recettore delle proprie acque ma si disperdeva in un'ampia area nel Comune di Castano Primo (MI); negli ultimi decenni però l'inquinamento delle sue acque (in particolare quello legato al trasporto di solidi sospesi sedimentabili) ha portato ad una progressiva impermeabilizzazione del suolo nelle aree terminali di disperdimento, cosa che ha determinato l'allagamento di zone sempre più ampie. Per risolvere i significativi problemi conseguenti a questo stato di fatto sono state compiute una serie di opere che hanno portato ad una radicale risistemazione idraulica del torrente. L'intera area paludosa di ex spagliamento è stata risanata attraverso la realizzazione nel 2001 di una canalizzazione del torrente Arno, in località Lonate Pozzolo e Vanzaghello, che permette di raggiungere un'area composta da tre grossi bacini destinati allo spogliamento controllato delle sue acque. L'area di spagliamento controllato, di circa 28 ettari, è costituita da tre grandi vasche. In particolare, il primo bacino gestisce le acque di magra e di prima pioggia del torrente Arno, il secondo si attiva per le acque di piena del torrente stesso, mentre il terzo serve per la dispersione delle acque sia di magra che di pioggia del torrente. Il canale di scarico delle eccedenze, che ha la capacità di 35 m<sup>3</sup>/sec fino allo scarico nel Canale Marinone e quindi al Fiume Ticino, dovrebbe attivarsi solo in occasione di intense piogge in caso di completo riempimento dei bacini. Le acque, quindi, dovrebbero essere eliminate tramite infiltrazione nel terreno; solo in occasioni di elevata portata del torrente è previsto che le acque, tramite il canale di scarico, vengano recapitate nel canale Marinone, affluente del Ticino. In realtà, a causa della mancata costruzione di tutte le sezioni previste dal progetto di risistemazione, l'ultima vasca si è velocemente riempita facendo costantemente tracimare le acque e rendendo il torrente Arno, di fatto, un subaffluente del Ticino. Tale situazione permane tuttora anche se si è provveduto al completamento delle opere previste a causa di diverse problematiche quali la inefficace manutenzione delle vasche di spagliamento. Sull'area di ex spagliamento dell'Arno (in Comune di Castano Primo) è stato realizzato un impianto di fitodepurazione per il finissaggio dei reflui provenienti dal depuratore di Sant'Antonino Ticino. L'impianto a flusso superficiale è costituito da 4 vasche che ricevono il refluo tramite un canale di adduzione che è stato ricavato in parte dall'alveo che aveva il torrente Arno prima della sua rettificazione. Attualmente lo scarico delle acque provenienti dall'impianto vengono, tramite una tubatura sotterranea, disperse nel Naviglio Grande.

La sezione di fitodepurazione presenta una serie di inefficienze causate da problemi intercorsi durante i primi tempi di attività dell'impianto e dalla mancata impermeabilizzazione delle vasche.



Fig. 1.4.1. - Scarico nel Naviglio Grande



Fig. 1.4.2. - Vasche di fitodepurazione del depuratore di Sant'Antonino

Per risolvere tali situazioni è stata attivata dal Parco del Ticino una Convenzione con la Regione Lombardia per una manutenzione straordinaria delle vasche di disperdimento del torrente Arno finalizzata al ripristino della loro funzionalità idraulica; tale Convenzione di durata triennale (dal 2008 al 2010) ha previsto i seguenti lavori:

- Realizzazione di una rete di monitoraggio quantitativo e qualitativo delle acque con il posizionamento di misuratori di livello nei bacini e di 2 misuratori di portata nel canale di ingresso e di uscita del sistema e realizzazione di 2 piezometri a valle per il controllo qualitativo delle acque di 2° falda (richiesta Arpa Milano).
- Realizzazione dei lavori di manutenzione straordinaria per il ripristino della funzionalità idraulica del sistema. Per il ripristino del Bacino 3 è necessario che la Regione Lombardia attivi il progetto di sistemazione della ex discarica di Busto Arsizio in quanto recapito del materiale asportato per il ripristino della permeabilità. Il contratto di affidamento lavori per la realizzazione dei lavori di manutenzione straordinaria dei bacini finalizzati al ripristino della funzionalità disperdente in falda è stato sottoscritto il 3 gennaio 2011 ed i lavori termineranno entro l'anno.

Nella campagna di applicazione dell'IFF, svolta nel biennio 2001-2002, il torrente Arno era stato escluso perché non aveva le caratteristiche rispondenti ai criteri di scelta dei corsi d'acqua (non era stato, infatti, considerato un affluente del Ticino).

### Le stazioni monitorate

L'attività di monitoraggio del Torrente Arno ha avuto la finalità di controllare la qualità e la quantità di acque provenienti dal Torrente che di fatto sono state artificialmente fatte recapitare nel sistema del fiume Ticino tramite il Canale Marinone.

La prime due stazioni (A1 e A2), ubicate nel comune di Ferno (MI), si trovano rispettivamente a monte e a valle dell'ingresso dello scarico del depuratore di S. Antonino Ticino nel Torrente. Con la realizzazione delle vasche di fitodepurazione non è più presente tale scarico poiché le acque in uscita dall'impianto vengono immesse nel sistema fitodepurativo e da qui scaricate nel Naviglio Grande. La terza stazione (A3), ubicata nel comune di Nosate (MI), si trova nel canale che raccoglie le acque derivanti dalle vasche di spagliamento controllato, l'ultima stazione (A4) caratterizza le acque che vengono convogliate nel Canale Marinone e veniva analizzato il campione solo quando vi era la presenza di acque di scolmatura. In tutte le stazioni sono stati effettuati i campionamenti per le analisi microbiologiche e chimico - fisiche. Le indagini biologiche, invece, sono state effettuate solo nelle stazioni A1 e A2.

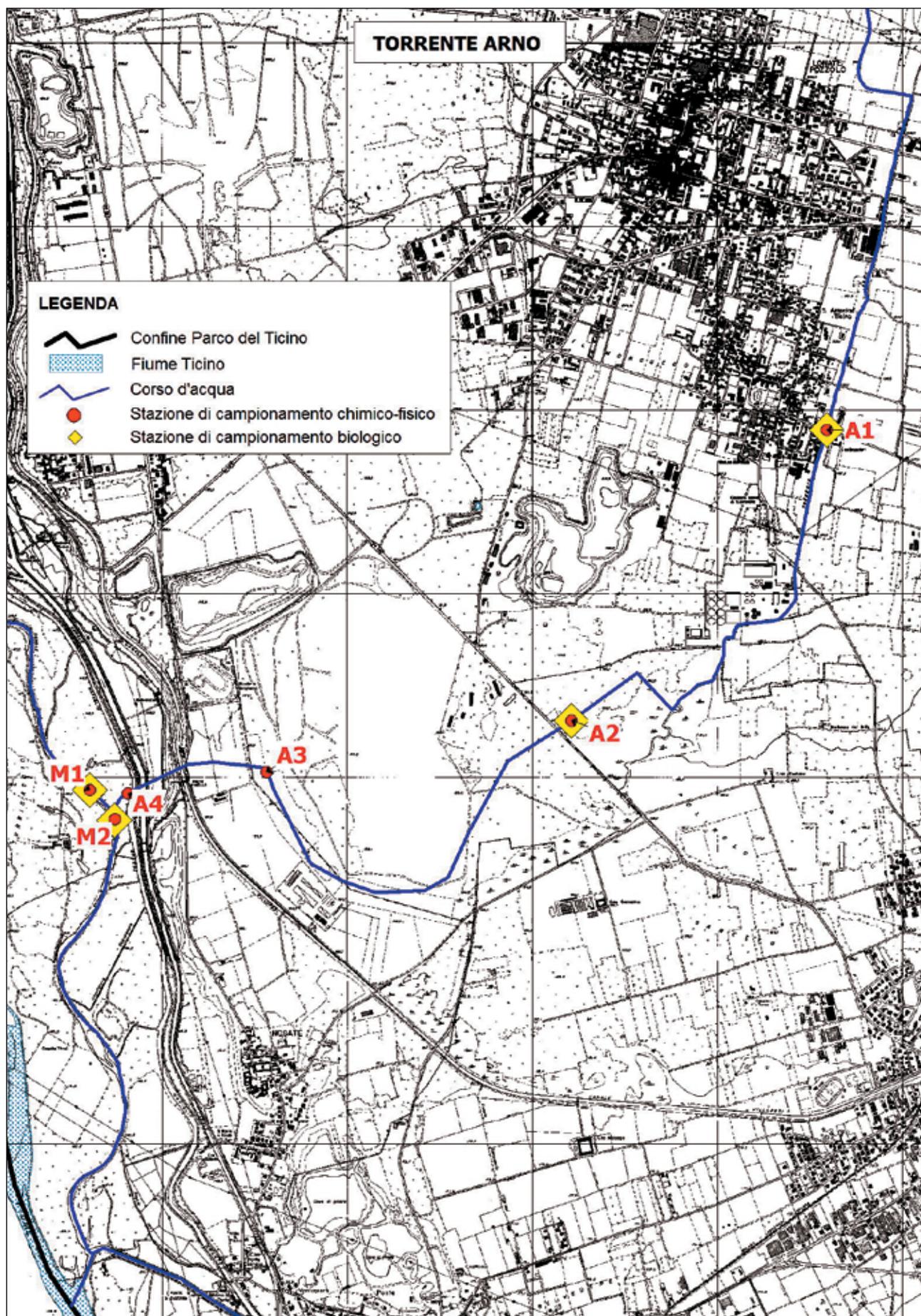


Fig. 1.4.3. - Stazioni di campionamento sul Torrente Arno

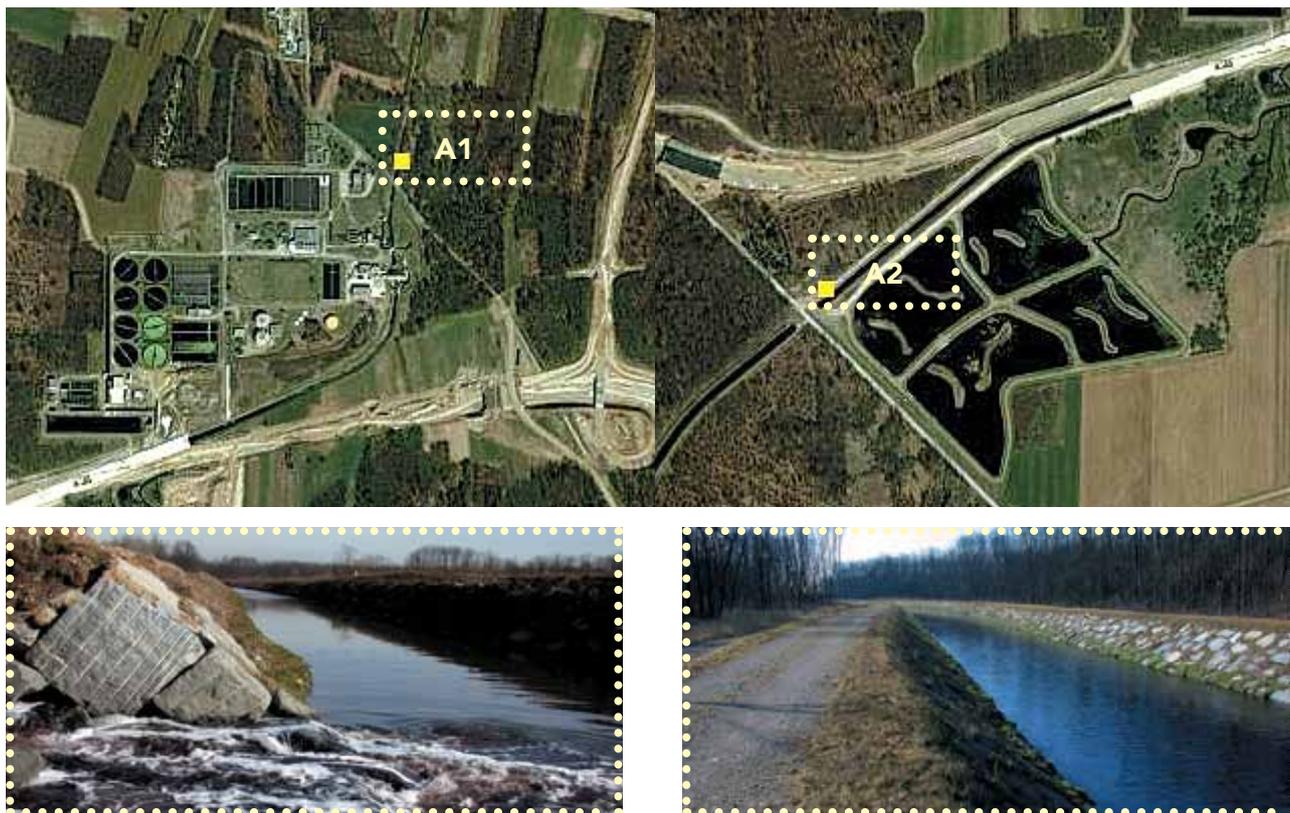


Fig. 1.4.4. - Torrente Arno - Stazioni di campionamento A1 e A2

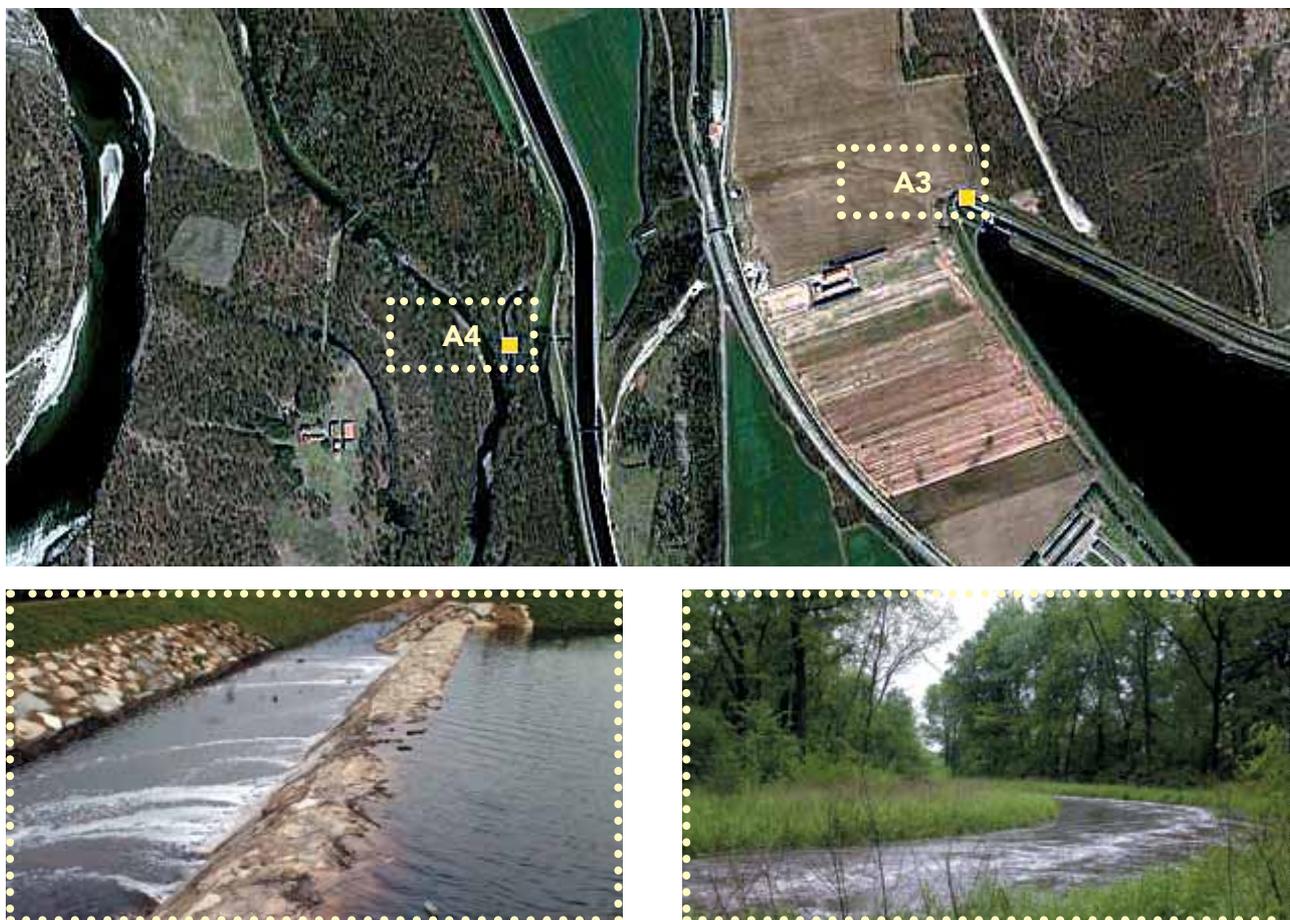


Fig. 1.4.5. - Torrente Arno - Stazioni di campionamento A3 e A4

**Risultati ottenuti**

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche nelle quattro stazioni analizzate nel sistema del Torrente Arno dal 2002 al 2005 (la stazione A4 non è stata monitorata nel 2005).

Stazione A1								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	20,50	1,70	0,764	3,150	1,647	10,65	3.210	918
2003	36,65	6,65	1,357	2,573	2,837	-	29.283	4.780
2004	77,10	-	1,69	0,24	8,60	-	50.000	110.000
2005	18,60	< 3	0,237	4,010	0,707	11,53	16.000	400

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	18,20	-	0,254	5,200	-	11,99	5.292	1.094
2003	30,25	26,50	5,900	2,810	1,918	-	40.208	23.763
2004	22,05	3,00	2,22	4,34	6,46	18,33	794	420
2005	-	-	-	-	-	-	-	-

Stazione A2								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	27,00	5,00	2,561	6,177	2,040	8,33	9.708	4.463
2003	37,90	6,13	5,138	8,493	5,992	-	2.209	562
2004	43,70	76,00	15,15	2,03	7,740	7,58	2.739	2.439
2005	20,30	5,00	0,235	6,730	1,450	9,82	56.000	14.000

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	25,70	-	0,321	12,600	1,050	9,40	10.000	2.966
2003	54,86	50,00	7,268	4,734	4,432	-	26.532	12.448
2004	34,50	18,00	1,90	8,67	2,840	14,50	302	304
2005	115,00	38,00	33,600	0,710	2,090	4,41	600.000	300.000



Fig. 1.4.6. - Il Torrente Arno a Lonate Pozzolo

Stazione A3								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	29,72	2,18	1,826	4,512	2,653	10,98	1.152	241
2003	35,33	5,25	5,500	4,343	5,660	-	43	30
2004	49,15	12,00	3,80	1,63	5,090	7,80	32	875
2005	34,00	7,00	4,850	0,461	3,400	5,82	88.000	50

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	31,50	-	5,540	2,770	1,770	7,10	316	240
2003	45,84	9,75	6,918	2,946	5,090	-	178	165
2004	33,45	14,00	3,13	3,51	3,555	11,34	273	168
2005	49,80	< 3	27,100	0,837	8,470	3,54	10.000	700

Stazione A4								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	25,40	4,41	1,342	4,025	1,220	10,03	581	180
2003	36,63	2,55	7,590	2,463	5,610	-	5.040	3.443
2004	-	-	-	-	-	7,56	-	-

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	32,50	-	4,320	3,460	4,450	8,77	200	150
2003	40,56	21,67	7,043	3,186	4,532	-	316	100
2004	30,80	12,00	3,88	3,57	3,440	20,00	200	70

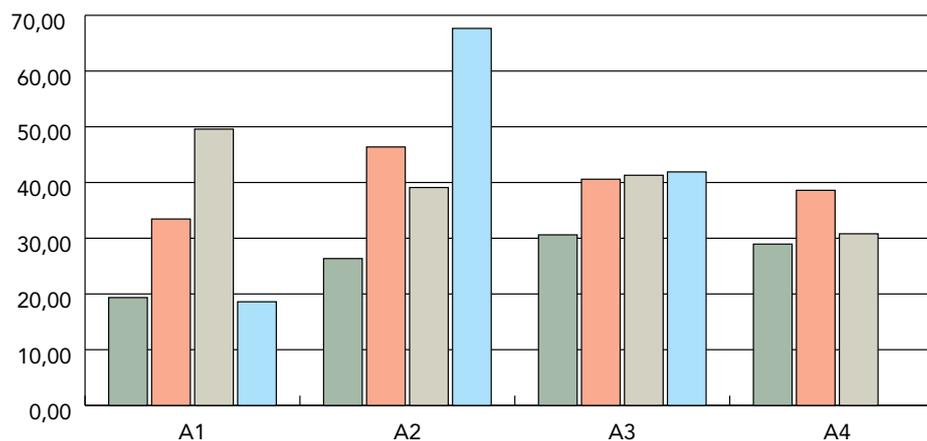
Di seguito si riportano gli andamenti dei valori medi annuali dei diversi parametri analizzati lungo il corso del torrente negli anni dal 2002 al 2005 (dal 2002 al 2004 per la stazione A4).



Fig. 1.4.7. - Il Torrente Arno a Samarate

### Andamento del parametro COD

2002  
2003  
2004  
2005



#### Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)  
GIUDIZIO

#### Livello I

< 5

Elevato

#### Livello II

< 10

Buono

#### Livello III

< 15

Sufficiente

#### Livello IV

< 25

Scadente

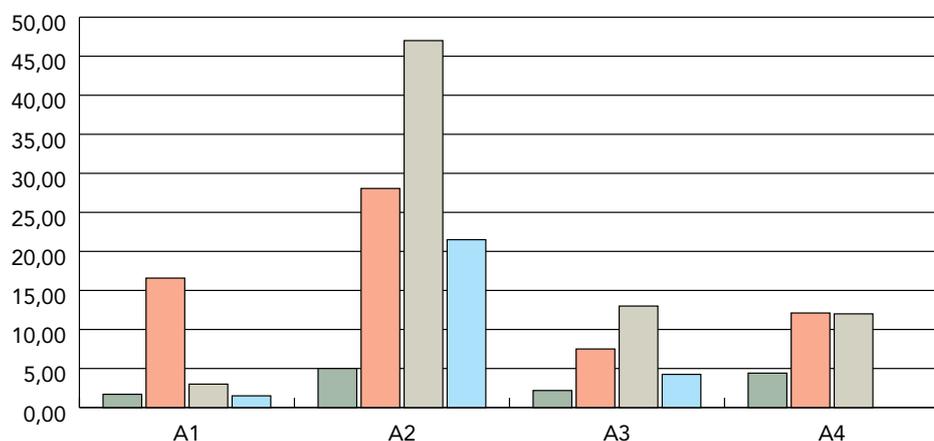
#### Livello V

> 25

Pessimo

### Andamento del parametro BOD<sub>5</sub>

2002  
2003  
2004  
2005



#### Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)  
GIUDIZIO

#### Livello I

< 2,5

Elevato

#### Livello II

< 4

Buono

#### Livello III

< 8

Sufficiente

#### Livello IV

< 15

Scadente

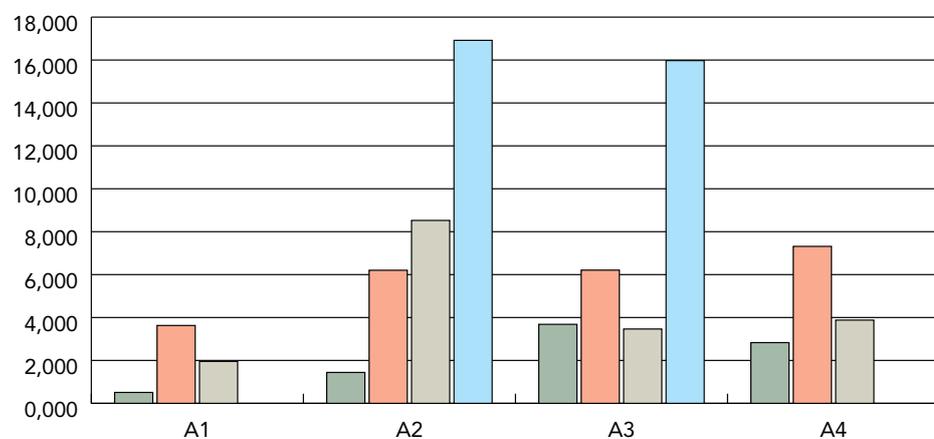
#### Livello V

> 15

Pessimo

### Andamento del parametro Azoto ammoniacale

2002  
2003  
2004  
2005



#### Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)  
GIUDIZIO

#### Livello I

< 0,03

Elevato

#### Livello II

< 0,1

Buono

#### Livello III

< 0,5

Sufficiente

#### Livello IV

< 1,5

Scadente

#### Livello V

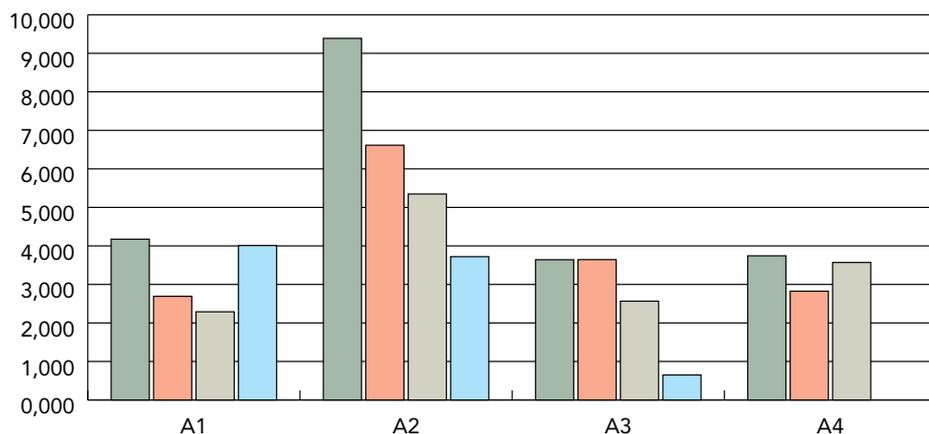
> 1,5

Pessimo

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
Azoto nitrico

2002  
2003  
2004  
2005



## Parametro

NO<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 0,3

Elevato

## Livello II

&lt; 1,5

Buono

## Livello III

&lt; 5

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 10

Scadente

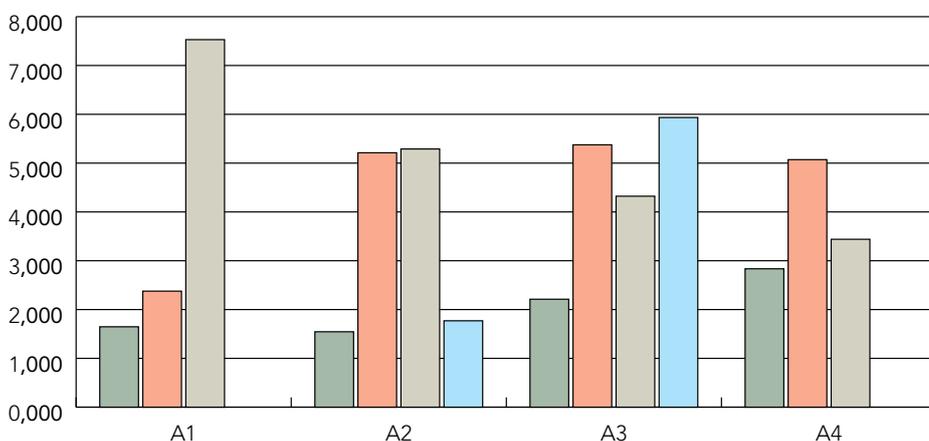
## Livello V

&gt; 10

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Fosforo totale

2002  
2003  
2004  
2005



## Parametro

Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 0,07

Elevato

## Livello II

&lt; 0,15

Buono

## Livello III

&lt; 0,30

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 0,6

Scadente

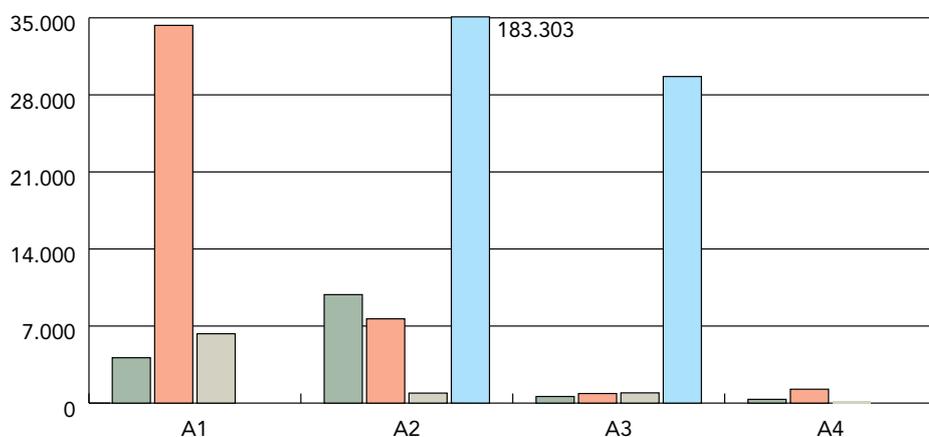
## Livello V

&gt; 0,6

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Escherichia coli

2002  
2003  
2004  
2005



## Parametro

Escherichia coli (UFC/mL)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 100

Elevato

## Livello II

&lt; 1000

Buono

## Livello III

&lt; 5000

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 20000

Scadente

## Livello V

&gt; 20000

Pessimo

Di seguito si riportano i risultati ottenuti con l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) nei diversi anni di campionamento.

#### Anno 2003

I campionamenti del torrente Arno nel 2003 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
A1	2	V
A2	2/1	V

\* Stazione A1 in asciutta nel campionamento estivo e autunnale.

#### Anno 2004

I campionamenti del torrente Arno nel 2004 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
A1	2*	V
A2	2	V

\* Stazione A1 in asciutta nel campionamento autunnale e invernale.

#### Anno 2005

I campionamenti del torrente Arno nel 2004 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
A1	2*	V
A2	2	V

\* Stazione A1 in asciutta nel campionamento autunnale e invernale.

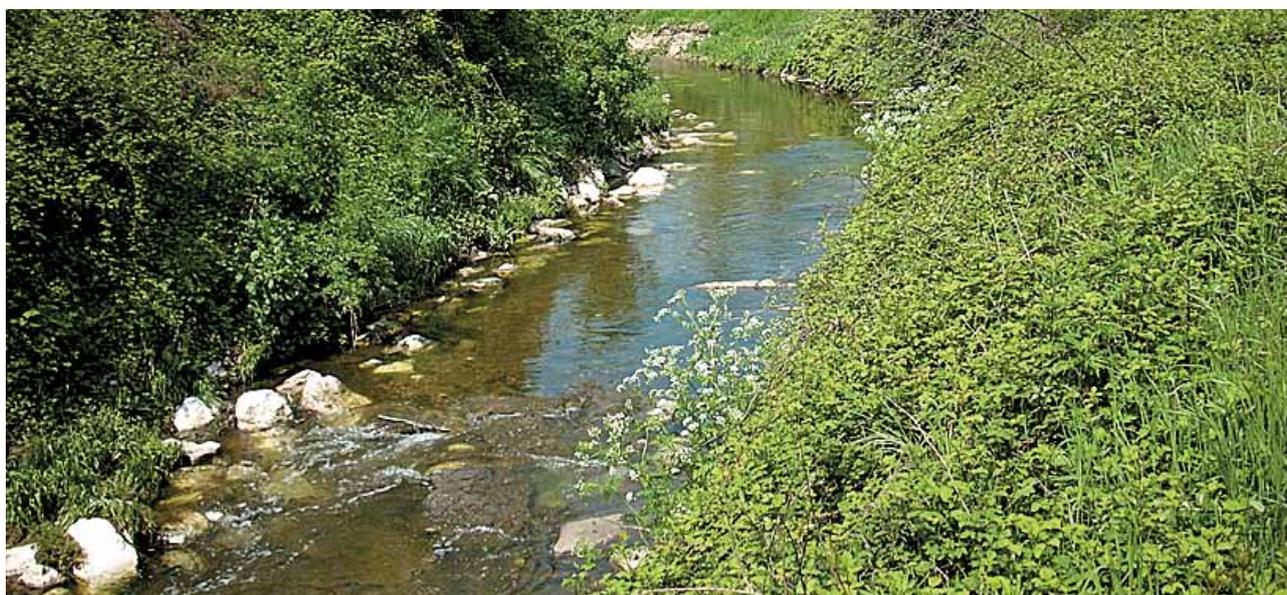


Fig. 1.4.8. - Torrente Arno

Il Torrente Arno presenta una forte compromissione della qualità delle sue acque come dimostrano i risultati delle analisi chimico-fisiche, biologiche e microbiologiche. In particolare, i risultati delle indagini biologiche effettuate confermano lo stato drammatico in cui versano le acque del torrente. La classe di qualità è la V in entrambe le stazioni dove è stato effettuato il campionamento e comporta un giudizio caratteristico di un ambiente molto alterato; la comunità macrobentonica è completamente sbilanciata e sono presenti, in grande quantità, solo taxa molto tolleranti l'inquinamento, tipici di un ambiente che risente di un grosso apporto organico (Chironomidi e Tubificidi). Come evidenziato dai risultati delle analisi, la situazione è molto compromessa sia a monte sia a valle dell'immissione del depuratore di Sant'Antonino; se a valle tali condizioni biologiche sono senz'altro determinate dallo stato di inquinamento generato dal reflujo del depuratore, a monte lo stato drammatico è causato sia dalla pessima qualità delle acque generate dai numerosi scarichi presenti a monte sia dal regime idrologico torrentizio che determina spesso prolungate asciutte. Lo scarico del depuratore di Sant'Antonino Ticino, con i lavori di risistemazione del Torrente con la creazione delle vasche di spagliamento, e del Depuratore con la costruzione della sezione fitodepurativa di finissaggio, attualmente non raggiunge più il torrente ma è stato convogliato nel sistema del Naviglio Grande; è stata quindi eliminata una grossa fonte di impatto sul corso d'acqua.

Il monitoraggio fatto nei quattro anni dal 2002 al 2005 ha, quindi, permesso una caratterizzazione di base che è stata seguita da indagini più approfondite volte ad individuare le cause di degrado dell'intero corso d'acqua. Per raggiungere tale scopo il Parco del Ticino nel 2004 ha realizzato un approfondito censimento degli scarichi civili ed industriali che recapitano nel Torrente Arno.

Il torrente è stato percorso sia lungo l'asta principale sia lungo gli affluenti (Torrente Rile, Riale, Roggia Sorgiorile) allo scopo di osservarne visivamente lo stato di qualità e censire gli scarichi presenti. Dalle osservazioni effettuate, tutto il reticolo idrografico del Torrente Arno risulta afflitto da un numero notevole di scarichi di diversa natura. Il lavoro di censimento ha portato a rilevare quasi 80 scarichi lungo l'asta principale del torrente. Alcuni di questi scarichi erano già stati identificati come censiti ed autorizzati dalla Provincia di Varese, altri non risultavano indicati. Alcuni di essi erano probabilmente solo scarichi di acque meteoriche; altri, invece, risultavano più critici (a causa di colorazioni strane, odore pungente e presenza di batteri filamentosi) e sono stati indicati alla Provincia di Varese col fine di approfondire la loro natura e il loro stato autorizzativo. Lavori di collettamento di molti scarichi tramite lo sviluppo della rete fognaria a cura del Consorzio Arno, Rile e Tenore e dalla Provincia stessa in fase di attuazione, dovrebbero portare ad un reale recupero della qualità delle acque del torrente. Il degrado del torrente è comunque aumentato dal fatto che solo brevi tratti presentano una certa naturalità (presenza di meandri e sottili fasce vegetate), trovandosi comunque a ridosso di centri abitati e di infrastrutture stradali, e che persiste nel tempo l'attuazione di interventi di regimazione, artificializzazione e tombinamento dell'alveo. Ulteriore causa di degrado è rappresentata dal regime idrico di tipo torrentizio per cui la portata risulta in alcuni periodi dell'anno molto ridotta arrivando a periodi di secca prolungata (la stazione di campionamento A1 spesso non è stata monitorata poiché in secca) e, quindi, non contribuisce alla diluizione degli inquinanti. Le forti variazioni di portata, inoltre, ostacolano l'instaurarsi di una comunità biologica stabile, che contribuirebbe alla demolizione della sostanza organica.

## 1.5 Canale Marinone

Di seguito si riporta la descrizione del Canale Marinone e la caratterizzazione della sua funzionalità fluviale tratta dallo studio sull'applicazione dell'IFF.

Il Canale Marinone origina come derivazione del Canale Industriale all'altezza di Cascina Castellana in Comune di Nosate (MI) e dopo un percorso di circa 4,5 km confluisce, unitamente al Canale Regresso, nel Ticino. Il corso è fiancheggiato da boschi e la comunità macrobentonica è sufficientemente diversificata ma alterata rispetto all'atteso. Da sottolineare che il Canale Marinone è soggetto a repentine variazioni di portata. Il tratto dalla confluenza con il Ticino fino al termine della lanca è caratterizzato, in sponda sinistra orografica, da una fascia di vegetazione perifluviale arborea riparia di ampiezza intermedia che cresce all'interno di una difesa spondale, mentre a destra è presente una fascia a saliceto che continua con il bosco retrostante. Le rive sono coperte in prevalenza da erbe e arbusti, mentre il substrato di ciottoli funge da modesta struttura di ritenzione degli apporti trofici. La sezione trasversale è nel complesso naturale con interventi artificiali, il percorso poco diversificato. Il livello di funzionalità è II-III in sponda sinistra e II in destra. Il tratto fino all'inizio della difesa spondale, in riva destra presenta una vegetazione perifluviale riparia continua e molto estesa su ambo i lati, anche se la parte destra del corso è molto più ricca di salici che contribuiscono in misura rilevante a evitare i fenomeni erosivi, viceversa osservabili a sinistra. La sezione trasversale è considerata naturale, mentre tutte le altre caratteristiche del corso sono simili a quelle del tratto precedente. Il livello di funzionalità è II. Il tratto fino all'origine del Marinone è caratterizzato da una difesa spondale in cemento più estesa a destra. Il fondo risulta in buona parte impermeabilizzato e caratterizzato da sagomature artificiali lisce. La sezione trasversale è artificiale, il percorso è raddrizzato. Il livello di funzionalità è IV-V.

### Le stazioni monitorate

Le stazioni di campionamento a monte e a valle dell'immissione delle acque provenienti dal Torrente Arno scolmate dal sistema di spagliamento nel Canale Marinone (M1 e M2) sono state monitorate al fine di valutare lo stato di qualità delle acque in ingresso nel canale e dedurre le possibili alterazioni subite dal canale stesso in seguito al ricevimento di tali acque. Questo monitoraggio è stato considerato necessario al fine di comprendere, in ultima analisi, l'impatto delle acque provenienti dal Torrente Arno sul Fiume Ticino.

Attualmente il Canale Marinone non riceve più le acque scolmate dal sistema di spagliamento del Torrente Arno.

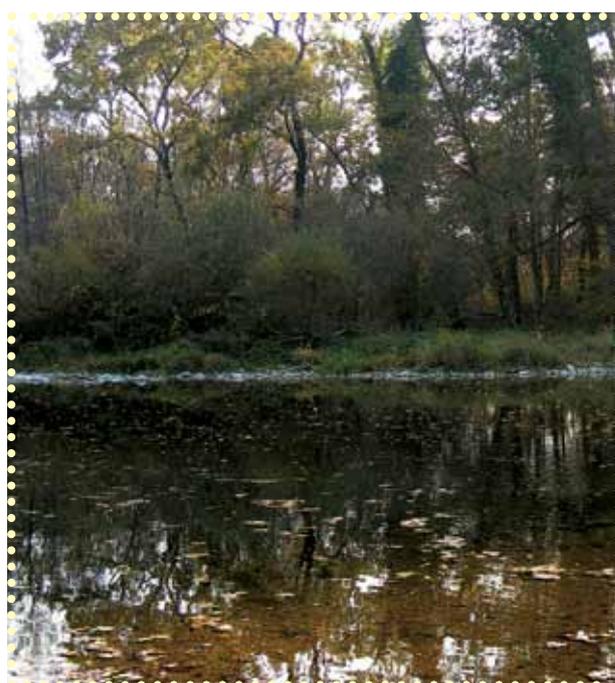


Fig. 1.5.1. - Canale Marinone - Stazione di campionamento M1

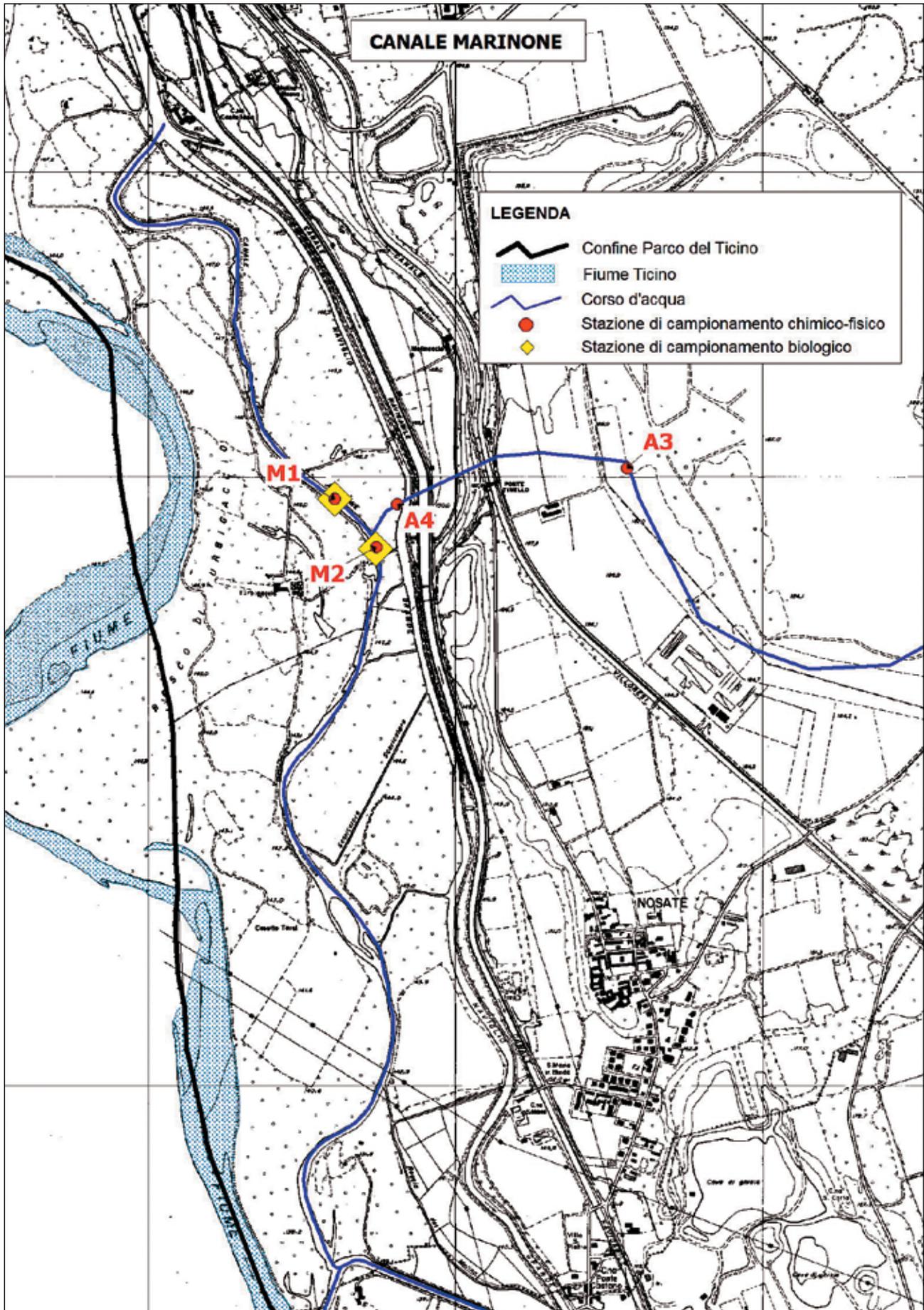


Fig. 1.5.2. - Stazioni di campionamento sul Canale Marinone



Fig. 1.5.3. - Canale Marinone - Stazione di campionamento M2

### Risultati ottenuti

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche nelle due stazioni sul Canale Marinone dal 2004 al 2007.

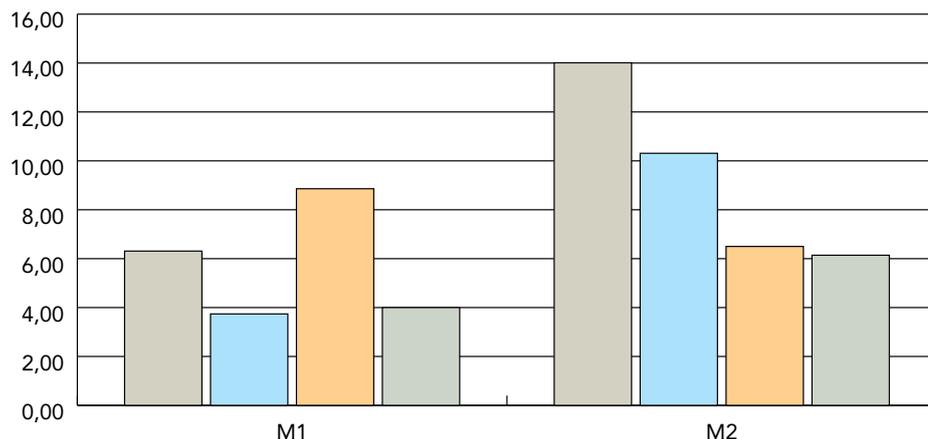
Stazione M1								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2004	6,43	1,40	0,09	2,04	0,107	-	35	46
2005	4,99	< 3	0,016	1,700	0,075	11,66	39	12
2006	-	< 3	-	-	-	13,89	180	50
2007	< 5	< 3	0,024	1,140	< 0,15	11,09	1.100	50
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2004	6,18	0,75	0,02	1,75	0,047	16,04	42	16
2005	2,50	< 3	0,018	3,175	0,075	9,15	55	141
2006	8,86	< 3	0,036	0,541	< 0,15	9,42	6.000	35
2007	5,49	< 3	0,020	2,300	< 0,15	10,37	200	10
Stazione M2								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2004	5,37	-	0,04	2,59	0,178	-	21	100
2005	7,28	< 3	0,197	1,780	0,332	11,56	1.265	520
2006	-	< 3	-	-	-	9,10	800	70
2007	7,08	< 3	0,010	1,730	0,160	10,90	2.000	500
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2004	22,65	11,00	1,81	3,56	1,713	11,63	1.225	781
2005	13,34	< 3	3,075	3,545	1,351	8,79	265	126
2006	6,50	< 3	0,046	0,696	< 0,15	9,38	600	65
2007	5,20	< 3	0,015	3,280	< 0,15	9,64	300	25

Di seguito si riportano gli andamenti dei valori medi annuali dei diversi parametri analizzati nelle due stazioni a monte e a valle dell'immissione dello scarico nel Canale Marinone dal 2004 al 2007.

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
COD

2004  
2005  
2006  
2007



## Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 5

Elevato

## Livello II

&lt; 10

Buono

## Livello III

&lt; 15

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 25

Scadente

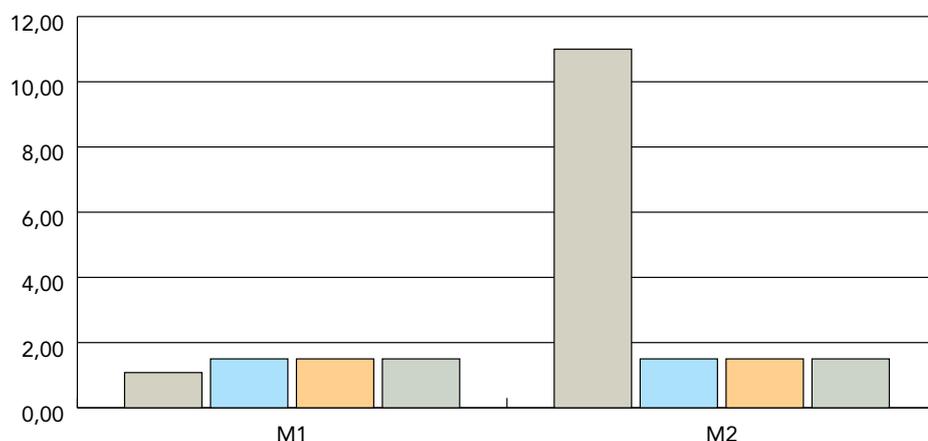
## Livello V

&gt; 25

Pessimo

Andamento  
del parametro  
BOD<sub>5</sub>

2004  
2005  
2006  
2007



## Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 2,5

Elevato

## Livello II

&lt; 4

Buono

## Livello III

&lt; 8

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 15

Scadente

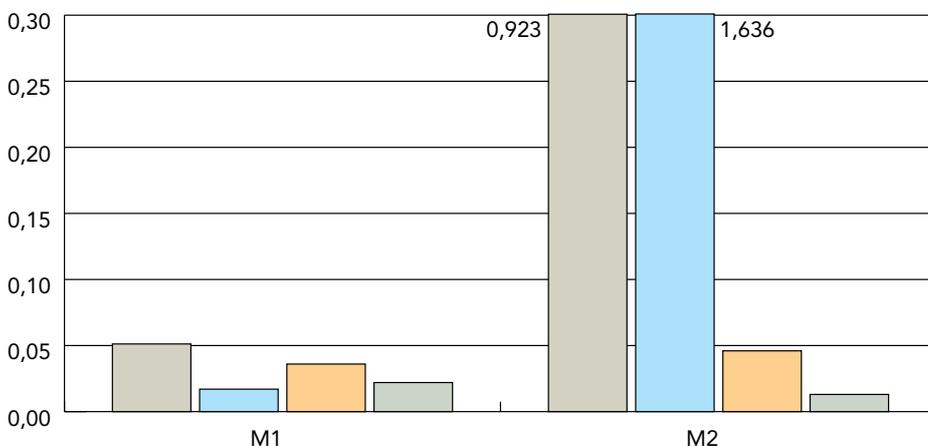
## Livello V

&gt; 15

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto  
ammoniacale

2004  
2005  
2006  
2007



## Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 0,03

Elevato

## Livello II

&lt; 0,1

Buono

## Livello III

&lt; 0,5

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 1,5

Scadente

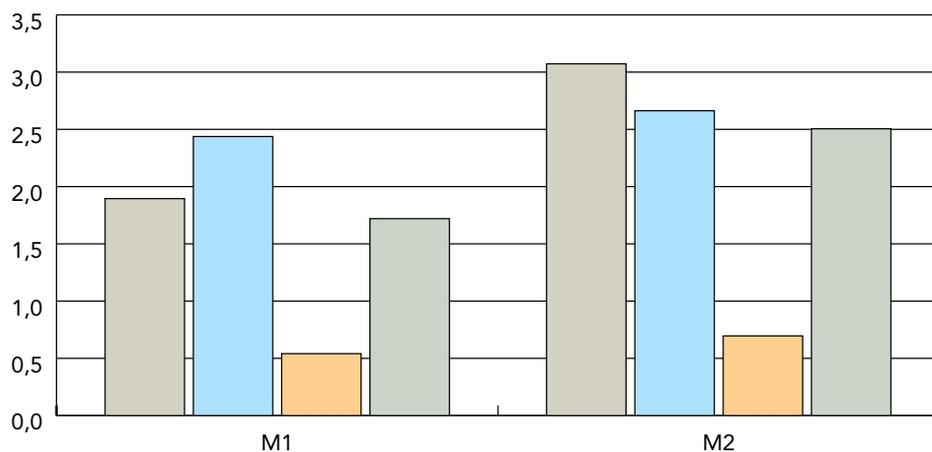
## Livello V

&gt; 1,5

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto nitrico

■ 2004  
■ 2005  
■ 2006  
■ 2007



**Parametro**

NO<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

**Livello I**

< 0,3

Elevato

**Livello II**

< 1,5

Buono

**Livello III**

< 5

Sufficiente

**Livello IV**

< 10

Scadente

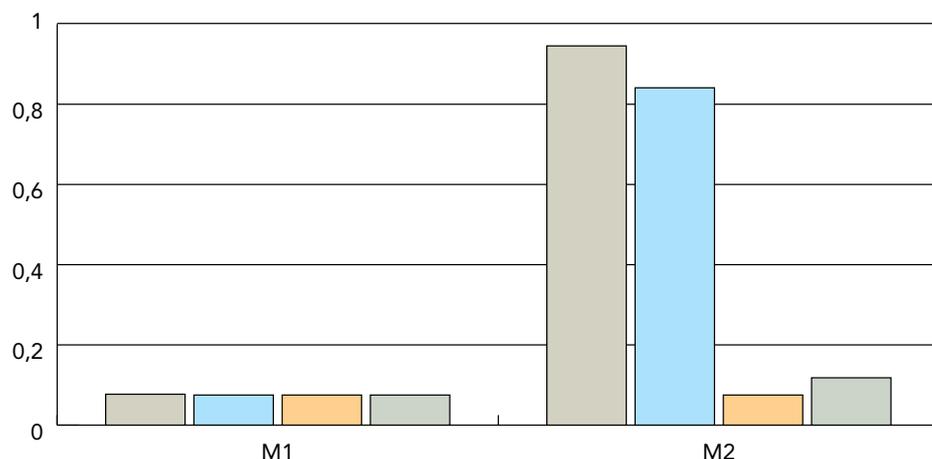
**Livello V**

> 10

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Fosforo totale

■ 2004  
■ 2005  
■ 2006  
■ 2007



**Parametro**

Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

**Livello I**

< 0,07

Elevato

**Livello II**

< 0,15

Buono

**Livello III**

< 0,30

Sufficiente

**Livello IV**

< 0,6

Scadente

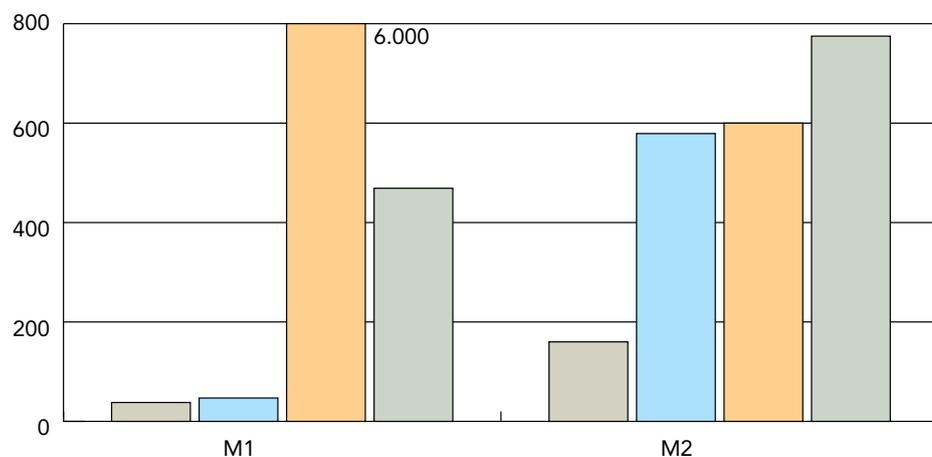
**Livello V**

> 0,6

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Escherichia coli

■ 2004  
■ 2005  
■ 2006  
■ 2007



**Parametro**

Escherichia coli (UFC/mL)

GIUDIZIO

**Livello I**

< 100

Elevato

**Livello II**

< 1000

Buono

**Livello III**

< 5000

Sufficiente

**Livello IV**

< 20000

Scadente

**Livello V**

> 20000

Pessimo

Di seguito si riportano i risultati ottenuti tramite l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) nei diversi anni di campionamento.

#### Anno 2004

I campionamenti nel 2004 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
M1	7	III
M2	7	III

#### Anno 2005

I campionamenti nel 2005 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
M1	9	II
M2	8	II

#### Anno 2006

Di seguito si riportano i risultati ottenuti nella campagna di monitoraggio primaverile del 2006, dato che è risultato impossibile effettuare il campionamento durante il periodo autunnale a causa della elevata portata in alveo. Campionamento primaverile (3.05.2006)

Stazione	Valore IBE	Classe Qualità
M1	9	II
M2	7/8	III II

#### Anno 2007

Di seguito si riportano i risultati medi ottenuti nelle due campagne di monitoraggio del 2007.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
M1	9/10	II I
M2	10	I

Di seguito si riportano i risultati dei singoli campionamenti ottenuti negli ultimi anni di monitoraggio del Canale Marinone.

Stazione	Primavera 2006	Primavera 2007	Primavera 2008
M1	9	10	9
M2	7 8	10/11	9

Dai dati IBE si osserva che le due stazioni mantengono valori abbastanza stabili e paragonabili tra loro, indicando che l'impatto del Torrente Arno sul Canale Marinone non causa sostanziali modificazioni della comunità macrobentonica, soprattutto nei primi anni di scarico; tuttavia nel 2005 e nel 2006 i valori a valle dello scarico del Torrente Arno risultano lievemente peggiori; tali peggioramenti vengono invece ben evidenziati nei primi due anni di monitoraggio (2004-2005) chimico-fisico e microbiologico. Il peggioramento qualitativo anche per questi parametri si è annullato, a testimonianza del fatto che si era interrotta la continuità delle scolmature del Torrente Arno. Nel 2007, invece, il miglioramento della stazione M2 nel campionamento primaverile del 2007 è attribuibile alla realizzazione del nuovo scarico dell'impianto di fitodepurazione che riversa i reflui nel Canale Industriale anziché nel Torrente Arno.

## 1.6 Roggia Cerana

Di seguito si riporta la descrizione della Roggia Cerana e la caratterizzazione della sua funzionalità fluviale tratta dallo studio sull'applicazione dell'IFF.

La Roggia Cerana origina dal Torrente Terdoppio in corrispondenza della derivazione della Roggia Mora in Comune di Sozzago (NO), confluendo dopo un percorso di circa 10 km nello Scaricatore Ramaccio in Comune di Vigevano (PV). La quota sul livello del mare è compresa tra 133 e 102 m, mentre il flusso è laminare per tutto il percorso. Il territorio attraversato dalla Roggia Cerana è principalmente costituito da zone densamente abitate (Cerano) o comunque interessate da coltivazioni intensive; solo nel tratto terminale compaiono cospicue zone di bosco e in generale caratteristiche di miglior funzionalità pur permanendo una condizione di alterazione del corso d'acqua denunciata dalla comunità macrobentonica, sempre poco equilibrata. Il tratto che va dalla confluenza nello Scaricatore Ramaccio al guado presso la trocicoltura Mandelli è caratterizzato (su entrambe le sponde) dalla presenza di vegetazione perifluviale arborea riparia continua e da un territorio circostante costituito da prati e boschi. La sua sezione trasversale è naturale con la cospicua presenza di macrofite tolleranti. Il percorso è discretamente diversificato, con raschi e pozze che si susseguono in maniera irregolare. Il livello di funzionalità è II. Il tratto successivo arriva fino alla briglia nei pressi di Cascina Sabbiera e presenta un territorio circostante sottoposto a sfruttamento agricolo, mentre le fasce perifluviali risultano ancora conservate essendo costituite da formazioni arboree riparie anche se con qualche interruzione. Le rive si presentano con erbe e arbusti, la vegetazione acquatica è costituita da specie tolleranti con buona efficacia ritentiva. L'alveo presenta una sezione trasversale naturale ma un percorso poco meandrizzato, il livello di funzionalità è III. Il tratto dalla briglia fino all'immissione del depuratore di Cerano, pur scorrendo in un territorio costituito da prati e boschi, risulta totalmente artificializzato, costituito da un canale di cemento armato che porta il livello di funzionalità a IV. Dal depuratore fino a Cascina Ressa scompare la canalizzazione in cemento, mentre le condizioni dell'alveo sono ancora caratterizzate da molti elementi di artificialità (rive artificiali in terra, percorso raddrizzato). In questo tratto il territorio circostante è caratterizzato da coltivazioni intensive e anche la vegetazione della fascia perifluviale risulta assente; il livello di funzionalità è ancora IV. Il tratto successivo scorre interamente nel centro urbano di Cerano a ridosso delle abitazioni e della strada asfaltata; l'unica componente naturale è il fondo dell'alveo anche se presenta gli interstizi completamente cementati dai fanghi degli scarichi urbani. Il livello di funzionalità è risultato IV-V. L'ultimo tratto (2,7 km) fino alle origini è caratterizzato da un territorio circostante sottoposto a pratiche agricole intensive (risaie), la sola vegetazione arborea presente con continuità anche se non riparia è quella delle fasce perifluviali secondarie. Il percorso è raddrizzato, la sezione è naturale con lievi interventi artificiali effettuati in epoche passate, il livello è III.



