



CONSORZIO DEL TICINO

PROGETTO DI SPERIMENTAZIONE DEL DMV SUL FIUME TICINO SUBLACUALE

Rapporto finale



Febbraio 2016

G · R · A · I · A



GESTIONE E RICERCA AMBIENTALE
FOTICK AGG. S.R.L.



CONSORZIO DEL TICINO

PROGETTO DI SPERIMENTAZIONE DEL DMV SUL FIUME TICINO SUBLACUALE

*Rapporto finale delle attività di monitoraggio ecologico
condotte nel periodo dicembre 2009 – dicembre 2015*

Febbraio 2016

COORDINAMENTO

DORIANA BELLANI (CONSORZIO DEL TICINO)

PROF. GIUSEPPE CROSA (UNIVERSITÀ DELL'INSUBRIA)

DR. GAETANO GENTILI (GRAIA SRL)

AUTORI

DR. ANDREA ROMANÒ

DR.SSA FRANCESCA SALMASO

DR. ANDREA BUCCHINI

DR.SSA STEFANIA COMPARE



INDICE

1	PREMESSA	5
2	AREA DI STUDIO	7
2.1	CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI STUDIO	8
2.2	AREE PROTETTE	9
3	LE OPERE DI PRESA OGGETTO DELLA SPERIMENTAZIONE E IL DMV RILASCIATO	10
3.1	DIGA DI PORTO DELLA TORRE	11
3.2	DIGA DEL PANPERDUTO	11
3.3	FILAROLA DELLE ROGGE NOVARESI	12
3.4	FILAROLA DEL NAVIGLIO LANGOSCO	12
4	CORPI IDRICI INTERESSATI DALLA SPERIMENTAZIONE	14
4.1	CORPO IDRICO N. 2 (SBARRAMENTO DELLA MIORINA – OPERA DI PRESA CANALE LANGOSCO).....	15
4.2	CORPO IDRICO N. 3 (OPERA DI PRESA CANALE LANGOSCO - AUTOSTRADA A4 – COMUNE BERNATE T.).....	16
5	TRATTI DI MONITORAGGIO	17
6	ANALISI DELLE PRESSIONI	18
6.1	ALTERAZIONI DELLA MORFOLOGIA	18
6.2	CARICHI INQUINANTI	19
6.3	SPECIE INVASIVE	20
6.4	EVENTI DI PIENA	23
7	INDAGINI EFFETTUATE E METODOLOGIE APPLICATE	24
7.1	ANALISI DELLE RELAZIONI TRA PORTATA E QUALITÀ DELLE ACQUE	26
7.2	ANALISI DELLE RELAZIONI TRA PORTATA E COMUNITÀ MACROBENTONICHE	27
7.3	PRECISAZIONI IN MERITO ALLE INDAGINI SUI MACROINVERTEBRATI	29
7.4	PRECISAZIONI IN MERITO ALLE INDAGINI SULLA FAUNA ITTICA	30
7.5	CONFRONTI E VERIFICHE CON GLI ENTI DI CONTROLLO	32
7.6	MODELLO DELLE PORTATE	32
8	PORTATE IN USCITA DAL LAGO MAGGIORE	33
9	RISULTATI DELLE INDAGINI NEL TRATTO 1 – MADDALENA	36
9.1	IDROLOGIA.....	38
9.2	<i>HABITAT</i> FLUVIALE	41
9.3	MONITORAGGIO CHIMICO – FISICO	43
9.4	DIATOMEI	51
9.5	MACROFITE	54
9.6	MACROINVERTEBRATI.....	56
9.7	FAUNA ITTICA E SUO <i>HABITAT</i>	66
9.8	ANALISI SINTETICA DEL TRATTO	80
10	RISULTATI DELLE INDAGINI NEL TRATTO 2 – CASTELNOVATE	81
10.1	IDROLOGIA	82
10.2	<i>HABITAT</i> FLUVIALE	83
10.3	MONITORAGGIO CHIMICO – FISICO.....	85
10.4	DIATOMEI	92
10.5	MACROFITE	95
10.6	MACROINVERTEBRATI	97

10.7	FAUNA ITTICA.....	104
10.8	ANALISI SINTETICA DEL TRATTO.....	105
11	RISULTATI DELLE INDAGINI NEL TRATTO 3 – PONTE DI OLEGGIO.....	106
11.1	IDROLOGIA	108
11.2	<i>HABITAT</i> FLUVIALE.....	110
11.3	MONITORAGGIO CHIMICO – FISICO.....	112
11.4	DIATOMEI	120
11.5	MACROFITE	124
11.6	MACROINVERTEBRATI	126
11.7	FAUNA ITTICA E SUO <i>HABITAT</i>	137
11.8	ANALISI SINTETICA DEL TRATTO.....	147
12	RISULTATI DELLE INDAGINI NEL TRATTO 4 – LOC. TRE SALTI	148
12.1	IDROLOGIA	152
12.2	<i>HABITAT</i> FLUVIALE.....	155
12.3	MONITORAGGIO CHIMICO – FISICO.....	159
12.4	DIATOMEI	168
12.5	MACROFITE	171
12.6	MACROINVERTEBRATI	173
12.7	FAUNA ITTICA E SUO <i>HABITAT</i>	186
12.8	RISULTATI DELLE INDAGINI NEL RAMO TRECCIONE.....	198
12.9	ANALISI SINTETICA DEL TRATTO.....	203
13	RISULTATI DELLE INDAGINI NEL TRATTO 5 – PONTE TURBIGO.....	204
13.1	IDROLOGIA	206
13.2	<i>HABITAT</i> FLUVIALE.....	208
13.3	MONITORAGGIO CHIMICO – FISICO.....	210
13.4	MACROINVERTEBRATI	214
13.5	FAUNA ITTICA E SUO <i>HABITAT</i>	222
13.6	ANALISI SINTETICA DEL TRATTO.....	230
14	SINTESI PER CORPI IDRICI	231
14.1	CORPO IDRICO N0080982IR	231
14.2	CORPO IDRICO N0080983IR	232
14.3	CONFRONTO TRA I DUE CORPI IDRICI	234
15	CONCLUSIONI	235
16	BIBLIOGRAFIA.....	239
16.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	240
16.2	SITI CONSULTATI.....	240
17	ELENCO DEGLI ALLEGATI.....	241

1 PREMESSA

Il Fiume Ticino sublacuale è un importante corso d'acqua interregionale che, collegando il Verbano al Fiume Po, segna gran parte del confine fra Regione Piemonte e Regione Lombardia. Le acque del fiume, ormai da secoli, costituiscono un'importante risorsa per l'industria e l'agricoltura delle due Regioni e, nel contempo, costituiscono "l'asse portante" di due dei principali Parchi Regionali del nostro Paese.

L'evoluzione del quadro normativo, internazionale e nazionale, così come quello delle due regioni, ha portato alla necessità di individuare i valori di Deflusso Minimo Vitale più idonei, da rilasciare a valle delle opere di presa presenti sul fiume, ai fini della piena armonizzazione degli usi in essere e della tutela degli ambienti naturali coinvolti.

In questo contesto, il progetto di sperimentazione del Deflusso Minimo Vitale, proposto dal Consorzio del Ticino, è stato approvato con dgr della Regione Piemonte n. 35-11863 del 28.07.2009 e dgr della Regione Lombardia VIII/10399 del 28.10.2009.

Il Consorzio del Ticino ha dato avvio ai rilasci previsti dall'intesa già a partire dal 1° gennaio 2009; le attività di monitoraggio idrologico sono partite in contemporanea, mentre le attività di monitoraggio ecologico hanno avuto inizio nel dicembre 2009, al termine della procedura di valutazione tecnica e di approvazione delle modalità di monitoraggio.

A partire dal 2013, con l'inizio del secondo triennio di sperimentazione, le attività di raccolta dati, elaborazione e rendicontazione hanno seguito le nuove indicazioni definite nel Comitato di Coordinamento ed approvate da Regione Piemonte e Regione Lombardia rispettivamente nei decreti n° 308 del 13/06/2013 e n° 4893 del 07/06/2013.

Nel dicembre 2015 sono terminate le attività operative di campo e secondo quanto previsto dalla nota del 17 dicembre 2015 di Regione Lombardia, concordata con Regione Piemonte, è da intendersi esteso anche al Fiume Ticino quanto previsto dal D.d.g. 5308/2015, relativamente alla rendicontazione dei risultati ed ai rilasci da mettere in atto nelle fasi transitorie.

La quantità dei dati sperimentali raccolti e il livello di dettaglio, richiesto per comprenderne adeguatamente il significato, hanno comportato la necessità, oltre alla redazione del report finale di attività, di inserire in appositi allegati alcune delle informazioni acquisite e le relative elaborazioni. In particolare, oltre al rapporto finale di sintesi, sono presentati:

- un report contenente una descrizione dettagliata dell'area di studio dal punto di vista geologico-geomorfologico, dell'uso del suolo e delle conseguenti pressioni gravanti sul corso d'acqua;

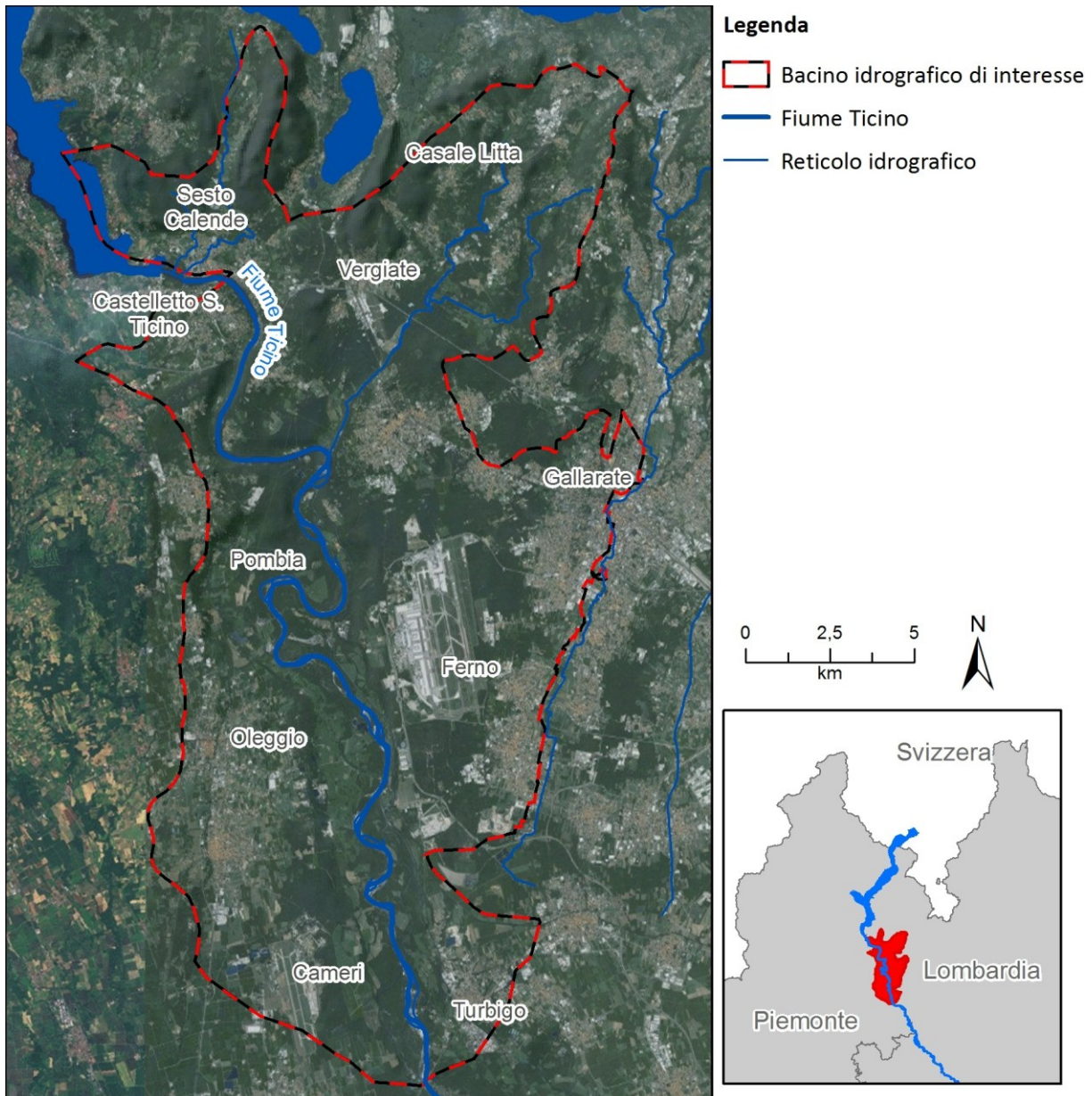
- un report contenente una descrizione dettagliata delle metodologie di indagine applicate e degli indici di qualità calcolati, oltre ad un resoconto delle variazioni riguardanti le metodiche di studio dei macroinvertebrati intervenute nel corso della sperimentazione ed un confronto critico tra i risultati ottenuti;
- un report contenente i dati relativi ad approfondimenti su tematiche specifiche quali i principali ambienti acquatici laterali al Fiume Ticino, posti in prossimità del fiume stesso, nonché un'analisi dettagliata delle caratteristiche termiche del Ticino;
- un report contenente i risultati dell'applicazione della metodica IFF (Indice di Funzionalità Fluviale) e tutti i risultati dei rilievi utili alle modellazioni idromorfologiche, nonché le strutture di popolazione delle specie ittiche maggiormente rappresentate nei diversi tratti di studio.

La lettura integrata di tali allegati consentirà di ottenere una più ampia e dettagliata visione del quadro conoscitivo complessivo ed una migliore comprensione dei contenuti del presente report. Si rammenta, infine, che i dati grezzi dei risultati dei monitoraggi sono disponibili, come già avvenuto durante la sperimentazione, nell'apposito sito internet predisposto da Regione Lombardia le cui credenziali di accesso sono state fornite a tutti i componenti del Comitato di Coordinamento.

2 AREA DI STUDIO

L'insieme delle opere di derivazione idraulica che partecipano alla sperimentazione del DMV, oggetto del presente studio, sono localizzate sull'asta del Fiume Ticino, nell'area compresa tra il Lago Maggiore e il ponte che collega le cittadine di Turbigo (MI) e Galliate (NO). L'area di studio comprende territori che ricadono in due regioni (Piemonte e Lombardia) e in tre diverse province: Novara, Varese e Milano.

Figura 2-1 Inquadramento dell'area di studio.



Informazioni riguardanti la localizzazione e la gestione delle singole opere di derivazione sono contenute nel Capitolo 3.

2.1 CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

In questo capitolo si vuole fornire una breve caratterizzazione dell'area d'interesse, prendendo in considerazione sia gli aspetti naturali (morfologia e litologia), sia gli aspetti antropici (uso del suolo e relativi impatti).

Nel documento "Allegato 1 – *Caratterizzazione dell'area di studio*" si trovano le considerazioni di dettaglio in merito agli aspetti sopra indicati.

2.1.1 MORFOLOGIA, LITOLOGIA E PEDOLOGIA

L'ambito territoriale considerato è relativamente limitato; come conseguenza, il Ticino si presenta omogeneo, dal punto di vista morfologico, in tutto il tratto d'interesse, con un alveo ampio e generalmente ad una quota poco inferiore rispetto alle aree circostanti.

Lungo il corso del fiume si susseguono, sostanzialmente, due tipologie litologiche: nell'area immediatamente a valle del lago (nei primi 6 km circa di corso d'acqua) prevalgono i depositi morenici, mentre nella restante parte prevalgono i depositi fluviali e alluvionali, che sottolineano l'importanza del fiume e del lago nel modellare il territorio, soprattutto nel periodo successivo all'ultima glaciazione.

La forte influenza del corso d'acqua si scorge anche dalle tipologie di suoli predominanti: *Fluvisols*, *Luvisols* e *Alisols*, caratterizzati da tessitura abbastanza grossolana e drenaggio generalmente buono, che li rendono piuttosto permeabili, favorendo in parte il percolamento dell'acqua e delle sostanze in essa disciolte.

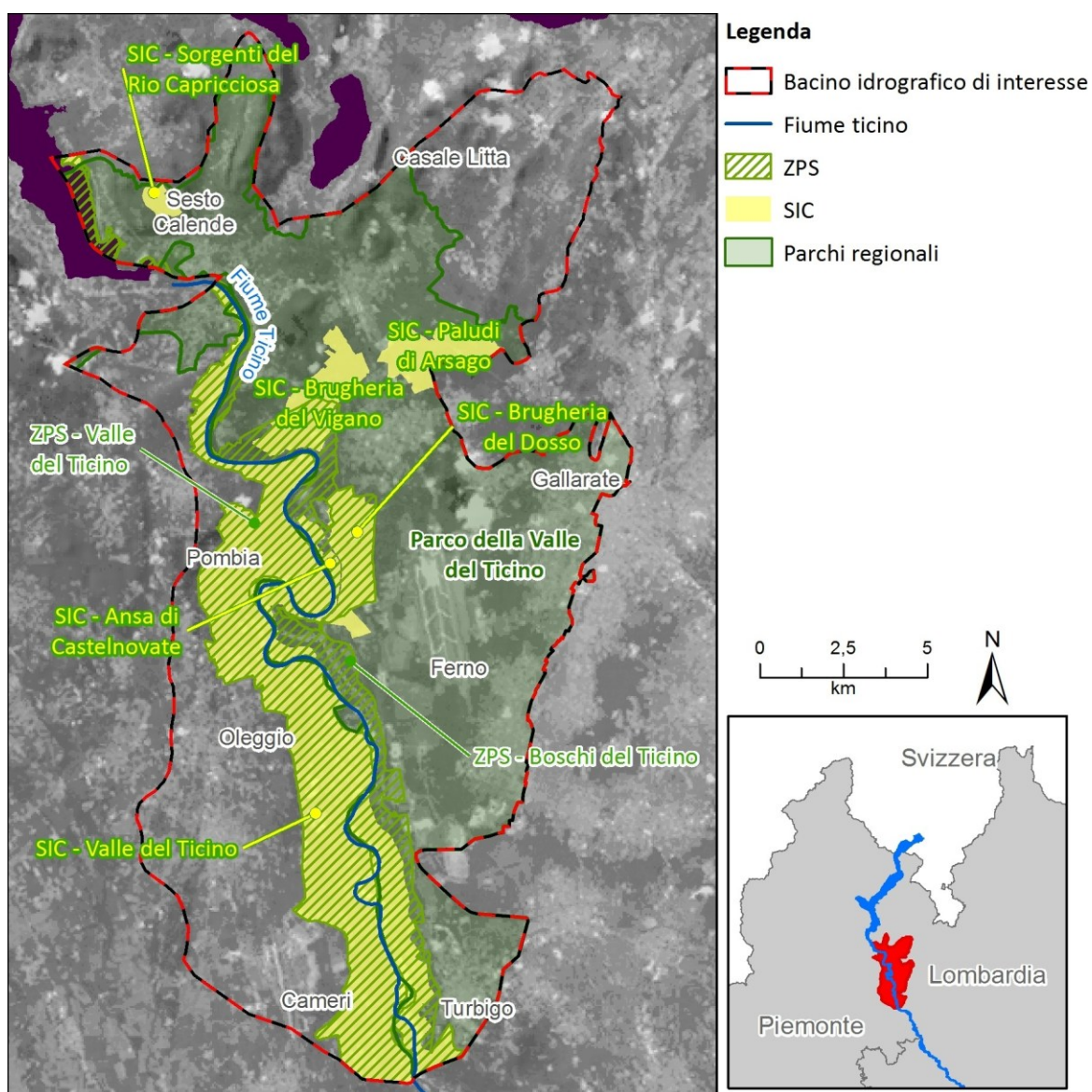
2.1.2 USO DEL SUOLO

Nella porzione di bacino considerata, la maggior parte del territorio è ricoperta da superfici boscate scarsamente antropizzate. A questa categoria appartengono le aree a diretto contatto con l'alveo fluviale. Una percentuale rilevante del territorio, principalmente nell'area piemontese, è caratterizzata da terreni agricoli. Le aree urbanizzate sono localizzate, invece, principalmente nella parte lombarda del bacino, dove si trovano anche l'aeroporto di Malpensa e il campo di volo Agusta di Vergiate.

2.2 AREE PROTETTE

Tutto il tratto di Fiume Ticino, oggetto di studio, è compreso all'interno di due Parchi Regionali, uno lombardo ed uno piemontese: il Parco lombardo della valle del Ticino e il Parco naturale della valle del Ticino. Questi parchi, oltre a tutelare l'asta del fiume, coprono buona parte del suo bacino. Inoltre, nell'area d'interesse per la sperimentazione, 7 aree sono tutelate in base alla Rete Natura 2000 come Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e/o Zone di Protezione Speciale (ZPS). Nella mappa seguente sono localizzate le aree protette ed i siti della Rete Natura 2000 presenti all'interno della porzione di bacino interessata.

Figura 2-2 Aree protette presenti all'interno dell'area di studio.

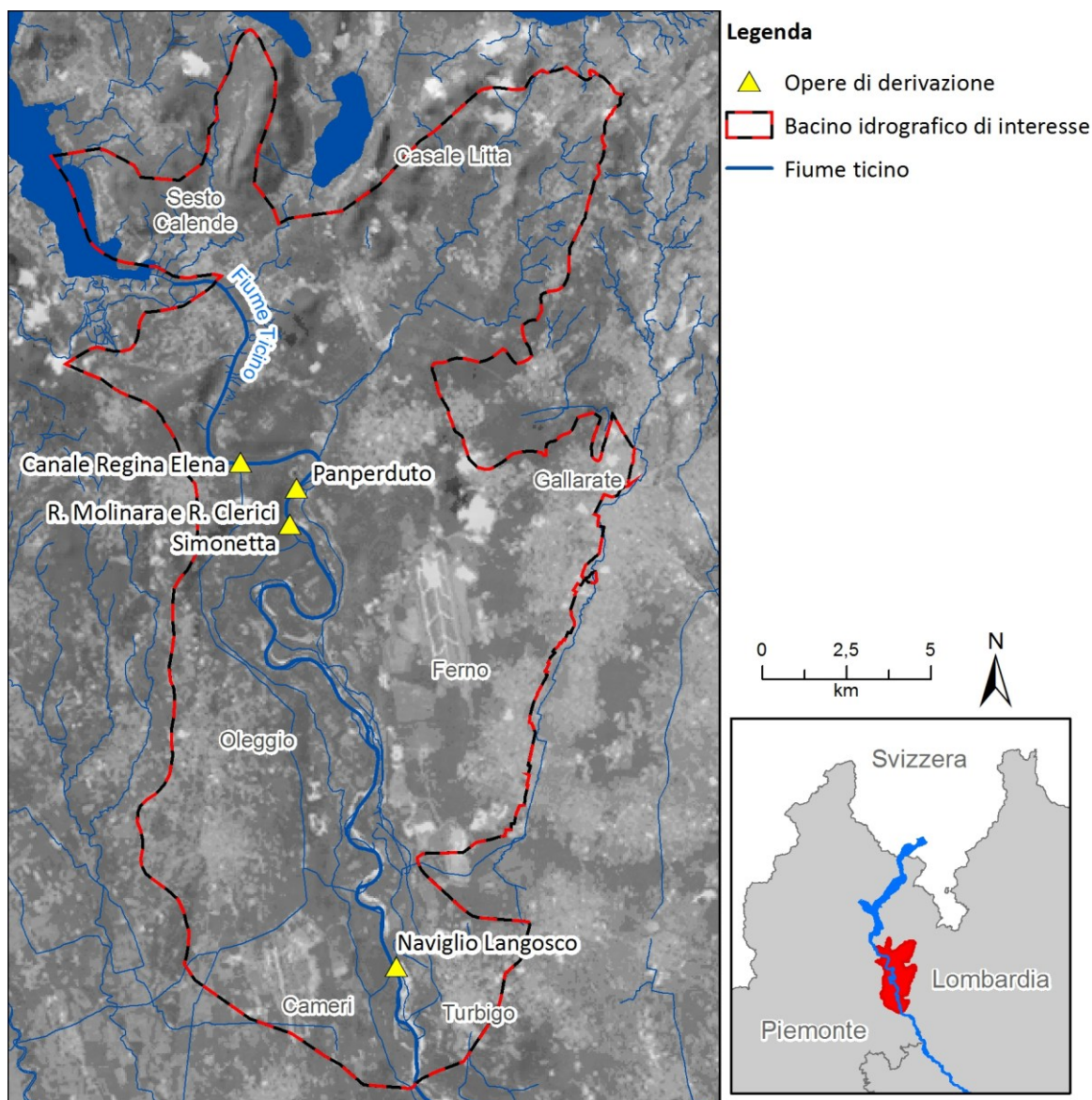


Tutti i tratti di monitoraggio scelti per la sperimentazione si collocano all'interno del SIC/ZPS *Valle del Ticino* IT1150001 e della ZPS *Boschi del Ticino* IT2080301; altri siti riguardano porzioni più piccole di territorio.

3 LE OPERE DI PRESA OGGETTO DELLA SPERIMENTAZIONE E IL DMV RILASCIATO

In questo capitolo sono presentate le opere di presa coinvolte nella sperimentazione del DMV, la cui localizzazione è rappresentata cartograficamente nella figura seguente.

Figura 3-1 Derivazioni coinvolte nella sperimentazione.



Lo scenario di DMV sperimentale per tutte le opere di presa è indicato nella tabella seguente.

Tabella 3-1 Scenario sperimentale di DMV per il Fiume Ticino.

DMV	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
m ³ /s	18	18	18	18	12	12	12	12	22	22	22	22	17.3

Secondo le richieste del Comitato di Coordinamento, lo scenario appena mostrato è stato incrementato per gli ultimi 16 mesi della sperimentazione. Nella tabella seguente sono riportati quindi gli scenari di DMV previsti per i diversi anni della sperimentazione, a livello mensile.

Tabella 3-2 Scenari di DMV previsti per il Fiume Ticino.

anni	DMV	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
2010 - 2013	m ³ /s	18	18	18	18	12	12	12	12	22	22	22	22	17.3
2014	m ³ /s	18	18	18	18	12	12	12	12	31	31	31	31	20.3
2015	m ³ /s	24	24	24	24	17	17	17	17	31	31	31	31	24

Di seguito è riportato l'elenco degli utilizzi e delle opere di presa interessate dalla sperimentazione.

Tabella 3-3 Opere di presa interessate dalla sperimentazione e portata media annua di riferimento per il calcolo del DMV.

Opera di presa	Utilizzi coinvolti	Concessionario
	Canale Regina Elena	AIESS
Diga del Panperduto	Canale Industriale	Enel Green Power
	Canale Villoresi	ETV
Filarola delle rogge Novaresi	Roggia Clerici- Simonetta	-
	Roggia Molinara di Oleggio	AIES
Filarola del Naviglio Langosco	Naviglio Langosco	AIES

Nei capitoli seguenti è descritta, nel dettaglio, la modalità di derivazione e di rilascio del DMV presso le diverse opere di presa, in ordine monte-valle. Questi elementi sono stati già ampiamente descritti sin dalla fase iniziale della sperimentazione, anche con mappe e foto cui si rimanda.

3.1 DIGA DI PORTO DELLA TORRE

Quest'opera di derivazione è la prima presente sul tratto sublacuale del Fiume Ticino. Essa consente la produzione di energia idroelettrica tramite la centrale di Porto della Torre; a monte, senza ulteriori opere di sbarramento, è presente la derivazione di un massimo di 70 m³/s , di competenza del canale Regina Elena (Consorzio di irrigazione e bonifica Est Sesia – AIES), che si diparte in sponda destra tramite una galleria. L'intera portata presente alla sezione dello sbarramento è rilasciata attraverso la centrale ai piedi dello sbarramento.

3.2 DIGA DEL PANPERDUTO

La diga del Panperduto consente la derivazione, in sponda sinistra, di un massimo di 55 m³/s di competenza del canale Villoresi (Consorzio Bonifica Est Ticino Villoresi - ETV) oltre a 120 m³/s di competenza massima del canale Industriale (ENEL Green Power – EGP). Parte dell'acqua derivata dal canale Industriale è rilasciata nuovamente in Ticino a monte della filarola del Naviglio

Langosco, in comune di Nosate (tramite il canale Regresso) e poco a valle della stessa (tramite il canale Tre Salti e il canale Turbighetto).

Il DMV durante la sperimentazione è stato rilasciato principalmente dai gommoni dello sbarramento e, in piccola parte, dal passaggio per pesci e dallo "scaricatore dei 120"; a partire dai primi mesi del 2016 è prevista l'entrata in funzione della centralina che rilascerà l'intera portata di DMV, fatta salva la portata di funzionamento del passaggio per pesci.

Oltre al valore di DMV previsto, durante la sperimentazione è stata rilasciata la portata di competenza delle rogge novaresi.

3.3 FILAROLA DELLE ROGGE NOVARESI

Quest'opera di derivazione, in materiale sciolto, è posta circa 1.8 km a valle della precedente ed è quindi in una sezione in cui parte della portata naturale del Ticino è già stata prelevata presso le precedenti opere. La filarola consente la derivazione, in sponda destra, di un massimo di 7.26 m³/s, di competenza delle rogge Clerici-Simonetta (1.26 m³/s) e Molinara di Oleggio (6 m³/s) (AIES).

La portata, somma del DMV e delle competenze citate, è garantita dal rilascio presso la diga del Panperduto.

La natura dell'opera, costituita da materiale sciolto, la rende temporanea, in quanto eventi di portata elevata distruggono la struttura, rendendo necessaria la sua ricostruzione. La corretta quantificazione del DMV è stabilita per differenza fra la portata rilasciata, misurata, e quella derivata, anch'essa misurata.

In termini dimensionali è importante sottolineare che il DMV presente a valle di quest'opera, pur integrato dal sub-alveo e dal bacino residuo, copre un tratto di circa 22 km fino alla restituzione in alveo del canale Regresso.

3.4 FILAROLA DEL NAVIGLIO LANGOSCO

Quest'opera di derivazione, anch'essa in materiale sciolto, è posta immediatamente a valle della restituzione del Regresso e, come detto, a circa 22 km a valle della precedente, in una sezione in cui parte della portata derivata presso la diga del Panperduto, dal canale Industriale, è già stata in parte restituita tramite il canale Regresso. La portata restituita consente la derivazione, in sponda destra, fino ad un massimo di 44.2 m³/s pari alla concessione della centrale idroelettrica del Treccione.

La natura dell'opera, costituita da materiale sciolto, la rende temporanea, in quanto eventi di portata elevata distruggono la struttura, rendendo necessaria la sua ricostruzione. Inoltre risulta difficile la quantificazione della portata di DMV rilasciata per via dell'assenza di una sezione di passaggio stabile e della permeabilità della filarola stessa.

Il DMV è rilasciato nel Fiume Ticino in parte presso la filarola nel ramo principale del fiume, in parte nel ramo Treccione, ambiente di particolare rilevanza ecologica, che si riconnette con il ramo principale circa 3.6 km a valle della filarola, poco a monte del ponte di Turbigo. La ripartizione del DMV tra questi due punti è fatta secondo la tabella seguente.

Tabella 3-4 Ripartizione del DMV di competenza del Naviglio Langosco tra la filarola di derivazione e il canale Treccione.

DMV sperimentale (m ³ /s)	Q rilasciata dalla filarola (m ³ /s)	Q rilasciata dal Treccione (m ³ /s)
18	7	11
12	5	7
22	7	15

Oltre alla quota di DMV prevista dalla tabella precedente, il canale Treccione riceve le portate, poi scaricate nel Fiume Ticino, frutto della differenza fra la concessione della centrale idroelettrica del Treccione e le utenze di valle.

In termini dimensionali, in questo caso, è importante sottolineare che il DMV presente nel ramo principale del Ticino, a valle di quest'opera, determina quantitativamente la portata per un tratto molto breve di circa 1.7 km, dove riceve lo scaricatore Tre Salti e l'apporto di una lanca; dopo ulteriori 0.6 Km è presente lo scarico della centrale del Turbighetto che restituisce al Fiume Ticino una portata normalmente compresa fra 30 e 50 m³/s.

4 CORPI IDRICI INTERESSATI DALLA SPERIMENTAZIONE

Il Piano di Gestione del Distretto idrografico del Fiume Po ha individuato e definito sul Fiume Ticino sublacuale i corpi idrici di seguito riportati.

Tabella 4-1 Identificazione dei corpi idrici presenti sul Fiume Ticino e relative caratteristiche geografiche.

N.	Nome	ID corpo idrico	Inizio	Fine	Lunghezza (km)
1	Ticino (Fiume)	N0080981ir	Lago Maggiore	sbarramento della Miorina	3.55
2	Ticino (Fiume)	N0080982ir	sbarramento della Miorina	opera di presa Canale Langosco	30.31
3	Ticino (Fiume)	N0080983ir	opera di presa Canale Langosco	autostrada A4 – Comune Bernate T.	11.59
4	Ticino (Fiume)	N0080984ir	autostrada A4 – Comune Bernate T.	briglia di Vigevano	19.15
5	Ticino (Fiume)	N0080985ir	briglia di Vigevano	autostrada A7 – Comune Zerbolò	18.93
6	Ticino (Fiume)	N0080986ir	autostrada A7 – Comune Zerbolò	Confluenza Fiume Po	23.76

Tabella 4-2 Identificazione dei corpi idrici presenti sul Fiume Ticino, stato ecologico attuale e obiettivo ecologico.

N.	Nome	ID corpo idrico	Tipologia associata	Natura corpo idrico	Stato complessivo attuale	Obiettivo proposto ecologico
1	Ticino (Fiume)	N0080981ir	O6GL3N	naturale	buono	buono al 2015
2	Ticino (Fiume)	N0080982ir	O6GL1N	naturale	buono	buono al 2015
3	Ticino (Fiume)	N0080983ir	O6GL3N	naturale	buono	buono al 2015
4	Ticino (Fiume)	N0080984ir	O6GL2N	naturale	buono	buono al 2015
5	Ticino (Fiume)	N0080985ir	O6GL2N	naturale	moderato	buono al 2015
6	Ticino (Fiume)	N0080986ir	O6GL1N	naturale	moderato	buono al 2015

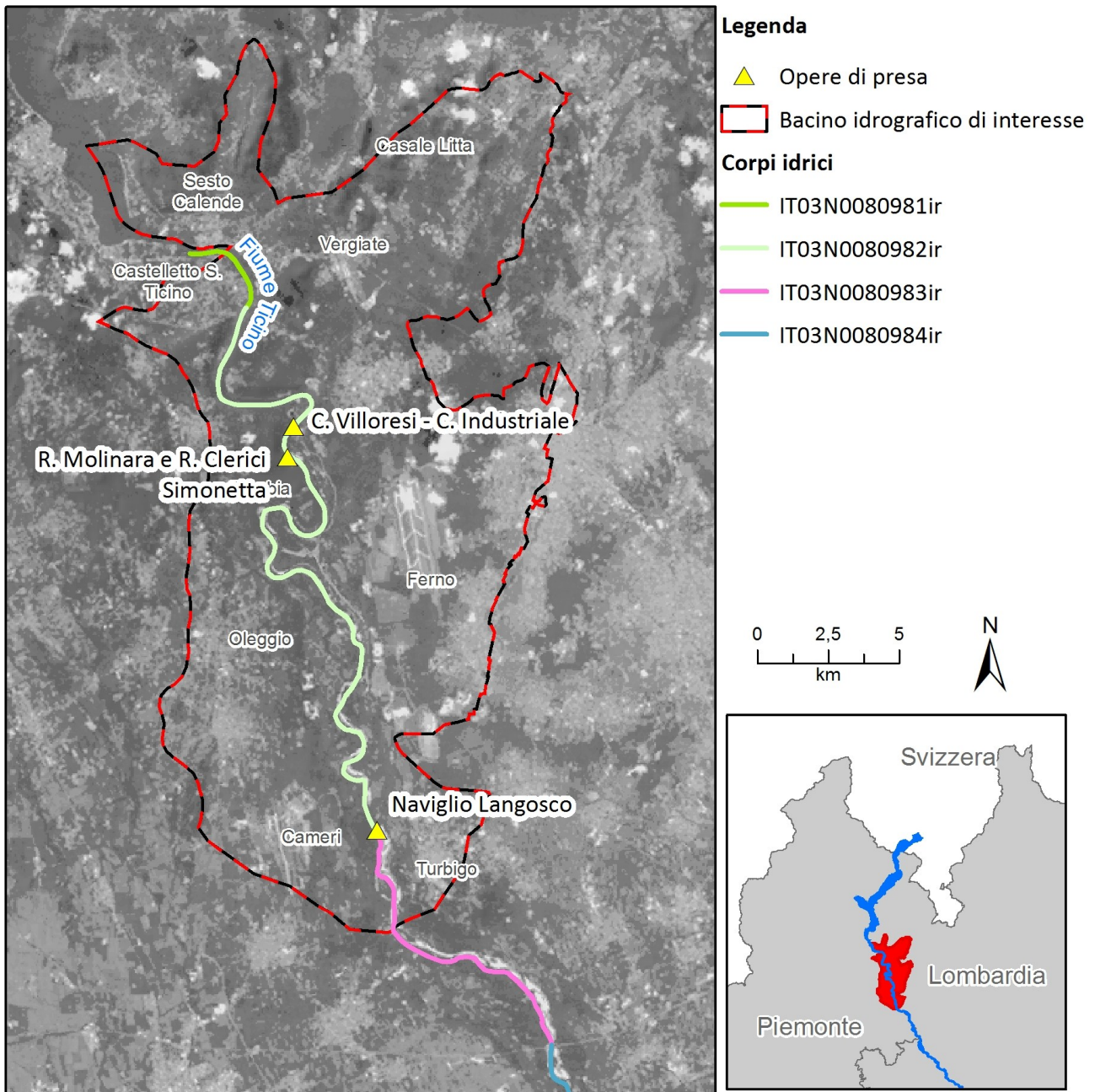
I corpi idrici d'interesse ai fini della sperimentazione del DMV sono due (elencati nella tabella seguente). Questi comprendono, infatti, le opere di derivazione coinvolte nella sperimentazione e i relativi tratti di monitoraggio ecologico.

Tabella 4-3 I corpi idrici interessati dalla sperimentazione e le opere di derivazione comprese.

N.	Nome	ID corpo idrico	Opere di derivazione comprese
2	Ticino (Fiume)	N0080982ir	diga Panperduto, filarola delle rogge Novaresi
3	Ticino (Fiume)	N0080983ir	Filarola del Naviglio Langosco

Nella mappa che segue sono rappresentati i corpi idrici nell'area di interesse.

Figura 4-4 Corpi idrici sul Fiume Ticino nell'area della sperimentazione.



Di seguito si riporta una breve descrizione dei corpi idrici interessati dalla sperimentazione.

4.1 CORPO IDRICO N. 2 (SBARRAMENTO DELLA MIORINA – OPERA DI PRESA CANALE LANGOSCO)

Questo corpo idrico (cod. AdBPo: N0080982ir) è il secondo tra quelli in cui è stato suddiviso il Fiume Ticino sublacuale. Il confine di monte è definito dallo sbarramento della Miorina, mentre il confine di valle è il canale Langosco. Il corpo idrico è lungo complessivamente 31.31 km.

Il Piano di Gestione del Distretto Idrografico del Fiume Po lo considera un corpo idrico naturale, con uno stato complessivo attuale buono e un obiettivo ecologico buono per il 2015.

All'interno di questo corpo idrico esistono due opere di derivazione che partecipano alla sperimentazione:

- la diga del Panperduto;
- la filarola delle rogge novaresi.

Lo sbarramento di Porto della Torre rilascia l'intera portata in arrivo, a cui sono sottratte a monte le sole competenze del canale Regina Elena.

4.2 CORPO IDRICO N. 3 (OPERA DI PRESA CANALE LANGOSCO - AUTOSTRADA A4 – COMUNE BERNATE T.)

Questo corpo idrico (cod. AdBPo: N0080983ir) è il terzo tra quelli in cui è stato suddiviso il Fiume Ticino sublacuale. Il confine di monte è definito dal Canale Langosco, mentre il confine di valle è posto in corrispondenza dell'autostrada A4, nel comune di Bernate Ticino. Il corpo idrico è lungo complessivamente 11.59 km.

Il Piano di Gestione del Distretto Idrografico del Fiume Po lo considera un corpo idrico naturale, con uno stato complessivo attuale buono e un obiettivo ecologico buono per il 2015.

All'interno di questo corpo idrico esiste un'opera di derivazione che partecipa alla sperimentazione: la filarola del Naviglio Langosco.

5 TRATTI DI MONITORAGGIO

Le attività di monitoraggio condotte nell'ambito della sperimentazione hanno riguardato 5 tratti di indagine, riportati nella tabella seguente. Dei tratti indicati alcuni sono stati oggetto di monitoraggio per l'intera sperimentazione, altri sono stati monitorati unicamente per alcuni periodi, in funzione degli obiettivi di raccolta dei dati. I tratti di monitoraggio della sperimentazione, localizzati nella mappa seguente, ricadono nei due corpi idrici indicati nel capitolo precedente.

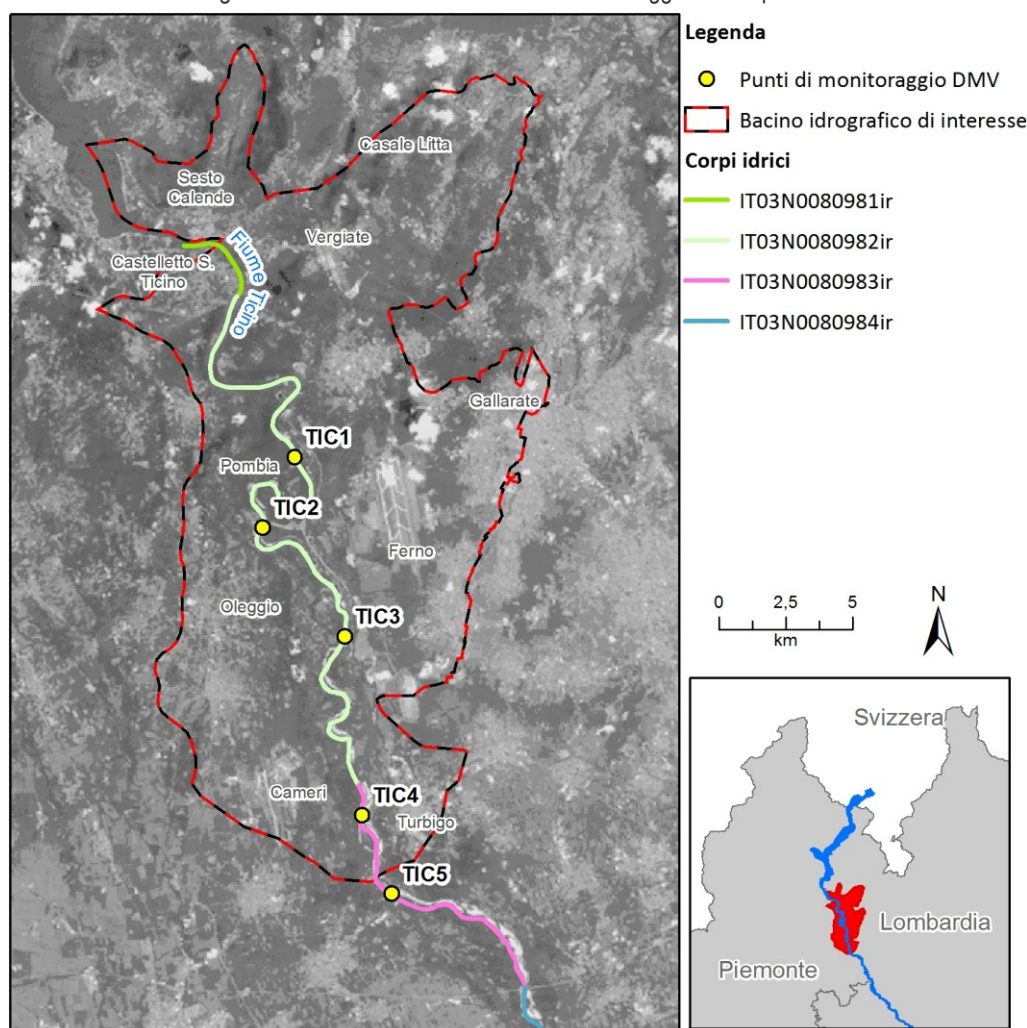
Tabella 5-1 Elenco dei tratti di monitoraggio ecologico, in progressiva da monte verso valle.

Tratto	Comune	Località	Opera più vicina a monte - distanza	Durata
TIC 1	Somma Lombardo (VA) Varallo Pombia (NO)	Maddalena	Diga Panperduto* (3.2 km)	2010 - 2015
TIC 2	Vizzola Ticino (VA) Marano Ticino (NO)	Castelnovate	Diga Panperduto* (10 km)	2010 - 2013
TIC 3	Lonate Pozzolo (VA) Oleggio (NO)	Ponte di ferro	Diga Panperduto* (16.6 km)	2010 - 2015
TIC 4	Turbigo (MI) e Cameri (NO)	Tre salti	Naviglio Langosco (1.2 km)	2010 - 2015
TIC 5	Turbigo (MI) e Galliate (NO)	Valle ponte	Naviglio Langosco (3 km)	2013 - 2015

Tabella 5-2 I corpi idrici interessati dalle attività di monitoraggio ecologico.

N.	Nome	ID corpo idrico	Tratto di monitoraggio
2	Ticino (Fiume)	N0080982ir	Maddalena (TIC1) – Castelnovate (TIC2) – Ponte di Ferro (TIC3)
3	Ticino (Fiume)	N0080983ir	Tre salti (TIC4) – Ponte Turbigo (TIC5)

Figura 5-1 Localizzazione dei tratti di monitoraggio nei corpi idrici.



6 ANALISI DELLE PRESSIONI

In questo capitolo è riportata un'analisi sintetica delle pressioni antropiche che agiscono sul Fiume Ticino nel tratto d'interesse per la sperimentazione. In quest'analisi non rientrano come fattore di pressione le derivazioni idriche, che sono state approfonditamente trattate all'interno del Capitolo 3 – *Le opere di presa oggetto della sperimentazione e il DMV rilasciato*.

6.1 ALTERAZIONI DELLA MORFOLOGIA

Dal quadro complessivo, il tratto di Ticino oggetto di studio appare caratterizzato da elementi di pregio naturalistico che valorizzano le componenti ambientali e gli *habitat* tipici degli ambienti acquatici. Tuttavia, in alcuni tratti, il fiume è stato modificato nelle sue sponde e nei suoi ambienti naturali limitrofi per svariati motivi (sicurezza idraulica, agricoltura, ecc.). Questi interventi possono influire negativamente sulle componenti biologiche monitorate. In particolare, con riferimento ai tratti di monitoraggio della sperimentazione, oltre alla presenza delle opere di derivazione, è possibile evidenziare le seguenti caratteristiche:

- nel tratto di Somma L. (TIC1) gli unici elementi di alterazione sono dei pennelli in pietrame sulla sponda sinistra, che tuttavia non appaiono modificare la morfologia locale in modo negativo;
- nel tratto di Vizzola T. (TIC2) l'unico elemento di alterazione della morfologia naturale è dato dalla presenza di un tratto di sponda rinforzata lungo la riva destra, che tuttavia non appare modificare la morfologia locale in modo significativo;
- nel tratto di Lonate P. (TIC3) lungo la sponda sinistra è presente una massicciata artificiale; è presente inoltre un ponte stradale;
- nel tratto di Turbigo in località Tre Salti (TIC4) non sono presenti evidenti elementi di alterazione;
- nel tratto di Turbigo presso il ponte (TIC5) è presente una massicciata artificiale, oltre al ponte stesso.

Inoltre, in tutti i tratti, nell'area immeritamento a valle delle opere di derivazione, sono evidenti fenomeni di erosione dell'alveo con conseguenti effetti soprattutto sulle sponde.

6.1.1 DISCONTINUITÀ LONGITUDINALI

Tra i fattori di alterazione della morfologia dell'alveo, quelli che occupano trasversalmente intere sezioni di alveo (come briglie e sbarramenti in genere), oltre a modificare localmente la morfologia,

possono influire sulla capacità di spostamento delle specie ittiche, agendo come elementi di discontinuità lungo l'asta fluviale. Tramite la costruzione di passaggi per pesci, è possibile consentire alla fauna ittica di superare l'ostacolo. La realizzazione di interventi di questo tipo è richiesta dall'Art. 141 della L.R. 5 dicembre 2008, n° 31 (*Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale*) per tutti gli sbarramenti con finalità di derivazione idrica in fase di rinnovo di concessione, mentre tali interventi non sono purtroppo esplicitamente previsti per opere quali briglie di stabilizzazione dell'alveo, presenti normalmente a valle dei ponti, sebbene in alcuni casi queste possano rappresentare ostacoli altrettanto insormontabili per i pesci.

Nel tratto di Fiume Ticino, oggetto della sperimentazione, tutti gli elementi di discontinuità presenti sono stati dotati di sistemi per la risalita della fauna ittica:

- la diga di Porto della Torre a partire dal 2011;
- la diga del Panperduto a partire dal 2010.

Queste strutture di risalita sono dotate di sistemi per il rilevamento del passaggio della fauna ittica, che hanno consentito di verificare l'effettiva funzionalità dei passaggi.

Le due filarole, per le loro caratteristiche strutturali e per il fatto di essere temporanee sono da considerarsi come strutture valicabili.

Nel complesso, quindi, l'asta del Ticino nel tratto d'interesse appare deframmentata.

6.2 CARICHI INQUINANTI

I carichi inquinanti che gravano sul tratto di Ticino, oggetto della sperimentazione, dipendono principalmente dall'uso del suolo e dalle attività produttive presenti sul territorio d'interesse, tra cui:

- il carico inquinante derivante dagli scarichi di reflui civili;
- il carico inquinante derivante dalle attività agricolo-zootecniche;
- il carico (per quanto limitato) originato dalle aree naturali;
- il carico originato dalle attività industriali.

Per quanto riguarda i carichi di azoto e fosforo, che hanno potenziale eutrofizzante, considerando l'intero bacino d'interesse, si può sintetizzare quanto segue:

1. il carico prodotto tramite le fonti puntiformi è nettamente prevalente su quello derivante da fonti diffuse;

2. tra le fonti puntiformi prevalgono quelle di tipo civile per quanto riguarda l'apporto di fosforo, quelle di tipo industriale per quanto riguarda l'apporto di azoto.

Tra i carichi di origine civile:

1. lo scarico del depuratore di Somma Lombardo potrebbe provocare effetti sulla qualità del fiume nei tratti di monitoraggio da Somma L. (TIC1) verso valle;
2. lo scarico del depuratore di Bellinzago Novarese, tra quelli che hanno come recettore finale il Ticino, è il maggiore per numero di AE trattati e potrebbe provocare effetti sulla qualità del fiume nei tratti di monitoraggio di Turbigo (TIC4 e TIC5).

6.3 SPECIE INVASIVE

Il Fiume Ticino è soggetto, come molte delle acque interne italiane, alla presenza di specie ittiche alloctone, alcune delle quali con popolazioni in crescita e con caratteristiche invasive e dannose per le biocenosi acquatiche autoctone. Tra le specie segnalate lungo il corso del Ticino e, in particolare, nel tratto d'interesse del progetto di sperimentazione, si evidenzia la crescente diffusione del siluro (*Silurus glanis*), originario dell'Europa centro-orientale e caratterizzato da un'ampia adattabilità ambientale. Tale specie, in termini trofici, è un'opportunisto prevalentemente ittiofaga che si pone al vertice della piramide alimentare acquatica. Inoltre, ha una velocità di crescita abbastanza elevata, un periodo riproduttivo lungo che riduce notevolmente i rischi dovuti a eventi climatici o idrologici per la prole, ed entra in competizione per i rifugi con altri predatori, come il luccio. Queste caratteristiche fanno del siluro uno degli elementi maggiormente impattanti sulla fauna ittica autoctona. Per questa specie ittica alloctona sono già stati effettuati interventi di contenimento numerico, di tipo selettivo, volti a contrastarne la diffusione nel Fiume Ticino, secondo quanto previsto dalla d.g.r. n. 7-4345/2001 e dal Documento Tecnico Regionale per la Gestione Ittica adottato dalla Regione Lombardia con d.g.r. 11 febbraio 2005 n. 7/20557. Le attività di contenimento e i dati raccolti, in diversi ambiti, negli ultimi anni, hanno permesso di evidenziare l'espansione della specie nel Ticino, come evidenziato dalla figura nella pagina seguente.

Un'altra specie ittica alloctona, che può costituire una seria minaccia per la conservazione del patrimonio ittico autoctono, per la possibilità di formare ibridi con quella autoctona (il barbo comune – *Barbus plebejus*), è il barbo d'oltralpe (*Barbus barbus*).

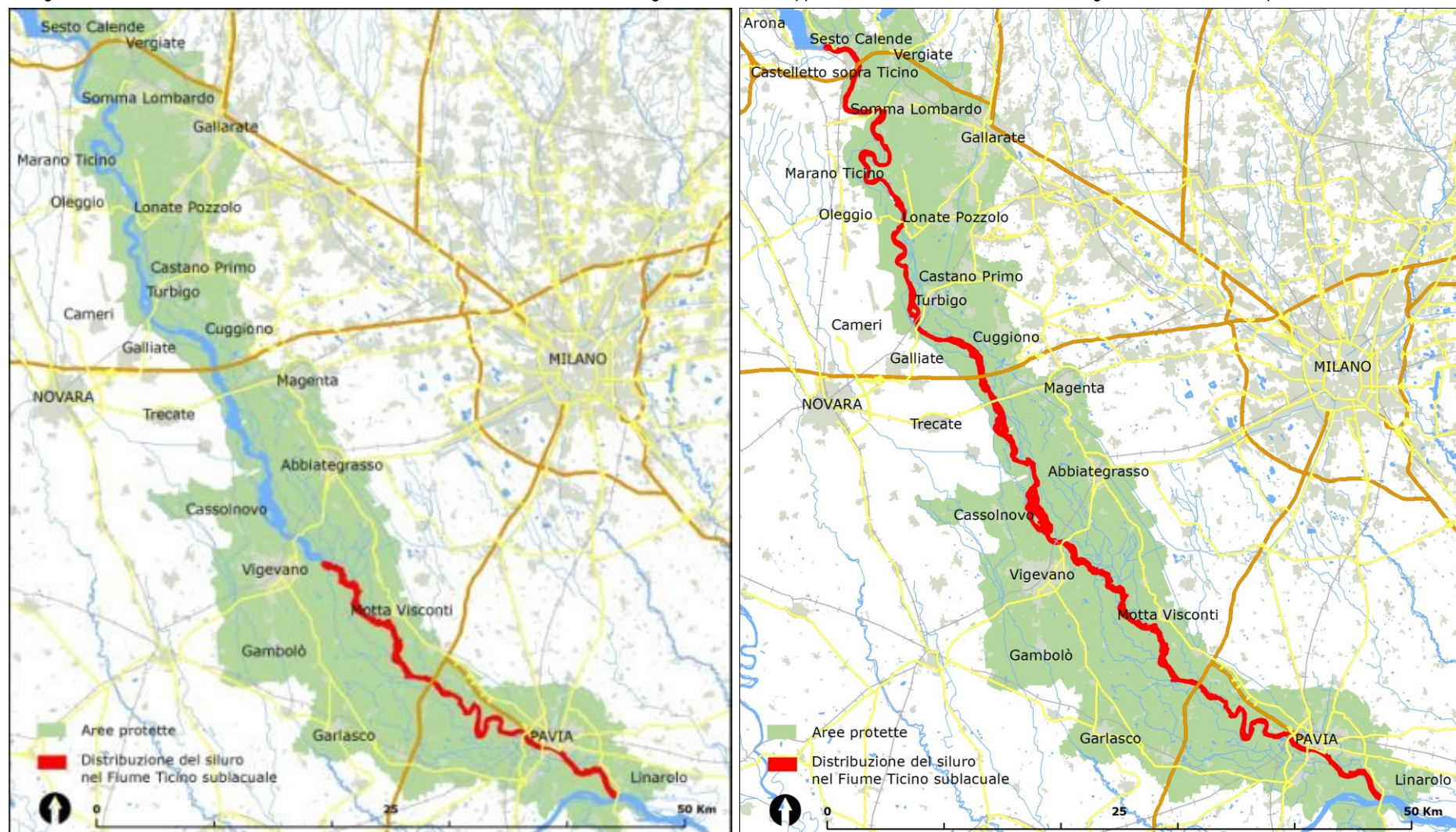
Oltre alla pressione predatoria determinata dal siluro, le popolazioni ittiche del Fiume Ticino sono soggette alla presenza di uccelli ittiofagi, come il cormorano (*Phalacrocorax carbo*), che negli ultimi anni ha notevolmente incrementato le presenze in tutto il territorio regionale, rispecchiando il

trend positivo registrato a livello nazionale. La predazione non soltanto determina una riduzione di densità e biomassa delle popolazioni predate, ma comporta anche effetti secondari. Tra questi:

- 1) il ferimento dei soggetti che sfuggono alla cattura, in grado di condizionarne lo stato sanitario;
- 2) una possibile alterazione del comportamento dei pesci, che sono spaventati e spesso indotti ad abbandonare il loro *habitat* naturale, anche in momenti strategici quali la riproduzione o il periodo di rifugio invernale, con possibili conseguenze negative sulla demografia delle popolazioni.

Il quadro normativo, sia nazionale sia regionale, consente la messa in atto d'interventi dissuasivi finalizzati non tanto a una significativa riduzione della popolazione di cormorano, quanto, piuttosto, al contenimento degli effetti della sua presenza. In questo momento questa specie è presente su tutto il tratto di Ticino d'interesse.

Figura 6-1 Distribuzione del siluro nel Fiume Ticino nell'ultimo decennio: nell'immagine di sinistra è rappresentata in rosso la distribuzione negli anni 1999-2000, in quella di destra l'attuale.



6.4 EVENTI DI PIENA

Sebbene non di origine antropica, gli eventi di piena, per la loro entità e repentinità possono essere considerati importanti fattori di alterazione dell'ambiente fluviale, in quanto possono modificarne rapidamente la morfologia e le biocenosi.

Il regime pluviometrico del bacino è definito come sub-litoraneo alpino, con due massimi di precipitazione in primavera e autunno intercalati da due minimi, estivo e invernale, tra cui il minimo estivo e il massimo autunnale sono i più accentuati. Il territorio d'interesse per la sperimentazione è caratterizzato da precipitazioni medie annue intermedie tra quelle riscontrabili all'interno della Regione Lombardia, comprese tra 1000 e 1500 mm. La porzione circumlacuale del bacino del Ticino è caratterizzata da precipitazioni più abbondanti, fino oltre 2000 mm annui circa. Nella parte di bacino sopralacuale, infine, l'abbondanza di precipitazioni è maggiore e caratterizzata da una maggiore quota di precipitazioni nevose, che influiscono sulle portate dei corsi d'acqua in maniera differita, rispetto a quelle piovose.

Essendo il tratto d'interesse posto a valle del lago, l'entità, la durata e la posizione temporale degli eventi di portate elevate sono funzione, oltre che delle precipitazioni nella porzione sublacuale, del clima nella parte di bacino montana e circumlacuale e, in misura minore, della modalità di gestione delle portate presso la diga della Miorina. Come conseguenza, il regime fluviale è pluvio-nivale, caratterizzato da due momenti di morbida (uno primaverile e uno autunnale) e due di magra (uno estivo e uno invernale) tra cui il minimo invernale e il massimo primaverile sono i più accentuati.

Considerando come piena ordinaria quella che si verifica quando la portata in uscita dal lago supera circa $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ (corrispondente ad un'altezza idrometrica del lago di 200 cm), è possibile individuare 70 eventi con queste caratteristiche dalla creazione della diga ad oggi (1943-2015), mediamente 1 volta all'anno. Nel periodo sperimentale (2010-2015) eventi di questo tipo si sono verificati 3 volte: ad aprile 2013, maggio 2013 e novembre 2014. Quest'ultimo è stato particolarmente importante, con effetti fortemente visibili anche a valle delle derivazioni.

La presenza dell'opera di regolazione della Miorina e la modesta superficie del bacino sublacuale rendono minimo il contributo del bacino residuo nel definire le portate presenti in alveo a valle del lago, mentre è determinante la quota di portata derivante direttamente dal lago. Per questo motivo, durante gli eventi di piena il trasporto solido all'interno del Ticino è generalmente contenuto.

7 INDAGINI EFFETTUATE E METODOLOGIE APPLICATE

Le attività di monitoraggio della sperimentazione sul Fiume Ticino hanno avuto avvio nel mese di dicembre 2009 e si sono terminate nel mese di dicembre 2015.

Tutte le attività condotte nell'ambito della sperimentazione rispondono a quanto stabilito dai decreti di approvazione del primo e del secondo triennio di sperimentazione (DGR della Regione Piemonte n. 35-11863 del 28/07/2009; DGR della Regione Lombardia n. 8/10399 del 28/10/2009; dgr della Regione Piemonte n. 308 del 13/06/2013; dgr della Regione Lombardia n. 4893 del 07/06/2013) e alle specifiche definite nei tavoli tecnici.

Le attività condotte si possono suddividere in due tipologie:

1. Attività finalizzate alla caratterizzazione dello stato ecologico del corso d'acqua nei tratti di monitoraggio individuati; queste attività comprendono l'analisi delle componenti chimico-fisica, diatomica, macrofitica, macrobentonica e ittica, secondo l'impianto concettuale stabilito dalla Dir. 2000/60/CE e recepito in Italia con le metodiche stabilite nel D.M 260/2010.
2. Attività di approfondimento finalizzate a favorire l'interpretazione dei risultati riguardanti lo stato ecologico; in alcuni casi queste attività sono complementari alle precedenti poiché permettono di cogliere aspetti dell'ecologia del corso d'acqua altrimenti non indagati, comprendendo ad es. la definizione delle portate transitanti in ciascun tratto e la modellazione dell'*habitat* per la fauna ittica.

Le attività della prima tipologia, condotte all'interno dei tratti di monitoraggio presentati nel Capitolo 5, sono riassunte nella Tabella 7-1.

Nella Tabella 7-2 sono riportate invece le attività della seconda tipologia, che per loro natura non si limitano a singoli tratti o periodi temporali ristretti e non sono quindi geograficamente o temporalmente rappresentabili assieme alle altre attività. Alcune di queste attività, per la loro complessità, sono affrontate in questo documento in maniera sintetica e sono dettagliate in appositi documenti allegati al presente rapporto (v. Capitolo 17).

Ai fini di una migliore comprensione dei dati presentati nei capitoli che seguono se ne consiglia quindi la lettura "incrociata" con quella degli allegati, che riportano, in particolare per alcuni argomenti, approfondimenti specifici e dettagli utili alla migliore comprensione dei contenuti illustrati.

Tabella 7-1 Riepilogo delle attività condotte nei tratti di monitoraggio nell'arco di tutta la sperimentazione.

Tratto	Anno	Analisi chimiche	Diatomee	Macrofite	Invertebrati
TIC1	2009-10	13	2	1	4
	2011	12	2	2	6
	2012	12	2	1	4
	2013	9	-	-	6
	2014	8	-	-	4
	2015	6	-	-	5
TIC2	2009-10	13	2	1	4
	2011	12	2	2	5
	2012	12	2	1	4
	2013	5	-	-	2
TIC3	2009-10	13	2	1	4
	2011	12	2	2	5
	2012	12	2	1	4
	2013	9	-	-	6
	2014	3	-	-	3
	2015	6	-	-	5
TIC4	2009-10	13	2	1	4
	2011	12	2	2	6
	2012	12	2	1	4
	2013	9	-	-	6
	2014	3	-	-	3
	2015	7	-	-	5
TIC5	2013	4	-	-	4
	2014	3	-	-	3
	2015	6	-	-	5
TOT		226	24	16	111

Tabella 7-2 Riepilogo delle attività caratterizzate da un'estensione geografica o temporale particolare e indicazione del documento in cui sono riportati per esteso i risultati.

Attività	Area	Documento
Definizione delle portate medie giornaliere	Tutti i tratti	Nel presente rapporto
Monitoraggio della fauna ittica	Tutti i tratti	Nel presente rapporto
Rilievo e modellazione dell' <i>habitat</i> acquatico	Tutti i tratti (tranne TIC2)	Allegato 4
Studio della biodiversità negli ambienti laterali	Intero tratto	Allegato 3
Descrizione dell' <i>habitat</i> fluviale tramite l'IFF	Tutti i tratti	Allegato 4
Approfondimento di aspetti metodologici riguardanti l'analisi della fauna macrobentonica	TIC1, TIC4	Allegato 2
Studio della temperatura dell'acqua	Intero tratto	Allegato 3

Per lo svolgimento delle attività sono state rispettate le metodiche ufficiali disponibili sul sito dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA): <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-parte-i>. La descrizione dettagliata delle metodologie utilizzate per la raccolta e l'analisi dei dati è riportata nel documento Allegato 2 - *Metodologie di studio*.

Per la definizione del giudizio di qualità ecologica sono stati applicati gli indici previsti dal Decreto 8 novembre 2010, n. 260 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, che prevedono la formulazione di un giudizio di qualità su un tratto di corso d'acqua in base al

confronto con una situazione (teorica o reale) di riferimento, che rappresenti le condizioni della comunità studiata in assenza di particolari perturbazioni di origine antropica. Gli indici applicati sono:

- per la qualità chimico-fisica: Livello di inquinamento da Macrodescrittori per lo stato ecologico (**LIMeco**);
- per la comunità diatomea: Indice Multimetrico di Intercalibrazione (**ICMi**);
- per la comunità macrofitica: Indice Biologique Macrophytique en Rivière (**IBMR**);
- per la comunità macrobentonica: Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione (**STAR_ICMi**).

Si ricorda che, in conformità con quanto stabilito dalle linee guida per la valutazione delle sperimentazioni, i risultati riguardanti le diatomee e le macrofite sono considerati "di supporto" rispetto a quelli degli altri indicatori. Pertanto saranno presentate analisi che si riferiscono all'effetto delle portate unicamente sulle componenti chimico-fisica, macrobentonica e ittica, mentre per quanto riguarda diatomee e macrofite sarà presentata unicamente la caratterizzazione della comunità.

7.1 ANALISI DELLE RELAZIONI TRA PORTATA E QUALITÀ DELLE ACQUE

I campionamenti per l'analisi della qualità chimica delle acque fluviali sono stati condotti in diverse condizioni di portata. Al fine di definire eventuali variazioni nella qualità delle acque come risposta alla variazione delle portate, per ogni tratto d'indagine i campioni raccolti sono stati suddivisi in tre categorie in base alle portate:

- campioni raccolti in giornate con portata media giornaliera pari al DMV, quindi minore o uguale al 10% della portata media annua (DMV idrologico);
- campioni raccolti in giornate con portata media giornaliera compresa tra il 10% e il 20% della portata media annua;
- campioni raccolti in giornate con portata media giornaliera maggiore del 20% della portata media annua.

Sono stati quindi discussi i valori medi dei parametri componenti l'indice LIMeco e del LIMeco stesso per le tre categorie di portata, tenendo conto anche della distribuzione numerica dei campioni tra i tre gruppi. La scelta di questi parametri è legata al fatto che sono indicativi dello stato di qualità delle acque; inoltre, essendo alla base del calcolo dell'indice LIMeco, permettono di

trarre considerazioni utili al fine di definire se i DMV rilasciati consentano o meno il raggiungimento del Buono Stato Ecologico.

Per i parametri che assumono (anche temporaneamente) valori non ottimali e per quelli che mostrano una variazione tra le tre classi di portata, è stato eseguito un approfondimento per valutare l'andamento delle concentrazioni su una scala continua di valori di portata.

7.2 ANALISI DELLE RELAZIONI TRA PORTATA E COMUNITÀ MACROBENTONICHE

I campionamenti di macroinvertebrati sono stati eseguiti prevalentemente in periodi caratterizzati da portate basse per garantire la qualità delle attività di campo; tuttavia è bene ricordare che la struttura della comunità, rinvenuta durante un campionamento, risponde non solo delle condizioni idrologiche presenti al momento del campionamento, ma soprattutto di quelle che hanno caratterizzato il periodo precedente. A tal fine, all'interno dei capitoli riguardanti l'analisi delle relazioni tra portata e stato delle comunità macrobentoniche, i valori relativi ad alcune metriche descrittive della comunità macrobentonica sono stati relazionati a diverse condizioni idrauliche. In particolare i parametri idrologici sono riferiti: a) alle condizioni presenti in alveo nel momento del campionamento, b) a quelle presenti nei 30 giorni immediatamente precedenti il campionamento (indicati talora come "1 mese") e c) a quelle presenti nei 90 giorni immediatamente precedenti il campionamento (indicati talora come "3 mesi"). Eventuali effetti delle portate presenti in alveo nel giorno di campionamento sono prevalentemente legati alle condizioni di campionamento (possibilità per gli operatori di lavorare agilmente e in una buona parte dell'alveo). I parametri idrologici relativi al mese precedente il campionamento sono invece indicativi della storia idrologica cui sono sottoposte le comunità e sono, quindi, quelli più idonei per identificare eventuali risposte ecologiche. Per quanto riguarda le condizioni idrologiche relative ai tre mesi precedenti il campionamento, sebbene possano contribuire, come i precedenti, a caratterizzare la storia idrologica, è da considerare che eventuali correlazioni dei parametri biologici con queste potrebbero in realtà essere dovute alla stagionalità (che agisce sulle comunità macrobentoniche influenzandone i cicli vitali) più che alle portate in sé, soprattutto se si considera che, al di là della variabilità su scala temporale ridotta, generalmente le portate sono simili tra stagioni dello stesso tipo.

Per valutare gli effetti delle portate sulle comunità macrobentoniche sono state prese in considerazione numerose metriche biologiche, tra cui quelle ritenute più valide e quindi i cui risultati sono riportati nel presente rapporto, sono:

- l'indice STAR_ICMi e le sue sottometriche, in quanto consentono di trarre considerazioni utili al fine di definire se i DMV rilasciati consentano o meno il raggiungimento del buono stato ecologico;
- la ricchezza (numero di famiglie) e l'abbondanza (densità di individui per 1 m²), in quanto metriche di base per la descrizione della struttura della comunità (il numero di famiglie, peraltro, rientra anche nelle metriche dello STAR_ICMi).

Oltre a queste, sono stati valutati indici tra i quali:

- il LIFE (Extence *et al.*, 1999),
- il CEFI (Armanini *et al.*, 2010)
- l'indice EPT/EPTOCH (Bonada *et al.*, 2007).

Questi indici, benché sviluppati con il preciso scopo di valutare il rapporto tra comunità macrobentoniche e portate, sono risultati difficilmente adattabili all'area di studio in esame in quanto sviluppati per corsi d'acqua con caratteristiche molto diverse da quelle del Ticino (LIFE, CEFI) o troppo grossolani per permettere valutazioni fini tra diversi scenari di portata all'interno di uno stesso sito (EPT/EPTOCH) e sono stati quindi scartati in quanto poco informativi.

Tutti i parametri appena descritti sono stati sottoposti a uno screening iniziale per valutare la presenza di eventuali correlazioni tra variabili idrologiche e variabili biologiche. Questo "screening" è consistito nel calcolo del coefficiente di determinazione R^2 relativo a tutti i confronti eseguibili tra variabili idrologiche e variabili biologiche tramite l'utilizzo di funzioni lineari. Sebbene le risposte ecologiche alle alterazioni idrologiche possano essere di tipo non lineare (ad esempio gaussiano), nel range di portate indagato non sono stati osservati andamenti non monotoni; questo fa sì che la presenza di relazioni forti, anche non lineari, ma comunque monotone, appaiano visibili anche da coefficienti di determinazione relativi a funzioni lineari. La scelta dell'utilizzo di questo tipo di relazione permette quindi di esaminare rapidamente le relazioni tra tutti i parametri e la variazione delle portate, e quindi di scartare quei parametri che risultano indipendenti dalle variazioni della portata. In una fase successiva a questo screening, è stato eseguito un approfondimento del tipo di relazione presente tra le coppie di valori che hanno restituito i più alti valori di R^2 lineare.

Si ricorda infine che la frequenza con cui sono stati eseguiti i campionamenti di macroinvertebrati è maggiore in periodi caratterizzati da basse portate. In particolare, in base alle richieste del Tavolo Tecnico, nel secondo triennio di sperimentazione, è stato eseguito un campionamento aggiuntivo per ogni caso in cui si siano verificate, per almeno 40 giorni, portate pari al solo DMV. Laddove portate costantemente pari al DMV si protraessero ulteriormente dopo i primi 40 giorni, i campionamenti sono stati ripetuti ogni 21 giorni. Questo schema di campionamento, infittendo i

dati in periodi di basse portate, consente di rilevare eventuali effetti cumulativi delle portate di DMV e di comprendere se i valori di DMV sperimentati siano in grado di consentire il mantenimento/raggiungimento di un buono stato ecologico non solo nel breve periodo, ma anche laddove dovessero costituire l'unica portata rilasciata per periodi prolungati.

7.3 PRECISAZIONI IN MERITO ALLE INDAGINI SUI MACROINVERTEBRATI

Riguardo alla rilevanza dell'indicatore e alle modifiche intervenute durante le fasi della sperimentazione, si precisa quanto segue sia circa le modalità di indagine sia rispetto l'elaborazione.

Lo smistamento degli individui dal campione raccolto (la fase di *sorting*) in una prima fase era effettuato in laboratorio su campioni fissati in campo; a partire dal 2013, invece, su indicazione del Tavolo Tecnico, questa attività è stata svolta direttamente in campo, senza l'ausilio di alcun supporto visivo (lente o microscopio), per altro mai utilizzato neppure in laboratorio ai fini dello smistamento (ma unicamente per il riconoscimento). In base ai confronti effettuati, sia interni sia con Arpa Lombardia, i valori di qualità ecologica derivanti dai due approcci sono sostanzialmente confrontabili, nonostante che nel secondo triennio siano state registrate densità più limitate rispetto a quelle registrate nel primo triennio per quanto riguarda organismi di dimensioni modeste e/o con densità molto elevate.

I valori dell'indice STAR ICMi riportati nel presente rapporto sono stati calcolati tramite il software MacrOper versione 1.0.5, secondo quanto stabilito nel Decreto che si riferisce al secondo triennio sperimentale. Poiché il software è stato reso disponibile da marzo 2015, in precedenza i dati acquisiti erano elaborati attraverso l'impiego di un foglio di calcolo Excel che combinava fra loro le diverse metriche, in conformità a quanto stabilito in "*Intercalibrazione e classificazione di qualità ecologica dei fiumi per la 2000/60/EC (WFD): l'Indice STAR_ICMi*" a cura di Buffagni A., Erba S. - Notiziario dei Metodi Analitici n.1 (2007), CNR-IRSA, Brugherio (MI). Nel corso della sperimentazione sono state eseguite alcune modifiche al foglio di calcolo al fine di renderlo sempre più preciso, tenendo conto sia di aggiornamenti *in itinere* delle Linee Guida sia d'indicazioni circa riferimenti o metodi di calcolo fornite da ARPA Lombardia. Le modifiche hanno riguardato i seguenti punti:

1. Inizialmente erano utilizzati dati grezzi come $n^{\circ} \text{ individui} / 1 \text{ m}^2$, da marzo 2012 fino a gennaio 2013, in base alle indicazioni ricevute, sono stati invece utilizzati dati grezzi come $n^{\circ} \text{ individui} / 0.5 \text{ m}^2$, mentre da gennaio 2013 in poi il calcolo è stato fatto nuovamente con dati espressi su 1 m^2 .

2. Il calcolo della metrica ASPT è stato aggiornato più volte in base alle indicazioni ricevute. La prima modifica del file di calcolo è stata eseguita a seguito della comunicazione del 21 gennaio 2013 di ARPA Lombardia, con cui sono stati aggiornati gli accorpamenti delle famiglie e i punteggi BMWP. Con la pubblicazione, nel luglio 2014, del documento ISPRA 107/2014 "Linee Guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del DM 260/2010", il file di calcolo è stato rivisto sulla base delle modifiche apportate agli accorpamenti delle famiglie e ai punteggi BMWP. I punteggi delle metriche e i risultati dell'indice vengono espressi con tre cifre decimali.

Le variazioni apportate al foglio di calcolo hanno quindi comportato, durante il periodo di sperimentazione, la modifica dei risultati presentati in precedenza.

I dati mostrati nel presente documento, come detto in precedenza, sono stati calcolati con il software MacrOper, versione 1.0.5, utilizzando i tipi fluviali comunicati da ARPA Lombardia con mail del 18 giugno 2015, e sono quindi da considerarsi definitivi e da sostituire a quanto presentato nei report precedenti che costituivano, come più volte sottolineato, degli avanzamenti dei lavori prodotti con le informazioni al momento disponibili e quindi soggetti a possibili modifiche. Nell'Allegato 2 – *Metodologie di studio* è riportata un'analisi dettagliata dei possibili effetti della variazione nelle metodiche di indagine adottate sul risultato delle indagini.

7.4 PRECISAZIONI IN MERITO ALLE INDAGINI SULLA FAUNA ITTICA

Il Fiume Ticino sublacuale è un corso d'acqua di dimensioni importanti, caratterizzato da una elevata eterogeneità di *habitat*; il corso principale presenta un'alternanza di zone profonde non guadabili con tratti bassi con correnti veloci e turbolente. In aggiunta, esiste un vasto mosaico di ambienti secondari, quali rami laterali, lanche, canali, risorgive ecc. Il Ticino, inoltre, è l'emissario di un grande lago come il Maggiore; tutto ciò rende la sua comunità ittica naturale particolarmente ricca in termini di diversità, in quanto si sovrappongono diverse tipologie delle zone ittiche classiche, che in genere distinguono ambienti a Salmonidi da quelli a Ciprinidi reofili e, ancora, a Ciprinidi limnofili, con la possibile aggiunta occasionale di specie tipicamente lacustri.

Queste caratteristiche comportano che un unico metodo di censimento non sia in grado di fornire informazioni esaustive, sia sull'abbondanza, che sulla semplice presenza/assenza di una determinata specie ittica.

Per questo motivo, la composizione, l'abbondanza e la struttura di popolazione delle comunità ittiche definite per i diversi tratti di indagine, si basano sulla valutazione critica e integrata di diverse fonti. In primo luogo, si è fatto riferimento alle indagini sperimentali effettuate

appositamente tramite elettropesca, sia da barca che a guado. Già dall'analisi dei risultati di tali campionamenti, risulta evidente come la tecnica utilizzata determini un "bias" in termini di specie e numero di esemplari catturati; per esempio l'elettropesca a guado è molto più efficace nella cattura di specie piccole e bentoniche, come il ghiozzo o il cobite, mentre difficilmente permette di raggiungere esemplari di grossa taglia che stazionano in ripari in acque fonde. La pesca elettrica da barca consente di catturare più facilmente questi ultimi, come siluri nelle tane, piuttosto che banchi di Ciprinidi riparati nelle massicciate, ma per contro difficilmente consente la cattura delle piccole specie bentoniche. Un ulteriore elemento di variabilità nei risultati dei singoli censimenti è dato dalla stagionalità, che per alcune specie ittiche comporta l'utilizzo di ambienti differenti e quindi una diversa catturabilità.

Per integrare ulteriormente i dati della pesca elettrica, in particolare per gli ambienti a maggiore profondità, è stato fatto ricorso anche all'osservazione diretta mediante subacquei.

I censimenti hanno interessato talvolta segmenti più estesi degli specifici tratti di monitoraggio, dal momento che molte specie ittiche presentano una forte mobilità, pur restando nell'ambito delle medesime condizioni idrologiche (in sostanza, in segmenti omogenei dal punto di vista del deflusso e della continuità longitudinale determinata dalle traverse di derivazione).

Nell'ambito dei censimenti con elettropesca, sono state raccolte differenti informazioni:

- Valutazioni qualitative di presenza/assenza delle specie e assegnazione di una classe di abbondanza e di struttura di popolazione su giudizio esperto, campionando tratti estesi, per sondare il maggior numero di *habitat* possibili.
- Valutazioni semi-quantitative, con identificazione, misura della lunghezza e peso per un subcampiono di individui, al fine di ottenere informazioni di maggiore dettaglio sulle singole popolazioni ittiche.

In termini metodologici, è opportuno ricordare che i censimenti del primo triennio sono stati condotti a guado o tramite osservazione subacquea, mentre nel secondo triennio le indagini sono state effettuate prevalentemente da imbarcazione.

La valutazione complessiva dello stato della comunità ittica nei diversi tratti di monitoraggio per la sperimentazione è avvenuta quindi sintetizzando le informazioni così complessivamente raccolte; sono stati inoltre presentati i dati di dettaglio relativi ai campionamenti effettuati ad hoc, sempre ricordando, come descritto in premessa, che si tratta di risultati parziali, se considerati singolarmente rispetto alla vastità degli ambienti in gioco.

Le modalità di raccolta dati, le tempistiche di indagine ed i tempi di sviluppo di queste popolazioni non consentono di definire il trend delle diverse popolazioni censite nell'ambito del periodo

sperimentale, ma permettono di avere un quadro complessivo dello stato dell'ittiofauna del Ticino nel segmento di studio.

7.5 CONFRONTI E VERIFICHE CON GLI ENTI DI CONTROLLO

Le attività di campo, tramite le quali sono stati raccolti i dati analizzati in questo rapporto, sono state svolte in campagne di monitoraggio programmate secondo un cronoprogramma concordato e approvato in sede di Tavolo Tecnico.

Ogni uscita sul campo è stata preceduta da una comunicazione a tutti gli enti coinvolti nel progetto di sperimentazione per permettere, a chi avesse voluto, di assistere durante le attività.

In alcune occasioni sono stati eseguiti campionamenti in parallelo con operatori ARPA, che hanno consentito di verificare la ripetibilità dei metodi d'indagine adottati. I risultati di questi confronti, sono riportati e commentati nel Capitolo 11.6.

7.6 MODELLO DELLE PORTATE

Le portate medie giornaliere calcolate per ogni tratto di monitoraggio sono state desunte dal Modello delle portate ai cui elaborati si rimanda per lo schema concettuale, le modalità di calcolo, la localizzazione dei punti di misura e i risultati.

I calcoli poggiano sulle portate rilasciate dal lago, dallo sbarramento del Panperduto e sull'idrometro posto presso il ponte di Oleggio. Per le altre stazioni le portate sono calcolate in relazione ai dati relativi agli usi (che derivano da idrometri posti presso le opere di derivazione e relative scale di portata).

Si ribadisce quanto più volte affermato nel corso dei Tavoli Tecnici in relazione al grado di incertezza dei calcoli ed al fatto che in ambienti di queste dimensioni e complessità l'errore di misura può essere certamente di qualche punto percentuale (precisione delle scala di portate, divagazione del fiume, interrimento delle sezioni, ecc.)

Emerge quindi la necessità di valutare criticamente tali dati, che descrivono adeguatamente l'andamento del ciclo idrologico in ogni tratto, in riferimento alla presenza e durata di periodi di DMV e di sfioro, ma che possono determinare errori sui piccoli numeri (prossimi al DMV).

8 PORTATE IN USCITA DAL LAGO MAGGIORE

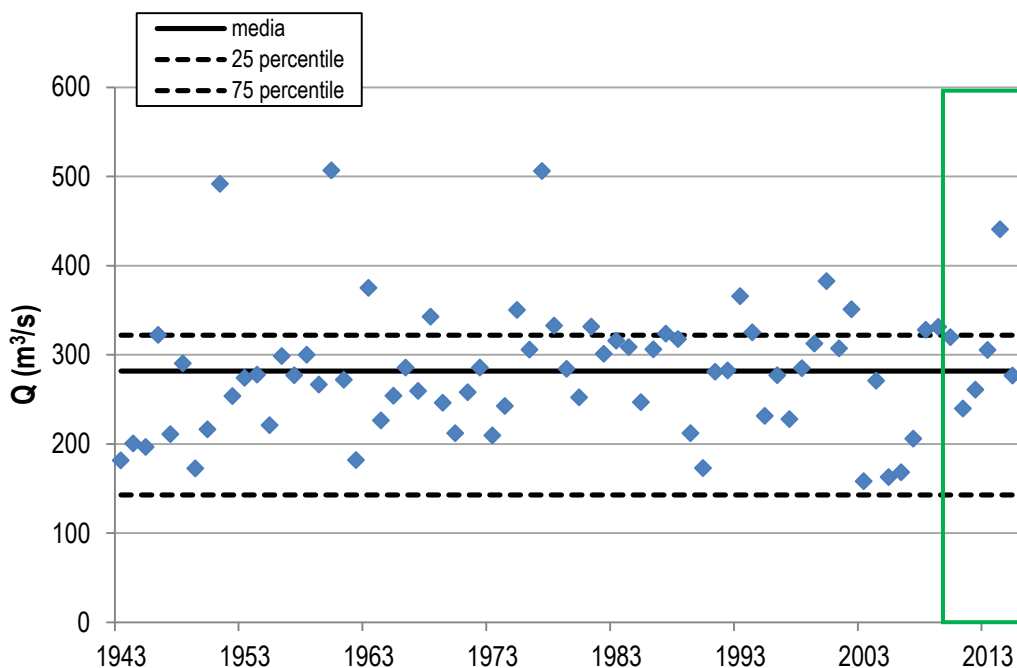
La portata media del Fiume Ticino a valle del Lago Maggiore nel periodo sperimentale è stata più abbondante rispetto alla media storica da PTUA: 320 m³/s nel periodo 2010-2015 contro 284 m³/s nel periodo 1943-2002. L'anno più abbondante, tra quelli della sperimentazione, è stato il 2014, che, ad eccezione del mese di settembre e di alcuni brevi periodi tra ottobre e dicembre, è stato caratterizzato quasi costantemente da portate più elevate rispetto agli altri anni. In quest'anno è stata registrata la portata media annua più elevata degli ultimi 38 anni. Anche il 2010 è risultato piuttosto abbondante. Gli anni idrologicamente più scarsi sono stati il 2011 il 2012 e il 2015, mentre il 2013 ha avuto portate intermedie.

Tabella 8-1 Sintesi delle portate rilasciate a valle della diga della Miorina negli anni della sperimentazione.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010-2015
Portata media	320	239	261	305	441	277	307
Portata SD	196	124	160	233	290	128	208
Portata MIN	142	126	105	96	164	124	96
Portata MAX	1002	831	850	1200	1898	742	1898

Nel grafico seguente sono riportati i valori medi annui di portata dalla costruzione della Miorina ad oggi. Nel periodo sperimentale (evidenziato dal riquadro verde) le portate si sono mantenute vicine al valore medio dell'intero periodo, con l'eccezione del 2014, che supera largamente il settantacinquesimo percentile.

Figura 8-1 Portate medie annue del Fiume Ticino alla Miorina (1943-2015) – fra le due righe tratteggiate sono raggruppati gli anni che si collocano fra il 25° ed il 75° percentile; nel riquadro verde gli anni della sperimentazione.