Fig. 1.6.1. - La Roggia Cerana dopo aver ricevuto lo scarico del depuratore di Cerano

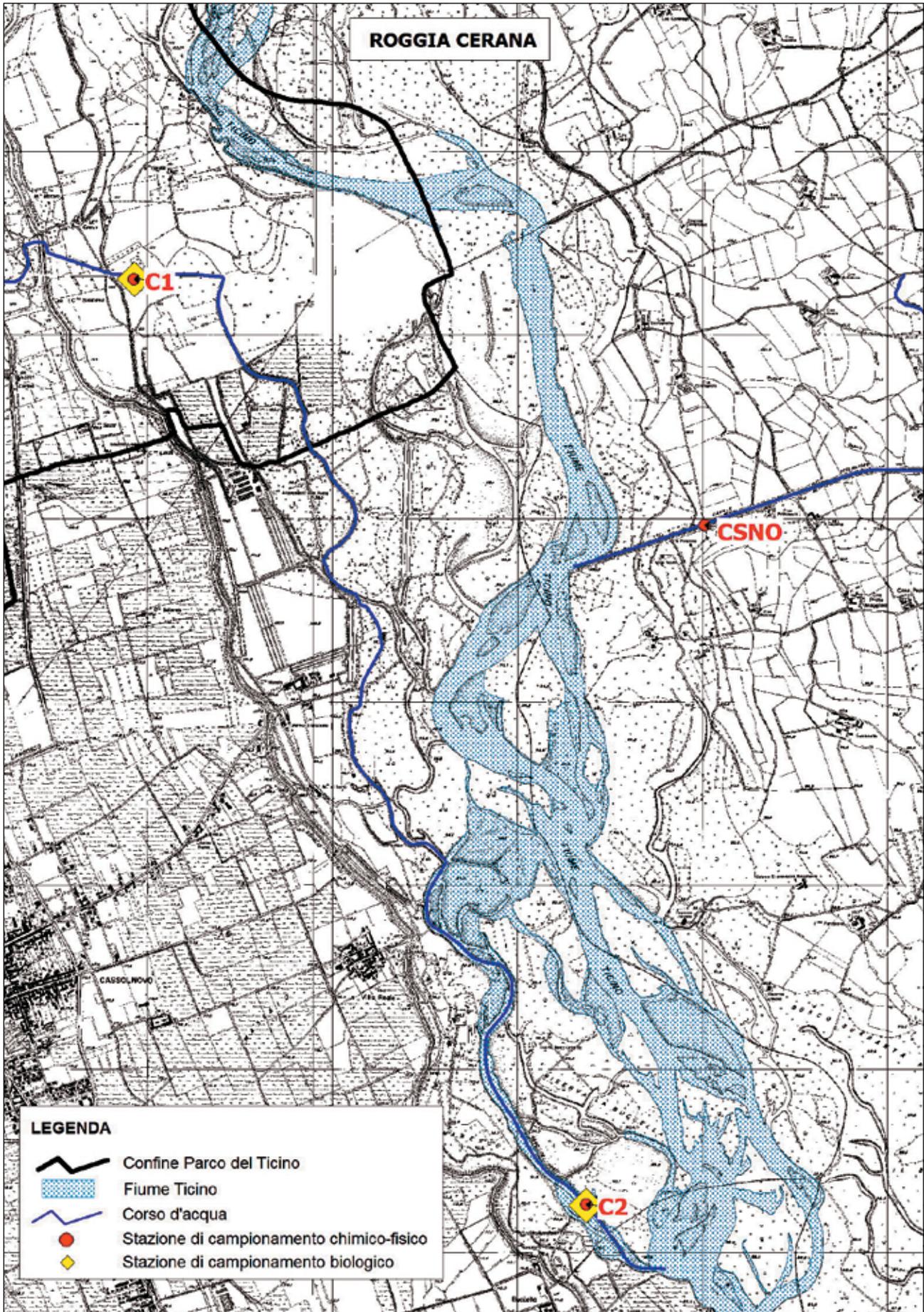


Fig. 1.6.2. - Stazioni di campionamento sulla Roggia Cerana

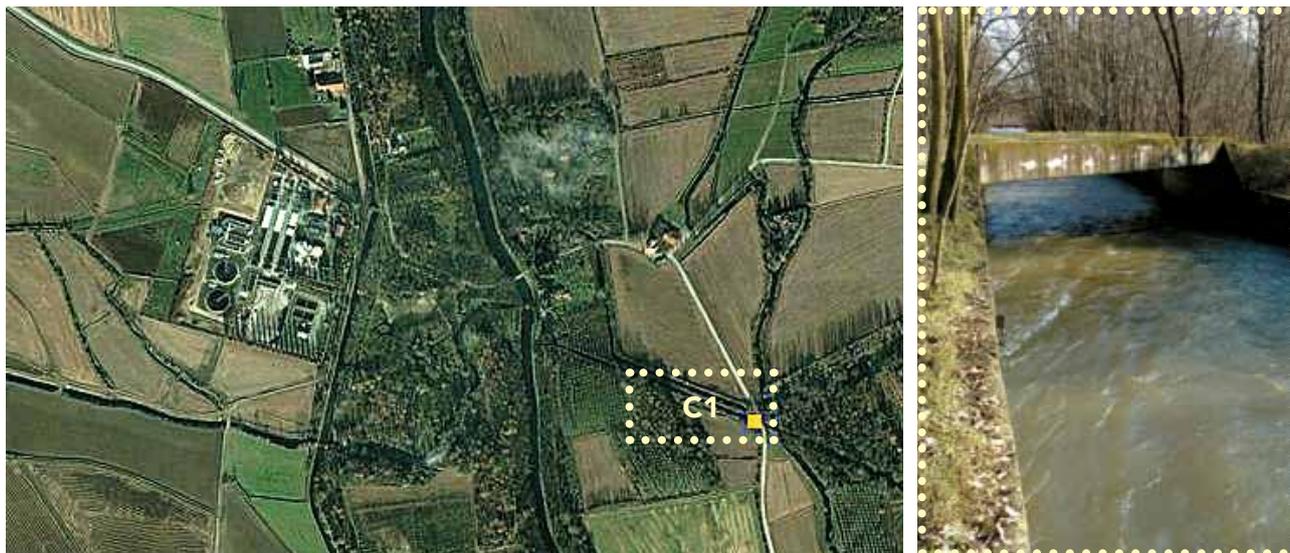


Fig. 1.6.3. - Roggia Cerana - Stazione di campionamento C1

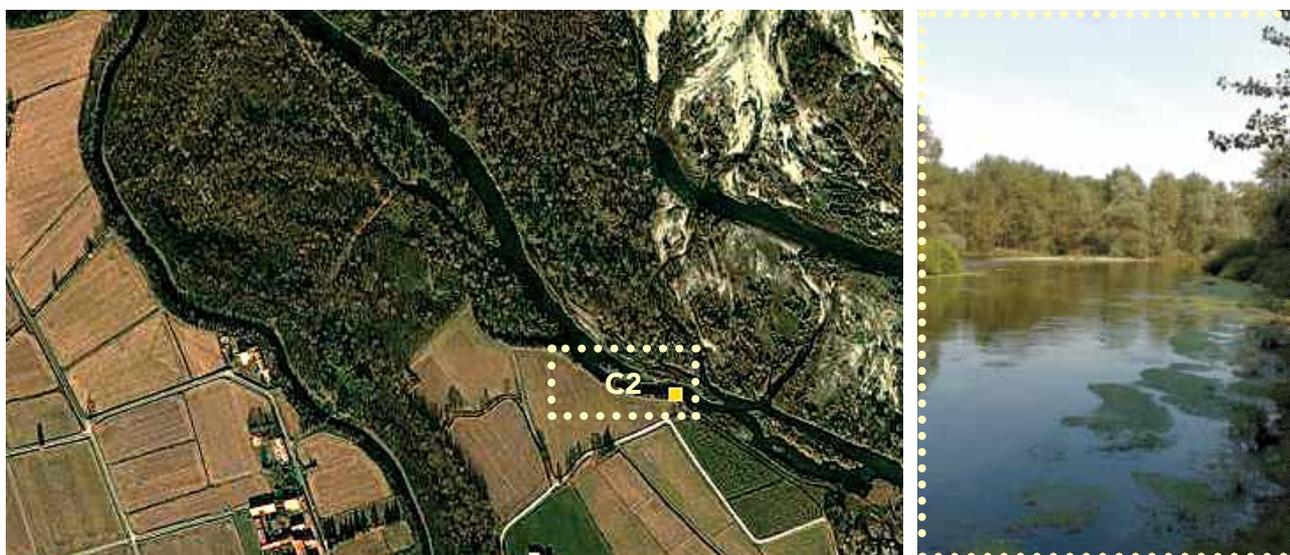


Fig. 1.6.4. - Roggia Cerana - Stazione di campionamento C2

### Risultati ottenuti

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti sulla Roggia Cerana nelle campagne di monitoraggio che sono state effettuate continuamente per otto anni (dal 2002 al 2010).

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Stazione C1								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	30,45	-	5,506	3,143	3,325	8,32	78.034	23.667
2003	19,24	6,64	4,095	2,283	2,148	-	175.877	24.363
2004	29,55	4,00	8,58	1,60	2,375	-	106.066	13.993
2005	29,15	23,50	3,505	2,435	2,285	8,51	618.466	148.257
2006	-	< 3	-	-	-	8,74	12.500	3.000
2007	20,90	6,00	7,670	1,070	2,670	8,30	14.000	1.800
2008	10,40	10,00	0,506	1,980	0,562	8,40	8.000	2.700
2009	8,92	10,00	0,076	5,140	0,665	8,22	125.000	6.300
2010	6,43	6,00	0,094	2,590	0,398	8,66	7.000	800

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	-	-	-	-	-	10,53	9.800	3.800
2003	21,54	14,33	3,575	4,786	1,872	-	136.478	35.830
2004	23,65	10,00	1,81	3,57	1,190	109,55	74.833	24.454
2005	16,85	5,00	5,760	2,625	1,315	9,36	30.000	8.660
2006	19,50	6,00	0,860	1,800	2,560	10,57	3.500	3.400
2007	12,50	5,00	0,688	4,630	1,090	10,04	9.000	2.100
2008	7,24	< 3	0,244	5,030	0,835	11,74	4.000	1.000
2009	13,70	9,00	0,155	3,490	0,140	11,41	5.000	2.800
2010	9,57	< 3	0,063	3,560	0,230	-	4.600	1.600

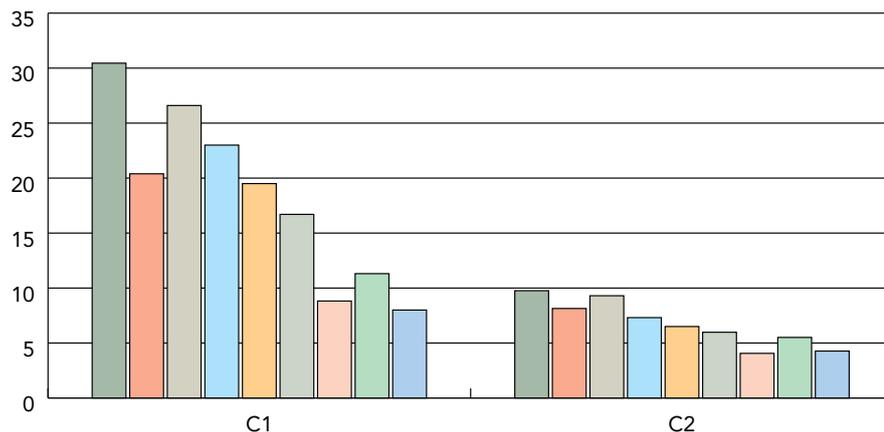
Stazione C2								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	9,76	-	0,463	2,243	1,090	8,39	16.939	3.562
2003	6,92	2,87	0,295	2,147	0,655	-	4.452	746
2004	8,49	4,00	0,130	2,350	0,424	-	1.025	127
2005	7,07	4,00	0,274	2,030	0,429	6,21	4.960	583
2006	-	< 3	-	-	-	10,30	400	< 100
2007	5,22	< 3	0,099	1,780	0,280	9,84	2.500	1.300
2008	5,62	4,00	0,082	1,990	0,275	10,98	2.400	600
2009	5,21	< 3	0,071	6,300	0,196	11,22	900	400
2010	< 5	< 3	0,095	1,290	< 0,15	9,31	3.500	200

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	9,36	5,33	0,509	2,492	0,640	-	10.105	3.603
2004	10,11	3,50	0,260	2,230	0,344	109,55	3.742	872
2005	7,55	< 3	0,139	2,385	1,017	7,77	1.020	490
2006	6,50	< 3	0,158	2,060	0,375	7,09	3.000	9.000
2007	6,74	< 3	0,036	2,160	0,274	12,01	400	20
2008	< 5	< 3	0,144	3,700	0,194	10,47	6.000	2.300
2009	5,80	4,00	0,145	2,430	0,071	10,67	3.000	600
2010	6,03	< 3	0,053	1,240	< 0,15	-	5.000	1.000

Di seguito si riportano gli andamenti dei valori medi annuali dei diversi parametri analizzati nelle due stazioni a valle dell'immissione dello scarico del depuratore di Cerano e prima dell'immissione della roggia nel fiume Ticino negli anni dal 2002 al 2010.

### Andamento del parametro COD

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010



#### Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

#### Livello I

< 5

Elevato

#### Livello II

< 10

Buono

#### Livello III

< 15

Sufficiente

#### Livello IV

< 25

Scadente

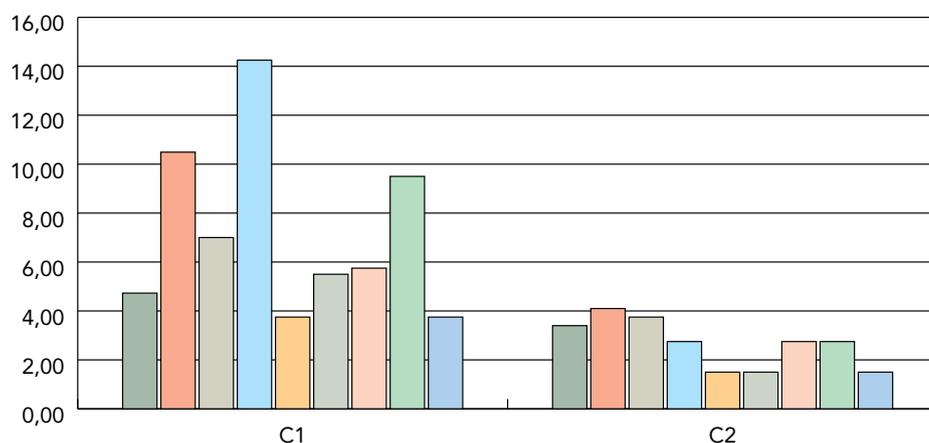
#### Livello V

> 25

Pessimo

### Andamento del parametro BOD<sub>5</sub>

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010



#### Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

#### Livello I

< 2,5

Elevato

#### Livello II

< 4

Buono

#### Livello III

< 8

Sufficiente

#### Livello IV

< 15

Scadente

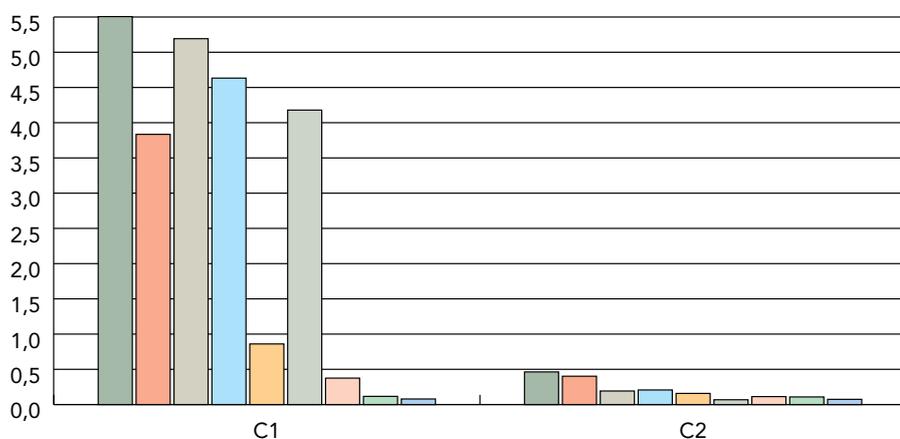
#### Livello V

> 15

Pessimo

### Andamento del parametro Azoto ammoniacale

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010



#### Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

#### Livello I

< 0,03

Elevato

#### Livello II

< 0,1

Buono

#### Livello III

< 0,5

Sufficiente

#### Livello IV

< 1,5

Scadente

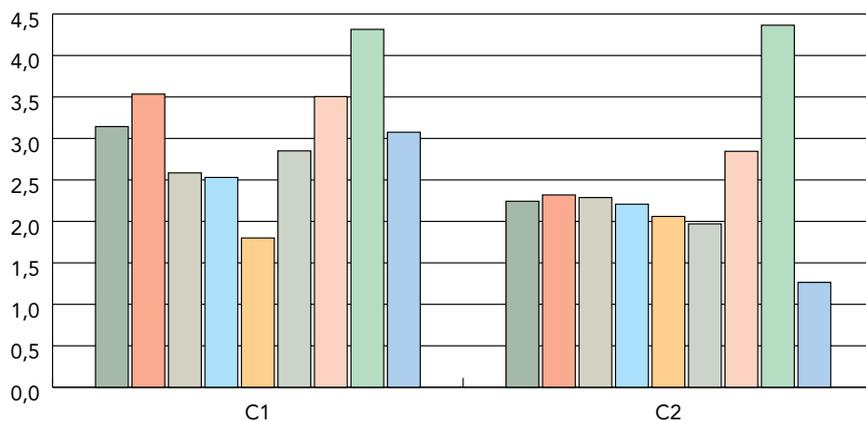
#### Livello V

> 1,5

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto nitrico

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010



Parametro

NO<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,3

Elevato

Livello II

< 1,5

Buono

Livello III

< 5

Sufficiente

Livello IV

< 10

Scadente

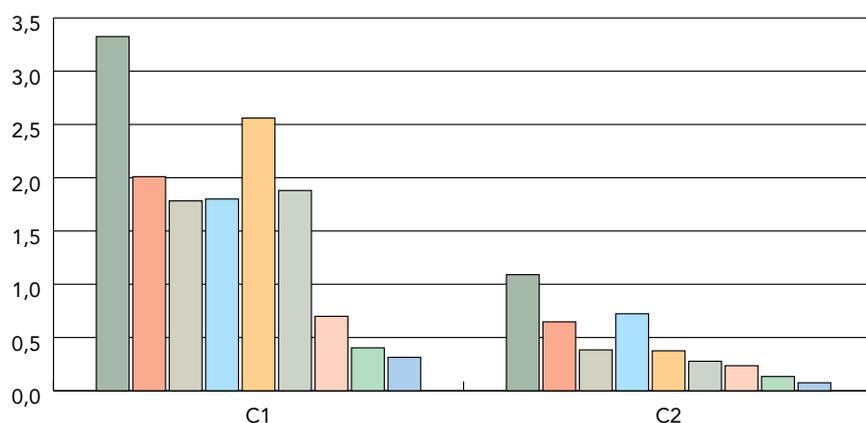
Livello V

> 10

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Fosforo totale

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010



Parametro

Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,07

Elevato

Livello II

< 0,15

Buono

Livello III

< 0,30

Sufficiente

Livello IV

< 0,6

Scadente

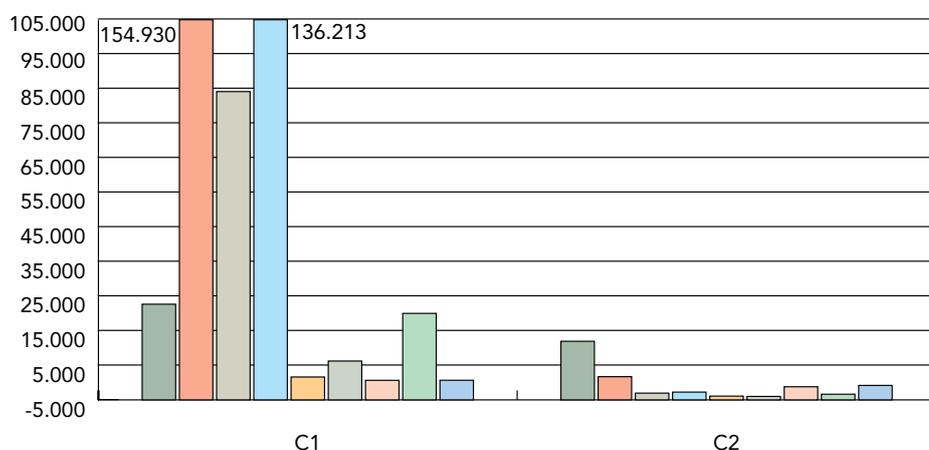
Livello V

> 0,6

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Escherichia coli

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010



Parametro

Escherichia coli (UFC/mL)

GIUDIZIO

Livello I

< 100

Elevato

Livello II

< 1000

Buono

Livello III

< 5000

Sufficiente

Livello IV

< 20000

Scadente

Livello V

> 20000

Pessimo

Di seguito si riportano i risultati ottenuti tramite l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) nei diversi anni di campionamento.

#### Anno 2003

I campionamenti della Roggia Cerana nel 2003 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
C1	4	IV
C2	8	II

#### Anno 2004

I campionamenti nel 2004 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
C1	3/4	V IV
C2	9	II

#### Anno 2005

I campionamenti nel 2005 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
C1	5/6	IV III
C2	8	II

#### Anno 2006

Nell'anno 2006 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
C1	6	III
C2	9/10	II I

#### Anno 2007

Nell'anno 2007 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
C1	6	III
C2	9/10	II I

## Anno 2008

Nell'anno 2008 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
C1	6	III
C2	8/9	II

## Anno 2009

Nell'anno 2009 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
C1	6	III
C2	8	II

Di seguito si riportano i risultati ottenuti nelle diverse campagne di monitoraggio degli ultimi anni.

Stazione	Primavera 2006		Autunno 2006		Primavera 2007		Autunno 2007		Primavera 2008		Autunno 2008		Primavera 2009		Autunno 2009	
Cerana 1	6	5	6		5	6	6		7/6	5	6	7		5		
Cerana 2	9		10		8		11		9	8		8/9		8	7	

Dai dati IBE emerge che la prima stazione, posta a valle del depuratore di Cerano, è in condizioni qualitative abbastanza scadenti e di conseguenza non consente l'instaurarsi di una comunità ricca e diversificata. I dati degli ultimi anni evidenziano i miglioramenti intervenuti nella gestione del depuratore e le migliorie apportate all'impianto a partire dal 2006, che hanno dato risultati stabili e in netto miglioramento rispetto agli anni precedenti (2003, 2004 e 2005). I dati medi indicano infatti che la roggia, a valle del depuratore, si assesta su una III classe di qualità media. Tali considerazioni vengono avvalorate anche dai dati chimico-fisici ed in particolare da quelli microbiologici, che a partire dal 2006 hanno subito una drastica e confortante diminuzione.

I dati relativi alla stazione posta a monte della confluenza in Ticino segnalano un buon recupero della qualità delle acque grazie alla capacità autodepurativa della roggia stessa. A comprovare questo risultato contribuisce certamente il notevole numero di unità sistematiche, ma anche la presenza costante di *Ephemerella* e di *Ecdyonurus*, Efemerotteri abbastanza sensibili all'inquinamento e un buon numero di Tricotteri. Questa stazione ha sempre evidenziato una buona stabilità della qualità delle sue acque, sia per la presenza di acque di risorgiva che diluiscono il carico inquinante presente sia per l'elevata naturalità del territorio in cui scorre. Il peggioramento del dato rilevato nel periodo invernale può essere giustificato con la variazione spinta del regime idrologico di piena verificatosi poco prima del campionamento e pertanto si possono esprimere le stesse considerazioni effettuate per la stazione posta a monte. Ad analoghe conclusioni si può giungere anche osservando i risultati dei macrodescrittori.

## 1.7 Roggia Canalino

Di seguito si riporta la descrizione della Roggia Canalino e la caratterizzazione della sua funzionalità fluviale tratta dallo studio sull'applicazione dell'IFF.

La Roggia Canalino nasce da una risorgenza situata in prossimità dell'abitato di Motta Visconti (MI) e, dopo un percorso di circa 3 km, confluisce in una lanca direttamente collegata con il Ticino. La larghezza media dell'alveo è di circa 4 m. La quota s.l.m. è di circa 70 m. Caratteristiche comuni a tutto il corso sono il regime laminare, le rive coperte in prevalenza da erbe e arbusti, l'assenza di fenomeni erosivi rilevanti, il fondo dell'alveo facilmente movibile, il feltro perfitico spesso. Relativamente alle strutture di ritenzione degli apporti trofici, alla tipologia del detrito e alla comunità macrobentonica, il corso d'acqua è suddivisibile in due porzioni: una a monte dello scarico del depuratore di Motta Visconti che presenta macrofite e rami che fungono da discrete strutture di ritenzione, detrito composto da frammenti fibrosi e polposi e comunità macrobentonica poco equilibrata, e una a valle, con alveo di sedimenti sabbiosi privo di alghe, detrito anaerobico e comunità macrobentonica molto alterata. Il tratto che va dalla confluenza nel Ticino fino all'inizio del bosco in sponda destra orografica scorre in mezzo a pioppeti e la vegetazione perifluviale è assente. La sezione è artificiale con elementi naturali, il percorso è raddrizzato. Il livello di funzionalità è IV. Il tratto fino all'inizio del bosco in sponda sinistra presenta a sinistra una situazione identica alla precedente, mentre a destra si osserva la presenza di una fascia perifluviale arborea riparia estesa e in continuità con il bosco retrostante. Il livello di funzionalità è IV a sinistra e III a destra. Il tratto fino allo scarico del depuratore di Motta Visconti presenta a sinistra una fascia boschiva circondata da territorio urbanizzato. La fascia perifluviale è arborea riparia, relativamente estesa ma con interruzioni. La sponda destra ha caratteristiche simili a quelle del tratto precedente. La sezione trasversale è naturale con elementi artificiali, il percorso è poco diversificato. Il livello di funzionalità è III. Il tratto a monte del depuratore scorre in mezzo a pioppeti e coltivazioni e presenta una stretta fascia di vegetazione arborea riparia con frequenti interruzioni. La sezione trasversale è artificiale con elementi naturali, il percorso è poco diversificato. Il livello di funzionalità è III.

### Le stazioni monitorate

Il campionamento di questo corso d'acqua è stato scelto per la valutazione dell'impatto del depuratore di Motta Visconti. Sono state monitorate 2 stazioni sulla roggia poste a monte (RCm) e a valle (RCv) dell'immissione dello scarico del depuratore, entrambe ricadenti nel territorio del Comune di Motta Visconti. A causa delle condizioni del fondo (molto limoso e anossico) e delle sponde della Roggia a valle dell'immissione dello scarico non è stato possibile trovare un punto adeguato per effettuare il campionamento biologico.

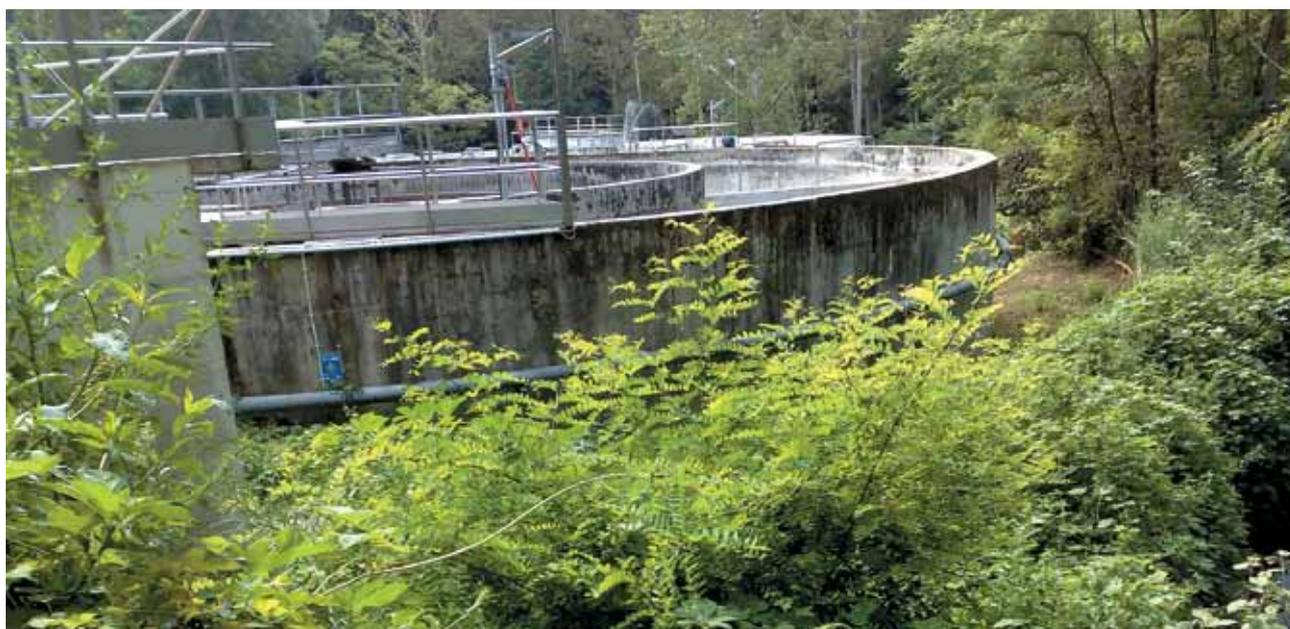


Fig. 1.7.1. - Il depuratore di Motta Visconti

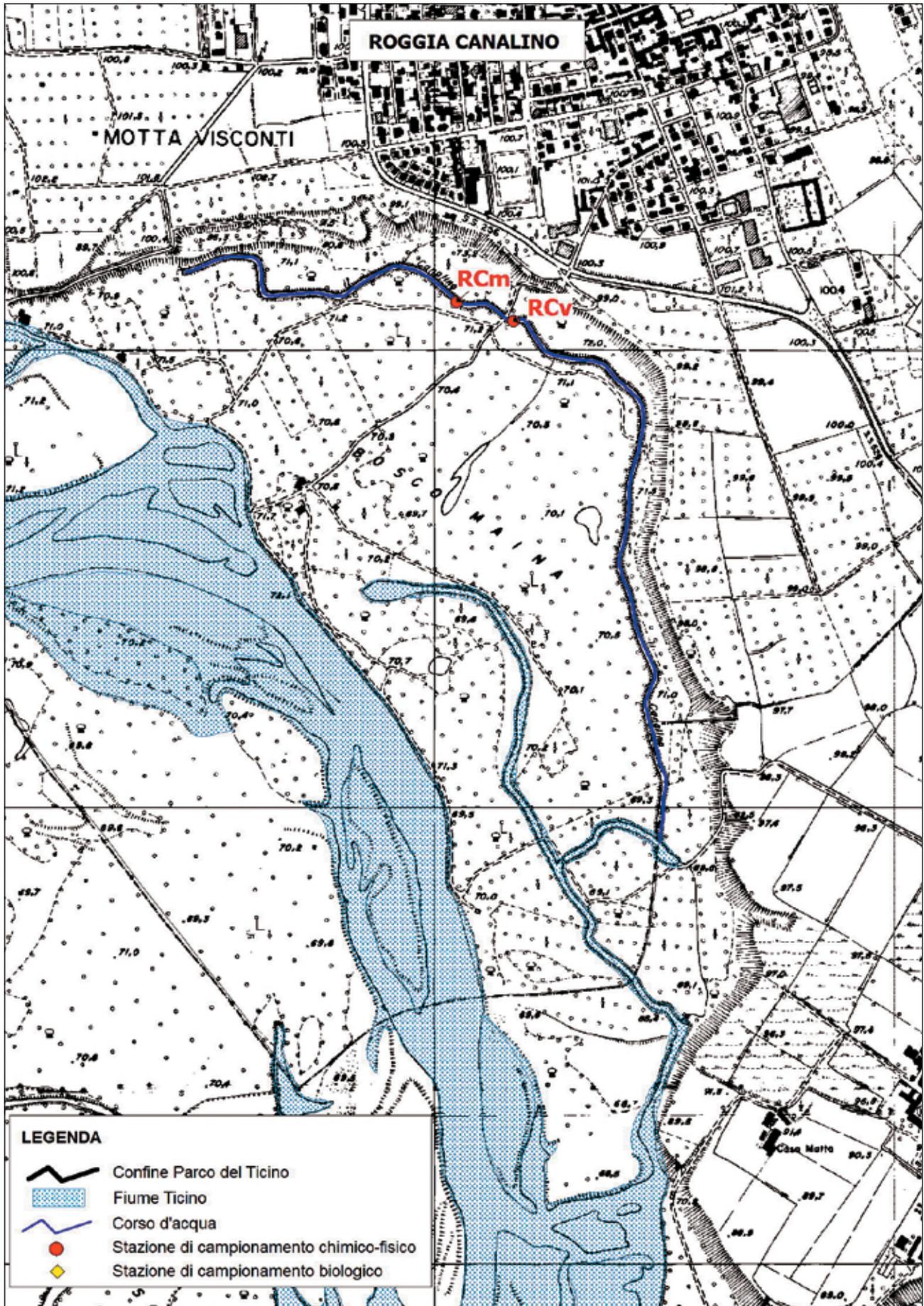


Fig. 1.7.2. - Stazioni di campionamento sulla Roggia Canalino



Fig. 1.7.3. - Roggia Canalino - Stazioni di campionamento RCm e RCv

### Risultati ottenuti

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti sulla Roggia Canalino nelle stazioni poste a monte e a valle dello scarico del depuratore di Motta Visconti nelle campagne di monitoraggio che sono state effettuate dal 2008 al 2010.

Stazione RCm								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2008	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	6,37	5,00	0,033	4,240	< 0,15	6,27	2.600	500
2010	< 5	< 3	0,032	4,210	< 0,15	6,33	1.800	300

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2008	< 5	3,00	0,040	3,580	0,412	8,89	8.000	1.000
2009	5,58	9,00	0,028	4,230	< 0,15	8,20	4.000	800
2010	5,41	< 3	0,028	3,660	< 0,15	-	1.300	200

Stazione RCv								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2008	46,60	4,00	5,560	1,750	1,840	4,25	3.500	1.100
2009	19,00	14,00	1,720	5,800	0,920	5,35	700.000	40.000
2010	5,02	10,00	0,062	4,290	1,360	5,79	15.000	9.000

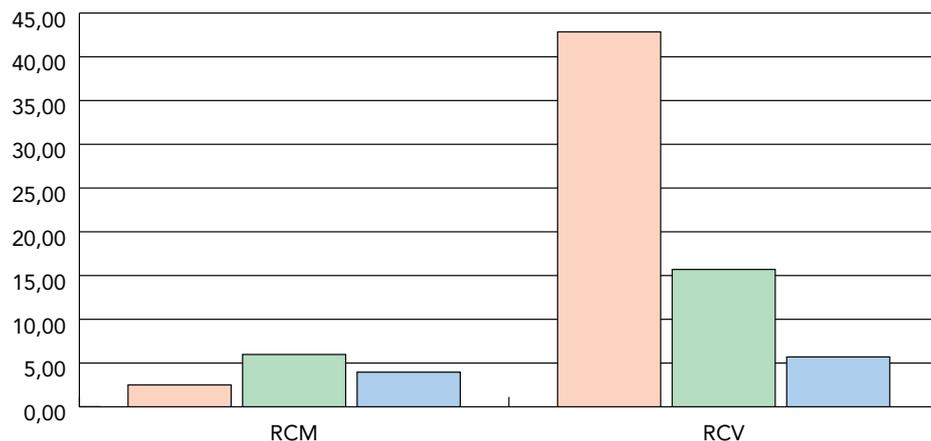
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2008	39,1	33,00	9,220	2,370	1,220	5,95	2.000.000	280.000
2009	12,40	14,00	3,000	4,130	1,790	7,48	500.000	40.000
2010	6,38	3,00	0,033	6,200	1,790	-	6.000	1.200

Nella pagina successiva si riportano invece gli andamenti dei valori medi annuali dei diversi parametri analizzati nelle due stazioni poste a monte e a valle dell'immissione dello scarico del depuratore negli anni dal 2008 al 2010.

I risultati dei parametri macrodescrittori dei primi due anni di monitoraggio evidenziano l'impatto dello scarico del depuratore sulla Roggia Canalino; in questi anni, infatti, il depuratore era mal funzionante ed in attesa di ristrutturazione. Nel corso del 2010, a seguito dell'entrata a regime del nuovo depuratore oggetto di completa ristrutturazione, i risultati hanno constatato una netta diminuzione della pressione dello scarico sulla qualità delle acque della Roggia, a testimonianza del fatto che la realizzazione di questo depuratore, adeguato e ben gestito, limita le pressioni sulla Roggia Canalino, che rappresenta un ambiente secondario di pregio naturalistico, e di conseguenza sul fiume Ticino. Su questa roggia non è stato applicato il protocollo IBE perché il campionamento è risultato di difficile realizzazione in quanto il fondo, ricoperto da uno spesso strato di limo anossico, non consentiva un movimento agevole all'interno della roggia stessa.

Andamento  
del parametro  
COD

2008  
2009  
2010



Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 5

Elevato

Livello II

< 10

Buono

Livello III

< 15

Sufficiente

Livello IV

< 25

Scadente

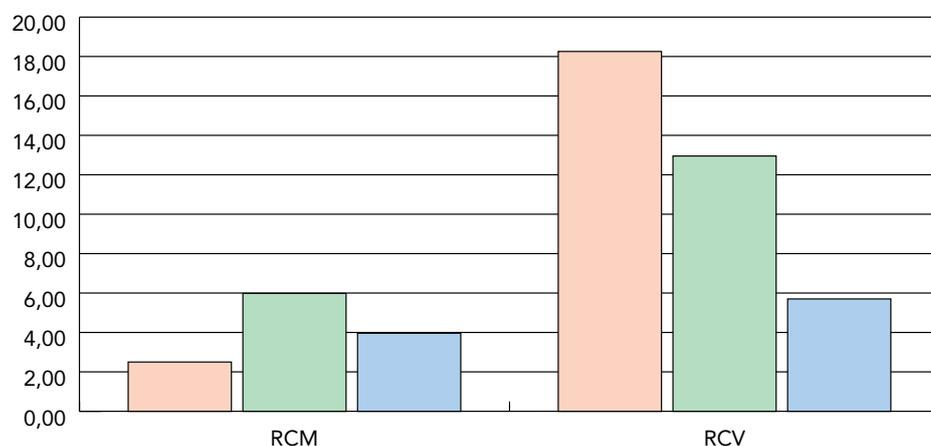
Livello V

> 25

Pessimo

Andamento  
del parametro  
BOD<sub>5</sub>

2008  
2009  
2010



Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 2,5

Elevato

Livello II

< 4

Buono

Livello III

< 8

Sufficiente

Livello IV

< 15

Scadente

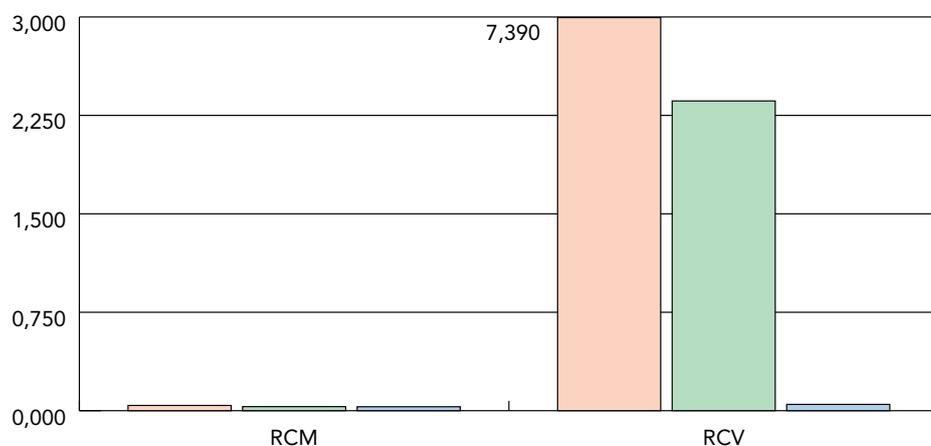
Livello V

> 15

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto  
ammoniacale

2008  
2009  
2010



Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,03

Elevato

Livello II

< 0,1

Buono

Livello III

< 0,5

Sufficiente

Livello IV

< 1,5

Scadente

Livello V

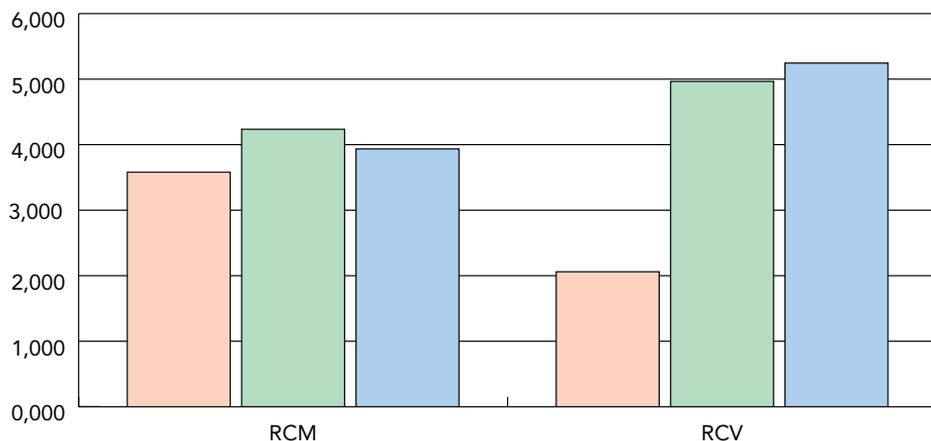
> 1,5

Pessimo

LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento del parametro Azoto nitrico

2008  
2009  
2010

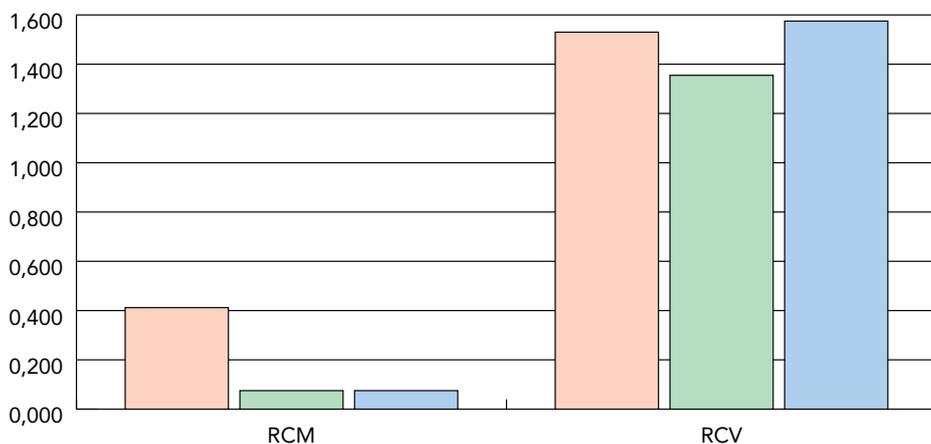


**Parametro**  
NO<sub>4</sub> (N mg/L)  
GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,3	< 1,5	< 5	< 10	> 10
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento del parametro Fosforo totale

2008  
2009  
2010

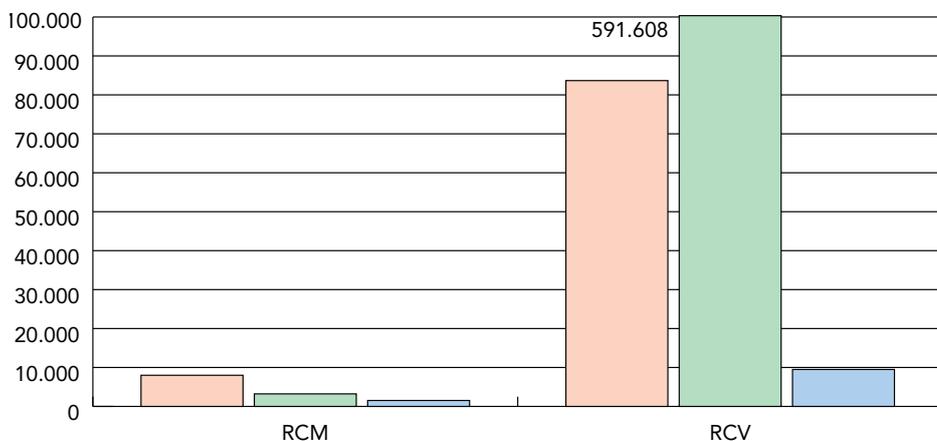


**Parametro**  
Fosforo totale (P mg/L)  
GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,07	< 0,15	< 0,30	< 0,6	> 0,6
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento del parametro Escherichia coli

2008  
2009  
2010



**Parametro**  
Escherichia coli (UFC/mL)  
GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 100	< 1000	< 5000	< 20000	> 20000
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

## 1.8 Canale Scolmatore di Nord Ovest

Il Canale Scolmatore di Nord Ovest, lungo 36 Km, è stato realizzato per consentire lo smaltimento delle acque di piena dei corsi d'acqua appartenenti ai sistemi idrografici di Seveso, Garbogera, Guisa, Olona e Lura nel fiume Ticino. A seguito delle esondazioni del 1947 e 1951, la Provincia di Milano, infatti, avviò la progettazione di questo canale, quale opera risolutiva per la gestione dei fenomeni di piena a nord di Milano.

I lavori per la sua realizzazione iniziarono nel 1955, con la costruzione del primo tronco dell'opera che, partendo dal fiume Ticino, arrivava al Naviglio Grande, per una lunghezza di 7 Km. Dal 1957 al 1968 i lavori proseguirono con la costruzione del secondo tronco di 11 Km, che fecero raggiungere al canale la Strada Statale n° 11, al confine tra Cornaredo e Settimo Milanese. Sono stati necessari altri 12 anni per terminare l'opera con la realizzazione dell'ultimo tronco fino al torrente Seveso.

Il canale parte da Paderno Dugnano con una presa sul Torrente Seveso; all'altezza di Settimo Milanese (nodo di Vighignolo) riceve i fucatori di altre due derivazioni: l'una operata a Pero sull'Olona (denominata Olona 1) e l'altra a Sud di Rho (Olona 2) che comprende il Lura e residue fluenze dell'Olona. I tre rami, congiuntisi a Vighignolo, di lì a poco si suddividono: un ramo prosegue verso il Fiume Ticino ad Abbiategrosso mentre l'altro recapita le piene nel Fiume Lambro Meridionale attraverso il cosiddetto Deviatore Olona. Dal Seveso al Ticino, il canale misura 38,5 km. Il suo regime idrologico è strettamente dipendente dalle piene del Seveso e dall'Olona, dalle modalità delle scolmature operate da questi verso il CSNO nonché delle modalità con cui sono derivate verso il Fiume Lambro Meridionale ed il Ticino le acque al nodo di Settimo Milanese. In media, nei periodi di massima scolmatura, il CSNO raggiunge portate dell'ordine di 60 m<sup>3</sup>/s a Vighignolo.

La profonda escavazione, al di sotto del piano di campagna, che è stata necessaria per la costruzione del canale artificiale, ha determinato una forte azione di drenaggio della falda acquifera, con la conseguente riduzione della portata di deflusso a valle del canale e lo scavo impermeabilizzato ha impedito lo scorrimento delle acque sotterranee determinando l'asciutta di numerosi fontanili.

Per evitare che il drenaggio del canale provocasse danni all'agricoltura, furono realizzate cinque "dighe a vela" (sistema di sbarramento costituito da un telo disposto "a lenzuolo", sostenuto e regolato da una rete di tiranti di sostegno), che con i loro 4-5 metri di battente creano delle grandi riserve d'acqua, ripristinano il livello di falda preesistente e regolano gli eventuali superi irrigui immessi nel canale. Tali opere di bacinnizzazione del canale hanno consentito l'uso delle acque dello Scolmatore per scopi irrigui che così funge anche da alimentatore di acque sorgive nell'area più occidentale della provincia (da Settimo Milanese ad Albairate), permettendo l'irrigazione di un territorio di circa 150 km<sup>2</sup>.

Nei vari rami del Canale si immettono inoltre le acque dei depuratori intercomunali di Bareggio e di Pero.

La gestione del Canale Scolmatore è affidata alla Provincia di Milano, mentre la competenza idraulica per la parte strutturale è del Magistrato per il Po.

Nel 1999 è stato sottoscritto un Accordo di Programma tra Regione Lombardia, Provincia di Milano, Comune di Milano, Magistrato per il Po e Autorità di Bacino del Po per l'ampliamento del primo tratto del Canale Scolmatore finalizzato ad incrementare le portate di esercizio del canale da 45 a 55 m<sup>3</sup>/sec, senza alcuna previsione di allargamento del tratto finale, in quanto già progettato per sostenere una portata sino a 130 m<sup>3</sup>/sec.

A questo proposito si ricorda quanto drammatica sia risultata la rottura dell'argine sinistro del Canale Scolmatore di Nord Ovest (in Comune di Abbiategrosso) ed il conseguente crollo del ponte posto subito a monte, verificatisi in occasione delle piogge intense cadute alla fine del mese di novembre 2002. Ciò ha provocato la fuoriuscita dell'acqua dal Canale che ha invaso le campagne nei Comuni di Abbiategrosso e Ozzero su una superficie stimata in oltre 1.000 ettari. La quantità consistente di acqua trasportata in quel momento (180 m<sup>3</sup>/sec da quanto dichiarato dai tecnici della Provincia), la realtà morfologica e la sistemazione plano - altimetrica della zona, hanno fatto scorrere il flusso a velocità elevata. Questo evento ha originato, oltre ad ingenti danni economici alle aziende agricole circostanti (circa 11 milioni di Euro stimati dal Comune di Abbiategrosso) anche un vero e proprio "disastro ecologico" dato l'enorme valore dell'agroecosistema della zona e la pessima qualità delle acque trasportate dal canale stesso. Serviranno molti anni, oltre ad interventi consistenti, sia di natura economica che tecnica, per ripristinare la zona colpita che rappresenta la porzione più bella, caratteristica e di grandi tradizioni produttive della Provincia di Milano e del Parco del Ticino.

Attualmente si può affermare che la situazione delle portate idriche dei fiumi Seveso ed Olona e degli

altri corsi d'acqua minori che alimentano il canale, non sia ancora ben nota, così come il contributo delle portate derivanti dagli sfiori delle reti idriche e dei depuratori dei vari Comuni posti alle porte di Milano.

Il Parco del Ticino, sulla base di questi presupposti ha definito le priorità da perseguire nel breve termine, alla luce delle diverse ipotesi di nuovi interventi sul canale finalizzati alla salvaguardia della città di Milano - zona nord. Essi consistono innanzitutto nel predisporre una rete di monitoraggio quantitativo delle portate che consenta di avere dei dati certi in modo che gli interventi previsti vengano correttamente orientati; a tale scopo si possono ipotizzare interventi che prevedono la realizzazione di bacini di laminazione lungo i fiumi e i torrenti che alimentano il canale e la previsione di vasche di contenimento delle acque di prima pioggia dei vari sistemi fognari comunali in modo da "tagliare" le punte di piena che si riversano nel canale Scolmatore. A ciò si aggiunge la necessità di intervenire sugli aspetti qualitativi, attraverso un sistema di monitoraggio sistematico e la realizzazione di opere, quali bacini di contenimento e/o divagazione con soglie di sfioro adeguatamente dimensionate, che diminuiscano significativamente il trasporto solido di materiale. Tali opere, se correttamente progettate, potrebbero fungere anche da zone di affinamento depurativo andando incontro alla forte richiesta forte che viene dal territorio di valle, che è quella di avere delle acque che qualitativamente siano almeno come quelle del corpo recettore e quindi, di qualità migliore di quelle che attualmente il CSNO scarica in Ticino.

L'Indice di Funzionalità Fluviale non è stato applicato al CSNO poiché è un corso completamente artificiale (vegetazione perifluviale assente, sezione artificiale, rive in cemento) e l'applicazione dell'IFF non avrebbe fornito una caratterizzazione ecologica del canale.

#### **Le stazioni monitorate**

Nei due anni di monitoraggio (2002 e 2003) sono stati raccolti campioni in un'unica stazione (CSNO), nel Comune di Abbiategrasso, posta a monte dell'immissione delle acque scolmate nel fiume Ticino. I campioni venivano prelevati non con una cadenza temporale predefinita, ma ogni qualvolta il Canale Scolmatore veniva attivato dalle acque delle piene dei bacini collegati.



*Fig. 1.8.1. - Immissione del Canale Scolmatore di Nord Ovest nel Fiume Ticino*



Fig. 1.8.2. - Stazione di campionamento sul Canale Scolmatore di Nord Ovest



Fig. 1.8.3. - Canale Scolmatore di Nord Ovest - Stazione di campionamento CSNO

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti sui campioni di acque scolmate nelle diverse campagne di monitoraggio svolte nel 2002 e nel 2003.

Stazione CSNO								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	5,73	0,90	0,194	4,108	0,186	11,77	852	407
2003	23,08	6,52	1,291	4,233	1,925	-	693	224

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	21,70	39,00	2,440	2,890	1,160	-	330.000	140.000

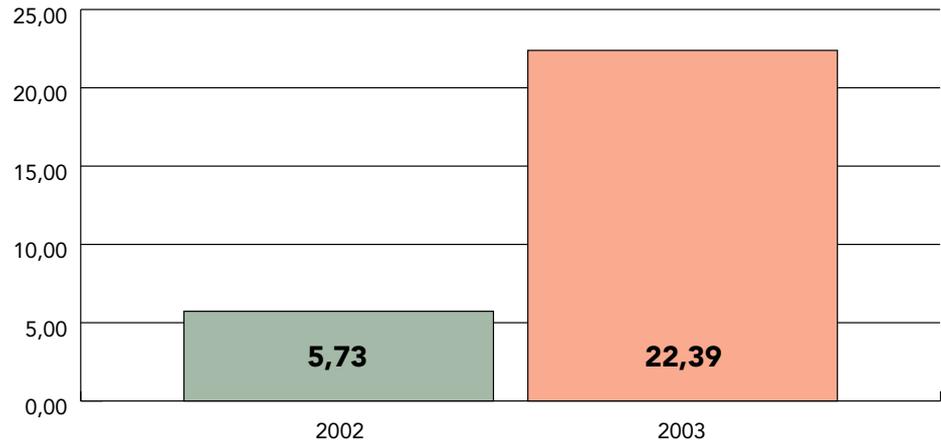
Nella pagina successiva si riportano invece gli andamenti dei valori medi annuali dei diversi parametri analizzati negli anni 2002 e 2003.

La natura del campionamento, svolto solo in presenza delle acque di scolmatura, ha permesso di evidenziare l'estrema variabilità delle acque trasportate dal canale artificiale, mettendo in evidenza però la loro pessima qualità rispetto alle acque del fiume Ticino. In occasione dell'attivazione del Canale Scolmatore si riversano nel fiume quindi grandi quantità di acque di pessima qualità che incidono in modo determinante sul suo scadimento. La stazione di monitoraggio sul fiume Ticino (Ticino Gabana) posta a valle dello Scolmatore registra il peggioramento qualitativo sicuramente determinato da questa intermittente fonte di inquinamento.

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
COD

■ 2002  
■ 2003



## Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 5

Elevato

## Livello II

&lt; 10

Buono

## Livello III

&lt; 15

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 25

Scadente

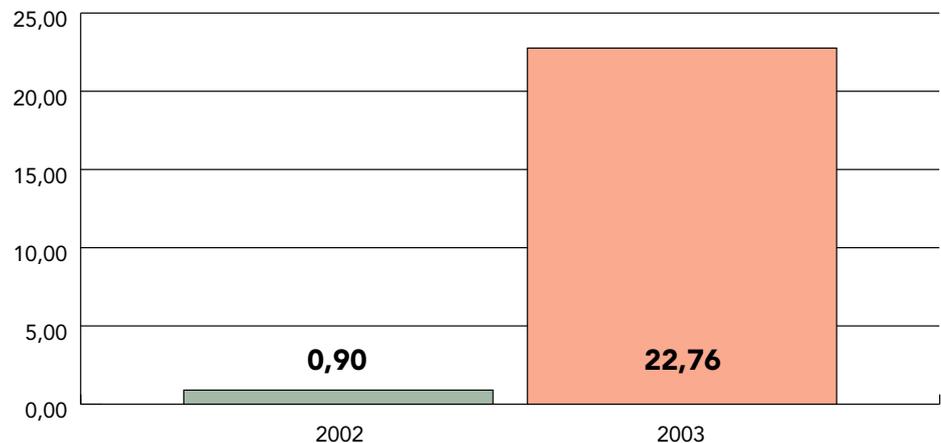
## Livello V

&gt; 25

Pessimo

Andamento  
del parametro  
BOD<sub>5</sub>

■ 2002  
■ 2003



## Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 2,5

Elevato

## Livello II

&lt; 4

Buono

## Livello III

&lt; 8

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 15

Scadente

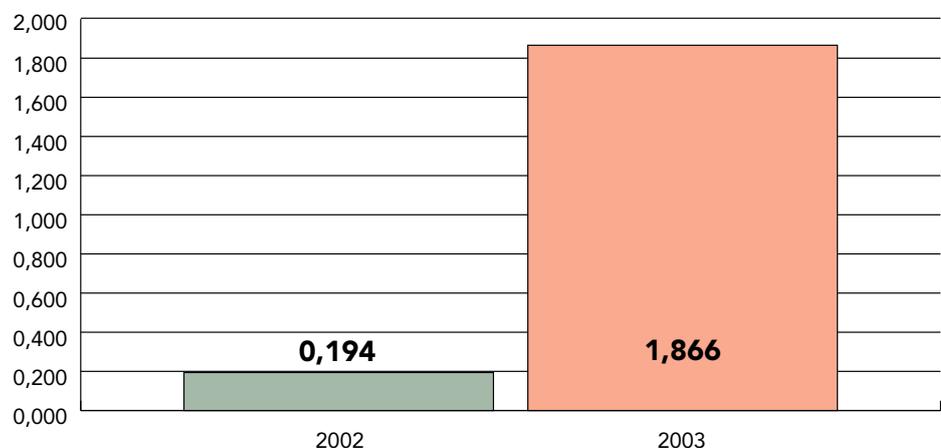
## Livello V

&gt; 15

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto  
ammoniacale

■ 2002  
■ 2003



## Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 0,03

Elevato

## Livello II

&lt; 0,1

Buono

## Livello III

&lt; 0,5

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 1,5

Scadente

## Livello V

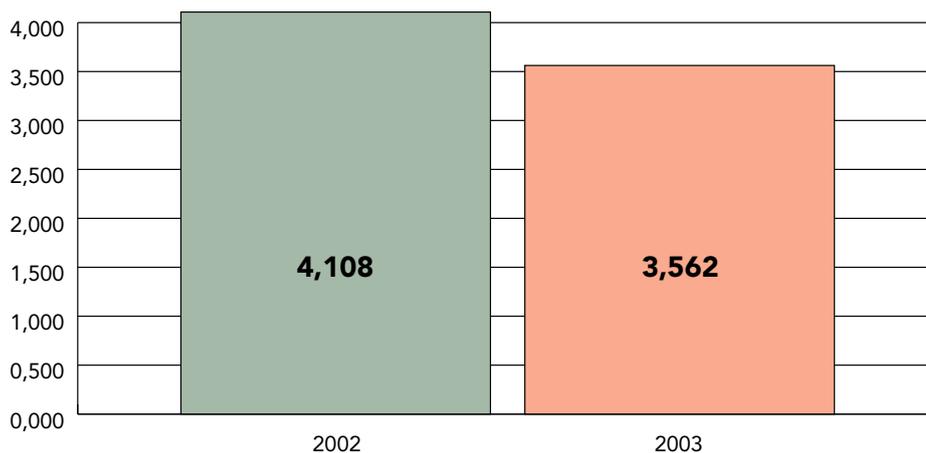
&gt; 1,5

Pessimo

LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento del parametro Azoto nitrico

2002  
2003

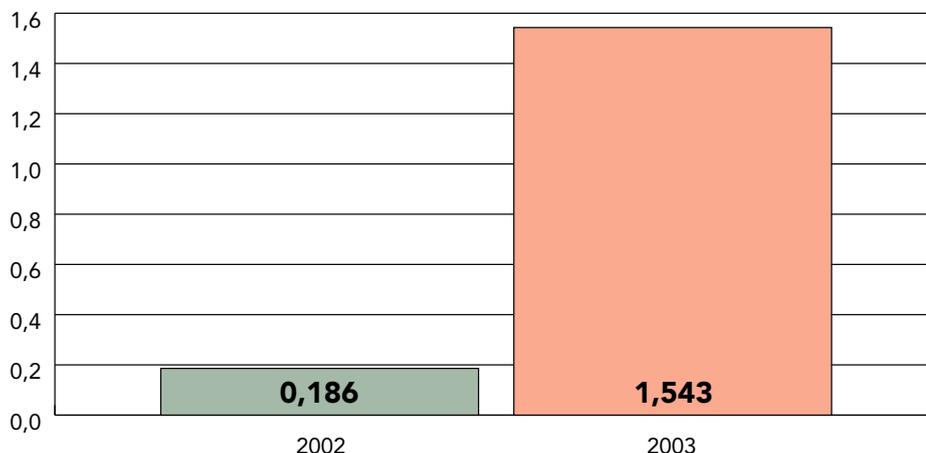


Parametro  
NO<sub>4</sub> (N mg/L)  
GIUDIZIO

	2002	2003
<b>Livello I</b>	<b>Livello II</b>	<b>Livello III</b>
< 0,3	< 1,5	< 5
Elevato	Buono	Sufficiente
		<b>Livello IV</b>
		< 10
		Scadente
		<b>Livello V</b>
		> 10
		Pessimo

Andamento del parametro Fosforo totale

2002  
2003

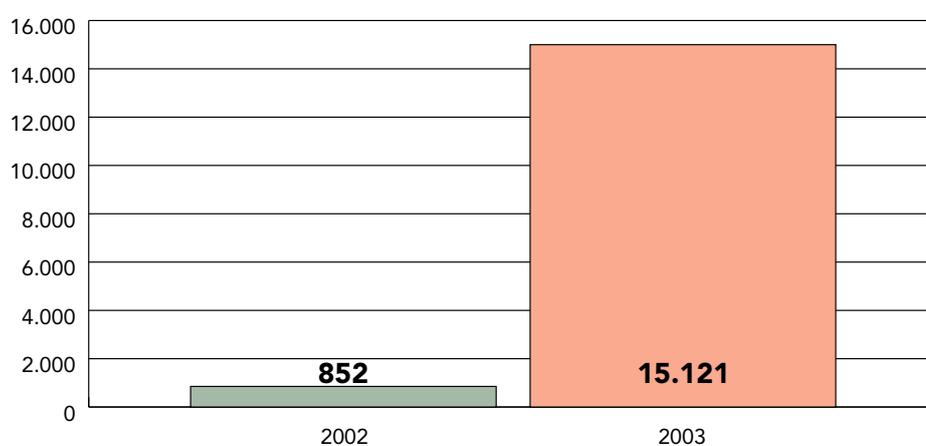


Parametro  
Fosforo totale (P mg/L)  
GIUDIZIO

	2002	2003
<b>Livello I</b>	<b>Livello II</b>	<b>Livello III</b>
< 0,07	< 0,15	< 0,30
Elevato	Buono	Sufficiente
		<b>Livello IV</b>
		< 0,6
		Scadente
		<b>Livello V</b>
		> 0,6
		Pessimo

Andamento del parametro Escherichia coli

2002  
2003



Parametro  
Escherichia coli (UFC/mL)  
GIUDIZIO

	2002	2003
<b>Livello I</b>	<b>Livello II</b>	<b>Livello III</b>
< 100	< 1000	< 5000
Elevato	Buono	Sufficiente
		<b>Livello IV</b>
		< 20000
		Scadente
		<b>Livello V</b>
		> 20000
		Pessimo

## 1.9 Roggia del Molino

Di seguito si riporta la descrizione della Roggia del Molino e la caratterizzazione della sua funzionalità fluviale tratta dallo studio sull'applicazione dell'IFF (Indice di Funzionalità Fluviale).