In tutti gli anni della sperimentazione le portate rilasciate dal lago hanno mostrato il tipico andamento, con due periodi di morbida (uno, più abbondante, tra il mese di maggio e il mese di

giugno e uno intorno al mese di novembre) e due di magra (uno, più scarso, tra gennaio e marzo e uno tra settembre e ottobre). Il 2014 è stato anomalo rispetto agli altri anni, anche per quanto riguarda l'andamento annuo: nei primi otto mesi non si è osservato il consueto episodio di morbida primaverile che caratterizza il sistema Ticino, bensì una serie continua di picchi tra 600 e 800 m³/s. Inoltre, nel mese di novembre si sono verificate portate eccezionalmente alte, in risposta alle condizioni meteorologiche particolari che hanno colpito tutto il nord Italia. Anche nel 2011 le portate hanno mostrato un andamento particolare, con una magra invernale particolarmente prolungata (fino a metà luglio) e di conseguenza la morbida primaverile ritardata di circa due mesi.

Figura 8-2 Portate medie mensili rilasciate dalla diga della Miorina negli anni della sperimentazione, a confronto con la portata media storica tratta dal PTUA.

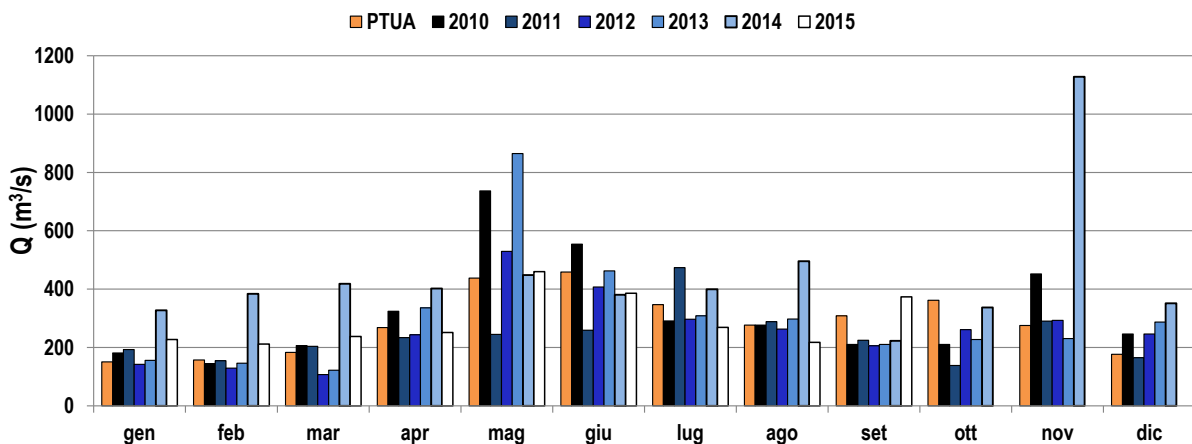
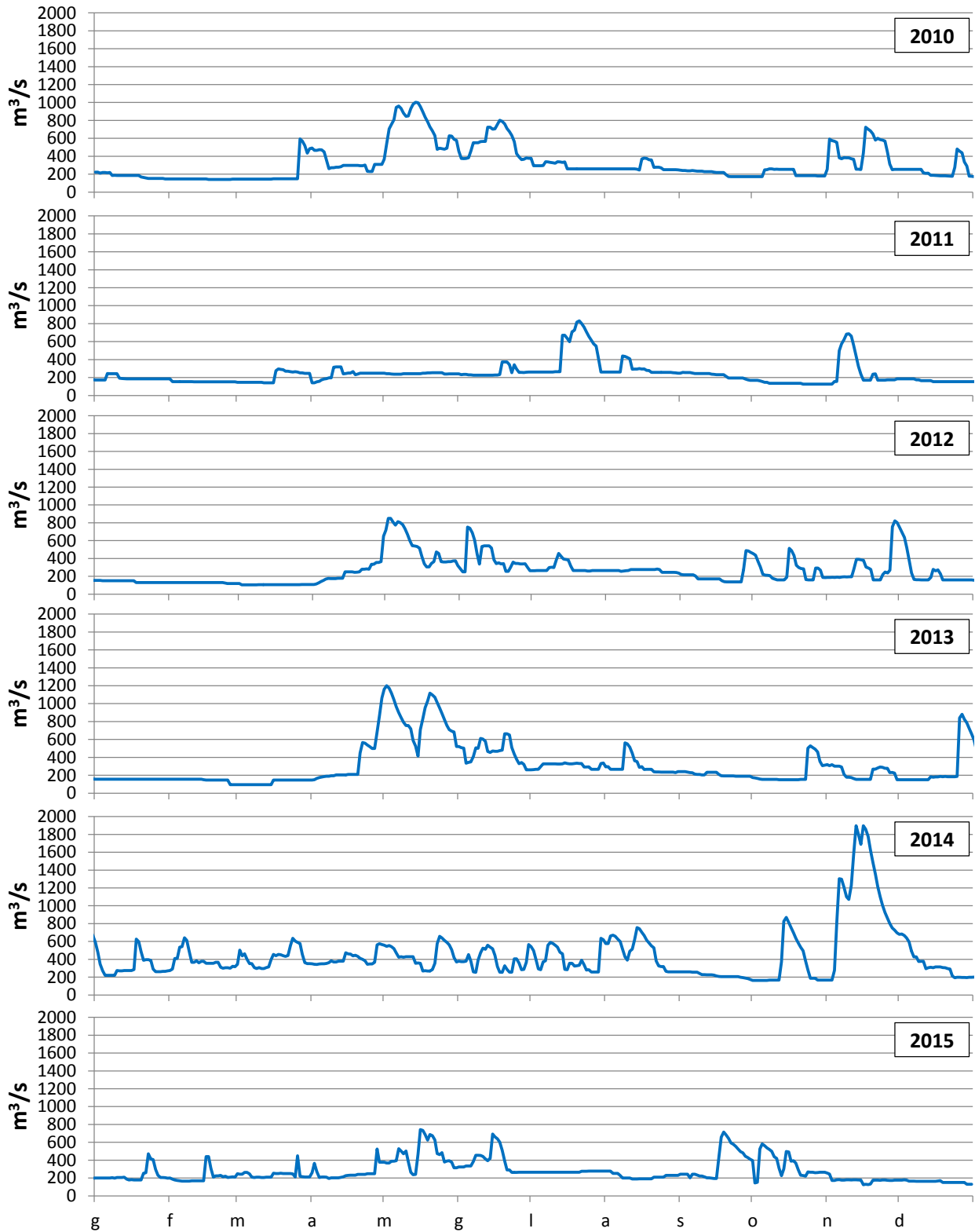


Tabella 8-2 Riepilogo delle portate medie mensili (m³/s) nel periodo di sperimentazione confrontato con i valori medio del periodo 1943 - 2015. Per ogni mese in rosa è evidenziato il valore minimo ed in blu il massimo.

mese /anno	2010	2011	2012	2013	2014	2015	media 1943-2015
gennaio	181	193	142	156	327	227	152
febbraio	145	154	129	146	384	212	158
marzo	206	204	107	122	418	238	182
aprile	324	234	244	336	402	252	278
maggio	733	244	529	865	448	460	450
giugno	552	259	408	463	381	386	450
luglio	291	475	297	309	399	269	342
agosto	277	288	263	297	496	218	272
settembre	210	224	206	211	222	373	294
ottobre	211	138	261	227	337	349	332
novembre	452	291	293	231	1128	176	282
dicembre	246	165	246	287	351	158	183
media	320	240	261	305	441	277	282

L'andamento e l'entità delle portate rilasciate dalla Miorina influenza fortemente il quadro delle portate a valle delle derivazioni, come evidente dai prossimi capitoli.

Figura 8-3 Portate giornaliere negli anni della sperimentazione (2010-2015).



Dal punto di vista termico l'acqua rilasciata dal lago presenta temperature piuttosto elevate durante l'estate, con un valore medio mensile del mese di agosto di 22°C. La caratterizzazione termica di dettaglio è riportata nell'Allegato 3 – *Approfondimenti ecologici*.

9 RISULTATI DELLE INDAGINI NEL TRATTO 1 – MADDALENA

In questo capitolo sono riportati i risultati del monitoraggio ecologico effettuato nel tratto identificato con il codice TIC1, collocato all'interno del corpo idrico n°2, a circa 10 km dal confine di monte, tra Somma Lombardo (VA), località Maddalena, e Varallo Pombia (NO).

Il tratto è stato scelto per il monitoraggio degli effetti dei DMV rilasciati presso la diga di Panperduto, che si trova 3.2 km a monte dell'area di indagine; l'opera di presa direttamente a monte della stazione di monitoraggio (circa 1 km) è però la filarola delle rogge Clerici-Simonetta e Molinara di Oleggio.

Questo tratto è stato oggetto d'indagine per l'intero corso della sperimentazione (dicembre 2009 – dicembre 2015).

Le caratteristiche geografico-idrologiche del tratto sono di seguito riepilogate.

Tabella 9-1 Caratterizzazione geografica ed idrologica del tratto di monitoraggio.

Geo	Comune sponda sx	Somma Lombardo (VA)
	Comune sponda dx	Varallo Pombia (NO)
	Distanza dal lago	~ 10 km
	Quota	180 mslm
Idro	Nome della derivazione precedente	Filarola delle rogge novaresi
	Distanza dalla derivazione precedente	~ 1 km
	Ulteriori opere di presa sottese al tratto	Diga del Panperduto

Figura 9-1 Vista del tratto di monitoraggio verso monte e verso valle.

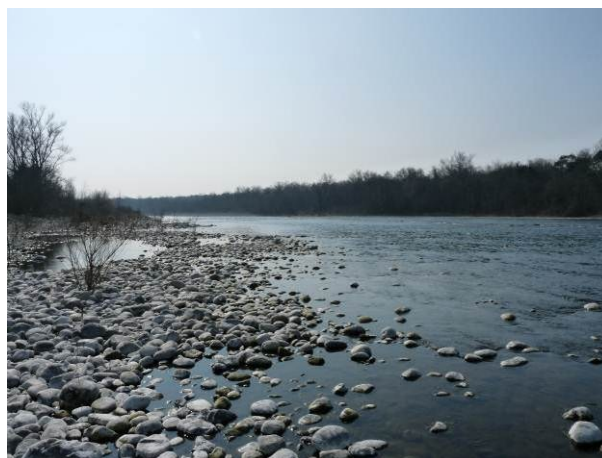
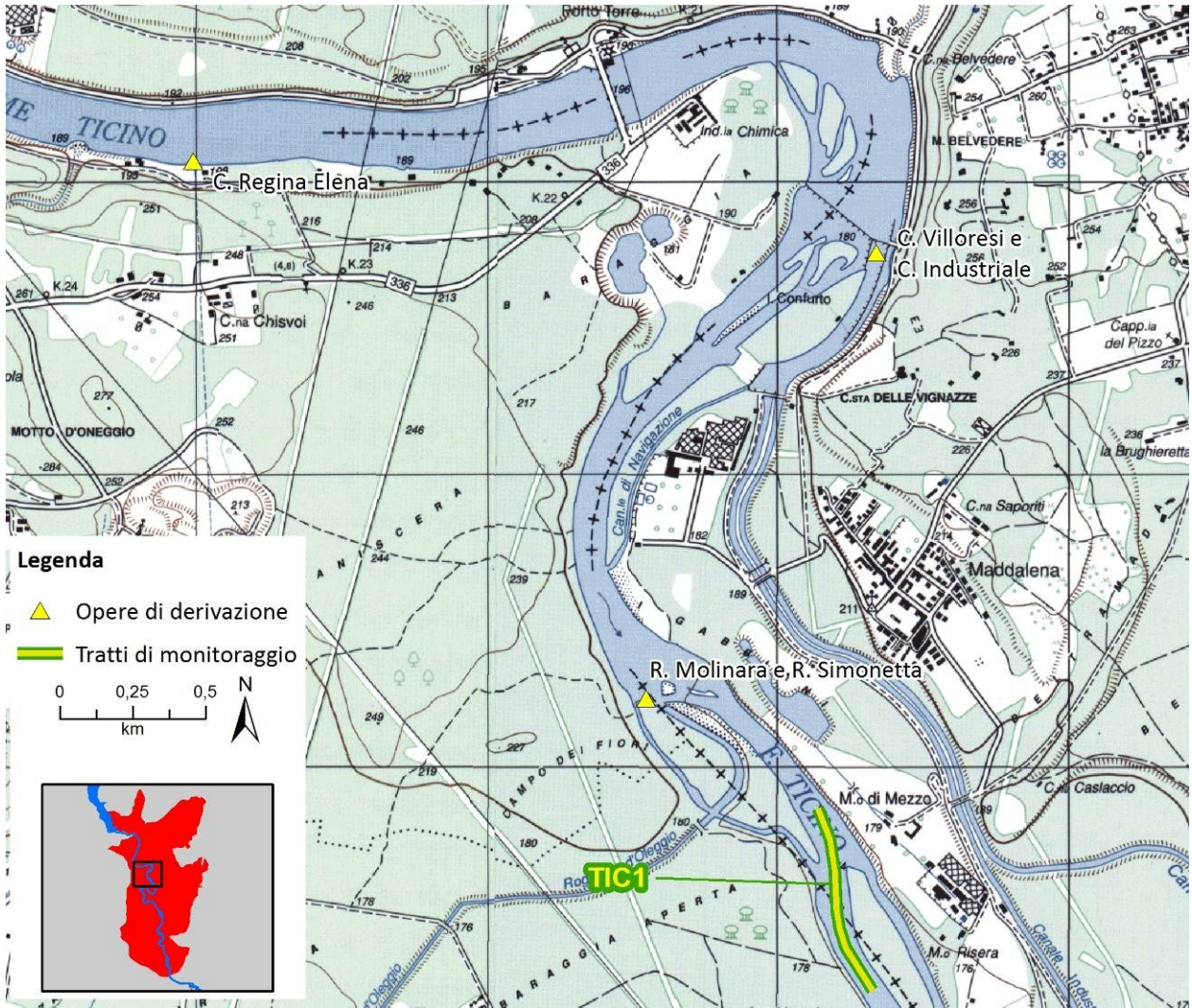


Figura 9-2 Localizzazione della stazione di monitoraggio.



9.1 IDROLOGIA

Le portate transitanti nel tratto TIC1 nel periodo sperimentale sono state mediamente pari a 131 m³/s, quindi un ordine di grandezza superiore rispetto alla portata prevista come DMV.

Nella tabella seguente sono riportati alcuni parametri idrologici relativi ai singoli anni della sperimentazione e si possono osservare alcune differenze chiare, che in parte hanno influito sulle attività di monitoraggio eseguite e sui risultati ottenuti:

- l'anno idrologicamente più abbondante è stato il 2014;
- l'anno idrologicamente più scarso è stato il 2011, come effetto della scarsa disponibilità idrica in arrivo dal lago combinata con le elevate temperature estive;
- il tratto è soggetto ad una importante variabilità delle portate (elevati valori di deviazione standard rispetto alla media), in tutti gli anni.

Tabella 9-2 Inquadramento idrologico del tratto negli anni della sperimentazione.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010-2015
Portata media (m ³ /s)	137	59	92	130	266	103	131
Portata SD (m ³ /s)	183	108	140	214	302	124	201
Portata MIN (m ³ /s)	12	12	12	12	12	17	12
Portata MAX (m ³ /s)	802	580	679	997	1792	537	1792
DMV (m ³ /s)	12-22	12-22	12-22	12-22	12-31	17-31	12-31

Dal grafico seguente è possibile notare come l'andamento temporale delle portate durante l'anno ricalchi quello delle portate rilasciate dal lago per quanto riguarda la distribuzione dei periodi di morbida e magra. Risulta però accentuata la differenza tra l'entità delle morbide e quella delle magre (che rende i valori di deviazione standard particolarmente elevati).

Figura 9-3 Portate medie mensili negli anni della sperimentazione, a confronto con lo scenario di DMV previsto.

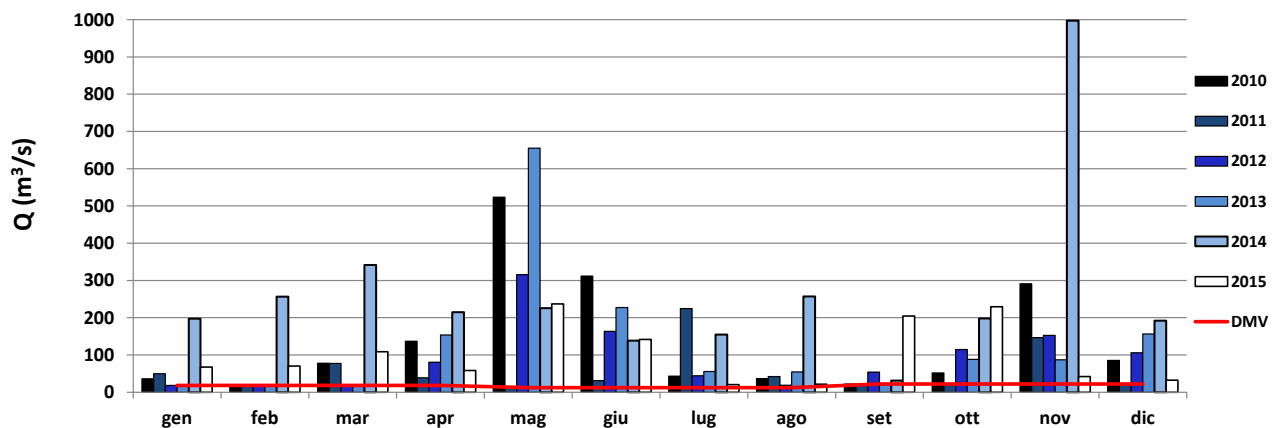
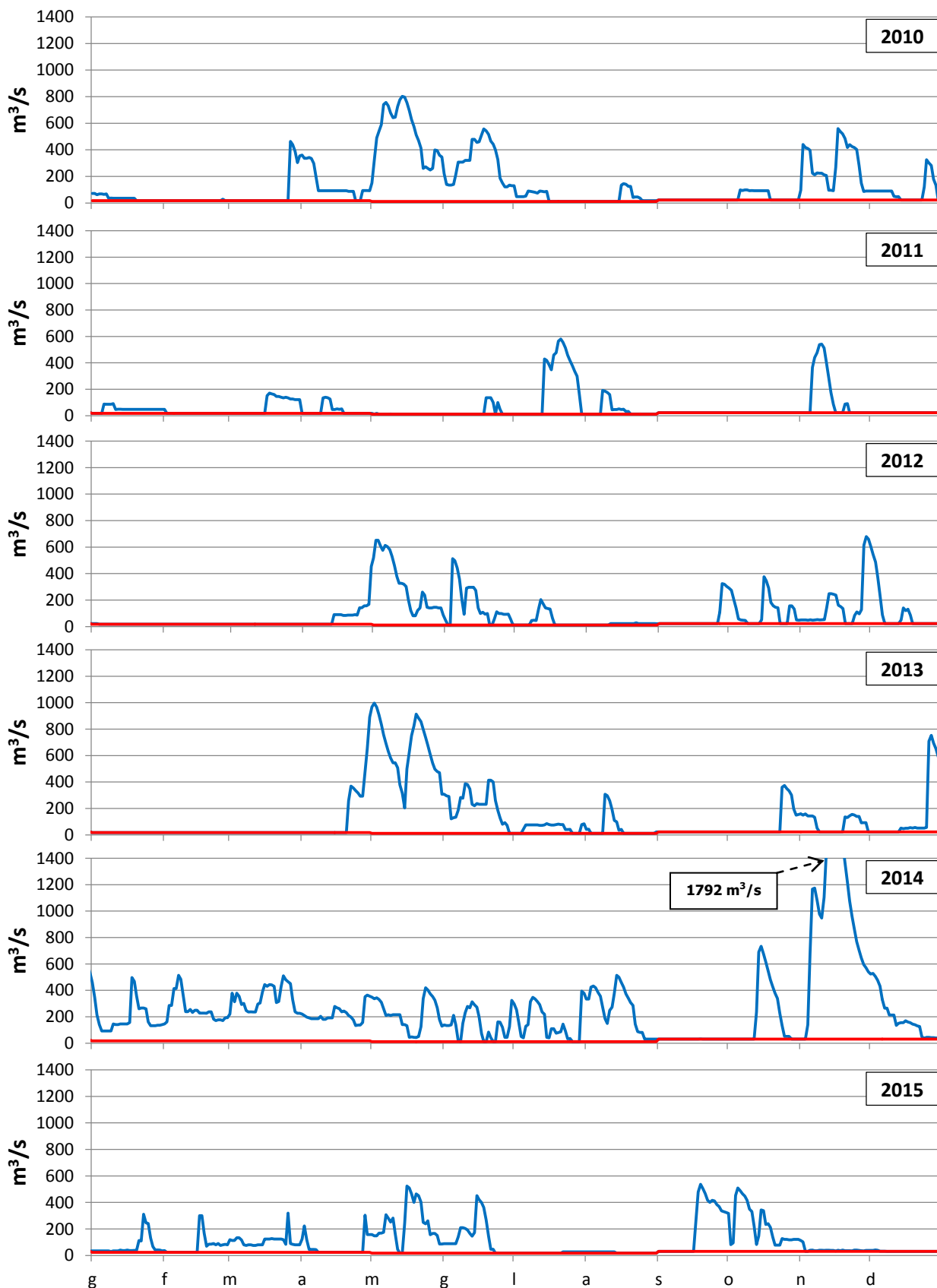


Figura 9-4 Portate giornaliere negli anni della sperimentazione (2010-2015), a confronto con il DMV previsto (linea rossa).



Nella tabella seguente sono riepilogati, in termini di percentuale, i giorni effettivi di portata rilasciata dalle opere di presa pari al DMV (quindi in assenza di sfiori) nel periodo di sperimentazione. Nella maggior parte degli anni questa condizione non si è mai verificata nel mese di maggio, mentre mediamente nei mesi di febbraio e settembre la portata è stata pari al DMV per più del 70% dei giorni. L'anno in cui è stato registrato il maggior numero di giorni con portata pari al DMV è il 2011, seguito dal 2013. Nel 2014 il numero di giorni caratterizzato da portata pari al DMV è stato minimo e sostanzialmente concentrato tra settembre e ottobre.

Tabella 9-3 Percentuale di giorni in cui è stata rilasciata una portata pari al solo DMV nei diversi mesi e anni della sperimentazione.

mese	2010	2011	2012	2013	2014	2015	MEDIA
Gennaio	39%	16%	90%	100%	0%	0%	41%
Febbraio	96%	96%	100%	100%	0%	50%	74%
Marzo	84%	52%	100%	100%	0%	0%	56%
Aprile	10%	70%	43%	67%	0%	67%	43%
Maggio	0%	90%	0%	0%	0%	6%	16%
Giugno	0%	80%	17%	7%	17%	27%	24%
Luglio	52%	48%	68%	26%	13%	68%	46%
Agosto	48%	23%	32%	65%	0%	39%	34%
Settembre	100%	83%	87%	100%	97%	53%	87%
Ottobre	58%	100%	32%	74%	52%	0%	53%
Novembre	0%	60%	13%	40%	10%	7%	22%
Dicembre	39%	100%	65%	42%	0%	80%	54%
INTERO ANNO	44%	68%	54%	60%	16%	44%	47%

9.2 HABITAT FLUVIALE

Il Fiume Ticino in questo tratto scorre in un alveo ampio (50 - 130 m in condizioni di magra), incluso in un'area in cui la presenza antropica è relativamente limitata. Il fiume è circondato da un'ampia fascia di vegetazione perifluviale primaria, in particolar modo sulla sponda destra, mentre sulla sponda sinistra sono presenti alcune aree agricole e una rada urbanizzazione. Il corso d'acqua ha una discreta possibilità di esondazione.

Il *mesohabitat* fluviale è rappresentato da una buona alternanza di ambienti a *riffle* veloci e zone a *run*. La presenza di pennelli in pietrame sulla sponda sinistra ha permesso la creazione di piccole *pool*, che rappresentano zone di rifugio per la fauna ittica.

Il substrato in questo tratto ha granulometria piuttosto omogenea, essendo composto prevalentemente da ciottoli di medie dimensioni e, in misura minore, da massi. Data la naturalità dell'area circostante il corso d'acqua, la presenza (seppur sporadica) di tronchi ai lati dell'alveo favorisce la ritenzione degli apporti trofici. Allo stesso modo, le aree a *pool* lungo la sponda sinistra costituiscono zone trofiche, che ospitano anche una comunità macrofittica presente durante tutto l'anno (sebbene composta principalmente da esotiche). Nella parte principale dell'alveo (*riffle*), invece, la vegetazione è generalmente costituita da un folto perifiton di alghe filamentose.

In questo tratto è presente un ampio ambiente laterale in parziale connessione con il corso d'acqua principale, la cui struttura accoglie una vegetazione acquatica ricca e diversificata e può fungere da *nursery* per la fauna ittica.

Nel complesso il tratto è dotato di una discreta idoneità ittica.

L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) al tratto indagato porta ad un giudizio di funzionalità fluviale "buona-mediocre" per entrambe le sponde.

Figura 9-5 Fiume Ticino, tratto di Somma L. in magra (marzo 2010) e in morbida (maggio 2010).



Figura 9-6 L'*habitat* nel tratto di Somma L.



9.3 MONITORAGGIO CHIMICO – FISICO

In questo paragrafo si riportano i risultati delle analisi della qualità chimico-fisica delle acque effettuate nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il monitoraggio dei parametri chimico - fisici è avvenuto con cadenza mensile dal mese di dicembre 2009 al mese di maggio 2013. A partire da giugno 2013 e fino alla fine della sperimentazione le indagini sono state invece effettuate solo in condizioni di portata pari (o prossima) al DMV.

In totale sono stati raccolti 60 campioni. Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

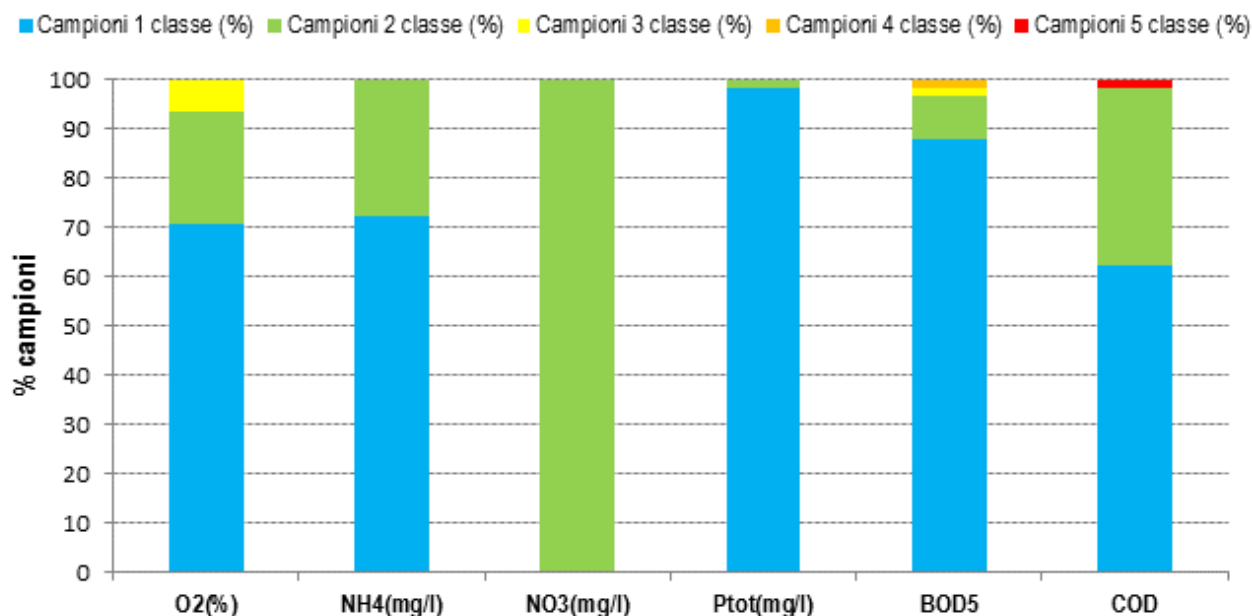
2009	→		dicembre	2013	→		gennaio- maggio luglio-agosto ottobre dicembre
2010	→		gennaio-dicembre				
2011	→		gennaio-dicembre	2014	→		aprile-luglio settembre-novembre
2012	→		gennaio-dicembre	2015	→		febbraio maggio luglio-agosto ottobre-novembre

Risultati

Nel tratto di monitoraggio TIC1 i parametri monitorati nell'arco della sperimentazione hanno mostrato basse concentrazioni di nutrienti (N e P) e di sostanza organica e valori di ossigeno e temperatura generalmente non critici per la vita acquatica.

Di seguito si illustra, per ciascun macrodescrittore, il livello di qualità ottenuto (come da metodica LIM, D.lgs. 152/99) in termini percentuali rispetto alla totalità dei campionamenti effettuati. Non si segnalano situazioni di degrado dall'analisi dei macrodescrittori studiati: tutti i descrittori rientrano all'interno della prima classe nella maggioranza dei casi, ad eccezione dell'azoto nitrico, che ricade sempre nella seconda classe. Scadimenti al di sotto del secondo livello sono stati osservati esclusivamente per il BOD (settembre 2011 e giugno 2012) e la saturazione di ossigeno (febbraio e aprile 2011 e agosto e ottobre 2012).

Figura 9-7 Macrodescrittori rientranti nel calcolo dell'indice LIM (d.lgs. 152/99). Distribuzione percentuale tra le diverse classi di qualità dei valori registrati nell'intero periodo di sperimentazione nel tratto TIC1.



Di seguito è illustrato l'andamento nell'arco dell'anno dei valori di alcuni parametri caratterizzati da variazioni temporali legate alla stagionalità: la concentrazione di azoto nitrico, la temperatura dell'acqua e la concentrazione di ossigeno disciolto; per i restanti parametri non sono stati individuati chiari andamenti all'interno dell'anno. Il valore relativo a ciascun mese rappresenta la media dei valori rilevati in quel mese nei diversi anni della sperimentazione. Per questa elaborazione non sono stati utilizzati i dati relativi agli anni 2013, 2014 e 2015, in quanto durante questi anni le indagini hanno interessato solo alcuni mesi, in base alle portate presenti in alveo (come spiegato nel paragrafo precedente).

La variazione della **temperatura dell'acqua** è un effetto diretto della stagionalità e porta il parametro a variare, nel tratto TIC1, tra un minimo di circa 7 °C nel mese di febbraio e un massimo di circa 23 °C nel mese di agosto. Valori mediamente superiori ai 21.5 °C, che superano il valore massimo del *range* di idoneità per la vita dei salmonidi (D.lgs. 152/99), sono stati rinvenuti nei mesi di luglio e agosto; questi dati sono sempre relativi a orari diurni.

La concentrazione dell'**ossigeno disciolto** ha invece un andamento caratterizzato da valori minimi nel periodo estivo (8 mg/l) e massimi durante l'inverno (13 mg/l). Questo andamento è principalmente un effetto indiretto della stagionalità, in quanto dovuto alla variazione della temperatura dell'acqua, che influenza la solubilità dell'ossigeno. Osservando il grafico relativo alla percentuale di **saturnazione di ossigeno** si può infatti notare come questa vari in misura molto minore, mantenendosi quasi sempre vicino alla saturazione.

La concentrazione di **azoto nitrico**, infine, ha un andamento caratterizzato da valori minimi nel periodo estivo (0.5 mg/l) e massimi durante l'inverno (0.8 mg/l). Questo andamento è indirettamente un effetto della stagionalità, in quanto almeno in parte legato all'attività biologica dei produttori primari, che durante il periodo estivo assimilano azoto in misura maggiore rispetto al periodo invernale (Axler & Reutler, 1996; Mc Kellar et al., 2007).

Figura 9-8 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della temperatura dell'acqua per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti negli anni 2013-2015 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.

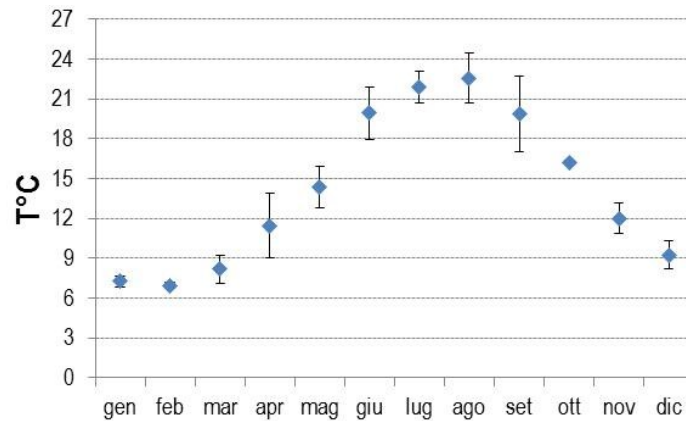


Figura 9-9 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della concentrazione di ossigeno disciolto per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti negli anni 2013-2015 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.

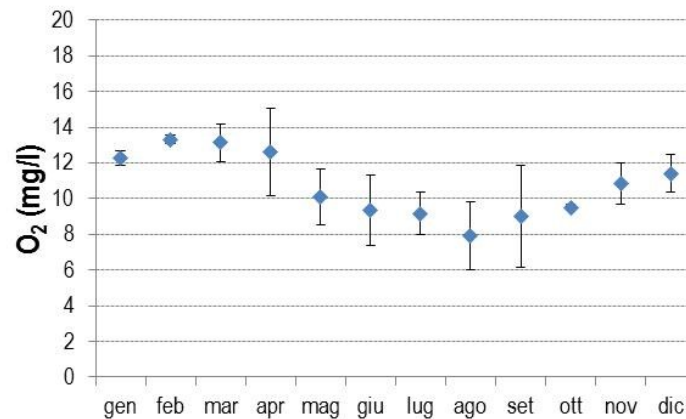


Figura 9-10 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della saturazione di ossigeno per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti negli anni 2013-2015 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.

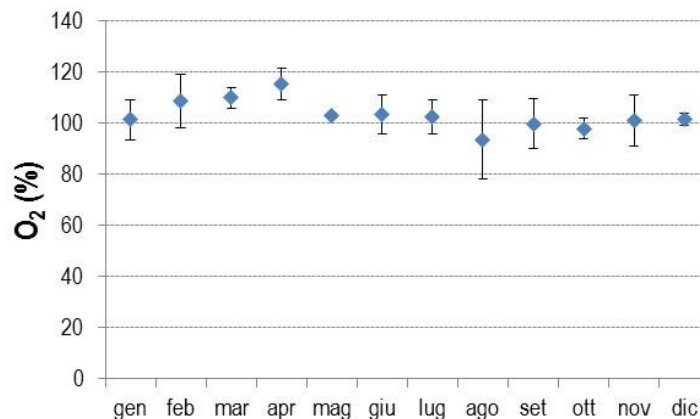
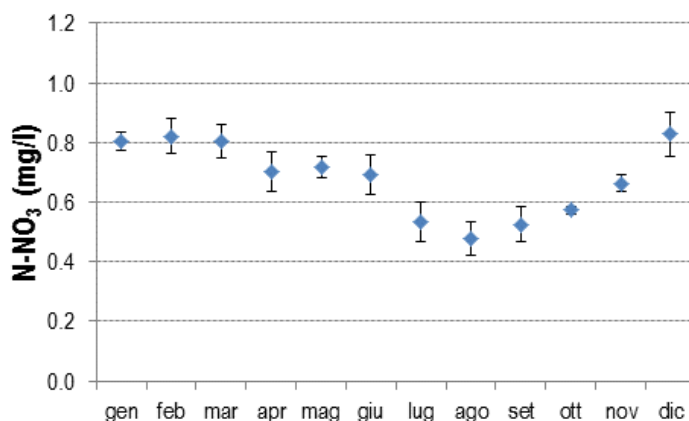


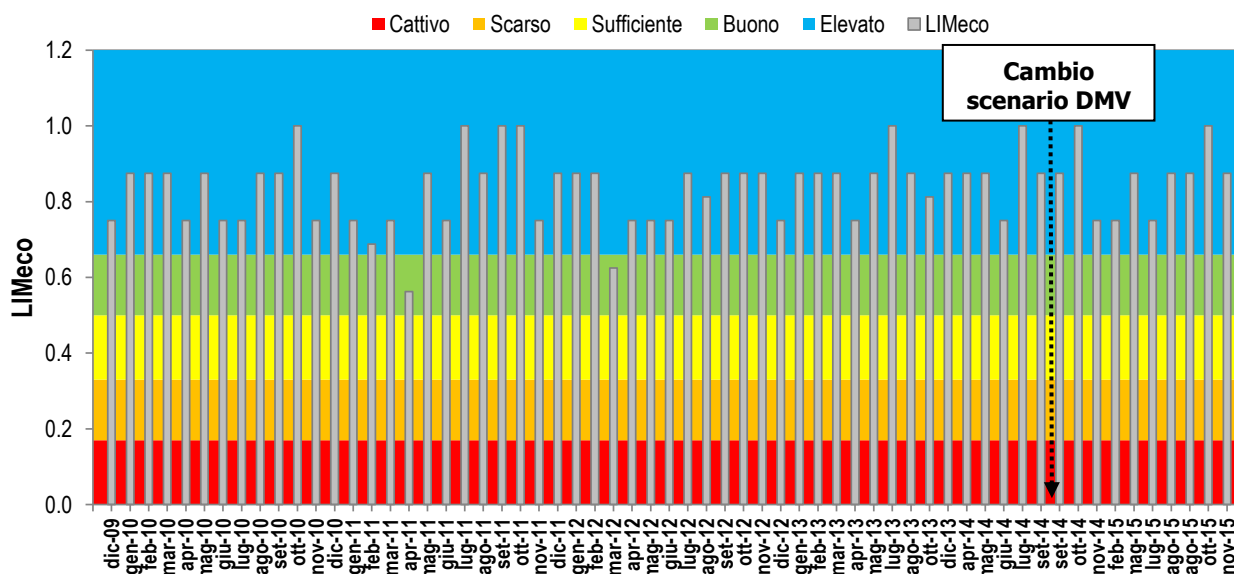
Figura 9-11 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della concentrazione di azoto nitrico per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti negli anni 2013-2015 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.



Applicazione dell'indice LIMeco

Per la valutazione dello stato di qualità delle acque è stato calcolato l'indice LIMeco, i cui valori sono riportati nel grafico seguente. Come si può osservare, il giudizio relativo all'indice è "elevato" o "buono" per tutti i campionamenti effettuati.

Figura 9-12 Andamento dell'indice LIMeco nell'intero arco della sperimentazione.



Di seguito sono riportati i valori medi annui dell'indice e i valori medi del punteggio di ciascun parametro utile per la sua applicazione. L'indice è risultato "elevato" a livello medio annuo per tutti gli anni della sperimentazione e come media sull'intero periodo. I parametri utilizzati per il suo calcolo sono rientrati sempre nel primo livello come media annua, ad eccezione dell'azoto nitrico che è risultato sempre mediamente in secondo livello.

Tabella 9-4 Valori medi annui e per l'intero periodo della sperimentazione dell'indice LIMeco. Sono forniti inoltre i valori medi (\pm deviazione standard) dei parametri utilizzati per il suo calcolo e i relativi livelli assegnati per il calcolo dell'indice.

Anno	100 - O ₂ (%)		N-NH ₄ (mg/l)		N-NO ₃ (mg/l)		Ptot (mg/l)		LIMeco
	media	Livello	media	Livello	media	Livello	media	Livello	
2010	5.3	1	0.029	1	0.708	2	0.012	1	0.84
2011	9.4	1	0.026	1	0.678	2	0.021	1	0.82
2012	7.1	1	0.029	1	0.643	2	0.020	1	0.81
2013	8.9	1	0.017	1	0.667	2	0.014	1	0.87
2014	6.3	1	0.021	1	0.633	2	0.015	1	0.88
2015	3.5	1	0.025	1	0.628	2	0.034	1	0.86
Media sperimentazione	6.9	1	0.025	1	0.667	2	0.018	1	0.84

Relazione tra qualità chimica e portate

I campionamenti di acque per l'analisi della qualità chimica in questo tratto sono stati condotti in numero simile in momenti con portate pari al DMV (32 campioni) e in momenti con portate superiori al DMV (28 campioni). Nella tabella seguente è rappresentata la distribuzione numerica dei campioni tra tre classi di portata e i relativi valori medi dell'indice LIMeco e dei parametri per il suo calcolo.

Tabella 9-5 Valore medio dell'indice LIMeco e delle sue sottometriche per campionamenti condotti con portata media giornaliera pari al DMV (minore o uguale al 10% della portata media annua), compresa tra il 10 e il 20% e superiore al 20%. Per ogni gruppo è indicata la numerosità del campione (n).

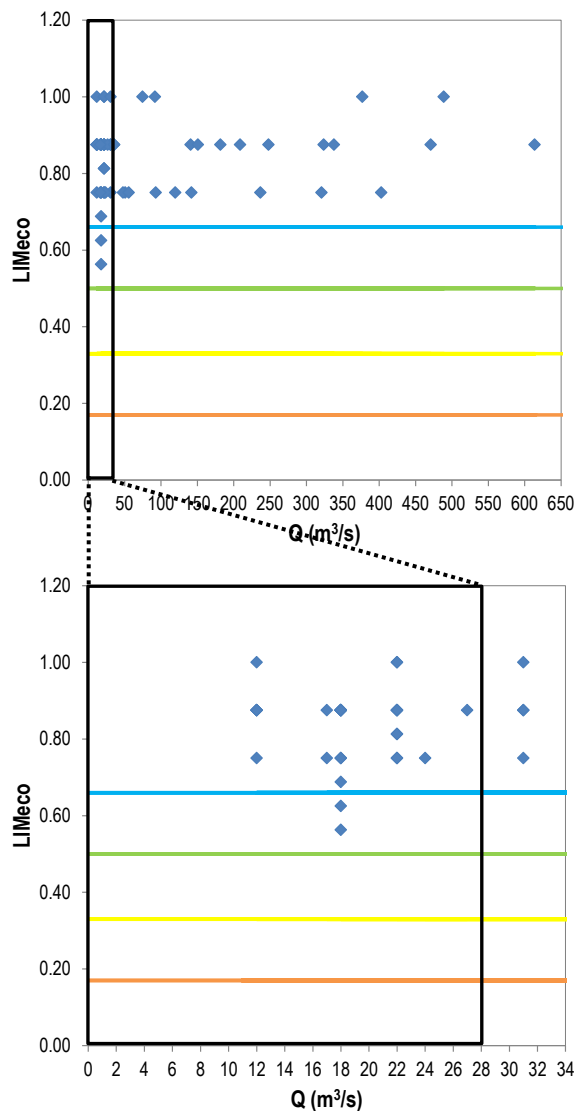
Indice	Media con Q = DMV (n=32)	Media con 10 < Q < 20% (n=9)	Media con Q > 20% (n=19)
LIMeco	0.83	0.83	0.86
100-O ₂ %	8.6	7.5	3.9
N-NH ₄ (mg/l)	0.024	0.025	0.028
N-NO ₃ (mg/l)	0.682	0.638	0.644
Ptot (mg/l)	0.021	0.012	0.018

Come si può osservare dai valori riportati in tabella, il valore medio dell'indice LIMeco si mantiene all'interno della classe "elevata" per le tre condizioni di portata considerate, sebbene mostri un lieve miglioramento, a livello medio, passando da portate inferiori al 20% (considerabili portate di magra) a portate maggiori del 20% della portata media annua (portate di morbida). Questo miglioramento è legato principalmente ad una lieve diminuzione nello scostamento dalla saturazione dei valori di ossigeno disciolto.

Le figure seguenti mostrano la variazione dei valori dell'indice LIMeco e dello scostamento dalla saturazione di ossigeno con diversi valori di portata, permettendo di comprendere meglio gli andamenti osservati nella tabella precedente.

Dalla figura relativa al LIMeco non è possibile individuare un chiaro andamento nei valori dell'indice in base alle portate. Anche i valori più bassi assunti dall'indice in due casi, in condizioni di DMV, sono risultati comunque all'interno della classe buona.

Figura 9-13 Grafico di correlazione tra i valori del LIMeco e la portata giornaliera nel tratto TIC1. Il riquadro nero evidenzia i casi che ricadono nel range di portate del DMV. Ogni riga orizzontale indica il confine inferiore di un livello di qualità.



Lo scostamento dell'ossigeno disciolto dalla saturazione, oltre a mostrare una variazione al variare della classe di portata (come mostrato nella pagina precedente), è anche l'unico parametro per cui sono stati rilevati, in alcuni casi, valori al di sotto del 2° livello. Questi casi, relativi a giornate con portata pari al DMV, sono prevalentemente dovuti a sovrasaturazione anziché a sottosaturazione.

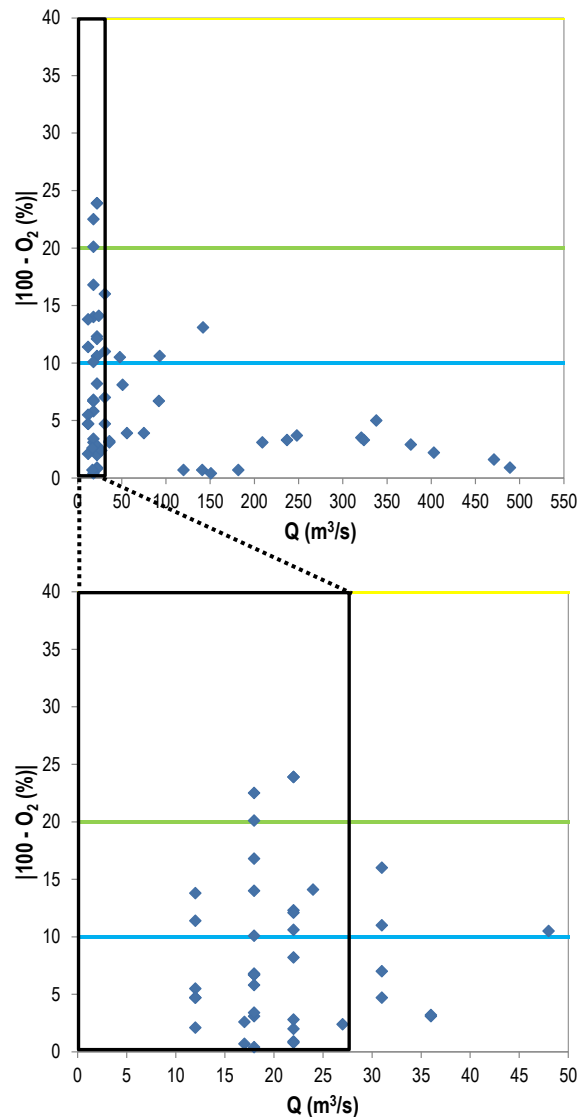
Come si può osservare nella figura seguente, con portate basse (pari al DMV) i valori del parametro sono più variabili, coprendo l'intero *range* di variabilità di questo parametro per questo tratto. Questa variabilità è legata principalmente alla limitata profondità dell'acqua che:

- consentendo un maggiore scambio con l'atmosfera, provoca una maggiore variabilità del parametro durante le 24 ore, anche in risposta alla variazione della temperatura;

- provocando una maggiore turbolenza dell'acqua favorisce la sovrasaturazione, processo ulteriormente facilitato, nel periodo estivo, anche dalla produzione di ossigeno da parte della vegetazione perifitica.

Non è tuttavia possibile riconoscere differenze nei valori del parametro tra i diversi valori di DMV sperimentati e nel complesso il parametro rientra comunque nel primo o secondo livello di qualità nel 93 % dei casi.

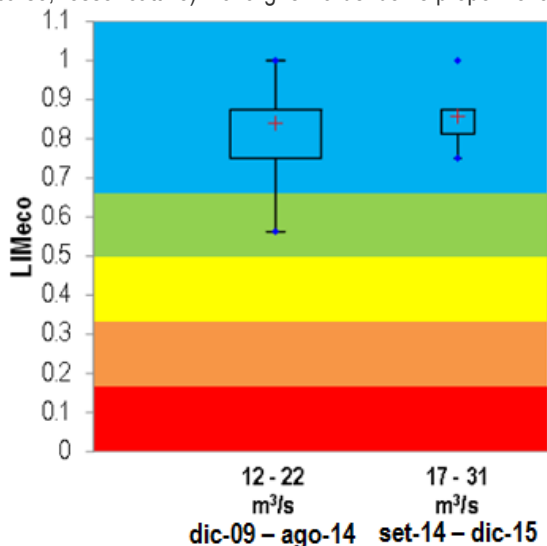
Figura 9-14 Grafico di correlazione tra i valori dello scostamento dell'ossigeno disciolto dalla saturazione e la portata giornaliera nel tratto TIC1. Il riquadro nero evidenzia i casi che ricadono nel range di portate del DMV. Ogni riga orizzontale indica il confine superiore di un livello di qualità (indicati dai colori: blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente).



Per meglio evidenziare eventuali effetti sul LIMeco dei diversi valori di DMV proposti, nel grafico seguente è presentato un confronto tra lo scenario di DMV sperimentale (rilasciato tra l'inizio della sperimentazione e la fine di agosto 2014 e comprendente tre scalini di valori: 12, 18 e 22 m^3/s) e quello incrementale (tra settembre 2014 e la fine della sperimentazione e comprendente tre scalini

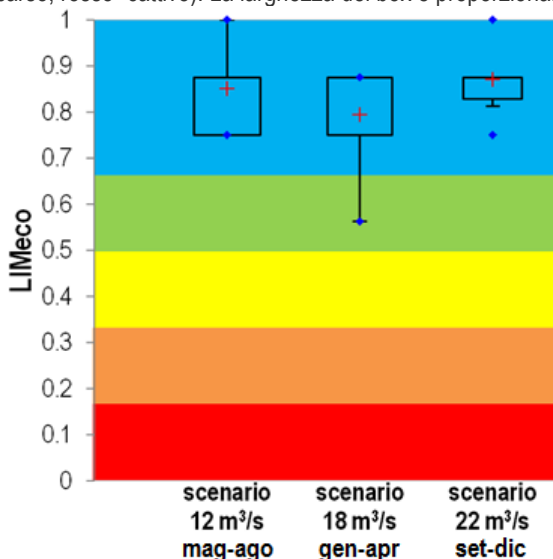
di valori: 17, 24 e 31 m³/s). I valori dell'indice LIMeco relativi ai due diversi scenari non sono risultati significativamente differenti.

Figura 9-15 Valori dell'indice LIMeco a confronto tra il primo scenario di DMV sperimentato (12-22 m³/s, dicembre 2009 - agosto 2014) e il secondo (17-31 m³/s, settembre 2014 – dicembre 2015). I colori indicano la classe di qualità (blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancione=scarso; rosso=cattivo). La larghezza dei box è proporzionale alla numerosità dei campioni.



Di seguito è proposto invece un confronto tra i tre diversi valori di DMV rilasciati con lo scenario sperimentale (gennaio-aprile: 18 m³/s, maggio-agosto: 12 m³/s, settembre-dicembre: 22 m³/s). Anche in questo caso non esistono evidenti differenze nel valore LIMeco tra i tre "scalini" di DMV.

Figura 9-16 Valori dell'indice LIMeco a confronto tra i tre scenari di modulazione stagionale del DMV (12 m³/s – maggio-agosto, 18 m³/s – gennaio-aprile, 22 m³/s – settembre-dicembre). I colori indicano la classe di qualità (blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancione=scarso; rosso=cattivo). La larghezza dei box è proporzionale alla numerosità dei campioni.



È possibile quindi concludere che non esiste una forte relazione tra la portata transitante in questo tratto e i valori dei principali macrodescrittori, nonché dell'indice di qualità LIMeco. Inoltre, nel complesso, la qualità chimica del tratto è risultata elevata e non appare un fattore limitante per il raggiungimento del buono stato ecologico in questo tratto.

9.4 DIATOMEE

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità diatomica rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il monitoraggio della comunità diatomica è avvenuto due volte l'anno dal 2010 al 2012.

In totale sono stati raccolti quindi 6 campioni. Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

2010	→		luglio		2012	→		giugno
			settembre					settembre
2011	→		giugno					
			settembre					

Risultati

La ricchezza in specie è elevata, contando un numero di *taxa* rinvenuti da un minimo di 25 ad un massimo di 39 per campionamento. La comunità diatomica osservata presenta una composizione differente fra i diversi campionamenti, ma nella quasi totalità dei casi le specie più ricorrenti sono tre: *Achnanthydium minutissimum* (ADMI), *Cocconeis placentula* (CPLA), *Cocconeis placentula var. lineata* (CPLI). L'abbondanza percentuale di queste tre specie costituisce, nella maggior parte dei casi, circa la metà degli individui campionati. In particolare la sola *Achnanthydium minutissimum*, nei campionamenti di settembre 2011 e 2012, rappresenta poco meno della metà della popolazione. In generale, l'abbondanza di questa specie pioniera (Stevenson, 1983; Bona et al., 2012) è risultata massima nei campioni raccolti a seguito di un periodo di portate elevate (luglio 2010, settembre 2011 e settembre 2012; portata massima nel trimestre precedente il campionamento: 802, 580, 513 m³/s rispettivamente). L'abbondante presenza di *Cocconeis placentula* (anch'essa una specie pioniera) in tutti i campioni è indice invece di una qualità chimica delle acque non ottimale (Szczepocka et al., 2015). Tuttavia, la compresenza di specie dall'ecologia e dalle preferenze trofiche differenti è indice di un ambiente dalla trofia moderata.

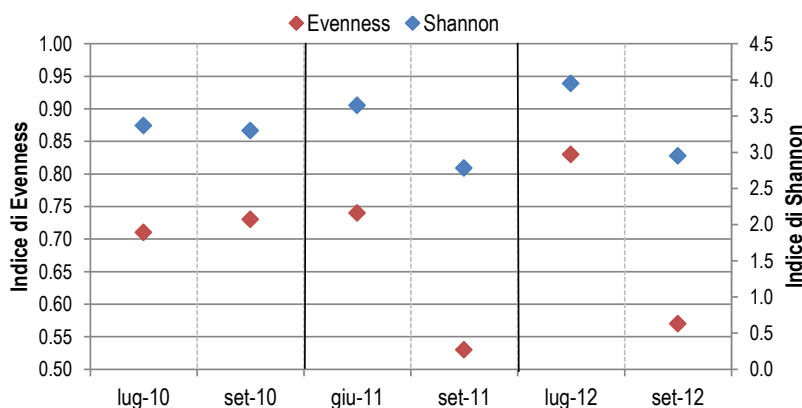
Alla descrizione appena fornita della comunità fa eccezione il campione raccolto nel mese di giugno 2012, nel quale non era presente una dominanza forte da parte di una o poche specie. L'unica specie che mostrava una buona abbondanza (*Nitzschia paleacea*) appartiene ad un genere tipicamente *silt-tolerant* (Bona et al., 2012), in grado di sopportare condizioni di elevate velocità di corrente e concentrazione di solidi sospesi, che esercitano invece un effetto di rimozione su specie non adattate a queste condizioni (Francoeur & Biggs, 2006). Questo campione è stato infatti raccolto in un periodo di portate elevate (portata in alveo al momento del campionamento: 56 m³/s).

Tabella 9-6 Comunità diatomica osservata nel tratto TIC1 durante il periodo di sperimentazione DMV (le specie dominanti sono indicate secondo la scala colorimetrica: blu=maggior abbondanza; bianco=minor abbondanza)

	lug-10	set-10	giu-11	set-11	giu-12	set-12
N° TOT di specie	28	25	32	39	28	33
Specie dominanti (%)						
ADMI	26.7	10.4	18.0	42.5	14.0	35.9
CPLA	0.0	37.5	5.0	26.0	7.0	31.4
CPLI	17.8	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0
Σ	44.6	47.9	51.0	68.5	21.0	67.3

I valori di diversità ed equiripartizione, valutati tramite gli indici di Shannon-Weaver e Evenness, sono elevati in tutti i campioni e raggiungono un massimo nel campione di giugno 2012, che come già anticipato, era caratterizzato da una struttura di comunità diversa da tutti gli altri, ed un minimo nel mese di settembre 2011. Nel complesso si può affermare che la comunità in questo tratto ha una struttura generalmente ben bilanciata.

Figura 9-17 Applicazione di due indici di diversità ed equiripartizione (Shannon-Weaver e Evenness).



L'indice NNS presenta un valore sempre ben al di sotto della soglia di significatività (<60%), indicando un basso grado di disturbo fisico dell'*habitat* fluviale. La diversità dei valori relativi ai diversi campionamenti all'interno di ogni anno è molto bassa.

Figura 9-18 Applicazione dell'indice NNS (% Navicula-Nitzschia-Suirella).

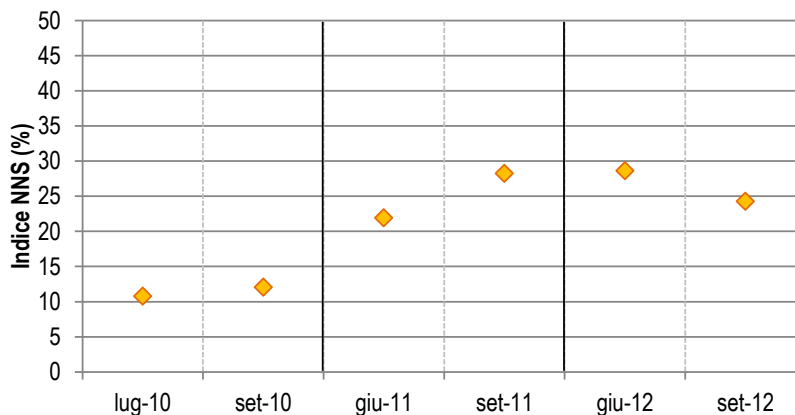


Tabella 9-7 Applicazione di alcuni indici caratterizzanti la comunità osservata.

Indice	lug-10	set-10	giu-11	set-11	giu-12	set-12
Shannon	3.37	3.30	3.65	2.78	3.95	2.95
Evenness	0.71	0.73	0.74	0.53	0.83	0.57
NNS (%)	10.7	12.0	21.9	28.2	28.6	24.2

Applicazione dell'indice ICMi

L'applicazione dell'indice ICMi mostra la qualità ecologica delle acque, il cui andamento è illustrato nel grafico seguente. In tabella sono riportati i dati medi annui dei sub-indici e degli RQE ottenuti, e una media complessiva sull'intero periodo di sperimentazione.

Figura 9-19 Andamento dell'Indice ICMi nel tratto TIC1 nel periodo di sperimentazione

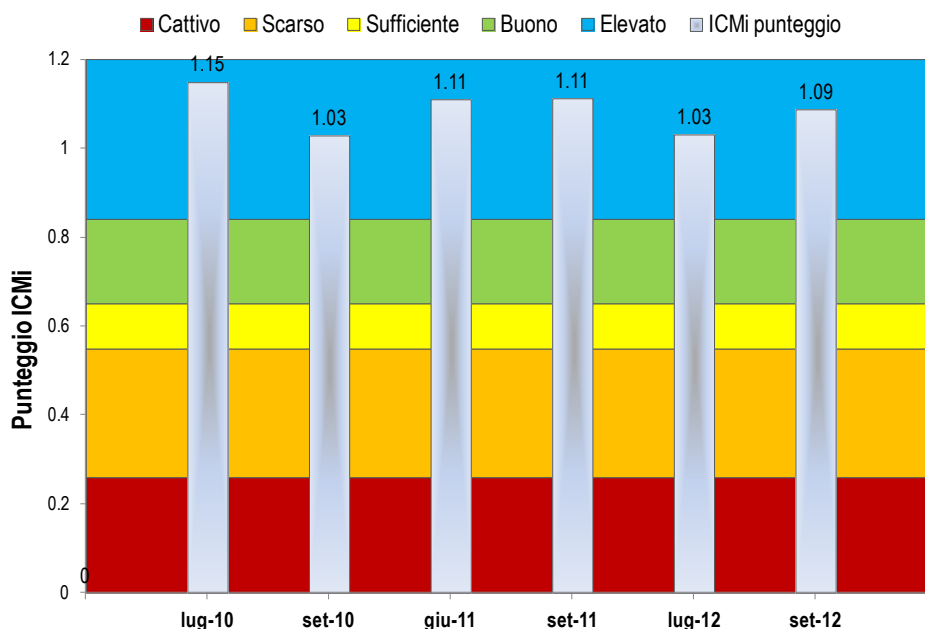


Tabella 9-8 applicazione dell'indice ICMi – valori medi annui

DATA	2010	2011	2012	Media sperimentazione
N° tot specie	26.50	35.50	30.50	30.83
IPS5	4.30	4.43	4.19	4.31
IPS20	16.68	17.29	16.16	16.71
RQE_IPS	1.00	1.04	0.97	1.00
TI	2.11	2.10	2.16	2.12
RQE_TI	1.18	1.19	1.15	1.17
ICMi punteggio	1.09	1.11	1.06	1.09
ICMi giudizio	elevato	elevato	elevato	elevato

Come mostrato dal grafico e dalla tabella precedenti, nel tratto di monitoraggio TIC1 la qualità delle acque, in base all'indice ICMi, si è mantenuta su un livello "elevato" per tutti i campionamenti condotti e quindi a livello medio per l'intero periodo di studio.

9.5 MACROFITE

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità macrofita rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il campionamento macrofite ha riguardato esclusivamente il primo triennio di monitoraggio della sperimentazione; con ddg della R.L. 4893/13 e con D. 308/13 della R.P., è stato infatti stabilito che questo descrittore non viene più utilizzato ai fini di valutare la qualità ecologica delle acque relativamente alla sperimentazione DMV. Inoltre, ad eccezione del 2011, in tutti gli anni non è stato possibile condurre campionamenti nella prima parte dell'estate per via della ridotta copertura vegetale presente in alveo. Le elevate portate tardo primaverili hanno infatti ritardato la crescita delle macrofite e i relativi rilievi alla fine dell'estate.

In totale sono stati raccolti 4 campioni, di seguito riepilogati:

2010 → | Settembre

2011 → | Luglio
| Settembre

2012 → | Settembre

Risultati

La copertura dell'alveo da parte delle macrofite è risultata condizionata dall'entità e dal periodo in cui si verificano le portate di morbida tardo-primaverili. Le coperture più basse sono state infatti rilevate nei campionamenti eseguiti ad una distanza minore dagli eventi di morbida. Per quanto riguarda il 2011, come premesso nel paragrafo precedente, le portate di morbida si sono verificate tardi (luglio) ed è stato quindi possibile condurre due campionamenti (uno prima e uno dopo le morbide); il valore di copertura indicato nella tabella seguente per il 2011 corrisponde alla media dei due campionamenti effettuati.

Tabella 9-9 Copertura percentuale dell'alveo da parte delle macrofite e della sola componente algale, rinvenuta nel tratto di Somma L. (TIC1) nel corso della sperimentazione.

	2010	2011	2012
Copertura totale	60%	48%	5%
di cui copertura algale	100%	95%	100%

A differenza della copertura, la ricchezza tassonomica è apparsa influenzata maggiormente dal procedere della stagione vegetativa che dall'idrologia, risultando sempre elevata alla fine dell'estate (17-20 taxa). Le fanerogame sono sempre presenti con coperture ridottissime e

confinare alle aree del corso d'acqua più vicine alle rive, dove la ridotta velocità di corrente ne consente lo sviluppo. Tra queste, l'unica rinvenuta con una buona copertura è l'esotica *Laragosiphon major*, che cresce nelle aree profonde e riparate dalla corrente che si creano a valle dei pennelli in pietrame lungo la sponda sinistra. Tenendo in considerazione anche la porzione centrale dell'alveo, invece, la comunità è fortemente dominata da macroalghe filamentose, principalmente del genere *Cladophora*.

Tabella 9-10 Ricchezza di macrofite e taxa dominanti nel Fiume Ticino a Somma Lombardo (TIC1) nel periodo di sperimentazione.

Campione	N° taxa	Taxon dominante	% dominanza
Settembre 2010	18	<i>Cladophora</i> sp.	70
Luglio 2011	10	<i>Cladophora</i> sp.	50
Settembre 2011	17	<i>Cladophora</i> sp.	65
Settembre 2012	20	<i>Geminella</i> sp.	100

Applicazione dell'indice IBMR

Grazie al buon numero di taxa rinvenuti e alla frequente presenza di specie sensibili alle alte concentrazioni di nutrienti, come *Microspora* sp., *Nasturtium officinale* e *Myriophyllum verticillatum*, lo stato ecologico in base all'indice IBMR in questo tratto è risultato mediamente "buono" in tutti gli anni di indagine e a livello medio.

Tabella 9-11 Valori del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) dell'indice IBMR applicato ai dati raccolti nel primo triennio di sperimentazione nel tratto di monitoraggio di Somma L. (TIC1).

	IBMR	Stato ecologico
2010	0.82	Buono
2011	0.80	Buono
2012	0.82	Buono
Media	0.81	Buono

9.6 MACROINVERTEBRATI

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità macrobentonica rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Per quanto riguarda la comunità di macroinvertebrati bentonici sono disponibili 29 campioni, raccolti con cadenza di base stagionale e con frequenza maggiore in periodi caratterizzati da portate pari o prossime al DMV (in particolare nel 2011 e nel 2013). Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

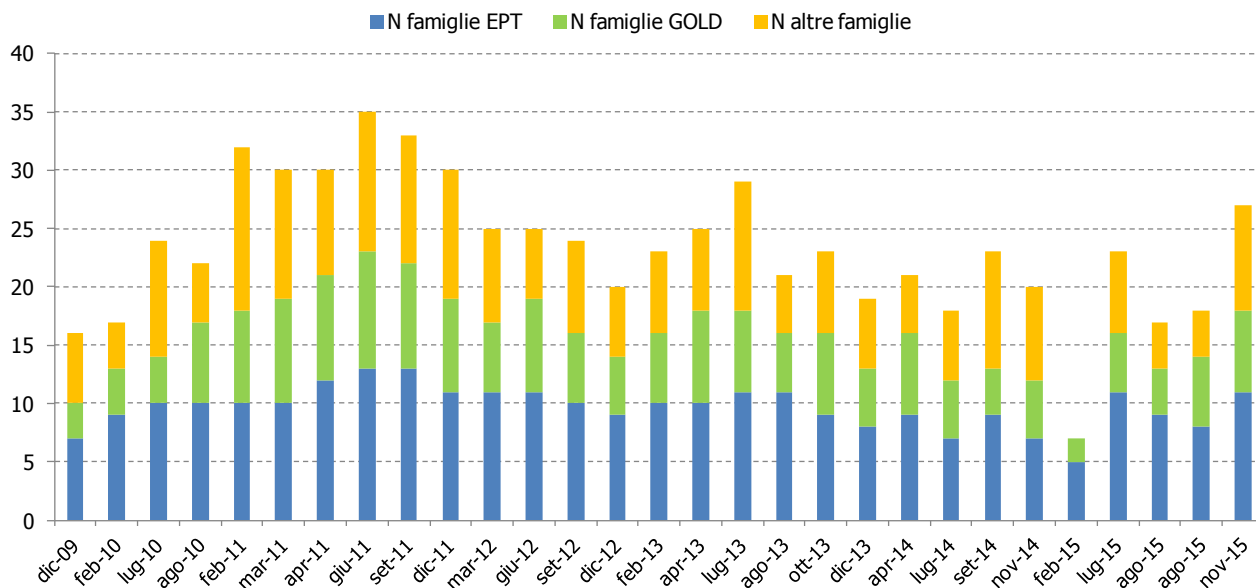
2010	→	04/12/2009 26/02/2010 06/07/2010 26/08/2010	2012	→	13/03/2012 29/06/2012 03/09/2012 13/12/2012	2014	→	22/04/2014 21/07/2014 05/09/2014 03/11/2014
2011	→	10/02/2011 04/03/2011 07/04/2011 15/06/2011 09/09/2011 07/12/2011	2013	→	28/02/2013 19/04/2013 10/07/2013 29/08/2013 03/10/2013 05/12/2013	2015	→	11/02/2015 13/07/2015 03/08/2015 24/08/2015 17/11/2015

Risultati

La comunità macrobentonica individuata nel tratto d'interesse mostra una ricchezza tassonomica elevata e molto variabile, rappresentata da un minimo di 7 famiglie ad un massimo di 35, appartenenti a tre macrogruppi: le "famiglie EPT" (appartenenti agli ordini *Plecotteri*, *Efemerotteri*, *Tricotteri*), le "famiglie GOLD" (appartenenti agli ordini *Gasteropodi*, *Oligocheti*, *Ditteri*) e le famiglie che non appartengono a questi due gruppi. Questi gruppi sono stati individuati sulla base delle caratteristiche ecologiche prevalenti: il primo rappresenta organismi generalmente sensibili a perturbazioni di natura chimica e con preferenza per acque correnti; il secondo contiene prevalentemente organismi filtratori, con preferenza per acque con bassa velocità di corrente; il terzo contiene organismi con preferenze di *habitat* varie e generalmente rinvenuti nei corsi d'acqua con abbondanze minori rispetto agli altri due.

Le famiglie appartenenti al gruppo EPT sono quasi sempre più frequenti di quelle appartenenti al gruppo GOLD e ugualmente frequenti rispetto alle famiglie che non appartengono a questi due gruppi. Da questa composizione tassonomica su macrogruppi si denota un ambiente abbastanza eterogeneo, oligotrofo e caratterizzato da acque correnti ben ossigenate.

Figura 9-20 Numero di famiglie riconosciute e caratterizzazione in tre macrogruppi in base all'ecologia di alcuni generi.



Anche la densità di individui è elevata, variando generalmente da circa 2000 a circa 10000 individui per metro quadro, con alcuni picchi eccezionali, il principale raggiunto nell'aprile 2011 pari a circa 38000 individui. Tra gli individui rinvenuti, i *taxa* maggiormente rappresentati sono i Tricotteri gli Efemerotteri, ed i Ditteri; all'interno degli ordini più abbondanti, le famiglie numericamente dominanti sono quelle degli Hydropsychidae, dei Baetidae ed Ephemerellidae e dei Chironomidae e Simuliidae. Generalmente queste famiglie non mostrano una netta dominanza sulle altre e la diversità, calcolata tramite l'indice di Shannon varia tra 0.780 e 2.518, dove il valore di riferimento proprio del tratto è pari a 1.978. Di seguito si riportano le densità riscontrate nei campionamenti effettuati dal 2009 al 2015 e la distribuzione percentuale degli individui tra i diversi macrogruppi da cui è composta la comunità.

Figura 9-21 Densità dei diversi gruppi tassonomici per l'intero periodo di monitoraggio.

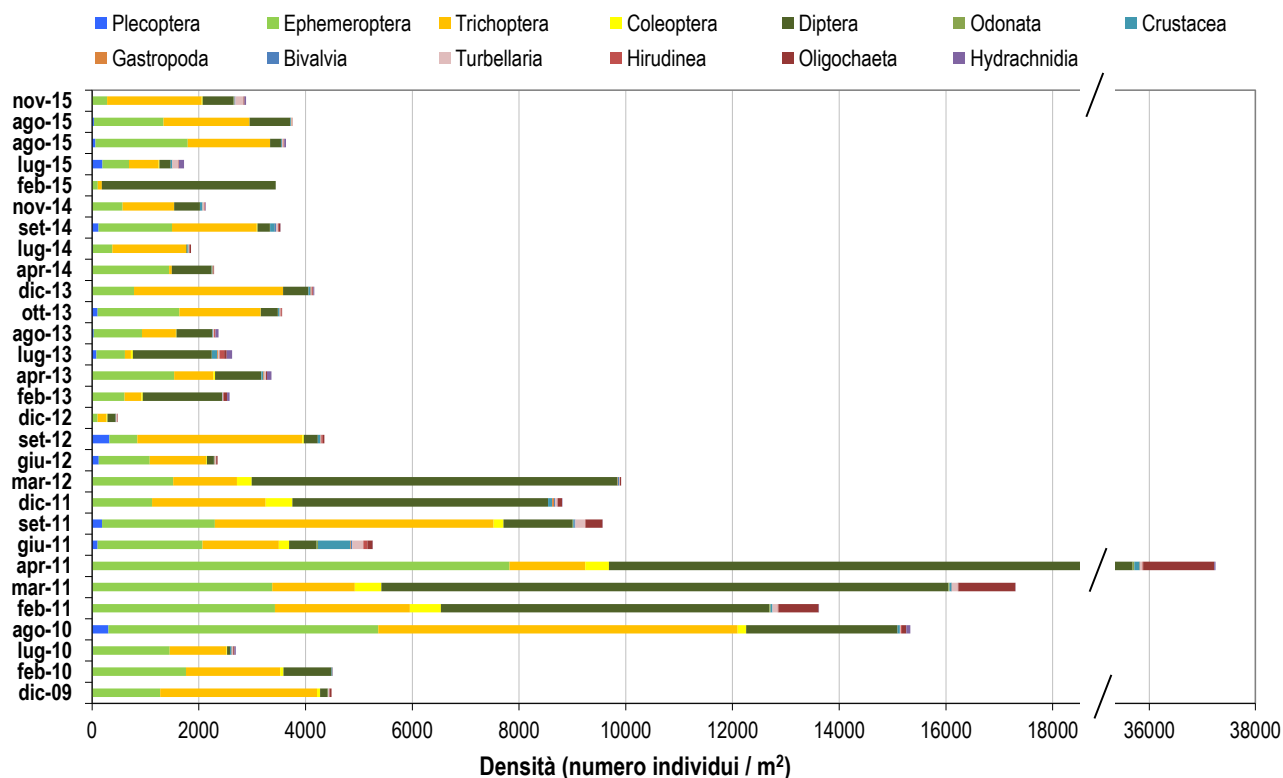
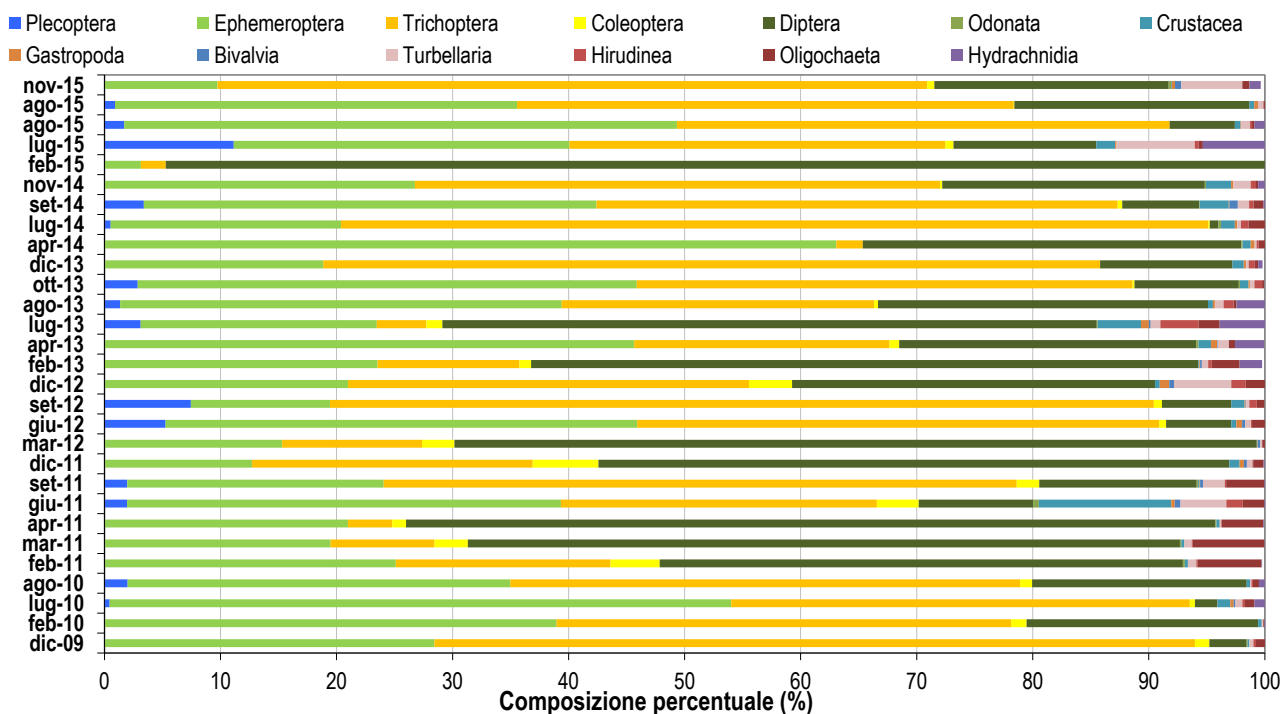
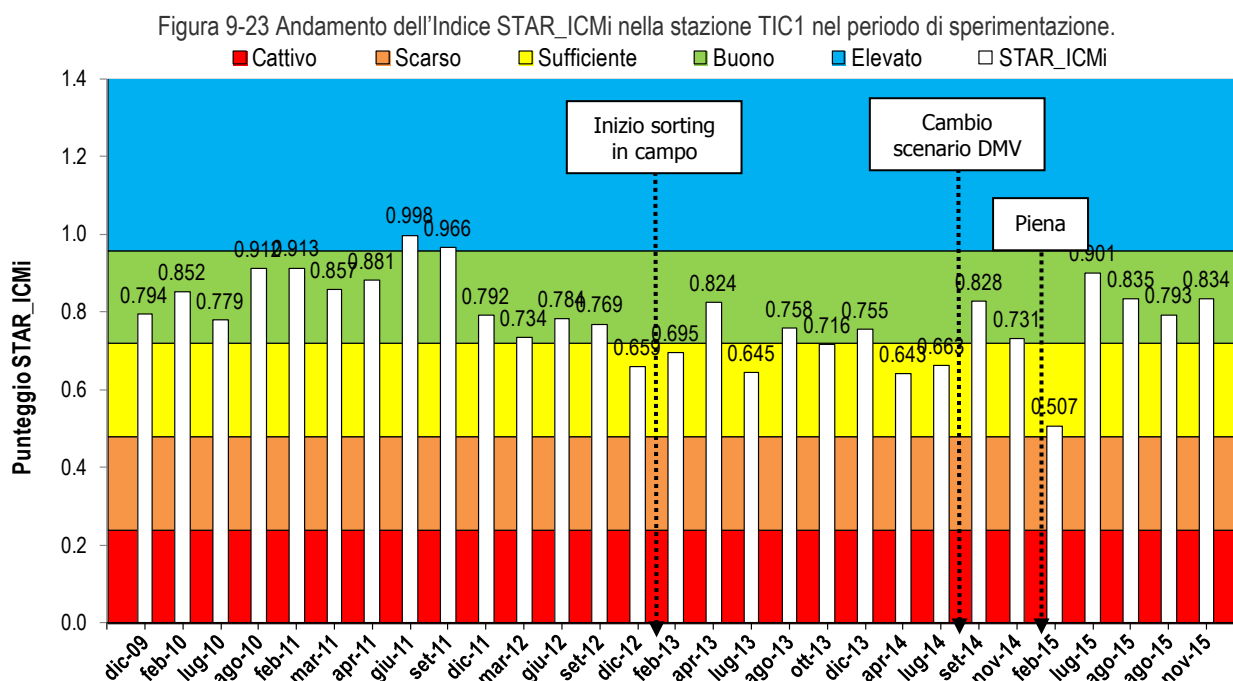


Figura 9-22 Composizione percentuale della comunità per l'intero periodo di monitoraggio.



Applicazione dell'indice STAR_ICMi

L'applicazione dell'indice STAR_ICMi ai dati raccolti ha permesso di evidenziare uno stato ecologico del tratto variabile da "sufficiente" a "elevato". L'introduzione della metodica di *sorting* in campo, avvenuta all'inizio del 2013, non ha portato ad una evidente variazione nel giudizio di qualità assegnato, anche se è possibile osservare una lieve riduzione dei valori dell'indice, pur sempre all'interno del livello "buono". Anche il cambio nello scenario di DMV avvenuto a settembre 2014, non ha comportato una variazione nel giudizio di qualità, mediamente buono con entrambi gli scenari. Infine, a seguito del forte evento di piena verificatosi a fine 2014, è stato registrato il valore più basso dell'indice.



Nella tabella seguente sono riportati i valori medi annui di ciascuna metrica componente l'indice STAR_ICMi e dell'indice stesso. Come si può osservare, lo stato ecologico del tratto in base alla comunità macrobentonica è "buono" per tutti gli anni della sperimentazione, con l'eccezione del 2014 in cui raggiunge un punteggio corrispondente ad un giudizio "sufficiente". Complessivamente sull'intero periodo di sperimentazione lo stato ecologico secondo l'indice STAR_ICMi è "buono".

Tabella 9-12 Applicazione dell'indice STAR_ICMi – valori medi annui

DATA	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Media Sperimentazione
Indice ASPT	5.828	5.918	5.774	5.792	5.695	5.905	5.827
Indice EPTD	2.142	2.157	1.065	1.107	1.259	1.767	1.596
Indice GOLD	0.885	0.540	0.707	0.674	0.834	0.690	0.705
N° famiglie	20	32	24	23	21	18	23
Indice EPT	9	12	10	10	8	9	10
Indice di Shannon	1.704	1.696	1.742	1.656	1.476	1.624	1.652
STAR_ICMi punteggio	0.834	0.901	0.737	0.732	0.716	0.774	0.787
STAR_ICMi giudizio	buono	buono	buono	buono	sufficiente	buono	buono

Relazione tra stato dei macroinvertebrati e portate

Di seguito sono mostrati gli andamenti delle portate nel tratto di monitoraggio a confronto con i valori dell'indice STAR_ICMi. Come si può cogliere anche visivamente, l'indice assume spesso valori elevati, sia a seguito di periodi di portate elevate, che a seguito di periodi di portate di solo DMV, come si può vedere ad es. osservando i campionamenti di marzo e luglio 2012 e la storia idrologica che li precede.

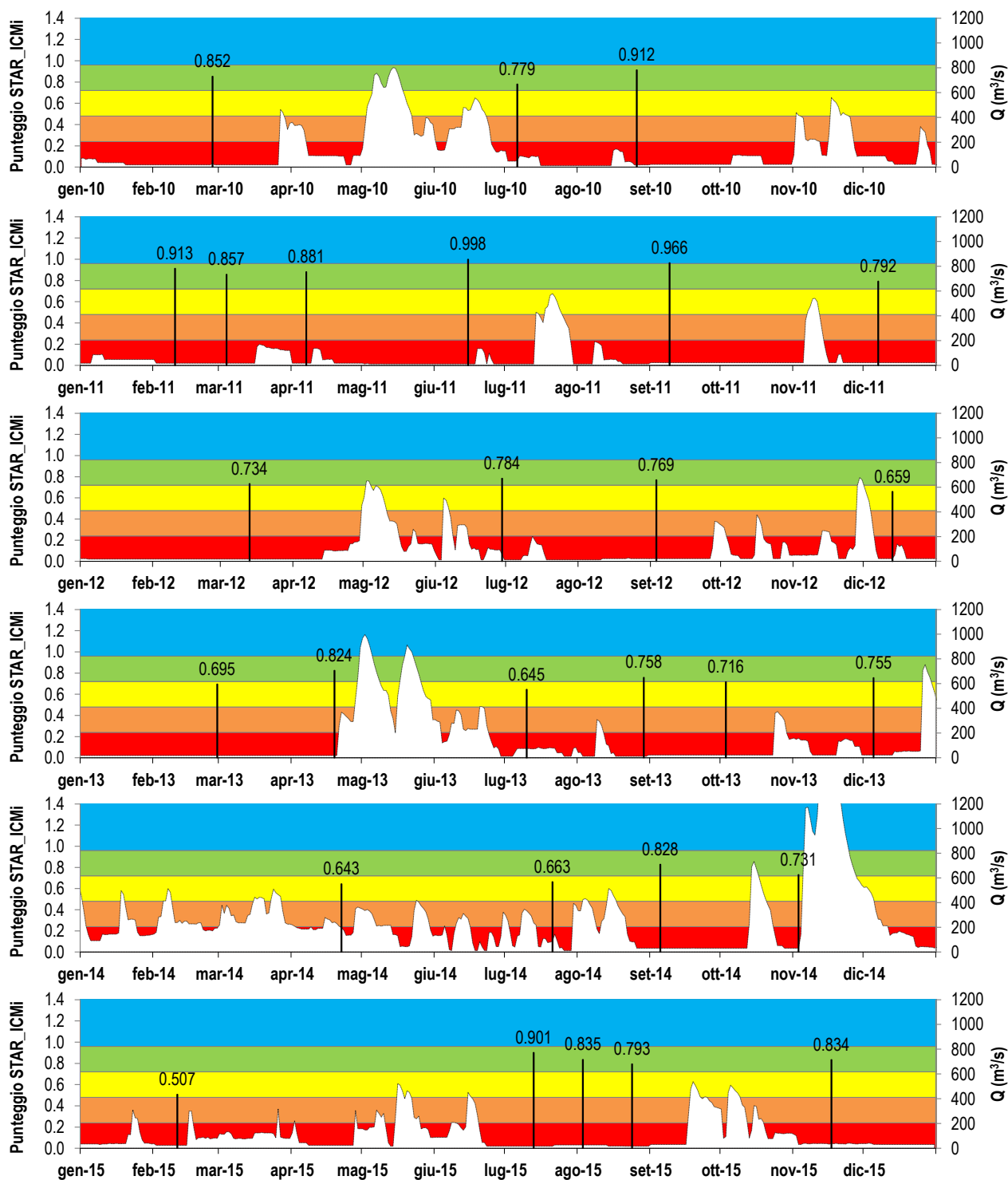
In periodi prolungati in cui la portata presente in alveo era data dal solo DMV, la frequenza del campionamento è stata aumentata (in particolare nel secondo triennio). In particolare sono disponibili campioni raccolti in serie in cinque periodi di DMV prolungato:

- Febbraio-marzo 2011;
- Dicembre 2011-marzo 2012;
- Febbraio-aprile 2013;
- Agosto-ottobre 2013;
- Luglio-agosto 2015.

In tutti questi casi, ad eccezione di febbraio-aprile 2013, lo STAR_ICMi ha mostrato una lieve riduzione col protrarsi delle basse portate, principalmente legata ad una riduzione nei valori dell'indice di Shannon, conseguente ad un aumento dell'abbondanza relativa nei campioni di *taxa* tolleranti, quali i Chironomidae. In tutti i casi, però, nonostante la riduzione nel valore dell'indice, la classe di qualità si è mantenuta "buona", con la sola eccezione del periodo agosto-ottobre 2013, in cui il secondo campione è in classe "sufficiente", *borderline* con la classe "buona".

È interessante infine notare come valori "sufficienti" dello STAR_ICMi si siano verificati spesso successivamente a periodi con portate elevate. Esempio in tal senso è il campione raccolto a febbraio 2015, successivamente all'imponente piena di fine 2014, che è stata in grado di alterare fortemente la comunità: al momento del campionamento sono stati riscontrati bassissimi valori di ricchezza, diversità e GOLD (i valori più bassi dell'intero periodo sperimentale), dovuti alla netta dominanza di Chironomidae e Simuliidae (oltre il 90% degli individui).

Figura 9-24 Andamento annuo dell'indice STAR_ICMi e portate presenti nella stazione di monitoraggio negli anni della sperimentazione. I colori di sfondo rappresentano le classi di qualità (blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente;arancio=scasso; rosso=cattivo).



Di seguito si riportano i valori medi annui dell'indice STAR_ICMi ricalcolati escludendo il valore relativo al mese di febbraio 2015, che, come già commentato, è fortemente influenzato dalla piena straordinaria che si è verificata a fine 2014. L'effetto di questa eliminazione è un lieve aumento dei

valori dell'indice per il 2015 e come media dell'intera sperimentazione; restano invariati i giudizi di qualità.