La porzione bassa della Roggia del Molino origina in località Tre Salti, scorre per circa 4 km nel territorio del Comune di Robecchetto con Induno (MI) e si immette nel Ramo Morto del Ticino. Per tutto il corso l'alveo di morbida ha un'ampiezza di 5 m. Le quote di scorrimento vanno da 134 a 127 m s.l.m. Il tratto dall'immissione del Ramo Morto fino all'inizio dei Prati della Basla scorre in un territorio ricco di boschi in sponda sinistra e di prati e arativi in sponda destra. La fascia di vegetazione perifluviale è ricca di specie arboree riparie con un'ampiezza maggiore di 30 m e senza particolari interruzioni. L'alveo, il cui fondo è facilmente movibile, presenta grossi rami incassati che facilitano la ritenzione degli apporti trofici. La sezione è naturale, ma il corso si presenta poco diversificato nella struttura. Il periphyton è scarsamente sviluppato e anche la copertura macrofita è limitata, la comunità macrobentonica è solo sufficientemente diversificata. Si ottiene un II livello di funzionalità per entrambe le sponde. Il tratto successivo è lungo 400 m e scorre in località Prati della Basla a 131 m s.l.m. vicino a un'area urbanizzata soprattutto in sponda sinistra. La vegetazione perifluviale primaria presenta formazioni arboree riparie senza interruzioni ed è ampia da 1 a 5 m in sponda sinistra, mentre in sponda destra è costituita da specie erbacee. Il fondo è facilmente movibile e ci sono depositi di sedimento per la presenza in alveo di rami e massi. Il corso è naturale con lievi interventi artificiali e presenta pochi raschi e meandri. La componente biologica presenta le stesse caratteristiche del tratto precedente. Si ottiene per entrambe le sponde un II livello di funzionalità. Il terzo tratto è lungo 500 m a monte dei Prati della Basla fino alla S.S. 341. Migliorano le condizioni della sponda destra che presenta una vegetazione della fascia perifluviale arborea riparia, ma si mantiene un III livello di funzionalità. L'ultimo tratto che va dalla S.S. 341 fino all'origine in località Tre Salti presenta condizioni migliori della sponda destra e il territorio attraversato è costituito da boschi, la vegetazione perifluviale è arborea riparia, con un'ampiezza maggiore di 30 m e senza interruzioni. Il fondo dell'alveo è a tratti movibile e il percorso è quasi raddrizzato; la comunità macrobentonica è sufficientemente diversificata. La sponda sinistra ottiene un III livello di funzionalità, mentre la sponda destra un II livello.

### Le stazioni monitorate

Il campionamento di questo corso d'acqua è stato scelto per la valutazione dell'impatto del depuratore di Turbigo. E' stata monitorata un'unica stazione (RdM) posta a valle dello scarico del depuratore in Comune di Turbigo.



Fig. 1.9.1. - Depuratore di Turbigo

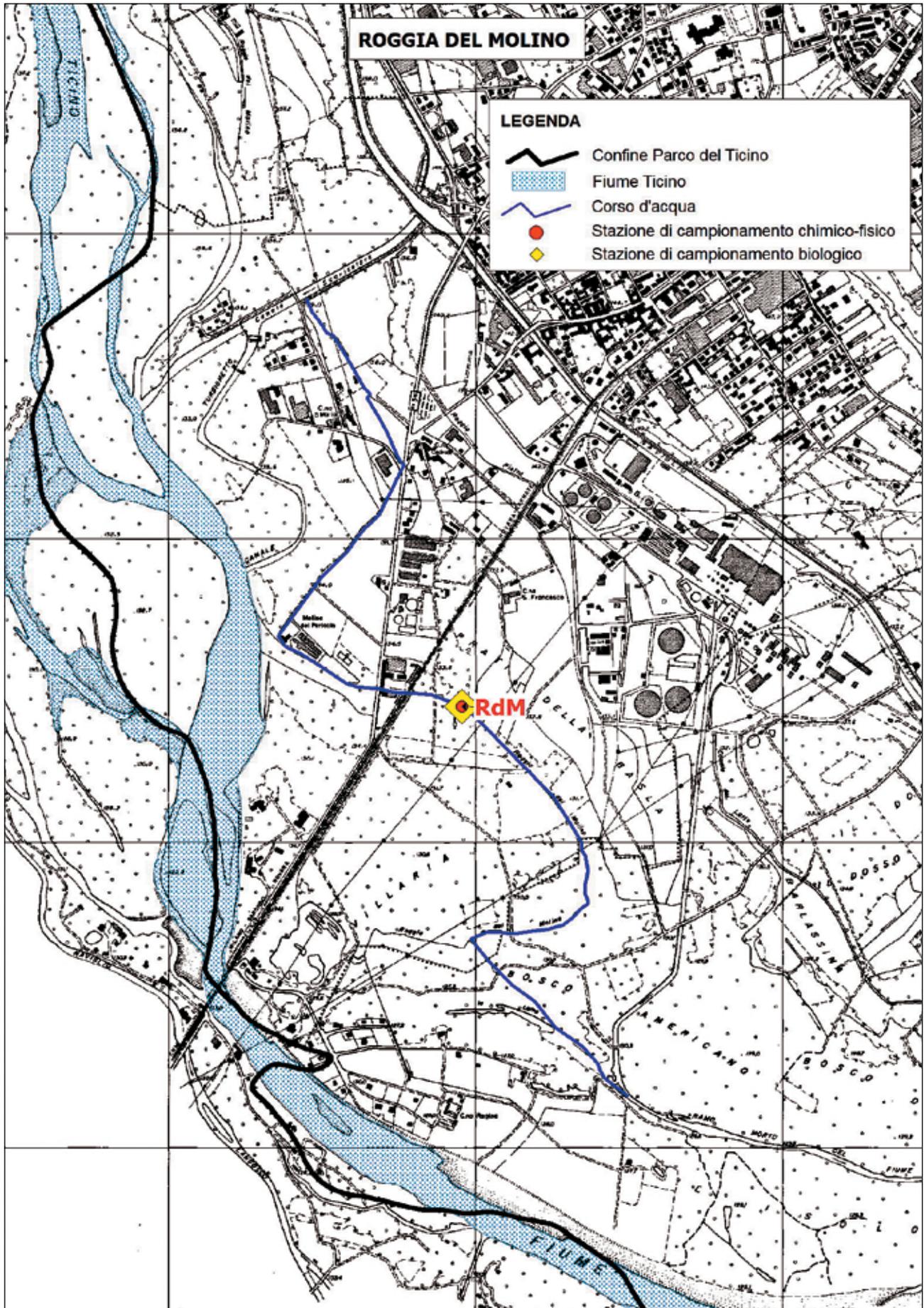


Fig. 1.9.2. - Stazione di campionamento sulla Roggia del Molino



Fig. 1.9.3. - Roggia del Molino - Stazione di campionamento RdM

### Risultati ottenuti

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti nell'unica stazione analizzata sulla Roggia del Molino a valle dell'immissione dello scarico del depuratore nelle diverse campagne di monitoraggio svolte nel 2006, 2007 e 2009.

Stazione RdM								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	-	< 3	-	-	-	8,08	300	230
2007	18,10	< 3	0,054	3,730	0,824	7,27	1.500	300
2009	8,72	10,00	0,107	1,260	0,223	7,52	10.600	1.500

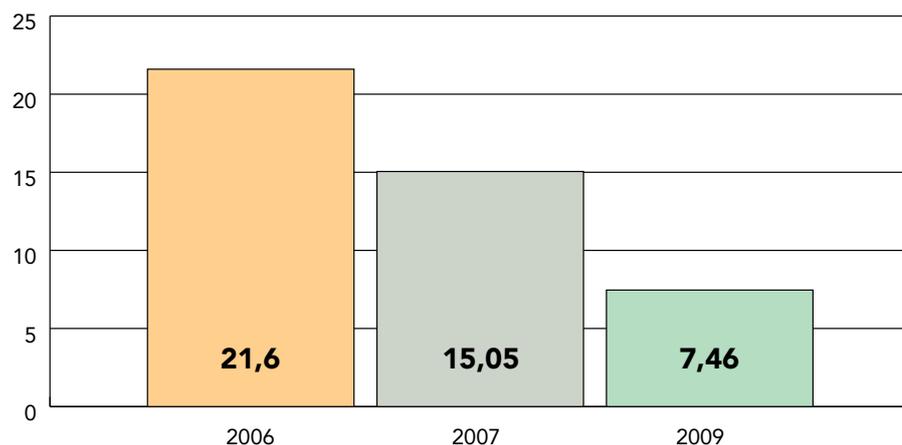
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	21,60	< 3	0,089	4,780	11,100	10,75	2.800	4.500
2007	12,00	< 3	0,043	1,900	0,597	9,71	800	300
2009	6,19	< 3	0,022	2,410	0,178	10,96	500	400

Di seguito si riportano le medie annuali delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti sulla Roggia del Molino nelle campagne di monitoraggio effettuate.

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
COD

2006  
2007  
2009



## Parametro

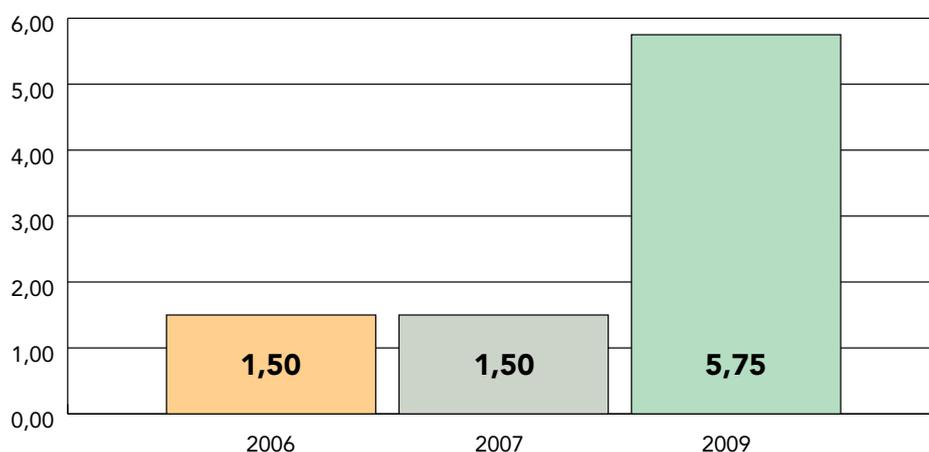
COD (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 5	< 10	< 15	< 25	> 25
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento  
del parametro  
BOD<sub>5</sub>

2006  
2007  
2009



## Parametro

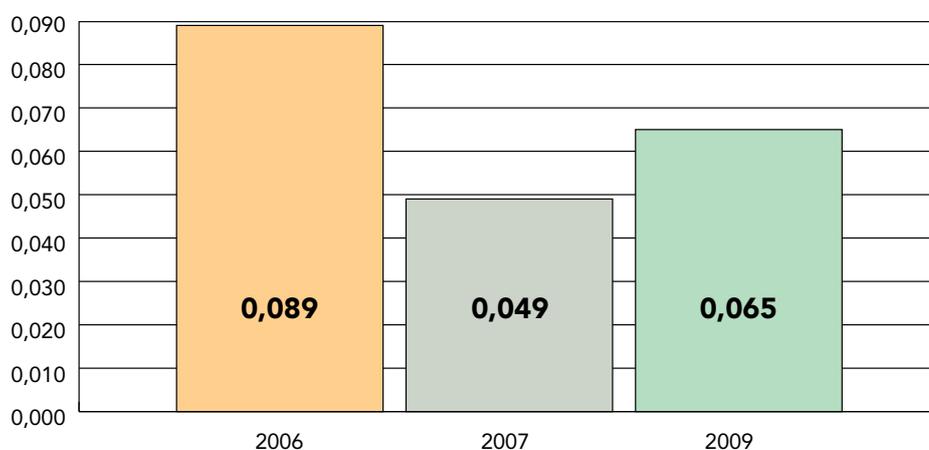
BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 2,5	< 4	< 8	< 15	> 15
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto  
ammoniacale

2006  
2007  
2009



## Parametro

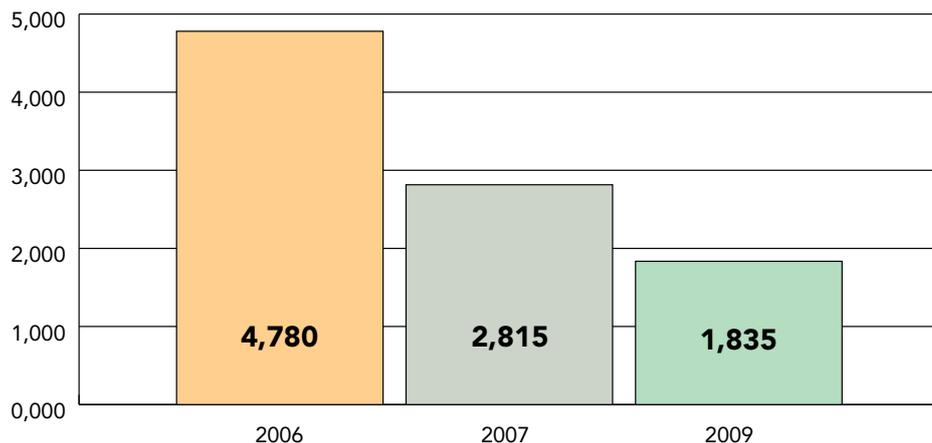
NH<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,03	< 0,1	< 0,5	< 1,5	> 1,5
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto nitrico

2006  
2007  
2009



Parametro

NO<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,3

Elevato

Livello II

< 1,5

Buono

Livello III

< 5

Sufficiente

Livello IV

< 10

Scadente

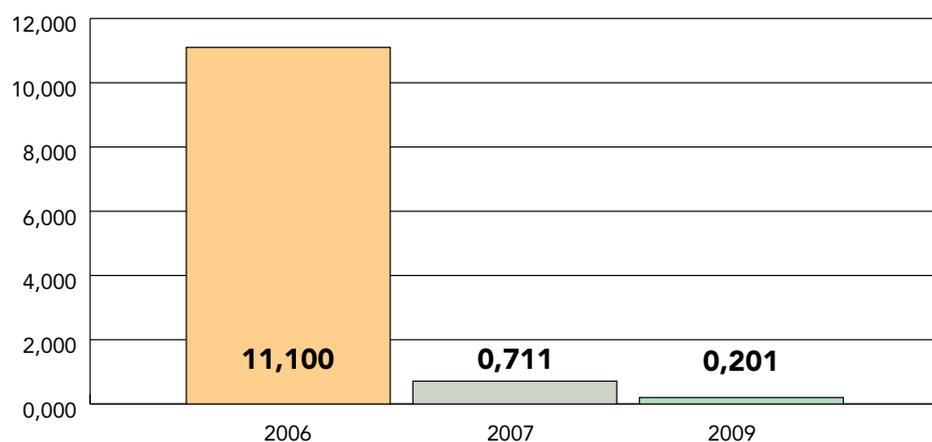
Livello V

> 10

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Fosforo totale

2006  
2007  
2009



Parametro

Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,07

Elevato

Livello II

< 0,15

Buono

Livello III

< 0,30

Sufficiente

Livello IV

< 0,6

Scadente

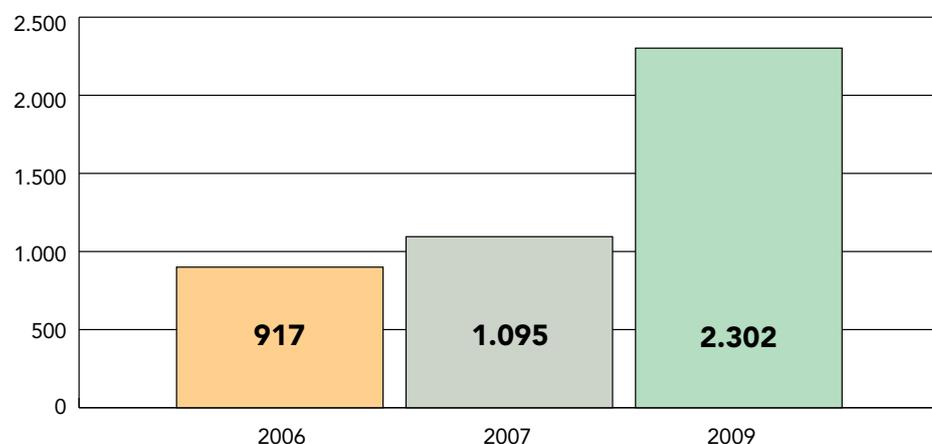
Livello V

> 0,6

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Escherichia coli

2006  
2007  
2009



Parametro

Escherichia coli (UFC/mL)

GIUDIZIO

Livello I

< 100

Elevato

Livello II

< 1000

Buono

Livello III

< 5000

Sufficiente

Livello IV

< 20000

Scadente

Livello V

> 20000

Pessimo

Di seguito si riportano i risultati ottenuti tramite l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) nei diversi anni di campionamento.

#### Anno 2006

Nell'anno 2006 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
RdM	7	III

#### Anno 2007

Nell'anno 2007 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
RdM	6	III

#### Anno 2009

Nell'anno 2009 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
RdM	7	III

Di seguito si riportano i risultati ottenuti nelle diverse campagne di monitoraggio effettuate.

Stazione	Primavera 2006	Autunno 2006	Primavera 2007	Autunno 2007	Primavera 2009	Primavera 2009
RdM	7	7	6	6	6/7	7

I risultati IBE evidenziano come il corso d'acqua presenti una comunità tipica di ambienti alterati, in questo caso dalla presenza dello scarico del depuratore di Turbigo. L'impatto del depuratore sulla roggia infatti è evidente dall'osservazione della comunità macrobentonica, che risulta povera in taxa e priva di organismi sensibili quali Efemerotteri e Tricotteri; sono presenti Ditteri, Odonati, Gasteropodi, Bivalvi e Oligocheti.

Ulteriore scadimento della qualità si rileva durante i campionamenti effettuati nel 2007, dove pur essendo sempre una Classe III, si registrano valori di IBE inferiori. Nel 2009 invece i valori riscontrati sono lievemente più alti, ma non fanno registrare alcun miglioramento sostanziale.

I parametri macrodescrittori ricadono per la massima parte in un Livello di LIM con giudizio Sufficiente, indicando una soddisfacente efficienza del depuratore. Tuttavia lo scarico, ininterrottamente riversato nella Roggia, determina inevitabilmente un degrado della stessa; in tutti i campionamenti infatti è stata rilevata la presenza di anossia nei sedimenti, con acque torbide che emettevano cattivi odori.

## 1.10 Roggia Rile

Di seguito si riporta la descrizione della Roggia Rile e la caratterizzazione della sua funzionalità fluviale tratta dallo studio sull'applicazione dell'IFF.

La Roggia Rile origina da una colatura della Roggia Bacile presso Cascina Erbierine (Comune di Abbiategrasso (MI)) e percorre quasi 11 km in regime laminare prima di immettersi nella Roggia Rabica all'altezza di Cascina Cerina di Mezzo in Comune di Morimondo (MI). La larghezza dell'alveo bagnato è compresa tra 4 e 8 m. Caratteristica comune a tutto il corso è una comunità macrobentonica che presenta lievi alterazioni rispetto alla struttura attesa. Le strutture di ritenzione sono nel complesso scarse, salvo a monte della ferrovia Milano-Mortara in cui la presenza di macrofite acquatiche aumenta la capacità ritentiva del corso. Il fondo dell'alveo, in cui prevalgono i sedimenti sabbiosi, è in genere facilmente mobile. Il periphyton è poco sviluppato, eccetto che per i tratti nei pressi di Cascina Prato Ronco e di Soria Vecchia, in cui è discreto. Il tratto, dalla confluenza con la Roggia Rabica fino all'inizio del bosco in sponda destra orografica, scorre in mezzo a campi coltivati e presenta una stretta fascia di vegetazione perifluviale arborea riparia interrotta a destra e fortemente interrotta a sinistra. Le rive sono coperte da erbe e arbusti, la sezione trasversale è artificiale con elementi naturali, il percorso è raddrizzato. Il livello di funzionalità è III. Il tratto che scorre a valle di Molino Prato Ronco è affiancato a destra da boschi, mentre a sinistra, a una porzione iniziale di bosco, seguono i prati. Le formazioni perifluviali sono arboree riparie su entrambi i lati. Le rive sono coperte da alberi, la sezione trasversale è naturale, il percorso è discretamente diversificato. Il livello di funzionalità è II. Il tratto fino al ponte di Casa delle Pinete scorre tra campi e strutture coloniche e presenta a sinistra una stretta fascia di robinie fortemente interrotta, mentre a destra prevale l'assenza di vegetazione arborea o arbustiva. Le rive sono coperte da erbe, la sezione è artificiale con elementi naturali, il percorso è raddrizzato. Il livello di funzionalità è III a sinistra e III-IV a destra. Il tratto fino al ponte di Cascina Cagnola scorre in mezzo ai boschi e presenta formazioni arboree riparie continue ed estese. Le rive sono coperte da alberi, la sezione trasversale è naturale, il percorso poco diversificato. Il livello di funzionalità è II. Il tratto fino a Molino Maglia scorre a sinistra tra incolti, boschi e pochi arativi, mentre a destra sono maggiormente presenti le coltivazioni. Le rive sono caratterizzate dalla presenza di erbe nonché di fasce a canneto. La sezione trasversale è naturale, il percorso è poco diversificato. Il livello di funzionalità è II-III a sinistra e III a destra. Il tratto fino al ponte della S.S. 494 per Vigevano scorre tra campi coltivati (sinistra orografica) e territorio urbanizzato (destra) e presenta a destra formazioni arboree riparie con ampiezza scarsa e con forti interruzioni, mentre a sinistra tale tipo di vegetazione è assente. Le rive sono coperte da erbe, la sezione trasversale è artificiale con elementi naturali, il percorso è raddrizzato. Il livello di funzionalità è III-IV a sinistra e III a destra. Il tratto fino al ponte della ferrovia è fiancheggiato da coltivi e presenta a destra una stretta fascia di canneto frequentemente interrotta. A sinistra la vegetazione arborea o arbustiva è assente. Le rive sono coperte da erbe e arbusti, la sezione trasversale è artificiale con elementi naturali, il percorso discretamente diversificato. Il livello di funzionalità è III. Il tratto fino a Molino delle Monache scorre in mezzo ai campi ed è caratterizzato da una situazione simile alla precedente anche se la fascia a canneto in sponda destra presenta minori interruzioni, mentre il percorso è raddrizzato. Il livello di funzionalità è III. Il tratto fino all'origine della Roggia Rile scorre in un territorio prevalentemente coltivato. Le fasce perifluviali arboree riparie sono strette e fortemente interrotte. Le rive sono coperte da erbe e arbusti, la sezione trasversale è artificiale con elementi naturali, il percorso è raddrizzato. Il livello di funzionalità è III.

### Le stazioni monitorate

Il campionamento è stato organizzato per la valutazione dell'impatto del depuratore di Abbiategrasso sulla Roggia. Sono state, quindi, monitorate due stazioni poste a monte (RR1 - Molino Comune nel Comune di Abbiategrasso) e a valle (RR2 - Molino delle Monache nel Comune di Abbiategrasso) dell'immissione dello scarico del depuratore; una terza stazione (RR3 - Cascina Lasso nel Comune di Ozzero) è stata aggiunta per valutare il grado di recupero del corso d'acqua all'impatto dello scarico sullo stesso.

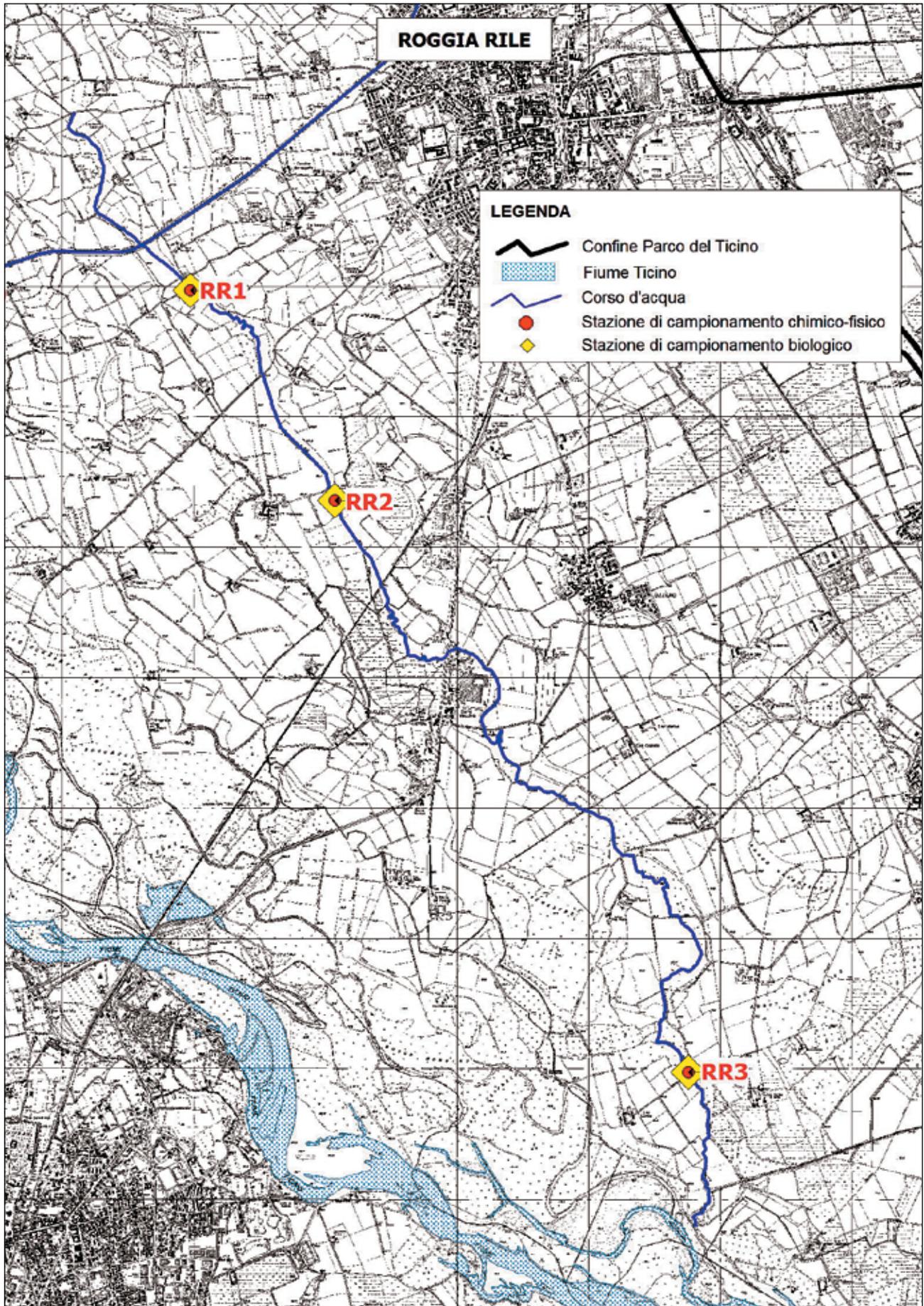


Fig. 1.10.1. - Stazioni di campionamento sulla Roggia Rile

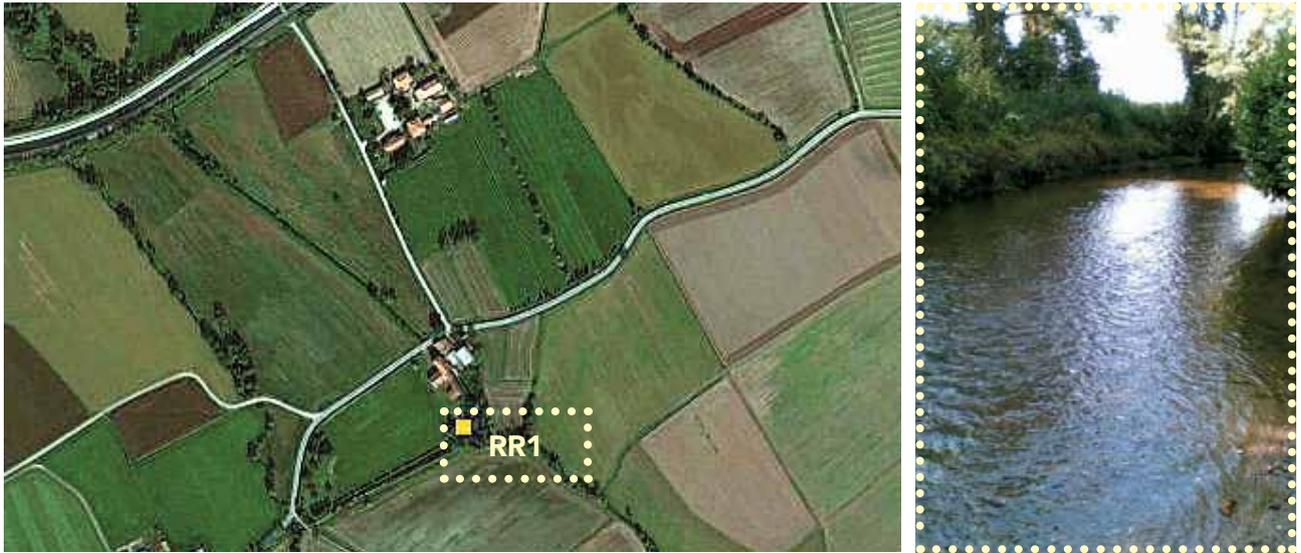


Fig. 1.10.2. - Roggia Rile - Stazione di campionamento RR1

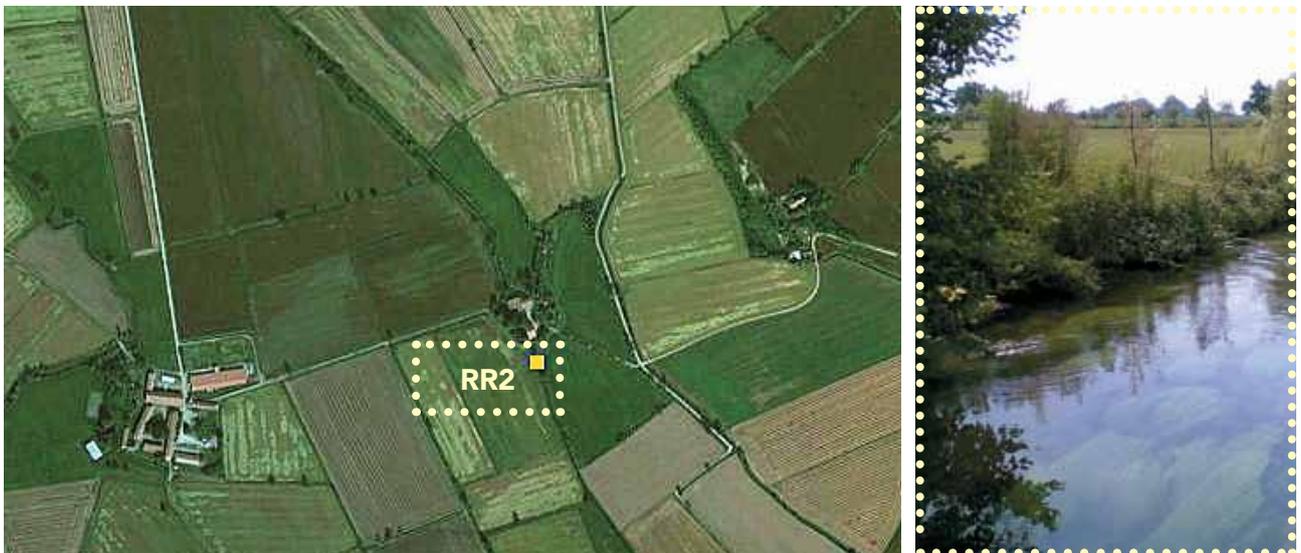


Fig. 1.10.3. - Roggia Rile - Stazione di campionamento RR2



Fig. 1.10.4. - Roggia Rile - Stazione di campionamento RR3

**Risultati ottenuti**

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti nelle 3 stazioni analizzate sulla Roggia Rile nelle campagne di monitoraggio svolte nel 2006 e 2007.

Stazione RR1								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	-	< 3	-	-	-	7,80	300	200
2007	5,04	< 3	0,010	3,850	0,301	8,12	1.800	1.000

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	5,43	< 3	0,033	4,600	0,180	11,63	700	400
2007	< 5	< 3	0,033	4,590	0,363	9,34	1.000	600

Stazione RR2								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	-	< 3	-	-	-	7,64	9.500	1.800
2007	6,50	< 3	0,767	3,190	1,230	6,29	3.800	1.300

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	8,44	< 3	0,086	5,130	1,280	12,42	4.000	1.200
2007	< 5	< 3	0,054	4,450	0,417	9,85	2.000	600

Stazione RR3								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	-	12,00	-	-	-	7,15	7.000	5.000
2007	7,76	< 3	0,058	0,019	0,874	8,02	2.500	300

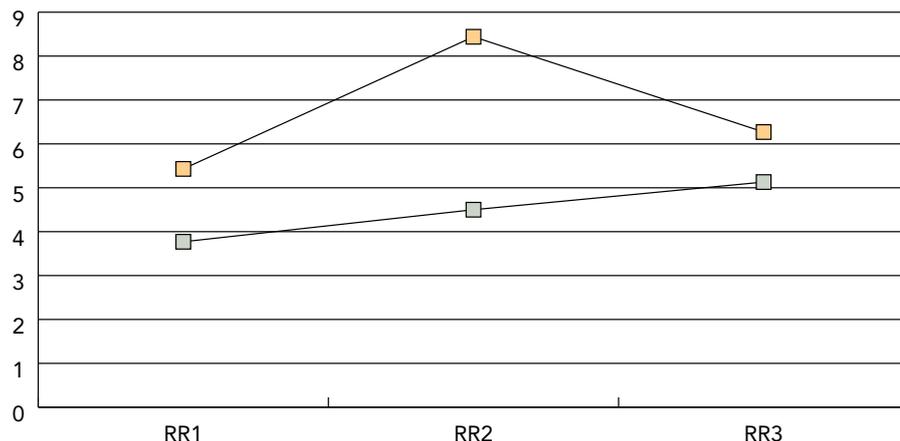
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	6,27	< 3	0,035	3,530	0,216	9,59	2.000	500
2007	< 5	< 3	0,042	3,390	1,680	8,79	1.500	200

Di seguito si riportano le medie annuali delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti sulla Roggia Rile nelle campagne di monitoraggio effettuate.

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
COD

■ 2006  
■ 2007



## Parametro

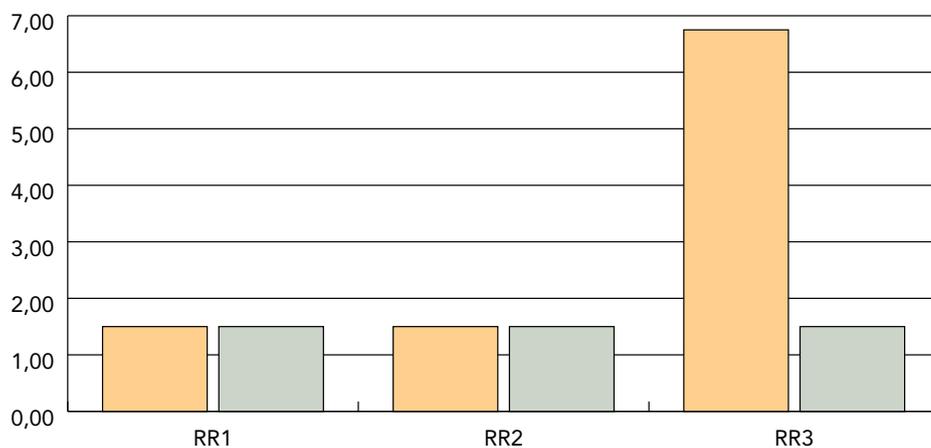
COD (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 5	< 10	< 15	< 25	> 25
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento  
del parametro  
BOD<sub>5</sub>

■ 2006  
■ 2007



## Parametro

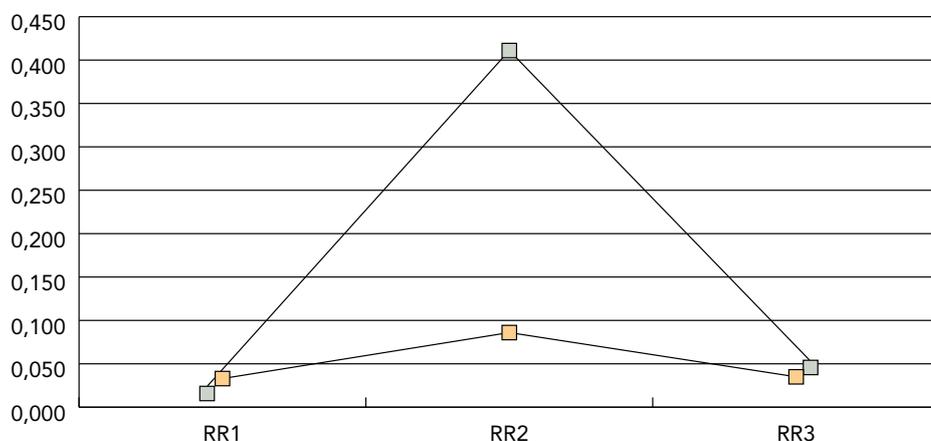
BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 2,5	< 4	< 8	< 15	> 15
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto  
ammoniacale

■ 2006  
■ 2007



## Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)

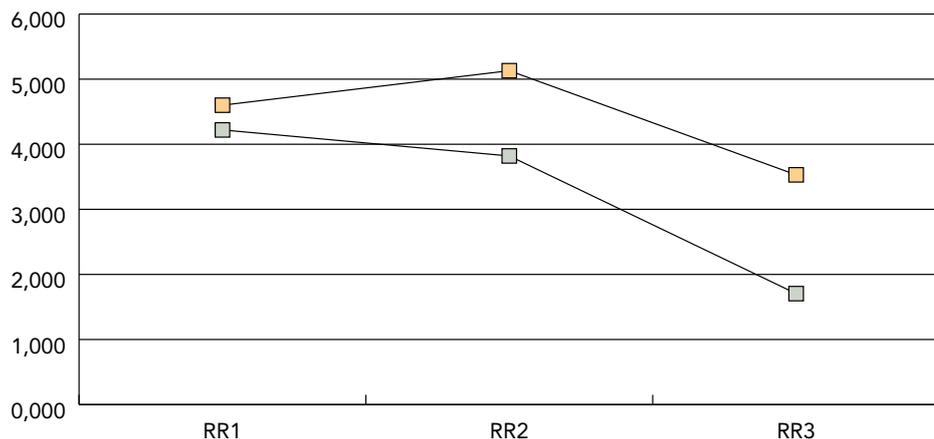
GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,03	< 0,1	< 0,5	< 1,5	> 1,5
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento del parametro  
Azoto nitrico

2006  
2007



Parametro

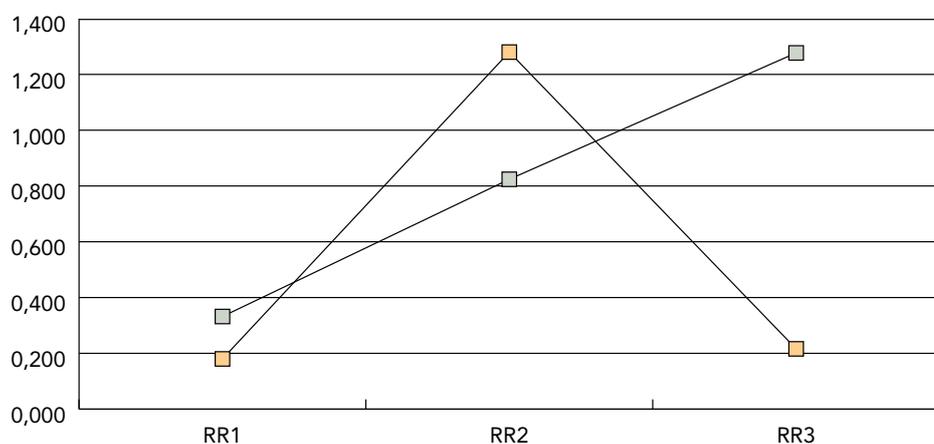
NO<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,3	< 1,5	< 5	< 10	> 10
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento del parametro  
Fosforo totale

2006  
2007



Parametro

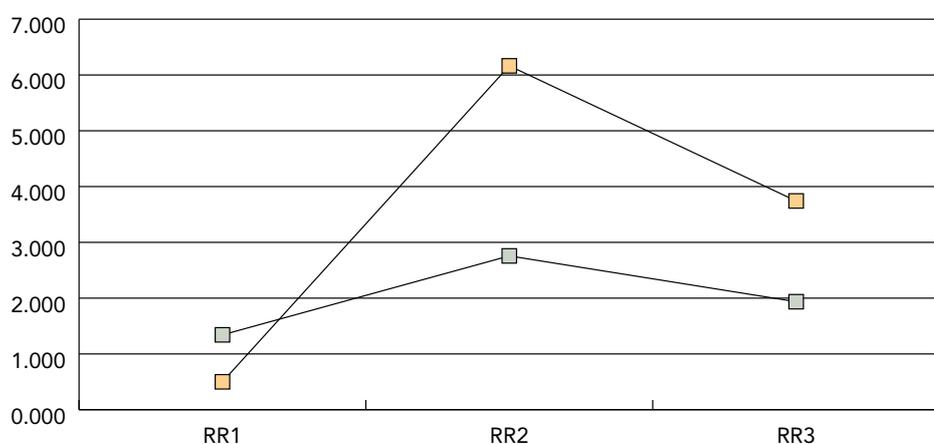
Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,07	< 0,15	< 0,30	< 0,6	> 0,6
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento del parametro  
Escherichia coli

2006  
2007



Parametro

Escherichia coli (UFC/mL)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 100	< 1000	< 5000	< 20000	> 20000
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Di seguito si riportano i risultati ottenuti tramite l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) nei diversi anni di campionamento.

#### Anno 2006

Nell'anno 2006 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
R1	7	
R2	7/8	III II
R3	8	II

#### Anno 2007

Nell'anno 2007 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
R1	8	
R2	7/8	III II
R3	8	II

Di seguito si riportano i risultati ottenuti nelle diverse campagne di monitoraggio effettuate.

Stazione	Primavera 2006	Autunno 2006	Primavera 2007	Autunno 2007
RR1	7 8	7	8	8 7
RR2	8	7	7	8
RR3	8	7 8	7 8	8

Le Stazioni 1 e 2 sono state scelte per valutare l'effetto dello scarico del depuratore di Abbiategrasso sulla roggia, che risulta poco influente dal confronto effettuato a monte e a valle dello stesso. Le cause potrebbero essere imputate alla già scarsa qualità del corso d'acqua a monte. Il lungo percorso della roggia tra la stazione 1 e la stazione 2 in un'area agricola di pregio naturalistico, potrebbe essere il fattore che limita l'impatto dello scarico sulla roggia stessa, evitando l'ulteriore scadimento di qualità. La Roggia Rile, nei pressi della Cascina Lasso (Stazione R3), presenta una comunità macrobentonica abbastanza diversificata, dove tuttavia mancano specie sensibili all'inquinamento, ed il giudizio di qualità risulta quello tipico di un ambiente con moderati sintomi di inquinamento. Il corso d'acqua in questo tratto presenta numerosi microambienti che potrebbero costituire habitat ideali per un numero di specie decisamente maggiore rispetto a quello rilevato.

Nonostante i monitoraggi effettuati dal Parco del Ticino sulla Roggia Rile siano stati interrotti a favore della caratterizzazione di altri corsi d'acqua minori, il monitoraggio della Roggia Rile prosegue costantemente ad opera di AMAGA S.p.A., società multiservizi che gestisce il depuratore di Abbiategrasso. Le analisi eseguite sulla Roggia sono di natura chimico-fisica, microbiologia e biologica. La realizzazione di tali analisi derivano da uno specifico piano di controllo (stabilito in accordo con il Parco del Ticino) mirato al monitoraggio dello stato idroqualitativo della Roggia Rile a seguito della richiesta da parte della Società di effettuare interventi di adeguamento dell'impianto.

## 1.11 Fontanile Mezzabarba

Il fontanile la cui rete idrografica si estende per 1,2 Km, ha origine a Sud-Ovest dell'abitato di Besate, da una zona di emergenza diffusa al piede del terrazzo morfologico ad ovest del paese e recapita le acque trasportate nel Fontanile Vecchio che infine raggiunge il Fiume Ticino. Il tracciato si sviluppa su superfici pressoché pianeggianti o con lieve pendenza verso meridione. La larghezza dell'alveo è pari a circa 1,5m.

Il corso d'acqua riceve periodicamente gli afflussi di troppopieno della rete fognaria e del depuratore comunale, oltre alle acque di esubero di alcuni canali irrigui.

### Le stazioni monitorate

Il campionamento di questa roggia è stato scelto per valutare l'effetto dello scarico del depuratore di Besate sul fontanile, che scorre in un'area agricola di grande pregio naturalistico.

E' stata monitorata un'unica stazione (Fm) posta a valle dello scarico del depuratore in Comune di Besate.



Fig. 1.11.1. - Fontanile Mezzabarba nei pressi della stazione di campionamento

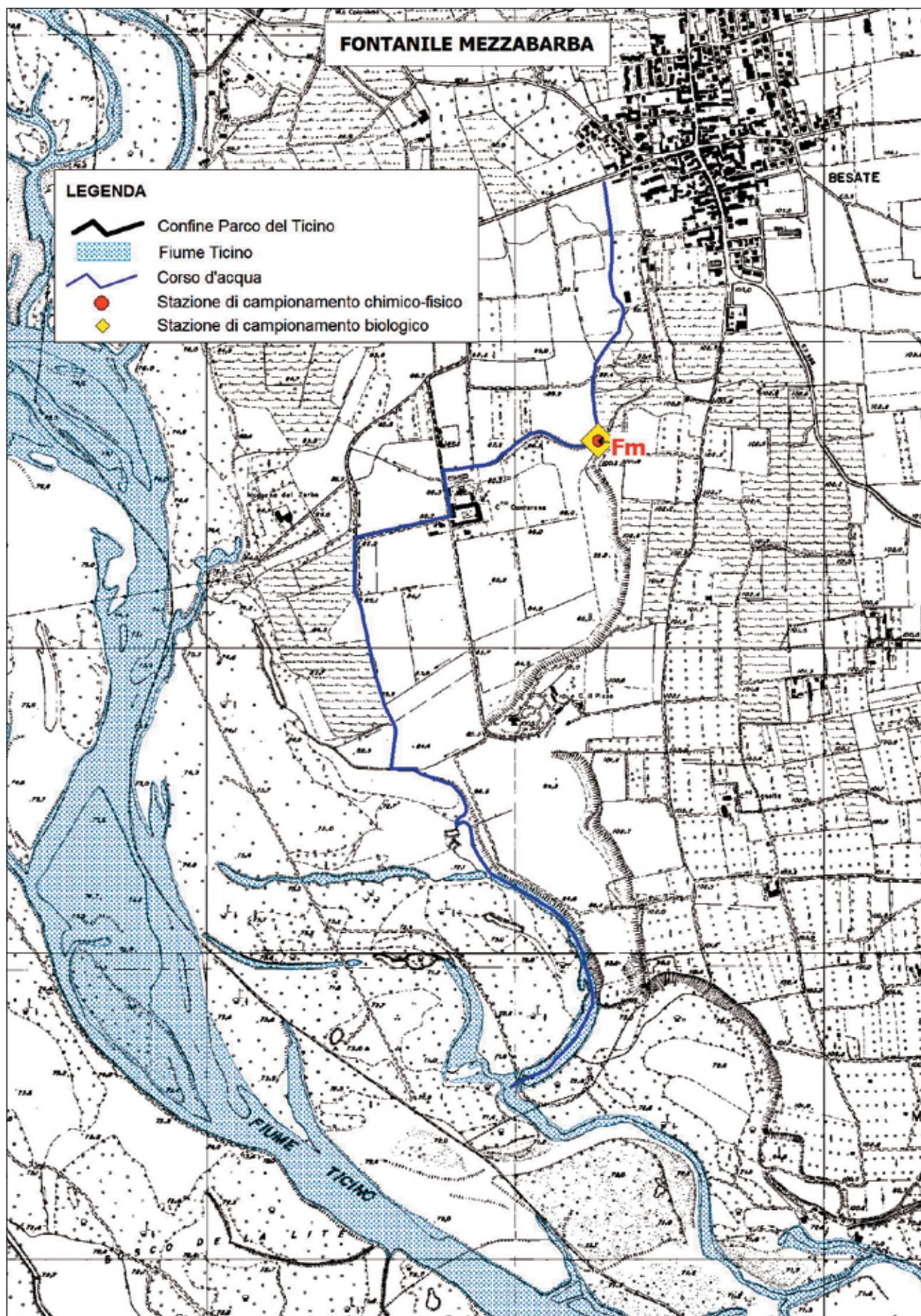


Fig. 1.11.2. - Stazione di campionamento sul Fontanile Mezzabarba



Fig. 1.11.3. - Fontanile Mezzabarba - Stazione di campionamento Fm

### Risultati ottenuti

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti nell'unica stazione analizzata sul Fontanile Mezzabarba a valle dell'immissione dello scarico del depuratore nelle diverse campagne di monitoraggio svolte nel 2006, 2007 e 2009.

Stazione Fm								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	-	6,00	-	-	-	3,95	40.000	27.000
2007	11,38	< 3	0,784	0,307	2,010	2,27	1.500	300
2008	10,10	8,00	0,603	2,360	1,310	4,90	6.200	1.900
2009	9,14	9,00	0,391	5,160	1,450	4,17	8.200	2.700

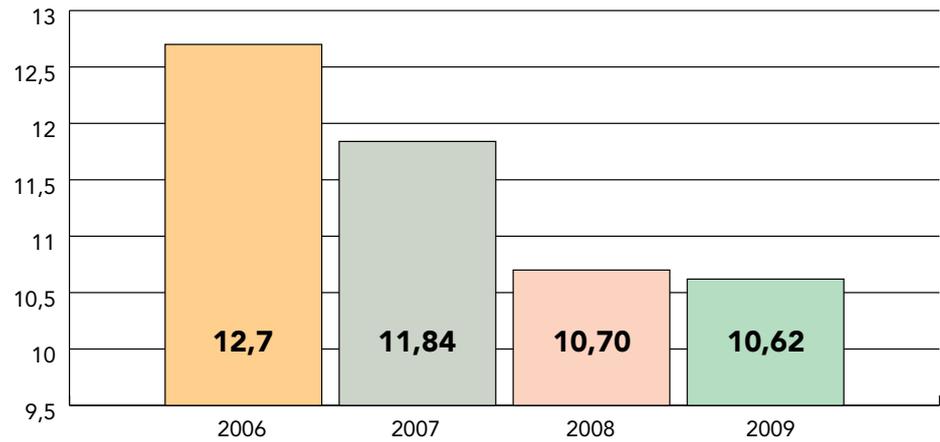
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	12,70	7,00	2,220	1,520	0,841	11,06	6.000	2.000
2007	12,30	< 3	2,330	4,200	3,670	5,52	1.400	500
2008	11,3	4,00	4,080	2,380	1,220	4,89	9.000	5.000
2009	12,10	10,00	1,870	1,770	1,600	9,23	20.000	6.000

Di seguito si riportano le medie annuali delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti sul Fontanile Mezzabarba nelle campagne di monitoraggio effettuate.

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
COD

2006  
2007  
2008  
2009



## Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 5

Elevato

## Livello II

&lt; 10

Buono

## Livello III

&lt; 15

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 25

Scadente

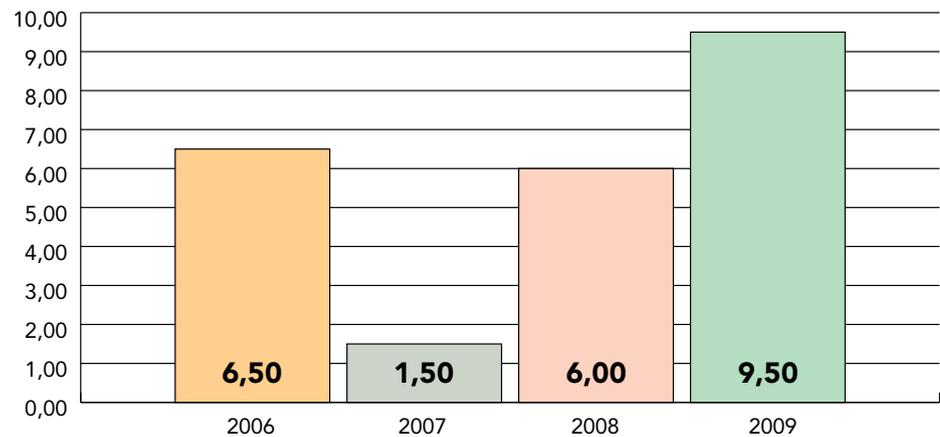
## Livello V

&gt; 25

Pessimo

Andamento  
del parametro  
BOD<sub>5</sub>

2006  
2007  
2008  
2009



## Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 2,5

Elevato

## Livello II

&lt; 4

Buono

## Livello III

&lt; 8

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 15

Scadente

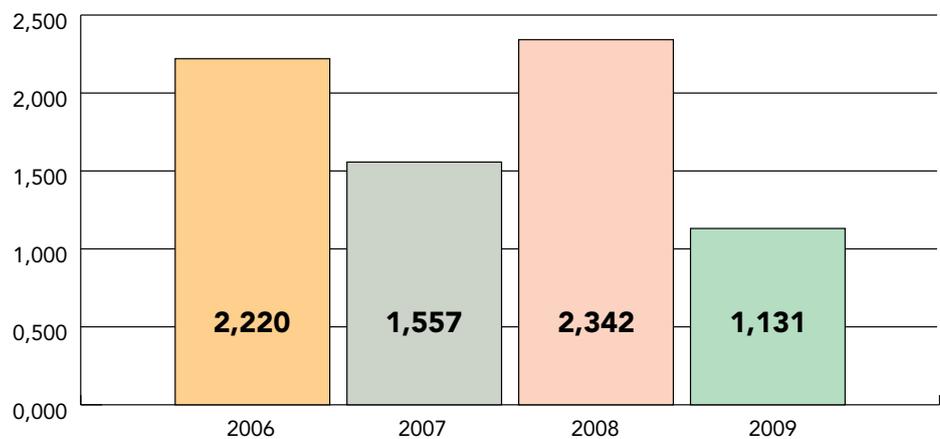
## Livello V

&gt; 15

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto  
ammoniacale

2006  
2007  
2008  
2009



## Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 0,03

Elevato

## Livello II

&lt; 0,1

Buono

## Livello III

&lt; 0,5

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 1,5

Scadente

## Livello V

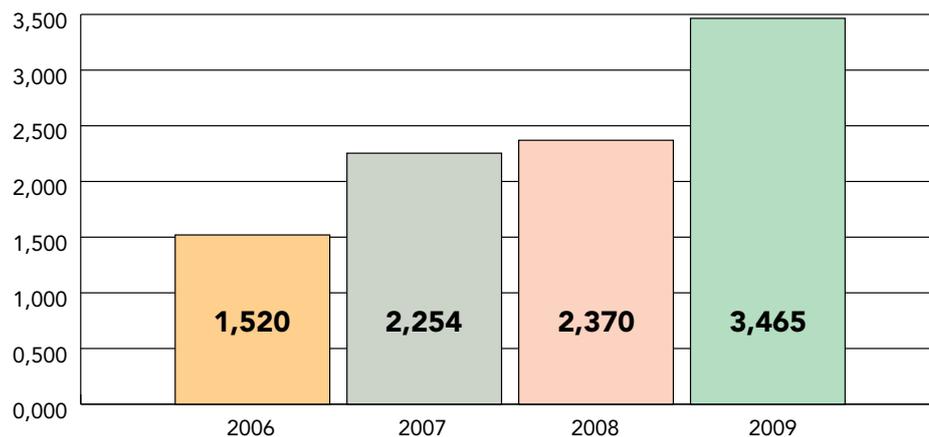
&gt; 1,5

Pessimo

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
Azoto nitrico

2006  
2007  
2008  
2009



## Parametro

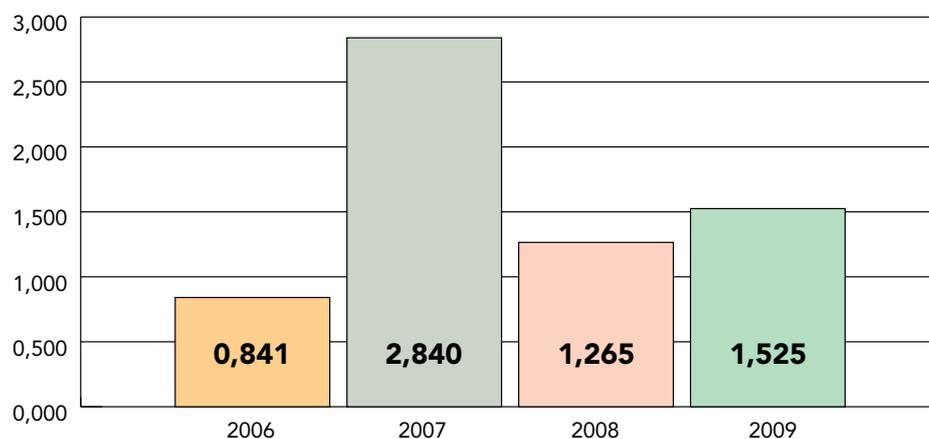
NO<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,3	< 1,5	< 5	< 10	> 10
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento  
del parametro  
Fosforo totale

2006  
2007  
2008  
2009



## Parametro

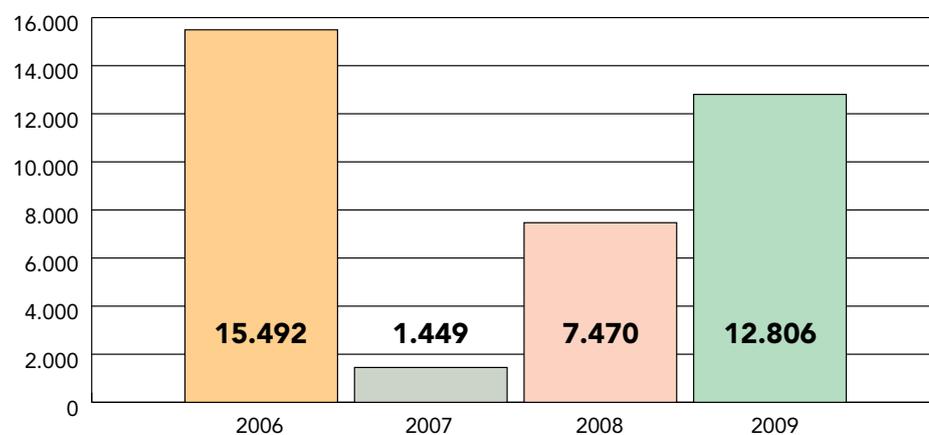
Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,07	< 0,15	< 0,30	< 0,6	> 0,6
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento  
del parametro  
Escherichia coli

2006  
2007  
2008  
2009



## Parametro

Escherichia coli (UFC/mL)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 100	< 1000	< 5000	< 20000	> 20000
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Di seguito si riportano i risultati ottenuti tramite l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) nei diversi anni di campionamento.