Tabella 9-13 Applicazione dell'indice STAR_ICMi – valori medi annui

DATA	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Media Sperimentazione
Indice ASPT	5.828	5.918	5.774	5.792	5.695	5.845	5.815
Indice EPTD	2.142	2.157	1.065	1.107	1.259	2.034	1.628
Indice GOLD	0.885	0.540	0.707	0.674	0.834	0.849	0.728
N° famiglie	20	32	24	23	21	21	24
Indice EPT	9	12	10	10	8	10	10
Indice di Shannon	1.704	1.696	1.742	1.656	1.476	1.836	1.684
STAR_ICMI punteggio	0.834	0.901	0.737	0.732	0.716	0.841	0.797
STAR_ICMI giudizio	buono	buono	buono	buono	sufficiente	buono	buono

Per meglio approfondire eventuali relazioni tra l'indice STAR_ICMi o le sue sotto-metriche e le portate transanti in alveo, di seguito sono riportati i valori delle metriche biologiche a confronto con alcuni parametri che definiscono la portata nel periodo precedente il campionamento.

Tabella 9-14 Metriche descrittive della comunità di macroinvertebrati e metriche descrittive della portata relative al periodo immediatamente precedente il campionamento – periodo 2010-2012.

METRICA		feb-10	lug-10	ago-10	feb-11	mar-11	apr-11	giu-11	set-11	dic-11	mar-12	giu-12	set-12	dic-12	
BIO	Indice ASPT	6.133	5.789	5.889	5.913	5.818	6.038	5.786	6.160	5.792	5.958	5.542	5.913	5.684	
	Indice EPTD	2.212	1.322	2.712	2.324	2.276	2.360	2.356	2.196	1.431	1.176	1.431	1.176	0.477	
	Indice GOLD	0.800	0.970	0.810	0.494	0.325	0.266	0.880	0.831	0.444	0.306	0.928	0.933	0.663	
	N° famiglie	17	24	22	32	30	30	35	33	30	25	25	24	20	
	Indice EPT	9	10	10	10	10	12	13	13	11	11	11	10	9	
	Indice di Shannon	1.919	1.577	1.710	1.846	1.406	1.141	2.434	1.745	1.602	1.485	1.679	1.536	2.268	
	STAR_ICMI punteggio	0.852	0.779	0.912	0.913	0.857	0.881	0.998	0.966	0.792	0.734	0.784	0.769	0.659	
	STAR_ICMI giudizio	B	B	B	B	B	B	E	E	B	B	B	B	S	
IDRO	Giorno di campionamento	DMV previsto – m ³ /s	18	12	12	18	18	18	12	22	22	18	12	22	22
		Q media – m ³ /s	28	51	17	18	18	18	12	22	22	18	56	22	22
		N° giorni DMV immediatamente prima del campionamento	0	0	0	9	31	7	43	21	16	70	0	3	7
	1 mese precedente	Q media – m ³ /s	18	291	37	39	18	79	12	29	121	18	166	20	204
		Q mediana – m ³ /s	18	315	12	48	18	70	12	22	22	18	98	22	119
		Q sd – m ³ /s	2	175	46	14	0	63	0	28	180	0	145	4	221
		Q min – m ³ /s	18	48	12	18	18	18	12	13	22	18	12	12	22
		Q max – m ³ /s	28	557	146	49	18	171	12	160	542	18	513	28	679
		10° percentile – m ³ /s	18	48	12	18	18	18	12	13	22	18	12	12	22
		90° percentile – m ³ /s	18	512	126	48	18	153	12	47	481	18	366	22	603
		N° giorni di DMV	29	0	19	9	30	15	30	21	20	30	4	9	11
	3 mesi precedenti	Q media – m ³ /s	28	309	143	109	49	48	41	103	64	19	190	65	133
		Q mediana – m ³ /s	18	260	84	48	22	18	18	13	22	18	117	22	51
		Q sd – m ³ /s	17	233	162	137	57	45	50	162	124	2	181	89	159
		Q min – m ³ /s	18	18	12	18	18	18	12	12	22	18	12	12	22
		Q max – m ³ /s	72	802	557	560	325	171	171	580	542	22	652	442	679
		10° percentile – m ³ /s	18	88	12	18	18	18	12	12	22	18	18	12	22
		90° percentile – m ³ /s	63	678	444	333	90	135	135	416	99	22	514	174	326
N° giorni di DMV	≥ 37	3	31	26	48	50	65	56	78	87	17	37	33		

Tabella 9-15 Metriche descrittive della comunità di macroinvertebrati e metriche descrittive della portata relative al periodo immediatamente precedente il campionamento – periodo 2013-2015.

METRICA		feb-13	apr-13	lug-13	ago-13	ott-13	dic-13	apr-14	lug-14	set-14	nov-14	feb-15	lug-15	ago-15	ago-15	nov-15	
BIO	Indice ASPT	5.895	6.190	5.833	5.850	5.455	5.529	5.947	5.556	5.750	5.526	6.143	6.000	5.750	5.588	6.043	
	Indice EPTD	0.845	1.431	0.000	1.322	1.230	1.813	0.477	1.114	1.875	1.568	0.699	2.029	2.386	2.201	1.519	
	Indice GOLD	0.400	0.733	0.411	0.711	0.907	0.881	0.665	0.976	0.925	0.770	0.053	0.872	0.941	0.793	0.789	
	N° famiglie	23	25	29	21	23	19	21	18	23	20	7	23	17	18	27	
	Indice EPT	10	10	11	11	9	8	9	7	9	7	5	11	9	8	11	
	Indice di Shannon	1.744	1.944	1.744	1.690	1.353	1.460	1.258	1.071	1.845	1.728	0.780	2.518	1.543	1.590	1.691	
	STAR_ICMI punteggio	0.695	0.824	0.645	0.758	0.716	0.755	0.643	0.663	0.828	0.731	0.507	0.901	0.835	0.793	0.834	
	STAR_ICMI giudizio	S	B	S	B	S	B	S	S	B	B	S	B	B	B	B	
IDRO	Giorno di campionamento	DMV previsto – m ³ /s	18	18	12	12	22	22	18	12	31	31	24	17	17	17	31
		Q media – m ³ /s	18	18	75	12	22	22	197	86	31	31	24	17	27	17	39
		N° giorni DMV immediatamente prima del campionamento	72	122	0	13	33	6	0	0	5	7	10	21	42 *	64 *	0
	1 mese precedente	Q media – m ³ /s	18	18	163	58	22	66	252	156	193	203	65	89	21	23	78
		Q mediana – m ³ /s	18	18	111	12	22	22	215	127	147	41	37	17	17	27	60
		Q sd – m ³ /s	0	0	133	88	0	55	96	109	166	244	74	140	5	5	47
		Q min – m ³ /s	18	18	12	12	22	22	181	12	31	31	24	17	17	17	31
		Q max – m ³ /s	18	18	414	308	22	155	510	347	514	734	311	451	27	27	212
		10° percentile – m ³ /s	18	18	12	12	22	22	186	41	31	31	24	17	17	17	36
		90° percentile – m ³ /s	18	18	383	198	22	143	452	316	428	621	142	366	27	27	123
	N°giorni di DMV	30	30	6	19	30	17	0	2	5	15	10	21	30 *	30 *	3	
	3 mesi precedenti	Q media – m ³ /s	48	18	356	113	45	66	265	185	180	147	307	142	128	66	158
		Q mediana – m ³ /s	18	18	294	75	22	22	237	159	144	31	88	89	46	27	78
		Q sd – m ³ /s	104	0	288	117	55	84	99	114	145	188	463	142	144	94	165
		Q min – m ³ /s	18	18	12	12	12	22	132	12	12	31	24	17	17	17	17
		Q max – m ³ /s	602	18	997	414	308	374	514	420	514	734	1792	523	523	451	537
		10° percentile – m ³ /s	18	18	18	12	12	22	170	43	29	31	24	17	17	17	17
		90° percentile – m ³ /s	87	18	825	295	78	154	431	344	378	429	972	399	399	174	419
	N°giorni di DMV	79	90	15	29	57	64	0	5	14	49	11	36	44 *	64 *	31	

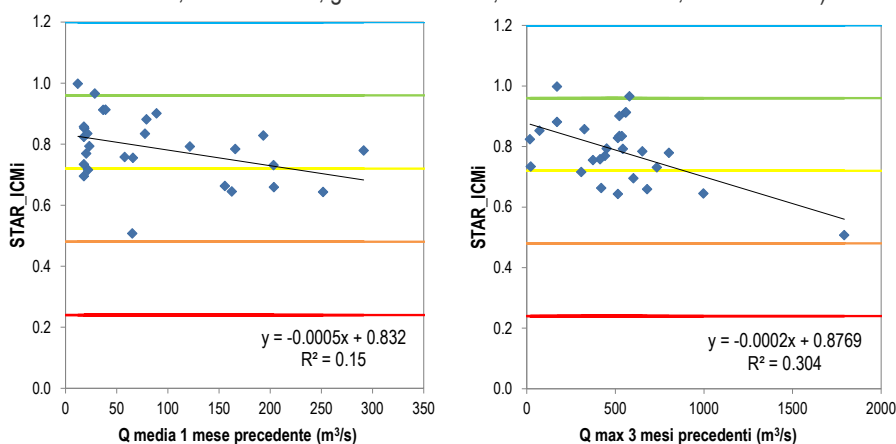
* Nel numero di giorni di DMV è conteggiato anche il periodo compreso tra il 22/07/2015 e il 13/08/2015, durante il quale il DMV è stato incrementato fino a 27 m³/s per fronteggiare la crisi idrica nel Po.

Di seguito sono riportati i valori del coefficiente di correlazione lineare (R^2) calcolati per tutte le combinazioni disponibili tra i parametri biologici e i parametri idrologici della tabella precedente. Come si può osservare, tutte le coppie di parametri risultano scarsamente correlate tra loro. Il valore più elevato di R^2 si trova per il confronto tra STAR_ICMi e portata massima dei tre mesi precedenti il campionamento, che sono indirettamente proporzionali. È da evidenziare però come la correlazione, ancora una volta, sia particolarmente influenzata dal campione di febbraio 2015 (raccolto dopo la piena di fine 2014). Nel complesso, le metriche biologiche non appaiono rispondere ai parametri di portata. Si riporta comunque il grafico relativo al confronto tra valori dello STAR_ICMi e la portata media del mese precedente il campionamento.

Tabella 9-16 Valori del coefficiente di correlazione lineare R^2 calcolato confrontando i dati relativi ad alcune metriche biologiche descrittive della comunità di macroinvertebrati e quelli relativi ad alcune metriche descrittive della portata presente in alveo. La scala di colori è proporzionale al valore dell' R^2 : blu=elevata correlazione; bianco=bassa correlazione.

		ASPT	EPTD	GOLD	N° famiglie	EPT	Shannon	STAR_ICMi	densità
Giorno di campionamento	Q media – m ³ /s	0.00	0.23	0.01	0.01	0.03	0.09	0.17	0.05
	N° giorni DMV immediatamente prima del campionamento	0.08	0.00	0.05	0.04	0.04	0.04	0.01	0.00
1 mese precedente	Q media – m ³ /s	0.09	0.22	0.03	0.01	0.04	0.00	0.15	0.07
	Q mediana – m ³ /s	0.02	0.16	0.03	0.00	0.01	0.02	0.09	0.03
	Q min – m ³ /s	0.06	0.11	0.00	0.02	0.02	0.05	0.09	0.02
	Q max – m ³ /s	0.08	0.18	0.01	0.02	0.04	0.01	0.13	0.09
	10° percentile – m ³ /s	0.00	0.12	0.00	0.02	0.04	0.07	0.11	0.03
	90° percentile – m ³ /s	0.11	0.18	0.01	0.01	0.03	0.01	0.12	0.07
	N°giorni di DMV	0.03	0.11	0.04	0.04	0.07	0.08	0.11	0.03
3 mesi precedenti	Q media – m ³ /s	0.00	0.25	0.00	0.07	0.08	0.05	0.24	0.10
	Q mediana – m ³ /s	0.01	0.25	0.01	0.01	0.01	0.02	0.14	0.08
	Q min – m ³ /s	0.01	0.10	0.01	0.02	0.03	0.05	0.10	0.01
	Q max – m ³ /s	0.00	0.18	0.09	0.17	0.20	0.09	0.30	0.07
	10° percentile – m ³ /s	0.00	0.13	0.00	0.02	0.04	0.07	0.11	0.03
	90° percentile – m ³ /s	0.00	0.12	0.01	0.09	0.08	0.04	0.15	0.06
	N°giorni di DMV	0.01	0.04	0.04	0.11	0.11	0.05	0.08	0.04

Figura 9-25 Grafici di correlazione tra lo STAR_ICMi e la portata media del mese precedente (sinistra) e la portata massima dei tre mesi precedenti il campionamento (destra). Ogni riga orizzontale indica il confine superiore di un livello di qualità (indicati dai colori: blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancione=scarso; rosso=cattivo).



È possibile concludere che lo stato precedente ecologico definito dall'indice STAR_ICMi per il tratto TIC1 è mediamente "buono" e scarsamente influenzato dalle variazioni di portata osservate.

9.7 FAUNA ITTICA E SUO HABITAT

In questo paragrafo viene descritto lo stato della comunità ittica nel tratto d'interesse, ricostruito sulla base dei risultati di appositi censimenti ittici. La valutazione sintetica dell'abbondanza e della struttura delle popolazioni ittiche, espressa nella tabella riepilogativa (Tabella 9-17), si riferisce all'intero arco del periodo sperimentale.

Nel tratto sono state catturate 23 specie ittiche, appartenenti a 10 famiglie; le specie alloctone sono risultate essere 6. Prevalgono nettamente i Ciprinidi, con 13 specie.

I risultati dell'ultimo censimento effettuato, nel mese di agosto 2015, sono illustrati graficamente in Figura 9-26. Le strutture di popolazione più significative delle diverse specie ittiche rinvenute sono riportate nell'Allegato 4 – *Habitat Idraulico-morfologico e fauna ittica*.

Le specie più abbondanti numericamente sono ghiozzo e sanguinerola, seguite da barbo comune, cavedano, cobite comune, tinca e vairone. Tra gli esotici è abbondante e ben strutturata la popolazione di rodeo, mentre i gardon sono frequenti ma rappresentati soprattutto dai giovani. La presenza del siluro è confermata, ma al momento limitata a pochi individui giovani.

I campionamenti mediante elettropesca, nelle zone guadabili e in barca, hanno permesso di catturare soprattutto le specie di piccola taglia o gli individui delle classi giovanili; da sottolineare il fatto che i pesci adulti di media e grossa taglia sono stati osservati solo nelle zone più profonde, grazie all'osservazione subacquea. Ciò è presumibilmente da mettere in relazione con la scarsa presenza di rifugi forniti dalla morfologia dell'alveo e delle sponde, in concomitanza con l'elevata pressione esercitata dagli uccelli ittiofagi; le zone più aperte e meno profonde sono pertanto evitate dai pesci di media taglia per evitare il rischio di predazione.

Rispetto alle specie potenzialmente attese in questo tratto, nei censimenti spicca l'assenza di Salmonidi; elemento ormai consolidato anche nell'ambito della gestione della pesca e ragionevolmente connesso alle temperature estive dell'acqua.

Circa 2 km a monte, presso lo sbarramento del Panperduto, è stato realizzato un passaggio pesci in cui è presente un sistema di monitoraggio degli esemplari che lo attraversano. Nell'ambito del progetto Cariplo "Interventi per la conservazione dello Storione cobice (*Acipenser naccarii*) nel Fiume Ticino" e Life Nature - CON.FLU.PO (LIFE 11 NAT/11/188 "Restoring connectivity in Po river basin opening migratory route for *Acipenser naccarii* and 10 fish species in Annex II") sono disponibili i dati del monitoraggio per il periodo dal 16 maggio 2012 al 28 ottobre 2015; tali informazioni, benché non direttamente confrontabili con i risultati dei censimenti ittici, consentono comunque di ampliare la base conoscitiva in termini di specie presenti. All'interno del passaggio sono state osservate 10 specie in più rispetto a quelle rinvenute tramite elettropesca nell'ambito

della sperimentazione nel tratto TIC1, tra le quali le 3 di Salmonidi vocazionali (trota marmorata, trota lacustre e temolo), oltre ad altre introdotte (trota fario e suoi ibridi con marmorata, trota iridea e salmerino di fonte), con presenze peraltro modestissime. Sono inoltre stati osservati, sempre in numero molto esiguo, la lampreda padana di ruscello, la savetta e, tra gli esotici, l'abramide e il pesce gatto punteggiato. Le specie rinvenute con maggiore frequenza nel passaggio sono il barbo comune, il vairone, il gardon e in misura minore, il cavedano.

Sebbene le osservazioni nel passaggio pesci abbiano rilevato la presenza di trota marmorata e temolo, le due specie salmonicole teoricamente attese per questo tratto di Ticino, le rilevazioni sono talmente esigue che di fatto viene confermata l'assenza di popolazioni vere e proprie, sia in termini di struttura che di abbondanza.

Tabella 9-17 Composizione della comunità ittica della stazione TIC1; in rosso sono indicate le specie esotiche.

Famiglia	Specie ittica	Consistenza (1-4)	Struttura (A-B-C)
Ciprinidi	Alborella	1	ND
Anguillidi	Anguilla	2	C
Ciprinidi	Barbo comune	3	A
Blennidi	Cagnetta	2	A
Ciprinidi	Carassio	1	ND
Ciprinidi	Carpa	2	A
Ciprinidi	Cavedano	3	B
Cobitidi	Cobite comune	3	A
Ciprinidi	Gardon	3	B
Gobidi	Ghiozzo padano	4	A
Esocidi	Luccio	1	ND
Percidi	Lucioperca	1	ND
Percidi	Persico reale	2	A
Centrarchidi	Persico sole	2	A
Ciprinidi	Pigo	1	ND
Ciprinidi	Rodeo amaro	3	A
Ciprinidi	Sanguinerola	4	A
Ciprinidi	Scardola	1	ND
Cottidi	Scazzone	1	ND
Siluridi	Siluro	2	B
Ciprinidi	Tinca	3	B
Ciprinidi	Triotto	2	A
Ciprinidi	Vairone	3	A

*struttura: ND = popolazione rappresentata da un numero di individui troppo basso per definirne la struttura; A = popolazione ben strutturata; B = popolazione destrutturata, eccessiva abbondanza delle classi giovanili; C = popolazione destrutturata, eccessiva abbondanza delle classi adulte.

** consistenza: 1 = specie occasionale; 2 = specie presente, ma quantitativamente al di sotto delle sue potenzialità; 3 = specie abbondante, soddisfa le sue potenzialità; 4 = specie molto abbondante, numericamente dominante sulle altre.

Figura 9-26 Risultati del censimento ittico nel tratto TIC1 nel mese di agosto 2015.

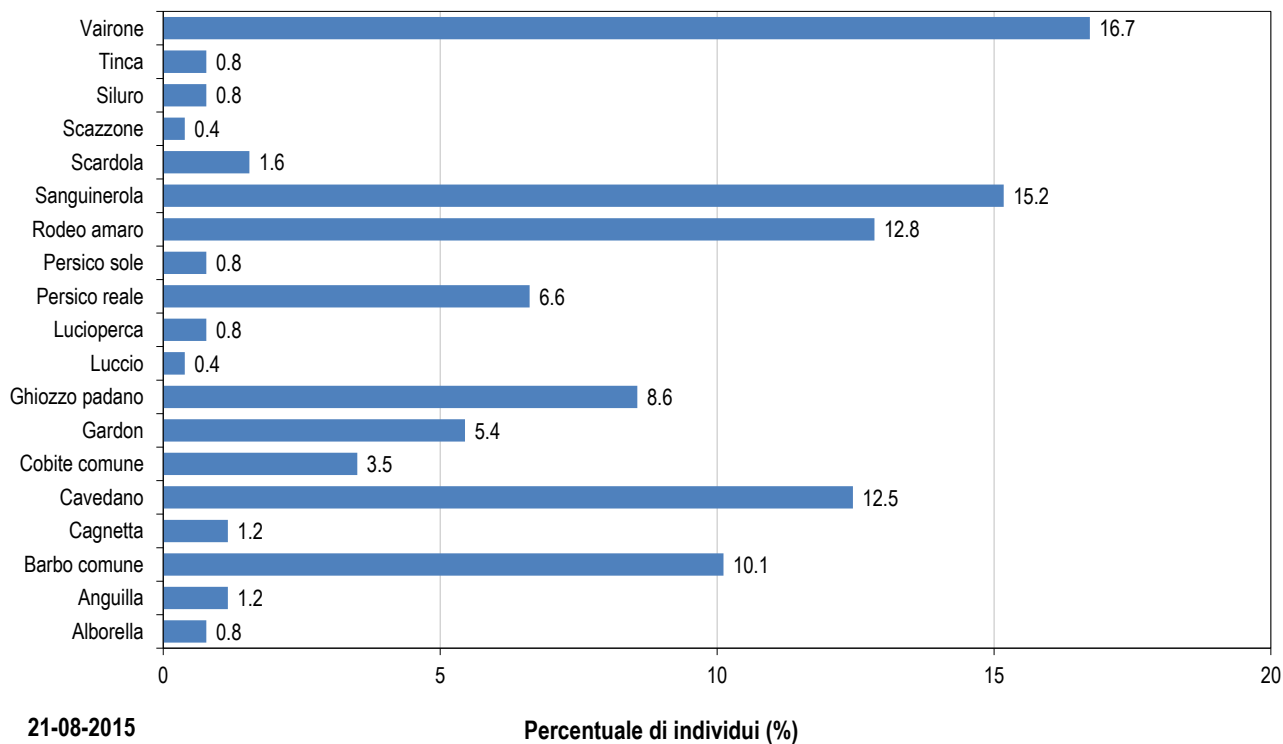


Figura 9-27 Fotogrammi del passaggio di alcune specie ittiche all'interno della scala di risalita presso la traversa del Panperduto: (a) siluro, (b) trota "lacustre", (c) savetta, (d) pigo e barbo comune.

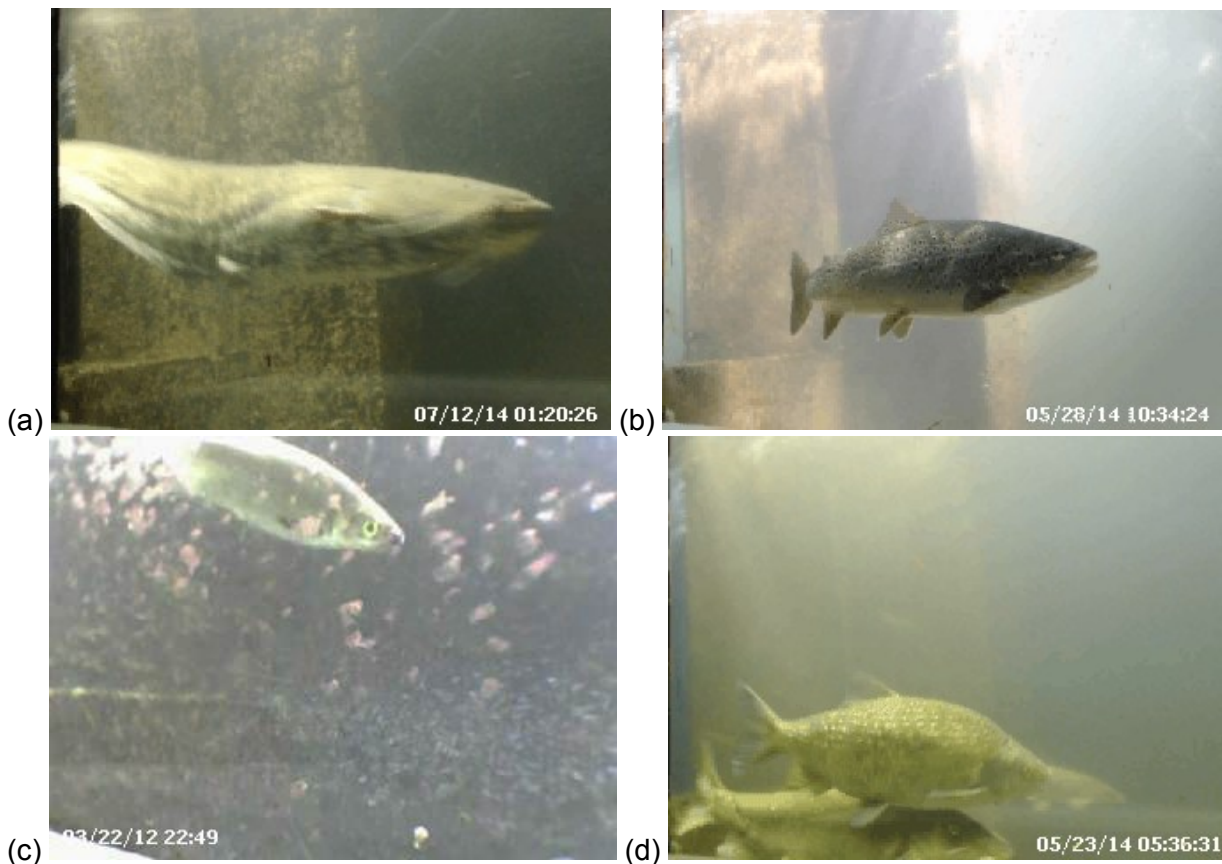


Tabella 9-18 Elenco e abbondanza relativa delle specie osservate all'interno del passaggio per pesci presso la traversa del Panperduto dal maggio 2012 all'ottobre 2015. In rosso sono evidenziate le specie alloctone.

Famiglia	Specie	2012	2013	2014	2015
Ciprinidi	Abramide	0	0	0	<1
Ciprinidi	Alborella	<1	0	0	0
Anguillidi	Anguilla	<1	<1	<1	<1
Ciprinidi	Barbo comune	78.5	77.6	26.3	37.5
Ciprinidi	Carassio	<1	<1	1.2	0
Ciprinidi	Carpa	<1	<1	1.0	<1
Ciprinidi	Cavedano	<1	2.9	2.6	1.2
Cobitidi	Cobite comune	<1	0	0	0
Ciprinidi	Gardon	2.9	3.3	58.9	44.7
Gobidi	Ghiozzo padano	0	0	0	<1
Petromizontidi	Lampreda	0	<1	0	0
Esocidi	Luccio	0	0.0	<1	0
Percidi	Persico reale	<1	<1	<1	<1
Centrarchidi	Persico sole	<1	0	<1	0
Ictaluridi	Pesce gatto punteggiato	0	0	0	<1
Ciprinidi	Pigo	<1	<1	1.5	<1
Salmonidi	Salmerino di fontana	0	0	0	<1
Ciprinidi	Savetta	<1	<1	0	0
Ciprinidi	Scardola	<1	<1	<1	<1
Siluridi	Siluro	<1	<1	1.2	<1
Salmonidi	Temolo	<1	0	0	0
Ciprinidi	Tinca	<1	<1	<1	0
Salmonidi	Trota fario	<1	1.1	1.8	<1
Salmonidi	Trota ibrida Fario x Marmorata	<1	<1	0	0
Salmonidi	Trota iridea	<1	<1	<1	0
Salmonidi	Trota "livrea lacustre"	<1	<1	<1	0
Salmonidi	Trota marmorata	0	<1	0	0
Salmonidi	Trota N.D.	0	<1	<1	<1
Ciprinidi	Vairone	17.9	13.6	2.2	12.8

Si sottolinea che l'attività di monitoraggio nei 4 anni ha portato a 34.000 osservazioni complessive; parte delle differenze fra il primo ed il secondo biennio sono spiegabili anche per la presenza, nel secondo, del cantiere della nuova centrale idroelettrica, costruita a fianco al passaggio per pesci, sul quale ha determinato una forte interferenza.

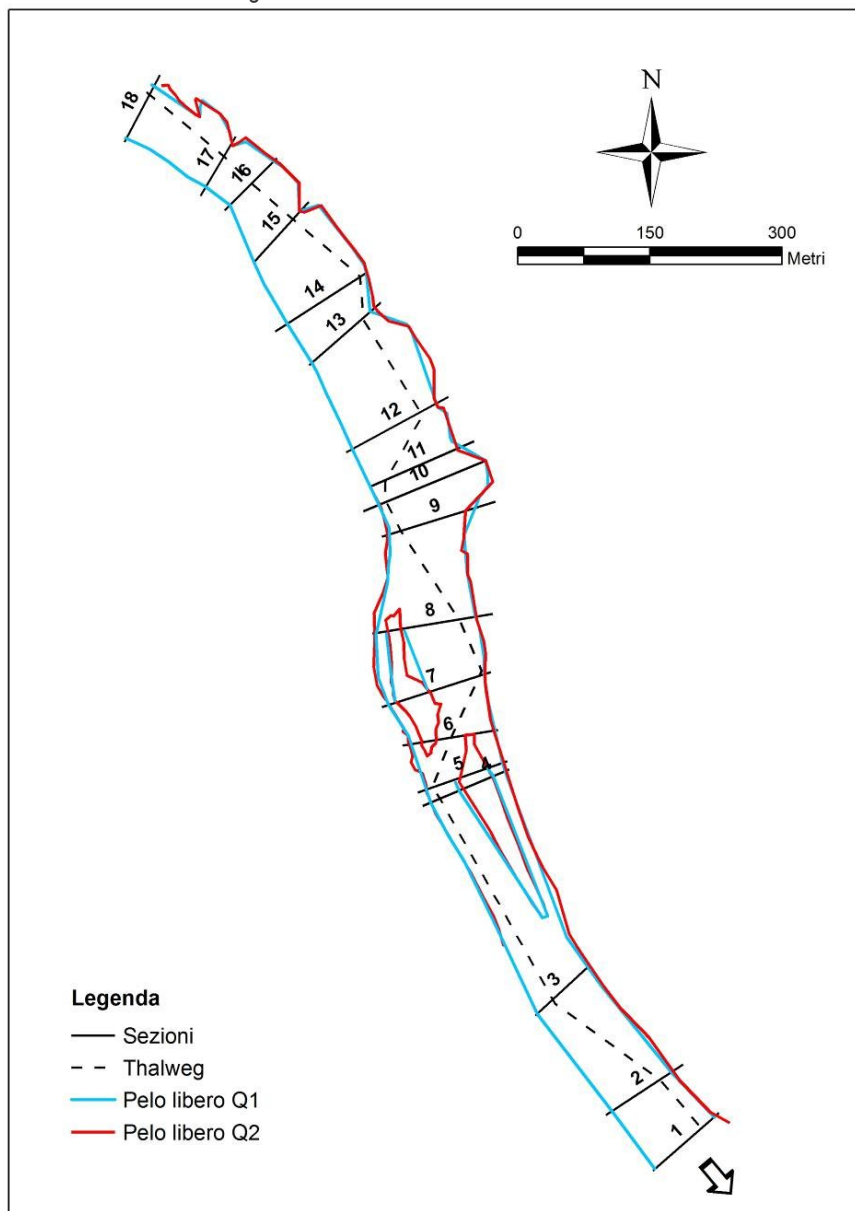
Figura 9-28 La cabina di monitoraggio del passaggio per pesci dello sbarramento del Panperduto.



Relazione tra portate e *habitat* per la fauna ittica

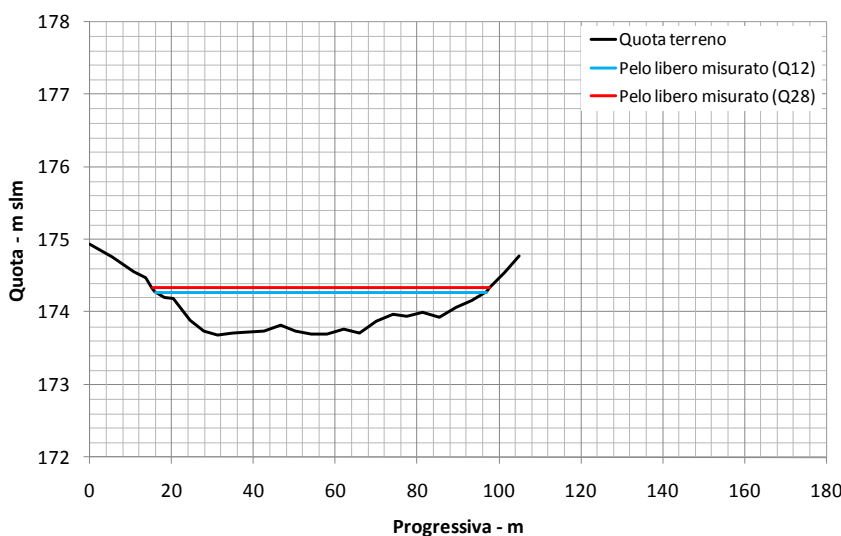
Per meglio indagare il rapporto tra la portata (DMV) e l'*habitat* disponibile per la fauna ittica, con particolare riferimento agli scenari sperimentali ed al DMV idrologico, sono stati effettuati rilievi topografici ed idraulici in campo e modellizzazioni i cui risultati sono sinteticamente rappresentati nei grafici e nelle figure che seguono. Per i dettagli si rimanda all'Allegato 4 - *Habitat Idraulico-morfologico e fauna ittica*. In questo tratto di monitoraggio sono state analizzate n.18 sezioni, il cui posizionamento è rappresentato nell'immagine seguente.

Figura 9-29 Sezioni rilevate nel tratto TIC1.



Di seguito è presentato, a titolo d'esempio, il profilo e l'inquadratura fotografica della sezione 2. La rappresentazione delle altre sezioni rilevate è riportata in Allegato 4.

Figura 9-30: Sezione trasversale 2: geometria e inquadramento fotografico .



Sulla base dei dati del rilievo delle sezioni trasversali, delle quote del pelo libero e dei valori di portata, sono state calcolate le principali grandezze idrauliche (tirante, velocità e larghezza), che crescono in funzione della portata. Nei grafici seguenti viene rappresentato l'andamento medio per il tratto analizzato di queste grandezze in funzione della portata, ed in particolare delle portate comprese tra il DMV sperimentale minimo e il DMV idrologico. Come si può osservare, la larghezza dell'alveo bagnato e la profondità dell'acqua aumentano rapidamente tra una portata prossima a zero e $12 \text{ m}^3/\text{s}$ (il DMV minimo), mentre rimangono pressoché invariati tra 12 e $28 \text{ m}^3/\text{s}$. al contrario, la velocità di corrente aumenta in maniera costante all'aumentare della portata.

Figura 9-31 Variazione della larghezza media dell'alveo bagnato in funzione della portata.

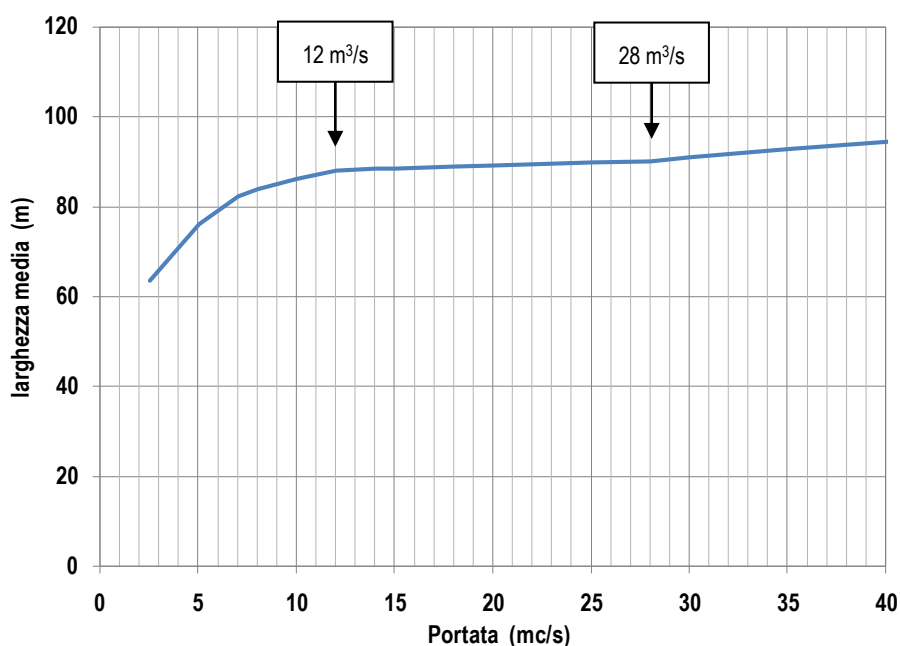


Figura 9-32 Variazione della profondità media dell'alveo bagnato in funzione della portata.

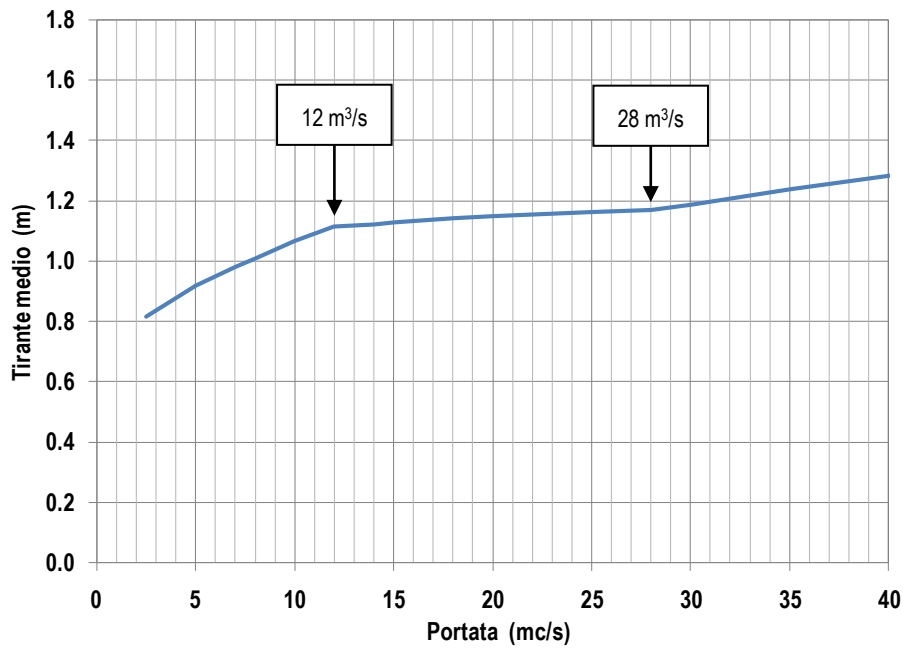
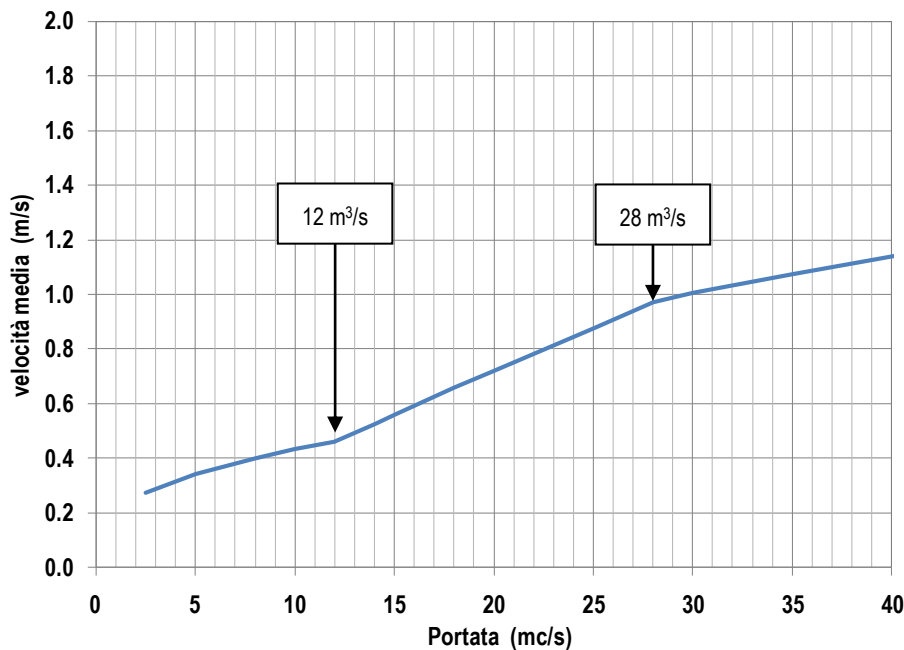


Figura 9-33 Variazione della velocità media di corrente in funzione della portata.



Dalla tabella riportata qui di seguito si può osservare che, tra le grandezze idrauliche analizzate, quella che cresce in misura maggiore, all'incremento della portata, è la velocità media.

Tabella 9-19 Incremento percentuale dei parametri analizzati rispetto all'aumentare della portata tra il valore di DMV minimo sperimentale (12 m³/s) e il DMV idrologico (28 m³/s).

Portata (m³/s)	tirante medio (m)	velocità media (m/s)	larghezza media (m)
12	0.73	0.27	81.85
28	0.74	0.61	83.72
incremento %	5%	118%	2%

Attraverso l'utilizzo del Software CASiMiR-Fish (Computer Aided Simulation System for Instream Flow Requirements), sviluppato dall'Università di Stoccarda (Schneider et al., 2010) e scaricabile dal sito www.casimir-software.de, i risultati idraulici sono stati combinati con le curve di preferenza della specie *target* individuata per il Ticino, cioè il barbo comune, per ottenere la relazione tra portata rilasciata e *habitat* disponibile.

Nella figura seguente è mostrato il grado di idoneità dell'*habitat* per individui adulti di barbo comune con diverse portate. Nella figura successiva è rappresentata l'idoneità senza tenere in considerazione la tipologia di substrato presente. Come si può vedere, l'idoneità per il barbo comune migliora in modo apprezzabile escludendo come parametro il substrato, in quanto la granulometria del substrato risulta essere un fattore limitante essendo troppo fine. Ai fini del presente studio è necessario evidenziare la variazione di idoneità dell'*habitat* in funzione della portata; poiché la granulometria del substrato non varia al variare della portata, il suo effetto può rendere meno apprezzabile l'effetto della variazione di portata (e conseguentemente di velocità e tirante) sull'idoneità; di conseguenza questa variazione è rappresentabile in maniera più evidente escludendo il parametro "substrato" e prendendo in considerazione solamente i parametri "profondità" e "velocità".

Figura 9-34 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune adulto considerando i parametri profondità, velocità e substrato.