## Anno 2006

Nell'anno 2006 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità	
Fm	3/4	V	IV

## Anno 2007

Nell'anno 2007 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità	
Fm	5/6	IV	III

## Anno 2008

Nell'anno 2008 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità	
Fm	4	IV	

## Anno 2009

Nell'anno 2009 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità	
Fm	3/4	V	IV

Di seguito si riportano i risultati ottenuti nelle diverse campagne di monitoraggio effettuate.

Stazione	Primavera 2006	Autunno 2006	Primavera 2007	Autunno 2007	Primavera 2008	Autunno 2008	Primavera 2009	Autunno 2009
Besate	4	3	5	6	5	3	5/4	2/3

Le analisi effettuate evidenziano lo stato di compromissione in cui versa il fontanile e ciò a causa dello scarico del depuratore che determina un complessivo scadimento della qualità delle sue acque, ben evidenziato dai risultati ottenuti dai parametri macrodescrittori (LIM variabile tra scadente e pessimo). Le analisi eseguite nel 2009 confermano i risultati ottenuti nel corso degli anni, evidenziando che il fontanile risente fortemente dell'impatto del depuratore, nonostante il campionamento dell'autunno 2006 abbia fatto registrare un lieve miglioramento delle condizioni ecologiche del fontanile dovuto probabilmente agli sfalci effettuati sulle rive con una probabile rimozione del fondale anossico. Per quanto riguarda le analisi biologiche si rileva che la comunità macrobentonica rinvenuta, in linea generale, si presenta fortemente squilibrata a favore di taxa molto resistenti all'inquinamento (presenza di *Baetis*, Tubificidi e Chironomidi appartenenti alla specie *Thummi plumosus*, Gasteropodi e Bivalvi). In tutti i campionamenti effettuati è stata rilevata la forte presenza di anossia nei sedimenti, la presenza di batteri filamentosi, di acque torbide e giagastre che emettevano cattivi odori.

## 1.12 Roggia Bergonzòla e Roggia Vecchia

Di seguito, solo per la Roggia Vecchia, si riporta la descrizione e la caratterizzazione della funzionalità fluviale tratta dallo studio sull'applicazione dell'IFF; la Roggia Bergonzòla non è stata oggetto dello studio perché non collegata direttamente con il Fiume Ticino.

La parte di Roggia Vecchia considerata significativa ai fini della funzionalità fluviale va dalla località Divisa (Comune di Torre d'Isola - PV) fino all'immissione nel Ticino. Il percorso effettuato dal corso d'acqua è di circa 3,5 km. Il regime è laminare a eccezione del tratto in prossimità della confluenza nel Ticino. Le strutture di ritenzione presenti in alveo, costituite da rami e da rade idrofite, sono nel complesso scarse. Il periphyton è spesso e la comunità macrobentonica è alterata. Il tratto dalla confluenza nel Ticino fino al primo ponticello in prossimità della fine del bosco in sponda destra orografica è fiancheggiato da un prato incolto e da boschi, mentre a sinistra sono presenti coltivazioni a pioppo. La vegetazione perifluviale è costituita su ambo i lati da una stretta fascia di essenze arboree riparie con interruzioni. Le rive sono coperte da erbe e arbusti, l'erosione risulta frequente con scavo delle rive e delle radici. Sono presenti salti d'acqua artificiali. La sezione è nel complesso naturale con interventi artificiali, il fondo dell'alveo è sabbioso e facilmente movibile. Raschi e pozze si susseguono in maniera irregolare. Il livello di funzionalità è III per entrambe le sponde. Il tratto successivo va fino all'abitato di Casottole ed è affiancato in prevalenza da coltivazioni intensive. La stretta fascia di vegetazione perifluviale è costituita essenzialmente da robinie, con maggiori interruzioni in sponda sinistra, soprattutto in corrispondenza dei pioppeti. Le rive sono coperte da un leggero strato erboso, l'erosione delle rive è frequente. La sezione trasversale è naturale con interventi artificiali, il fondo dell'alveo, costituito da piccoli ciottoli e ghiaia, è movibile a tratti. Il percorso si presenta nel complesso poco diversificato, soprattutto se paragonato al tratto precedente. Il livello di funzionalità è III-IV. Il tratto che va fino al raccordo autostradale Pavia-Beregardo è fiancheggiato da coltivi in sponda sinistra e da territorio urbanizzato in destra. La vegetazione riparia è data da una striscia di robinie con interruzioni. Le rive sono coperte da erbe e arbusti, l'erosione è presente nelle curve e nelle strettoie. La sezione è artificiale con qualche elemento naturale, il percorso è quasi raddrizzato. Il livello di funzionalità è III in sponda sinistra e III-IV in sponda destra. Il tratto seguente, fino alla fine di Ca' De Vecchi, scorre fra coltivazioni intensive. In sponda sinistra manca la vegetazione arborea e/o arbustiva, mentre in destra la fascia è formata da arbusti non ripari. Le rive alternano tratti con erbe e arbusti ad altri nudi e con difese spondali che di fatto impediscono l'erosione. La sezione trasversale è artificiale con elementi naturali e il percorso è raddrizzato. Il livello di funzionalità è IV. Il tratto fino a Divisa è fiancheggiato da coltivi. La stretta fascia vegetazionale è costituita da robinie con interruzioni. Le rive sono coperte da erbe e arbusti, l'erosione è frequente. Sezione trasversale, fondo dell'alveo e percorso sono analoghi al tratto precedente. Il livello di funzionalità è III-IV per entrambe le sponde.

### Le stazioni monitorate

Le due Rogge ricevono gli scarichi di alcuni dei depuratori che servono il Comune di Torre d'Isola e le sue frazioni. In particolare viene effettuato il campionamento sulla Roggia Vecchia nella stazione denominata (TdI2) per valutare l'effetto dello scarico del depuratore di Casottole di Torre d'Isola, mentre il campionamento della Roggia Bergonzòla (TdI1) è stato scelto per valutare l'effetto dello scarico dei depuratori delle frazioni Campagna e Boschetto.

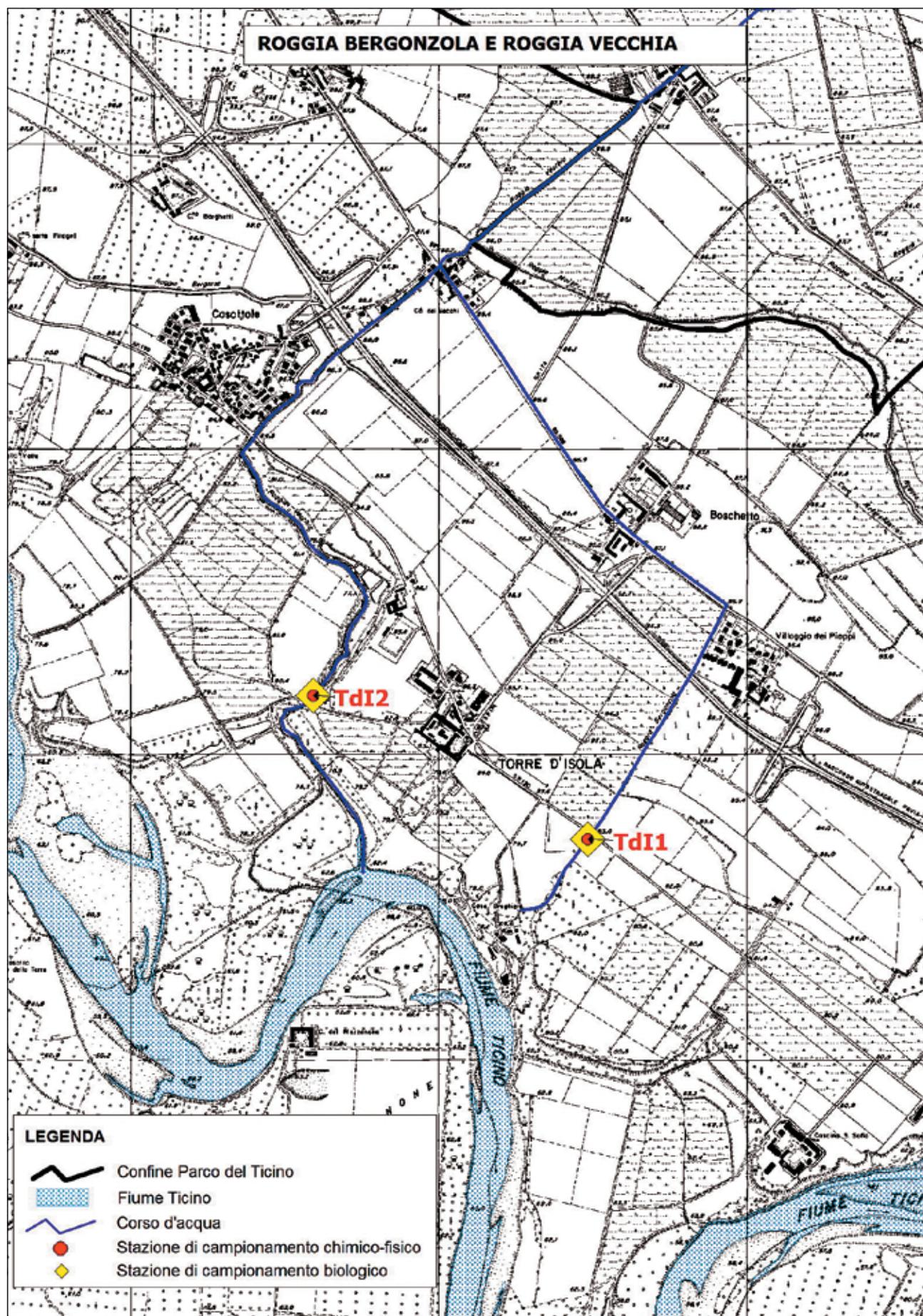


Fig. 1.12.1. - Stazioni di campionamento nel territorio di Torre d'Isola (PV)



Fig. 1.12.2. - Roggia Vecchia e Roggia Bergonzola - Stazioni di campionamento Tdl1 e Tdl2

**Risultati ottenuti**

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti nell'unica stazione analizzata sulla Roggia Bergonzola (Tdl2) e nell'unica sulla Vecchia (Tdl1) nelle campagne di monitoraggio svolte dal 2006 al 2009.

Stazione Tdl1								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	-	< 3	-	-	-	9,54	1.300	700
2007	8,60	< 3	0,050	0,019	0,383	14,29	3.000	800
2008	15,30	< 3	0,108	1,640	0,360	8,28	2.600	900
2009	6,72	4,00	0,045	1,060	0,252	8,42	3.000	2.200

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	8,93	< 3	0,036	1,220	< 0,15	11,69	5.000	1.000
2007	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	12,20	< 3	0,302	1,890	0,351	12,21	4.000	1.000
2009	12,30	9,00	0,463	1,970	0,187	12,46	4.400	300

Stazione Tdl2								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	-	< 3	-	-	-	10,55	500	200
2007	6,34	< 3	0,104	< 0,015	0,378	4,80	6.000	1.100
2008	11,70	< 3	0,042	1,980	0,295	7,80	2.200	700
2009	10,90	5,00	0,074	1,150	0,251	8,11	3.500	1.800

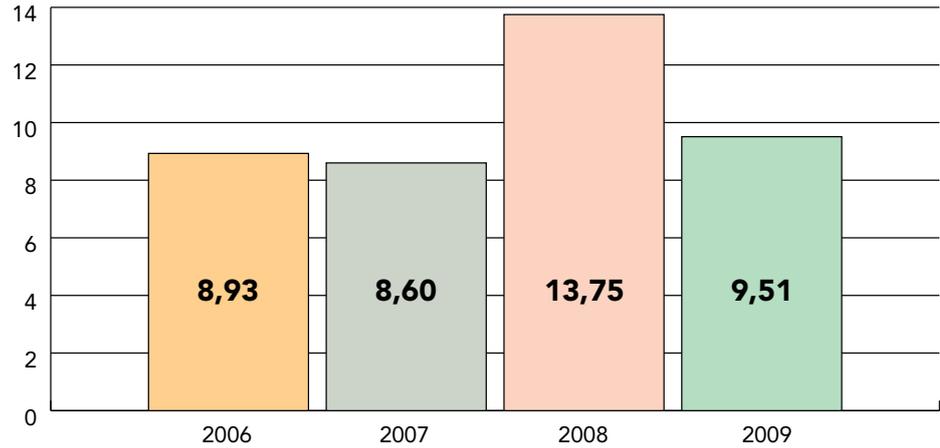
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2006	5,89	< 3	0,079	2,260	0,249	11,20	2.000	1.000
2007	9,61	< 3	0,213	1,780	0,451	8,19	8.000	4.200
2008	17,40	< 3	0,375	1,940	0,461	11,99	10.000	9.000
2009	8,20	18,00	0,188	1,660	0,197	12,16	15.000	2.200

Di seguito si riportano in ordine le medie annuali delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenute sulla Roggia Bergonzola e sulla Roggia Vecchia nelle campagne di monitoraggio effettuate.

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
COD  
Roggia  
Bergonzòla

2006  
2007  
2008  
2009



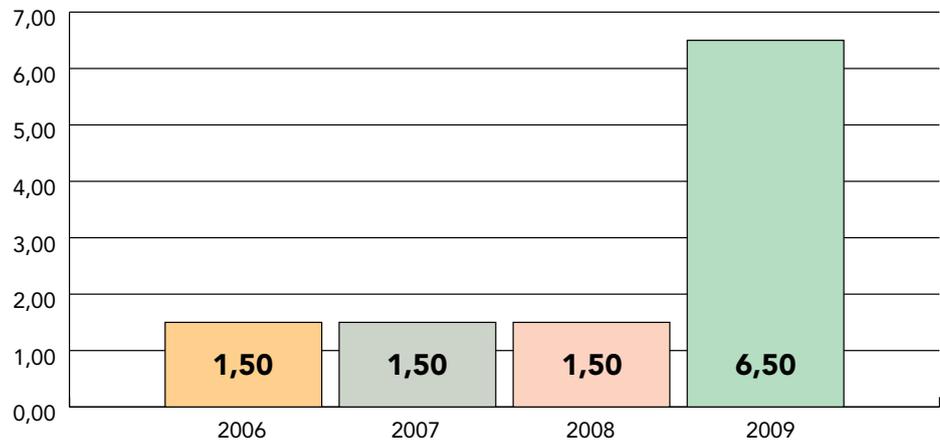
Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)  
GIUDIZIO



Andamento  
del parametro  
BOD<sub>5</sub>  
Roggia  
Bergonzòla

2006  
2007  
2008  
2009



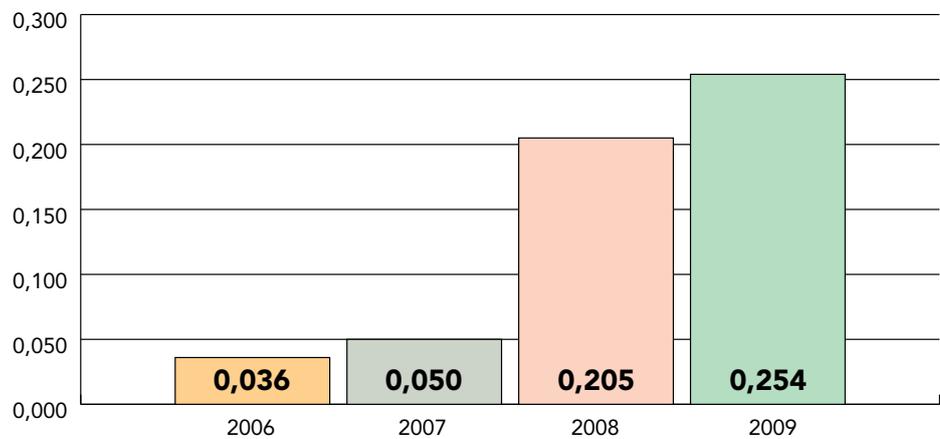
Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)  
GIUDIZIO



Andamento  
del parametro  
Azoto  
ammoniacale  
Roggia  
Bergonzòla

2006  
2007  
2008  
2009



Parametro

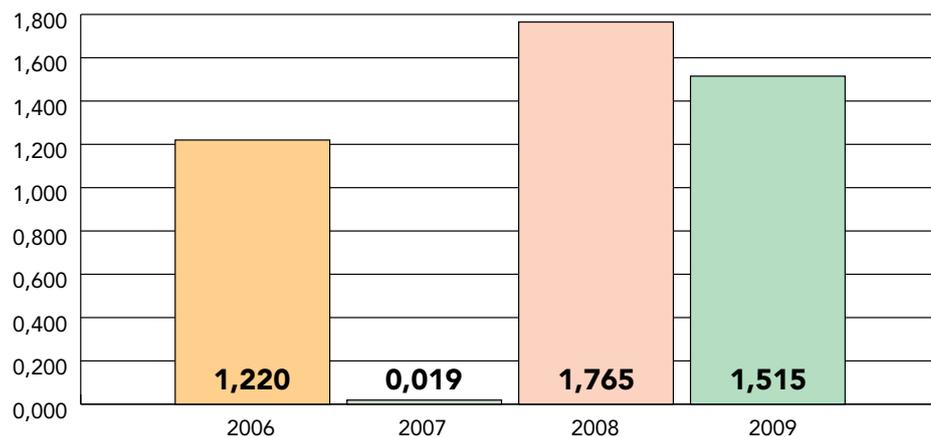
NH<sub>4</sub> (N mg/L)  
GIUDIZIO



## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
Azoto nitrico  
Roggia  
Bergonzola

2006  
2007  
2008  
2009



Parametro

NO<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,3

Elevato

Livello II

< 1,5

Buono

Livello III

< 5

Sufficiente

Livello IV

< 10

Scadente

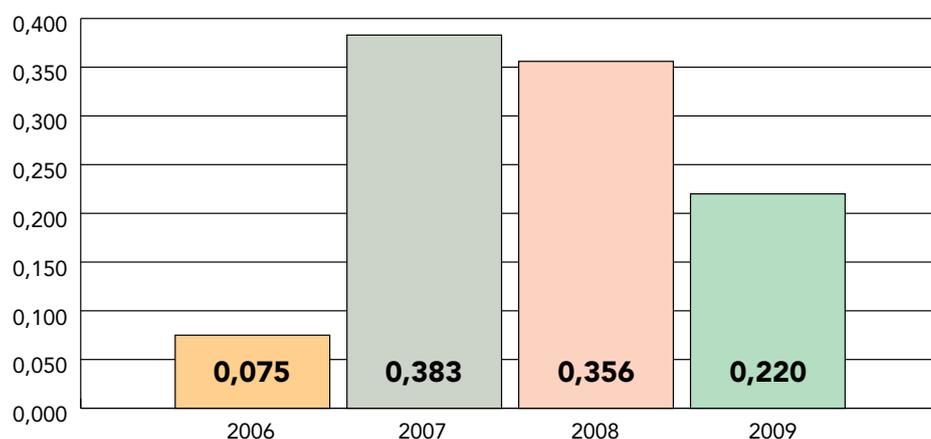
Livello V

> 10

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Fosforo totale  
Roggia  
Bergonzola

2006  
2007  
2008  
2009



Parametro

Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,07

Elevato

Livello II

< 0,15

Buono

Livello III

< 0,30

Sufficiente

Livello IV

< 0,6

Scadente

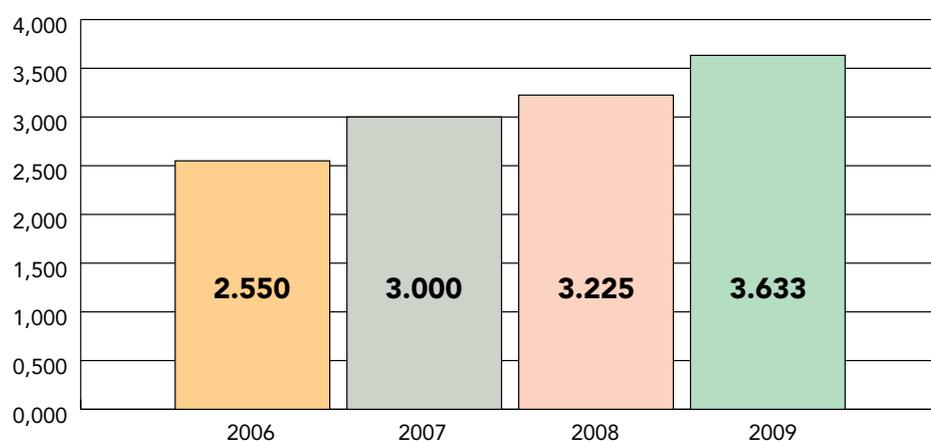
Livello V

> 0,6

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Escherichia coli  
Roggia  
Bergonzola

2006  
2007  
2008  
2009



Parametro

Escherichia coli (UFC/mL)

GIUDIZIO

Livello I

< 100

Elevato

Livello II

< 1000

Buono

Livello III

< 5000

Sufficiente

Livello IV

< 20000

Scadente

Livello V

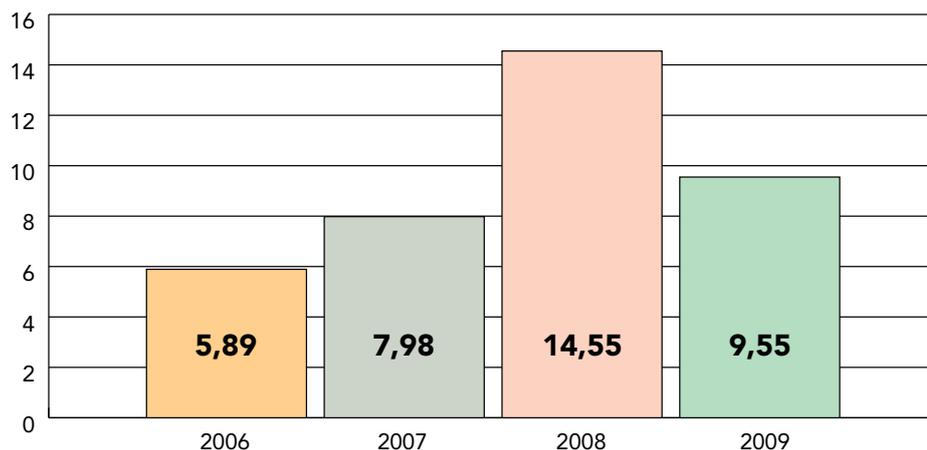
> 20000

Pessimo

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
COD  
Roggia  
Vecchia

2006  
2007  
2008  
2009



Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 5

Elevato

Livello II

< 10

Buono

Livello III

< 15

Sufficiente

Livello IV

< 25

Scadente

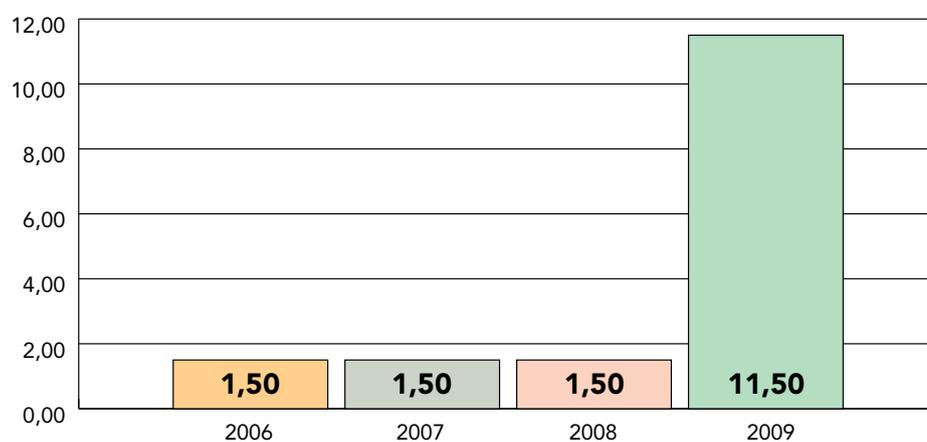
Livello V

> 25

Pessimo

Andamento  
del parametro  
BOD<sub>5</sub>  
Roggia  
Vecchia

2006  
2007  
2008  
2009



Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 2,5

Elevato

Livello II

< 4

Buono

Livello III

< 8

Sufficiente

Livello IV

< 15

Scadente

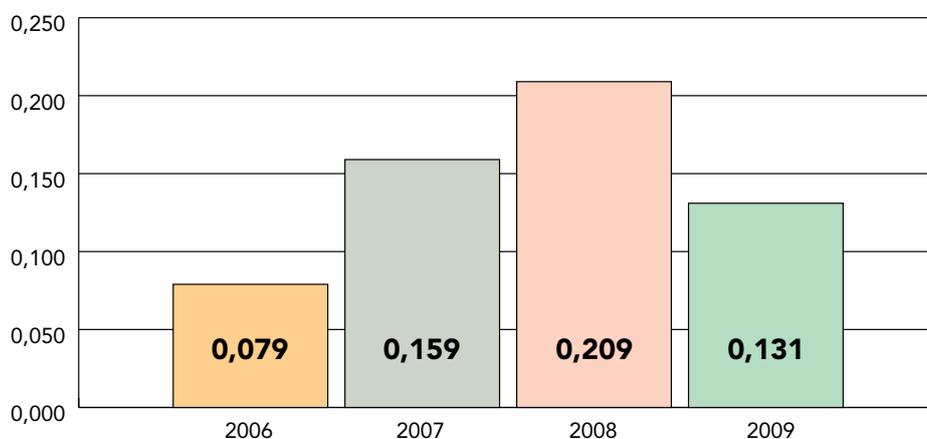
Livello V

> 15

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto  
ammoniacale  
Roggia  
Vecchia

2006  
2007  
2008  
2009



Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,03

Elevato

Livello II

< 0,1

Buono

Livello III

< 0,5

Sufficiente

Livello IV

< 1,5

Scadente

Livello V

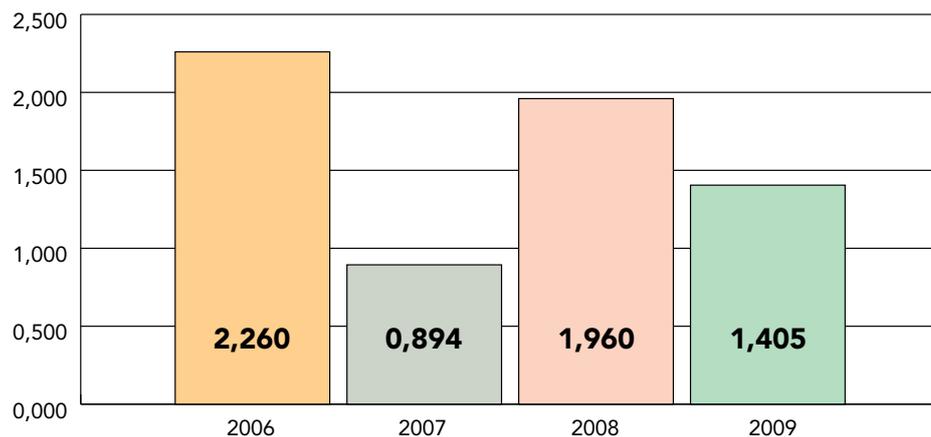
> 1,5

Pessimo

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
Azoto nitrico  
Roggia  
Vecchia

2006  
2007  
2008  
2009



Parametro

NO<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,3

Elevato

Livello II

< 1,5

Buono

Livello III

< 5

Sufficiente

Livello IV

< 10

Scadente

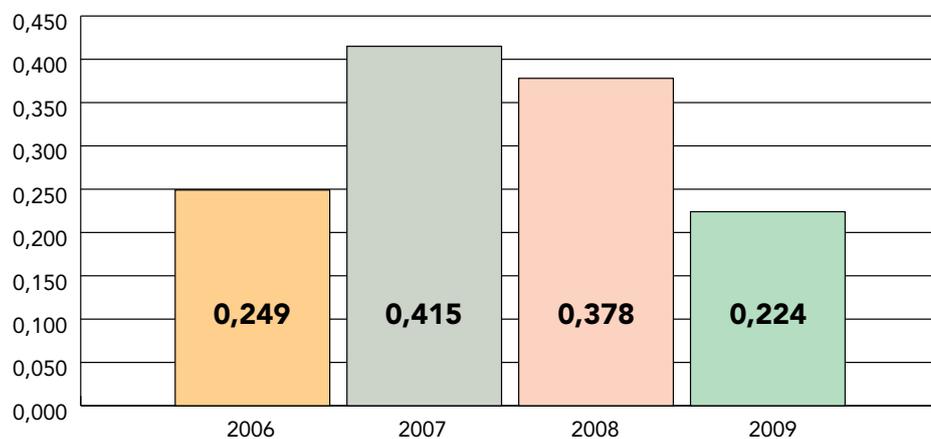
Livello V

> 10

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Fosforo totale  
Roggia  
Vecchia

2006  
2007  
2008  
2009



Parametro

Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,07

Elevato

Livello II

< 0,15

Buono

Livello III

< 0,30

Sufficiente

Livello IV

< 0,6

Scadente

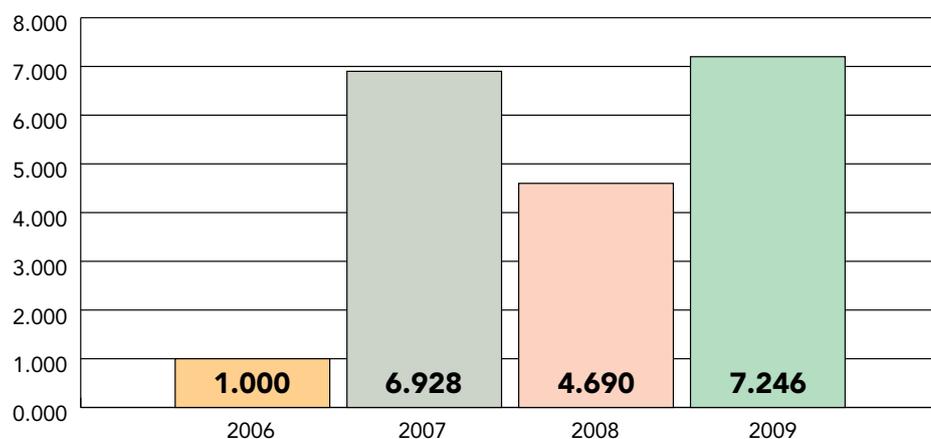
Livello V

> 0,6

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Escherichia coli  
Roggia  
Vecchia

2006  
2007  
2008  
2009



Parametro

Escherichia coli (UFC/mL)

GIUDIZIO

Livello I

< 100

Elevato

Livello II

< 1000

Buono

Livello III

< 5000

Sufficiente

Livello IV

< 20000

Scadente

Livello V

> 20000

Pessimo

Di seguito si riportano i risultati ottenuti tramite l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) nei diversi anni di campionamento.

### Roggia Vecchia

#### Anno 2006

Nell'anno 2006 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Tdl1	7	III

#### Anno 2007

Nell'anno 2007 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Tdl1	5	IV

#### Anno 2008

Nell'anno 2008 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Tdl1	6	III

#### Anno 2009

Nell'anno 2009 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Tdl1	6	III

Di seguito si riportano i risultati ottenuti nelle diverse campagne di monitoraggio effettuate.

Stazione	Primavera 2006	Autunno 2006		Primavera 2007	Autunno 2007	Primavera 2008	Autunno 2008	Primavera 2009	Autunno 2009	
Vecchia	6	8	7	4/5	6	6	6/7	7	6	5

Come si osserva dai dati riportati, i risultati indicano che l'impatto del depuratore sulla roggia è notevole e determina la presenza di un ambiente inquinato/alterato.

A differenza dei valori riscontrati sulla Roggia Bergonzola, che presenta valori fortemente oscillanti, la Roggia Vecchia presenta un ambiente abbastanza stabile. Lo scostamento del valore di IBE rilevato in alcuni periodi può essere attribuito sia ad una variazione qualitativa del refluo immesso, sia all'azione di dilavamento a valle degli organismi macrobentonici.

## Roggia Bergonzòla

### Anno 2006

Nell'anno 2006 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Tdl2	8	II

### Anno 2007

Nell'anno 2007 è stato effettuato un solo rilievo IBE in quanto durante il periodo autunnale la Roggia Bergonzòla risultava in asciutta per cui non si riporta il valore medio dell'anno, ma solo l'unico valore del 2007 in coda al paragrafo.

### Anno 2008

Nell'anno 2008 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Tdl1	7	III

### Anno 2009

Nell'anno 2009 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Tdl1	6	III

Di seguito si riportano i risultati ottenuti nelle diverse campagne di monitoraggio effettuate.

Stazione	Primavera 2006	Autunno 2006	Primavera 2007	Autunno 2007	Primavera 2008	Autunno 2008	Primavera 2009	Autunno 2009	
Bergonzòla	8	8	4	3	asciutto	8	7	7	5

Le analisi biologiche dimostrano che gli scarichi dei depuratori hanno un certo impatto su questo corso d'acqua, ma a seguito di quattro anni di osservazioni l'elemento più evidente è l'instabilità della comunità macrobentonica dovuta principalmente alle condizioni idrologiche del corso d'acqua. La roggia Bergonzòla, infatti, in alcuni periodi dell'anno rimane in asciutta determinando uno squilibrio della comunità macrobentonica che richiede un certo tempo per assestarsi nuovamente e poter rispondere efficacemente agli effetti degli scarichi dei depuratori; in altri periodi, invece, subisce la presenza di portate notevoli. In tale ottica si interpretano anche i dati rilevati negli scorsi anni, che hanno fatto registrare forti variazioni nei diversi campionamenti, difficilmente attribuibili alla qualità delle acque che vi scorrono.

Come evidenziato dai risultati ottenuti nei diversi anni, dato che nei periodi in cui l'acqua permane per un certo periodo i valori di IBE ottenuti rilevano la presenza di un ambiente con moderati sintomi di inquinamento/alterazione e l'osservazione della roggia evidenzia un certo grado di naturalità in particolar modo nel suo ultimo tratto, potrebbero essere effettuate scelte gestionali che portino ad alimentare costantemente tale roggia che potrebbe così rappresentare sia un ambiente secondario di grande importanza per la conservazione di specie animali e vegetali associate agli ambienti umidi sia un elemento che può efficacemente contribuire alla depurazione degli scarichi che vi vengono immessi.

## 1.13 Torrente Terdoppio

Il Torrente Terdoppio era un corso d'acqua di origine prealpina con uno sviluppo di circa 90 km che attraversava le province di Novara e Pavia e confluiva in Po a sud di Zinasco.

La sua continuità fu interrotta artificialmente in epoca medioevale, quando per esigenze di approvvigionamento irriguo le sue acque furono intercettate poco a sud di Novara e quindi deviate verso la valle del Ticino. Da questo intervento si generò un nuovo assetto del Torrente, che oggi può essere suddiviso in due porzioni distinte, Terdoppio novarese e Terdoppio lomellino. Il primo nasce dal gruppo delle Prealpi compreso tra il lago Maggiore e il lago d'Orta, scorre nella pianura novarese e confluisce in Ticino poco prima di Vigevano. Il Terdoppio lomellino prende invece origine da diversi corpi idrici minori che nella porzione più meridionale della provincia di Novara confluiscono nel Torrente Refredodo. Quest'ultimo entra in provincia di Pavia e all'altezza di Gravellona Lomellina cambia il suo nome in Terdoppio. Da qui incrementa la sua portata grazie all'apporto di risorgive, colature e scaricatori di corsi d'acqua a uso irriguo, percorre tutta la lomellina orientale con andamento subparallelo al Ticino e confluisce in Po in comune di Sommo. Attualmente tra i due tratti di Torrente non esiste più una connessione diretta, sebbene acque provenienti dalla porzione novarese giungano comunque al Terdoppio lomellino per mezzo di corpi idrici minori; in condizioni ordinarie il loro contributo è molto modesto ma in occasione di forti precipitazioni nel sottobacino piemontese la loro influenza sulle portate in transito nel tratto pavese sono assai rilevanti, specialmente negli ultimi anni. Il Terdoppio lomellino è un importante componente dell'idrografia della provincia di Pavia. E' un corso d'acqua naturale che per estese porzioni del suo sviluppo è stato ampiamente modificato dall'uomo; questa artificializzazione non ha riguardato solamente la morfologia dell'alveo e delle sponde, ma si è estesa anche al regime idrologico, che oggi è solo parzialmente dipendente dagli eventi naturali che interessano il comprensorio direttamente drenato. Oltre alle acque provenienti dal sottobacino novarese in occasione delle piene, infatti, attraverso gli scaricatori del Naviglio Langosco e del Subdiramatore Pavia del Canale Cavour, il Terdoppio lomellino può ricevere rilevanti volumi d'acqua indipendentemente dalle condizioni di piovosità dei territori attraversati; questi apporti, inoltre, provengono da altri ambiti idrografici, in particolare dal Ticino e dal complesso Po-Dora Baltea. Il Torrente, infine, è interessato da un gran numero di rilevanti derivazioni irrigue, tanto che in coincidenza con le punte di fabbisogno agricolo le sue portate si annullano e ricostituiscono varie volte lungo il suo sviluppo. Gli interventi umani finalizzati all'uso irriguo delle acque del Terdoppio hanno determinato nel tempo anche profonde alterazioni del suo profilo di fondo, per la realizzazione delle numerose opere trasversali necessarie alla derivazione per caduta. In pratica, l'attuale assetto del Torrente è quello di un corso d'acqua composto da una serie di tronconi ricompresi tra due chiuse successive. La presenza dei salti artificiali di fondo ha poi determinato diffuse riduzioni della pendenza naturale dell'alveo, anche se in parte compensate da rettifiche del suo tracciato. A queste alterazioni, già di per sé gravemente penalizzanti l'assetto ecologico del corso d'acqua, vanno aggiunti gli impatti determinati sia dal recapito di apporti inquinanti sia dalle manovre delle numerose chiuse a paratoie mobili. Le frequenti regolazioni di queste opere, infatti, sono dettate essenzialmente dalle necessità irrigue e non tengono in alcun conto le esigenze ambientali. Ciò determina numerose e sensibili variazioni delle portate, dei livelli idrometrici e della velocità di corrente nei tratti di Terdoppio interessati dalle chiuse e causando una marcata instabilità dei principali fattori che condizionano l'assetto ecologico del corso d'acqua. In merito alle alterazioni della qualità delle acque, il Terdoppio è il recettore dei reflui, depurati o meno, degli abitati di Gambolò, Tromello, Alagna, Garlasco, Dorno e Zinasco, oltre che di agglomerati minori; notevoli anche gli apporti diffusi e puntuali di potenziali inquinanti di origine agricola e zootecnica e estremamente significativa è stagionalmente la presenza di solidi sospesi. Nonostante ciò gli esiti dei monitoraggi svolti sistematicamente da più di un decennio non evidenziano gravissime compromissioni idroqualitative, così che il Torrente conserva una sostanziale compatibilità potenziale con l'uso desiderato più esigente, cioè la tutela della vita acquatica.

### Le stazioni monitorate

Il campionamento di questo torrente è stato effettuato per la valutazione dell'impatto dello scarico prodotto dal depuratore di Gambolò; sono state individuate due stazioni poste a monte (Ter1) e a valle (Ter2) dello scarico stesso. Non è stato possibile effettuare le analisi biologiche a causa della difficoltà nel trovare un adeguato punto di campionamento in quanto il torrente risulta troppo profondo e con rive ripide.

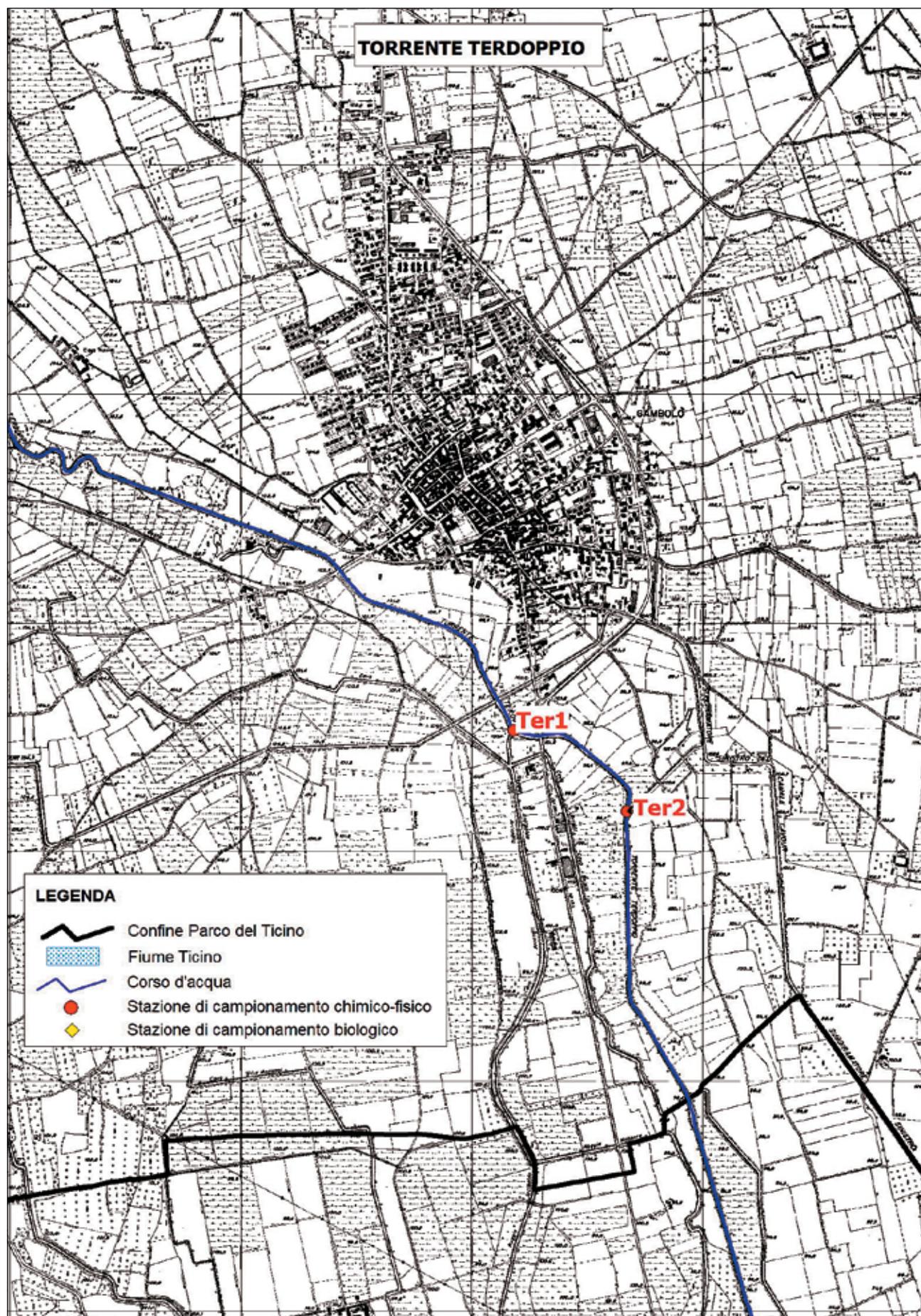


Fig. 1.13.1. - Stazioni di campionamento sul Torrente Terdoppio

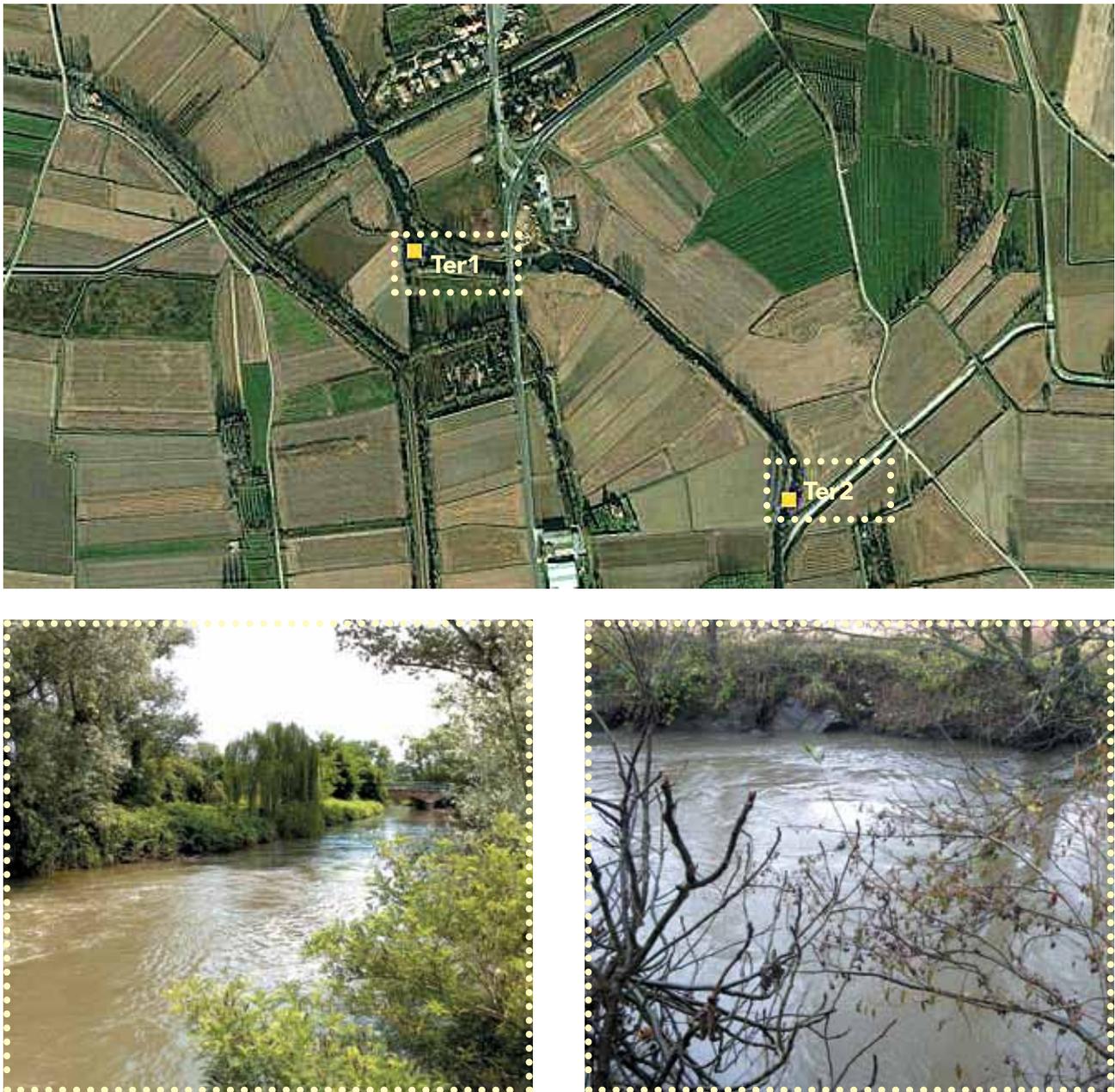


Fig. 1.13.2. - Torrente Terdoppio - Stazioni di campionamento Ter1 e Ter2

### Risultati ottenuti

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti sul Torrente Terdoppio nelle stazioni poste a monte e a valle dello scarico del depuratore di Gambolò nelle campagne di monitoraggio che sono state effettuate dal 2007 al 2010.

Stazione Ter1								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2007	5,27	< 3	0,105	0,934	0,289	6,53	1.800	700
2008	16,10	5,00	0,111	1,760	0,322	8,12	1.900	500
2009	8,82	< 3	0,028	2,510	0,486	8,01	9.000	400
2010	7,21	< 3	0,143	1,580	0,172	7,41	2.500	600

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2007	7,75	< 3	0,087	2,030	0,312	9,56	1.300	900
2008	< 5	< 3	0,101	3,130	0,164	10,95	3.000	1.000
2009	15,40	8,00	0,119	2,400	0,158	10,73	3.900	2.100
2010	11,80	< 3	0,142	2,260	0,339	-	3.500	1.200

Stazione Ter2								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2007	8,20	< 3	0,992	1,360	0,560	6,94	8.000	6.000
2008	17,50	5,00	0,139	1,780	0,313	8,32	2.100	570
2009	11,00	5,00	0,114	2,580	0,534	7,60	16.000	900
2010	9,04	7,00	0,181	1,600	0,477	7,86	7.500	1.000

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2007	7,94	< 3	0,135	2,080	0,407	10,08	4.800	1.200
2008	< 5	< 3	0,106	3,070	0,171	11,37	6.000	2.700
2009	15,80	7,00	0,219	2,490	0,181	10,93	3.400	1.600
2010	11,90	4,00	0,096	2,270	0,330	-	10.000	7.000

Nella pagina seguente si riportano invece gli andamenti dei valori medi annuali dei diversi parametri analizzati nelle due stazioni poste a monte e a valle dell'immissione dello scarico del depuratore negli anni dal 2007 al 2010.

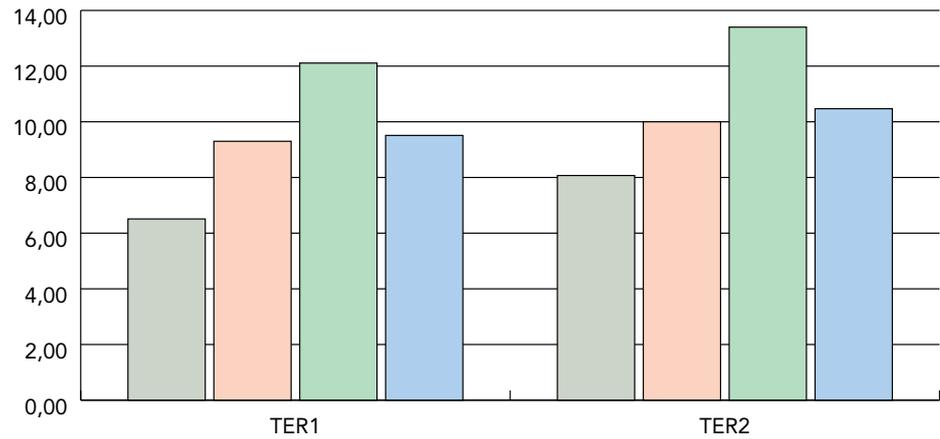
Le uniche analisi biologiche sul torrente Terdoppio sono state effettuate solo durante il campionamento primaverile del 2006 a causa delle difficoltà circa l'individuazione di un punto idoneo all'applicazione dell'indice IBE. Per tale motivo le informazioni ricavate non si ritengono significative ai fini di una completa caratterizzazione biologica del tratto, che in quell'unica occasione aveva ottenuto un punteggio di IBE pari a 6, corrispondente a una III Classe di qualità, che individua un ambiente inquinato, in cui la comunità macrobentonica era costituita da pochi taxa (13) e priva di organismi sensibili.

I risultati ottenuti dai parametri macrodescrittori non hanno rilevato l'impatto causato da malfunzionamenti del depuratore di Gambolò, in quanto il Torrente Terdoppio, anche a monte dello scarico, versa in condizioni idroqualitative scadenti.

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
COD

2007  
2008  
2009  
2010



## Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 5

Elevato

## Livello II

&lt; 10

Buono

## Livello III

&lt; 15

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 25

Scadente

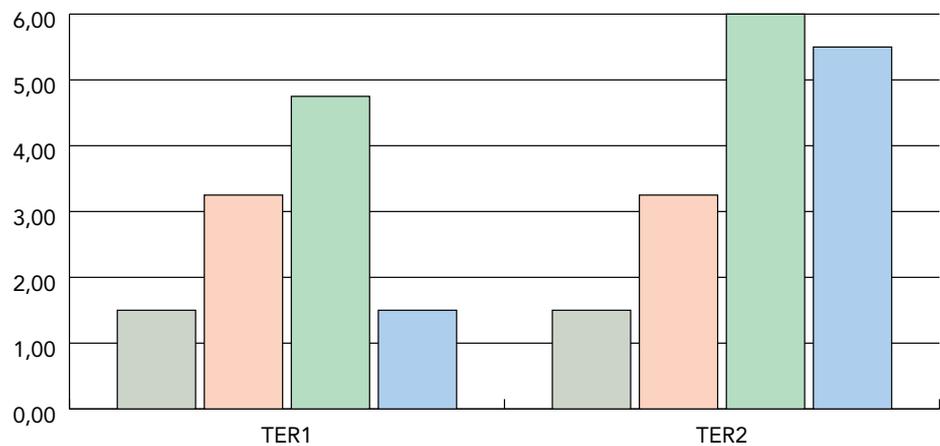
## Livello V

&gt; 25

Pessimo

Andamento  
del parametro  
BOD<sub>5</sub>

2007  
2008  
2009  
2010



## Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 2,5

Elevato

## Livello II

&lt; 4

Buono

## Livello III

&lt; 8

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 15

Scadente

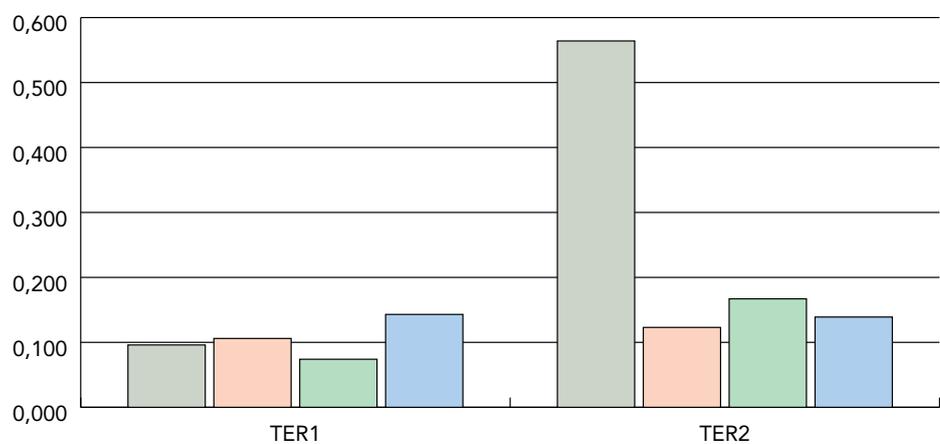
## Livello V

&gt; 15

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto  
ammoniacale

2007  
2008  
2009  
2010



## Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

## Livello I

&lt; 0,03

Elevato

## Livello II

&lt; 0,1

Buono

## Livello III

&lt; 0,5

Sufficiente

## Livello IV

&lt; 1,5

Scadente

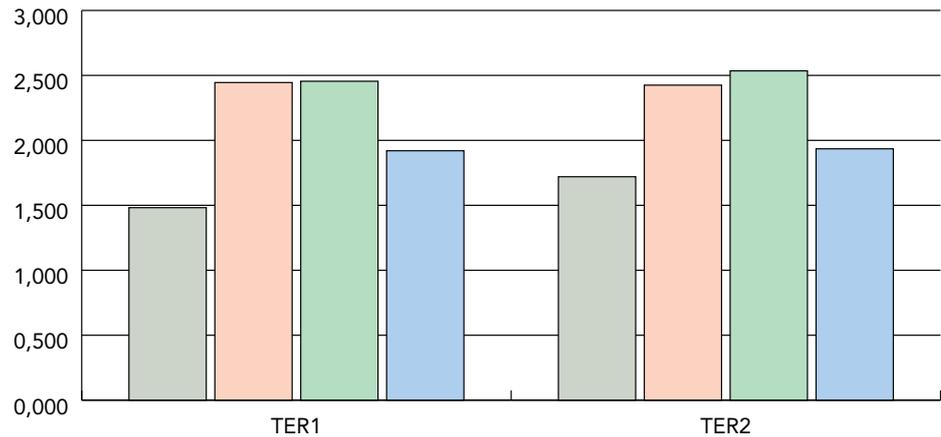
## Livello V

&gt; 1,5

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto nitrico

2007  
2008  
2009  
2010



**Parametro**

NO<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

**Livello I**

< 0,3

Elevato

**Livello II**

< 1,5

Buono

**Livello III**

< 5

Sufficiente

**Livello IV**

< 10

Scadente

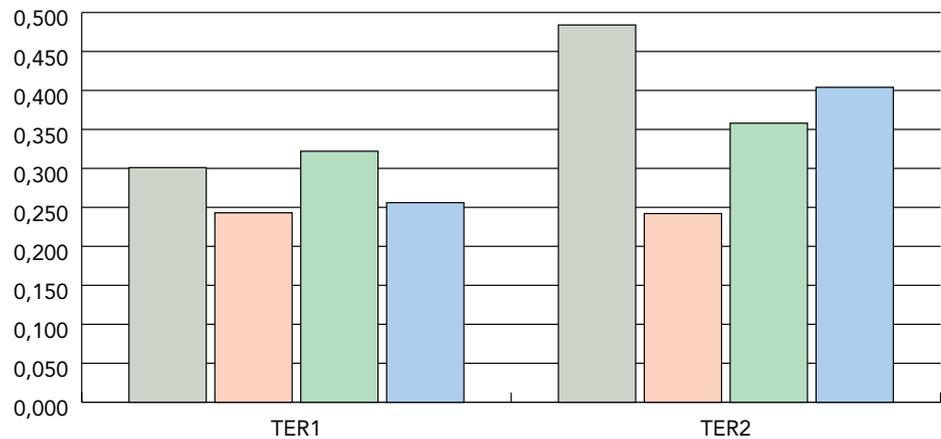
**Livello V**

> 10

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Fosforo totale

2007  
2008  
2009  
2010



**Parametro**

Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

**Livello I**

< 0,07

Elevato

**Livello II**

< 0,15

Buono

**Livello III**

< 0,30

Sufficiente

**Livello IV**

< 0,6

Scadente

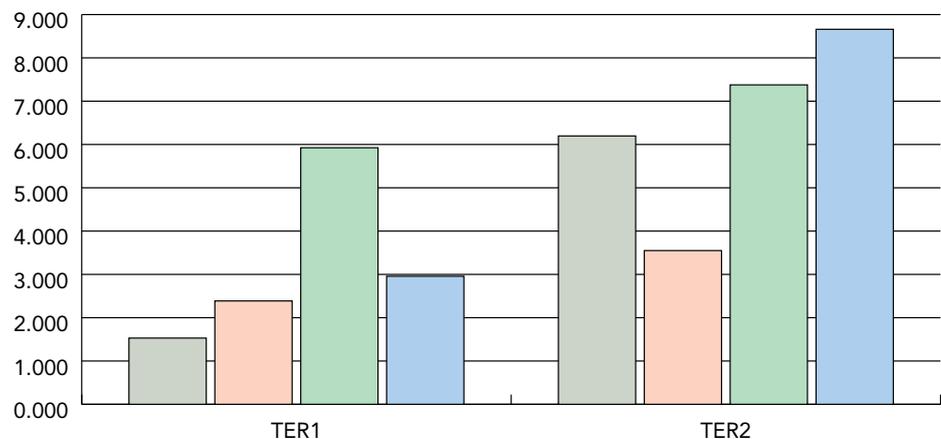
**Livello V**

> 0,6

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Escherichia coli

2007  
2008  
2009  
2010



**Parametro**

Escherichia coli (UFC/mL)

GIUDIZIO

**Livello I**

< 100

Elevato

**Livello II**

< 1000

Buono

**Livello III**

< 5000

Sufficiente

**Livello IV**

< 20000

Scadente

**Livello V**

> 20000

Pessimo

## 1.14 Roggia Boschetto

### Le stazioni monitorate

Il campionamento di questo corso d'acqua è stato scelto per la valutazione dell'impatto del depuratore di Garlasco, che è entrato in funzione nel 2007.