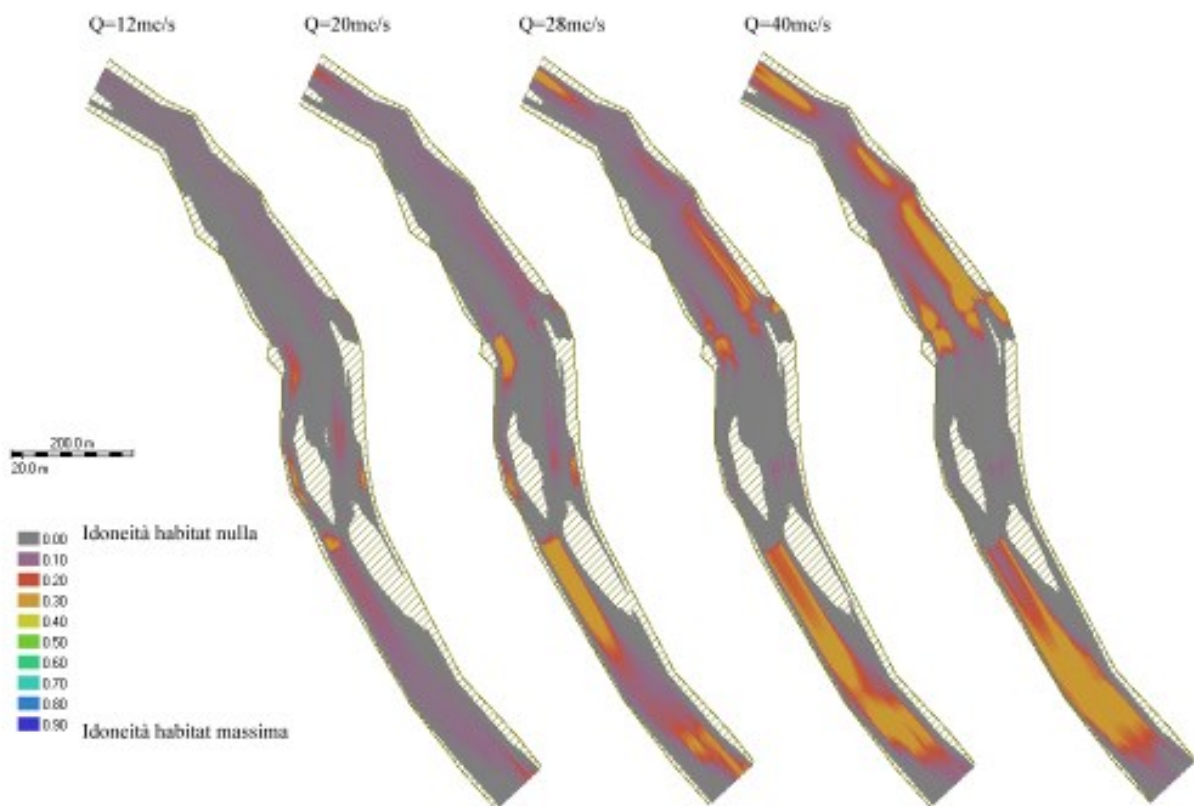
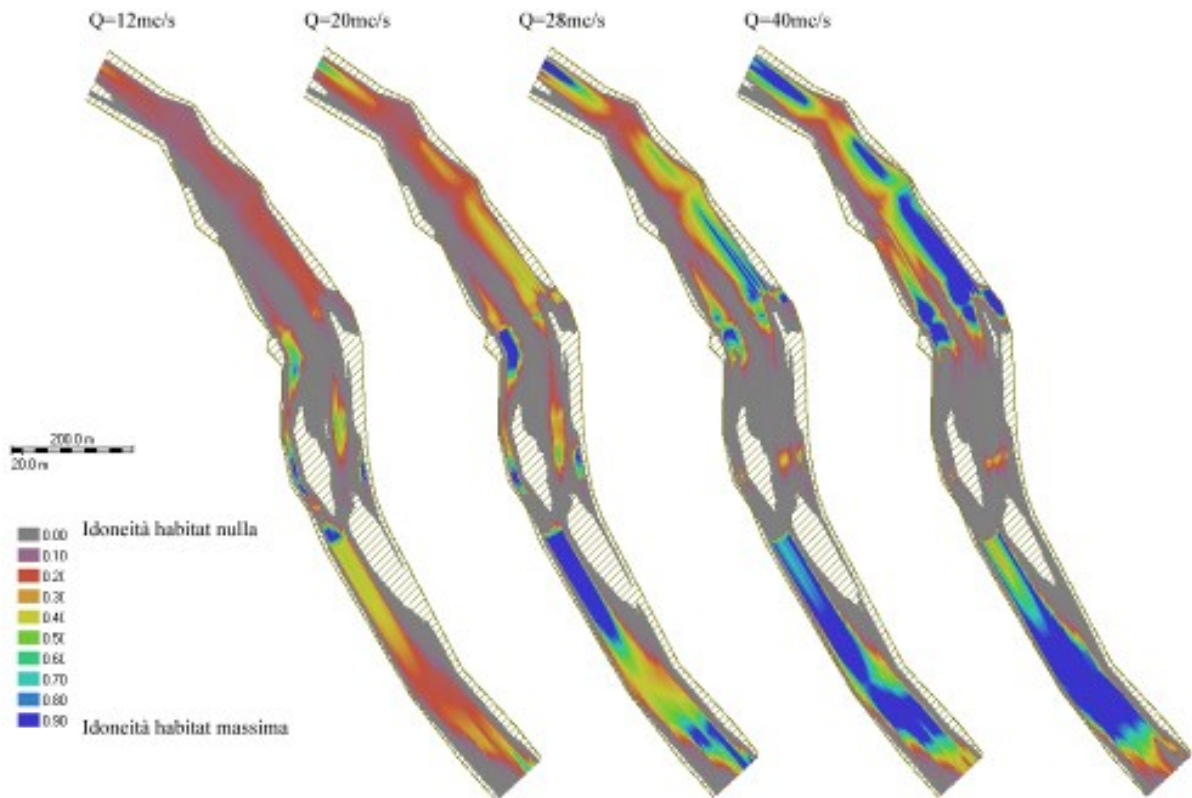


Figura 9-35 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune adulto considerando solo i parametri profondità e velocità.

Nelle figure seguenti è mostrato il grado di idoneità dell'*habitat* per individui giovani di barbo comune con diverse portate, con e senza l'utilizzo del parametro "substrato".

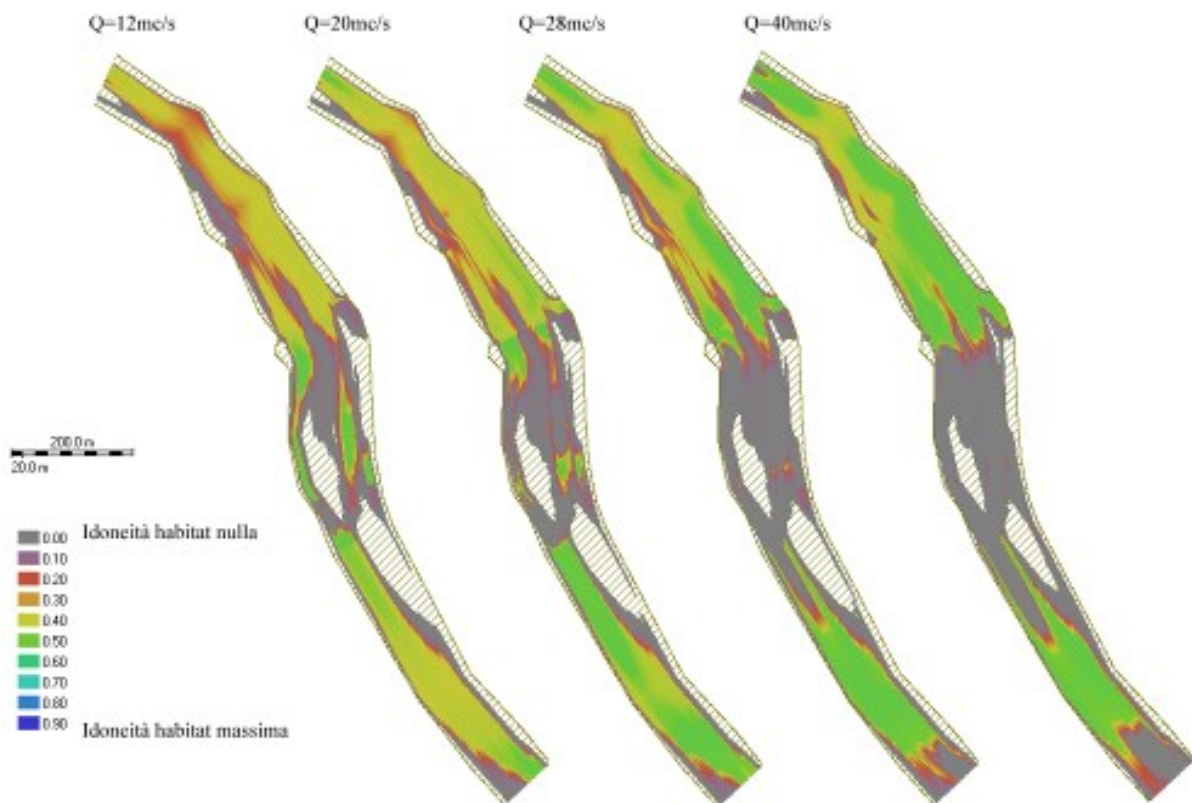
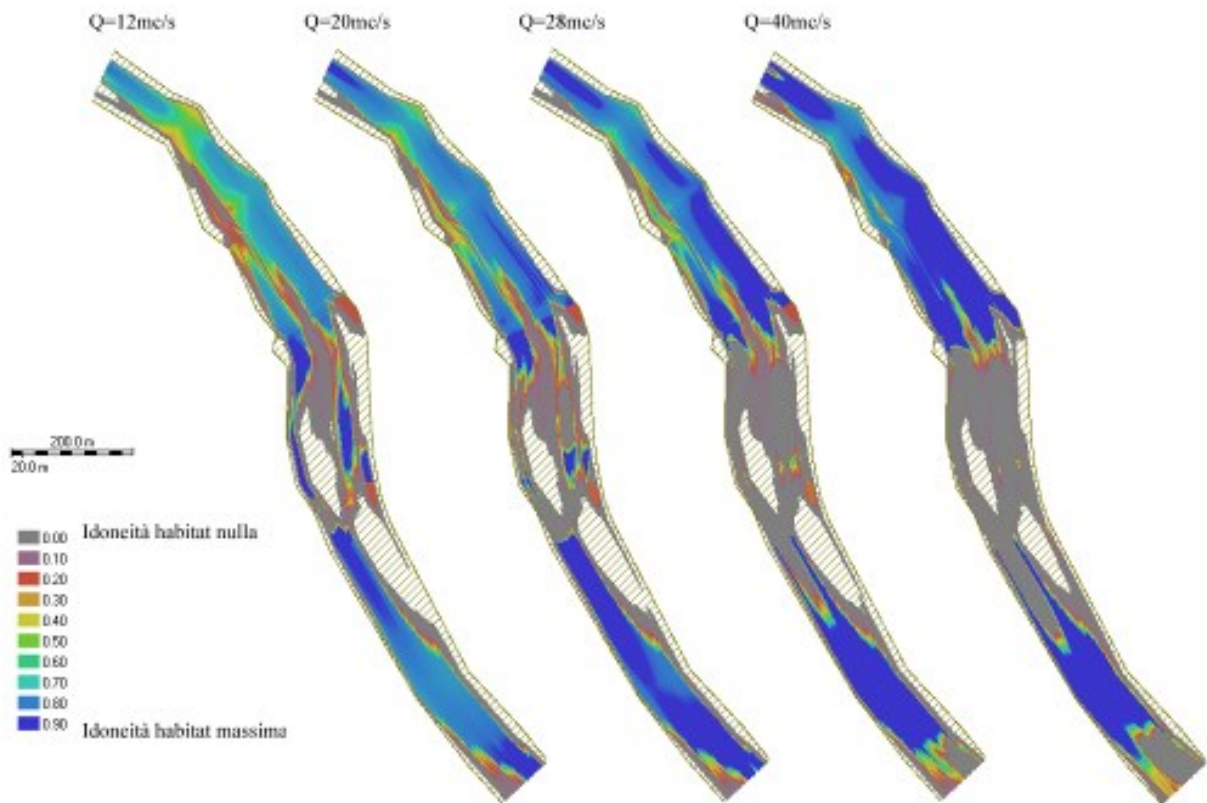
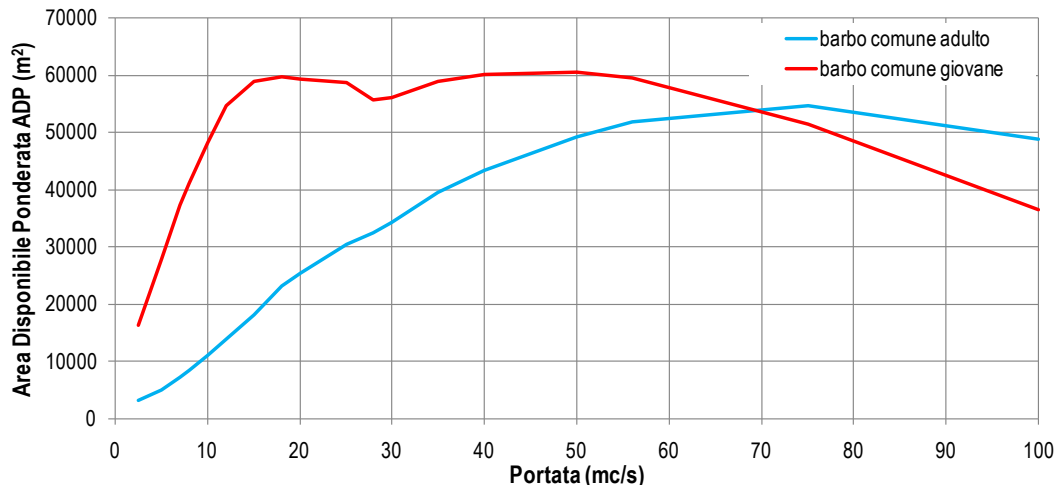
Figura 9-36 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune giovane considerando i parametri profondità, velocità e substrato.

Figura 9-37 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune giovane considerando solo i parametri profondità e velocità.



Nel grafico seguente è mostrato l'andamento dell'area disponibile ponderata in funzione della portata per il barbo comune adulto e giovane, escludendo l'effetto della granulometria del fondo.

Figura 9-38 Area Disponibile Ponderata per il barbo comune considerando solo i parametri profondità e velocità.



Nella tabella seguente sono riportati i valori di idoneità assoluta del tratto e l'area disponibile ponderata ADP ottenuti con Casimir per entrambi gli stadi vitali del barbo comune, escludendo l'effetto della granulometria del fondo.

Tabella 9-20 Indice di idoneità dell'*habitat* (HHS) e Area Disponibile Ponderata (ADP) per il barbo comune, calcolati considerando i parametri profondità e velocità di corrente.

		Portata [m ³ /s]			
		12	20	28	40
Area Disponibile Ponderata ADP [m ²]	barbo comune adulto	13824	25692	32782	44482
	barbo comune giovane	54953	60079	56047	60996
Area bagnata [m ²]		111444	114412	116036	123452
Indice di idoneità dell' <i>habitat</i> HHS [%]	barbo comune adulto	12 %	23 %	28 %	36 %
	barbo comune giovane	49 %	53 %	48 %	5 %

In sintesi, all'interno del *range* di portate analizzato le caratteristiche morfologiche del tratto comportano un aumento in particolare della velocità di corrente all'aumentare della portata. Dal punto di vista ecologico, gli effetti sul barbo comune sono differenti considerando lo stadio giovanile e quello adulto: il primo infatti è penalizzato dall'aumento di velocità, mentre per il barbo adulto la maggior reofilia consente un guadagno di *habitat* continuo al crescere della portata.

Sulla base di questi presupposti, esaminando i risultati delle relazioni portata – ADP si osserva che:

- Lo stadio giovanile del barbo comune mostra un andamento abbastanza stabile al crescere della portata; questo andamento è dovuto a tre fattori principali: (1) l'idoneità del tratto per i giovani è già elevata con 12 m³/s; (2) non essendo i giovani particolarmente esigenti in termini di tirante idraulico, l'aumentare della portata non garantisce un forte miglioramento dell'idoneità; (3) l'aumento eccessivo della velocità di corrente provoca una riduzione nei valori di idoneità.
- Lo stadio adulto del barbo mostra invece una crescita continua dell'area disponibile ponderata all'aumentare della portata; in questo caso, il gradimento per elevati valori di velocità di corrente e, nello stesso tempo, per tiranti idraulici maggiori rispetto ai giovani, fa sì che l'aumento di portata nel *range* valutato si traduca in un effettivo incremento di area disponibile nel tratto indagato.

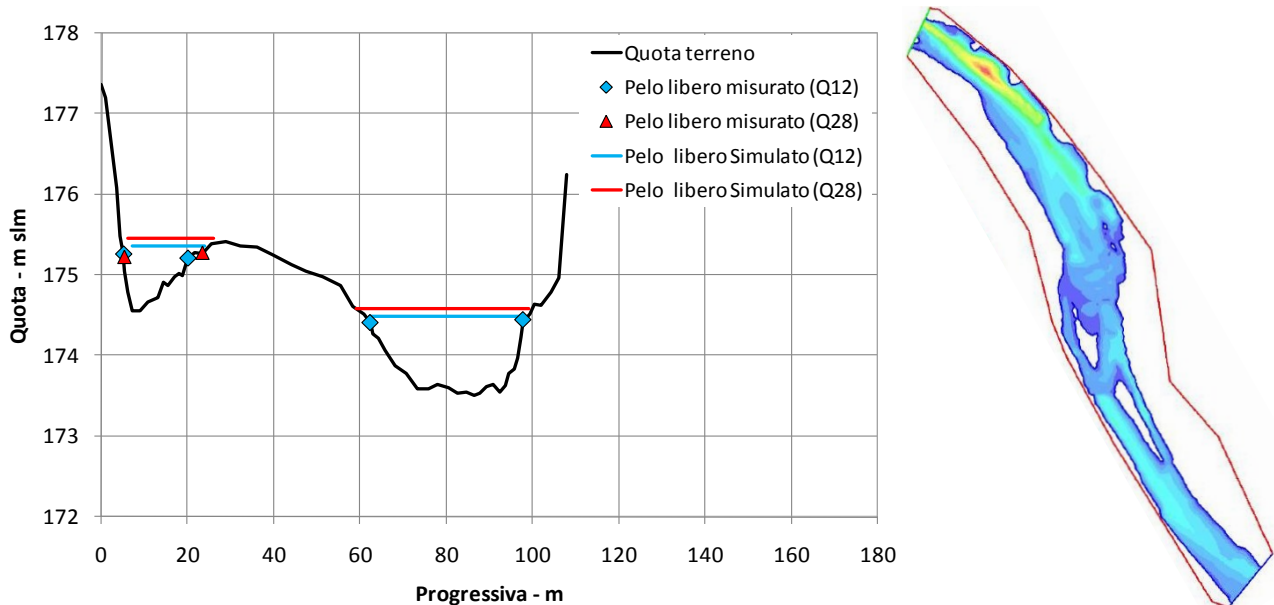
Questo andamento dell'*habitat* è strettamente connesso, come detto, alle caratteristiche di gradimento idraulico della specie, peraltro abbondante nel tratto considerato, nello stadio adulto; tale caratteristica non si ritrova nella maggior parte delle altre specie ittiche presenti.

Oltre alla modellazione appena presentata, è stata effettuata una modellazione bidimensionale col fine di analizzare in maniera più precisa la relazione disponibilità di *habitat*-portata in tratti di alveo con una morfologia particolare, ad esempio in presenza di rami secondari caratterizzati da quote del pelo libero diverse rispetto a quelle dell'alveo principale, condizioni non simulabili tramite modelli 1D.

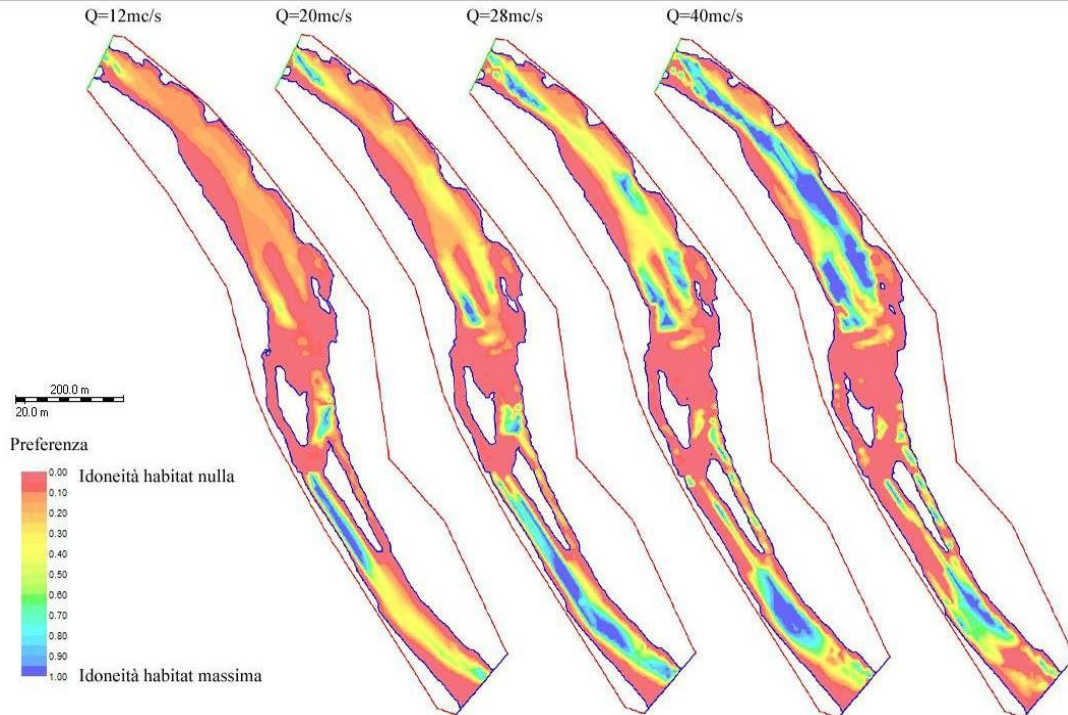
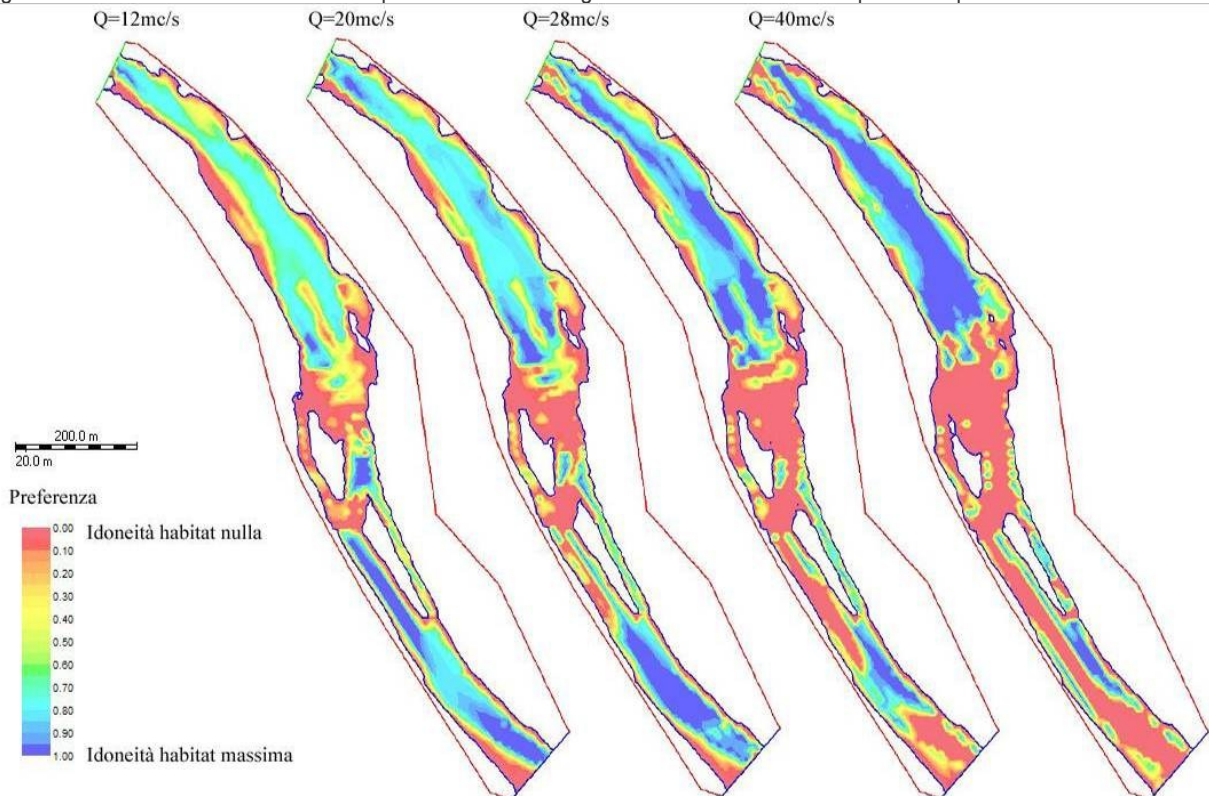
La modellazione idraulica bidimensionale del tratto di studio è stata effettuata con il software River2D (Steffler and Blackburn, 2002): un modello idrodinamico bidimensionale sviluppato dall'Università di Alberta.

La figura seguente mostra, a titolo di esempio, uno dei risultati della modellazione idraulica 2D, dal quale appare evidente il dettaglio della parte bassa del tratto, caratterizzata dalla presenza di un'isola che separa due rami con diversa quota di pelo libero.

Figura 9-39 Modellazione idraulica 2D: rappresentazione in pianta e in sezione (Sezione 4) di aree ramificate e con diversi peli liberi.



Analogamente a quanto detto per la modellazione 1D, è possibile escludere l'influenza del substrato nel calcolo dell'indice di idoneità. All'aumentare della portata l'aumento dell'idoneità è particolarmente rilevante nel primo tratto per entrambi gli stadi vitali del barbo comune; nella parte centrale l'indice assume invece valori bassi per tutte le portate analizzate; infine, nel tratto finale l'indice assume valori variabili e non sempre crescenti all'aumentare della portata.

Figura 9-40 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune adulto considerando solo i parametri profondità e velocità.Figura 9-41 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune giovane considerando solo i parametri profondità e velocità.

Nella figura e nella tabella seguenti sono riportati i risultati relativi all'intero tratto di studio. Nel complesso questi valori sono comparabili con quelli ottenuti con la modellazione 1D: si osserva infatti, all'aumentare della portata, l'aumento dell'ADP e dell'idoneità per il barbo adulto, un andamento più costante ma con valori più elevati per il barbo giovane.

Figura 9-42 Area Disponibile Ponderata per il barbo comune considerando solo i parametri profondità e velocità.

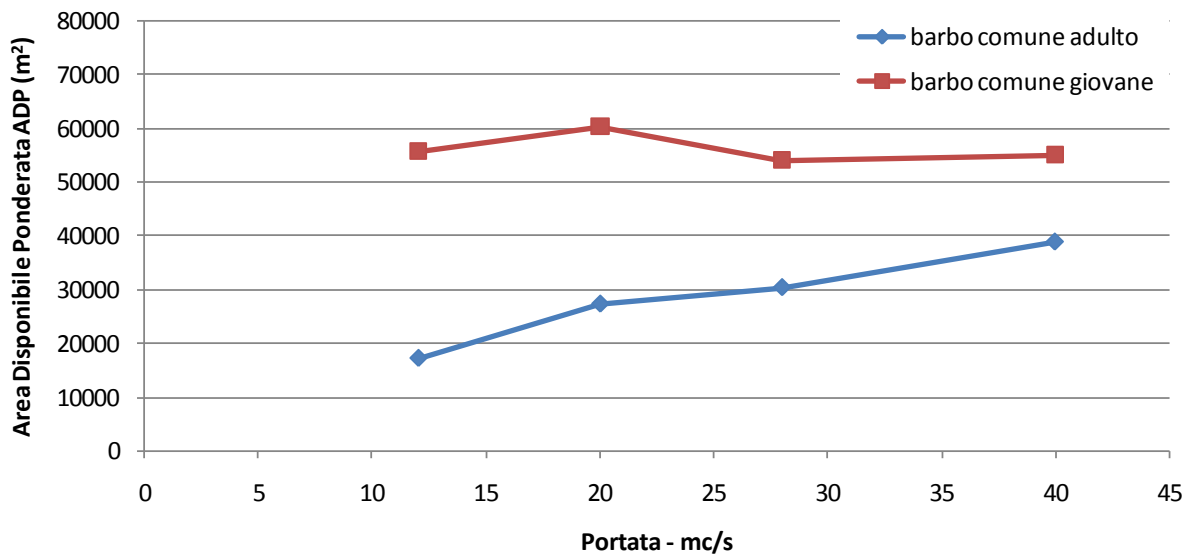
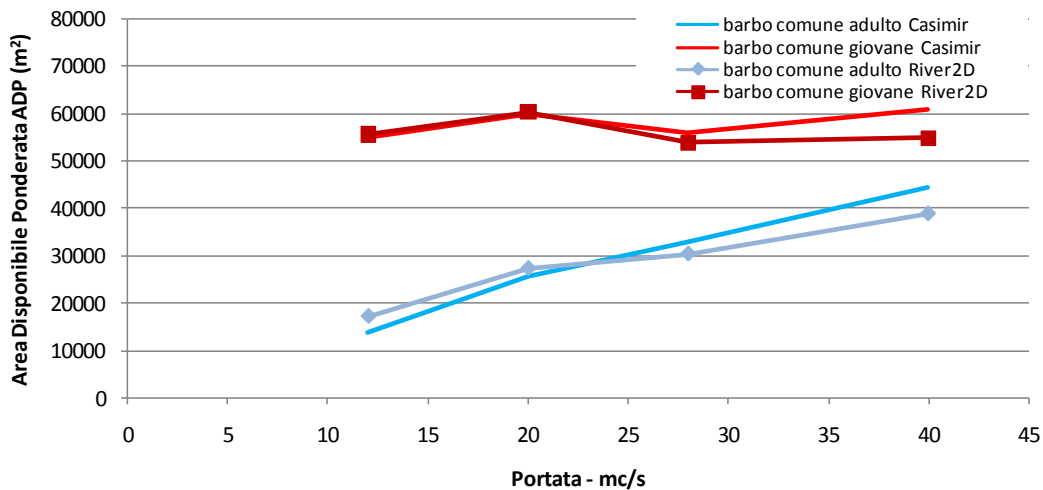


Figura 9-43 Confronto dell'Area Disponibile Ponderata fra modellazione 1D e 2D per la specie barbo comune.



Nel complesso quindi si è osservato che l'habitat potenziale per il barbo comune, nel range del DMV, rimane relativamente stabile al variare della portata per i giovani e cresce senza evidenti punti di discontinuità per gli adulti. È importante sottolineare che l'eterogeneità morfologica e quindi idraulica del tratto, senza nessuna interruzione di continuità del corridoio, consente ai pesci di spostarsi da un tratto all'altro in funzione delle portate del periodo.

9.8 ANALISI SINTETICA DEL TRATTO

Questo tratto di indagine è stato scelto per studiare gli effetti dei DMV sperimentali rilasciati dalla diga del Panperduto ad una breve distanza dall'opera di presa.

Le portate transitanti in questo tratto sono mediamente ben superiori ai valori di DMV proposti, grazie alla presenza di sfiori per periodi che coprono generalmente più del 50% dei giorni dell'anno. La presenza del solo DMV interessa principalmente la fine dell'inverno e la fine dell'estate.

Nonostante questi periodi siano potenzialmente critici, in quanto anche caratterizzati da condizioni climatiche "estreme", le componenti biologiche monitorate tramite gli indici di qualità esposti nella tabella seguente non hanno mostrato evidenti scadimenti.

Nella tabella che segue sono riepilogati per ogni anno di monitoraggio i principali indicatori idrologici ed ecologici utili alla valutazione dei risultati. L'unico anno dei sei monitorati in cui i macroinvertebrati non hanno raggiunto il valore di buono è risultato il 2014, cioè l'anno idrologicamente più abbondante in cui il DMV come portata minima è stato presente solo per il 16% dei giorni.

Tabella 9-21 Sintesi del quadro idrologico e dello stato ecologico del tratto secondo i diversi indicatori analizzati.

indicatore		2010	2011	2012	2013	2014	2015	Media sperimentazione
portata	Q media annua – m ³ /s	137	59	92	130	266	103	131
	% giorni DMV	44%	68%	54%	60%	16%	44%	47%
LIMeco		0.84	0.82	0.81	0.87	0.88	0.86	0.84
STAR_ICMi		0.834	0.901	0.737	0.732	0.716	0.841	0.797

Anche le comunità di diatomee bentoniche e macrofite acquatiche, considerate indicatori utili a dare indicazioni a supporto degli indicatori principali, sono risultate in uno stato ecologico "elevato" e "buono" rispettivamente.

La fauna ittica è composta da un buon numero di specie, tra cui le principali specie ittiche attese in relazione alle caratteristiche naturali del tratto, con la sola eccezione dei Salmonidi, che sono quasi assenti. In termini di *habitat*, i valori di DMV sperimentali rendono il tratto idoneo particolarmente alla presenza del barbo comune, in particolare per gli stadi giovanili; la specie del resto, secondo quanto osservato nella cabina di monitoraggio del passaggio per pesci posta poco a monte è risultata abbondantissima.

Tutto ciò attesta la piena compatibilità dei valori di DMV sperimentali rispetto al raggiungimento degli obiettivi della direttiva 2000/60/CE.

10 RISULTATI DELLE INDAGINI NEL TRATTO 2 – CASTELNOVATE

In questo capitolo sono riportati i risultati del monitoraggio ecologico effettuato nel tratto identificato con il codice TIC2, collocato all'interno del corpo idrico n°2, tra Vizzola Ticino (VA) e Marano Ticino (NO).

Come il tratto precedente, questo tratto è stato scelto per il monitoraggio degli effetti dei DMV rilasciati presso la diga di Panperduto, che si trova 10 km a monte dell'area di indagine.

Questo tratto è stato oggetto d'indagine dall'inizio della sperimentazione (dicembre 2009) fino a maggio 2013, quando, per decisione del Comitato di coordinamento, vista la presenza di altri due tratti (uno a monte ed uno a valle) relativi allo stesso DMV, le attività sono state interrotte.

Le caratteristiche geografico-idrologiche del tratto sono di seguito riepilogate.

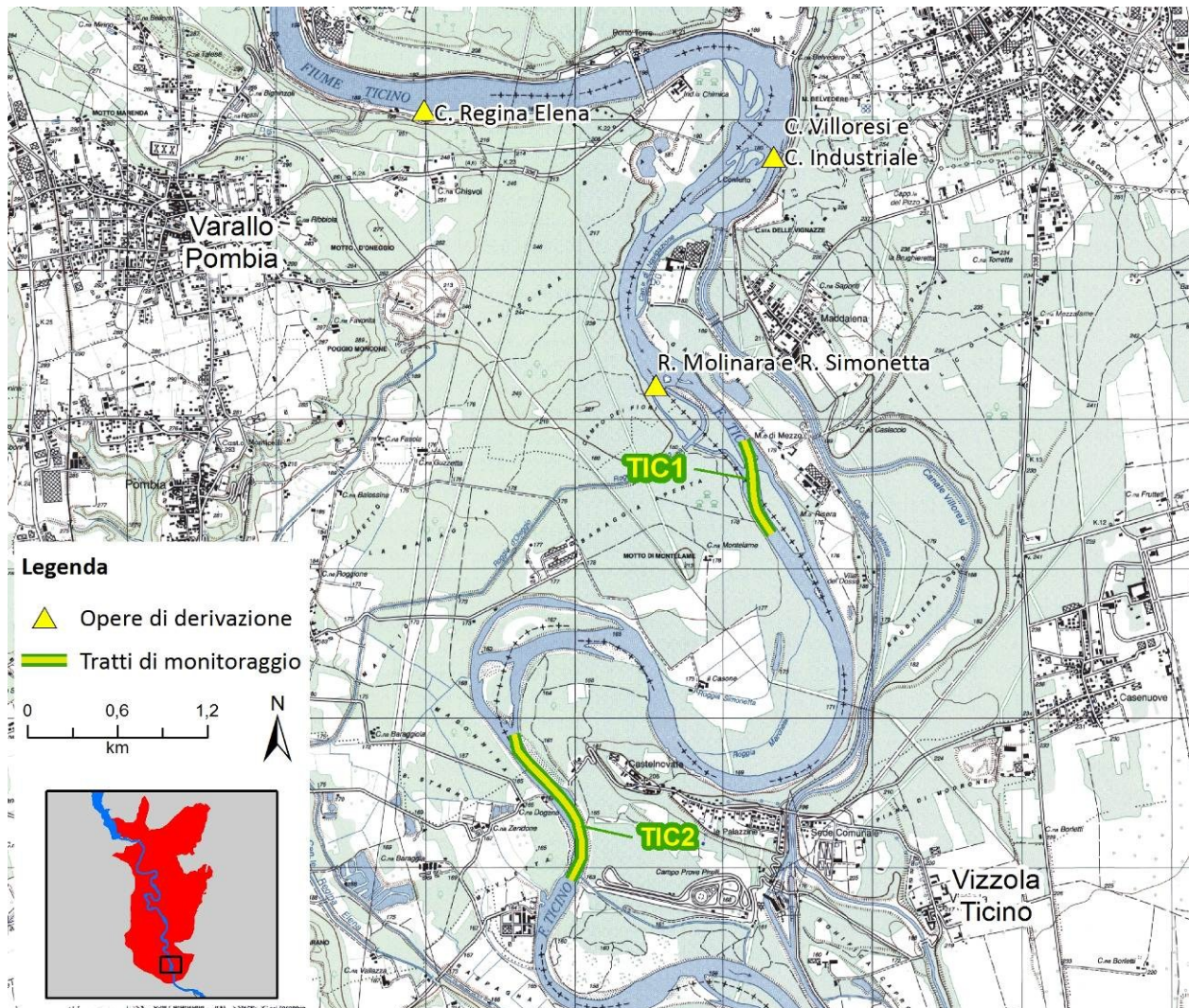
Tabella 10-1 Caratterizzazione geografica ed idrologica del tratto di monitoraggio.

Geo	Comune sponda sx	Vizzola Ticino (VA)
	Comune sponda dx	Marano Ticino (NO)
	Distanza dal lago	~ 16 km
	Quota	160 mslm
Idro	Nome della derivazione precedente	Filarola delle rogge novaresi
	Distanza dalla derivazione precedente	~ 10 km
	Ulteriori opere di presa sottese al tratto	Diga del Panperduto

Figura 10-1 Vista dal tratto di monitoraggio verso monte e verso valle.



Figura 10-2 Localizzazione della stazione di monitoraggio.



10.1 IDROLOGIA

L'idrologia in questo tratto di monitoraggio può essere considerata sostanzialmente identica a quella del tratto TIC1, per la vicinanza e l'assenza di portate superficiali in ingresso o in uscita tra i due. Le analisi delle relazioni tra qualità biologica e portate per questo tratto sono state quindi eseguite utilizzando i medesimi dati di portata del tratto TIC1.

10.2 HABITAT FLUVIALE

Il Fiume Ticino in questo tratto scorre in un alveo ampio (50 - 150 m in condizioni di magra). Sulla sponda sinistra non sono presenti arginature, mentre sulla sponda destra la riva è rinforzata per limitare l'erosione. Nel complesso il fiume ha una buona possibilità di esondazione.

L'ambiente circostante è costituito da una fascia di vegetazione perifluviale primaria, particolarmente ampia sulla riva sinistra. Al di fuori delle fasce di vegetazione perifluviale, il territorio è caratterizzato da aree agricole sulla sponda destra e dal piccolo insediamento di Castelnovate sulla sponda sinistra. L'intero tratto è compreso all'interno del SIC Ansa di Castelnovate, che racchiude un segmento di fiume sinuoso e caratterizzato dalla presenza di un'isola e di rami secondari più o meno attivi a seconda delle condizioni idrologiche.

Il *mesohabitat* fluviale prevalente è costituito da un'alternanza tra *riffle*, con profondità dell'acqua anche molto limitata e *run*, mentre sono assenti zone a *pool*.

Il substrato è molto omogeneo, costituito quasi esclusivamente da ciottoli.

Data l'uniformità dell'alveo e del substrato che lo compone, risultano scarsi i rifugi per la fauna ittica, fatta eccezione per una massicciata artificiale presente in sponda sinistra nella parte terminale del tratto.

La vegetazione peritifca durante l'estate è abbondante e costituita da alghe filamentose.

Nel complesso il tratto è dotato di una discreta idoneità ittica.

L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) al tratto indagato porta ad un giudizio di funzionalità fluviale "mediocre" per la sponda destra e "buona-mediocre" per quella sinistra.

Figura 10-3 Fiume Ticino, tratto di Vizzola T. in magra (marzo 2010) e in morbida (maggio 2010).



Figura 10-4 L'*habitat* nel tratto di Vizzola T.



10.3 MONITORAGGIO CHIMICO – FISICO

In questo paragrafo si riportano i risultati delle analisi della qualità chimico-fisica delle acque effettuate nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il monitoraggio dei parametri chimico - fisici è avvenuto con cadenza mensile dal mese di dicembre 2009 al mese di maggio 2013. A partire dal mese di giugno 2013 tutti i monitoraggi in questo tratto d'indagine sono stati interrotti.

In totale sono stati raccolti 42 campioni. Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

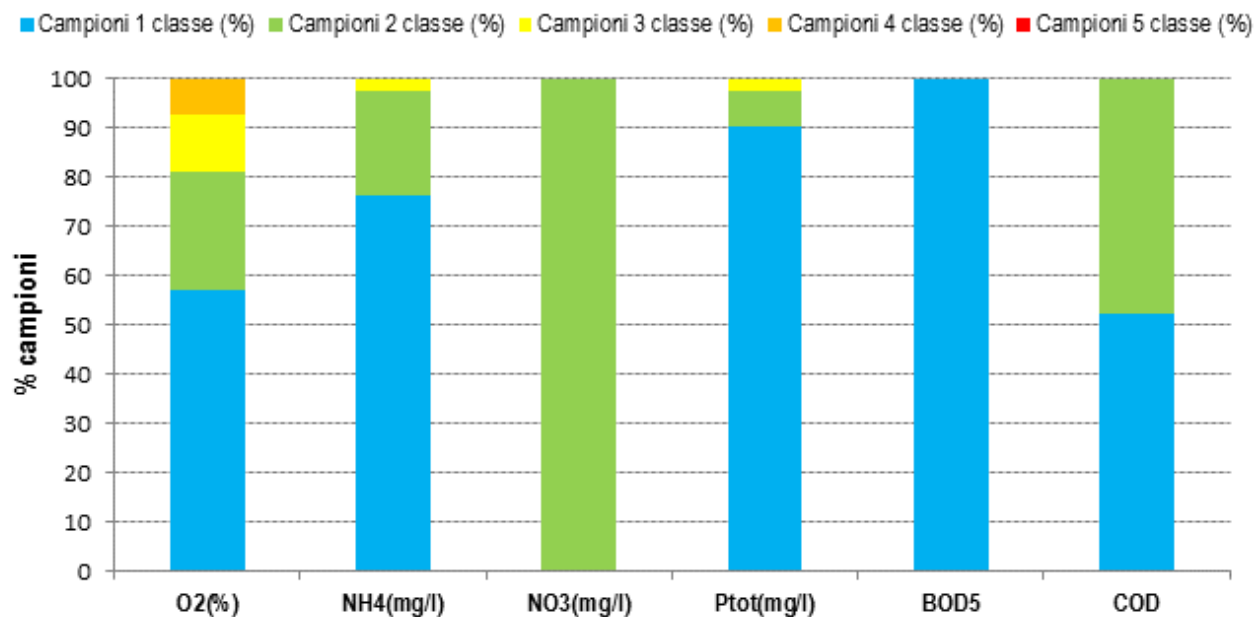
2009	→	dicembre	2012	→	gennaio-dicembre
2010	→	gennaio-dicembre	2013	→	gennaio-maggio
2011	→	gennaio-dicembre			

Risultati

I parametri monitorati nel tratto di monitoraggio TIC2 nell'arco della sperimentazione hanno mostrato modeste concentrazioni di nutrienti (N e P) e di sostanza organica e valori di ossigeno e temperatura generalmente non critici per la vita acquatica. Nel complesso la qualità delle acque, in questo tratto, risulta lievemente inferiore rispetto a quanto osservato a monte.

Di seguito si illustra, per ciascun macrodescrittore, il livello di qualità ottenuto (come da metodica LIM, D.lgs. 152/99) in termini percentuali rispetto alla totalità dei campionamenti effettuati. Non si segnalano situazioni di degrado dall'analisi dei macrodescrittori studiati: tutti i descrittori rientrano all'interno della prima classe nella maggioranza dei casi, ad eccezione dell'azoto nitrico, che ricade nella seconda classe per la totalità dei casi. Ossigeno e COD ricadono per un buon numero di casi in classi inferiori alla prima. Scadimenti al di sotto del secondo livello sono stati osservati per i seguenti parametri: ossigeno (sempre nel periodo primaverile-estivo: giugno e settembre 2010, aprile e giugno 2011, da giugno ad agosto 2012 e aprile 2013), azoto ammoniacale (luglio 2012) e fosforo totale (maggio 2012).

Figura 10-5 Macrodescriptors rientranti nel calcolo dell'indice LIM (d.lgs. 152/99). Distribuzione percentuale tra le diverse classi di qualità dei valori registrati nell'intero periodo di sperimentazione nel tratto TIC2.



Di seguito è illustrato l'andamento nell'arco dell'anno dei valori di alcuni parametri caratterizzati da variazioni temporali legate alla stagionalità: la concentrazione di azoto nitrico, la temperatura dell'acqua e la concentrazione di ossigeno disciolto; per i restanti parametri non sono stati individuati chiari andamenti all'interno dell'anno. Il valore relativo a ciascun mese rappresenta la media dei valori rilevati in quel mese nei diversi anni della sperimentazione (2010-2012).

Come per il tratto di monitoraggio precedente, si osserva la variazione stagionale della **temperatura dell'acqua**, tra un minimo di circa 6 °C nel mese di febbraio e un massimo di circa 23 °C nel mese di luglio. Valori mediamente superiori ai 21.5 °C, che superano il valore massimo del range di idoneità per la vita dei salmonidi (D.lgs. 152/99), sono stati rinvenuti nei mesi di luglio e agosto; questi dati sono sempre relativi a orari diurni.

La concentrazione di **ossigeno disciolto** ha invece un andamento caratterizzato da valori minimi nel periodo estivo (8 mg/l) e valori massimi durante l'inverno (13 mg/l). Questo andamento è principalmente un effetto indiretto della stagionalità, in quanto dovuto alla variazione della temperatura dell'acqua, che influenza la solubilità dell'ossigeno. Anche in questo tratto, infatti, la percentuale di **saturazione di ossigeno** varia con valori vicini al 100% durante tutto l'anno.

Per quanto riguarda l'**azoto nitrico**, infine, come per il tratto precedente, si osserva un andamento caratterizzato da valori minimi nel periodo estivo (0.5 mg/l) e massimi durante l'inverno (0.8 mg/l), probabilmente in relazione all'attività biologica dei produttori primari, come già commentato per il tratto precedente.

Figura 10-6 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della temperatura dell'acqua per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti nel 2013 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.

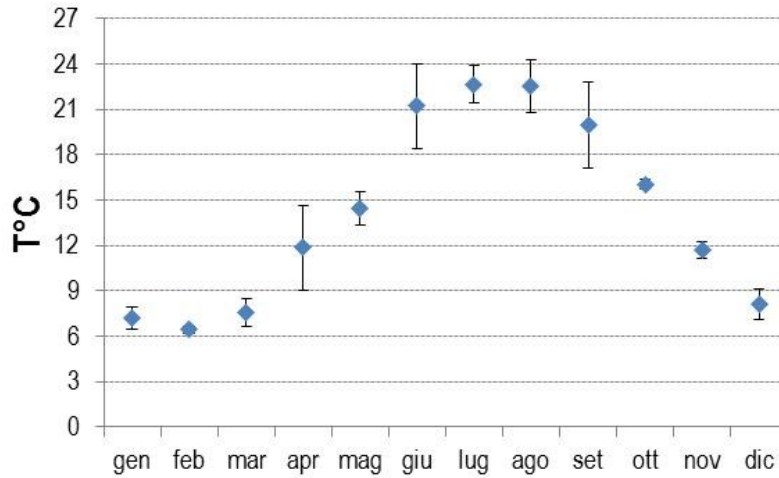


Figura 10-7 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della concentrazione di ossigeno disciolto per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti nel 2013 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.

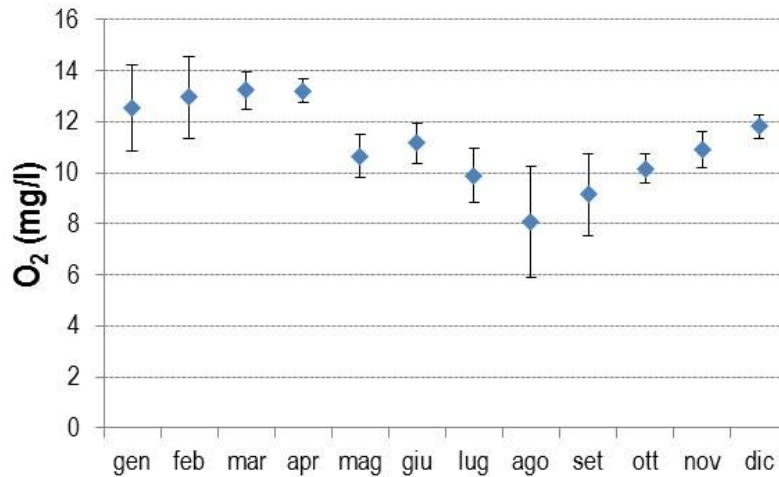


Figura 10-8 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della saturazione di ossigeno disciolto per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti nel 2013 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.

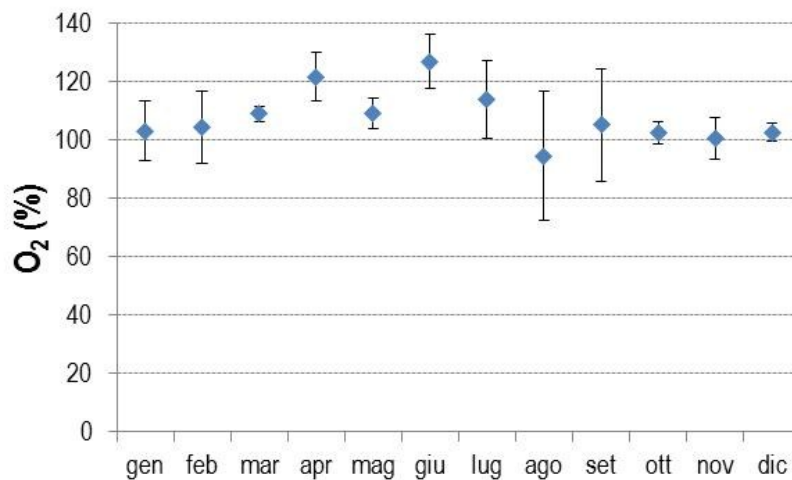
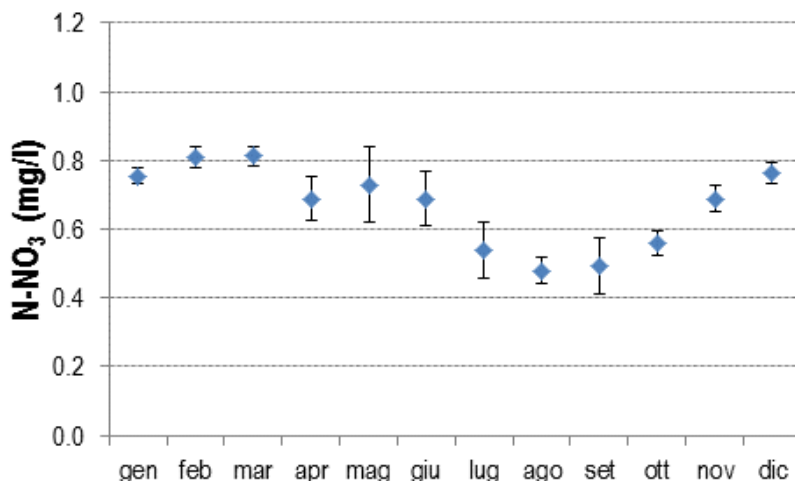


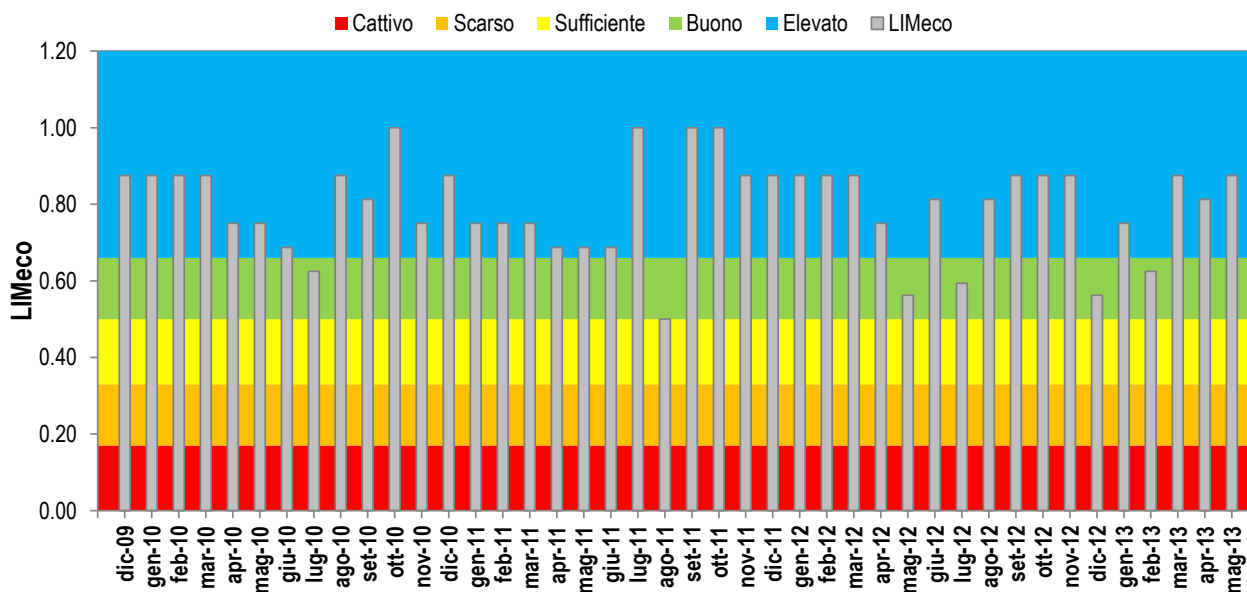
Figura 10-9 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della concentrazione di azoto nitrico per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti nel 2013 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.



Applicazione dell'indice LIMeco

Per la valutazione dello stato di qualità delle acque è stato calcolato l'indice LIMeco, i cui valori sono riportati nel grafico seguente. Come si può osservare, il giudizio relativo all'indice è "elevato" o "buono" per tutti i campionamenti effettuati.

Figura 10-10 Andamento dell'indice LIMeco nell'intero arco della sperimentazione.



Di seguito sono riportati i valori medi annui dell'indice e i valori medi del punteggio di ciascun parametro utile per la sua applicazione. L'indice è risultato "elevato" a livello medio annuo per tutti gli anni di indagine e come media sull'intero periodo. Tra i parametri utilizzati per il suo calcolo, le concentrazioni di azoto ammoniacale e fosforo totale rientrano quasi sempre nel primo livello, mentre l'ossigeno e la concentrazione di azoto nitrico rientrano spesso nel secondo livello. Per

quanto riguarda l'ossigeno, i valori che ricadono nel secondo livello sono dovuti in quasi tutti i casi a valori di sovraturazione, non a deficit vero e proprio, registrati principalmente nel periodo caldo, e legati probabilmente alla produzione primaria da parte dell'abbondante vegetazione perifitica che si sviluppa in questo tratto durante le magre estive.

Tabella 10-2 Valori medi annui e per l'intero periodo della sperimentazione dell'indice LIMeco. Sono forniti inoltre i valori medi (\pm deviazione standard) dei parametri utilizzati per il suo calcolo e i relativi livelli assegnati per il calcolo dell'indice.

anno	100 - O ₂ (%)		N-NH ₄ (mg/l)		N-NO ₃ (mg/l)		Ptot (mg/l)		LIMeco
	media	Livello	media	Livello	media	Livello	media	Livello	
2010	9.8	1	0.023	1	0.695	2	0.012	1	0.81
2011	12.9	2	0.021	1	0.671	2	0.030	1	0.80
2012	11.1	2	0.039	2	0.632	2	0.033	1	0.78
2013	13.3	2	0.024	1	0.680	2	0.021	1	0.79
media sperimentazione	11.4	2	0.027	1	0.670	2	0.024	1	0.80

Relazione tra qualità chimica e portate

I campionamenti di acque per l'analisi della qualità chimica in questo tratto sono stati condotti prevalentemente in momenti con portate pari al DMV (25 campioni), rispetto a momenti con portate superiori al DMV (16 campioni). Nella tabella seguente è rappresentata la distribuzione numerica dei campioni tra tre classi di portata e i relativi valori medi dell'indice LIMeco e dei parametri per il suo calcolo.

Tabella 10-3 Valore medio dell'indice LIMeco e delle sue sottometriche per campionamenti condotti con portata media giornaliera pari al DMV (minore o uguale al 10% della portata media annua), compresa tra il 10 e il 20% e superiore al 20%. Per ogni gruppo è indicata la numerosità del campione (n).

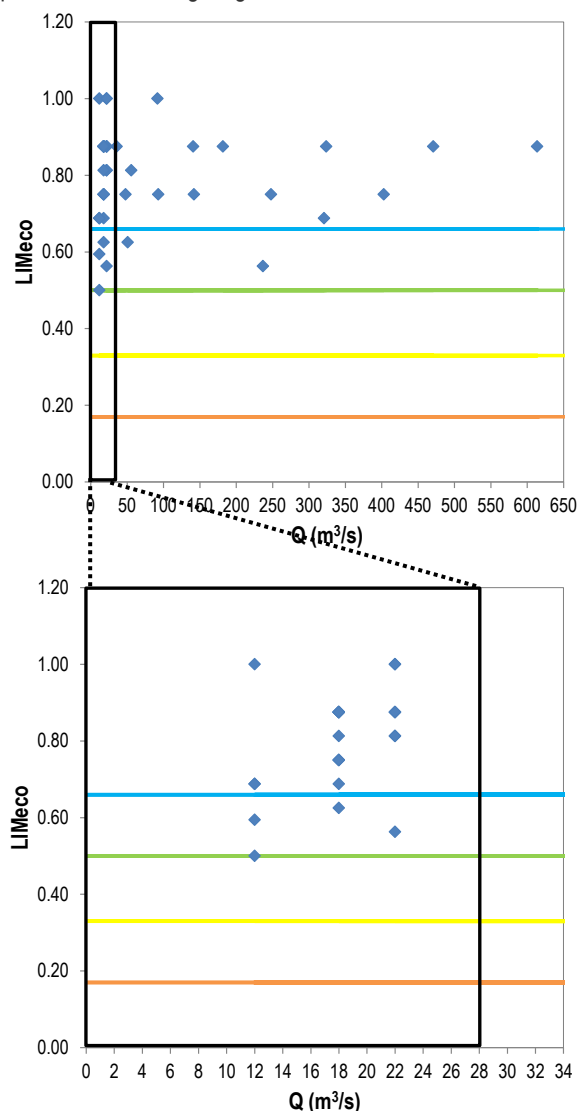
Indice	Media con Q = DMV (n=25)	Media con 10% < Q < 20% (n=4)	Media con Q > 20% (n=12)
LIMeco	0.80	0.77	0.80
100-O ₂ %	12.6	13.9	8.4
N-NH ₄ (mg/l)	0.030	0.020	0.024
N-NO ₃ (mg/l)	0.683	0.685	0.631
Ptot (mg/l)	0.026	0.011	0.026

Come si può osservare dai valori riportati in tabella, il valore medio dell'indice LIMeco si mantiene all'interno della classe "elevata" e con valori molto simili per le tre condizioni di portata considerate. Allo stesso modo, non si osserva una evidente variazione nei valori dei parametri per il suo calcolo.

Le figure seguenti mostrano la variazione dei valori dell'indice LIMeco e dello scostamento dell'ossigeno disciolto dalla saturazione, con diversi valori di portata, permettendo di comprendere meglio gli andamenti osservati nella tabella precedente.

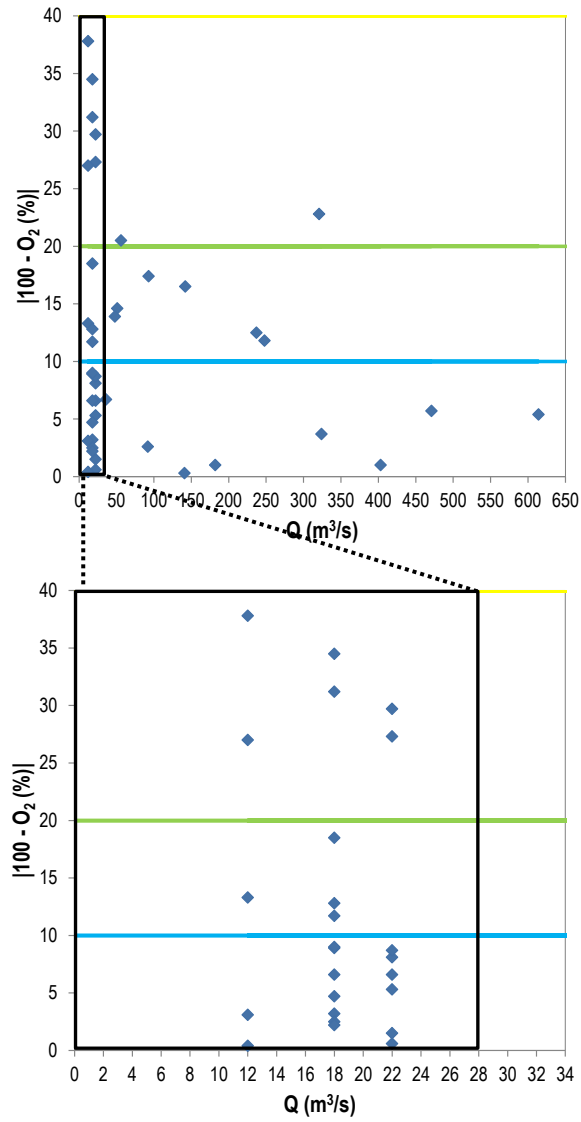
Dalla figura relativa al LIMeco non è possibile individuare un chiaro andamento nei valori dell'indice in base alle portate, con una variabilità limitata all'interno delle classi buona ed elevata.

Figura 10-11 Grafico di correlazione tra i valori del LIMeco e la portata giornaliera nel tratto TIC2. Il riquadro nero evidenzia i casi che ricadono nel range di portate del DMV. Ogni riga orizzontale indica il confine inferiore di un livello di qualità.



L'ossigeno disciolto è l'unico parametro per cui sono stati rilevati, in alcuni casi, valori al di sotto del 2° livello. Ad eccezione di un caso, questi scadimenti si sono verificati sempre in giornate con portata pari al DMV e sono prevalentemente dovuti a sovrasaturazione. Come già evidenziato per il tratto TIC1 e come si può osservare nella figura seguente, con portate basse (pari al DMV) i valori di scostamento dalla saturazione sono più variabili, coprendo l'intero *range* di variabilità di questo parametro per questo tratto. Non è tuttavia possibile riconoscere differenze tra i diversi valori di DMV sperimentati e nel complesso il parametro rientra comunque nel primo o secondo livello di qualità nell'81 % dei casi.

Figura 10-12 Grafico di correlazione tra i valori del deficit di ossigeno e la portata giornaliera nel tratto TIC2. Il riquadro nero evidenzia i casi che ricadono nel range di portate del DMV. Ogni riga orizzontale indica il confine superiore di un livello di qualità (indicati dai colori: blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente).



10.4 DIATOMEE

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità diatomica rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il monitoraggio della comunità diatomica è avvenuto con cadenza due volte l'anno dal 2010 al 2012.

In totale sono stati raccolti quindi 6 campioni. Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

2010	→	luglio settembre	2012	→	giugno settembre
2011	→	giugno settembre			

Risultati

La ricchezza in specie è elevata, contando un numero di *taxa* rinvenuti da un minimo di 25 ad un massimo di 37 per campionamento. La comunità diatomica osservata presenta una composizione differente fra i diversi campionamenti, ma nella quasi totalità dei casi le specie più ricorrenti sono quattro: *Achnanthydium minutissimum* (ADMI), *Cocconeis placentula* (CPLA), *Reimeria sinuata* (RSIN), *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (FCVA). L'abbondanza percentuale di queste tre specie costituisce, nella maggior parte dei casi, circa la metà degli individui campionati. Rispetto al tratto più a monte le specie principali risultano maggiormente dominanti (con una dominanza del 10% circa in più).

La specie nettamente più rappresentata è la pioniera *Achnanthydium minutissimum*.

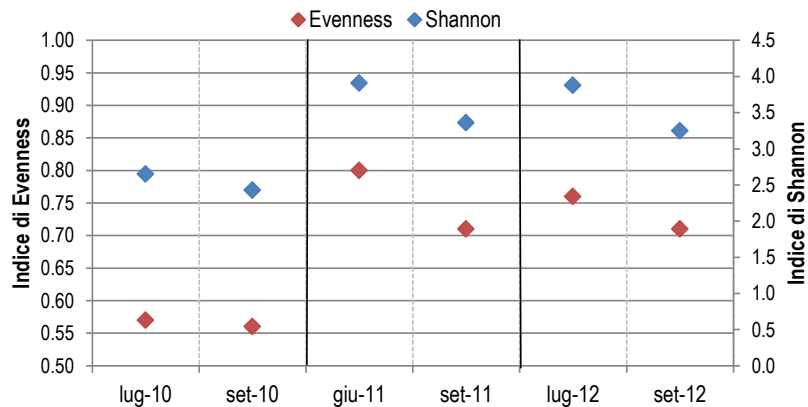
La presenza di *Cocconeis placentula*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* e *Reimeria sinuata*, anch'esse specie pioniere, è anche indice di una qualità chimica delle acque non ottimale (Szczepocka *et al.*, 2015).

Tabella 10-4 Comunità diatomica osservata nel tratto TIC2 durante il periodo di sperimentazione DMV (le specie dominanti sono indicate secondo la scala colorimetrica: blu=maggior abbondanza; bianco=minor abbondanza)

	lug-10	set-10	giu-11	set-11	giu-12	set-12
N° TOT di specie	25	26	32	29	37	26
Specie dominanti (%)						
ADMI	52.5	50.0	2.5	38.2	21.0	42.0
CPLA	1.0	2.0	24.2	8.8	12.5	6.5
RSIN	9.8	0.0	9.6	1.5	6.0	1.5
FCVA	3.9	12.6	0.0	4.9	10.5	8.0
Σ	67.2	64.6	36.4	53.4	50.0	58.0

I valori di diversità ed equiripartizione, valutati tramite gli indici di Shannon-Weaver e Evenness, sono elevati in tutti i campioni e mostrano una diminuzione, per tutti gli anni di indagine, tra l'inizio e la fine dell'estate, concomitante con l'aumento dell'abbondanza relativa della specie dominante (*Achnanthydium minutissimum*).

Figura 10-13 applicazione di due indici di diversità ed equiripartizione (Shannon-Weaver e Evenness).



L'indice NNS presenta un valore sempre ben al di sotto della soglia di significatività (<60%), indicando un basso grado di disturbo fisico dell'*habitat* fluviale. La diversità dei valori relativi ai diversi campionamenti all'interno di ogni anno è molto bassa.

Figura 10-14 Applicazione dell'indice NNS (% Navicula-Nitzschia-Suriella).

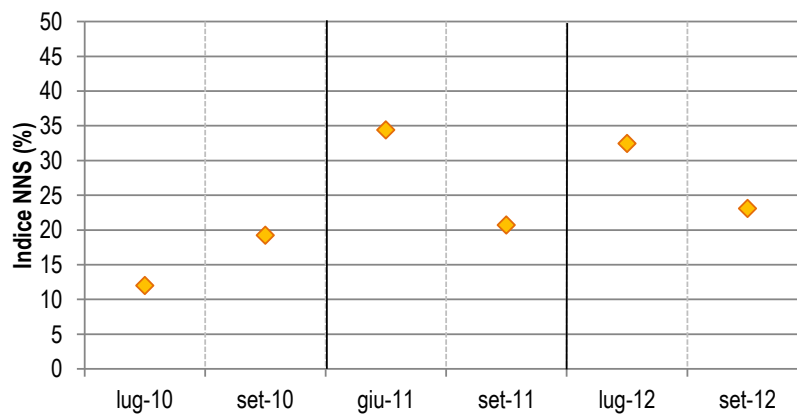


Tabella 10-5 Applicazione di alcuni indici caratterizzanti la comunità osservata.

Indice	lug-10	set-10	giu-11	set-11	lug-12	set-12
Shannon	2.65	2.43	3.91	3.36	3.88	3.25
Evenness	0.57	0.56	0.80	0.71	0.76	0.71
NNS (%)	12.0	19.2	34.4	20.7	32.4	23.1

Nel complesso, la struttura della comunità macrofita in questo tratto è molto simile a quella del tratto precedente.

Applicazione dell'indice ICMi

L'applicazione dell'indice ICMi mostra la qualità ecologica delle acque, il cui andamento è illustrato nel grafico seguente. In tabella sono riportati i dati medi annui dei sub-indici e degli RQE ottenuti, e una media complessiva sull'intero periodo di sperimentazione.

Figura 10-15 Andamento dell'Indice ICMi nel tratto TIC2 nel periodo di sperimentazione.

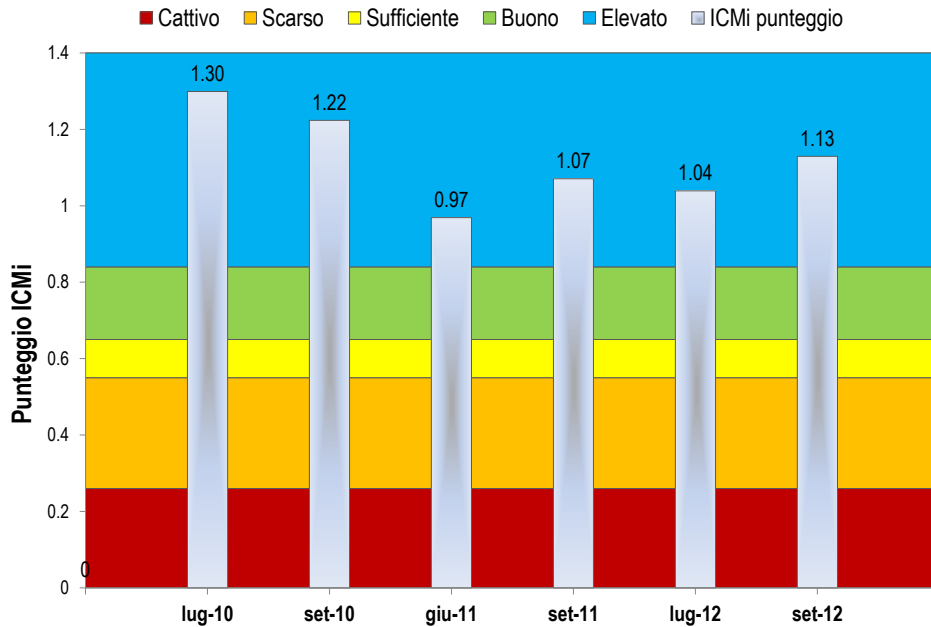


Tabella 10-6 Applicazione dell'indice ICMi – valori medi annui.

DATA	2010	2011	2012	Media sperimentazione
N° tot specie	25.50	30.50	31.50	29.17
IPS5	4.51	4.28	4.22	4.34
IPS20	17.68	16.58	16.30	16.85
RQE_IPS	1.06	0.99	0.98	1.01
TI	1.66	2.33	2.09	2.03
RQE_TI	1.46	1.05	1.19	1.23
ICMi punteggio	1.26	1.02	1.08	1.12
ICMi giudizio	elevato	elevato	elevato	elevato

Come mostrato dal grafico e dalla tabella precedenti, nel tratto di monitoraggio TIC2 la qualità delle acque, in base all'indice ICMi, si è mantenuta su un livello "elevato" per tutti i campionamenti condotti e quindi a livello medio per l'intero periodo di studio.

10.5 MACROFITE

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità macrofita rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il campionamento macrofite ha riguardato esclusivamente il primo triennio di monitoraggio della sperimentazione; con ddg della R.L. 4893/13 e con D. 308/13 della R.P., è stato infatti stabilito che questo descrittore non viene più utilizzato ai fini di valutare la qualità ecologica delle acque relativamente alla sperimentazione DMV. Inoltre, ad eccezione del 2011, in tutti gli anni non è stato possibile condurre campionamenti nella prima parte dell'estate per via della ridotta copertura vegetale presente in alveo. Le elevate portate tardo primaverili hanno infatti ritardato la crescita delle macrofite e i relativi rilievi alla fine dell'estate.

In totale sono stati raccolti 4 campioni, di seguito riepilogati:

2010 → | Agosto
 2011 → | Luglio
 | Settembre
 2012 → | Settembre

Risultati

Come per il tratto precedente, la copertura dell'alveo da parte delle macrofite è risultata negativamente influenzata dall'entità e dal periodo in cui si verificano le portate di morbida tardo-primaverili. La tabella seguente indica le percentuali di copertura rilevate nei diversi anni (per il 2011 il valore è la media dei due campionamenti effettuati nell'anno).

Tabella 10-7 Copertura percentuale dell'alveo da parte delle macrofite e della sola componente algale, rinvenuta nel tratto di Vizzola T. (TIC2) nel corso della sperimentazione.

	2010	2011	2012
Copertura totale	80%	45%	15%
di cui copertura algale	100%	100%	100%

Rispetto al tratto precedente:

- 1) appare ancora maggiore la dominanza da parte delle alghe filamentose, principalmente legata ai generi *Cladophora* sp. e *Spirogyra* sp.;
- 2) la ricchezza tassonomica è minore e tutte le specie di fanerogame rinvenute avevano una scarsissima copertura.

Queste caratteristiche sono attribuibili alla morfologia di questo tratto, che è particolarmente omogenea (v. capitolo 10.2 – *Habitat fluviale*).

Tabella 10-8 Ricchezza di macrofite e *taxa* dominanti nel Fiume Ticino a Vizzola T. (TIC2) nel periodo di sperimentazione.

Campione	N° <i>taxa</i>	Taxon dominante	% dominanza
Agosto 2010	8	<i>Spirogyra</i> sp.	80
Luglio 2011	10	<i>Cladophora</i> sp.	85
Settembre 2011	12	<i>Cladophora</i> sp.	85
Settembre 2012	16	<i>Cladophora</i> sp.	100

Applicazione dell'indice IBMR

Lo stato ecologico in base all'indice IBMR in questo tratto è risultato "buono" a livello medio. Per il 2011 l'indice è mediamente "sufficiente" anche se con un valore molto vicino al limite con la classe superiore (0.80).

Tabella 10-9 Valori del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) dell'indice IBMR applicato ai dati raccolti nel primo triennio di sperimentazione nel tratto di monitoraggio di Vizzola T. (TIC2).

	IBMR	Stato ecologico
2010	0.88	Buono
2011	0.79	Sufficiente
2012	0.81	Buono
Media	0.83	Buono

10.6 MACROINVERTEBRATI

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità macrobentonica rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

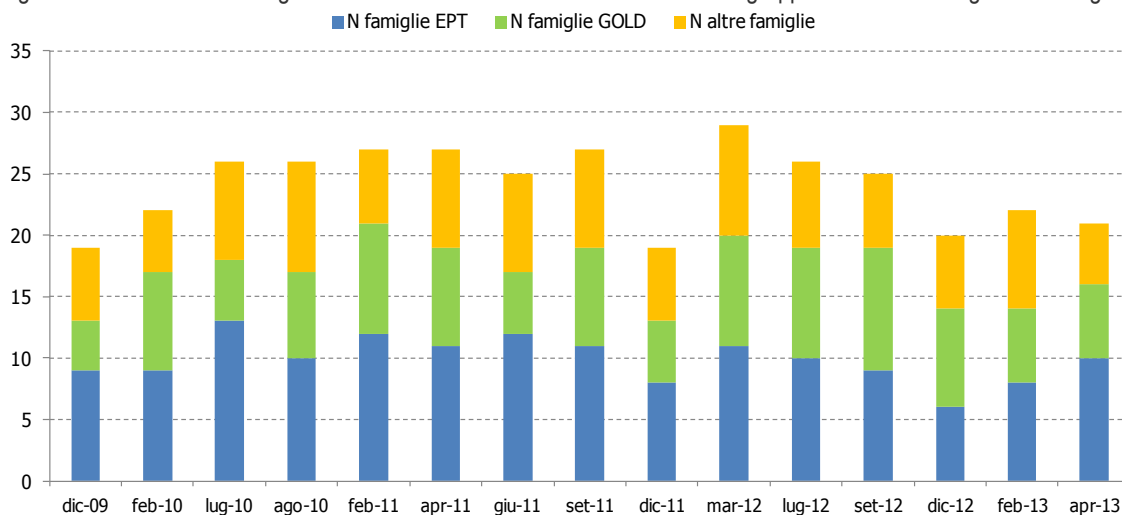
Per quanto riguarda la comunità di macroinvertebrati bentonici sono disponibili 15 campioni, raccolti con cadenza di base stagionale e con frequenza maggiore in periodi caratterizzati da portate pari o prossime al DMV (in particolare nel 2011).; con il passaggio dal primo al secondo triennio di monitoraggio, "*...si intende eliminare la stazione TIC2, visto che il prelievo presso la traversa del Panperduto e delle rogge piemontesi è comunque monitorato dalle stazioni TIC1 e TIC3...*" come riportato nell'Allegato 1 al ddg 4198 del 07/06/2013. Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

2010	→	04/12/2009 25/02/2010 06/07/2010 26/08/2010	2011	→	10/02/2011 07/04/2011 15/06/2011 09/09/2011 07/12/2011	2012	→	13/03/2012 05/07/2012 03/09/2012 13/12/2012
2013	→	28/02/2013 19/04/2013						

Risultati

La comunità macrobentonica individuata nel tratto d'interesse mostra una discreta ricchezza tassonomica, variabile da un minimo di 19 famiglie ad un massimo di 29, riconducibili ai tre macrogruppi già illustrati nel paragrafo del tratto TIC1: le "famiglie EPT" (appartenenti agli ordini *Plecotteri*, *Efemerotteri*, *Tricotteri*), le "famiglie GOLD" (appartenenti agli ordini *Gasteropodi*, *Oligocheti*, *Ditteri*) e le famiglie che non appartengono a questi due gruppi. Nel tratto di Ticino a Castelnovate gli individui catturati sono rientrati in misura simile nei tre macrogruppi in tutti i campionamenti effettuati, denotando la presenza di un *habitat* fluviale eterogeneo.

Figura 10-16 Numero di famiglie riconosciute e caratterizzazione in tre macrogruppi in base all'ecologia di alcuni generi.



Anche la densità di individui è elevata, variando da circa 1000 a circa 17000 individui per metro quadro, con il massimo valore osservato in aprile 2011. Il maggior contributo in termini di densità è riconducibile in particolare ai due macrogruppi Tricotteri ed Efemerotteri e, in misura minore, ai Ditteri, ed in particolare alle famiglie Hydropsychidae e Baetidae, già riscontrate anche nel tratto più a monte. Nel già citato mese di aprile 2011 rappresentano un contributo significativo anche gli Oligocheti della famiglia Naididae. Raramente queste famiglie mostrano una netta dominanza sulle altre (quasi sempre <50%) e la diversità, calcolata tramite l'indice di Shannon varia tra 1.074 e 2.024.

Di seguito si riportano le densità riscontrate nei campionamenti effettuati dal 2009 al 2013 e la distribuzione percentuale degli individui tra i diversi macrogruppi da cui è composta la comunità.

Figura 10-17 Densità dei diversi gruppi tassonomici per l'intero periodo di monitoraggio.

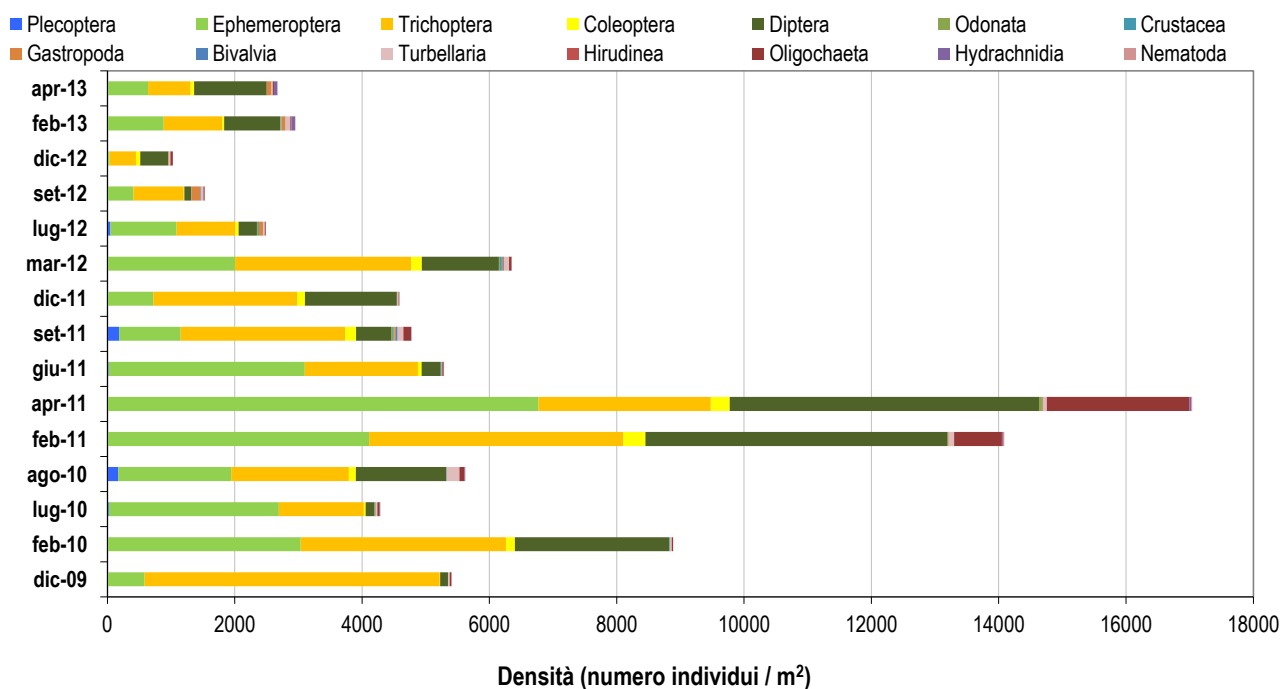
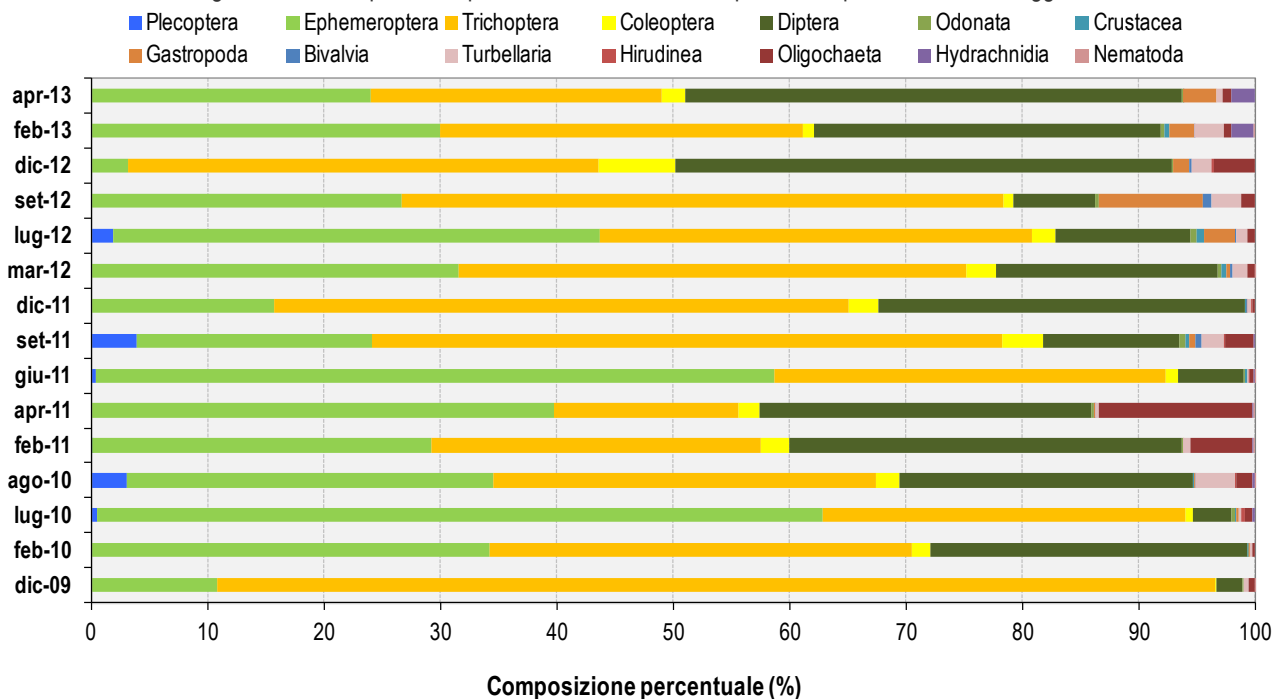


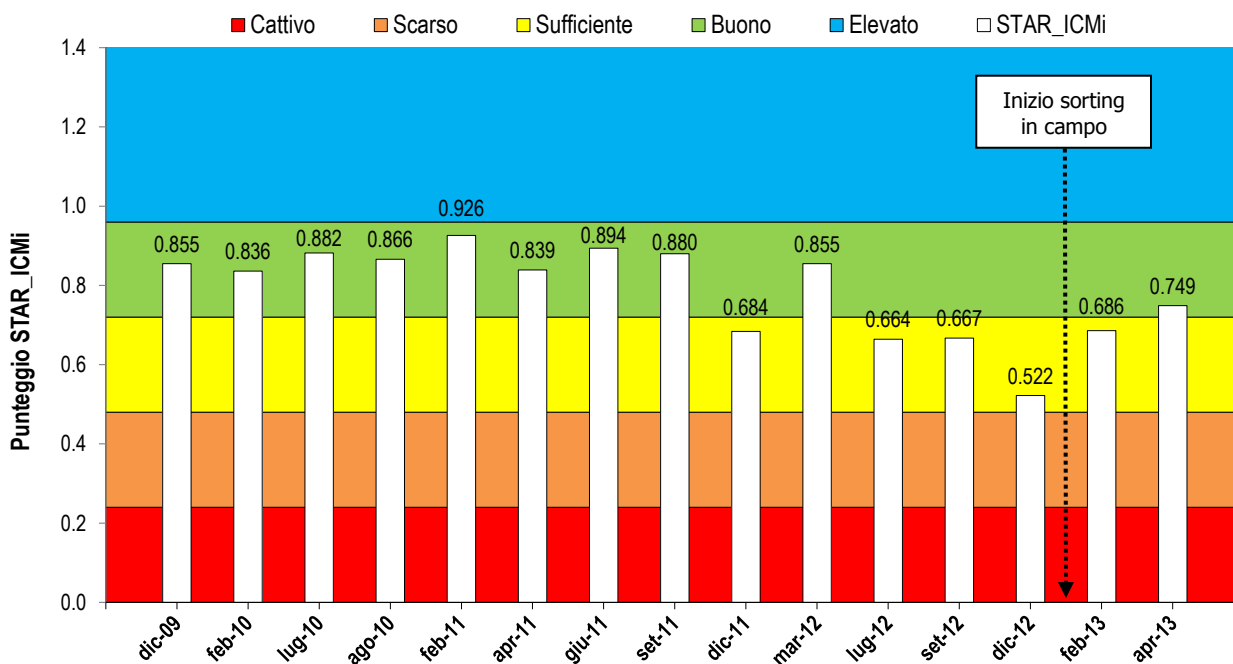
Figura 10-18 Composizione percentuale della comunità per l'intero periodo di monitoraggio.