È stata monitorata un'unica stazione (Bos) posta a valle dello scarico del depuratore in Comune di Garlasco e sita nel Comune stesso.

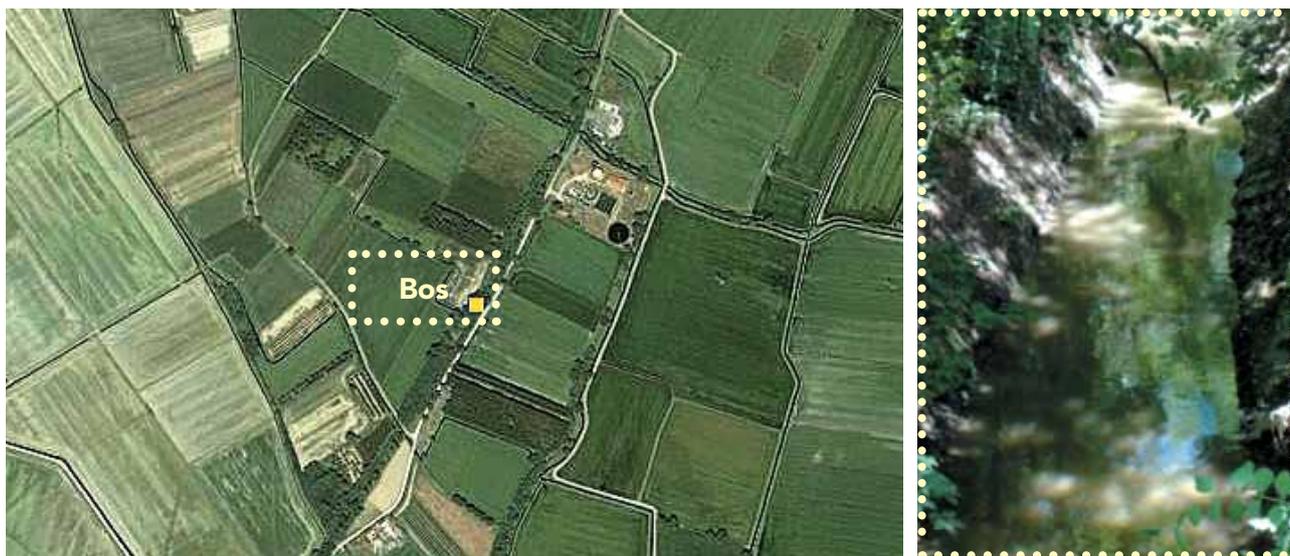


Fig. 1.14.1. - Roggia Boschetto - Stazione di campionamento Bos

### Risultati ottenuti

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti nell'unica stazione analizzata sulla Roggia Boschetto a valle dell'immissione dello scarico del depuratore nelle diverse campagne di monitoraggio svolte nel 2008 e 2009.

Stazione Bos								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2008	< 5	10	0,098	3,380	0,633	6,19	12.000	3.900
2009	9,99	3,00	0,955	1,940	0,767	6,31	3.800	2.900

Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2008	9,30	< 3	0,120	6,320	1,900	11,62	9.000	2.400
2009	11,30	10,00	0,074	2,810	0,818	11,42	19.000	3.000

Nelle pagine successive si riportano le medie annuali delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenute sulla Roggia Boschetto nelle campagne di monitoraggio effettuate.

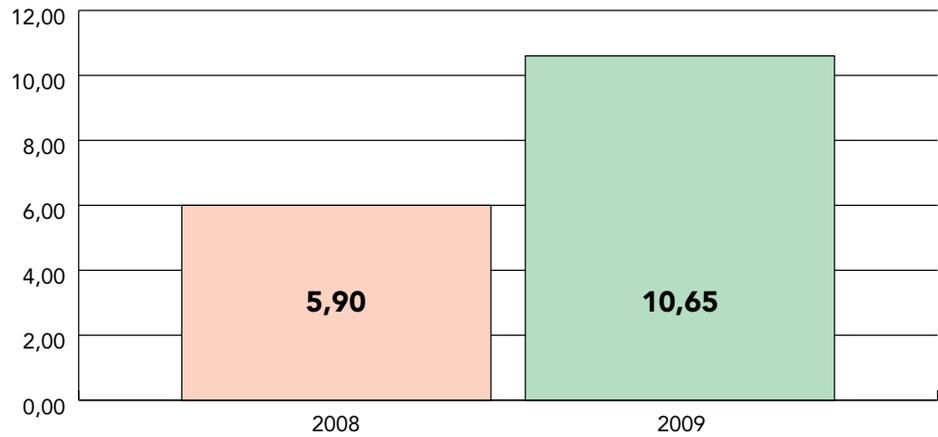


Fig. 1.14.2. - Stazione di campionamento sulla Roggia Boschetto

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento  
del parametro  
COD

2008  
2009



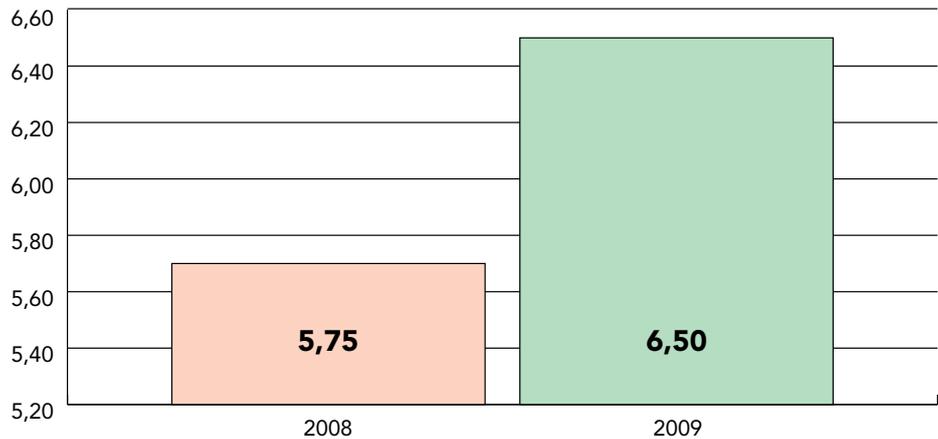
## Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)  
GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 5	< 10	< 15	< 25	> 25
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento  
del parametro  
BOD<sub>5</sub>

2008  
2009



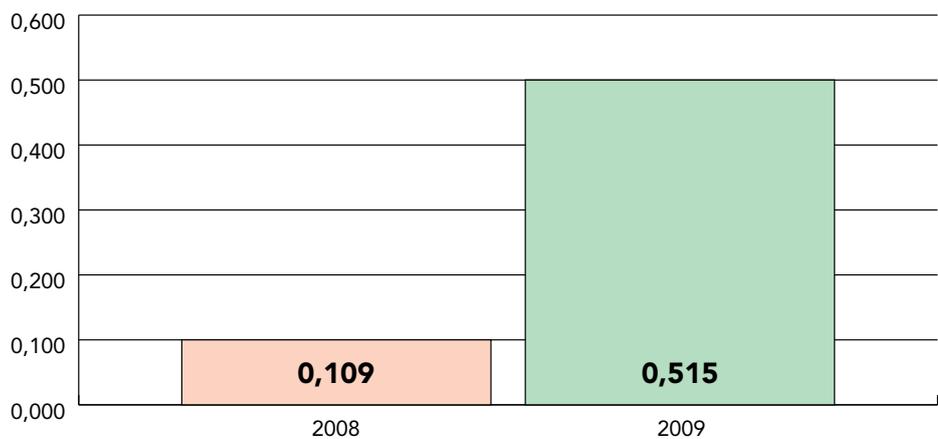
## Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)  
GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 2,5	< 4	< 8	< 15	> 15
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto  
ammoniacale

2008  
2009



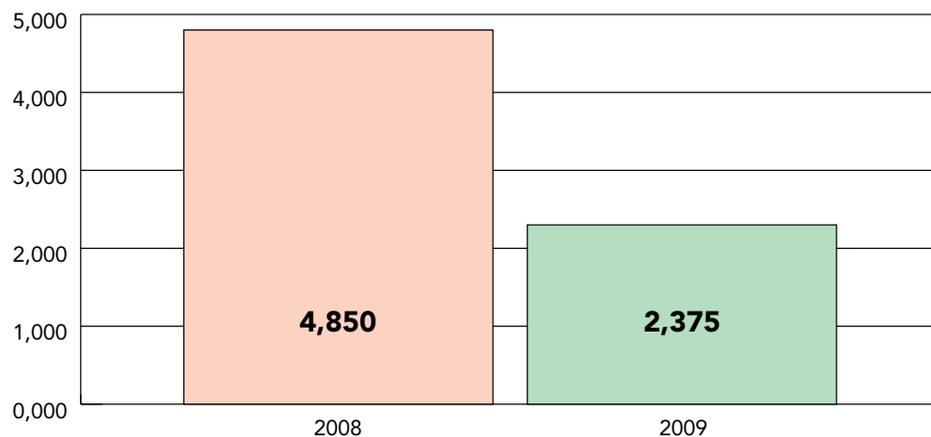
## Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)  
GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,03	< 0,1	< 0,5	< 1,5	> 1,5
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento  
del parametro  
Azoto nitrico

2008  
2009



Parametro

NO<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,3

Elevato

Livello II

< 1,5

Buono

Livello III

< 5

Sufficiente

Livello IV

< 10

Scadente

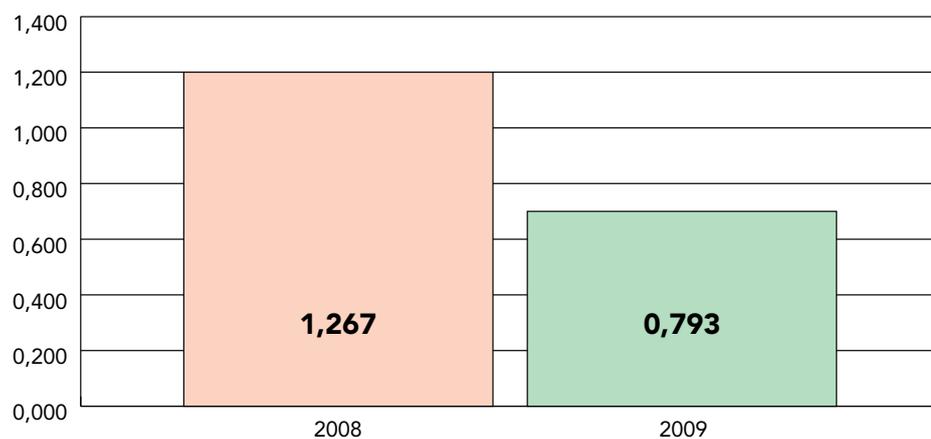
Livello V

> 10

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Fosforo totale

2008  
2009



Parametro

Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

Livello I

< 0,07

Elevato

Livello II

< 0,15

Buono

Livello III

< 0,30

Sufficiente

Livello IV

< 0,6

Scadente

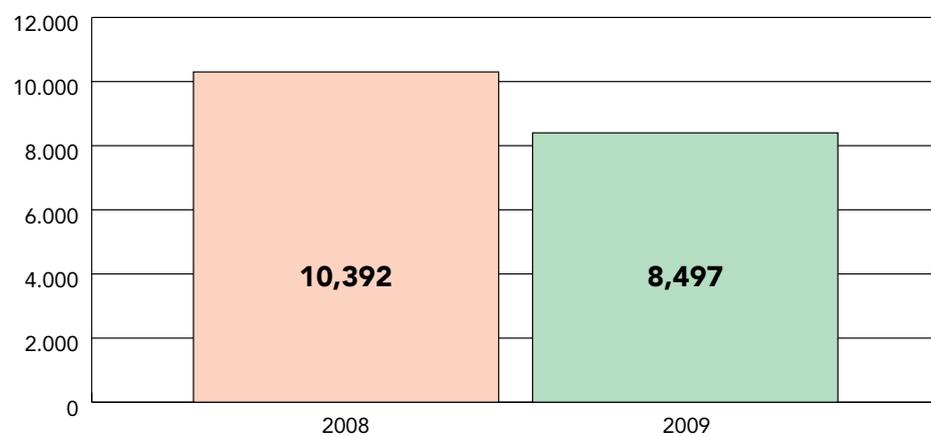
Livello V

> 0,6

Pessimo

Andamento  
del parametro  
Escherichia coli

2008  
2009



Parametro

Escherichia coli (UFC/mL)

GIUDIZIO

Livello I

< 100

Elevato

Livello II

< 1000

Buono

Livello III

< 5000

Sufficiente

Livello IV

< 20000

Scadente

Livello V

> 20000

Pessimo

Di seguito si riportano i risultati ottenuti tramite l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) nei diversi anni di campionamento.

#### Anno 2008

Nell'anno 2008 sono state effettuate 2 campagne di monitoraggio, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Bos	3	V

#### Anno 2009

Nell'anno 2009 sono state effettuate 2 campagne di monitoraggio, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Bos	3	V

Di seguito si riportano i risultati ottenuti nelle diverse campagne di monitoraggio effettuate.

Stazione	Primavera 2008	Autunno 2008	Primavera 2009	Autunno 2009
Bos	2/3	3	2/3	3

Come si osserva dai dati biologici presentati, l'impatto dello scarico del depuratore sulla Roggia è molto evidente, impedendo l'instaurarsi di una comunità diversificata e stabile. Gli unici organismi che riescono a sopravvivere sono i Ditteri chironomidi e gli Oligocheti. Saltuariamente si rinviene qualche sparuto esemplare di *Baetis* spp. e di Gasteropode. Si rinviene sempre un numero estremamente basso di Unità Sistematiche.

Anche il LIM evidenzia la forte compromissione delle sue acque, che non hanno la possibilità di attuare un efficace sistema autodepurante in quanto l'ambiente appare estremamente semplificato e artificializzato, in quanto si presenta rettificato, con le sponde estremamente ripide e le rive cementificate.



Fig. 1.14.3. - Depuratore di Garlasco

## 1.15 Torrente Gravellone Vecchio

Di seguito si riporta la descrizione del Torrente Gravellone e la caratterizzazione della sua funzionalità fluviale tratta dallo studio sull'applicazione dell'IFF.

Il Colatore Gravellone origina appena sopra il Bosco Grande a monte di Cascina Foresta ed è alimentato principalmente da acque di colatura. Scorre per quasi 8 km a quote s.l.m. comprese tra 57 e 61 m in Comune di Pavia. La larghezza dell'alveo di morbida è inizialmente di circa 5 m e arriva a 7-10 m a valle della confluenza del Cavo Morasca. Il flusso è essenzialmente laminare, la sezione trasversale artificiale con elementi naturali. Il fondo è facilmente movibile e costituito in prevalenza da limo e sabbia. Il feltro perifitico è spesso, mentre la comunità macrobentonica è poco equilibrata con prevalenza di organismi tolleranti. Il tratto che va dalla confluenza nel Ticino fino all'inizio del boschetto in sponda sinistra in località Ca' della Battella è fiancheggiato da pioppeti e coltivazioni. La vegetazione perifluviale è caratterizzata, in sponda destra, da una stretta fascia di formazioni arboree non riparie con interruzioni; in sponda sinistra sono presenti solo formazioni erbacee. L'alveo è costituito da sedimenti sabbiosi privi di alghe e sono presenti difese spondali in massi disposti in modo sufficientemente articolato che di fatto impediscono l'erosione. Il percorso è raddrizzato. Il livello di funzionalità è IV. Il tratto che termina con la fine del boschetto in sponda sinistra è caratterizzato da un territorio circostante con urbanizzazione rada in sponda destra e con boschi e coltivazioni a pioppo in sinistra. La vegetazione perifluviale è costituita da una fascia di formazioni arbustive riparie relativamente poco estesa a destra e da un tratto di essenze arbustive non riparie che presenta continuità con il bosco retrostante a sinistra. Le rive sono coperte da erbe e arbusti, sul fondo si notano rade idrofite fluttuanti nell'acqua. L'erosione è poco evidente, il percorso è povero di meandri. Il livello di funzionalità è III. A monte del boschetto e fino al ponte a valle della confluenza del Canale Rotta, il colatore scorre tra coltivazioni intensive, in prevalenza pioppeti e presenta assenza quasi totale di alberi e arbusti, sostituiti da uno strato erbaceo. All'interno dell'alveo si notano rade idrofite fluttuanti e fenomeni di erosione nelle curve e nelle strettoie. Il percorso è poco diversificato. Il livello di funzionalità è IV. Il tratto fino all'inizio del Bosco Negri scorre in territorio urbanizzato e non risulta molto diverso dal precedente. Peculiari sono la presenza di una maggiore quantità di idrofite e l'assenza di fenomeni erosivi rilevanti. Il livello di funzionalità rimane IV. All'ingresso del Bosco Negri è possibile osservare, oltre al corso principale, un anello di collegamento al Canale Rotta. Partendo dalla confluenza di quest'ultimo, è possibile osservare un tratto fino all'inizio del Bosco Negri, con coltivi a sinistra e urbanizzazione a destra. Le rive sono coperte in entrambi i casi da una stretta e discontinua fascia di canneto che funge da ottima struttura di ritenzione. L'erosione è poco evidente a sinistra, mentre a destra sono presenti interventi artificiali. Il percorso è raddrizzato. Il livello di funzionalità è III. Il tratto fino all'inizio dell'anello presenta a sinistra una situazione analoga a quella del tratto precedente, mentre a destra è caratterizzato, ai margini della fascia boschiva, da vegetazione perifluviale arborea riparia con interruzioni. Le rive sono coperte da erbe e arbusti, le strutture di ritenzione sono ottime. L'erosione è poco evidente, il percorso è raddrizzato. Il livello di funzionalità è III a sinistra e II-III a destra. Dall'inizio alla fine del Bosco Negri è possibile osservare un tratto con, in sponda destra, un territorio circostante costituito da boschi e una vegetazione perifluviale di essenze arboree riparie senza interruzioni e con ampiezza maggiore di 30 m. La sponda sinistra è, invece, caratterizzata da un territorio coltivato a pioppo e da una vegetazione perifluviale di ampiezza ridotta e costituita in gran parte da robinie. Su entrambi i lati del corso le rive sono coperte da erbe e arbusti, mentre all'interno dell'alveo permane la presenza di idrofite con copertura discreta. Non si notano fenomeni erosivi rilevanti, mentre il percorso è poco meandrizzato. Il livello di funzionalità è II-III in sponda destra e III in sinistra. Il tratto fino alla confluenza con il Cavo Morasca è fiancheggiato da coltivazioni intensive, pioppeti e urbanizzazione rada. In sponda destra, ai margini di un pioppeto, è presente una ristretta fascia di robinie con interruzioni. In sponda sinistra si trova quasi esclusivamente uno strato erbaceo. Le rive sono coperte da erbe e arbusti, l'alveo presenta idrofite con copertura scarsa. L'erosione è poco evidente, i meandri sono scarsi. Il livello di funzionalità è III-IV in sponda destra, IV in sinistra. Dalla confluenza del Cavo Morasca fino all'inizio del corso, il colatore scorre in sponda sinistra all'interno di un territorio caratterizzato da tratti in prevalenza boschivi interrotti da coltivazioni. In sponda destra sono presenti esclusivamente tratti coltivati. La zona perifluviale è colonizzata da una fascia molto ampia di essenze arboree riparie senza interruzioni in sponda sinistra, mentre in destra si osserva una sottile fascia di canneto con interruzioni frequenti. Le rive sono coperte da erbe e arbusti, mentre il canneto funge da ottima struttura di ritenzione degli apporti trofici. L'erosione è poco evidente. Il livello di funzionalità è II-III in sponda sinistra e III a destra.

### Le stazioni monitorate

Sono state monitorate nel corso del 2010 due stazioni poste lungo il Torrente Grvellone: la prima (GV1) all'altezza dell'ingresso del Bosco Negri e a monte dell'immissione della Roggia Rotta ed una (GV2) prima dell'ingresso delle acque del Torrente nel fiume Ticino. L'obiettivo delle analisi è stato quello di recuperare una caratterizzazione minima dello stato di qualità delle acque del torrente e l'impatto dell'ingresso delle acque del Canale Rotta.



Fig. 1.15.1. - Torrente Grvellone Vecchio - Stazioni di campionamento GV1 e GV2



Fig. 1.15.2. - Stazioni di campionamento sul Torrente Gravelone Vecchio

### Risultati ottenuti

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti nelle due stazioni analizzate sul Torrente Gravelone nella campagna di monitoraggio svolta nel 2010.

Stazione GV1								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2010	13,40	8,00	0,065	0,623	0,168	6,11	4.500	1.000
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2010	9,45	< 3	0,116	1,290	0,313	-	1.000	500

Stazione GV2								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2010	10,70	10,00	0,204	0,780	0,283	6,51	45.000	20.000
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2010	7,77	5,00	0,229	1,320	0,353	-	17.500	6.500

Su questo torrente non sono state effettuate le analisi biologiche a causa delle difficoltà circa l'individuazione di un punto idoneo all'applicazione dell'indice IBE.

Di seguito si riportano le medie rilevate nell'anno 2010.

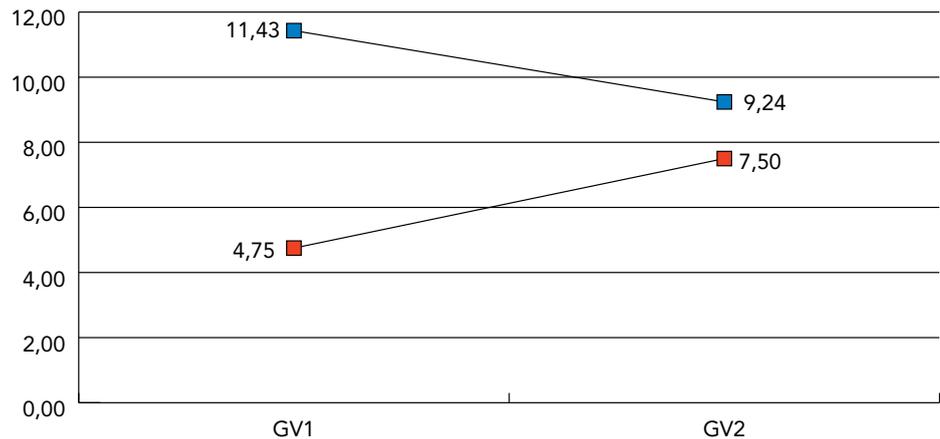


Fig. 1.15.3. - Il Torrente Gravelone Vecchio prima dell'immissione nel Ticino

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

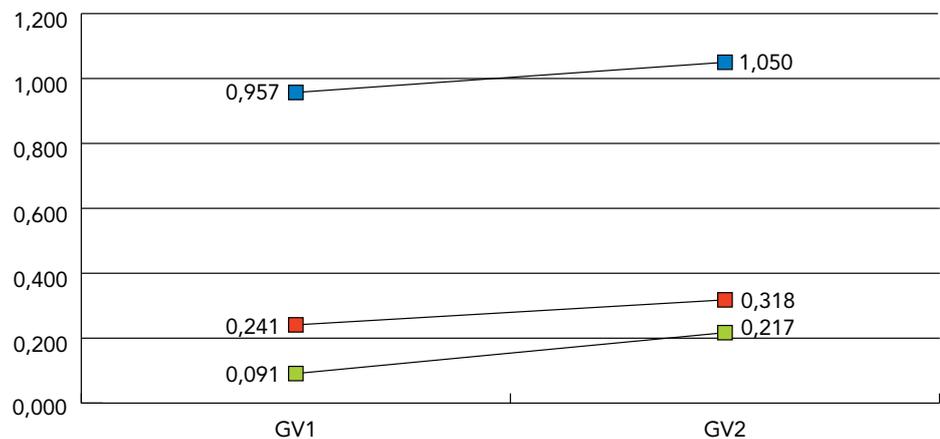
Andamento  
del parametro  
COD - BOD<sub>5</sub>

■ COD  
■ BOD<sub>5</sub>



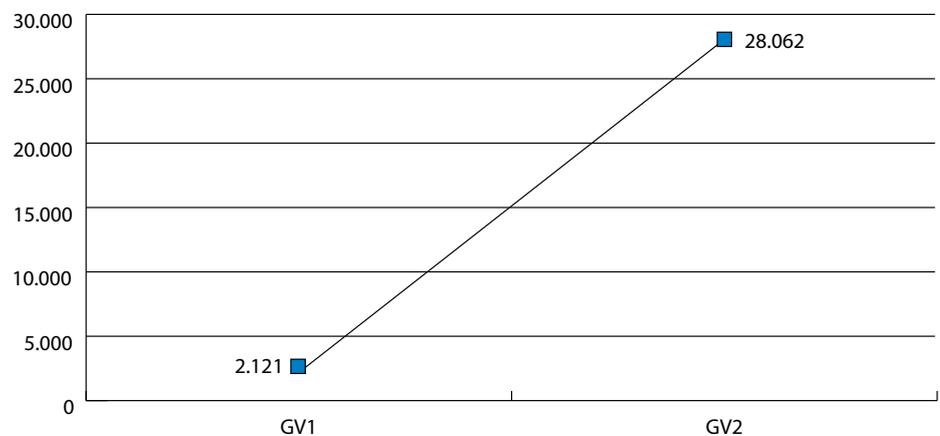
Andamento  
del parametro  
Azoto nitrico  
Fosforo totale  
Azoto  
ammoniacale

■ NO<sub>3</sub>-N  
■ P tot  
■ NH<sub>4</sub>



Andamento  
del parametro  
Escherichia coli

■ Escherichia coli



## 1.16 Canale Rotta

Di seguito si riporta la descrizione del Canale Rotta e la caratterizzazione della sua funzionalità fluviale tratta dallo studio sull'applicazione dell'IFF.

Il Canale Rotta origina in località Cascina Aliarolo in Comune di Cava Manara (PV) e confluisce, dopo un percorso di quasi 7 km, nel Colatore Gravellone in Comune di San Martino Siccomario (PV). La quota s.l.m. è attorno a 60 m, mentre la larghezza dell'alveo di morbida oscilla tra 4 e 8 m a eccezione del tratto più a monte, largo 2 m. Intorno al corso si osservano principalmente coltivazioni, se si eccettua il tratto che scorre in San Martino Siccomario che è molto urbanizzato. Le rive sono sempre coperte da erbe e arbusti, la sezione è considerata artificiale con elementi naturali, a eccezione del tratto più a monte in cui non sono evidenti elementi naturali degni di nota. Il fondo dell'alveo, sempre facilmente movibile, si presenta sabbioso e/o limoso, mentre il feltro perfitico è sempre spesso. Partendo dalla confluenza con il Gravellone e fino all'inizio dell'abitato di San Martino Siccomario si osserva un primo tratto affiancato da una stretta e fortemente interrotta fascia di canneto che offre discrete strutture di ritenzione degli apporti trofici. L'erosione delle rive è poco evidente, i meandri sono scarsi. Il detrito prevalentemente anaerobico, nonché l'assenza di una comunità macrobentonica strutturata evidenziano un forte inquinamento delle acque. Il livello di funzionalità è III. Il tratto che scorre all'interno dell'abitato di San Martino Siccomario presenta una stretta e discontinua fascia di vegetazione perifluviale costituita in prevalenza da essenze esotiche (robinie, ma anche arbusti non ripari) intervallate da sporadici salici. Sono presenti idrofite fluttuanti con scarsa efficacia ritentiva, mentre l'erosione risulta nel complesso frequente con scavo delle rive e delle radici. Il percorso è poco diversificato. Da segnalare la vistosa presenza di scarichi fognari. Il livello di funzionalità è IV. Dalla fine dell'abitato e fino alla confluenza della Roggia Grande si osserva nuovamente la presenza di una stretta fascia di salici, canneto e altre essenze riparie che nel complesso non risulta interrotta. Le strutture di ritenzione sono di conseguenza molto buone, l'erosione è poco evidente. Il percorso rimane poco diversificato, il macrobenthos è composto da organismi tolleranti, ma la struttura comunitaria risulta migliore rispetto ai tratti a valle. Il livello è III. Dalla confluenza della Roggia Grande fino al canale d'irrigazione in cemento presso Cascina Zerbi è possibile osservare la forte riduzione della vegetazione perifluviale arborea e arbustiva che è puntiforme e di efficacia trascurabile. All'interno dell'alveo sono presenti idrofite con discreta efficacia ritentiva. L'erosione è poco evidente, il percorso è raddrizzato. La situazione del detrito e della comunità macrobentonica è identica a quella del tratto precedente. Il livello di funzionalità è III-IV. Il tratto fino al ponte di Cascina Aliarolo presenta una fascia a canneto, senza interruzioni in sponda destra orografica e con interruzioni in sinistra. Le strutture di ritenzione sono buone, l'erosione è poco evidente. Il percorso è poco meandrizzato, mentre il comparto biologico è identico a quello del tratto precedente. Il livello di funzionalità è III. Il tratto a monte di Cascina Aliarolo è affiancato solo da vegetazione erbacea e pioppi coltivati. Le strutture di ritenzione degli apporti trofici risultano scarse, l'erosione è presente nelle curve e nelle strettoie. Il percorso si presenta raddrizzato, detrito e macrobenthos sono identici a quelli del tratto a valle. Il livello è IV.

### Le stazioni monitorate

Nel corso della campagna di monitoraggio svolta nel 2010 è stata analizzata un'unica stazioni sul Canale Rotta (RR) posta a valle dell'immissione dello scarico del depuratore di San Martino Siccomario.

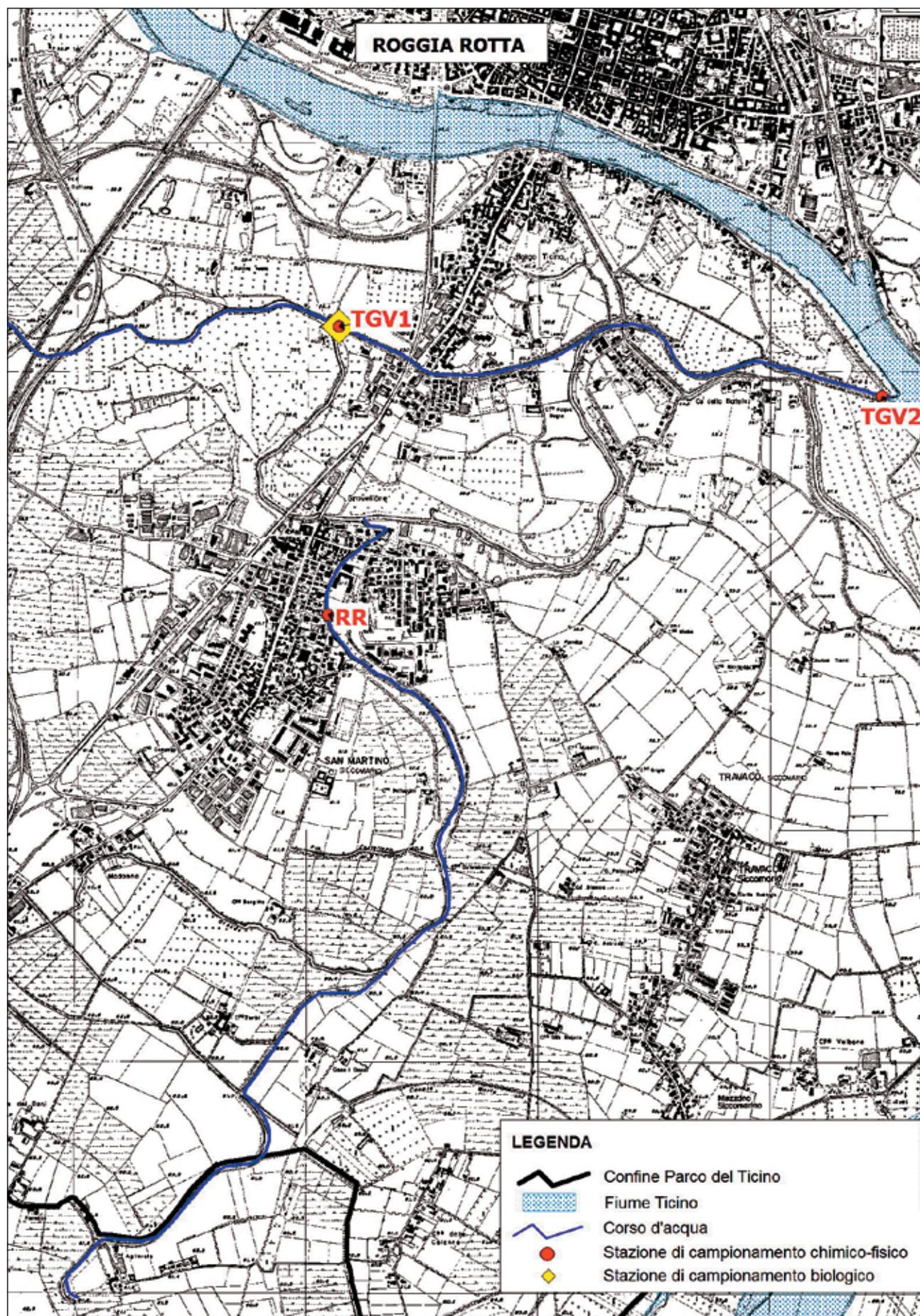


Fig. 1.16.1. - Stazione di campionamento sul Canale Rotta.



Fig. 1.16.2. - Canale Rotta - Stazioni di campionamento RR

### Risultati ottenuti

Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti nell'unica stazione analizzata sul Canale Rotta nella campagna di monitoraggio svolta nel 2010.

Stazione RR								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2010	12,30	26,00	0,374	0,944	0,381	5,27	100.000	26.000
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2010	8,08	3,00	0,331	1,730	0,417	-	12.000	

Su questo canale non sono state effettuate le analisi biologiche a causa delle difficoltà circa l'individuazione di un punto idoneo all'applicazione dell'indice IBE.

## 1.17 Roggia Vernavola

Di seguito si riporta la descrizione della Roggia Vernavola e la caratterizzazione della sua funzionalità fluviale tratta dallo studio sull'applicazione dell'IFF.

La Roggia Vernavola origina dalla confluenza della Roggia Carona con il Cavo Laghetto all'interno dell'abitato di San Genesio e dopo aver percorso quasi 15 km si getta nel Fiume Ticino a valle di Cascina Scaglione in Comune di Pavia. La larghezza dell'alveo di morbida è di 7-8 m nei tratti a valle di Pavia e di 5 m in quelli più a monte. La quota s.l.m. è compresa tra 56 e 84 m. Il corpo idrico ha carattere prevalentemente laminare a eccezione del tratto in prossimità della confluenza che presenta un regime turbolento. Nei tratti a valle di Pavia sono presenti fondo dell'alveo limoso, feltro perfitico spesso, detrito anaerobico e macroinvertebrati molto tolleranti all'inquinamento, mentre in quelli più a monte, a fronte di un periphyton comunque spesso, il fondo è più ricco di ghiaia e piccoli ciottoli, il detrito anaerobico è in parte sostituito da frammenti polposi e le comunità macrobentoniche, pur alterate, presentano lievi miglioramenti. Risalendo il corso controcorrente, si osserva un tratto, che va dalla confluenza nel Ticino al ponte di Cascina Scaglione, affiancato da pioppeti in sponda destra e da urbanizzazione rada in sinistra. La vegetazione perifluviale è costituita da una stretta fascia di vegetazione riparia, in prevalenza salici, con frequenti interruzioni su ambo i lati del corso d'acqua. Le rive, probabilmente a seguito di continui sbalzi del livello idrico, si presentano nude. L'erosione è evidente con rive scavate e franate, mentre la sezione trasversale è naturale. Il percorso fluviale è molto meandrizzato. Il livello di funzionalità è III-IV. A partire dal ponte di Cascina Scaglione e fino a raggiungere la Lanca Oasi in località San Lazzaro si estende un tratto fiancheggiato a sinistra da una stretta fascia boschiva a ridosso della quale si notano escavazioni e urbanizzazione, mentre a destra continua la fascia a pioppeto. La vegetazione perifluviale è costituita in sponda sinistra da essenze arboree riparie con ampiezza vicina a 30 m; in sponda destra tale fascia è ristretta. Le rive sono coperte da un sottile strato erboso, mentre l'erosione è frequente. La sezione trasversale è naturale, i meandri sono diffusi. Il livello di funzionalità è III. Il tratto fino all'abitato di Pavia è affiancato da coltivazioni intensive. La fascia perifluviale è praticamente assente, le rive sono nude, l'erosione è molto evidente. La sezione trasversale si presenta comunque naturale e il percorso è meandrizzato. Il livello di funzionalità è IV. Il tratto cittadino fino al Parco della Vernavola presenta su entrambe le sponde una sottile fascia perifluviale costituita da essenze arboree non riparie, alternata in maniera irregolare a rive in cemento e muri di protezione delle abitazioni. Le rive risultano in parte coperte da erbe e arbusti, in parte sono cementificate. La sezione trasversale è nel complesso artificiale con elementi naturali, il percorso è povero di meandri e, di conseguenza, poco diversificato. Il livello di funzionalità è ancora IV. Dall'inizio del Parco e fino all'abitato di San Genesio la Roggia Vernavola scorre affiancata da una fascia costituita da prati, boschi e pochi arativi a ridosso della quale si osservano le abitazioni cittadine. Tale situazione sfuma gradualmente in un territorio agricolo caratterizzato da coltivazioni intensive. La stretta fascia perifluviale su entrambi i lati è costituita da alberi ripari (ontani, pioppi, salici ecc.). Si osservano interruzioni della fascia di vegetazione perifluviale. In sponda destra le rive risultano colonizzate da erbe e arbusti, mentre in sponda sinistra, a causa di periodici interventi di sfalcio, sono coperte esclusivamente da un sottile strato erboso. La sezione trasversale è nel complesso naturale. Si osserva, soprattutto nella parte meridionale del tratto, una notevole sequenza di meandri. Il livello di funzionalità diventa III. Il tratto che scorre all'interno dell'abitato di San Genesio fino all'origine della Roggia Vernavola presenta una ristretta fascia perifluviale di vegetazione arborea riparia, all'interno della quale sono osservabili frequenti interruzioni di continuità su entrambe le sponde riconducibili alla presenza dei muri delle abitazioni adiacenti al corso. Le rive sono in parte coperte da erbe e arbusti e in parte cementificate. La sezione è artificiale con qualche elemento naturale, mentre il percorso è quasi raddrizzato. Il livello di funzionalità è IV.

### Le stazioni monitorate

Per la caratterizzazione della Roggia Vernavola e la valutazione del carico inquinante trasportato dalla stessa nel Ticino, sono state scelte due stazioni di campionamento. La prima stazione (Ver1) si trova nel comune di Pavia, nei pressi della Cascina Colombara, dove la roggia è costeggiata dalla pista ciclabile. La seconda stazione (Ver2), sempre nel comune di Pavia, è posta poco a monte della confluenza in Ticino, dove la Vernavola scorre in un territorio poco urbanizzato e caratterizzato dalla presenza di numerosi pioppeti. In entrambe le stazioni sono state effettuate le indagini microbiologiche, chimico - fisiche e biologiche.

Il campionamento di questo corso d'acqua, ha visto la valutazione di entrambe le stazioni (Ver1 e Ver2) dal 2002 al 2005; negli anni 2008 e 2009 è stata monitorata solo la stazione Ver2, quella posta nelle vicinanze dell'immissione delle acque nel fiume Ticino, al fine di valutare l'impatto della roggia sulle acque del Ticino.



Fig. 1.17.1. - Roggia Vernavola - Stazione di campionamento Ver1



Fig. 1.17.2. - Roggia Vernavola - Stazione di campionamento Ver2

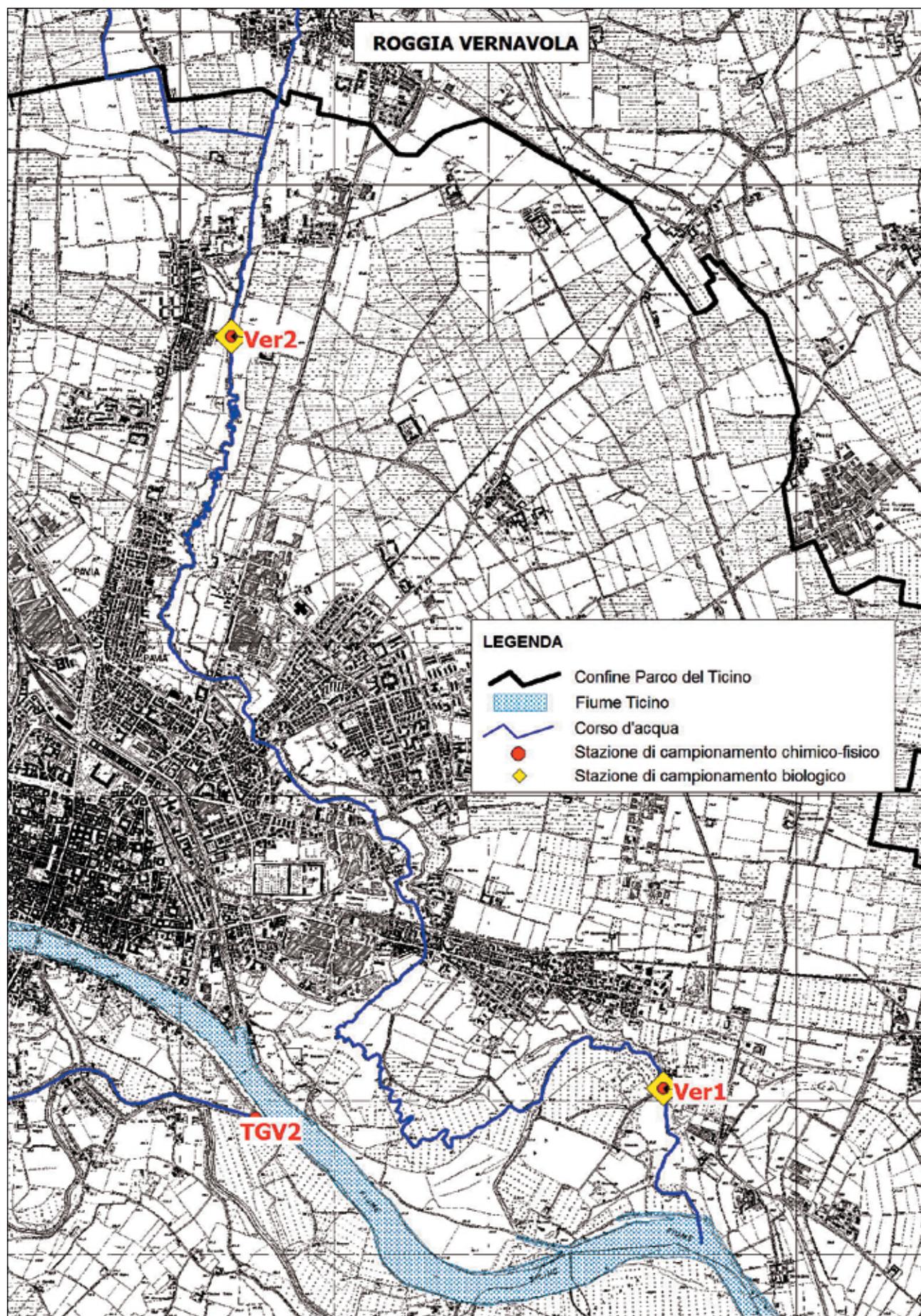


Fig. 1.17.3. - Stazione di campionamento sulla Roggia Vernavola

**Risultati ottenuti**

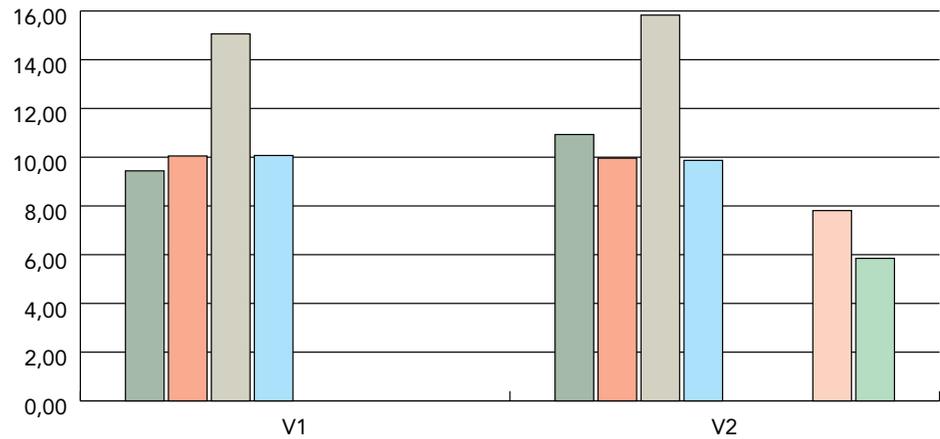
Di seguito si riportano i risultati medi stagionali (in arancione i valori primaverili-estivi e in azzurro quelli autunno-invernali) delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti sulla Roggia Vernavola nelle campagne di monitoraggio svolte negli anni dal 2002 al 2005 e negli anni 2008 e 2009.

Stazione Ver1								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	9,44	4,80	2,764	2,358	0,443	7,13	31.236	6.195
2003	7,47	3,06	0,667	1,990	0,538	-	6.311	2.121
2004	9,67	2,00	1,16	1,74	0,656	-	12.845	3.621
2005	8,03	< 3	0,442	1,685	0,435	8,25	20.494	6.317
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	-	-	-	-	-	6,28	1.100	890
2003	12,63	7,67	0,652	2,434	0,673	-	8.983	5.844
2004	20,45	7,00	1,38	2,58	0,779	13,37	23.664	17.664
2005	12,10	2,75	0,787	1,815	1,066	6,73	25.495	6.000
Stazione Ver2								
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	10,93	1,70	0,451	2,040	0,417	7,95	3.685	3.403
2003	7,33	2,78	0,121	2,010	0,782	-	3.533	1.120
2004	11,50	-	0,11	2,50	0,550	-	224	134
2005	11,25	3,00	0,094	1,630	0,333	9,07	9.381	2.449
2008	8,41	25,00	0,071	1,580	0,125	6,97	18.000	5.700
2009	9,19	9,00	0,066	1,540	0,302	7,41	14.800	3.600
Anno	COD (ml/l O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (ml/l O <sub>2</sub> )	NH <sub>4</sub> (mg/l N)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l N)	Ptot (mg/l P)	O <sub>2</sub> disciolto (ml/l O <sub>2</sub> )	<i>Escherichia coli</i> (N./100 ml)	Streptococchi fecali (N./100 ml)
2002	-	-	-	-	-	7,67	16.000	4.700
2003	12,58	8,00	0,632	2,458	0,595	-	9.017	5.975
2004	20,16	6,00	0,31	2,39	0,884	12,56	10.286	6.892
2005	8,48	2,25	0,121	2,475	0,411	7,06	1.871	2.332
2008	7,21	< 3	0,202	2,340	0,294	10,20	28.000	5.900
2009	< 5	14,00	0,054	2,500	0,207	9,55	8.000	2.500

Di seguito si riportano le medie annuali delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche ottenuti sulla Roggia Vernavola nelle campagne di monitoraggio effettuate.

### Andamento del parametro COD

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009



#### Parametro

COD (O<sub>2</sub> mg/L)  
GIUDIZIO

**Livello I**

< 5

Elevato

**Livello II**

< 10

Buono

**Livello III**

< 15

Sufficiente

**Livello IV**

< 25

Scadente

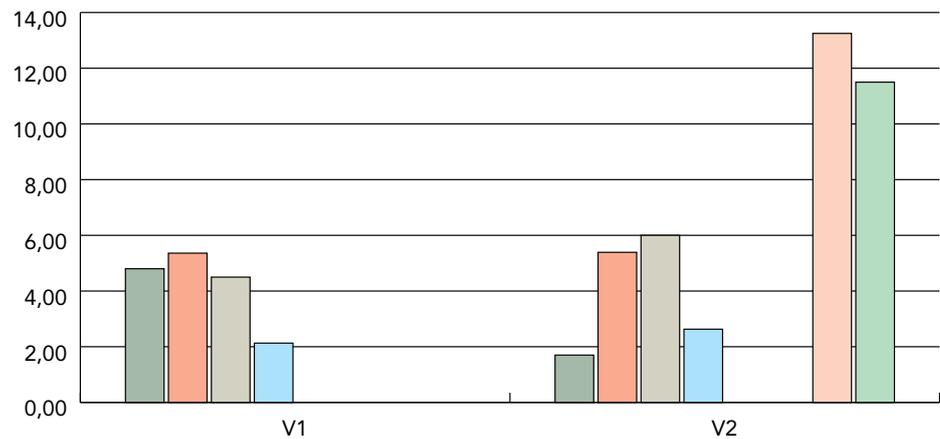
**Livello V**

> 25

Pessimo

### Andamento del parametro BOD<sub>5</sub>

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009



#### Parametro

BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub> mg/L)  
GIUDIZIO

**Livello I**

< 2,5

Elevato

**Livello II**

< 4

Buono

**Livello III**

< 8

Sufficiente

**Livello IV**

< 15

Scadente

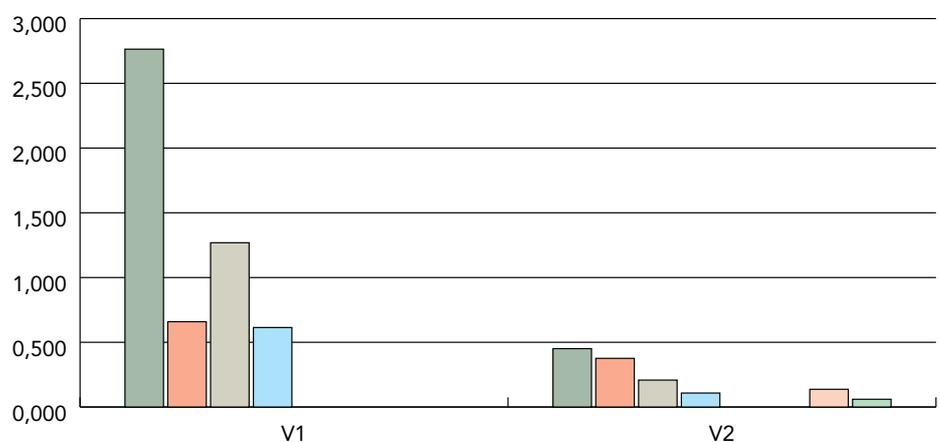
**Livello V**

> 15

Pessimo

### Andamento del parametro Azoto ammoniacale

2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009



#### Parametro

NH<sub>4</sub> (N mg/L)  
GIUDIZIO

**Livello I**

< 0,03

Elevato

**Livello II**

< 0,1

Buono

**Livello III**

< 0,5

Sufficiente

**Livello IV**

< 1,5

Scadente

**Livello V**

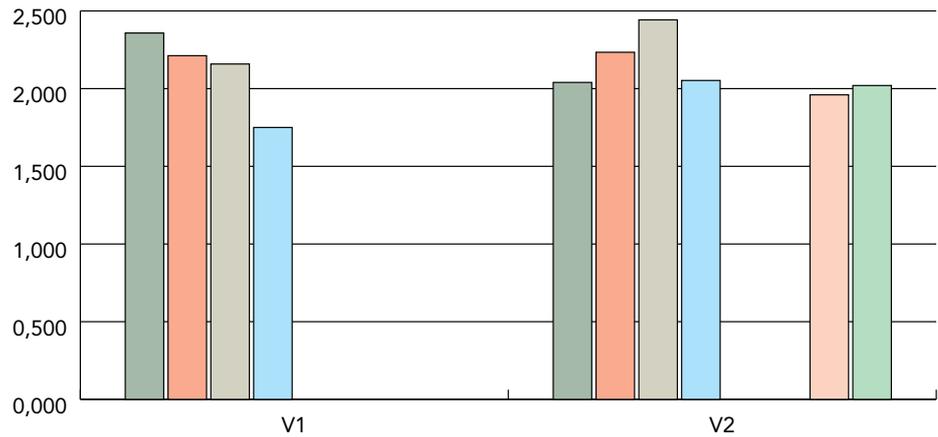
> 1,5

Pessimo

LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Andamento del parametro Azoto nitrico

- 2002
- 2003
- 2004
- 2005
- 2006
- 2007
- 2008
- 2009



Parametro

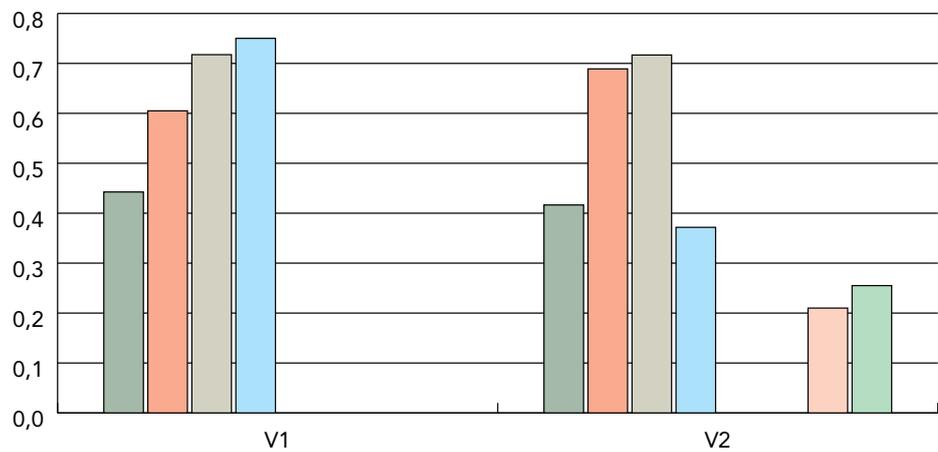
NO<sub>4</sub> (N mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,3	< 1,5	< 5	< 10	> 10
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento del parametro Fosforo totale

- 2002
- 2003
- 2004
- 2005
- 2006
- 2007
- 2008
- 2009



Parametro

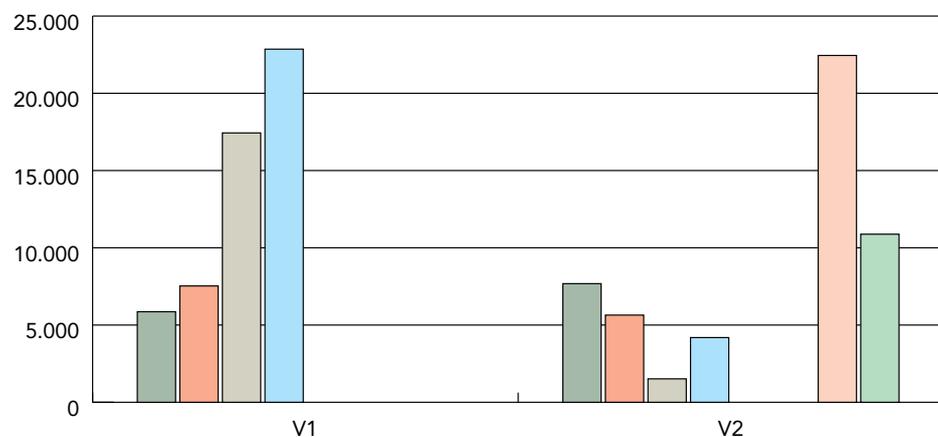
Fosforo totale (P mg/L)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 0,07	< 0,15	< 0,30	< 0,6	> 0,6
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Andamento del parametro Escherichia coli

- 2002
- 2003
- 2004
- 2005
- 2006
- 2007
- 2008
- 2009



Parametro

Escherichia coli (UFC/mL)

GIUDIZIO

Livello I	Livello II	Livello III	Livello IV	Livello V
< 100	< 1000	< 5000	< 20000	> 20000
Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Di seguito si riportano i risultati ottenuti tramite l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) nei diversi anni di campionamento.

#### Anno 2003

I campionamenti della Roggia Vernavola nel 2003 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Ver1	5/4	IV
Ver2	6	III

#### Anno 2004

I campionamenti della Roggia Vernavola nel 2004 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Ver1	6	III
Ver2	6	III

#### Anno 2005

I campionamenti della Roggia Vernavola nel 2005 hanno visto l'applicazione dell'IBE con cadenza stagionale (4 volte l'anno: marzo, giugno, settembre e dicembre). Di seguito si riportano i valori medi ottenuti per ogni stazione di campionamento.

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Ver1	6	III
Ver2	6	III



Fig. 1.17.4. - Applicazione dell'IBE sulla Roggia Vernavola

**Anno 2008**

Nell'anno 2008 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti sull'unica stazione monitorata, che coincide con l'immissione in Ticino (Ver2).

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Ver2	4/5	IV

**Anno 2009**

Nell'anno 2009 sono state effettuate 2 campagne di campionamento, una primaverile e una autunnale, di cui di seguito si riporta la media dei valori ottenuti sull'unica stazione monitorata, che coincide con l'immissione in Ticino (Ver2).

Stazione	Valore IBE medio	Classe Qualità
Ver2	5	IV

Come si evidenzia dai dati presentati, la Roggia Vernavola è stata indagata per numerosi anni dal Parco del Ticino, dopo i quali le attività erano state sospese per concentrare le risorse disponibili verso altri corsi d'acqua non ancora conosciuti. A distanza di 3 anni, il Parco del Ticino ha voluto effettuare nuove campagne di monitoraggio per valutare se la situazione della roggia, che versava in condizioni scadenti, avesse manifestato cambiamenti sostanziali.

Dal confronto con i dati pregressi emerge che non è intervenuto alcun radicale cambiamento della situazione qualitativa scadente, dovuta prevalentemente alla presenza di numerosi scarichi di troppo pieni fognari della città di Pavia, da una forma di agricoltura intensiva praticata nel territorio circostante e che si spinge fino alle sue rive, e anche dalla sua struttura morfologica banalizzata e artificializzata.

## 2. Le trasformazioni del fiume

### 2.1 La morfologia del fiume

#### 2.1.1. Caratteristiche geomorfologiche e litologiche del fiume Ticino

##### **Geomorfologia**

L'alveo del fiume Ticino, a valle del Lago Maggiore, risulta incassato rispetto alla superficie fondamentale della pianura circostante, snodandosi lungo un ampio solco vallivo, a fondo piatto, con pendenza media di poco superiore all'uno per mille. Il fondo di detto solco vallivo ha ampiezza gradualmente crescente da monte a valle, passando da meno di 3 km (Castelnuovate) a circa 7 km (Pavia). Ognuna



Figura 2.1. - Inquadramento generale del fiume Ticino

delle due ripide sponde dell'incisione valliva si raccorda alla superficie generale della pianura tramite un terrazzo principale, la cui altezza decresce, abbastanza regolarmente, da monte, dove si aggira sui 25 m, a valle, dove misura una ventina di metri.

Entro il fondovalle, delimitato su entrambi i lati dal terrazzo principale, il fiume scorre con numerosi meandri, che ne allungano il percorso di 20 Km rispetto alla distanza in linea d'aria tra Sesto Calende ed il punto di confluenza nel Po. La loro presenza, oltre a rallentare la velocità media del corso d'acqua, rende ragione della notevole ampiezza del fondovalle, rispetto al quale l'asta fluviale è raramente in posizione centrale. Essa è infatti in posizione variabile tra Sesto Calende e Turbigo; più vicina al terrazzo destro (rispetto al senso di moto del corso d'acqua) tra quest'ultima località e Vigevano; prossima a quello sinistro tra Vigevano e Pavia.

Se, in prima approssimazione, il fondovalle può essere considerato come un'unica superficie piana e sub-orizzontale, un esame più dettagliato consente di riconoscerci la presenza di altri terrazzi, di numero, altezza ed estensione variabili, tutti ovviamente più modesti di quello principale della pianura. Tra questi terrazzi minori, quello più evidente per continuità ed ampiezza si trova a sinistra del corso d'acqua e costituisce un gradino intermedio tra l'alveo attuale ed il ripiano fondamentale della pianura posto a quota più alta. Pertanto nell'ampio fondovalle del Ticino sono rilevabili due principali elementi di asimmetria: l'asta fluviale, in posizione non sempre centrale, ed il terrazzo "intermedio", presente quasi sempre a sinistra e molto più raramente a destra dell'asta stessa.

### Litologia e struttura

Il terrazzo principale delimitante la Valle del Ticino costituisce il risultato di un evento geologicamente unitario sia per quanto concerne il fattore che l'ha generato, sia per quanto riguarda l'epoca in cui si è verificato.

Nel caso del Ticino le alluvioni appaiono distribuite come segue:

a) *Alluvioni pleistoceniche*: affioranti lungo la scarpata del terrazzo principale e costituenti la pianura a partire dal piano di campagna sino a notevole profondità. Si tratta di depositi debolmente compatti, frequentemente alterati in superficie a causa della lunga esposizione agli agenti meteorici della degradazione. Analoga origine alluvionale, ma di età più antica, sia pure nell'ambito del Pleistocene, e alterazioni più spinte hanno i depositi affioranti in corrispondenza dei terrazzi più alti e più esterni. Dal punto di vista delle dimensioni dei materiali costituenti i depositi dominanti, l'area può essere suddivisa in tre tratti:

- tratto 1 (da Sesto Calende a Magenta): predominano le ghiaie grossolane;
- tratto 2 (da Magenta a Vigevano): predominano le ghiaie miste a sabbie; compaiono anche livelli limoso-argillosi lenticolari;
- tratto 3 (da Vigevano alla confluenza): predominano le sabbie con intercalazioni limose, argillose e torbose, relativamente più continue.

b) *Alluvioni oloceniche*: affioranti nel fondovalle, dove giacciono al di sopra delle precedenti, che sono sepolte in profondità; a differenza di quelli pleistocenici, questi depositi non sono compatti, perfettamente sciolti e non alterati. In generale essi mostrano variazioni di grossolanità da monte a valle paragonabili a quelle descritte per le alluvioni pleistoceniche. Va però sottolineato che le ghiaie si trovano, qui, anche nel terzo tratto, circa fino a Pavia e che mancano del tutto consistenti e continui interstrati argillosi e torbosi.

## 2.2 La portata del fiume

### 2.2.1. Descrizione sintetica delle caratteristiche idrauliche del fiume Ticino

Il regime idrologico del Ticino è la risultante di fattori naturali e artificiali: i deflussi dal Lago Maggiore, determinati dall'alimentazione del bacino prelacuale, la laminazione effettuata dal lago stesso e dagli altri serbatoi naturali ed artificiali e le operazioni di regolazione dello sbarramento della Miorina; le numerose derivazioni e restituzioni; le risorgive, le colature e gli scarichi presenti lungo l'asta; si stima infatti che degli 803 Km<sup>2</sup> di superficie individuata per le aree drenanti al fiume, non più di 300 Km<sup>2</sup> siano attribuibili al "bacino imbrifero naturale", mentre le restanti possono essere definite come "aree artificialmente drenanti" al fiume Ticino.

L'utilizzazione dell'acqua del Ticino, derivata attraverso opere anche di notevoli dimensioni, è in atto da parecchi secoli. La rete irrigua che attualmente fa capo al fiume sottende una superficie di circa 154.000 ha, nelle province di Varese, Milano, Pavia e Novara. Numerose sono anche le centrali idro-

elettriche alimentate dalle acque del Ticino sublacuale, a cui va aggiunta la centrale termoelettrica di Turbigo che utilizza le acque del Naviglio Grande per i processi di raffreddamento.

Per l'idrologia del Ticino, in rapporto al riequilibrio dei prelievi operati dalle derivazioni, un elemento di rilievo è costituito dalle risorgenze che determinano, in assenza di affluenti superficiali notevoli, un significativo aumento delle portate da monte verso valle.

Questo è dovuto al drenaggio della falda freatica effettuato dall'alveo del fiume, alle colature dei terreni agricoli e agli scarichi civili e industriali. I valori di risorgenza aumentano sino a Bereguardo, per poi diminuire sensibilmente e riprendere nuovamente consistenza nella zona urbana di Pavia (Amm. Prov. di Pavia, 1989; Parco del Ticino, 1986).

### 2.2.2 Le portate

Le portate disponibili nelle varie sezioni del fiume Ticino sono determinate in diversa misura e secondo le stagioni dagli afflussi al lago, dall'opera di regolazione operata dal Consorzio del Ticino allo sbarramento della Miorina e dai prelievi degli utenti, concessionari di derivazione idrica.

Nella maggior parte del fiume, le portate disponibili sono generalmente superiori agli usi in atto e quindi il corso d'acqua, grazie anche al contributo della falda, presenta portate rilevanti durante tutto l'anno; a questa situazione fanno eccezione alcuni tratti, in cui la presenza di grandi derivazioni determina nei periodi di magra delle condizioni di particolare criticità.

Come sopra evidenziato, nel bilancio idrologico del Ticino sublacuale assumono particolare importanza le colature e gli scarichi di diversa natura che trovano recapito finale nel fiume; in questo modo il Ticino risulta soggetto ad un'alimentazione superficiale variabile in funzione della climatologia e del periodo stagionale.

I dati ricavati da un recente studio denominato "Progetto di sperimentazione del Deflusso Minimo Vitale sul fiume Ticino e di verifica degli effetti ecologici prodotti", realizzato da Consorzio del Ticino, Università dell'Insubria e GRAIA srl nell'ottobre 2008, mostrano che le portate naturali del fiume Ticino (Fig. 2.2) presentano due morbide, una primaverile ed una autunnale, ed una magra invernale; le portate antropizzate invece rivelano un depauperamento idrico tra Somma Lombardo e Lonate Pozzolo, poi il flusso aumenta nuovamente (Fig. 2.3). In tale studio si evidenziano anche le portate giornaliere registrate presso il ponte di Oleggio tra il gennaio 2001 e l'ottobre 2008: questi dati mostrano due morbide, una nel mese di maggio e una a novembre-dicembre e le portate minime definite da D.M.V. (13 metri cubi/secondo).

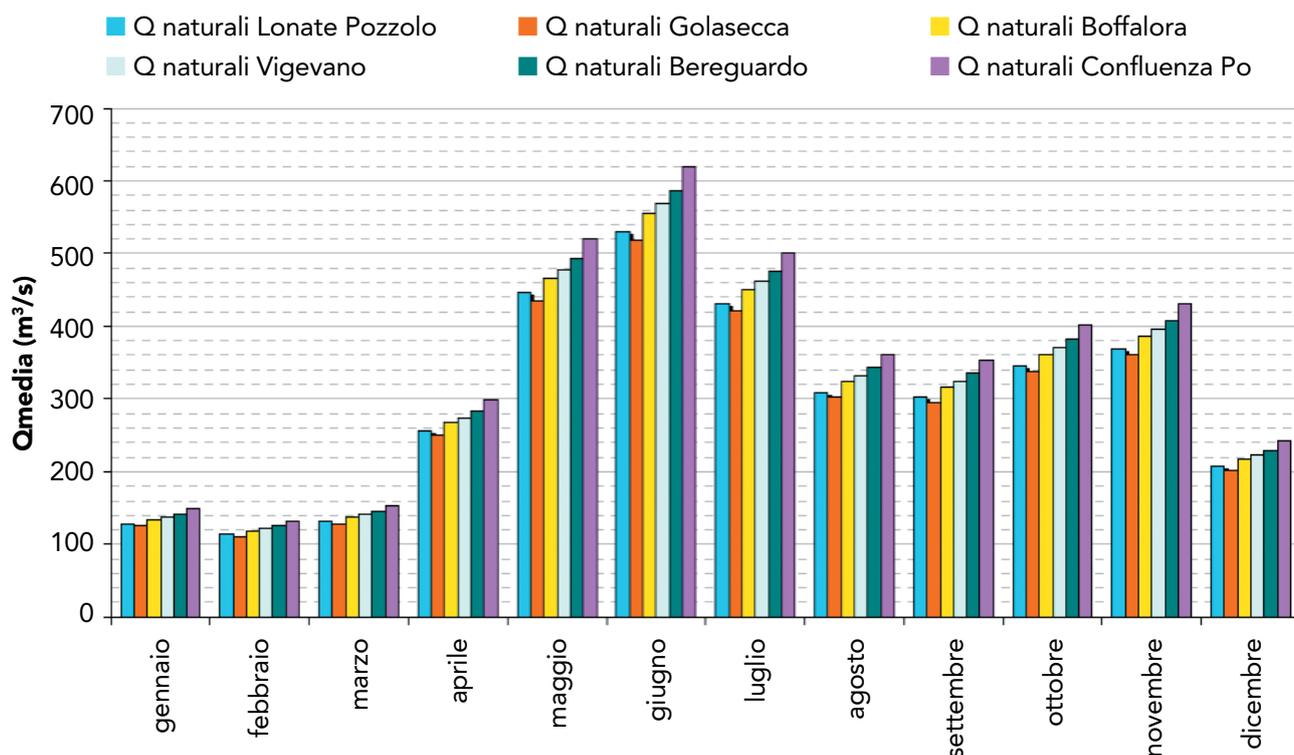


Figura 2.2. - Portate medie mensili naturali del Ticino (da PTUA Regione Lombardia, 2006)

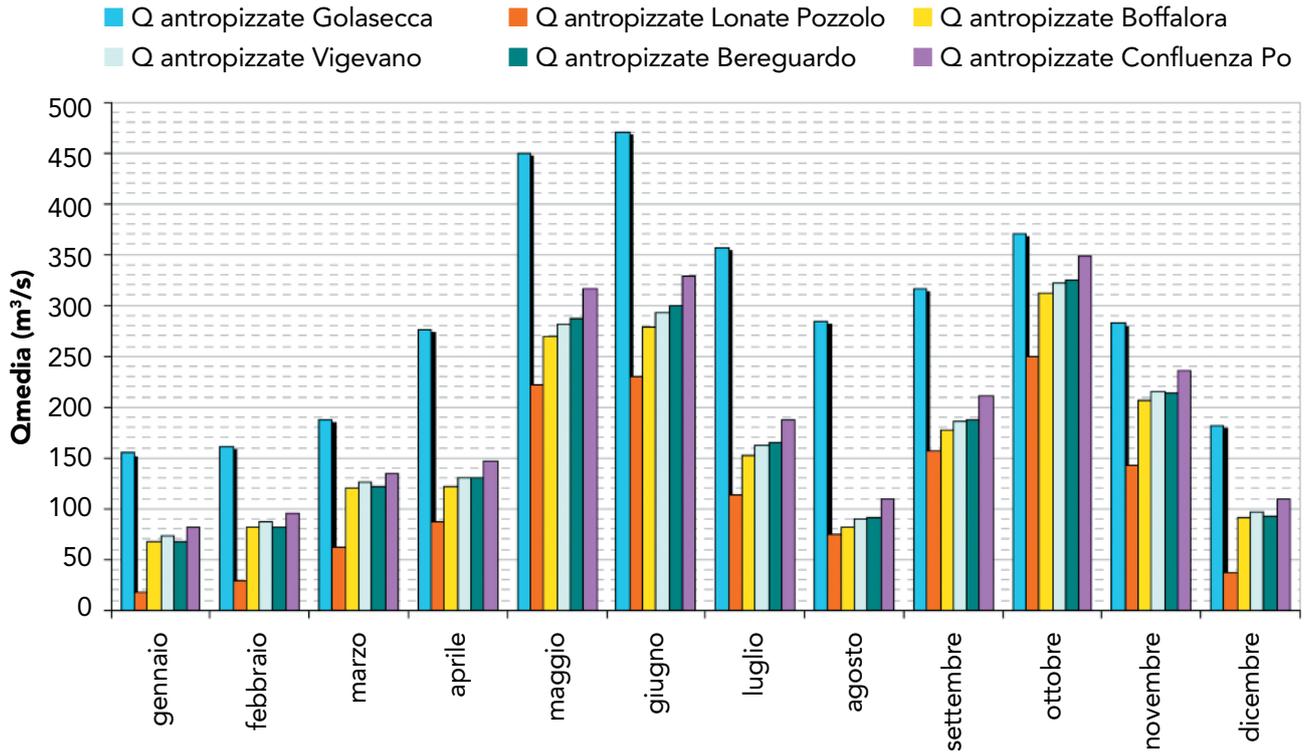


Figura 2.3. - Portate medie mensili artificiali del Ticino (da PTUA Regione Lombardia, 2006)

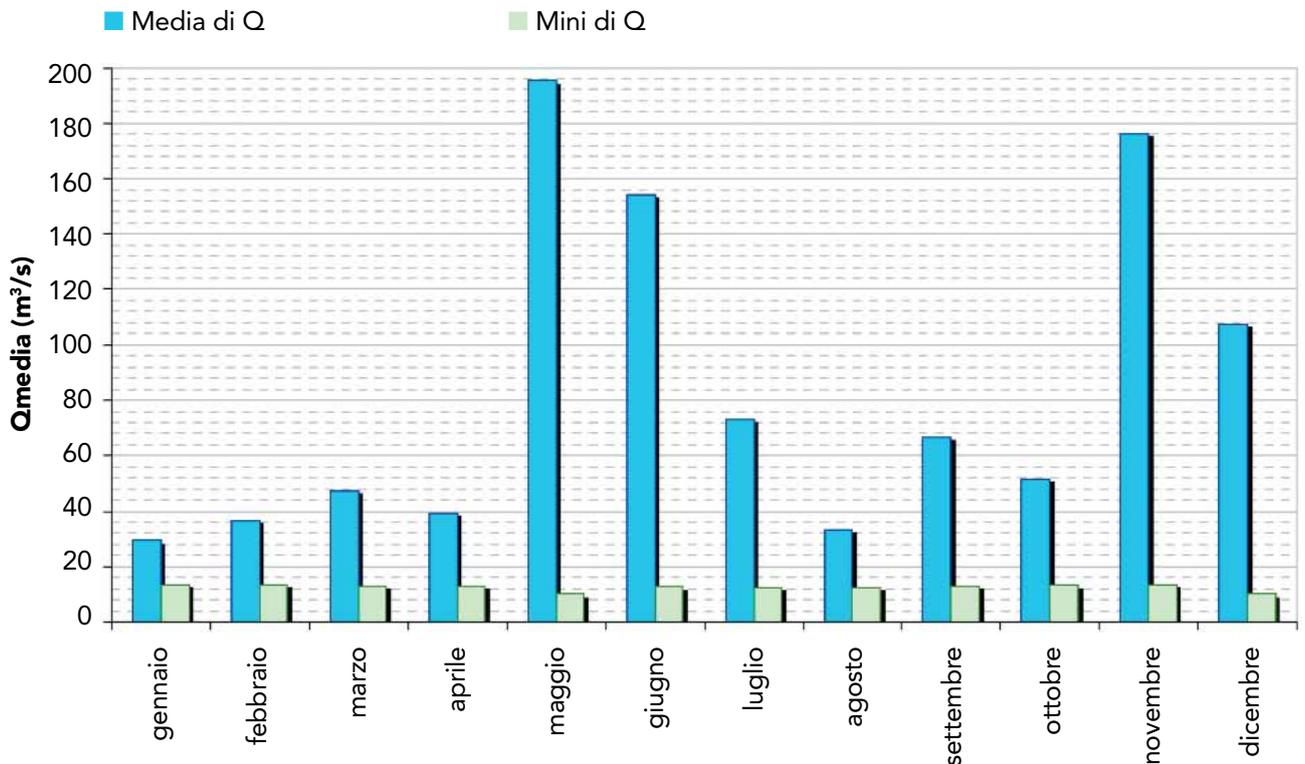


Figura 2.4. - Valori medi e minimi mensili di portata rilevati presso il ponte di Oleggio nel periodo dal Gennaio 2001 all'ottobre 2008

Come già sopra accennato, al fine di riequilibrare i prelievi delle derivazioni, risultano importanti le risorgenze; queste, soprattutto nei casi in cui manchino significativi apporti superficiali, determinano un aumento delle portate. Tale aumento è dovuto al drenaggio della falda freatica ed alle colature dai terreni agricoli, dagli scarichi industriali e civili. Le risorgenze aumentano le portate fino a Bereguar-

do, poi diminuiscono ed incrementano nuovamente verso la città di Pavia. I valori assoluti (rilevati da Marchetti e Raffa nel 1965 tra la Miorina e il ponte di Oleggio) indicano il notevole apporto di acqua (oltre 20 m<sup>3</sup>/s) in alcune stagioni (tarda estate al termine della stagione irrigua) che potrebbe generare interessanti valutazioni sull'utilizzo di questi contributi per la definizione del DMV.

Nella seguente tabella vengono riportati i valori delle portate medie annue naturali ed antropizzate (portata naturale - derivazioni + scarichi) in alcune sezioni caratteristiche, ricavate dal Programma di Tutela e Uso delle Acque della Regione Lombardia.

Sezione di riferimento F. Ticino	Superficie bacino (Km <sup>2</sup> )	Portata media annua naturale (m <sup>3</sup> /s)	Portata media annua antropizzata (m <sup>3</sup> /s)
Golasecca (Miorina)	6559	291	291
Bereguardo	7575	330	172
Confluenza Po	8172	348	192

Da tali valori è possibile mettere in evidenza come l'impatto antropico presente lungo il corso del fiume Ticino sia in grado di ridurre notevolmente le portate defluenti in regime ordinario. La portata media annua che attualmente defluisce nel tratto compreso tra la Miorina e il ponte di Oleggio è pari a poco più della metà della portata che defluirebbe naturalmente in assenza delle opere di derivazione oggi presenti.

Per quanto riguarda il regime delle portate di piena del Ticino, è bene mettere in evidenza come le stesse dipendano quasi esclusivamente dal deflusso in uscita dal Lago Maggiore, in quanto gli apporti del bacino sublacuale, pari a 800 km<sup>2</sup> sono poco influenti. Secondo diversi studi gli apporti in piena, costituiti da scarichi di centri urbani, acque provenienti dal bacino sublacuale, restituzione di rogge irrigue e sorgive, possono essere considerate all'incirca pari alle acque captate dalle derivazioni.

### 2.2.3 Definizione del Deflusso Minimo Vitale - DMV

Il Deflusso Minimo Vitale - DMV, indica il valore minimo di portata, che deve essere garantito nell'alveo dei fiumi naturali a valle di captazioni idriche, necessario per garantire la vita degli ecosistemi acquatici. Il DMV è prevalente su qualunque altro diritto di derivazione (anche se di antichissimo uso), al punto che si prevede che essa debba essere ridotta se non vi è altro modo per garantire questa portata minima. Recentemente sul nostro territorio sono state rilevate numerose situazioni preoccupanti riguardanti le risorse idriche. Negli ultimi anni, l'Italia nord-occidentale è stata colpita, infatti, da ricorrenti situazioni di carenza idrica che avuto pesanti ripercussioni sul comparto agricolo ed idroelettrico e, di conseguenza, sugli ecosistemi fluviali che sono stati oggetto di forti prelievi d'acqua anche in condizioni di magra, con le relative ricadute di carattere ambientale. Come già sottolineato le portate del Ticino sublacuale sono controllate dallo sbarramento della Miorina, in Comune di Sesto Calende e gestite dal Consorzio del Ticino, un Ente costituito e, di fatto, gestito dagli stessi soggetti che possiedono concessioni di derivazione d'acqua per usi irrigui ed industriali. A causa dei numerosi prelievi, il fiume è spesso soggetto a magre accentuate, soprattutto nel periodo estivo, ad iniziare dallo sbarramento del Panperduto sino a Vigevano, dove la portata, in parte, si ricostituisce grazie all'apporto di affluenti, risorgive e scarichi di canali. I complessi ecosistemi acquatici del fiume, delle zone umide adiacenti e gli ecosistemi boschivi della vallata, sono pesantemente condizionati dalla regimazione idraulica del Ticino; le magre estive che in molti tratti riducono quasi a zero, per periodi di tempo significativi, la portata del fiume, seguiti da picchi di portata e da momenti di asciutta, sconvolgono i normali cicli biologici delle specie acquatiche comportando pesanti ripercussioni sulla fauna e flora; ciò è dovuto al fatto che gli ecosistemi non sono in grado di adattarsi a queste situazioni che sono cronologicamente recenti rispetto ai tempi millenari di lenta evoluzione dell'ambiente fluviale. Per questo motivo molte specie, tra le quali alcune endemiche della Pianura Padana (ad esempio la Trota Marmorata), rischiano di scomparire con grave deperimento della qualità ecosistemica e della biodiversità locale. Anche l'integrità delle zone umide e dei boschi è messa a repentaglio dal notevole abbassamento della falda superficiale che viene alimentata dalle acque del Ticino. La carenza d'acqua crea, per di più, problemi alla fruibilità del fiume per quanto riguarda la navigazione turistica, la pesca, ma soprattutto ne compromette la balneabilità; in estate, infatti, le condizioni di magra diminuiscono la capacità auto-depurativa del fiume nei confronti degli inquinanti che afferiscono attraverso gli scarichi dei depuratori, o le acque di ruscellamento delle aree agricole, con un conseguente scadimento della qualità delle acque, in particolare per quanto attiene ai parametri microbiologici, da cui dipende la balneabilità. I fenomeni fin qui descritti hanno, e potrebbero avere sempre di più pesanti conseguenze non solo

sugli ecosistemi, ma anche sulla salute degli abitanti della Valle del Ticino ed essere causa di ricadute negative sulle economie locali, in particolare sul settore primario e terziario e nel settore turistico e del tempo libero. Per cercare di risolvere e migliorare le situazioni sopra descritte, il Piano di Tutela delle Acque (PTUA) della Regione Piemonte, approvato dal Consiglio Regionale con D.C.R. n. 117-10731 del 13.03.2007, prevede l'applicazione del Deflusso Minimo Vitale alle captazioni da corsi d'acqua al fine di garantire la tutela delle biocenosi acquatiche. Il PTA definisce il DMV come costituito da:

- una componente idrologica calcolata sulla base della portata media annua naturale del corso d'acqua;
- fattori correttivi relativi a morfologia e scambio idrico con la falda che, applicati al valore idrologico, definiscono il DMV di base;
- ulteriori fattori correttivi riguardanti la naturalità, la qualità dell'acqua, la fruizione e le esigenze di modulazione della portata residua a valle dei prelievi.

Il Regolamento Regionale 8/R del 17.07.2007 recante "Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale (L.R. 61/2000)" prevede all'Art. 3 comma 3 che per il fiume Ticino il DMV sia determinato d'intesa tra le Regioni interessate, secondo le modalità previste da appositi protocolli sottoscritti e approvati dalle rispettive amministrazioni. Queste Regioni hanno stabilito un DMV di 18 mc/sec di acqua, consentendo l'utilizzo della risorsa idrica ai concessionari per uso agricolo e industriale anche in periodi di siccità. A valle di ogni captazione idrica, inoltre, deve essere sempre assicurata una portata minima defluente pari a:

- 24,0 m<sup>3</sup>/s al Ponte di Castelletto sopra Ticino - Sesto Calende; alla presa del Canale Regina Elena.
- 24,5 m<sup>3</sup>/s alla diga del Panperduto; alla presa della Roggia Clerici Simonetta; alla presa della Roggia Molinara di Oleggio.
- 25,0 m<sup>3</sup>/s alla presa della Roggia Gora Molinara; alla presa del Naviglio Grande - Paradella degli Spagnoli; alla presa del Naviglio Langosco.
- 25,5 m<sup>3</sup>/s alla presa del Naviglio Sforzesco; alla presa del Canale Nuovo ENEL; al confine Regionale in Comune di Cerano; alla presa della roggia Magna/Castellana in Comune di Vigevano.

La Regione Lombardia e la Regione Piemonte, per attuare il protocollo del DMV, si sono impegnate congiuntamente e ciascuna secondo il proprio ordinamento, a:

- riconoscere il Fiume Ticino come utente prioritario del diritto d'acqua;
- garantire con immediatezza il deflusso minimo vitale di 25 mc/sec su tutta l'asta del Fiume Ticino;
- riconoscere i Parchi del Ticino, richiedendo la modifica dello Statuto del Consorzio del Ticino, come rappresentanti dell'Utente Fiume all'interno del Consorzio stesso;
- revisionare i disciplinari di captazione in atto con l'applicazione immediata, anche in via provvisoria, del DMV calcolato dai Parchi nonché l'obbligo per i concessionari di installare strumenti di misurazione che consentano anche ai Parchi di poter verificare costantemente ed in tempo reale la quantità d'acqua prelevata dal Fiume;
- coinvolgere i Parchi in tutti gli organismi che, a vario titolo, si occupano del Fiume e della quantità e qualità delle sue acque;
- potenziare la struttura tecnica per il controllo della qualità delle acque, attualmente operativa presso il Parco del Ticino Lombardo, anche in funzione del controllo quantitativo delle acque stesse;
- completare la rete di controllo idrometrico delle portate del Ticino e coordinare la raccolta dati degli idrometri esistenti;
- considerare prioritari gli interventi finalizzati a migliorare la qualità delle acque del Fiume Ticino garantendo ai titolari degli impianti priorità nell'accesso ai finanziamenti delle due Regioni o di altri Enti attribuiti alle due Regioni per competenza.

Il D.M.V. di una sezione di un corso d'acqua è calcolato secondo una specifica formula indicata dall'Autorità del bacino del fiume Po, che tiene conto della superficie del bacino imbrifero sotteso dall'opera di presa, della percentuale della portata media che deve essere considerata, della portata specifica media annua per unità di superficie del bacino, dell'attitudine dell'alveo (pendenza, morfologia, ecc.) a mantenere le portate di flusso, delle esigenze naturalistiche, turistiche, sociali e dei carichi inquinanti, delle esigenze di rilascio dovute al contributo delle acque sotterranee e della modulazione nell'anno dei rilasci delle opere di presa in funzione degli obiettivi di tutela definiti per i tratti di corso d'acqua sottesi dalla derivazione. Inoltre il D.M.V.:

- deve essere calcolato per ogni singola opera di presa/restituzione e non valutato complessivamente sull'impianto;
- deve garantire la continuità dell'ecosistema fluviale interessato dalla derivazione;
- può avere valori diversi durante l'anno;

- devono essere rilevati gli effetti conseguiti dalla sua applicazione per verificare la reattività nel tempo dell'ecosistema ed eventuali necessità di modifica del D.M.V.

Possono essere escluse dal D.M.V., previa valutazione dell'Autorità concedenti, le concessioni soggette ad accordi internazionali e le derivazioni non interferenti con la rete idrica naturale.

Col Decreto n. 9001 dell'otto agosto 2008, "Approvazione delle linee guida per l'avvio delle sperimentazioni sul D.M.V. in tratti del reticolo idrico naturale regionale", vengono definite le sperimentazioni sul deflusso minimo vitale in Lombardia. Parametri rilevanti per determinare l'efficacia del D.M.V. sono:

- morfologia fluviale: ad essa è legata la distribuzione della portata in alveo e, di conseguenza, le condizioni idrauliche che determinano la qualità dell'habitat;
- altitudine: in alta quota nel periodo invernale si può avere il completo congelamento del corso d'acqua; oppure la portata superficiale del corso d'acqua può essere legata ai periodi di disgelo o di massime precipitazioni;
- specie animali e vegetali presenti: diverse specie hanno esigenze diverse; la fauna ittica è la più esigente per il deflusso;
- qualità dell'acqua: se non ottimale influenza i processi e le strutture biologiche; inoltre minore è la portata, minore sarà l'efficienza di diluizione degli scarichi e minore sarà la capacità auto depurativa del corso d'acqua;
- permeabilità dell'alveo: il problema è rappresentato dagli alvei particolarmente permeabili;
- apporti dalla falda: se significativi determinano il problema opposto rispetto a quello descritto nel punto precedente;
- affluenti significativi: sono importanti per mantenere un ecosistema, a volte sostituiscono il D.M.V.;
- lunghezza e ubicazione del tratto interessato;
- effetti del deflusso sul corpo idrico principale in cui il corso d'acqua recapita;
- presenza di ulteriori criticità nel sistema: dove il D.M.V. non è l'unico fattore limitante dell'ecosistema, anche un suo forte incremento potrebbe non portare benefici.

Nell'ambito della definizione degli scenari di sperimentazione, è stata individuata come area di intervento il tratto di Ticino compreso tra la diga del Panperduto e il ponte di Oleggio. L'intervallo delle portate da rilasciare nel periodo di sperimentazione è definito prendendo in considerazione:

- i valori di portata rilasciati attualmente;
- i valori di piena applicazione della componente idrologica del D.M.V.(10% della portata media annua);
- i valori intermedi diversi dai precedenti, utilizzati per verificare la gradualità degli effetti.

La sperimentazione occuperà un periodo di 4 anni (a partire dal 2009) e avrà diversi scenari di rilascio:

- SCENARIO 1 - durata: un anno. Utile per la caratterizzazione ambientale e per la taratura dei sistemi di controllo. Questo scenario garantisce 7 metri cubi/secondo a Panperduto e a valle delle prese delle rogge irrigue poste dopo la diga;
- SCENARIO 2 - durata: tre anni (2010-2012). Verifica gli effetti ecologici del rilascio del D.M.V. attraverso l'utilizzo di indicatori biologici che hanno tempi di risposta lunghi;

Mese	Scenario 1 (m <sup>3</sup> /s)	Scenario 2 (m <sup>3</sup> /s)	Scenario 3 (m <sup>3</sup> /s)	Scenario 4 (m <sup>3</sup> /s)
gennaio	7	14	21	28
febbraio	7	14	21	28
marzo	7	14	21	28
aprile	7	14	21	28
maggio	7	10	15	20
giugno	7	10	15	20
luglio	7	10	15	20
agosto	7	10	15	20
settembre	7	18	27	36
ottobre	7	18	27	36
novembre	7	18	27	36
dicembre	7	18	27	36
<b>Media annuale</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>28</b>

- SCENARI 3 e 4 - breve durata, distribuiti in tutte le stagioni e per l'intero quadriennio. Verifica gli effetti idraulici, fisici, chimici con tempi di risposta immediati o molto brevi.

Il rilascio delle portate del Deflusso Minimo Vitale avverrà con diverse modalità in relazione ai tempi e ai valori considerati: nel breve periodo avverrà direttamente sull'opera di sbarramento; nel lungo periodo, il rilascio, sarà effettuato attraverso la centralina idroelettrica, il passaggio per pesci e le prese previste presso le "porte della sabbia".

Per quanto riguarda il monitoraggio degli effetti prodotti dal D.M.V. è necessario ricordare che una sperimentazione con fini ecologici deve essere caratterizzata da:

- rappresentatività rispetto alle condizioni generali
- precisa definizione delle scale spaziali e temporali utilizzate
- quadro di riferimento ante rilascio
- possibilità di basarsi su indicatori idraulici, fisici, chimici e biologici a diversi livelli.

La Direttiva 2000/60/CEE indica le differenti tipologie di indicatori da utilizzare per il monitoraggio dell'applicazione del Deflusso Minimo Vitale. Gli indicatori riportati dalla direttiva sono i seguenti:

- idraulici (portata, larghezza dell'alveo bagnato, profondità media e massima, velocità della corrente)
- morfologici (caratteristiche dell'alveo)
- chimico-fisici (parametri di qualità dell'acqua)
- biologici (alghe, macroinvertebrati, pesci)

Il programma di monitoraggio previsto è composto da quattro fasi successive:

- Valutazione dello stato di fatto: consiste nella valutazione degli ecosistemi fluviali e spondali posti nell'area di studio, con un D.M.V. almeno di 7 metri cubi al secondo e messa a punto delle attività operative previste dal monitoraggio, come ad esempio la definizione cartografica del tratto di interesse, la caratterizzazione morfologica dell'habitat fluviale, l'individuazione delle criticità che potrebbero condizionare l'ecosistema e la definizione dello stato ecologico;
- Rilascio dei valori di D.M.V. sperimentali e verifica degli effetti ecologici: consta nella ripetizione delle attività conoscitive della fase 1, ma con l'obiettivo di verificare l'evoluzione dell'ecosistema. Queste fasi comprendono un tempo lungo al fine di rispettare i tempi di risposta della fauna ittica; generalmente, infatti, i pesci raggiungono maturità sessuale dopo tre anni dalla nascita;
- Valutazioni finali: raccolta dei dati delle attività sperimentali e presentazione degli stessi agli enti di controllo per determinare le regole operative.

Il rispetto del DMV porterà ad un miglioramento della qualità delle nostre acque e delle biocenosi presenti in esse e tutto questo si rifletterà in definitiva anche sulla qualità della nostra vita.

## 2.3 Interventi antropici diretti e indiretti

Nel corso del tempo, le azioni di trasformazione del sistema idrico superficiale, finalizzate a un completo controllo dei fenomeni naturali, sono state numerose e di varia natura. Si è provveduto ad una progressiva regimazione dei corsi d'acqua, per aumentare la superficie agricola e per un completo sfruttamento della risorsa idrica (navigazione, usi civili, industriali, irrigui ed energetici). Questo approccio tecnologico, che discende da una concezione sostanzialmente di tipo "idraulico" del fiume, ha inteso quindi il corso d'acqua come un oggetto da confinare in un alveo ben definito per consentirne il pieno sfruttamento ed ha tralasciato quell'approccio "ecologico" che ora, rilevati i limiti culturali di tali esperienze e le conseguenze indesiderate, viene rivalutato al fine di garantire un uso "sostenibile" della risorsa idrica.

Di seguito si riporta un elenco delle più diffuse opere di regimazione idraulica e di interventi di controllo del territorio circostante che causano problemi al reticolo idrografico, tenendo presente che raramente essi si presentano in modo isolato; solitamente, infatti, si fa ricorso ad interventi combinati, i cui effetti negativi vengono addirittura potenziati. Per ognuno di essi vengono evidenziate le caratteristiche principali.

**Rettificazioni.** Opere che consistono nell'eliminazione delle sinuosità del tracciato fluviale, comportando un accorciamento del percorso e determinando un aumento di pendenza, cui conseguono maggiore velocità di corrente e maggiore forza erosiva sul fondo, con effetti negativi sulla stabilità delle sponde.

**Opere di contenimento e arginatura.** Le arginature sopraelevate rispetto al piano di campagna, confinando l'alveo di piena, determinano maggiori altezze idrauliche e maggior velocità di corrente; ne può derivare erosione del fondo e delle sponde, inducendo nel tempo la necessità di difese spondali.

**Deviazioni irrigue e industriali.** La quantità di acqua sfruttata dall'uomo è destinata prevalentemente ad usi agricoli, industriali e domestici. Qualunque sia il tipo di utilizzo dell'acqua da parte dell'uomo, deve essere attuato l'uso razionale di questa risorsa e la sua tutela qualitativa e quantitativa.

**Sdemanializzazione.** Privatizzazione di aree appartenenti al patrimonio comune. Attraverso questo meccanismo si riduce notevolmente la portata potenziale del fiume aumentando il rischio delle esondazioni.

**Concessioni in aree golenali.** Concessioni edilizie per insediamenti produttivi e residenziali in zone di naturale pertinenza diretta del fiume, che richiedono quindi interventi di regimazione.

**Occupazione di aree di pertinenza fluviale.** Insediamenti agricoli in prossimità dei fiumi.

**Percorrenze stradali e ferroviarie.** I piloni dei ponti sono spesso fondati nell'alveo, riducono la sezione di piano del fiume, ostacolano il deflusso del materiale trasportato dal fiume, richiedono opere di rallentamento della corrente e di controllo delle sponde che portano a conseguenze a valle dell'attraversamento come scalzo del piede del ponte ed erosione delle sponde.

**Scarichi.** Gli organismi del fiume, in particolare i batteri, attuano un processo di mineralizzazione della sostanza organica introdotta con gli scarichi. Per fare ciò questi organismi necessitano di una quantità aggiuntiva di ossigeno, che determina un abbassamento della sua concentrazione nelle acque. Di norma, quindi, nel tratto subito a valle dello scarico, si verifica un abbassamento della concentrazione di ossigeno disciolto, mentre allontanandosi sempre più dallo scarico la concentrazione tenderà a risalire fino alla normalità, per la capacità di riaerazione delle acque turbolente del fiume. Se tuttavia in questo tratto il fiume riceve altri scarichi, se le comunità di organismi sono state alterate da sostanze inquinanti o da sconvolgimenti dell'alveo naturale, se la portata del fiume viene impoverita, si avrà una riduzione della sua capacità autodepurativa.

**Impermeabilizzazione.** La progressiva urbanizzazione del territorio sta determinando un incremento delle superfici impermeabilizzate: strade, parcheggi, piazzali, capannoni, abitazioni. Le acque piovane scorrono su di esse velocemente arrivando ai fiumi in un tempo molto ridotto e in quantità molto superiore a quella naturale, perché solo in minima parte vengono assorbite dal terreno.

**Deforestazione.** Sui terreni senza vegetazione arborea le acque scorrono veloci con meccanismi simili a quelli provocati dall'impermeabilizzazione, accumulandosi in rigagnoli, pericolosi per la stabilità dei versanti e sfociando nei corsi d'acqua con un trasporto solido ingente, in un tempo ridotto e con una portata elevata. Inoltre, il taglio di specie riparie, eliminando l'ombreggiamento, determina un aumento di temperatura dell'acqua e sottrae preziosi ambienti per specie animali riparie.

**Asportazione di materiali litoidi in alveo:** gran parte dei corsi d'acqua di pianura sono oggi caratterizzati da carenza di materiale alluvionale dovuto all'eccessivo prelievo di inerti registrato negli ultimi decenni. Durante il verificarsi di un evento alluvionale, l'abbassamento di fondo alveo dovuto alla sottrazione di inerti, se da un lato può migliorare il contenimento delle acque di piena, dall'altro produce fenomeni di instabilità sia nelle opere di difesa sia in quelle di attraversamento. Con la sottrazione di ghiaia e sabbia vengono a modificarsi rapidamente le condizioni al contorno rispetto alle quali i manufatti erano stati dimensionati causando, quindi, cedimenti per scalzamento al piede. Inoltre, il tratto approfondito dall'escavazione, oltre a determinare una rottura di pendenza che innesca l'erosione regressiva, si comporta come una trappola per inerti che trattiene i sedimenti asportati a monte dalla corrente; anche a valle di esso si verifica erosione sia per il mancato apporto solido da monte sia perché l'acqua, liberatasi del carico solido, acquista maggiore energia.

**Restringimento della sezione di deflusso.** La riduzione della sezione di deflusso di un corso d'acqua provoca l'innalzamento del livello dell'acqua, l'aumento locale della velocità della corrente e la conseguente accentuazione dei fenomeni di erosione. Il restringimento della sezione può essere dovuto alla mancata manutenzione del corso d'acqua, alla presenza di ostacoli permanenti quali ponti con piloni in alveo e traverse di derivazione; in molti casi le stesse opere di difesa spondale riducono eccessivamente il letto fluviale rispetto alla dimensione originale. Infine, assai diffusi risultano gli interventi di tombinamento e canalizzazione inadeguati ad una qualsivoglia piena, anche di ridotta entità.

Lungo il Ticino sono numerosi gli interventi antropici che interferiscono con la naturale evoluzione del suo sistema fluviale, di cui si è già sopra accennato, quali gli scarichi che ne inficiano la qualità delle acque, la prese idrauliche e le pressione antropica che tende a conquistare territorio naturali per usi agricoli e insediativi.

E' presente inoltre un doppio sistema di difese: gli *argini maestri*, posti in destra idraulica, all'estremità delle aree golenali e che delimitano l'alveo di piena; le *difese spondali*, che delimitano l'alveo inciso e difendono le aree golenali. Mentre le difese spondali sono presenti solo saltuariamente, laddove più intense si sono manifestate nel tempo le azioni erosive della corrente fluviale e le conseguenti richieste di difesa delle aree golenali, le arginature maestre sono presenti con continuità in sponda destra dal ponte di barche di Bereguardo fino alla confluenza in Po, con un'interruzione tra il Comune di Zerbolò e Carbonara al Ticino. In sinistra idraulica non sono presenti argini maestri in quanto è presente un evidente terrazzo morfologico che assume quote sufficienti per la sicurezza idraulica degli abitati circostanti. Gli argini presenti hanno uno sviluppo complessivo pari a 21,5 km e sono realizzati in terra, ad eccezione di un tratto in prossimità del ponte coperto di Pavia presso la località Borgo Ticino, realizzato in muratura.

Le difese spondali presenti hanno un'estensione complessiva di 21,7 km, di cui 10,3 km in sponda sinistra e 11,4 km in sponda destra. Le opere di difesa spondale sono in prevalenza realizzate in massi a secco o con blocchi di calcestruzzo.

Oltre agli argini e alle difese, numerose sono le *opere trasversali* costruite nel territorio del Parco del Ticino che vanno ad influenzare la struttura degli ecosistemi fluviali presenti. Tali opere possono incidere sulla continuità territoriale del fiume, influenzando di conseguenza la distribuzione della flora e della fauna.

Le opere trasversali esistenti comprendono attraversamenti stradali, ferroviari, oleodotti, elettrodotti e opere di sbarramento e regolazione delle portate. Tuttavia l'adeguamento delle strutture esistenti legato alle nuove necessità trasportistiche prevedono la realizzazione di nuove opere trasversali di cui di seguito si riportano le specifiche descrittive, tratte dalle relazioni di progetto e di studio di impatto ambientale.

Recentemente la necessità di realizzare nuove infrastrutture o di adeguare quelle esistenti ha comportato la realizzazione di nuove opere di attraversamento. Al fine di limitarne gli impatti negativi si è cercato di indirizzare la progettazione in modo da mantenere o ripristinare la continuità territoriale e limitare il più possibile i danni determinati dai lavori in alveo.

### 2.3.1 Interventi di riqualificazione e ripristino nel Parco del Ticino lombardo

Per riuscire a contenere l'inevitabile peggioramento causato dalle diverse pressioni antropiche, oltre ad eliminare o quanto meno ridurre e contenere le fonti di inquinamento (scarichi puntuali e diffusi), si è reso necessario adottare una politica di rinaturalizzazione finalizzata alla ricostituzione della continuità ambientale del fiume e all'utilizzo delle valenze naturalistico - ecologiche come forma di riequilibrio del sistema fluviale, consentendo fruizioni e sfruttamenti della risorsa a basso impatto ambientale.

Le azioni che possono portare a questa inversione di tendenza sono volte al recupero di forme fluviali più naturali che favoriscono la conservazione del sistema fluviale nel suo complesso, garantendone un uso sostenibile a lungo termine, quali:

- recupero di vecchi tratti fluviali, meandri, lanche, golene, oggi spesso occupate da attività agricole, come coltivazioni a mais o pioppeti;
- realizzazione di opere di protezione delle sponde con tecniche di ingegneria naturalistica;
- riqualificazione o creazione di arie umide per migliorare l'effetto tampone;
- interventi di miglioramento forestale dei boschi ripariali;
- ripristino della continuità ecologica dell'ecosistema fluviale e salvaguardare della biodiversità dei fiumi.

Di seguito vengono presentati alcuni dei progetti realizzati o in fase di attuazione che meglio rappresentano il ruolo dei Parchi del Ticino nella difesa delle acque e dei suoi ecosistemi. I Parchi del Ticino, infatti, hanno tra i loro obiettivi primari la salvaguardia della biodiversità (intesa nei suoi termini più ampi come ricchezza e varietà di specie, habitat ed ecosistemi) di cui sono scrigno e sorgente. Questi progetti sono il risultato di una serie di attività che, partendo da studi e ricerche atti a migliorare le conoscenze dei differenti ambienti, hanno portato alla realizzazione di interventi mirati ad una gestione più consapevole del territorio in generale e delle sue acque in particolare.

Analizzando gli interventi realizzati dai diversi uffici tecnici del Parco del Ticino è stata effettuata la loro catalogazione; di seguito si riportano l'elenco dei progetti realizzati e un esempio di "scheda - tipo" per la raccolta dei dati.

- Recupero Ambientale dell'ex "Cava Pietrisco del Ticino" nel Comune di Somma Lombardo (VA).
- Riqualficazione e manutenzione naturalistica di difesa spondale nel Comune di Somma Lombardo (VA).
- Conservazione e riqualficazione forestale nell'ansa di Castelnovate nel Comune di Vizzola Ticino (VA).
- Lavori di recupero idraulico ed ambientale di rami laterali del Ticino. Interventi nelle aziende Bianchi, Bosco Ticino, La Delizia, Manusardi, Cominotti e La Fagiana nei Comuni di Abbiategrasso, Robecco sul Naviglio, Magenta, Boffalora sul Ticino (MI).
- Ripristino difese spondali sul fiume Ticino località "Foce del Magentino" in Comune di Abbiategrasso (MI).
- Rimboschimento in località Buccella nel Comune di Vigevano (PV).
- Sistemazione di sponda con opere di ingegneria naturalistica nella località "campo Robinson" nel comune di Vigevano (PV).
- Rimboschimento di superfici agricole di proprietà del Parco Ticino nel Comune di Gambolò (PV).
- Rimboschimento in località Geraci nel Comune di Motta Visconti (MI).
- Recupero ambientale della "Lanca Venara" in Comune di Zerbolò (PV).
- Rimboschimento forestale in località Siro Negri nel Comune di Zerbolò (PV).
- Recupero ambientale dell'Area "Ricotti" nel Comune di Pavia.
- Interventi sul colatore Gravellone vecchio nel Comune di Travacò Siccomario (PV) e Pavia.
- Una grande foresta tra i due fiumi nel Comune di Travacò Siccomario (PV).
- Progetto LIFE Pelobates.
- Progetto Life Natura 03NAT/IT/000113 Conservazione di *Acipenser naccarii* nel fiume Ticino e nel medio corso del Po.
- Progetto Life Natura 00NAT/IT/7268 Conservazione di *Salmo marmoratus* e *Rutilus pigus* nel fiume Ticino.
- Sottoprogetti dei Life Natura: Scale di risalita per pesci - Contenimento del siluro - Riproduzione artificiale - Studio dell'autoecologia del pigo.
- Distribuzione e consistenza della Testuggine palustre (*Emys orbicularis*).
- Attività di monitoraggio dell'avifauna acquatica.
- Programmi di sostegno alle popolazioni di gambero d'acqua dolce *Austropotamobius pallipes*.
- Interventi di riqualficazione ambientale per la conservazione del Tarabuso e del biotopo a canneto nel Parco del Ticino.

Le schede dei progetti sopra elencati sono disponibili presso la sede del Parco del Ticino.

#### Lavori di riqualficazione ambientale del "Parco dei fontanili" nel comune di Cavaria con Premezzo (VA)

**Data inizio:** Marzo 1999

**Data fine:** Ottobre 2005

**Stato di attuazione:** Completato.

**Localizzazione dell'intervento:** Comune di Somma Lombardo (VA).

**Superficie interessata:** 250.000 m<sup>2</sup>.

**Obiettivi generali:** Recupero morfologico e forestale di area degradata.

**Risultati attesi:** Reinserimento dell'area nel contesto paesaggistico ambientale.

**Problematiche riscontrate:** Difficoltà nella fase di forestazione data dalla particolarità dei terreni.

**Partner coinvolti:** Impresa privata e Comune di Somma Lombardo.

**Finanziamenti:** Autofinanziato con introiti della commercializzazione del materiale estratto.



### 2.3.2 Difese spondali sul Ticino in sponda piemontese - 10 anni di evoluzione

Lo Sviluppo Sostenibile deve soddisfare i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri. Questo implica la responsabilità di assumere decisioni strategiche ed intraprendere azioni adeguate per utilizzare, mantenere e tramandare le risorse disponibili alle future generazioni. In ambito ambientale devono essere garantite la conservazione e l'uso efficiente delle risorse. Qualsiasi "azione" deve avere la capacità di non compromettere, a varia scala, la possibilità di riutilizzo delle risorse ambientali, mantenendo integre le varie componenti dell'ecosistema. Nell'ambito della riqualificazione ambientale si pongono in atto interventi correttivi, al fine di mitigare l'impatto sugli ecosistemi derivante da azioni "non sostenibili", o si applicano tecnologie a basso impatto per opere realizzate tradizionalmente con un impatto ambientale elevato.

Le difese spondali sul fiume Ticino sono un tipico esempio di come l'applicazione di tecnologie adeguate possa ridurre notevolmente l'impatto delle opere sull'ambiente. Sino all'anno 2000 le difese spondali sono state realizzate quasi esclusivamente mediante l'utilizzo di massi ciclopici a rivestimento della riva, spesso con pendenze molto ripide e con i massi disposti regolarmente a formare una sorta di muro continuo. Tali difese sono difficilmente riambientabili, in quanto la vegetazione spontanea stenta a crescere tra le esigue fessure esistenti tra i massi. Inoltre la superficie liscia, spoglia di vegetazione, non offre ostacolo alla corrente, mentre una riva ricca di vegetazione rallenta il deflusso delle acque, mitigando in tal modo gli effetti erosivi della corrente anche nelle zone poste a valle delle difese.

La mancata riambientazione determina inoltre una diminuzione della biodiversità delle rive del fiume con conseguenze negative sia dal punto di vista faunistico che da quello floristico.

Per questi motivi dal 2000 il Parco del Ticino Piemontese ha richiesto, nella progettazione delle difese spondali, l'applicazione di tecniche che possano consentire la migliore rinaturalizzazione delle sponde, compatibilmente con il mantenimento della sicurezza idraulica. L'orientamento generale è stato inoltre quello di consentire la realizzazione delle difese solo dove strettamente necessario e con un preventivo studio idraulico che garantisca la compatibilità con la dinamica fluviale, evitando in tal modo spiacevoli effetti di rimpallo del flusso di corrente tra una sponda e l'altra. Le migliori tecniche consolidate per la realizzazione di difese a basso impatto sono quelle che utilizzano l'Ingegneria Naturalistica pura: palificate, coperture diffuse, ecc. Tali tecniche hanno però dei limiti imposti dalla velocità di corrente, dalle portate e dal trasporto solido. Per quanto riguarda il Ticino la loro applicazione è possibile solo su rami secondari e con direzione di corrente parallela alla sponda. Negli altri casi si sono adottate tecniche miste di Ingegneria Naturalistica che in generale consistono nella realizzazione di gabbionate al piede, in alcuni casi rinforzate con massi, poste al di sotto della quota di fondo e nella copertura della sponda con un Materasso Reno di spessore variabile tra i 20 e i 50 centimetri a seconda delle condizioni idrauliche. I Materassi Reno sono rivestiti con uno strato di terra agraria di circa 30 cm, protetto da stuoie o da reti, quindi inerbiti e piantumati con essenze. In questi anni sono state monitorate le difese spondali realizzate con queste tipologie e si è potuto riscontrare una buona risposta per quanto riguarda il riambientamento ed una sostanziale tenuta delle strutture anche a piene superiori all'ordinaria. Si ritiene pertanto che l'adozione di tecniche miste di Ingegneria Naturalistica abbia raggiunto l'obiettivo di rendere compatibile la realizzazione di efficaci strutture idrauliche di difesa con quella di mantenere una buona naturalità delle sponde.



Fig. 2.3.1. - Difesa spondale (Trecate) e difesa in fase di riambientazione (Marano Ticino)

## 3. Lo sviluppo del territorio

### 3.1 Caratteri demografici dei comuni del Parco del Ticino

Il Parco del Ticino copre una superficie di oltre 91.000 ettari. Comprende il territorio di 47 comuni lombardi, collocati lungo il tratto del fiume Ticino compreso tra il lago Maggiore e il fiume Po (per una lunghezza complessiva di 110 km), suddivisi tra le Province di Milano, Pavia e Varese: Abbiategrasso, Arsago Seprio, Bereguardo, Bernate Ticino, Besate, Besnate, Boffalora Sopra Ticino, Borgo S. Siro, Buscate, Carbonara Ticino, Cardano al Campo, Casorate Sempione, Cassinetta di Lugagnano, Cassolnovo, Castano Primo, Cuggiono, Ferno, Gallarate, Gambolò, Garlasco, Golasecca, Gropello Cairoli, Linarolo, Lonate Pozzolo, Magenta, Mezzanino, Morimondo, Motta Visconti, Nosate, Ozzero, Pavia, Robecchetto con Induno, Robecco S/Naviglio, Samarate, S. Martino Siccomario, Sesto Calende, Somma Lombardo, Torre d'Isola, Travacò Siccomario, Turbigo, Valle Salimbene, Vanzaghello, Vergiate, Vigevano, Villanova d'Ardenghi, Vizzola Ticino, Zerbolò.

Il territorio circostante il fiume è protetto da un Parco regionale anche sulla sponda piemontese, che comprende parzialmente altri 11 comuni della Provincia di Novara.

Dal momento che uno degli obiettivi prioritari del Parco è quello di raggiungere un equilibrio tra le aree naturali, agricole e urbane al fine di salvaguardare la qualità dell'ambiente e della salute umana è importante approfondire le variazioni demografiche e socio-economiche dei comuni consorziati che potrebbero, con le loro attività e le previsioni di sviluppo, influenzare in ultima analisi la qualità delle acque del fiume e la biodiversità presente nel territorio.

Grazie ai censimenti Istat che vengono effettuati regolarmente ogni dieci anni, è stato possibile osservare le variazioni demografiche dei diversi comuni del Parco nel corso del tempo; partendo dalla variazione demografica totale di tutti i comuni negli anni è possibile avere un quadro generale dell'evoluzione dell'area, come evidenziato nella figura seguente (Figura 3.1).

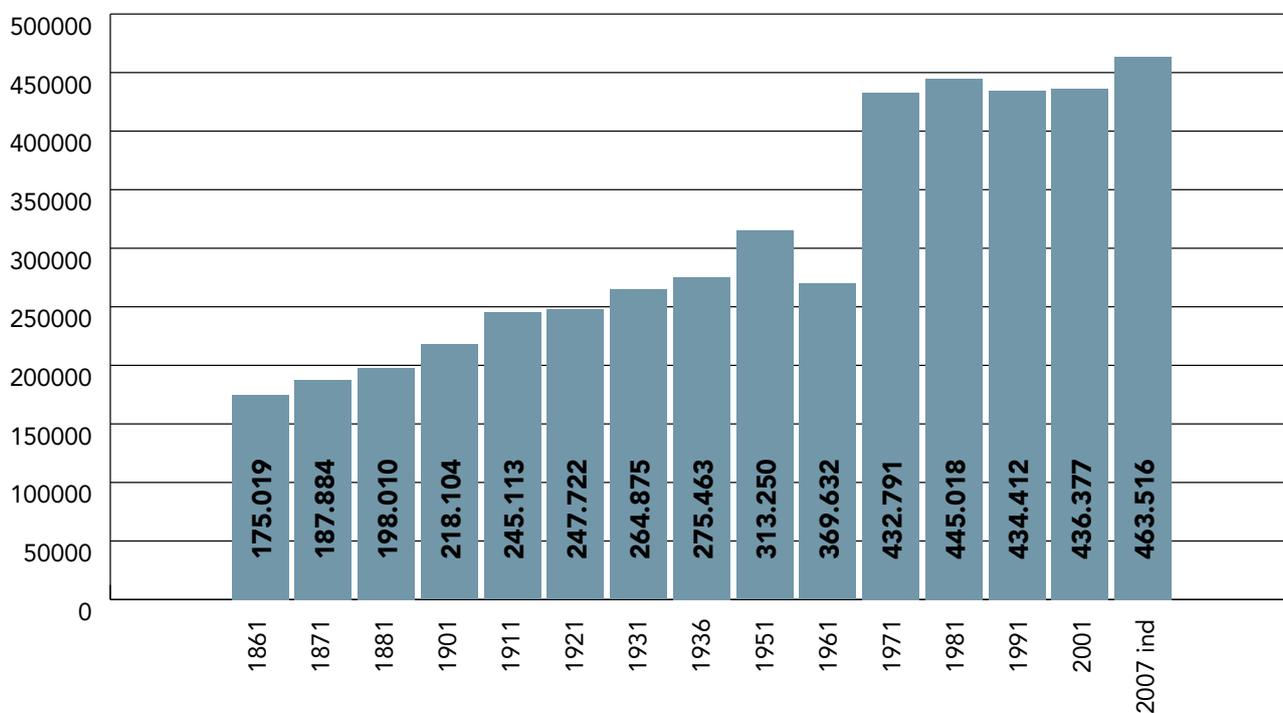


Figura 3.1. – Evoluzione demografica del territorio del Parco del Ticino

L'osservazione del grafico fa emergere un evidente continuo aumento della popolazione fino agli anni '80 del secolo scorso e una relativa stabilizzazione nel ventennio successivo. Gli ultimi dati disponibili registrano una nuova fase di accrescimento demografico che supera quello raggiunto nel 1981, arrivando nel 2007 a 463.516 abitanti residenti nel territorio del Parco.

I dati disponibili consentono anche di ricavare la variazione demografica avvenuta tra il 1861 e il 2007 di ognuno dei 47 comuni, riuscendo così ad individuare quelli che hanno mostrato un notevole sviluppo demografico e quelli che invece hanno subito nei vari anni anche lievi diminuzioni.

L'analisi degli andamenti demografici dei comuni con un numero di abitanti superiore a 5.000 evidenzia la presenza di 5 comuni con un elevato popolamento e un notevole incremento a partire dal dopoguerra. Tra questi principali comuni indubbiamente Pavia è quello più popoloso (nel 2007 ha raggiunto 70.207 abitanti), ma anche l'unico ad avere avuto decremento continuo a partire dagli anni '90 del secolo scorso. Gli altri 4 comuni (Vigevano, Gallarate, Magenta e Abbiategrasso) hanno fatto registrare un notevole aumento, ad eccezione di Magenta che è rimasto pressoché costante dal 2001 (22.839) al 2007 (23.360).

Tra i restanti comuni del Parco del Ticino, con un numero di abitanti inferiore a 5.000, emergono quelli di Robecchetto, Arsago, Buscate e Travacò, che hanno avuto un notevole incremento a partire dal dopoguerra e stanno aumentando tutt'oggi.

### 3.2 Le attività economiche e la loro evoluzione

Col censimento del 2001, nei comuni del Parco sono stati censiti 191.777 addetti che sono impiegati per il 39,4% in attività industriali, mentre il restante 60,6% è occupato dal terziario che si suddivide in commercio (14,7%) e altri servizi (45,9%). Analizzando i dati in modo più dettagliato è possibile distinguere la percentuale di attività industriali e terziarie nelle tre principali sub-aree: Varese, Milano e Pavia.

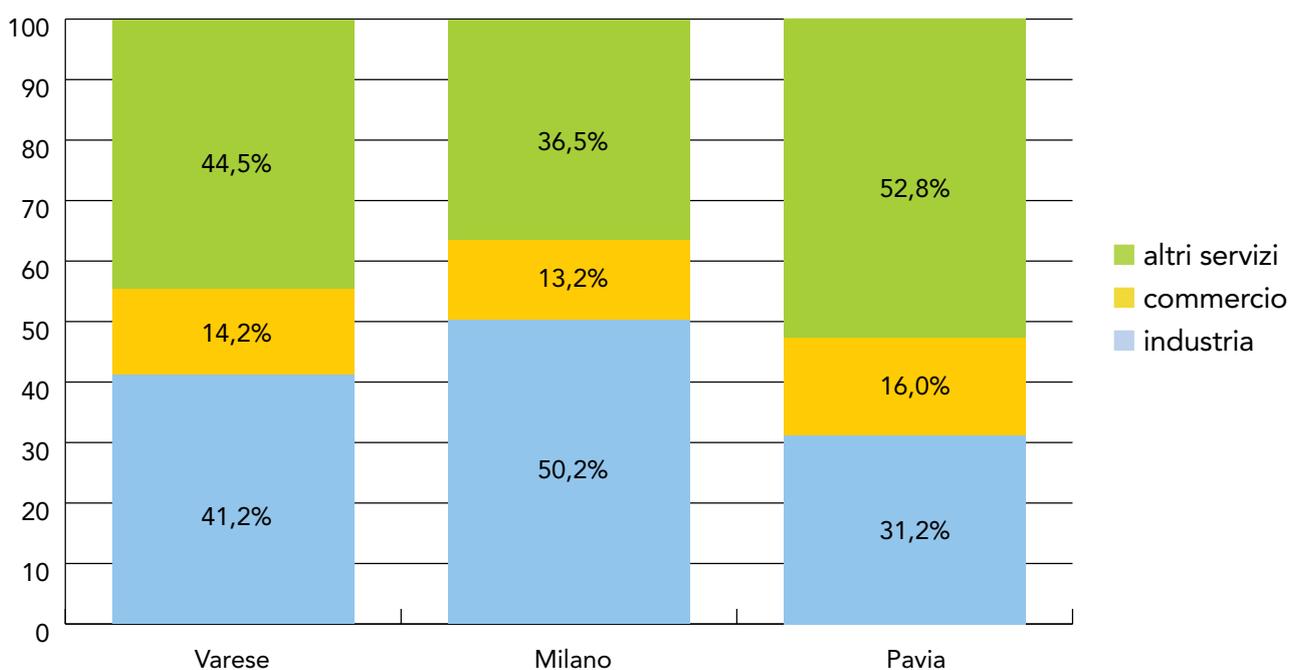


Figura 3.2. - Percentuale di addetti nei vari settori nelle diverse Province

Dal grafico (Figura 3.2) si può osservare facilmente una forte dominanza dell'industria nei comuni milanesi (50,2%), il cui tessuto produttivo vede questi nuclei ancora saldamente legati a tali settori, nonostante, nel corso del tempo abbiano subito una serie di evoluzioni che ne hanno ridotto, a volte anche drasticamente, il peso, comportando così delle conseguenze nella competitività e anche nelle emergenze occupazionali; nella sub-area varesina del Parco si ha un'incidenza lievemente minore di questa attività (41,2%), mentre il territorio pavese mostra i valori più contenuti (31,2%).

Per quanto riguarda invece il ruolo del terziario tutte e tre le sub-aree provinciali svolgono maggiormente "tutti gli altri servizi", a differenza del commercio che ricopre una percentuale inferiore (intorno al 15%); in questo settore la sub area-pavese è quella con una percentuale maggiore rispetto alle altre (16% per il commercio e 52,8% per gli altri servizi). In base a studi più approfonditi è stato possibile ricavare la percentuale di attività industriale e terziaria complessiva svolta dai principali comuni delle tre sub-aree per via del loro ruolo fondamentale nell'economia locale: per quanto riguarda la provincia di Varese rivestono un ruolo importante i comuni di Gallarate (36,6%) e Somma Lombardo (18,1%);

per la provincia di Milano abbiamo invece il comune di Abbiategrasso e di Magenta che hanno più o meno la stessa influenza sulla provincia (rispettivamente 24,5% e 26,5%); infine, per la provincia di Pavia fondamentali sono le attività svolte dai comuni di Pavia (49,1%) e Vigevano (31,2%).

In base agli studi di questi ultimi dieci anni riguardo l'evoluzione dell'attività economica dei vari comuni del Parco del Ticino è stato possibile trarre alcune conclusioni; innanzitutto emerge una progressiva terziarizzazione dell'economia: nonostante una riduzione degli addetti (-1,8%) e una stabilità nell'attività commerciale (+0,4%) si denota una marcata crescita negli altri settori (+3,8% con oltre 27.000 addetti in più).

Per quanto riguarda le unità locali, intese come impianti (o corpo di impianti) situati in un dato luogo e variamente denominato in cui viene effettuata la produzione o la distribuzione di beni o la prestazione di servizi si è potuto registrare che le piccole imprese assumono un ruolo sempre più marcato per via della riduzione delle dimensioni delle unità locali (negli ultimi dieci anni le dimensioni sono variate da 5,6 addetti a 4,7); ancora più notevole il decremento nell'industria (da 8,6 addetti per unità locale a 6,8) dovuto a crisi o ristrutturazioni che avrebbero colpito alcuni specifici comparti, mentre per gli altri servizi si ha avuto un calo delle dimensioni da 5,4 a 4,5 addetti per unità locale (in questo caso dovuto probabilmente ad una crescita degli addetti, +5,7% annuo, proporzionale a quella delle unità locali, +3,8% annuo); nel commercio, invece, la situazione è rimasta pressoché invariata (dai 2,7 addetti per unità locale nel 1991 ai 2,8 addetti nel 2001). Considerando invece i dati per ciascuna classe dimensionale, si osserva l'importanza delle unità locali che non raggiungono i 10 occupati, le cui dimensioni passano dall'89,6% del 1991 al 92,2% nel 2001; il ruolo occupazionale di quelle con oltre 250 addetti varia dal 12,6% nel 1991 al 16% nel 2001, e quelle con un numero di addetti tra i 100 e i 249 aumentano dall'8,7% al 10% raggiunto nel 2001.

Un approfondimento è stato effettuato sulle attività manifatturiere che rappresentano l'ambito più importante all'interno dell'industria (32,3% rispetto al totale dell'economia nel 2001); di minor importanza risultano poi le costruzioni (5,9%) e irrilevanti i settori estrattivi ed energetici.

I comuni del Parco del Ticino hanno evidenziato una fondamentale produttività legata ad alcune specifiche filiere che ricoprono una rilevante percentuale dell'occupazione manifatturiera: tessile (21,4%); meccanica (17,9%); fabbricazioni di metalli e prodotti in metallo (15%); calzaturiero (7,8%, tra cui emerge maggiormente il comune di Vigevano); la fabbricazione di macchine elettriche ed ottiche (7,6%); fabbricazione di mezzi di trasporto (6,8%).

### 3.2.1 L'attività agricola nel Parco del Ticino

Sebbene circa 50.000 ettari del territorio del Parco del Ticino siano superfici destinate all'agricoltura, l'attività agricola risulta poco influente (massimo 1%) rispetto al settore delle industrie (43%) e dei servizi (56%). Dagli ultimi studi è emerso inoltre che c'è stata una notevole riduzione del numero di aziende agricole e anche della loro superficie totale e si è registrato anche un abbandono della zootecnia soprattutto da parte delle micro-aziende (con una superficie inferiore ai 20 ettari).

Dal censimento del 2000, è emerso che nei 47 comuni del parco sono state censite 1.580 aziende agricole con una superficie pari a 52.217,62 ettari; dai dati inoltre emerge che la maggior parte di esse risiede nell'area pavese poiché nelle altre due aree (varesina e milanese) prevalgono soprattutto le attività industriali. Si è osservato inoltre che delle aziende agricole presenti, la maggior parte è a conduzione diretta da parte del coltivatore (85,5%) oppure richiede il supporto della manodopera unicamente familiare (78%); le altre forme di conduzione delle aziende agricole (conduzione con salariati e peso della mezzadria) sono meno privilegiate. Un altro carattere importante preso in considerazione, che ne condiziona la produzione è la dimensione delle aziende agricole, di cui il 53,9% non supera i 20 ettari di superficie; le aziende con una superficie più ridotta le troviamo soprattutto nel varesino dove prevale la conduzione diretta (94,9%), mentre nelle province di Milano e Pavia che ricoprono un peso di maggior rilievo, si ha anche uno sviluppo di imprese con salariati. Infatti, i tre quarti delle 123 aziende che hanno una superficie superiore ai 100 ettari risiedono nei comuni pavesi, che si distinguono per la presenza delle realtà in assoluto più grosse.

Della superficie complessiva di competenza delle aziende agricole censite nei comuni del Parco, il 77,3% è effettivamente utilizzata nelle coltivazioni propriamente agricole (SAU); della restante superficie, in ordine di importanza, l'11% è occupato dalle colture boschive, il 6,5% è destinato all'arboricoltura da legno, mentre un ruolo decisamente di minore rilievo è quello della superficie agraria non utilizzata, che è solo dell'1,2%; il rimanente 3,9% della superficie è invece adibito per scopi differenti.

Approfondendo l'analisi per quanto riguarda la SAU, essa è composta prevalentemente da seminativi (91,9%, con un picco per i comuni pavesi pari al 97,9%) e in minor percentuale da prati e pascoli permanenti (7,8%, il cui ruolo sembra ripartito principalmente tra l'area varesina e quella milanese);

infine, irrilevante risulta il ruolo delle coltivazioni legnose agrarie (0,3%), sebbene negli ultimi anni si sia assistito ad un incremento delle superfici destinate alla coltivazione di biomasse.

Dai dati emerge che la Provincia di Varese ha un utilizzo differente dei terreni rispetto alle altre due province del Parco in quanto nessun terreno è adibito all'arboricoltura da legno e ha una minor percentuale di terreno utilizzato nelle coltivazioni agricole; prevalgono invece le colture boschive che presentano una percentuale di gran lunga maggiore (23,7%) rispetto al milanese (13,3%) o al pavese (9%). Delle 1580 aziende agricole censite nel 2000 solo 642 (40,6%) praticano anche l'allevamento con una prevalenza di questa attività nel milanese; tra gli allevamenti quelli più praticati sono quelli suini, avicoli e bovini mentre di marginale importanza sono le forme di zootecnia riguardanti le altre specie di bestiame (ovini, equini, ecc.).

### 3.3 Struttura urbanistica dei comuni del Parco

La Lombardia vanta un patrimonio idrico indiscutibile, costituito dal sistema territoriale dei laghi e dei grandi fiumi. Il Po con il suo bacino idrografico contiene il 40% della disponibilità idrica dell'intero paese: è qui che si forma il 40% del PIL nazionale (PTR, Documento di Piano). Un sistema verde di aree protette che conta 24 Parchi Regionali, 64 Riserve Naturali, 31 Monumenti Naturali, 87 Parchi Locali di Interesse Sovracomunale, per oltre 540.000 ettari tutelati, pari al 20% del territorio regionale. Un patrimonio forestale montano che costituisce il 79% dell'intera consistenza regionale. Una ricchezza naturalistica che si sposa con un vasto capitale culturale, sociale ed economico.

Ma accanto alle eccellenze non si possono ignorare le principali criticità, come l'urbanizzazione spinta e il problema della diffusione insediativa, il consumo di suolo e la frammentazione degli habitat, le problematiche legate al dissesto idrogeologico e all'inquinamento dei corpi idrici, la monocoltura intensiva che minaccia il ruolo multifunzionale dell'agricoltura, con ripercussioni anche gravi sulla biodiversità. Le emergenze della Regione Lombardia vanno affrontate a partire da una pianificazione territoriale che tenga conto del principio della compensazione ecologica e delle priorità di conservazione della natura individuate dalle normative in materia di salvaguardia della biodiversità a tutti i suoi livelli (genetica, specifica, ecologica): come suggerito nella comunicazione della Commissione delle comunità europee (2006), una pianificazione territoriale adeguata e sostenibile contribuisce " [...] a ridurre la proliferazione urbana e la perdita di habitat naturali e di biodiversità".



Fig. 3.3.1. - Lavori lungo il Fiume Ticino

Data la difficoltà di valutare correttamente la struttura urbanistica dei Comuni del Parco e la sua evoluzione nel corso dell'ultimo decennio, a causa della grande estensione territoriale dell'area in oggetto che vede realtà molto differenti tra loro, si è cercato di evidenziare almeno le dinamiche in atto a livello Regionale e/o Provinciale. Tale analisi di dettaglio tuttavia meriterebbe la realizzazione di uno studio ad hoc al fine di valutare le dinamiche urbanistiche dei comuni del Parco confrontandole, ove possibile, anche con gli andamenti evidenziati nelle aree esterne in modo da poter confrontare anche i risultati ottenuti con l'applicazione del Piano Territoriale di Coordinamento del Parco. Al fine di evidenziare le dinamiche territoriali in atto, si è fatto riferimento a due studi, uno relativo al consumo di suolo e l'altro relativo all'andamento del mercato immobiliare lombardo degli ultimi dieci anni.

#### Il consumo di suolo

In Italia, come in molti Paesi d'Europa, è crescente la preoccupazione per il fenomeno del "consumo di suolo", riferito alle superfici di suolo naturale e agrario trasformate all'urbanizzazione e all'infrastrutturazione del territorio. La problematica, che si accompagna al dilagare del fenomeno dell'urban sprawl (= dispersione urbana), pone una serie di questioni, connesse in primo luogo alla perdita e/o degradazione di superfici idonee alla produzione agricola e all'espressione di biodiversità e qualità paesaggistica, ma anche alla destrutturazione della forma urbana e dei suoi valori, connessi al sistema delle relazioni sociali di prossimità, con crescente inefficienza energetica e funzionale di un modello insediativo estensivo ad alta domanda di trasporto, alla conseguente generazione di inquinamento atmosferico, alla perdita dei sistemi regolativi connessi ai cicli biogeochimici e a quelli idrogeologici che nel suolo hanno sede. Infine, la mancata acquisizione dal vigente sistema normativo del significato di 'bene comune' che il suolo indubitabilmente assume, pone un serio elemento di allarme legato alla sostanziale irreversibilità delle trasformazioni che determinano dissipazione della risorsa suolo, destinata a tradursi in grave limite al benessere, allo sviluppo sociale, alle opportunità concesse alle future generazioni. Non è da trascurare il dato culturale che sottende questo stato di fatto: fino ad oggi quanti hanno sviluppato il corpo delle conoscenze relative al suolo hanno praticato la via tradizionale dell'approfondimento disciplinare, occorre ora allargare gli orizzonti verso uno scambio tra competenze urbanistiche, ecosistemiche, geo-pedologiche, chimico-biologiche, geografiche, agronomiche, paesaggistiche, nonché una consapevolezza dei riflessi che le trasformazioni d'uso del suolo determinano sulla sfera economica e sul funzionamento delle organizzazioni sociali. L'attribuzione al suolo di uno status di bene comune richiede un percorso di maggior consapevolezza che non può non discendere anche da una elaborazione culturale originale frutto di una condivisione transdisciplinare.

Effetto più evidente della scarsa considerazione del tema è la mancanza di dati, aggiornati ed affidabili, sul consumo e sulla disponibilità di suoli liberi. In Italia non esiste un sistema aggiornato di raccolta dati e, anche laddove le regioni e gli enti locali vi provvedano autonomamente (cfr. DUSAF - Regione Lombardia), il rilevamento e l'interpretazione dei dati di uso del suolo pone enormi problemi per la mancanza di una codifica che consenta l'effettuazione di confronti coerenti. Inoltre la raccolta di dati, anche laddove si avvalga di strumenti avanzati di foto-interpretazione aerea o satellitare, richiede tempi lunghi per l'acquisizione di immagini e la loro elaborazione. In ogni caso, anche ove si disponga di quadri regionali, questi sono soggetti ad aggiornamenti non frequenti, ed inoltre risulta pressoché impossibile il confronto, alla medesima soglia storica, di dati provenienti da più regioni.

Tali dati, anche se hanno il pregio indiscusso di essere gli unici a fornire un quadro informativo realistico, risultano purtroppo insufficienti ai fini dello sviluppo di politiche, norme e piani, e soprattutto della valutazione e monitoraggio della loro efficacia. Mancano inoltre efficaci dispositivi in grado di traghettare questi dati nella pratica del governo del territorio, altro punto da sviluppare con urgenza. A tal fine occorrerebbero, infatti, levate di dati aggiornate con frequenza annuale e raccolte con criteri trasparenti e uniformi, tanto da poter acquisire un titolo di ufficialità. Per esemplificare, citiamo qui la "legge Merkel" sulla limitazione del consumo di suolo, vigente in Germania dal 1998, che definisce obiettivi imperativi di riduzione dei consumi di suolo al cui raggiungimento concorrono i diversi Länder federali: una simile impostazione legislativa, che appare quanto di più avanzato oggi nel panorama legislativo europeo - nonché coerente con il tipo di organizzazione dello Stato verso cui il nostro Paese è ormai definitivamente orientato - risulterebbe al momento improponibile in Italia, proprio per l'impossibilità di monitorare il raggiungimento degli obiettivi in assenza di dati ufficiali forniti con adeguata periodicità all'elaborazione statistica. A livello di sviluppo di piani e programmi di livello regionale e locale che prevedano trasformazioni d'uso del

suolo, la mancanza di basi dati aggiornate e costituite con criteri coerenti ne rende aleatoria e opinabile, quando non del tutto assente, la valutazione ambientale e la definizione degli indicatori per il monitoraggio, proprio con riferimento alla componente 'suolo', ovvero la componente maggiormente e più direttamente interferita dalla pianificazione territoriale.

DiAP, INU, e Legambiente hanno realizzato e pubblicato nel 2009 il primo Rapporto annuale sul consumo di suolo. Tale pubblicazione ha riscosso notevole interesse ed ha fornito supporto ad un'ampia divulgazione dei dati e delle informazioni in esso contenute sui mezzi di informazione di massa. Essa pertanto si candida ad una periodicità annuale che ne faccia ordinario veicolo di comunicazione rivolta ad un pubblico formato sia da specialisti che da giornalisti e pubblicitari.

Per quanto riguarda lo strumento che verrà prodotto per la contabilità comunale del consumo di suolo, l'orientamento del progetto è quello di proporre tecniche facilmente trasferibili al livello locale senza necessariamente necessitare di costose competenze specialistiche (ad es. le misure di contaminanti atmosferici o idrici, le valutazioni riferite allo stato della biodiversità, le valutazioni del cambiamento climatico, ecc.). Una procedura che, con i corretti input, può essere sviluppata da qualsiasi ufficio tecnico comunale. Tale strumento, ove sviluppato dalle strutture tecniche ordinarie dei comuni, può essere, ad esempio, fornito in forma di scheda statistica annuale ad una struttura preposta alla raccolta ed elaborazione dati (come già avviene ordinariamente per i dati forniti annualmente dai comuni all'Istat), che in questo modo può renderli accessibili nella forma di un rapporto periodico, contribuendo a colmare la lacuna di cui sopra si è detto. Un simile strumento ad esempio è individuato, in forma ancora da mettere a punto, nella proposta del catasto comunale dei suoli, previsto dalla proposta di legge di iniziativa popolare formulata da Legambiente e attualmente all'esame del Consiglio Regionale. Questo strumento, inoltre, risulta di importanza fondamentale per integrare le procedure di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) imposte dalla vigente normativa ma tutt'ora carenti di riferimenti alle trasformazioni del suolo.

I dati riportati nella pubblicazione indicano che il territorio lombardo è pari a circa 2,1 milioni di ettari. Di questi, **al 2005-2007, le aree agricole coprono oltre 930 mila ettari**, quelle naturali circa 825 mila ettari e le superfici urbanizzate oltre 288 mila ettari. Tali dati emergono dalla base geografica DUSAF 2.0 della Regione Lombardia. Tra il 1999 e il 2005/2007 le coperture agricole del suolo sono state quelle più urbanizzate: oltre 22.000 ettari di campi sono diventate superfici urbane mostrando una riduzione del 2,3% dello stock di aree agricole del 1999. Anche 2.600 ettari di superfici naturali sono diventate urbane, sebbene il saldo delle coperture naturali sia positivo (+ 3.900 ettari). In sintesi l'urbanizzazione rimane il fattore di pressione più forte verso l'agricoltura e la natura. **Il tasso di crescita periodico dell'urbanizzato in Lombardia è pari a 8,7%. Si calcola che il suolo che diviene urbanizzato ogni giorno è pari a 103.000 m<sup>2</sup>** (pari a circa 6 volte la piazza del Duomo di Milano).

*Tratto da: DiAP, INU, Legambiente - Osservatorio Nazionale sui Consumi di Suolo, Primo Rapporto 2009, ed. Maggioli, Rimini, 2009).*

Nonostante il territorio del Parco del Ticino risulti maggiormente protetto dalle dinamiche di espansione urbanistica, anche grazie alla presenza di un Piano Territoriale di Coordinamento che limita l'espansione delle aree di Iniziativa Comunale e una normativa che limita il consumo di suolo nelle aree agricole e naturali, di seguito si riportano i dati relativi alle province di Milano, Pavia e Varese che interessano parzialmente il territorio del Parco, al fine di avere indicazioni sulle dinamiche in atto nell'ultimo decennio.

La **Provincia di Milano** risulta la più urbanizzata della regione, con una percentuale di oltre il 42%. L'urbanizzazione è cresciuta di 7.242 ettari tra il 1999 e il 2007, pari a 905 ettari/anno o 2,5 ettari/giorno. La variazione dei suoli agricoli ammonta a oltre -6.840 (pari a -2,3 ettari/giorno). Circa 6.800 ettari di aree agricole e 824 ettari di aree naturali (di cui 586 ettari erano boschi) sono state urbanizzate. Si tratta di trasformazioni irreversibili del paesaggio e perdite agroecologiche permanenti. A questi dati si aggiunge la trasformazione di 377 ettari di aree naturali in aree agricole. Negli 8 anni considerati, il saldo delle coperture naturali è negativo: -371 ettari. Il tasso di crescita periodico dell'urbanizzato è pari a 9,4%. Si calcola che il suolo che diviene urbanizzato ogni giorno è pari a 25.000 m<sup>2</sup>.

La **Provincia di Pavia** è una provincia agricola situata tra pianura e collina: oltre il 74% dei suoli infatti sono agricoli (2007) sebbene al 1999 tale percentuale fosse quasi il 76%. L'urbanizzazione in Provincia di Pavia è cresciuta di circa 2.370 ettari tra il 1999 e il 2007, pari a 296 ettari/anno o 0,8 ettari/giorno. La variazione dei suoli agricoli ammonta a circa -5.454 ettari (pari a -1,9 ettari/giorno). Circa 2522 ettari di aree agricole e 163 ettari di aree naturali (di cui 74 ettari erano boschi) sono state urbanizzate.

Si tratta di trasformazioni irreversibili del paesaggio e perdite agroecologiche permanenti. A questi dati si aggiunge la trasformazione di 506 ettari di aree naturali in aree agricole. In questa provincia risultano rilevanti (circa 3.500 ettari) le trasformazioni da agricolo a naturale, dovuti probabilmente a imboschimenti collinari. Negli 8 anni considerati, il saldo delle coperture naturali è molto positivo: +3.344 ettari. Il tasso di crescita periodico dell'urbanizzato è stato pari a 9,7%. Si calcola che il suolo che diviene urbanizzato ogni giorno è pari a 8.000 m<sup>2</sup>.

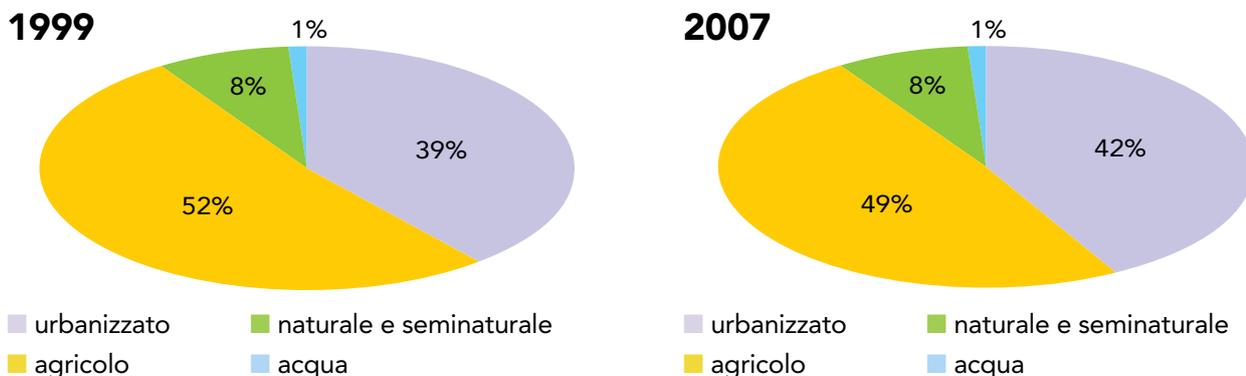


Figura 3.3.2. - Variazioni della copertura del suolo in Provincia di Milano dal 1999 al 2007

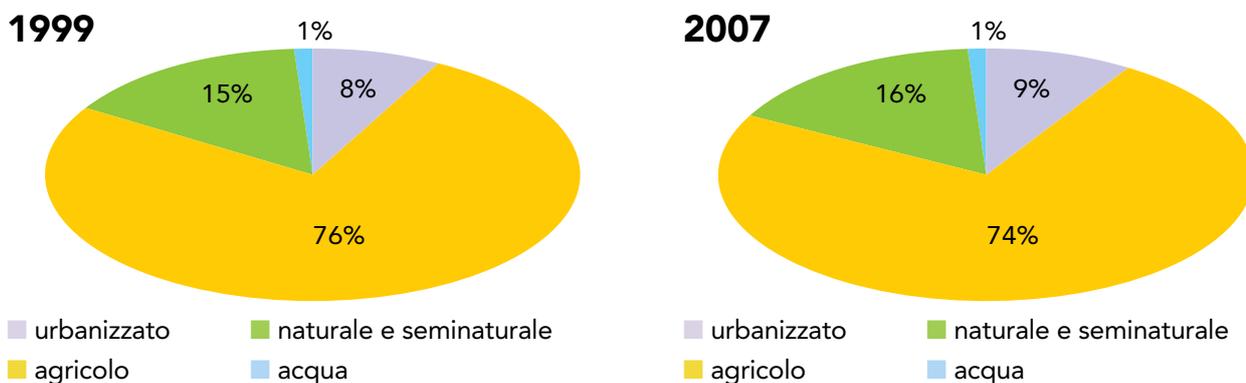


Figura 3.3.3. - Variazioni della copertura del suolo in Provincia di Pavia dal 1999 al 2007

La **Provincia di Varese**, sebbene dotata di ampie coperture naturali, è caratterizzata da un urbanizzato molto esteso (quasi 1/3). Il 15,3% dei suoli è agricolo (2005), mentre nel 1999 tale percentuale era pari a 16%. L'urbanizzazione in Provincia di Varese è cresciuta di circa 1.534 ettari tra il 1999 e il 2005, pari a circa 192 ettari/anno o 0,5 ettari/giorno. La variazione dei suoli agricoli ammonta a circa -742 ettari (pari a -0,3 ettari/giorno). Più forte la perdita di aree naturali: -823 ettari. Oltre 900 ettari di aree agricole e circa 690 ettari di aree naturali (di cui 567 ettari erano boschi) sono state urbanizzate. Si tratta di trasformazioni irreversibili del paesaggio e perdite agroecologiche permanenti. Nei 6 anni considerati, il saldo delle coperture naturali è negativo: -822 ettari. Il tasso di crescita periodico dell'urbanizzato è stato pari a 4,7%. Si calcola che il suolo che diviene urbanizzato ogni giorno è pari a 5.000 m<sup>2</sup>.

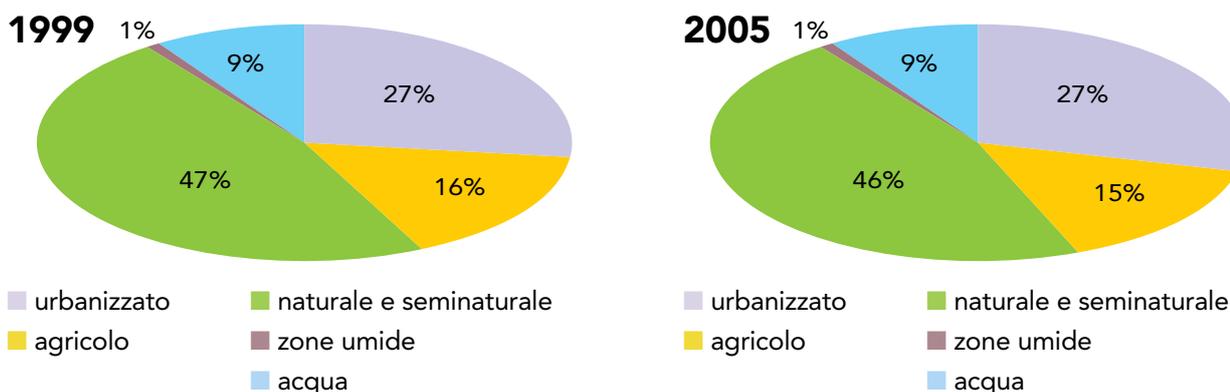


Figura 3.3.4. - Variazioni della copertura del suolo in Provincia di Varese dal 1999 al 2005

### Decimo rapporto sul mercato immobiliare in Lombardia

Il Decimo Rapporto sul mercato immobiliare in Lombardia (CENTREDIL - ANCE Lombardia, 2007), effettua un'analisi delle grandi trasformazioni avviate in Lombardia negli ultimi 10 anni e propone una proiezione degli scenari sul territorio regionale per il prossimo decennio.

La lettura dei dati puntuali differenziati tra Milano e provincia fanno emergere il peso sempre più basso della città rispetto alla suo hinterland, per la prima volta sceso sotto il 70 per cento. La tendenza, se letta in chiave esclusivamente immobiliare, può essere interpretata come conseguenza del processo di allontanamento delle famiglie dalla metropoli lombarda e dai prezzi inaccessibili delle sue abitazioni. In termini macro, nasconde tuttavia dinamiche più complesse e va collegata al processo, probabilmente irreversibile, di costruzione della città metropolitana, non tanto nella sua valenza istituzionale, quanto in quella territoriale e sociale, di urbanità diffusa ed allargata, di rete territoriale policentrica.

I comuni in cui il mercato si è dimostrato più brillante sono quelli storicamente meglio collegati alla rete delle infrastrutture e, principalmente a quella metropolitana e ferroviaria da e per il capoluogo. Tuttavia, rispetto al 2005, si osservano alcune nuove tendenze che replicano, su scala minore, le dinamiche che hanno interessato nel decennio passato Milano. I forti incrementi dei prezzi delle case nei principali comuni della provincia (Melzo, Melegnano, Cernusco sul Naviglio, Rho, Arese, Abbiategrasso, Magenta), ormai equiparabili ad alcune aree semicentrali di Milano, stanno generando un fenomeno di spostamento della domanda di prima casa che, non potendo trovare soddisfazione nell'offerta locale, si rivolge ai piccoli centri e alle frazioni limitrofe dove, a fronte di maggiori disagi legati alla mancanza di servizi e collegamenti, è possibile acquistare una casa sostenendo un costo anche del 30 per cento inferiore.

Nel Pavese il mercato immobiliare ha chiuso il 2006 con un bilancio positivo e le performance della provincia sono state nettamente più soddisfacenti rispetto a quelle del capoluogo. La flessione del mercato immobiliare pavese non ha, tuttavia, influenzato il comparto delle costruzioni che, per numero di cantieri, si presenta come uno dei più attivi di tutta la regione. I quartieri che attirano la quota più ampia della domanda e dove si concentra il maggior numero di cantieri sono quelli periferici o semicentrali, dove gli alloggi di nuova costruzione richiedono una spesa anche di un terzo inferiore rispetto al centro città.

A livello provinciale, Vigevano si presenta come la realtà più vivace per il mercato immobiliare. L'ampia disponibilità di case di nuova costruzione a prezzi concorrenziali ha, inoltre, ampliato in modo percettibile la domanda proveniente da Milano, Abbiategrasso e, in generale, dai comuni della provincia sud-ovest di Milano.

I dati riferiti al mercato immobiliare residenziale della Provincia di Varese nel decennio 1996 - 2006 mostrano un andamento altalenante sia a Varese che nella provincia. L'efficienza del sistema dei trasporti (Varese è la seconda provincia in Italia per dotazione di infrastrutture, escludendo quelle marittime, classifica peraltro pesantemente influenzata dalla presenza dell'aeroporto della Malpensa) permette di equiparare l'ambito meridionale della provincia, in particolare l'area di Saronno, Busto Arsizio e Gallarate, alle dinamiche della regione metropolitana milanese. La struttura del sistema urbano è caratterizzata da policentrismo, evidente sia nel capoluogo (con l'insieme delle "castellanze" e dei "borghi") sia a livello territoriale. Solo il 10 per cento degli abitanti della provincia risiedono a Varese e ben quattro comuni superano i 20mila residenti; inoltre il rafforzamento del sistema infrastrutturale lungo l'asse della statale del Sempione sta favorendo la formazione di un'unica conurbazione che, dall'aeroporto della Malpensa, si sviluppa senza soluzione di continuità fino alle porte di Milano. In particolare il mercato offre il mercato fa registrare la realizzazione numerosi interventi terziari con tagli di medie o grandi dimensioni per l'utilizzatore.

Nella zona di Gallarate e Busto Arsizio per tanto le trasformazioni del sistema socio economico dovute all'entrata a pieno regime dell'aeroporto della Malpensa stanno causando importanti trasformazioni territoriali: il grande sviluppo, anche se inferiore alle aspettative, del settore terziario e di quelli logistico e industriale stanno determinando di conseguenza un aumento della popolazione e della domanda residenziale.

#### 3.3.1. Sviluppo della rete di servizi infrastrutturali

I Parchi del Ticino, collocati al centro del vasto ambito macroregionale densamente urbanizzato che fa capo alle aree di Milano, Torino e Genova, sono oggi direttamente interessati da numerose infrastrutture di trasporto, fra cui cinque linee ferroviarie, tre autostrade, non meno di una decina

di direttrici stradali ordinarie di rilievo sovralocale e, non ultimo, l'aeroporto intercontinentale della Malpensa. Considerata anche la loro estensione territoriale, essi rappresentano forse il caso di aree protette maggiormente interferite dal sistema di trasporto a scala nazionale. Per di più, il territorio dei Parchi è interessato anche da numerosi progetti, programmi o ipotesi di potenziamento della rete di trasporto, che includono, in primis, la realizzazione, in atto, della nuova linea ferroviaria ad alta velocità/capacità Torino - Milano ed il potenziamento delle autostrade A4 MI-TO e A7 MI-GE, così come la vasta serie di infrastrutture ferroviarie e stradali programmate nel quadro di rafforzamento dell'accessibilità all'aeroporto della Malpensa. Lungi dal contenere riferimenti alle sole reti di livello nazionale, i diversi programmi in atto contengono anche numerosi interventi di scala regionale, che si estendono, in particolare, a supporto delle aree urbane localizzate all'interno del territorio del Parco, come Pavia, Vigevano, Abbiategrasso, Magenta, o Gallarate; o anche ad agglomerazioni collocate nelle immediate vicinanze, come Novara, Busto Arsizio - Legnano e ovviamente Milano con il suo ampio hinterland. Non vanno trascurate nemmeno le implicazioni di progetti di rilievo nazionale che, pur non interessando direttamente l'area protetta, sono destinati ad alterarne in modo significativo i livelli di pressione antropica, attraverso una modifica dei volumi di traffico destinati ad insistere sulle infrastrutture esistenti o previste al suo interno. Alla luce di tale contesto, presente e futuro, il proliferare di infrastrutture ferroviarie e stradali, oltre che la presenza di quelle già esistenti, costituiscono un problema di estrema importanza che il Parco non può non affrontare alla luce dei suoi obiettivi di tutela e salvaguardia dell'ambiente e della qualità della vita delle sue popolazioni, tenuto conto dei numerosi effetti diretti (consumo ed impermeabilizzazione del suolo, frammentazione del territorio, emissioni in atmosfera di gas serra, ecc.) ed indiretti (fenomeni di urbanizzazione non pianificata) che tale processo provoca, che si ripercuotono sulla qualità delle acque del Ticino. In questa logica l'obiettivo principale che ci si pone è l'affermarsi di una nuova cultura pianificatoria e progettuale, sostenuta da adeguati strumenti normativi ed azioni di concertazione, che integrino la pianificazione settoriale con gli obiettivi di conservazione e protezione della natura e, laddove possibile, propongano modelli alternativi di mobilità. Per maggiori dettagli inerenti le competenze amministrative nel settore della viabilità, si rimanda alla pubblicazione "Ticino 21 - Primo Rapporto sullo Stato dell'Ambiente" (Parco del Ticino, anno 2007). Di seguito si riportano alcuni estratti, significativi ad illustrare la situazione infrastrutturale dei Parchi del Ticino, desunti dalla "Valutazione Ambientale Strategica dei programmi di sviluppo del sistema di trasporto" del Parco del Ticino (2007), a cui si rimanda per maggiori dettagli. Per quanto riguarda l'estensione della rete infrastrutturale nel Parco del Ticino, i dati vengono riferiti a 13 sub-aree in cui è stato suddiviso il territorio del Parco, ciascuna corrispondente ad una aggregazione di Comuni gravitanti su un polo urbano locale (centroide). Nella determinazione della rete stradale si sono considerate le autostrade, la rete stradale primaria costituita dalle strade extraurbane di collegamento e la rete stradale secondaria rappresentata dalle principali strade urbane. E' da precisare che la zonizzazione adottata non tiene conto degli spostamenti interni ai Comuni, ed anche di quelli fra Comuni contermini, appartenenti ad una medesima zona di traffico.

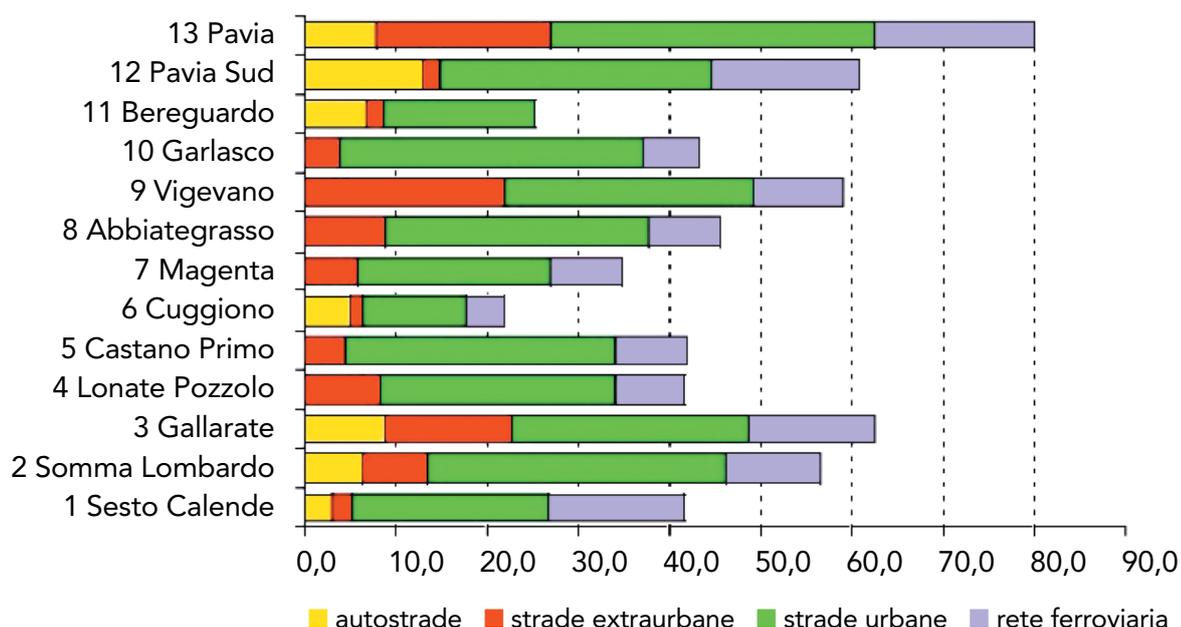


Figura 3.3.5. - Estensione della rete stradale e ferroviaria nel territorio del Parco

Per quanto riguarda la domanda di mobilità, si osserva che soltanto una piccola parte degli spostamenti che avvengono all'interno dell'area protetta hanno origine o destinazione nel territorio del Parco stesso, essendo interessato in prevalenza da spostamenti di attraversamento con origine o destinazione nell'area milanese. In tal senso, si può affermare che la domanda di mobilità gravante sul Parco Ticino si associa soprattutto alla presenza delle aree urbane contermini, ed in particolare del capoluogo regionale lombardo, che rappresenta il recapito di una consistente quota degli spostamenti, sia di scambio che di attraversamento, che riguardano il Parco. In termini di ripartizione modale, la quota di spostamenti serviti dal trasporto pubblico è pari, in media, al 22%.

Per quanto concerne i flussi di traffico assegnati alla rete, il Parco del Ticino risente della sua localizzazione nell'ambito di un'urbanizzazione diffusa che include, oltre a Milano, l'intera area pedemontana lombarda da Varese a Brescia; la "nebulosa" del traffico stradale (ma anche ferroviario) che insiste in quest'area rappresenta il recapito fondamentale dei corridoi interregionali che attraversano il territorio del Parco. Le aree a più elevata densità di traffico si individuano laddove tali direttrici oltrepassano l'asta fluviale del Ticino, interessando i territori posti alla sua destra orografica, addensandosi in corrispondenza di Vigevano e soprattutto Pavia, che rappresenta l'unica area urbana collocata direttamente sull'asta fluviale. In termini aggregati, il volume di traffico complessivamente gravante sul territorio del Parco del Ticino può essere stimato in circa 5,5 milioni di veicoli-km/giorno (vkm/giorno); il traffico si concentra soprattutto nelle sub-zone corrispondenti all'area urbana di Pavia (22%) ed a quella di Gallarate (19%), seguite, nell'ordine, da Somma Lombardo, Abbiategrasso, Lonate Pozzolo, Castano Primo, ecc. Le sub-zone interessate invece dai flussi minori sono quelle di Bereguardo (2,1%) e Garlasco (2,9%). I sistemi di trasporto esercitano sull'ambiente naturale e costruito ad essi circostanti un insieme di impatti assai articolato al suo interno. Tali effetti hanno quindi ricadute anche sensibili sul sistema fluviale nel suo complesso.

DIRETTI	Impatti potenziali legati ai cantieri	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo diretto di ambiente</li> <li>• Frammentazione ecologica e territoriale</li> <li>• Intrusioni critiche in contesti paesistici sensibili.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumi energetici ed emissioni di gas serra</li> <li>• Emissione di inquinanti atmosferici</li> <li>• Generazione di rumore</li> </ul>
INDIRETTI		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Induzione di sprawl e generazione di nuovo traffico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Induzione di flussi in altre parti della rete</li> <li>• Aumento dei rischi connessi alla diffusione di organismi patogeni</li> </ul>



Figura 3.3.6. - Canale irriguo

Per rispondere agli impatti generati dalle infrastrutture di trasporto, il Parco è impegnato attivamente sul fronte della mobilità sostenibile che costituisce oggi un argomento strategico nella promozione e nel supporto alle amministrazioni locali per la realizzazione di percorsi ciclo-pedonali di collegamento all'interno del suo territorio con particolare attenzione ai collegamenti fra urbanizzato e aree naturali. A questo si aggiunge la volontà di creare collegamenti ciclopedonali verso l'esterno, ed in particolare con le aree protette contigue così da costituire tracciati preferenziali per la "mobilità lenta" e per una valorizzazione delle risorse ambientali - naturalistiche, oltre che socio-culturali, di un intero territorio (si citano come esempio il percorso di collegamento ciclopedonale tra il Parco del Ticino e il Parco Alto Milanese che investe le Province di Varese e Milano e il progetto di Greenway in Provincia di Pavia). La realizzazione di una rete di percorsi ciclopedonali è polivalente: oltre ad assolvere a scopi di promozione turistica del territorio contribuisce alla valorizzazione paesistica e ambientale dell'area qualora alla realizzazione del percorso si associ la riqualificazione e/o la rinaturalizzazione, laddove necessario, delle aree contermini. A tal fine il Parco ha avviato negli ultimi anni il progetto "Vie Verdi del Ticino. Un bene di tutti" con l'obiettivo di creare un circuito per la fruizione da parte della popolazione locale e dei visitatori provenienti dalla Regione Lombardia o da altre zone italiane ed estere, del patrimonio naturale (rete sentieristica), integrato con iniziative a carattere naturalistico, enogastronomico, educativo e promozionale. Il progetto, che nella sua prima fase ha interessato la zona nord del Parco è successivamente stato esteso a tutto il territorio dell'area protetta (per maggiori informazioni: [www.vieverditicino.it](http://www.vieverditicino.it)).

Il Parco sta inoltre collaborando attivamente con i Comuni per implementare un raccordo tra la propria rete ciclo-pedonale con le piste ciclabili e i percorsi pedonali comunali. Ad oggi il Parco gestisce una rete di percorsi ciclopedonali che ammonta a circa 660 Km.

Un'altra forma di mobilità sostenibile che il Parco sostiene, pur comunque regolamentandola, è la navigazione lungo i suoi corsi d'acqua (fiume Ticino e i suoi canali). L'attività canoistica e delle imbarcazioni tradizionali condotte a remi (barcé) è sostenuta dal Parco in quanto attività turistica ritenuta compatibile con l'ambiente naturale, con le tradizioni socio-culturali locali e con un equilibrato sviluppo turistico del fiume. Secondo quanto previsto dal Piano Territoriale di Coordinamento del Parco del Ticino in zona T (fiume Ticino) e in area F (zona di divagazione del fiume) non è invece consentito navigare con motori di potenza massima di esercizio superiore a 20 HP, con scooters acquatici, con howercraft. E' comunque vietata la navigazione con qualsiasi mezzo motorizzato da un'ora dopo il tramonto a un'ora prima del sorgere del sole, nonché durante i periodi di piena ordinaria (900 mc/sec) o superiore. E' inoltre fatto divieto, anche alle imbarcazioni non a motore, di introdursi in lanche e mortizze durante il periodo riproduttivo dell'avifauna palustre e più precisamente dal 1 marzo al 30 giugno. Sui Navigli è vietata la navigazione privata con natanti aventi potenza superiore a 10 HP effettivi; la navigazione pubblica è consentita, anche con motori di potenza superiore, previa specifica autorizzazione del Parco. Attualmente è in fase di predisposizione uno specifico regolamento per la navigazione nei Parchi del Ticino, un'azione congiunta delle aree protette lombarda e piemontese.

## 4. La gestione delle acque reflue

Le ricerche promosse dal Parco in questi dieci anni (Monitoraggio della qualità delle acque del fiume Ticino e dei suoi principali affluenti, Censimento dei depuratori e Censimento degli scarichi) hanno messo in evidenza le numerose problematiche che vanno ad incidere sulla qualità delle acque del fiume Ticino e dei suoi principali affluenti. Di conseguenza, il Parco del Ticino, per riuscire a migliorare la situazione qualitativa del fiume, ha intrapreso azioni di sensibilizzazione al fine di contenere una delle fonti di impatto più problematica e ben distinguibile data dagli scarichi dei molti impianti di depurazione presenti, o che incidono, sul suo territorio; il Consorzio si è fatto promotore di incontri con i Comuni, le Province, le ARPA e le società che gestiscono gli impianti per attuare tavoli di lavoro con la finalità di ricercare e attuare soluzioni adatte a risolvere i numerosi problemi di funzionamento e dimensionamento evidenziati dalle due indagini realizzate nel corso degli anni 2000 e 2003.

Il Parco ha così organizzato, a partire dall'anno 2005, numerosi tavoli tecnici con i Comuni che ospitano e/o gestiscono impianti di depurazione che recapitano il proprio refluo direttamente o indirettamente nel fiume Ticino, al fine di raccogliere informazioni aggiornate sul tema della depurazione delle acque reflue e sugli interventi programmati per affrontare questo problema. Sono stati coinvolti anche i Comuni esterni al Parco che recapitano i propri reflui in corsi d'acqua afferenti al Ticino. L'obiettivo del lavoro è stato quello di creare occasioni di confronto fra tutti i soggetti coinvolti e l'occasione per impostare una serie di azioni concrete che permettano di migliorare l'efficienza degli impianti e la qualità dei reflui afferenti al fiume Ticino ed eventualmente proporre alla Regione Lombardia e alle tre Province un "contratto di fiume" come è già stato fatto per altri corsi d'acqua lombardi. Tali incontri hanno, inoltre, permesso di aggiornare le informazioni raccolte in un precedente censimento degli impianti di depurazione realizzato dal Parco nel 2003.

Durante questi incontri, sono state molteplici soluzioni ai problemi evidenziati per il raggiungimento dell'obiettivo di miglioramento della efficienza degli impianti; in alcuni casi gli interventi sono stati realizzati o sono in fase di attuazione, mentre in altri casi si sta valutandone la fattibilità o cercando canali di finanziamento.

Vista l'eterogeneità dei depuratori presenti nel Parco e le differenti soluzioni impiantistiche adottate sulla base delle caratteristiche qualitative e quantitative del refluo in ingresso, il Parco non ha potuto entrare nel merito di ogni singola scelta progettuale. Tuttavia sono stati sostenuti alcuni **criteri di massima ritenuti imprescindibili per garantire la tutela degli ecosistemi acquatici** dell'area protetta, che vengono di seguito elencati sinteticamente:

- *Divieto di utilizzo dell'ipoclorito di sodio* per i trattamenti di disinfezione (eccetto per soluzioni temporanee e in assenza di altre opzioni); in alternativa è stato proposto l'acido peracetico (che ha dimostrato di avere un'ottima efficacia di abbattimento e un impatto trascurabile sui corpi idrici recettori), o altre soluzioni più onerose da un punto di vista impiantistico (raggi UV previa filtrazione, ozono, ecc.);
- In presenza di piccoli impianti poco efficienti e carenti di manutenzione è stato proposto il *collettamento con depuratori di maggiori dimensioni*, logicamente nel caso in cui le quote permettano di trasferire i reflui senza un eccessivo dispendio energetico e dove non si dovessero coprire distanze eccessive;
- Nel caso in cui gli insediamenti urbani fossero distribuiti in modo frammentario sul territorio comunale (come accade nella zona pavese) è stata fortemente sostenuta la *realizzazione di impianti di fitodepurazione* in aggiunta ai trattamenti attualmente utilizzati (vasche Imhoff, piccoli impianti a fanghi attivi) a garanzia di una maggiore efficacia depurativa anche in caso di malfunzionamento di questi impianti di difficile gestione. L'aggiunta di una sezione fitodepurativa viene comunque sostenuta anche per l'affinamento depurativo di grossi impianti;
- *Costruzione di vasche volano per l'accumulo di acque di prima pioggia* al fine di contenere l'attivazione dei by-pass e gestire l'aumento delle portate in ingresso ai depuratori in caso di piogge intense.

Di seguito si riporta una tabella in cui vengono riassunte, per ogni depuratore, il giudizio di funzionalità attribuito nel lavoro di censimento dei depuratori realizzato nel 2003 (La depurazione delle acque reflue nei Parchi del Ticino - Censimento degli impianti di depurazione civili e industriali), i progetti e le ipotesi sviluppate per la risoluzione dei principali problemi individuati e la loro tempistica di realizzazione. Come si può riscontrare nel confronto tra l'attuale situazione e la pregressa, buona parte degli interventi non sono stati realizzati a causa della mancanza di finanziamenti, malgrado rientrino nella programmazione finanziaria di ATO. Tale programmazione è di fatto bloccata a seguito del recente

ridimensionamento degli ATO stessi (da Enti autonomi ora diventano strutture funzionali presso le Province). Si ricorda che il giudizio di funzionalità è stato espresso facendo riferimento ad una pre-classificazione che denominava i depuratori "Adeguati" o "Non Adeguati", in base alla corresponsione delle loro unità di trattamento con quelle indicate da linee guida dell'APAT, integrando tali informazioni con i dati riferiti alla presenza/assenza delle varie sezioni di trattamento e la loro funzionalità.

Depuratore	Funzionalità attribuita nel censimento 2003	Gestore dell'impianto	Risoluzioni	Tempistica
<b>Golasecca Presualdo</b>	MEDIA	AMSC (Azienda Multiservizi Comunali)	- Dismissione dell'impianto e collettamento dei reflui al depuratore di Sesto Calende; - Potenziamento e riqualificazione dell'impianto stesso	Sono in corso verifiche per arrivare a definire gli interventi necessari alla risoluzione dei problemi da adottarsi al termine dell'autorizzazione in corso (scadenza anno 2011)
<b>Golasecca Bizzorra</b>	MEDIA	AMSC (Azienda Multiservizi Comunali)		
<b>Vergiate S. Eurosia</b>	BASSA	AMSC (Azienda Multiservizi Comunali)	Revisione dell'impianto alla luce dei problemi riscontrati nell'ordinaria attività di controllo e della ridefinizione del sistema di collettamento funzionale alla progettazione di nuovo impianto che gestirà reflui sia civili che industriali nell'ambito della riqualificazione di un insediamento produttivo tessile.	È stato richiesto un incontro formale da ARPA l'attivazione di un tavolo di confronto con la Provincia di Varese.
<b>Vergiate Sesona</b>	MEDIA	AMSC (Azienda Multiservizi Comunali)	Dismissione dell'impianto e collettamento dei reflui ad un nuovo impianto che gestirà reflui sia civili che industriali nell'ambito della riqualificazione di un insediamento produttivo tessile.	È in corso la progettazione preliminare e lo studio di fattibilità.
<b>Sesto Calende</b>	MEDIA	AMSC (Azienda Multiservizi Comunali)	- Aumento della potenzialità del depuratore con un nuovo progetto che modifica dello stadio di ossidazione biologica da massa sospesa ad ossidazione totale, implementa i pre-trattamenti, trasforma le attuali vasche di ossidazione a sezioni nitro-denitro; Inserimento di un impianto di filtrazione e un impianto UV per la disinfezione; - Sostituzione dell'ipoclorito di sodio con soluzioni alternative come l'utilizzo di acido peracetico, impianti UV od ozonizzatori; - Passaggio dei servizi integrati e quindi della depurazione delle acque reflue dal comune alla municipalizzata AMSC S.p.A.; - Inserimento di campionatori automatici in fognatura per identificare le aziende che si comportano scorrettamente.	Opera in regime di proroga dell'autorizzazione provinciale in attesa che si concluda l'iter per l'accesso ai finanziamenti necessari all'avvio dei lavori di adeguamento e potenziamento previsti.
<b>Somma Lombardo Cà Bagaggio</b>	MEDIA	AMSC (Azienda Multiservizi Comunali)	- Aggiunta di una sezione di filtrazione a monte dell'UV; - Costruzione di una vasca di omogeneizzazione; - Sezione di denitrificazione e collegamento al sistema di disinfezione UV.	Le opere di adeguamento dell'impianto sono avvenute a eccezione dell'ultimo punto.
<b>Somma Lombardo Coarezza</b>	MEDIA	AMSC (Azienda Multiservizi Comunali)	- Installazione di una sezione UV; - Lavori di insonorizzazione e migliore inserimento ambientale dell'impianto.	Impianto UV installato e funzionante.
<b>Mornago</b>	MEDIA	CASER SpA	Provvisorio sistema di disinfezione con ipoclorito di sodio che verrà sostituito con l'acido peracetico; - Nuova sezione di disidratazione dei fanghi; - Realizzazione di una sezione di omogeneizzazione a monte dell'impianto, per cercare di avere un flusso costante nelle vasche di ossidazione.	- L'amministrazione comunale sta cercando di reperire i fondi per gli adeguamenti; - Attualmente sono in fase di project financing.

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Depuratore	Funzionalità attribuita nel censimento 2003	Gestore dell'impianto	Risoluzioni	Tempistica
<b>Pombia e Varallo Pombia</b>	Pombia: non classificato Varallo Pombia: BASSA	Consorzio di Depurazione Ovest Ticino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depuratore di Varallo Pombia in dismissione;</li> <li>- Collettamento dello scarico ora gestito dall'impianto di Pombia al depuratore di Bellinzago Novarese;</li> <li>- Dismissione del depuratore di Varallo Pombia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Richiesta formale del Comune di Pombia all'ATO per collettamento delle sue acque reflue al depuratore di Bellinzago.</li> <li>- Presentato il progetto di collettamento degli scarichi del Comune di Varallo Pombia al depuratore di Dormelletto.</li> </ul>
<b>Bellinzago Novarese</b>	BASSA	Consorzio di Depurazione Ovest Ticino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizzazione di vasche di ossidazione a fanghi attivi;</li> <li>- Dismissione del vecchio impianto con percolatori;</li> <li>- Disinfezione tramite acido peracetico;</li> <li>- Realizzare di una vasca di pre-denitrificazione al fine di abbattere fino all'80% l'azoto;</li> <li>- Recupero delle 2 vasche che prima erano adibite a percolatori, ora dismessi, per farne una fase di nitrificazione e un trattamento delle acque di prima pioggia;</li> <li>- Realizzazione di un piano per portare le aziende a realizzare interventi sui propri scarichi;</li> <li>- Sostituzione di tutti i collettori non più adeguati;</li> <li>- Inserimento di misuratori di portata per avere miglioramenti gestionali;</li> <li>- Recupero del canale di scarico dell'Est-Sesia per fare un impianto di affinamento fitodepurativo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concluse le opere di adeguamento dell'impianto con la realizzazione della sezione di pre-denitrificazione;</li> <li>- Recupero di finanziamenti per la realizzazione delle fasi di trattamento rimanenti.</li> </ul>
<b>Cerano</b>	MEDIA	Consorzio di Depurazione Ovest Ticino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costruzione di una nuova linea con un impianto a fanghi attivi e sezione di nitrodenitrificazione, di defosfatazione, sedimentazione secondaria e disinfezione con acido peracetico;</li> <li>- Abbandono delle vecchie vasche a biorulli, che però verrebbero mantenute per il trattamento delle acque di prima pioggia;</li> <li>- Raddoppio dell'impianto a fanghi attivi;</li> <li>- Realizzazione di una sezione di filtrazione che affinerrebbe il refluo in uscita dal sedimentatore, costituita da una vasca in cemento dotata di filtri meccanici;</li> <li>- Realizzazione di un impianto di fitodepurazione a valle del depuratore;</li> <li>- Dotazione di un sistema di telecontrollo dell'impianto;</li> <li>- Piano di controllo (contenuto di BOD) dell'acqua della roggia Cerana;</li> <li>- Realizzazione di seconda vasca a fanghi attivi con raddoppio dell'impianto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizzazione della prima linea a fanghi attivi, attualmente già collaudata e funzionante;</li> <li>- Prossima realizzazione della seconda linea a fanghi attivi da attuarsi nel giro di qualche anno (molto dipende dai finanziamenti);</li> <li>- Sezione di filtrazione in parte realizzata e in parte legata alla costruzione della seconda linea;</li> <li>- Proposta per la realizzazione dell'impianto di fitodepurazione;</li> <li>- Realizzazione di un sistema di telecontrollo del nuovo impianto a fanghi attivi;</li> <li>- Approvazione da parte della Regione Piemonte del Piano di controllo della qualità delle acque della Roggia Cerana.</li> </ul>
<b>Ozzero</b>	BASSA	TAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inserimento di una sezione di disinfezione ad acido per acetico.</li> </ul>	Realizzato.
<b>Abbiategrasso</b>	MEDIA	AMAGA S.p.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costruzione di una nuova vasca di ossidazione biologica, riconversione di quella vecchia in sezione di trattamento dei composti dell'azoto; costruzione di due nuovi bacini di sedimentazione finale, realizzazione della sezione di disinfezione con acido peracetico; raddoppio della sezione di digestione anaerobica dei fanghi e installazione di un nuovo ispessitore meccanico;</li> <li>- Costruzione di una vasca volano per le acque di prima pioggia ed eventualmente costruzione di una sezione di filtrazione.</li> </ul>	Realizzazione del progetto di revisione dell'impianto. È in corso la realizzazione delle opere previste.

Depuratore	Funzionalità attribuita nel censimento 2003	Gestore dell'impianto	Risoluzioni	Tempistica
<b>Turbigo</b>	MEDIA	TAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizzare un programma di monitoraggio per verificare se si hanno fenomeni di accumulo di metalli nella Roggia;</li> <li>- Inserimento di un impianto di filtrazione per la cattura dei solidi sospesi e quindi dei metalli;</li> <li>- In passato era stata utilizzata un'area al di fuori del depuratore per stoccare i fanghi dell'impianto, che si potrebbe trasformare in un impianto di affinamento fitodepurativo.</li> </ul>	È stata realizzata la manutenzione straordinaria delle sezioni di trattamento e una nuova sezione di disidratazione e stoccaggio dei fanghi.
<b>Motta Visconti</b>	BASSA	TAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Progetto di una completa ristrutturazione dell'impianto che verrà potenziato con la costruzione di una vasca volano, con la realizzazione di una seconda linea di trattamento parallela all'esistente, la costruzione di una sezione di denitrificazione, l'aggiunta di un by-pass a valle della grigliatura/dissabbiatura, l'aggiunta di una sezione di defosfatazione chimica ed una sezione di emergenza per la disinfezione con ipoclorito;</li> <li>- Previsto un affinamento terziario tramite fitodepurazione.</li> </ul>	Il progetto è stato approvato nel 1998, ma ha avuto un iter travagliato perché è stato necessario effettuare uno studio per capire se l'impianto ricadesse in zona A o B del Piano di Assetto Idrogeologico. Una volta verificata la localizzazione è stato redatto il progetto esecutivo ed è partita la gara d'appalto (2002) con consegna lavori prevista per il 2004; durante le operazioni di scavo è stata rinvenuta una discarica di rifiuti e sono stati bloccati i lavori. Il progetto di adeguamento è stato realizzato. La nuova configurazione dell'impianto consente il trattamento dell'intera portata dei reflui in tempo secco, migliorando, per quanto anche riscontrabile visivamente, la qualità delle acque del recettore (Roggia Canalino).
<b>Besate</b>	BASSA	TAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementazione dell'impianto con l'inserimento di un trattamento di disinfezione con acido peracetico, l'aggiunta di una centrifuga e con l'inserimento di una stazione di dosaggio automatico dei polielettroliti per migliorare la disidratazione;</li> <li>- Dotazione da parte del caseificio di un pre-trattamento chimico-fisico dei propri reflui.</li> </ul>	È in corso l'iter autorizzativo da parte di CapHolding S.p.A per la riconversione dell'attuale impianto a biodischi (tecnologica ormai superata) in impianto biologico a fanghi attivi. Il nuovo depuratore sarà dotato, oltre delle sezioni di trattamento convenzionali, di un sistema di filtrazione e disinfezione a raggi UV.
<b>Morimondo</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costruzione di un collettore che raccolga i reflui di Caselle di Ozzero, di Morimondo e della frazione Fallavecchia;</li> <li>- realizzazione di un impianto di depurazione.</li> </ul>	È stato realizzato solo il collettamento tra Caselle e Morimondo; È stato predisposto il progetto esecutivo per la costruzione dell'impianto che è già appaltabile. È in corso l'iter autorizzativo per procedere all'appalto dei lavori.
<b>Pavia</b>	MEDIA	ASM Pavia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riduzione della componente microbiologica dello scarico;</li> <li>- Creazione di nuova linea di trattamento finalizzata a incrementare la potenzialità dell'impianto;</li> <li>- Possibilità di operare una disinfezione con acido peracetico;</li> <li>- Interventi di collettamento e fognatura di vecchi scarichi;</li> <li>- Diversificazione dello scarico epurato tra Ticino, Roggia Vernavola e scaricatore naturale, con l'interposizione, laddove fattibile, di</li> </ul>	La nuova linea di trattamento è stata già progettata e finanziata. Sono in corso le procedure di appalto per l'aggiudicazione dei lavori.

Depuratore	Funzionalità attribuita nel censimento 2003	Gestore dell'impianto	Risoluzioni	Tempistica
Zerbolò Capoluogo	BASSA		<p>aree predisposte all'affinamento depurativo naturale.</p> <p>Adeguare l'esistente impianto con trattamento di fitodepurazione.</p>	<p>L'ATO ha dato parere favorevole al finanziamento di un nuovo impianto che è in fase di realizzazione. L'impianto sarà di tipo tradizionale con trattamento biologico a fanghi attivi e avrà una nuova localizzazione.</p>
Zerbolò Parasacco	BASSA		<p>Adeguare l'esistente impianto con trattamento di fitodepurazione.</p>	<p>L'impianto è da rivedere con l'attivazione dell'impianto di Zerbolò Capoluogo.</p>
Torre d'Isola	BASSA per tutti i depuratori presenti sia nel capoluogo sia nelle frazioni	ASM Pavia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- I reflui di Massaua vengono depurati dall'impianto di Pavia;</li> <li>- Per la gestione dei reflui del Capoluogo si vuole realizzare un nuovo impianto;</li> <li>- Per la frazione di Campagna è in costruzione una imhoff aerata vicino al Boschetto;</li> <li>- Per la frazione di Casottole un privato ha intenzione di realizzare un impianto nuovo (raddoppiando l'attuale potenzialità);</li> <li>- Per la frazione di S. Varese e Settefilagni c'è un progetto esecutivo appaltato per la realizzazione di un impianto di fitodepurazione;</li> <li>- ASM Pavia ha realizzato uno studio di fattibilità per un collettore che possa servire Trivolzio, Bereguardo e la zona industriale di Torre d'Isola;</li> <li>- Si prevede anche l'ampliamento del depuratore di Bereguardo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'amministrazione comunale ha deciso di revisionare queste opere e realizzare impianti più adeguati: in parte ci sono già progetti preliminari ed esecutivi;</li> <li>- Si prevede di arrivare al progetto esecutivo per l'adeguamento del depuratore di Bereguardo e la costruzione del collettore, poi si procederà per lotti, ampliando dapprima l'impianto di Bereguardo e poi realizzando il collettore. Non sono ancora state reperite le risorse finanziarie.</li> </ul>
Cassolnovo	BASSA	ASM Vigevano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La fitodepurazione di affinamento potrebbe rappresentare un'ottima soluzione perché riuscirebbe a tamponare gli episodi critici;</li> <li>- Fra 5 anni si dovrà prendere in considerazione una completa ristrutturazione del depuratore.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si sta valutando la possibilità di collettare gli scarichi delle frazioni di Villanova e Villareale al depuratore principale;</li> <li>- L'intenzione del Comune è di adeguare il depuratore alle nuove potenzialità ma per il momento mancano i finanziamenti;</li> <li>- Appena saranno disponibili i finanziamenti cercheranno di collettare almeno l'80% degli scarichi attualmente non collegati alla rete;</li> <li>- È stata finanziata da parte della Regione Lombardia la realizzazione di una sezione di affinamento fitodepurativo che è stata costruita ed è attualmente funzionante.</li> </ul>
Vigevano	BASSA	ASM Vigevano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ristrutturazione del depuratore che prevede il raddoppio dell'impianto e l'inserimento di un sistema di microgrigliatura e una sezione di disinfezione con UV;</li> <li>- Una seconda fase di ristrutturazione dell'impianto riguarda invece un accordo preso con AATO e finanziato da Regione Lombardia che prevede l'eliminazione di tutti gli sversamenti e allagamenti;</li> <li>- La terza fase è invece relativa alla linea fanghi e all'eventuale costruzione di vasche di prima pioggia;</li> <li>- Costruzione di un impianto di fitodepurazione.</li> <li>- Lavori di riattivazione e adeguamento dell'impianto;</li> </ul>	<p>Richiesta per l'autorizzazione paesaggistica e si prevede di finire i lavori di ristrutturazione dell'impianto fra due anni. Al momento si sta definendo il progetto esecutivo per poi trasmettere tutto all'Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale (AATO) della Provincia di Pavia. Sono in corso le procedure di appalto per l'aggiudicazione dei lavori. L'impianto è stato riattivato.</p>

Depuratore	Funzionalità attribuita nel censimento 2003	Gestore dell'impianto	Risoluzioni	Tempistica
<b>Bereguardo</b>	Capoluogo: MEDIA La Zelata: BASSA	ASM Pavia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Collettamento della Frazione La Zelata.</li> <li>- ASM Pavia ha realizzato uno studio di fattibilità per un collettore che possa servire Trivolzio, Bereguardo e la zona industriale di Torre d'Isola;</li> <li>- Si prevede anche l'ampliamento del depuratore di Bereguardo.</li> </ul>	
<b>San Martino Siccomario</b>	BASSA	ASM Pavia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La soluzione più appropriata sarebbe trasferire i liquami tramite un collettore al depuratore di Pavia;</li> <li>- Realizzazione della fognatura in località Busca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'opera di collettamento dei reflui, ora trattati dal depuratore di San Martino, con il depuratore di Pavia è già stata formalizzata. Il Comune ha realizzato degli interventi di predisposizione della rete fognaria in previsione della possibilità di allacciamento al depuratore di Pavia per il quale, come già detto, sono in corso le procedure di appalto.</li> <li>- Nel bilancio 2006 dell'azienda che gestisce il depuratore i fondi per l'appalto della quarta vasca sono stati stanziati; c'è il progetto esecutivo ed entro fine anno ci sarà l'appalto.</li> </ul>
<b>Travacò Siccomario</b>	BASSA	ASM Pavia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilità di dismettere tutti gli impianti e di realizzare dei collettori che facciano confluire i reflui verso il depuratore di San Martino Siccomario e Pavia;</li> <li>- Mantenere in funzione i piccoli impianti aggiungendo una sezione di fitodepurazione.</li> </ul>	
<b>Villanova d'Ardenghi</b>	BASSA	ASM Pavia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sostituzione del carroponete e delle vecchie turbine di aerazione con piattelli posti sul fondo;</li> <li>- Rifacimento dei quadri elettrici e installazione del teleallarme;</li> <li>- Collettamento della località La Stazione.</li> </ul>	Interventi realizzati.
<b>Carbonara Ticino</b>	BASSA		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sostituzione della pompa dei fanghi di supero, aggiunta di un mixer nuovo, delle soffianti e dell'impianto di teleallarme, adeguamento di tutti i quadri elettrici.</li> <li>- Aggiunta dei piattelli di aerazione;</li> <li>- Rimozione della discarica e creazione dell'isola ecologica.</li> <li>- Pressioni sul caseificio perché faccia interventi migliorativi al proprio impianto.</li> </ul>	Gli interventi sull'impianto sono stati realizzati.
<b>Garlasco e Borgo San Siro</b>	DISMESSO	ASM Vigevano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riattivazione dell'impianto dopo anni di inattività</li> <li>- Ristrutturazione dell'impianto con: nuove pompe di sollevamento, sostituzione della grigliatura grossolana con una grigliatura fine, eliminazione della sezione di sedimentazione primaria ritenuta non necessaria, ricalibrazione della vasca di ossidazione, installazione di una sonda per la misurazione dell'ossigeno che permette una buona regolazione dei piattelli insufflatori a seconda del carico in ingresso;</li> <li>- Riattivazione della linea fanghi;</li> <li>- Ristrutturazione del sistema di condutture fognarie;</li> <li>- interventi sulla vasca di sedimentazione primaria, attualmente inattiva, che presenta cedimenti strutturali;</li> <li>- Realizzazione opere di collettamento per la gestione dei reflui dei comuni Borgo San Siro, Alagna e Tromello.</li> </ul>	Le opere sono state realizzate e attualmente l'impianto è funzionante.

Depuratore	Funzionalità attribuita nel censimento 2003	Gestore dell'impianto	Risoluzioni	Tempistica
<b>Mezzanino Po</b>	BASSA	Broni-Stradella spa	L'Amministrazione Comunale intende smantellare l'impianto e allacciare la propria fognatura al depuratore di Broni, attraverso il collettore situato in Località Redavalle.	Il collettamento al depuratore di Broni rientra nella programmazione ATO e non si ha previsione di quando verrà realizzato. Attualmente è in funzione il depuratore comunale, la cui manutenzione è seguita dal gestore dell'impianto di Broni.
<b>Gambolò</b>	BASSA	EST SESIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interventi tampone: nuove pompe di sollevamento, scale di sicurezza per l'accesso alle vasche, pompe per la raccolta del fango di supero e il suo riciclo nella vasca di ossidazione;</li> <li>- Il depuratore richiede solidi interventi di ammodernamento, ristrutturazione ed adeguamento;</li> <li>- Realizzazione di nuove vasche volano, localizzate presso la zona industriale e finalizzate ad attenuare le portate al depuratore in caso di intense precipitazioni;</li> <li>- Dismissione o ristrutturazione dei tre impianti che servono le frazioni Belcreda, Garbana e Remondò.</li> </ul>	Le Vasche volano sono state realizzate in quanto finanziate dal Comune. Gli interventi sull'impianto Capoluogo e quelli riferiti alle frazioni rientrano nel programma di finanziamenti di ATO, attualmente in revisione, alla luce dei recenti interventi normativi sull'entità giuridica dello stesso ATO.

Il Parco ha proseguito nel corso degli anni l'azione conoscitiva sul sistema della depurazione delle acque reflue recapitanti in Ticino, in un contesto di sussidiarietà con gli Enti coinvolti, con i seguenti obiettivi:

- svolgere, in coordinamento con ARPA, un programma di verifica strutturale e della funzionalità di processo degli impianti di depurazione, risultati più impattanti dal quadro conoscitivo pregresso;
- attivare un confronto tecnico col Gestore Unico, per esaminare le criticità rilevate dalle attività di controllo, in relazione ai programmi di intervento sugli impianti, previsti;
- attivare un osservatorio permanente di verifica dell'attuazione degli interventi di risanamento;
- concordare, con ARPA e con il Gestore Unico, un programma di studio e monitoraggio finalizzato a verificare le performance degli impianti di fitodepurazione sul territorio, che costituiscono "eccellenza", in considerazione del valore tecnologico innovativo e compatibile intrinsecamente con le specificità dell'area protetta, trattandosi di sistemi naturali.

## 4.1 Analisi dell'efficienza di alcuni impianti di fitodepurazione

Nel 2010 il Parco del Ticino lombardo ha promosso un progetto, tutt'ora in corso, che prevede uno studio di approfondimento sull'efficienza depurativa di alcuni impianti di fitodepurazione presenti nel suo territorio. Il progetto ha il fine di monitorare e verificare le performance di alcuni impianti di fitodepurazione che, trattandosi di sistemi semi-naturali, costituiscono "eccellenza", in considerazione del loro valore tecnologico innovativo nonché della loro localizzazione in un'area protetta. Per il raggiungimento dell'obiettivo il progetto ha avuto le seguenti attività:

- Analisi chimico-fisico-microbiologiche da effettuare con cadenza stagionale negli impianti selezionati.
  - Attività di coordinamento con ARPA per la verifica strutturale e della funzionalità di processo degli impianti di depurazione.
  - Proposte di azioni di miglioramento degli impianti alla luce dei risultati del monitoraggio.
  - Proposte di azioni di informazione del programma attraverso i canali di comunicazione dell'Ente.
- Gli impianti di fitodepurazione oggetto di analisi per la verifica della loro efficienza sono stati i seguenti:
- Depuratore di Vizzola Ticino.
  - Depuratore "Trade Center" a Vizzola Ticino.
  - Depuratore di Nosate.
  - Depuratore di Cassolnovo.

#### 4.1.1 Impianto di fitodepurazione di Vizzola Ticino

L'impianto di Vizzola Ticino, funzionante dal 2008, è ubicato a sud della strada che attraversa il centro abitato di Castelnovate, che rappresenta la frazione più consistente di Vizzola Ticino (VA). Occupa una superficie complessiva di circa 7.300 m<sup>2</sup> e tratta le acque reflue provenienti dal comune di Vizzola Ticino centro e della frazione di Castelnovate. È stato dimensionato per 800 abitanti/equivalenti ed è costituito da una fase di pretrattamenti seguito da un sistema di fitodepurazione composto da due vasche di fitodepurazione a flusso sub superficiale orizzontale poste in parallelo seguite da due vasche parallele a flusso sub superficiale verticale e da una fase finale di lagunaggio. L'impianto presenta due linee in parallelo utili per rendere l'impianto efficiente anche nel caso in cui una linea sia soggetta a manutenzione o ad anomalie.



Fig. 4.1. - Particolare dei bacini di fitodepurazione dell'impianto di Vizzola Ticino

Il sistema di fognatura a servizio dell'abitato possiede linee separate per la raccolta delle acque nere e delle acque bianche. Le acque di dilavamento urbano (acque bianche), vengono convogliate verso l'impianto di fitodepurazione, attraverso un sistema di tubazioni distinto e in parte parallelo alle condotte della fognatura nera. Nelle immediate vicinanze delle strutture dei trattamenti primari dell'impianto tali acque vengono immagazzinate in un pozzetto decantatore dove avviene la dissabbiatura e la disoleatura, quindi vengono immesse nell'ultimo stadio dell'impianto di fitodepurazione dove subiscono gli ultimi processi di fitodepurazione insieme con le acque nere, già parzialmente depurate nei primi due stadi a flusso sub-superficiale. Le acque nere, tramite il tratto terminale della fognatura, raggiungono l'ingresso dell'impianto dove è posta una griglia curva a pulizia meccanica che permette la rimozione di circa il 90% del materiale grossolano in sospensione presente. Il grigliato viene raccolto automaticamente e posto in un contenitore svuotato periodicamente.

Successivamente al processo di grigliatura, attraverso un pozzetto ripartitore, il refluo viene immesso in due vasche Imhoff in cui avviene la decantazione del materiale grossolano e la digestione anaerobica fredda dei fanghi. La regolare manutenzione di questo primo stadio è di fondamentale importanza poiché permettendo la separazione dei solidi sospesi garantisce un'ottimale funzionamento dello stadio successivo nei letti di fitodepurazione, impedendone il precoce intasamento. La parte che sedimenta sul fondo viene in seguito trasferita ad altri impianti di depurazione addetti allo smaltimento. Il liquame chiarificato, invece, raggiunge i primi due bacini di fitodepurazione, a flusso sommerso orizzontale, mediante un tubo diffusore situato al di sotto della ghiaia che ricopre la superficie. I bacini sono impermeabilizzati e riempiti di ghiaietto piantumato con cannuccie di palude (*Phragmites australis*). Successivamente, le acque parzialmente depurate passano ai secondi due bacini di fitodepurazione,

a flusso sommerso verticale, sempre tramite un sistema di tubi drenanti. Tale passaggio avviene con l'ausilio di due pompe che trasferiscono l'acqua chiarificata dal bacino con flusso sommerso orizzontale a quello con flusso sommerso verticale, utilizzando l'energia.

In uscita dai letti, è prevista un'ulteriore fase di affinamento delle acque all'interno di un bacino naturale, costituito da una parte di fitodepurazione a flusso superficiale e da un bacino di lagunaggio finale; nel laghetto di affinamento finale l'ulteriore depurazione delle acque avviene prevalentemente per sedimentazione. Nel bacino a flusso superficiale è stata piantumata una fascia iniziale di Cannucchia di palude (*Phragmites australis*) e Mazzasorda (*Typha latifolia*) e una seconda fascia di Giunco di palude (*Scirpus sp.*), mentre in prossimità del laghetto vi sono dei gruppi di giaggioli acquatici (*Iris pseudoacorus*). L'acqua depurata, a partire dall'ultimo bacino di fitodepurazione, giunge, tramite una condotta di scarico, fino al Ticino dopo circa 650 metri di percorso costituito da una serie di tubazioni e costruito appositamente per tale immissione.



Fig. 4.2. - Schema dell'impianto di Vizzola Ticino

L'impianto viene analizzato effettuando prelievi in ingresso (Viz1) e in uscita (Viz2); in particolare il primo campione viene raccolto dopo la fase di grigliatura mentre il secondo viene prelevato nella condotta di scarico posta in uscita al sistema di lagunaggio.



Fig. 4.3. - Punti di campionamento dell'impianto in ingresso (Viz1) e in uscita (Viz2)

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Di seguito si riportano i risultati delle analisi estive effettuate per tre settimane consecutive con un campionamento istantaneo e il calcolo delle rese depurative associate a tali dati.

Parametri analizzati	Unità di misura	1 settembre 2010		9 settembre 2010		15 settembre 2010	
		Viz1 (In)	Viz2 (Out)	Viz1 (In)	Viz2 (Out)	Viz1 (In)	Viz2 (Out)
COD	mg/l O <sub>2</sub>	414	58,5	369	72,3	318	209
Nitrato	mg/l N	0,448	0,349	0,491	0,326	0,562	0,61
Nitrito	mg/l N	0,095	0,015	0,172	0,048	0,156	0,278
Azoto ammoniacale	mg/l N	0,933	20,400	64,3	31,7	47,3	27
Fosforo totale	mg/l P	5,82	3,58	7,16	4,89	19,3	14,8
BOD <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	220	30	180	28	230	70
<i>Escherichia coli</i>	N/100 ml	25.000.000.000	600.000	13.000.000	500.000	10.000.000	4.000

N.B. In rosso il valore inferiore al range di analisi

Parametri analizzati	Rese depurative (%)				
	1 settembre 2010	9 settembre 2010	15 settembre 2010	Media	Deviazione standard
COD	85,87	80,41	34,28	66,85	28,34
Nitrato	22,10	33,60	- 8,54	15,72	21,78
Nitrito	84,21	72,09	- 78,21	26,03	90,48
Azoto ammoniacale	-	50,70	42,92	46,81	5,50
Fosforo totale	38,49	31,70	23,32	31,17	7,60
BOD <sub>5</sub>	86,36	84,44	69,57	80,12	9,19
<i>Escherichia coli</i>	100,00	96,15	99,96	98,70	2,21

Parametri analizzati	Unità di misura	1 dicembre 2010		10 dicembre 2010		15 dicembre 2010	
		Viz1 (In)	Viz2 (Out)	Viz1 (In)	Viz2 (Out)	Viz1 (In)	Viz2 (Out)
COD	mg/l O <sub>2</sub>	74,40	25,70	55,80	36,40	50,80	32,70
Nitrato	mg/l N	0,550	0,277	0,230	0,230	0,296	0,230
Nitrito	mg/l N	0,190	0,023	0,131	0,032	0,119	0,016
Azoto ammoniacale	mg/l N	5,110	3,120	4,010	3,550	4,410	4,880
Fosforo totale	mg/l P	0,820	0,540	0,219	0,235	-	-
BOD <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	200	12	255	19	245	12
<i>Escherichia coli</i>	N/100 ml	14.000.000	30.000	36.000.000	80.000	3.000.000	23.000

N.B. In rosso il valore inferiore al range di analisi

Parametri analizzati	Rese depurative (%)				
	1 dicembre 2010	10 dicembre 2010	15 dicembre 2010	Media	Deviazione standard
COD	65,46	34,77	35,63	45,28	17,48
Nitrato	49,64	0,00	22,30	23,98	24,86
Nitrito	87,89	75,57	86,55	83,34	6,76
Azoto ammoniacale	38,94	11,47	-10,66	13,25	24,85
Fosforo totale	34,15	-7,31	-	13,42	29,31
BOD <sub>5</sub>	94,00	92,55	95,10	93,88	1,28
<i>Escherichia coli</i>	99,79	99,78	99,23	99,60	0,32

Le rese depurative, considerando i principali parametri chimici come il COD e BOD<sub>5</sub> e il parametro microbiologico, si dimostrano molto alte in entrambe le stagioni. I dati sembrano così non mostrare un abbassamento dell'attività depurativa dell'impianto nella stagione invernale determinata dall'abbassamento delle temperature.



Fig. 4.4. - Assetto invernale dell'impianto

Un aspetto però da tener sotto osservazione è dato dai valori assoluti del parametro microbiologico riscontrati in uscita dall'impianto che risultano essere sempre molto elevati. Un fattore che potrebbe contribuire potrebbe essere dato dall'immissione delle acque bianche non trattate direttamente nel bacino a flusso superficiale.

Durante il periodo di campionamento sono stati riscontrati blocchi della grigliatura e situazioni di stallo del primo bacino a flusso subsuperficiale orizzontale. In particolare quest'ultimo malfunzionamento si è tradotto in una modificazione dei flussi del refluo nel bacino che sono risultati non più subsuperficiali ma superficiali. Anche la vegetazione ha avuto una modificazione con aree del bacino che ne sono rimaste prive.

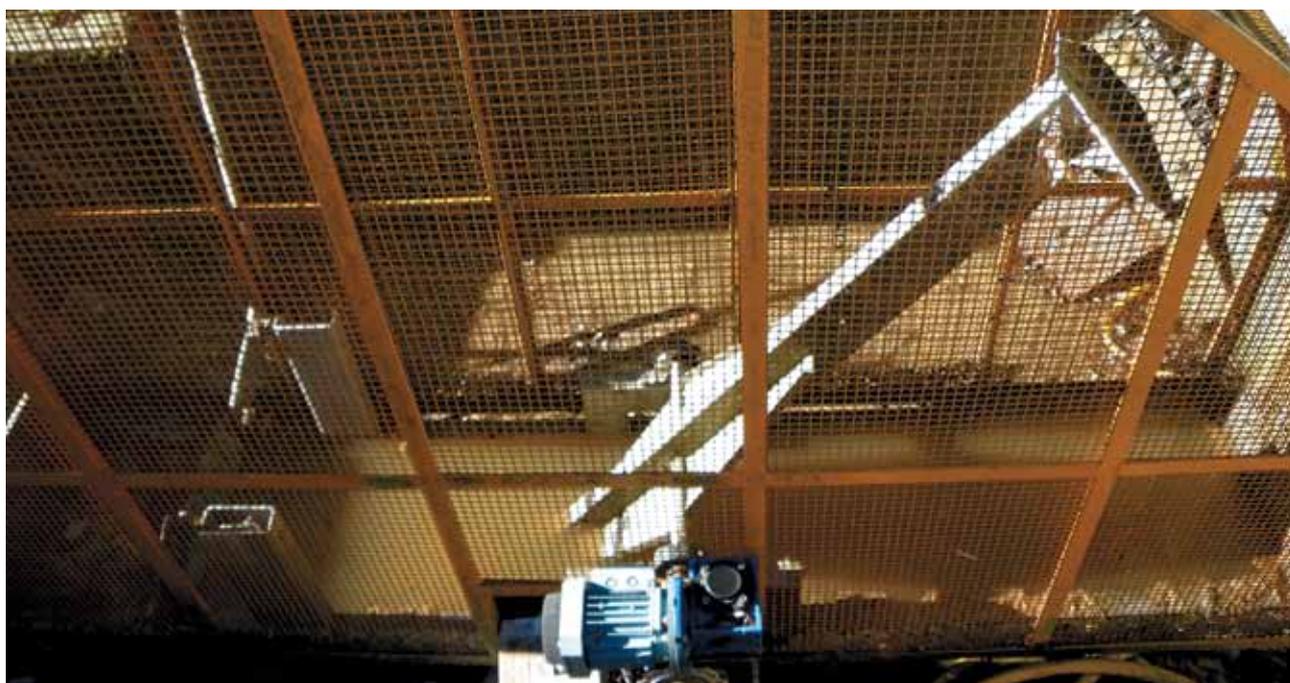


Fig. 4.5. - Griglia bloccata



Fig. 4.6. - Formazione di flusso superficiale a seguito dello stallo del sistema

#### 4.1.2 Impianto di fitodepurazione del Trade Center di Vizzola Ticino

L'impianto di fitodepurazione di Vizzola Ticino allestito per il trattamento delle acque provenienti dal complesso commerciale denominato Trade Center è situato nelle immediate vicinanze dell'aeroporto di Malpensa. Poiché è assente una rete idrica superficiale naturale in cui poter recapitare le acque depurate queste vengono riutilizzate per irrigare la vasta area a verde presente nelle immediate vicinanze dell'impianto.

L'impianto, che tratta sia le acque bianche che le acque nere provenienti da due sistemi di reti fognarie differenti, è costituito da un sistema integrato di letti e bacini fitodepurativi, preceduti da trattamenti primari (grigliatura, dissabbiatura/disoleatura, fosse Imhoff); la presenza nell'area di una variazione altimetrica ha imposto la necessità di collocare i trattamenti primari e i diversi stadi di fitodepurazione ad una quota inferiore rispetto alle condotte fognarie, creando così una depressione tale da contenere l'intero sistema.



Fig. 4.7. - Particolare dei bacini di fitodepurazione dell'impianto di Vizzola Ticino - Trade Center

Le acque bianche, costituite dagli efflussi provenienti da parcheggi, piazzali, strade e aree di manovra, subiscono una prima fase di grigliatura grossolana tramite una griglia, formata da una serie di barre metalliche inclinate di 45°, che trattiene tutti i materiali grossolani di dimensioni superiori a 5 cm; il sistema di pulitura è di tipo manuale. Segue un pozzetto separatore che convoglia le acque di prima pioggia in tre apposite vasche disposte in serie. All'interno di ciascuna di questa vasche è stata posta una valvola a galleggiante in grado di segnalare al quadro elettrico programmatore, che comanda il funzionamento di una pompa montata nella vasca, l'inizio e la fine delle precipitazioni meteoriche. Lo sfioratore presente a monte della vasca di prima pioggia permette alle acque meteoriche di defluire nella vasca fino a quando non viene raggiunto il livello massimo; una volta raggiunto tale livello, la valvola si chiude impedendo così l'entrata di ulteriore acqua. Non potendo più entrare acqua nella vasca (dal momento che è stato raccolto tutto il volume di prime piogge), il livello dell'acqua nella tubazione d'ingresso alla vasca e nello sfioratore si alza, fino a raggiungere la quota di sfioro che permette alle acque di seconda pioggia (ragionevolmente pulite) di raggiungere il recapito finale del laghetto senza ulteriori trattamenti.

Le acque di prima pioggia immagazzinate nella vasca, invece, vengono sollevate e inviate tramite la pompa montata nella vasca, ad un trattamento di dissabbiatura e disoleatura e successivamente ai trattamenti preliminari di depurazione ai quali vengono sottoposte anche tutte le acque nere.

Le acque nere (reflui di natura domestica provenienti dagli edifici del Trade Center) e quelle di prima

pioggia, provenienti dal pozzetto ripartitore nel quale sono state separate dalle acque di seconda pioggia, passano inizialmente attraverso una grigliatura fine per la rimozione del materiale grossolano presente nei reflui; successivamente, passano in vasche Imhoff dove avvengono contemporaneamente una sedimentazione primaria del liquame e la digestione anaerobica fredda dei fanghi: tale trattamento primario dei reflui viene utilizzato per evitare fenomeni di intasamento precoci dei letti fitodepurativi. Dopo aver subito i trattamenti primari, le acque parzialmente depurate, vengono trasferite ai bacini di fitodepurazione costituiti da un letto a flusso sub superficiale orizzontale seguito da uno a flusso sub superficiale verticale e da un bacino di affinamento a flusso superficiale; una volta subito l'intero processo di depurazione le acque chiarificate vengono trasferite alle utenze per l'irrigazione del verde. Nell'impianto, come unica essenza vegetale, è stata utilizzata la cannuccia di palude (*Phragmites australis*).

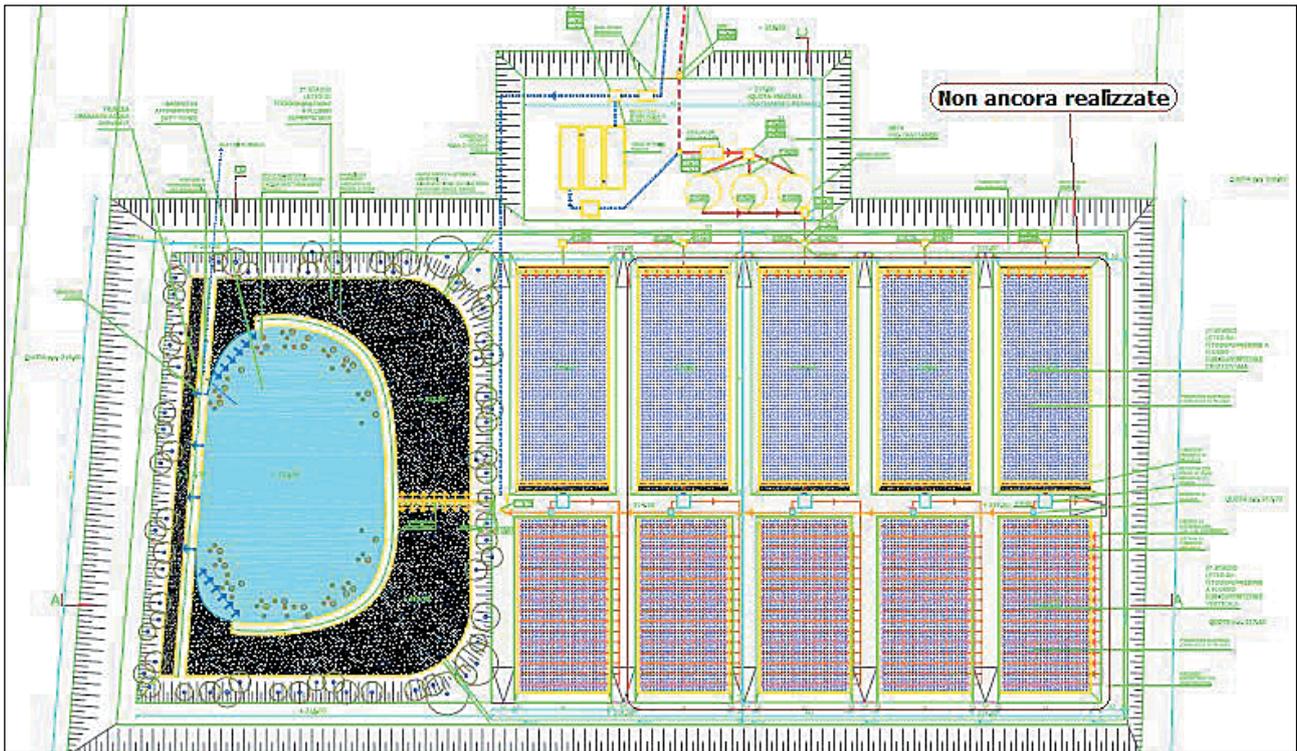


Fig. 4.8. - Schema dell'impianto di Vizzola Ticino - Trade Center

L'impianto viene analizzato effettuando prelievi in ingresso (Trade1) e in uscita (Trade2); in particolare il primo campione viene raccolto dopo la fase di grigliatura mentre il secondo viene prelevato nella condotta di scarico posta in uscita al sistema di lagunaggio.



Fig. 4.9. - Punti di campionamento dell'impianto in ingresso (Trade1) e in uscita (Trade2)

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Di seguito si riportano i risultati delle analisi estive effettuate per tre settimane consecutive con un campionamento istantaneo e il calcolo delle rese depurative associate a tali dati.

Durante il campionamento estivo si sono avute delle difficoltà nel campionamento del punto di ingresso all'impianto, di conseguenza non è stato possibile il calcolo delle rese depurative. Si riportano a titolo puramente indicativo i risultati delle analisi effettuate solo nel punto d'uscita dell'impianto.

Parametri analizzati	Unità di misura	1 settembre 2010		9 settembre 2010		15 settembre 2010	
		Trade1 (In)	Trade2 (Out)	Trade1 (In)	Trade2 (Out)	Trade1 (In)	Trade2 (Out)
COD	mg/l O <sub>2</sub>	-	13,2	-	8,66	-	9,46
Nitrato	mg/l N	-	0,481	-	0,249	-	0,23
Nitrito	mg/l N	-	0,015	-	0,015	-	0,015
Azoto ammoniacale	mg/l N	-	0,04	-	0,73	-	0,037
Fosforo totale	mg/l P	-	0,694	-	0,15	-	0,15
BOD <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	-	3	-	3	-	5
<i>Escherichia coli</i>	N/100 ml	-	3.000	-	5.000	-	4.000

N.B. In rosso il valore inferiore al range di analisi

Parametri analizzati	Unità di misura	1 dicembre 2010		10 dicembre 2010		15 dicembre 2010	
		Trade1 (In)	Trade2 (Out)	Trade1 (In)	Trade2 (Out)	Trade1 (In)	Trade2 (Out)
COD	mg/l O <sub>2</sub>	52	6,29	339	7,69	2.780	5,81
Nitrato	mg/l N	-	1,3	0,23	0,23	0,23	1,3
Nitrito	mg/l N	0,31	0,032	0,147	0,034	0,08	0,031
Azoto ammoniacale	mg/l N	9,89	0,395	15,4	0,377	15,5	0,395
Fosforo totale	mg/l P	3,7	0,229	0,494	0,214	9,14	0,15
BOD <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	210	4	245	5	480	3
<i>Escherichia coli</i>	N/100 ml	1.000.000	3.500	20.000.000	2.000	6.000.000	6.000

N.B. In rosso il valore inferiore al range di analisi.

Parametri analizzati	Rese depurative (%)				
	1 dicembre 2010	10 dicembre 2010	15 dicembre 2010	Media	Deviazione standard
COD	87,90	97,73	99,79	95,14	6,35
Nitrato	-	-	-	-	-
Nitrito	89,68	76,87	61,25	75,93	14,24
Azoto ammoniacale	96,01	97,55	97,45	97,00	0,87
Fosforo totale	93,81	56,68	98,36	82,95	22,86
BOD <sub>5</sub>	98,10	97,96	99,38	98,48	0,78
<i>Escherichia coli</i>	99,65	99,99	99,90	99,85	0,18

#### 4.1.3 Impianto di fitodepurazione di Nosate

L'impianto di depurazione di Nosate (MI) è di tipo biologico a fanghi attivi e presenta una fase di affinamento fitodepurativo a flusso superficiale. Entrato in funzione nel 1988 è dimensionato per circa 1.000 abitanti equivalenti.



Fig. 4.10. - Particolare del bacino di fitodepurazione dell'impianto di Nosate

Alle opere di presa dell'impianto affluiscono i liquami defluenti dalla fognatura comunale, che sono composti prevalentemente da scarichi civili e in parte da scarichi industriali e acque piovane. Subiscono una prima grigliatura grossolana tramite una griglia di tipo sub-verticale a pulizia manuale, posizionata direttamente all'uscita dell'opera di presa, alla stessa quota dei liquami fognari. I liquami così trattati subiscono un sollevamento tramite due pompe sommerse comandate dalle rispettive sonde di livello in modo tale da poter poi passare alle successive sezioni per gravità. Per ripartire il carico di lavoro delle due pompe è presente un selettore per la scelta della pompa principale, facendo così inserire la seconda pompa solo in caso di pioggia o di anomalia di funzionamento della prima. La portata massima sollevabile risulta essere di circa 50 m<sup>3</sup>/h e quella eccedente sfiora in una vasca di accumulo, che ha lo scopo di rilanciarla all'opera di presa. Anche nel caso di afflusso di portate meteoriche eccedenti la capacità dell'impianto o di anomalie alle sezioni di grigliatura i liquami vengono inviati, mediante sfioro, alla vasca di accumulo e successivamente rilanciati all'opera di presa mediante una pompa sommersa.

I liquami, che vengono sollevati, passano alla sezione di grigliatura fine fatta da una griglia a pulizia meccanizzata, con cicli di lavoro automatici, e una griglia a pulizia manuale che raccoglie i liquami giunti oltre alla soglia di sfioro in seguito all'intasamento della griglia principale (meccanizzata). Segue la fase di dissabbiatura e quella di ossidazione biologica a fanghi attivi. Tale sezione è costituita da un'unica vasca di forma rettangolare a miscelazione completa; l'ossigenazione viene garantita da un aeratore superficiale ad asse verticale, che può funzionare continuamente oppure mediante un timer. La sedimentazione finale è composta da un unico bacino a sezione circolare con il relativo carroponte dotato di raschia di fondo per il convogliamento dei fanghi sedimentati al cono di prelievo, e di lama superficiale, per la raccolta e l'allontanamento dei materiali galleggianti.

Il refluo depurato sfiora superficialmente dal decantatore e viene convogliato alla vasca di clorazione (non in servizio) e in seguito riversato nella fase di affinamento costituita da lagunaggio formata da un bacino impermeabilizzato interamente vegetato con macrofite. In uscita lo scarico depurato raggiunge il canale industriale.

L'impianto è dotato di un sistema di telecontrollo collegato al sistema di supervisione dell'impianto centralizzato di Robecco sul Naviglio che ne controlla costantemente il regolare funzionamento delle apparecchiature elettromeccaniche ed è in grado di allertare il servizio di reperibilità e pronto intervento.

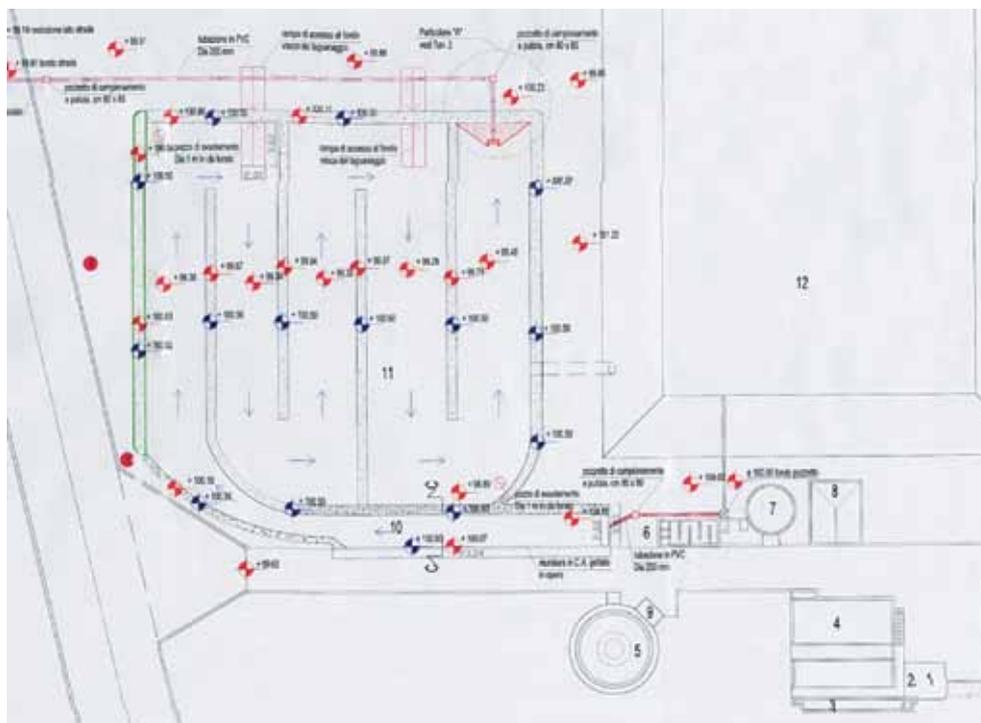


Fig. 4.11. - Schema dell'impianto di Nosate

L'impianto viene analizzato effettuando prelievi in ingresso (Nos1) e in uscita (Nos2); in particolare il primo campione viene raccolto prima dell'ingresso del refluo nella fase di lagunaggio mentre il secondo viene prelevato nella condotta di scarico posta in uscita al sistema di lagunaggio.



Fig. 4.12. - Punto di campionamento in ingresso (Nos1) e in uscita (Nos2) della fase di fitodepurazione

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Di seguito si riportano i risultati delle analisi estive effettuate per tre settimane consecutive con un campionamento istantaneo e il calcolo delle rese depurative associate a tali dati.

Parametri misura	Unità di analizzati	1 settembre 2010		9 settembre 2010		15 settembre 2010	
		Nos1 (In)	Nos2 (Out)	Nos1 (In)	Nos2 (Out)	Nos1 (In)	Nos2 (Out)
COD	mg/l O <sub>2</sub>	11,6	14,8	11,4	12,8	11	15,1
Nitrato	mg/l N	12,5	0,23	6,14	0,374	10,1	0,23
Nitrito	mg/l N	0,015	0,015	0,146	0,04	0,059	0,015
Azoto ammoniacale	mg/l N	0,339	0,081	0,295	0,085	0,315	0,049
Fosforo totale	mg/l P	2,22	2,21	5,53	0,735	6,55	5,59
BOD <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	5	3	3	3	3	3
<i>Escherichia coli</i>	N/100 ml	11.000	6.000	9.000	2.000	9.000	3.000

N.B. In rosso il valore inferiore al range di analisi

Parametri analizzati	Rese depurative (%)				
	1 settembre 2010	9 settembre 2010	15 settembre 2010	Media	Deviazione standard
COD	- 27,59	- 12,28	- 37,27	- 25,71	12,60
Nitrato	98,16	93,91	97,72	96,60	2,34
Nitrito	0,00	72,60	74,58	49,06	42,50
Azoto ammoniacale	76,11	71,19	84,44	77,25	6,70
Fosforo totale	0,45	86,71	14,66	33,94	46,25
BOD <sub>5</sub>	40,00	0,00	0,00	13,33	23,09
<i>Escherichia coli</i>	45,45	77,78	66,67	63,30	16,42

Parametri analizzati	Unità di misura	1 dicembre 2010		10 dicembre 2010		15 dicembre 2010	
		Nos1 (In)	Nos2 (Out)	Nos1 (In)	Nos2 (Out)	Nos1 (In)	Nos2 (Out)
COD	mg/l O <sub>2</sub>	9,43	6,51	12,5	9,11	25,9	10,1
Nitrato	mg/l N	0,23	1,6	2,19	0,858	1,48	1,18
Nitrito	mg/l N	0,071	0,05	0,073	0,092	0,073	0,056
Azoto ammoniacale	mg/l N	0,56	0,34	0,93	0,063	2,16	1,38
Fosforo totale	mg/l P	0,616	0,463	0,15	0,15	-	-
BOD <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	7	6	9	3	8	3
<i>Escherichia coli</i>	N/100 ml	46.000	3.000	33.000	5.000	14.000	10.000

N.B. In rosso il valore inferiore al range di analisi

Parametri analizzati	Rese depurative (%)				
	1 dicembre 2010	10 dicembre 2010	15 dicembre 2010	Media	Deviazione standard
COD	30,97	27,12	61,00	39,70	18,55
Nitrato	-595,65	60,82	20,27	-171,52	367,87
Nitrito	29,58	-26,03	23,29	8,95	30,45
Azoto ammoniacale	39,29	93,23	36,11	56,21	32,10
Fosforo totale	24,84	0,00	-	12,42	17,56
BOD <sub>5</sub>	64,71	66,67	62,50	64,62	2,08
<i>Escherichia coli</i>	93,48	84,85	28,57	68,97	35,25

La sezione fitodepurativa effettua un efficiente finissaggio del refluo con un abbattimento significativo della carica microbica; i valori assoluti in uscita di tale parametro risultano essere sempre bassi.

Le rese si dimostrano paragonabili per entrambe le stagioni non mostrando, anche in questo caso, una loro diminuzione nella stagione invernale.

Rispetto al sistema fitodepurativo subsuperficiale quello superficiale presenta rese di molto inferiori nei confronti di tutti i parametri analizzati, tranne che per le forma azotate.

#### 4.1.4 Impianto di fitodepurazione di Cassolnovo

L'impianto di depurazione di Cassolnovo, progettato per 5.000 Abitanti Equivalenti ed entrato in esercizio nel 1979, è situato in prossimità della linea del terrazzo principale della valle del Ticino; è di tipo biologico a fanghi attivi e presenta una fase di affinamento fitodepurativo a flusso superficiale.



Fig. 4.13. - Particolare del bacino di fitodepurazione dell'impianto di Cassolnovo

Il depuratore tratta un refluo di tipo misto costituito cioè da acque bianche e acque nere. In caso di piogge, quando il sistema non riesce a trattare le eccessive portate in ingresso, le by-passa convogliando, senza nessun trattamento, direttamente nel punto di scarico individuato lungo la roggia Molinara, che confluisce poi nel fiume Ticino.

Il primo trattamento subito del refluo in ingresso all'impianto è quello della grigliatura grossolana; successivamente, il refluo subisce la fase di dissabbiatura e quindi immesso nella vasca di ossidazione biologica a fanghi attivi. Infine, passa alla sezione di sedimentazione finale passando poi alla fase di affinamento fitodepurativo.

Con l'introduzione della sezione di fitodepurazione si è provveduto a migliorare la qualità del refluo in uscita, attenuando così l'impatto dello scarico del depuratore sul sistema ecologico.

L'impianto di fitodepurazione prevede un'unica linea di trattamento, in modo da massimizzare la superficie utile attiva, suddivisa in quattro distinte sezioni poste in serie. La linea di trattamento occupa una superficie complessiva di 6.200 m<sup>2</sup>, includendo gli argini interni e la strada perimetrale, mentre l'effettiva superficie attiva dedicata al trattamento del refluo occupa una superficie di circa 3.570 m<sup>2</sup>. Tutte le vasche sono realizzate in terra e impermeabilizzate con uno strato di argilla; ogni sezione comunica con la successiva tramite una tubazione dotata di sogliano di regolazione e lo scarico finale è costituito da un canale all'aperto che riporta il refluo nel punto di uscita del depuratore.

All'interno della linea il refluo da depurare attraversa una successione di sezioni funzionalmente omogenee, costituite da vasche a profondità diverse che consentono di massimizzare i processi depurativi chimico-fisici e biologici. In particolare, vengono individuate due tipologie di celle, una prima tipologia con caratteristiche tali da consentire la crescita di elofite e una seconda tipologia con caratteristiche tali da creare uno specchio di acqua priva di elofite; la differenziazione tra le tipologie di celle è determinata principalmente dalla profondità dell'acqua. Nella sezione di acque basse sono state messe a dimora elofite, in particolare *Carex* spp., mentre nella sezione con acque più alte sono state messe a dimora elofite, in particolare *Phragmites australis*, per la costituzione dell'ecosistema acquatico.

In testa alla linea di trattamento è prevista una vasca in calcestruzzo con funzione di stabilizzazione/ equalizzazione del refluo immesso e di confinamento di eventuale materiale grossolano proveniente dall'impianto a monte.

L'impianto viene analizzato effettuando prelievi in ingresso (Cas1) e in uscita (Cas2); in particolare il primo campione viene raccolto prima dell'ingresso del refluo nella fase di lagunaggio mentre il secondo viene prelevato nella condotta di scarico posta in uscita al sistema di lagunaggio.



Fig. 4.14. - Punto di campionamento in ingresso (Cas1) e in uscita (Cas2) della fase di fitodepurazione.

Di seguito si riportano i risultati delle analisi estive effettuate per tre settimane consecutive con un campionamento istantaneo e il calcolo delle rese depurative associate a tali dati.

## LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL TICINO - 10 ANNI DI MONITORAGGIO

Parametri analizzati	Unità di misura	1 settembre 2010		9 settembre 2010		15 settembre 2010	
		Cas1 (In)	Cas2 (Out)	Cas1 (In)	Cas2 (Out)	Cas1 (In)	Cas2 (Out)
COD	mg/l O <sub>2</sub>	11,3	10,5	11,9	11	14,4	13,7
Nitrato	mg/l N	16,3	15,8	19,5	17,2	20,8	18,5
Nitrito	mg/l N	0,015	0,015	0,041	0,2	0,015	0,152
Azoto ammoniacale	mg/l N	0,028	0,111	0,062	0,146	0,037	0,107
Fosforo totale	mg/l P	2,43	2,23	8,22	7,28	11,4	9,41
BOD <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	5	3	8	6	4	3
<i>Escherichia coli</i>	N/100 ml	38.000	5.000	80.000	13.000	60.000	3.000

N.B. In rosso il valore inferiore al range di analisi.

Parametri analizzati	Rese depurative (%)				
	1 settembre 2010	9 settembre 2010	15 settembre 2010	Media	Deviazione standard
COD	7,08	7,56	4,86	6,50	1,44
Nitrato	3,07	11,79	11,06	8,64	4,84
Nitrito	0,00	- 387,80	- 913,33	- 433,71	458,39
Azoto ammoniacale	- 296,43	- 135,48	- 189,19	- 207,03	81,94
Fosforo totale	8,23	11,44	17,46	12,37	4,68
BOD <sub>5</sub>	40,00	25,00	25,00	30,00	8,66
<i>Escherichia coli</i>	86,84	83,75	95,00	88,53	5,81

Parametri analizzati	Unità di misura	1 dicembre 2010		10 dicembre 2010		15 dicembre 2010	
		Cas1 (In)	Cas2 (Out)	Cas1 (In)	Cas2 (Out)	Cas1 (In)	Cas2 (Out)
COD	mg/l O <sub>2</sub>	16,2	10,9	15,7	8,98	18,8	14,2
Nitrato	mg/l N	2,42	12,7	0,23	0,23	5,08	1,63
Nitrito	mg/l N	0,141	0,052	0,154	0,028	0,53	0,555
Azoto ammoniacale	mg/l N	0,22	0,21	0,09	0,054	1,04	0,58
Fosforo totale	mg/l P	5,81	4,45	5,27	3,32	-	-
BOD <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	4	3	4	3	5	3
<i>Escherichia coli</i>	N/100 ml	68.000	3.000	50.000	8.000	5.000	2.000

N.B. In rosso il valore inferiore al range di analisi.

Parametri analizzati	Rese depurative (%)				
	1 dicembre 2010	10 dicembre 2010	15 dicembre 2010	Media	Deviazione standard
COD	32,72	42,80	24,47	33,33	9,18
Nitrato	-424,79	0,00	67,91	-118,96	267,03
Nitrito	63,12	81,82	-4,72	46,74	45,53
Azoto ammoniacale	4,55	40,00	44,23	29,59	21,79
Fosforo totale	23,41	37,00		30,20	9,61
BOD <sub>5</sub>	25,00	25,00	40,00	30,00	8,66
<i>Escherichia coli</i>	95,59	84,00	60,00	79,86	18,15

Anche per questo impianto di finissaggio fitodepurativo possono essere fatte le medesime considerazioni presentate per l'impianto di Nosate. In questo caso le rese invernali sembrano addirittura superiori a quelle estive.



Fig. 4.15. - Assetto invernale dell'impianto di Cassolnovo

Dalle analisi svolte, sono emersi dei buoni risultati per le rese depurative dei valori di COD e BOD<sub>5</sub> e del parametro microbiologico *Escherichia coli*, mentre per quelle riferite ai nutrienti rappresentati dalle forme azotate e fosfate, non si è osservato il medesimo risultato; talvolta si sono ottenuti valori in uscita dagli impianti superiori a quelli in entrata. In particolare, emerge un'elevata resa depurativa per quanto riguarda la rimozione della carica batterica che si mantiene costante per tutto il periodo di campionamento (sia estivo che invernale), soprattutto nell'impianto di Vizzola Ticino, dove la resa depurativa raggiunge il 99%. Molto rilevanti sono anche i risultati delle rese depurative relative all'abbattimento della sostanza organica espressa con il calcolo del BOD<sub>5</sub> e del COD dove l'efficienza è quasi sempre alta e pressappoco costante durante tutto il periodo di campionamento, in tutti gli impianti presi in considerazione.

Considerando i parametri *Escherichia coli*, COD e BOD<sub>5</sub> è emerso che gli impianti funzionano sia d'estate sia d'inverno, nonostante ci si aspettasse una diminuzione dell'efficienza in quest'ultimo periodo a causa dell'abbassamento delle temperature e della conseguente riduzione dell'attività batterica nonché del riposo vegetativo delle piante. Dai dati analizzati, inoltre, risultano molto più positive le rese depurative degli impianti di tipo sub-superficiale (come quello di Vizzola Ticino) rispetto a quelli di tipo superficiali (come quelli di Nosate e Cassolnovo), dove le rese sono nettamente inferiori proprio a causa della differenza di sistema fitodepurativo utilizzato. Il sistema sub-superficiale ha il vantaggio di mantenere più stabili le proprie condizioni rispetto ai cambiamenti stagionali e di favorire un maggiore sviluppo del film batterico utile per le azioni di degradazione (Breen 1990).

I risultati positivi della ricerca avvalorano quindi la funzionalità di questo sistema di trattamento sia come impianti di trattamenti unici per le piccole utenze sia come fase di affinamento, per impianti già presenti che trattano utenze maggiori.

## 5. Conclusioni

La Valle del Ticino, una delle aree a maggiore naturalità della pianura Padana, è inserita in una zona di elevata antropizzazione ed è attraversata da numerosi corridoi infrastrutturali di interesse internazionale. Questa peculiarità ha sempre determinato forti pressioni sugli ecosistemi fluviali e perifluviali ma, dal dopoguerra in poi, con la crescita della popolazione, l'espansione delle aree urbane e lo sviluppo di attività estrattive, industriali e di produzione di energia gli impatti sono cresciuti esponenzialmente, determinando forti ripercussioni anche sulla qualità delle acque del Ticino.

La storica presenza dei Parchi del Ticino, lombardo e piemontese, se per vari motivi, soprattutto di ordine normativo, non ha potuto garantire in modo efficace il controllo diretto della risorsa idrica, ha certamente giocato un ruolo fondamentale nel conservare l'integrità di una fascia perifluviale che non ha uguali nel bacino del Po e ha permesso quindi di mantenere attive le funzioni di immenso filtro naturale rappresentato da questi ecosistemi.

Nonostante quindi le forti pressioni che insistono su quest'area, ma anche su ambiti esterni che però finiscono per interferire con il fiume - si pensi ad esempio al Canale Scolmatore delle Piene di Nord Ovest, che recapita nel Ticino le acque inquinate dei bacini idrografici posti a nord di Milano - la capacità autodepurativa del fiume e l'effetto tampone della vegetazione boscata sono stati in grado di mitigare impatti antropici sempre crescenti.

Questa situazione, tuttavia, non deve nascondere il fatto che, sebbene la qualità delle acque del Ticino sia fra le migliori nel panorama dei fiumi dell'Italia settentrionale e non solo, da tempo il fiume non è più balneabile e i parametri microbiologici mostrano livelli di inquinamento significativi, che negli ultimi anni hanno evidenziato un sensibile peggioramento, a riprova dell'incremento della pressione antropica.

E' evidente quindi che, nonostante una forte spinta normativa volta alla tutela del patrimonio idrico superficiale e gli sforzi attuati dagli organismi competenti nella gestione e nel monitoraggio della qualità delle acque del fiume, non ultimi i Parchi del Ticino, con il loro impegno di salvaguardia e controllo dell'intero ecosistema fluviale, nel corso degli anni non si sono registrati gli attesi miglioramenti della qualità delle acque del fiume.



Anche gli interventi volti al miglioramento dell'efficienza dei molti impianti di depurazione presenti nel territorio, con l'introduzione di tecnologie avanzate o la realizzazione di impianti di fitodepurazione ed ecosistemi filtro, non hanno ancora portato risultati evidenti in termini di evoluzione positiva della qualità delle acque fluviali. Una conferma è data dai risultati del monitoraggio dei corsi d'acqua minori, nella maggior parte dei casi i primi recettori delle acque reflue; anche in questo caso si è registrata una situazione sostanzialmente stazionaria, con situazioni di compromissione della rete idrica minore, che ha certamente minori capacità autodepurative rispetto al fiume.

Va sottolineato, inoltre, che il Ticino, in particolare in recenti annate siccitose, ha mostrato segni di sofferenza soprattutto in relazione alla scarsità delle portate idrauliche, che hanno influito negativamente anche sullo stato qualitativo; i complessi ecosistemi acquatici del fiume, delle zone umide e gli ecosistemi boschivi sono stati pesantemente condizionati dalla regimazione idraulica del Ticino. Le magre estive che, per periodi di tempo significativi, in molti tratti hanno ridotto quasi a zero la portata del fiume e le modalità di gestione della diga della Miorina che, fino ad ora, hanno regolato la fuoriuscita delle acque dal Lago Maggiore, utilizzandole come se provenissero da un bacino artificiale, ha causato picchi di portata seguiti da momenti di asciutta che hanno determinato pesanti ripercussioni sulla fauna e flora acquatiche, causando alterazioni degli ecosistemi e perdita di biodiversità, oltre che inficiando significativamente i processi di autodepurazione.

E' per questo motivo che la recente approvazione del protocollo di sperimentazione del Deflusso Minimo Vitale sul Ticino, che sino a poco tempo fa è stato fonte di controversia tra i soggetti utilizzatori della risorsa idrica, tra i quali anche i Parchi del Ticino, si presenta come un fondamentale momento di svolta che si auspica possa garantire nel tempo un maggiore equilibrio degli ecosistemi fluviali, migliorandone la capacità autodepurativa e il potere di diluizione.

Con ciò non si vuole tralasciare l'assoluta necessità di continui investimenti volti ad incrementare l'efficienza degli impianti di depurazione e la razionalizzazione nell'ambito della gestione delle acque reflue. Così come è importante rimarcare il forte impatto dell'agricoltura intensiva a danno soprattutto della rete idrica minore, che riceve acque di dilavamento ricche di fertilizzanti e presidi chimici.

A fronte del quadro delineato dagli studi promossi dai Parchi del Ticino in questi dieci anni, emerge fortemente la centralità del ruolo delle due aree protette nella tutela del fiume e, di conseguenza, la necessità che ai Parchi venga ufficialmente riconosciuto un ruolo attivo in relazione alla tutela degli aspetti qualitativi e quantitativi delle acque, così come accaduto nel processo che ha portato alla definizione del Deflusso Minimo Vitale. Il riconoscimento di questo ruolo appare tanto più necessario dal momento che attualmente le competenze in materia di acque seguono più i confini amministrativi che una logica di bacino. A ciò si aggiunga l'esperienza maturata dai parchi nel corso degli anni in relazione alla gestione integrata dei diversi ambiti di tutela, che ha portato a conservare e "progettare" il territorio tenendo conto, non delle singole componenti ambientali, ma degli ecosistemi nel loro complesso.

E' quindi assolutamente indispensabile che i Parchi continuino, al di là delle competenze istituzionali, a farsi promotori di studi, ricerche e attività di monitoraggio, così come di azioni e politiche territoriali che portino ad un ulteriore incremento della qualità ecologica degli ecosistemi fluviali e delle aree boscate attraverso progetti di riqualificazione ambientale, ad una migliore armonia fra coltivato e natura con un'agricoltura che ricorra sempre meno a pesticidi e concimi e ricostituisca le potenzialità degli agroecosistemi e ad una pianificazione territoriale che riduca drasticamente il consumo di suolo e tenga in considerazione il concetto di capacità portante degli ambienti naturali, perchè anche in un fiume come il Ticino, che fino ad ora ha mostrato una forte capacità di resistenza nei confronti delle pressioni esterne, si potrebbe arrivare a un limite oltre il quale certi equilibri potrebbero non essere più tali.

Si raccomanda per la citazione bibliografica di questo volume la seguente dizione:  
M. Lanticina, V. Parco, A.M. Vailati, 2011. La qualità delle acque del Ticino - 10 anni di monitoraggio.  
Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino.

Il contenuto anche parziale della presente pubblicazione può essere riprodotto solo citando il nome degli autori, il titolo del lavoro e i Parchi lombardo e piemontese della Valle del Ticino.

*Stampato su carta riciclata*