Applicazione dell'indice STAR_ICMi

L'applicazione dell'indice STAR_ICMi ai dati raccolti ha permesso di evidenziare uno stato ecologico del tratto "buono" o "sufficiente" durante l'intera sperimentazione.

Figura 10-19 Andamento dell'Indice STAR_ICMi nella stazione TIC2 nel periodo di sperimentazione.



Nella tabella seguente sono riportati i valori medi annui di ciascuna metrica componente l'indice STAR_ICMi e dell'indice stesso. Come si può osservare, lo stato ecologico del tratto in base alla

comunità macrobentonica è “buono” nei primi due anni e “sufficiente” nel 2012. Complessivamente sull'intero periodo di sperimentazione, lo stato ecologico secondo l'indice STAR_ICMi è risultato “buono”.

Tabella 10-10 Applicazione dell'indice STAR_ICMi – valori medi annui

DATA	2010	2011	2012	Media Sperimentazione
Indice ASPT	6.026	6.044	5.656	5.926
Indice EPTD	2.042	1.770	0.499	1.389
Indice GOLD	0.847	0.733	0.751	0.752
N° famiglie	23	25	25	24
Indice EPT	10	11	9	10
Indice di Shannon	1.586	1.740	1.846	1.757
STAR_ICMI punteggio	0.860	0.845	0.677	0.787
STAR_ICMI giudizio	buono	buono	sufficiente	buono

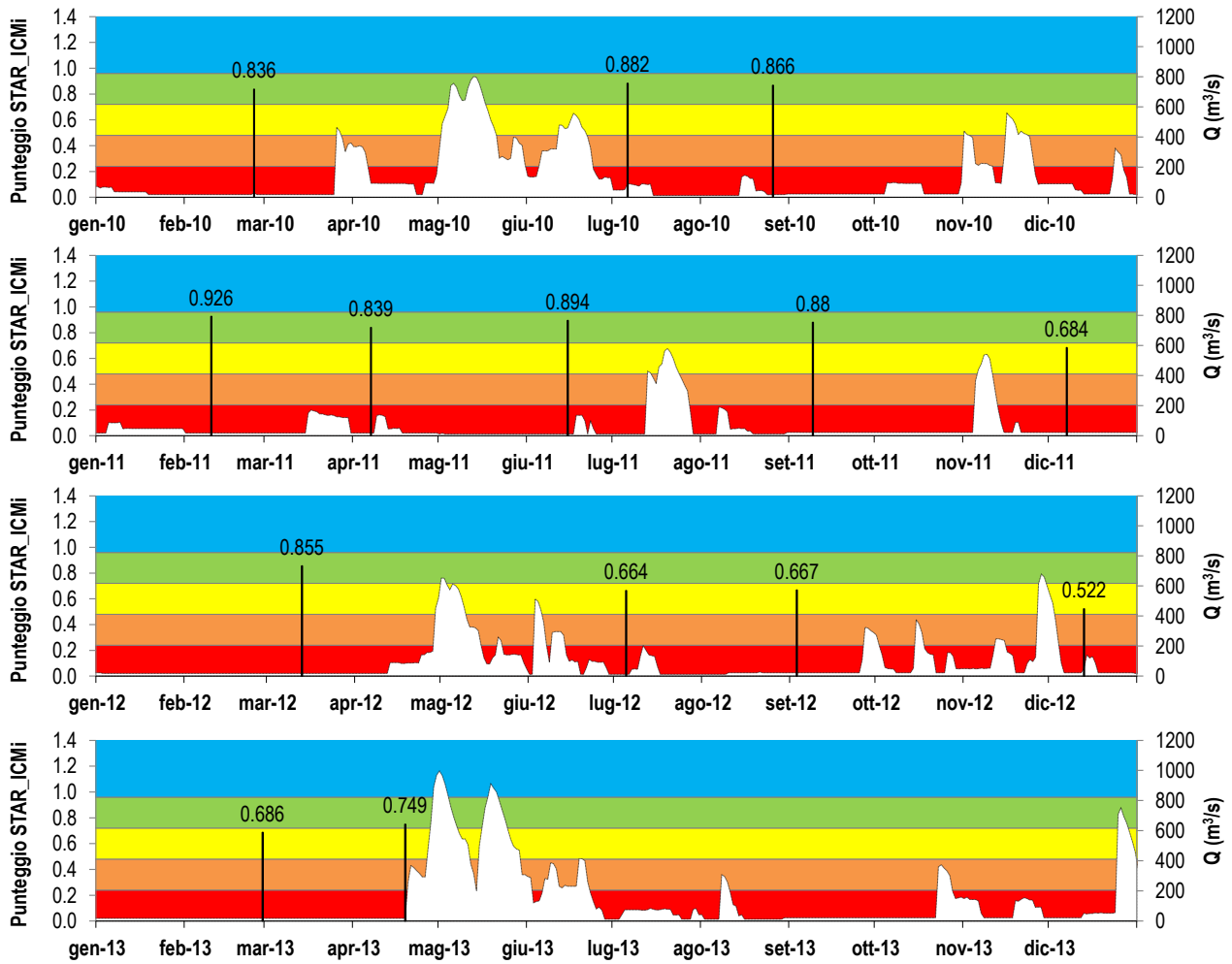
Relazione tra stato dei macroinvertebrati e portate

Di seguito sono mostrati gli andamenti delle portate nel tratto di monitoraggio a confronto con i valori dell'indice STAR_ICMi.

Come si può cogliere anche visivamente, l'indice assume spesso valori simili a seguito di periodi di portate elevate, e a seguito di periodi di portate di solo DMV, come si può vedere ad es. osservando i valori relativi ai campioni di luglio e settembre 2012 e la storia idrologica che li precede. Di conseguenza, valori dell'indice rientranti in uno stato “sufficiente” sono riscontrabili sia in campioni raccolti a seguito di portate elevate che a seguito di periodi di solo DMV, facendo presumere che altri fattori rispetto alla portata influiscano maggiormente sul valore dell'indice.

In periodi prolungati in cui le portate sono state costantemente pari al solo DMV (quali dicembre-aprile 2012, gennaio-aprile 2013), il valore dell'indice è addirittura aumentato allontanandosi dall'inizio del periodo di magra.

Figura 10-20 Andamento annuo dell'indice STAR_ICMi e portate presenti nella stazione di monitoraggio negli anni della sperimentazione. I colori di sfondo rappresentano le classi di qualità (blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancio=scarso; rosso=cattivo).



Per meglio approfondire eventuali relazioni tra l'indice STAR_ICMi o le sue sotto-metriche e le portate transitanti in alveo, di seguito sono riportati i valori delle metriche biologiche a confronto con alcuni parametri che definiscono la portata nel periodo precedente il campionamento.

Tabella 10-11 Metriche descrittive della comunità di macroinvertebrati e metriche descrittive della portata relative al periodo immediatamente precedente il campionamento.

METRICA		feb-10	lug-10	ago-10	feb-11	apr-11	giu-11	set-11	dic-11	mar-12	lug-12	set-12	dic-12	feb-13	apr-13	
BIO	Indice ASPT	5.850	6.304	5.714	6.318	6.000	6.429	5.917	5.556	6.000	5.826	5.522	5.278	5.789	6.150	
	Indice EPTD	2.037	1.653	2.207	2.190	1.690	1.898	1.898	1.176	1.519	0.000	0.477	0.000	0.699	1.114	
	Indice GOLD	0.724	0.958	0.733	0.609	0.583	0.939	0.853	0.682	0.800	0.852	0.827	0.525	0.675	0.538	
	N° famiglie	22	26	26	27	27	25	27	19	29	26	25	20	22	21	
	Indice EPT	9	13	10	12	11	12	11	8	11	10	9	6	8	10	
	Indice di Shannon	1.952	1.539	1.776	1.895	1.854	1.330	1.977	1.643	1.990	1.965	1.771	1.657	2.024	1.910	
	STAR_ICMI punteggio	0.836	0.882	0.866	0.926	0.839	0.894	0.880	0.684	0.855	0.664	0.667	0.522	0.686	0.749	
	STAR_ICMI giudizio	B	B	B	B	B	B	B	S	B	S	S	S	S	B	
IDRO	Giorno di campionamento	DMV previsto – m ³ /s	18	12	12	18	18	12	22	22	18	12	22	22	18	18
		Q media – m ³ /s	18	51	17	18	18	12	22	22	18	12	22	22	18	18
		N° giorni DMV immediatamente prima del campionamento	37	0	0	9	7	43	21	16	70	6	3	7	72	122
	1 mese precedente	Q media – m ³ /s	18	291	37	39	79	12	29	121	18	129	20	204	18	18
		Q mediana – m ³ /s	18	315	12	48	70	12	22	22	18	96	22	119	18	18
		Q sd – m ³ /s	0	175	46	14	63	0	28	180	0	120	4	221	0	0
		Q min – m ³ /s	18	48	12	18	18	12	13	22	18	12	12	22	18	18
		Q max – m ³ /s	18	557	146	49	171	12	160	542	18	442	28	679	18	18
		10° percentile – m ³ /s	18	48	12	18	18	12	13	22	18	12	12	22	18	18
		90° percentile – m ³ /s	18	512	126	48	153	12	47	481	18	296	22	603	18	18
		N°giorni di DMV	30	0	19	9	15	30	21	20	30	8	9	11	30	30
	3 mesi precedenti	Q media – m ³ /s	28	309	143	109	48	41	103	64	19	189	65	133	48	18
		Q mediana – m ³ /s	18	260	84	48	18	18	13	22	18	117	22	51	18	18
		Q sd – m ³ /s	17	233	162	137	45	50	162	124	2	181	89	159	104	0
		Q min – m ³ /s	18	18	12	18	18	12	12	22	18	12	12	22	18	18
		Q max – m ³ /s	72	802	557	560	171	171	580	542	22	652	442	679	602	18
		10° percentile – m ³ /s	18	88	12	18	18	12	12	22	18	12	12	22	18	18
		90° percentile – m ³ /s	64	678	444	333	135	135	416	99	22	514	174	326	87	18
	N°giorni di DMV	≥ 37	3	31	26	50	65	56	78	87	17	37	33	79	90	

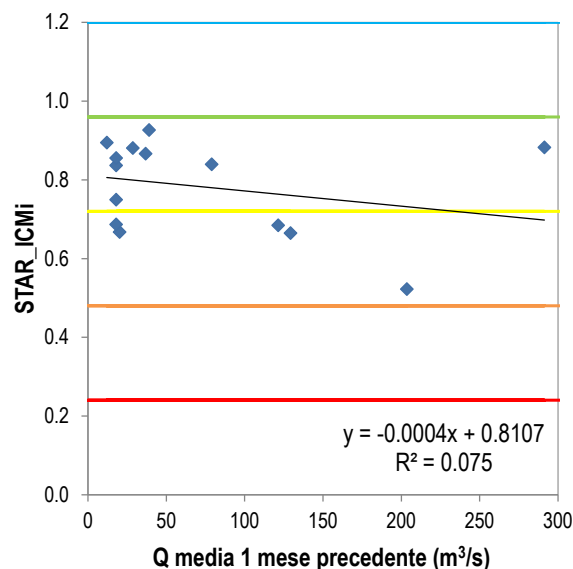
Di seguito sono riportati i valori del coefficiente di determinazione (R^2) calcolati per tutte le combinazioni disponibili tra i parametri biologici e i parametri idrologici della tabella precedente.

La bassa correlazione individuata mostra chiaramente che le metriche biologiche non rispondono ai parametri di portata analizzati. Si riporta comunque il grafico relativo al confronto tra valori dello STAR_ICMi e la portata media del mese precedente il campionamento.

Tabella 10-12 Valori del coefficiente di correlazione lineare R^2 calcolato confrontando i dati relativi ad alcune metriche biologiche descrittive della comunità di macroinvertebrati e quelli relativi ad alcune metriche descrittive della portata presente in alveo. La scala di colori è proporzionale al valore dell' R^2 : blu=elevata correlazione; bianco=bassa correlazione.

		ASPT	EPTD	GOLD	N° famiglie	EPT	Shannon	STAR_ICMi	densità
Giorno di campionamento	Q media – m ³ /s	0.02	0.01	0.09	0.00	0.08	0.10	0.01	0.02
	N° giorni DMV immediatamente prima del campionamento	0.08	0.00	0.06	0.06	0.00	0.09	0.00	0.04
1 mese precedente	Q media – m ³ /s	0.01	0.10	0.01	0.02	0.00	0.17	0.08	0.04
	Q mediana – m ³ /s	0.03	0.02	0.08	0.01	0.08	0.12	0.00	0.01
	Q min – m ³ /s	0.05	0.00	0.02	0.01	0.06	0.11	0.01	0.00
	Q max – m ³ /s	0.16	0.20	0.00	0.11	0.09	0.13	0.24	0.09
	10° percentile – m ³ /s	0.05	0.00	0.02	0.01	0.06	0.11	0.01	0.00
	90° percentile – m ³ /s	0.15	0.17	0.01	0.15	0.09	0.18	0.23	0.07
	N°giorni di DMV	0.01	0.06	0.02	0.05	0.02	0.05	0.02	0.00
3 mesi precedenti	Q media – m ³ /s	0.00	0.01	0.16	0.04	0.08	0.08	0.00	0.04
	Q mediana – m ³ /s	0.05	0.00	0.19	0.04	0.15	0.10	0.01	0.03
	Q min – m ³ /s	0.04	0.02	0.38	0.30	0.16	0.00	0.10	0.02
	Q max – m ³ /s	0.09	0.09	0.03	0.00	0.02	0.02	0.08	0.10
	10° percentile – m ³ /s	0.09	0.01	0.10	0.00	0.13	0.13	0.03	0.00
	90° percentile – m ³ /s	0.01	0.00	0.17	0.11	0.10	0.04	0.01	0.02
	N°giorni di DMV	0.00	0.00	0.07	0.07	0.04	0.04	0.00	0.01

Figura 10-21 Grafico di correlazione tra lo STAR_ICMi e la portata media del mese precedente. Ogni riga orizzontale indica il confine superiore di un livello di qualità (indicati dai colori: blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancione=scarso; rosso=cattivo).



È quindi possibile concludere che lo stato ecologico definito dall'indice STAR_ICMi per il tratto TIC2 è mediamente "buono" e scarsamente influenzato dalle portate analizzate.

10.7 FAUNA ITTICA

Il censimento mediante elettropesca, integrato da osservazione subacquea nelle zone più profonde, ha permesso di rinvenire complessivamente 14 specie, delle quali 12 autoctone e 2 esotiche (presenze sporadiche); a livello di famiglia, i più rappresentati sono risultati i Ciprinidi, con 9 specie. Dal punto di vista delle abbondanze, domina la popolazione del ghiozzo padano, seguita da vairone, sanguinerola e cobite comune. Si segnala una modesta cattura di adulti per il barbo comune. L'osservazione subacquea ha evidenziato l'assenza di pesci nella zona più profonda del tratto, che rappresenta tuttavia un'area limitata. Complessivamente l'ambiente è piuttosto scarso di elementi utili a fornire rifugio ai pesci di media e grossa taglia e le zone di alveo ampio e piatto sono particolarmente esposte alla vista dei predatori aerei. Questo potrebbe giustificare la ricchezza piuttosto modesta della comunità ittica e soprattutto la scarsa presenza di individui adulti, fatto salvo per le specie caratterizzate da ridotte dimensioni corporee.

Tabella 10-13 Composizione della comunità ittica e struttura e consistenza delle diverse specie rinvenute nel tratto di Vizzola Ticino (TIC2). In rosso sono evidenziate le specie alloctone.

Famiglia	Specie	struttura (A-B-C)	consistenza (1-4)
Ciprinidi	Alborella	ND	1
Ciprinidi	Barbo comune	B	3
Blennidi	Cagnetta	A	4
Ciprinidi	Carassio	ND	1
Ciprinidi	Carpa	ND	1
Ciprinidi	Cavedano	A	2
Cobitidi	Cobite comune	A	3
Gobidi	Ghiozzo padano	A	4
Ciprinidi	Rodeo amaro	ND	1
Ciprinidi	Sanguinerola	A	3
Ciprinidi	Scardola	ND	1
Ciprinidi	Tinca	ND	1
Ciprinidi	Vairone	A	3

*struttura: ND = popolazione rappresentata da un numero di individui troppo basso per definirne la struttura; A = popolazione ben strutturata; B = popolazione destrutturata, eccessiva abbondanza delle classi giovanili; C = popolazione destrutturata, eccessiva abbondanza delle classi adulte.

** consistenza: 1 = specie occasionale; 2 = specie presente, ma quantitativamente al di sotto delle sue potenzialità; 3 = specie abbondante, soddisfa le sue potenzialità; 4 = specie molto abbondante, numericamente dominante sulle altre.

10.8 ANALISI SINTETICA DEL TRATTO

Questo tratto di indagine è stato scelto per studiare gli effetti dei DMV sperimentali rilasciati dalla diga del Panperduto ad una distanza maggiore rispetto al tratto TIC1.

Le condizioni idrologiche si possono considerare identiche a quelle del precedente tratto.

Anche gli indicatori biologici analizzati hanno mostrato valori simili a quelli del tratto 1, con lievi differenze legate alle caratteristiche locali dell'*habitat*.

Nella tabella che segue sono riepilogati per ogni anno di monitoraggio i principali indicatori idrologici ed ecologici utili alla valutazione dei risultati.

Tabella 10-14 Sintesi del quadro idrologico e dello stato ecologico del tratto secondo i diversi indicatori analizzati.

indicatore		2010	2011	2012	Media sperimentazione
portata	Q media annua – m ³ /s	137	59	92	105
	% giorni DMV	44%	68%	54%	56%
LIMeco		0.81	0.80	0.78	0.80
STAR_ICMi		0.860	0.845	0.677	0.787

Anche le comunità di diatomee bentoniche e macrofite acquatiche, considerate indicatori utili a dare indicazioni a supporto degli indicatori principali, sono risultate in uno stato ecologico “elevato” e “buono” rispettivamente.

La fauna ittica è caratterizzata da una ricchezza minore rispetto al tratto precedente e ad una scarsità di individui adulti, da attribuire alla scarsa disponibilità di rifugi che permettano di nascondersi da uccelli ittiofagi.

Nel complesso, a circa 10 km dall’opera di presa, lo stato del corso d’acqua si conferma buono e simile all’area più prossima alla derivazione, quindi compatibile con il raggiungimento degli obiettivi della direttiva 2000/60/CE.

11 RISULTATI DELLE INDAGINI NEL TRATTO 3 – PONTE DI OLEGGIO

In questo capitolo sono riportati i risultati del monitoraggio ecologico effettuato nel tratto identificato con il codice TIC3, collocato all'inizio del corpo idrico n°2, tra Lonate Pozzolo (VA) e Oleggio (NO).

Il tratto è stato scelto sia come ulteriore punto per il monitoraggio degli effetti dei DMV rilasciati presso la diga di Panperduto (16.6 km a monte dell'area di indagine), che per la coincidenza con una stazione di monitoraggio di ARPA Lombardia e ARPA Piemonte.

Le caratteristiche geografico-idrologiche del tratto sono di seguito riepilogate.

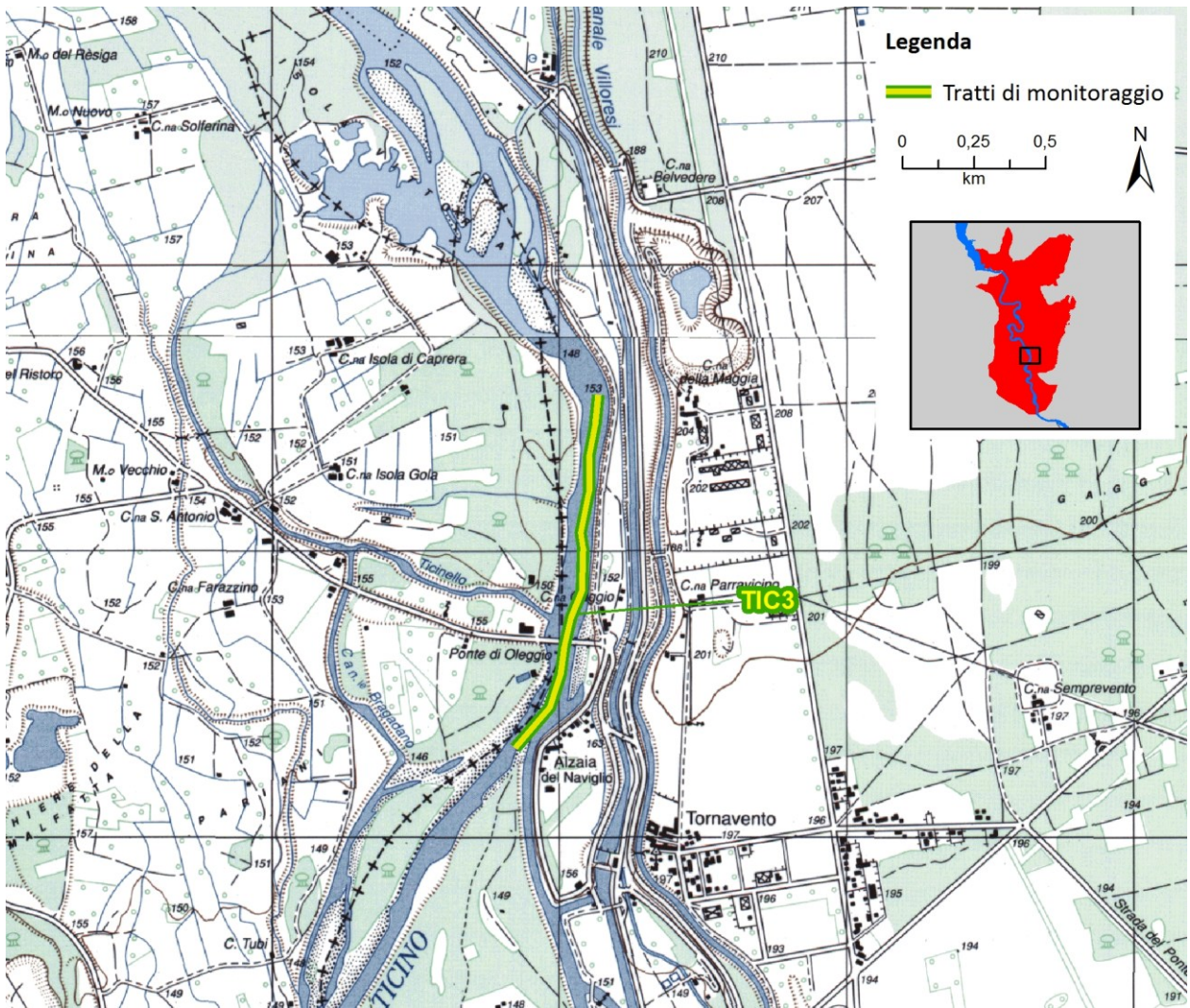
Tabella 11-1 Caratterizzazione geografica ed idrologica del tratto di monitoraggio.

Geo	Comune sponda sx	Lonate Pozzolo (VA)
	Comune sponda dx	Oleggio (NO)
	Distanza dal lago	~ 23 km
	Quota	150 mslm
Idro	Nome della derivazione precedente	Filarola delle rogge novaresi
	Distanza dalla derivazione precedente	~ 16.6 km
	Ulteriori opere di presa sottese al tratto	Diga del Panperduto

Figura 11-1 Vista dal tratto di monitoraggio verso monte e verso valle.



Figura 11-2 Localizzazione della stazione di monitoraggio.



11.1 IDROLOGIA

Le portate transitanti nel tratto TIC3 nel periodo sperimentale sono state mediamente pari a 138 m³/s. La differenza rispetto al tratto TIC1 (mediamente 5 -7 m³/s) è legata alla presenza, nell'area compresa tra i due tratti, di risorgenze, oltre che al percolamento di acqua dalle aree agricole, in particolare sulla sponda piemontese, poste su un piano campagna superiore rispetto all'alveo fluviale. Nella tabella seguente sono riportati alcuni parametri idrologici relativi ai singoli anni della sperimentazione e si possono osservare alcune differenze chiare, che in parte hanno influito sulle attività di monitoraggio eseguite e sui risultati ottenuti:

- la portata minima presente in alveo in questo tratto è sempre superiore al DMV previsto, grazie al contributo da subalveo appena descritto;
- l'anno idrologicamente più abbondante è stato il 2014;
- l'anno idrologicamente più scarso è stato il 2011;
- il tratto è soggetto ad una importante variabilità delle portate (elevati valori di deviazione standard rispetto alla media), in tutti gli anni.

Tabella 11-2 Inquadramento idrologico del tratto negli anni della sperimentazione.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010-2015
Portata media (m ³ /s)	144	65	98	138	275	109	138
Portata SD (m ³ /s)	185	109	141	216	301	125	202
Portata MIN (m ³ /s)	16	16	17	16	19	19	16
Portata MAX (m ³ /s)	809	591	685	1004	1797	556	1797
DMV (m ³ /s)	12-22	12-22	12-22	12-22	12-31	17-31	12-31

L'andamento temporale delle portate durante l'anno ricalca sostanzialmente quello del tratto TIC1, con valori lievemente superiori in tutti i mesi.

Figura 11-3 Portate medie mensili negli anni della sperimentazione, a confronto con lo scenario di DMV previsto. I dati sono confrontati con i valori medi mensili della portata antropizzata tratti dal PTUA per la sezione di Lonate Pozzolo (barre arancio).

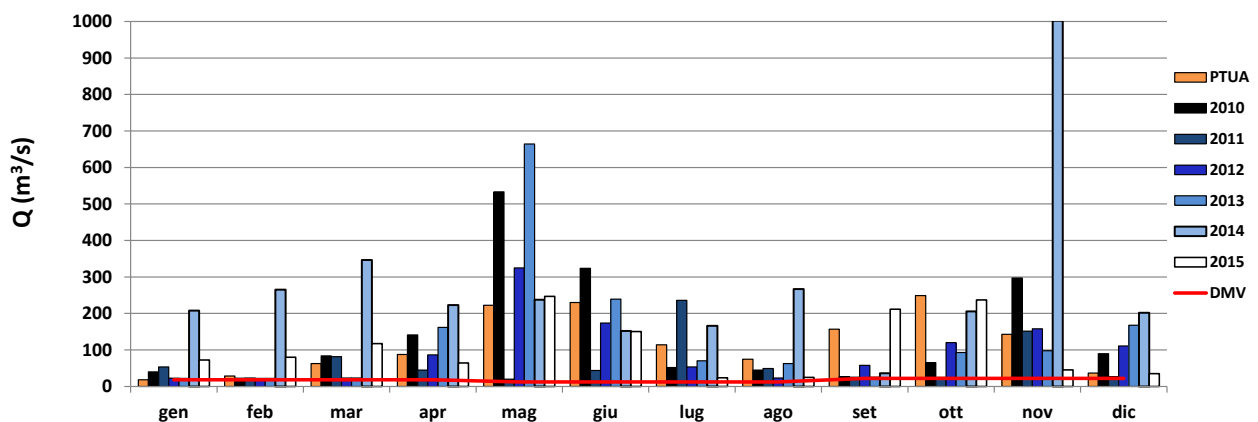
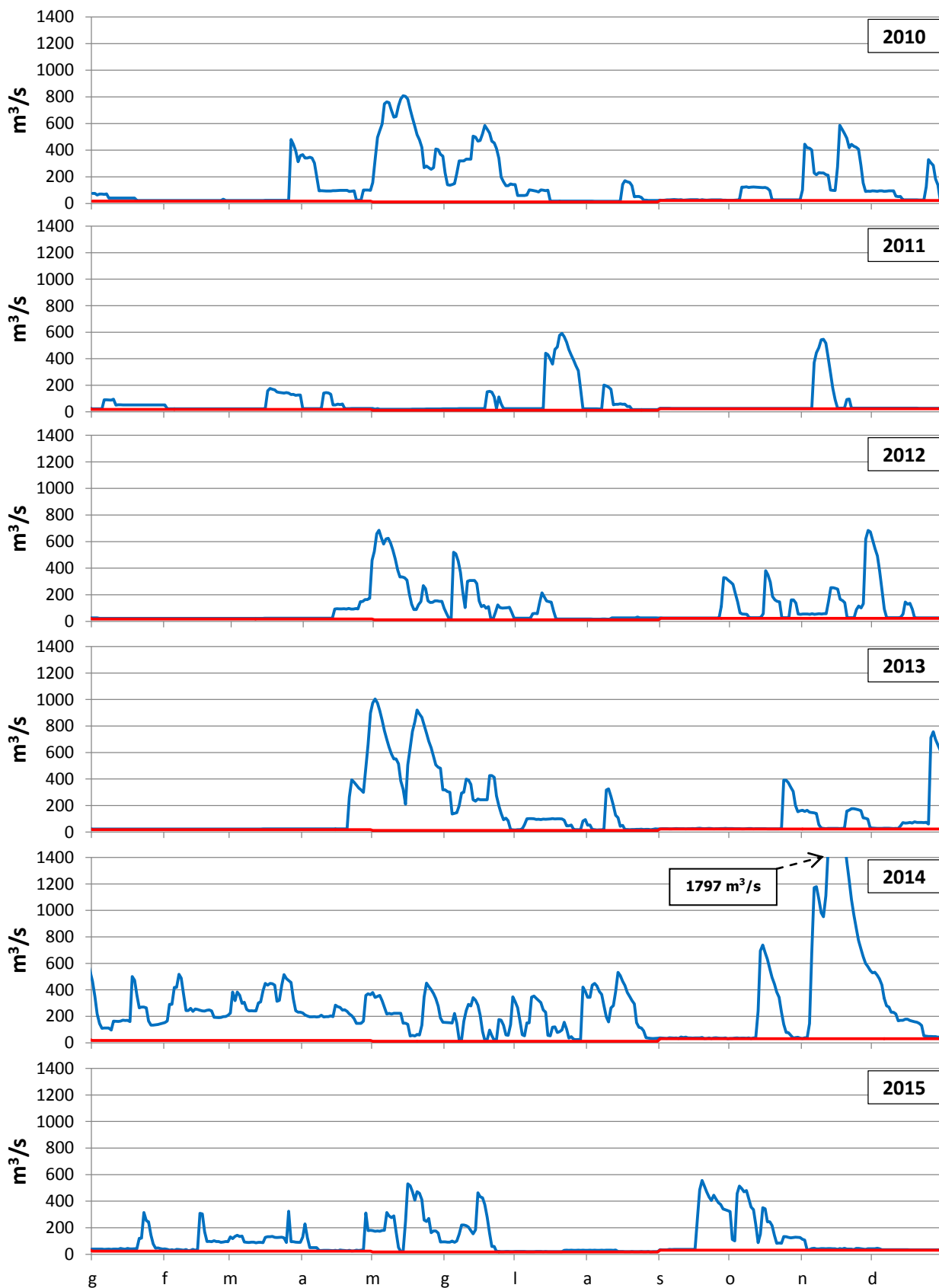


Figura 11-4 Portate giornaliere negli anni della sperimentazione (2010-2015), a confronto con il DMV previsto (linea rossa).



11.2 HABITAT FLUVIALE

Il Fiume Ticino in questo tratto scorre in un alveo ampio (40 – 130 m in condizioni di magra). L'ambiente circostante è costituito da una fascia di vegetazione perfluviale primaria, da aree agricole e da rada urbanizzazione.

Strutture di alterazione della naturalità morfologica in questo tratto sono: una massicciata artificiale lungo la sponda sinistra, la presenza di un ponte stradale, la presenza del vecchio imbocco del Naviglio Grande.

Il *mesohabitat* fluviale è rappresentato prevalentemente da zone a *run*, ed, in misura minore, da *riffle*. Non sono presenti invece aree a *pool*.

Il substrato è meno omogeneo rispetto agli altri tratti di studio, comprendendo sia ciottoli, di grandi, medie e piccole dimensioni, che ghiaia.

La presenza della massicciata garantisce qualche rifugio per la fauna ittica, mentre la connessione con un ambiente laterale caratterizzato da acque fresche e abbondante vegetazione acquatica fornisce un interessante ambiente per la fauna ittica di piccola taglia.

La mobilità del substrato rende l'area poco idonea alla crescita della vegetazione acquatica.

Nel complesso il tratto ha una idoneità ittica appena discreta.

L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) al tratto indagato porta ad un giudizio di funzionalità fluviale "buona" per entrambe le sponde.

Figura 11-5 Fiume Ticino, tratto di Lonate P. in magra (novembre 2014) e in morbida (aprile 2014).



Figura 11-6 L'*habitat* nel tratto di Lonate P.



11.3 MONITORAGGIO CHIMICO – FISICO

In questo paragrafo si riportano i risultati delle analisi della qualità chimico-fisica delle acque effettuate nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il monitoraggio dei parametri chimico - fisici è avvenuto con cadenza mensile dal mese di dicembre 2009 al mese di maggio 2013. A partire da giugno 2013 e fino alla fine della sperimentazione le indagini sono state invece effettuate solo in condizioni di portata pari (o prossima) al DMV.

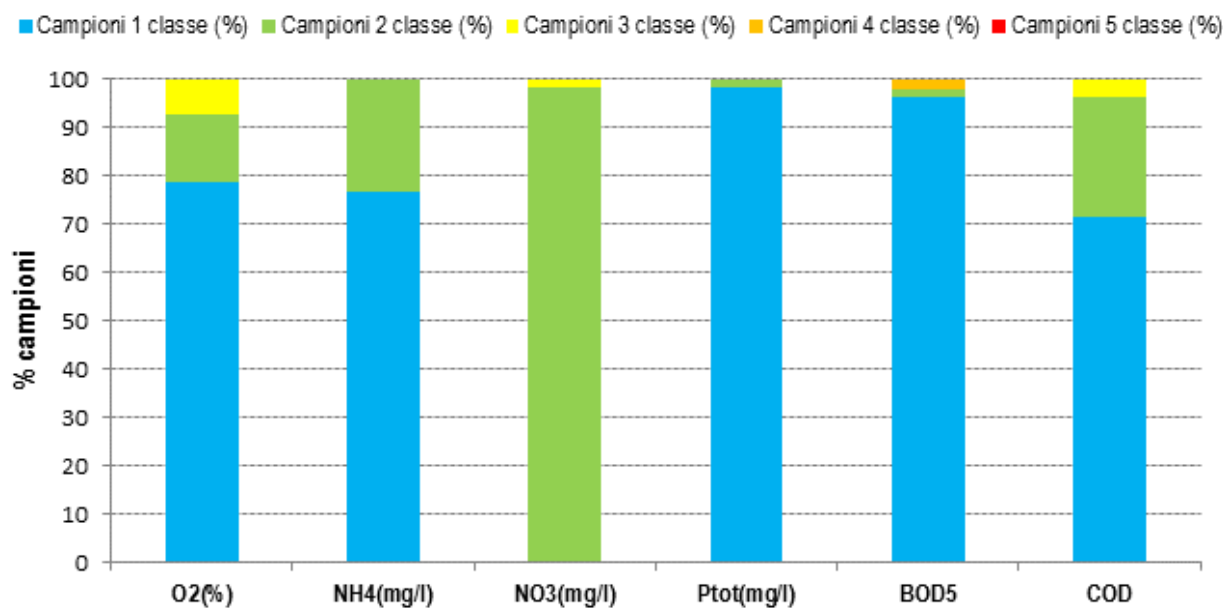
In totale sono stati raccolti 55 campioni. Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

2009	→		dicembre	2013	→		gennaio- maggio luglio-agosto ottobre dicembre
2010	→		gennaio-dicembre				
2011	→		gennaio-dicembre	2014	→		aprile settembre novembre
2012	→		gennaio-dicembre	2015	→		febbraio maggio luglio-agosto ottobre-novembre

Risultati

I parametri monitorati nel tratto di monitoraggio TIC3 nell'arco della sperimentazione hanno mostrato basse concentrazioni di nutrienti (N e P) e di sostanza organica (lievemente superiori a quelle dei tratti precedenti) e valori di ossigeno e temperatura generalmente non critici per la vita acquatica. Di seguito si illustra, per ciascun macrodescrittore, il livello di qualità ottenuto (come da metodica LIM, D.lgs. 152/99) in termini percentuali rispetto alla totalità dei campionamenti effettuati. Non si segnalano situazioni di degrado dall'analisi dei macrodescrittori studiati: tutti i descrittori rientrano all'interno della prima classe nella maggioranza dei casi, ad eccezione dell'azoto nitrico, che ricade quasi sempre nella seconda classe. Scadimenti al di sotto del secondo livello sono stati osservati per l'ossigeno (sempre nel periodo primaverile-estivo: settembre 2010, giugno 2011, giugno 2012 e aprile 2013), l'azoto nitrico (febbraio 2015), il BOD (maggio 2015) e il COD (settembre e dicembre 2012).

Figura 11-7 Macrodescriptors rientranti nel calcolo dell'indice LIM (d.lgs. 152/99). Distribuzione percentuale tra le diverse classi di qualità dei valori registrati nell'intero periodo di sperimentazione nel tratto TIC3.



Di seguito è illustrato l'andamento nell'arco dell'anno dei valori di alcuni parametri caratterizzati da variazioni temporali legate alla stagionalità: la concentrazione di azoto nitrico, la temperatura dell'acqua e la concentrazione di ossigeno disciolto; per i restanti parametri non sono stati individuati chiari andamenti all'interno dell'anno. Il valore relativo a ciascun mese rappresenta la media dei valori rilevati in quel mese nei diversi anni della sperimentazione. Per questa elaborazione non sono stati utilizzati i dati relativi agli anni 2013, 2014 e 2015, in quanto durante questi anni le indagini hanno interessato solo alcuni mesi, in base alle portate presenti in alveo (come spiegato nel paragrafo precedente).

Come per il tratto di monitoraggio precedente, si osserva la variazione stagionale della **temperatura dell'acqua**, tra un minimo di circa 7 °C nel mese di febbraio e un massimo di circa 23 °C nel mese di luglio. Valori mediamente superiori ai 21.5 °C, che superano il valore massimo del *range* di idoneità per la vita dei salmonidi (D.lgs. 152/99), sono stati rinvenuti solo nel mese di luglio; questi dati sono sempre relativi a orari diurni.

La concentrazione di **ossigeno disciolto** ha invece un andamento caratterizzato da valori minimi nel periodo estivo e valori massimi durante l'inverno, con una variazione più limitata rispetto agli altri tratti (min-max: 9-12 mg/l). Questo andamento è principalmente un effetto indiretto della stagionalità, in quanto dovuto alla variazione della temperatura dell'acqua, che influenza la solubilità dell'ossigeno. Osservando il grafico relativo alla percentuale di **saturazione di ossigeno** si può infatti vedere come questa risulti poco variabile tra un mese e l'altro e con valori medi vicini alla saturazione (100%), fatta eccezione per i mesi di aprile-giugno, nei quali l'acqua è sovrasatura di ossigeno.

Per quanto riguarda l'**azoto nitrico**, infine, è possibile notare lo stesso andamento osservato nei tratti TIC1 e TIC2, anche se la variabilità è compresa tra valori leggermente più elevati (0.7 – 1 mg/l), indice del carico di azoto proveniente dalle aree agricole circostanti (v. Capitolo 6.2 – *Analisi delle pressioni – Carichi inquinanti* e Allegato 1 – *Caratterizzazione dell'area di studio*).

Figura 11-8 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della temperatura dell'acqua per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti negli anni 2013-2015 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.

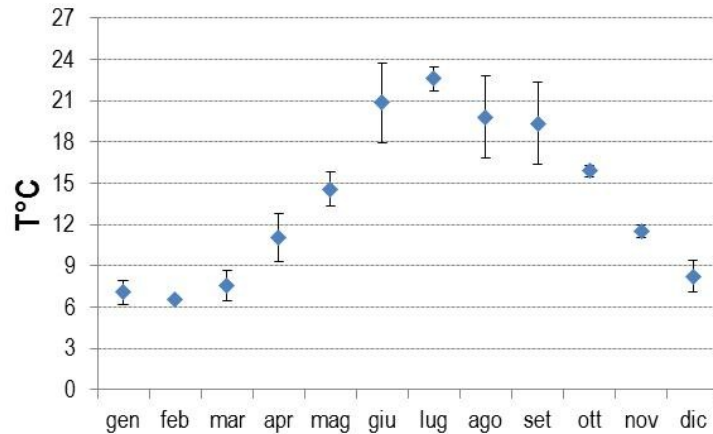


Figura 11-9 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della concentrazione di ossigeno disciolto per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti negli anni 2013-2015 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.

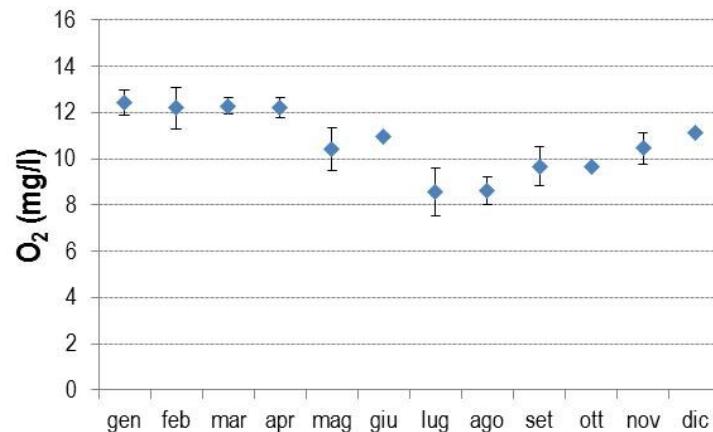


Figura 11-10 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della saturazione di ossigeno disciolto per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti negli anni 2013-2015 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.

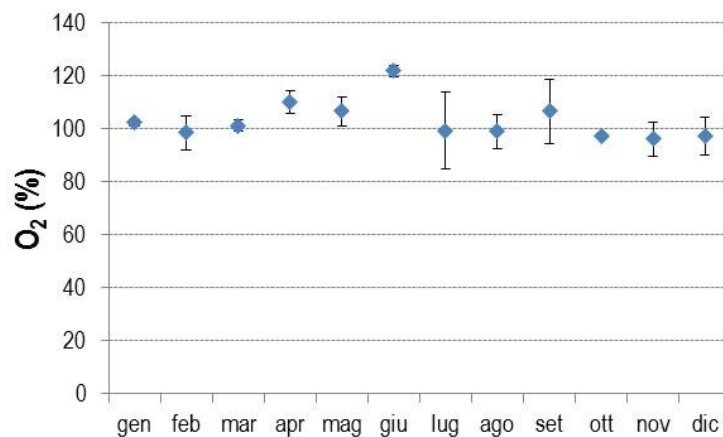
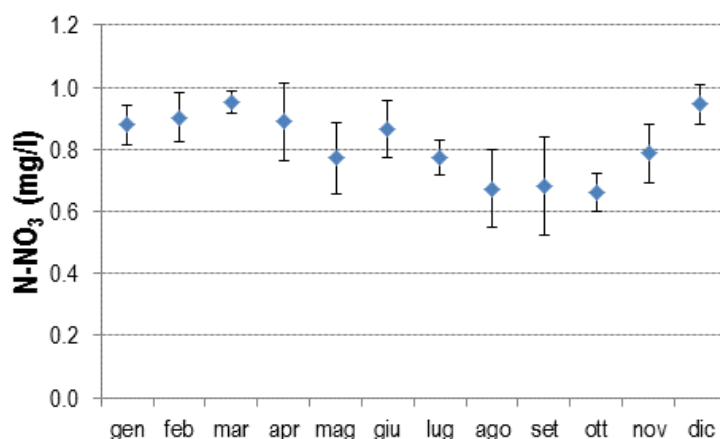


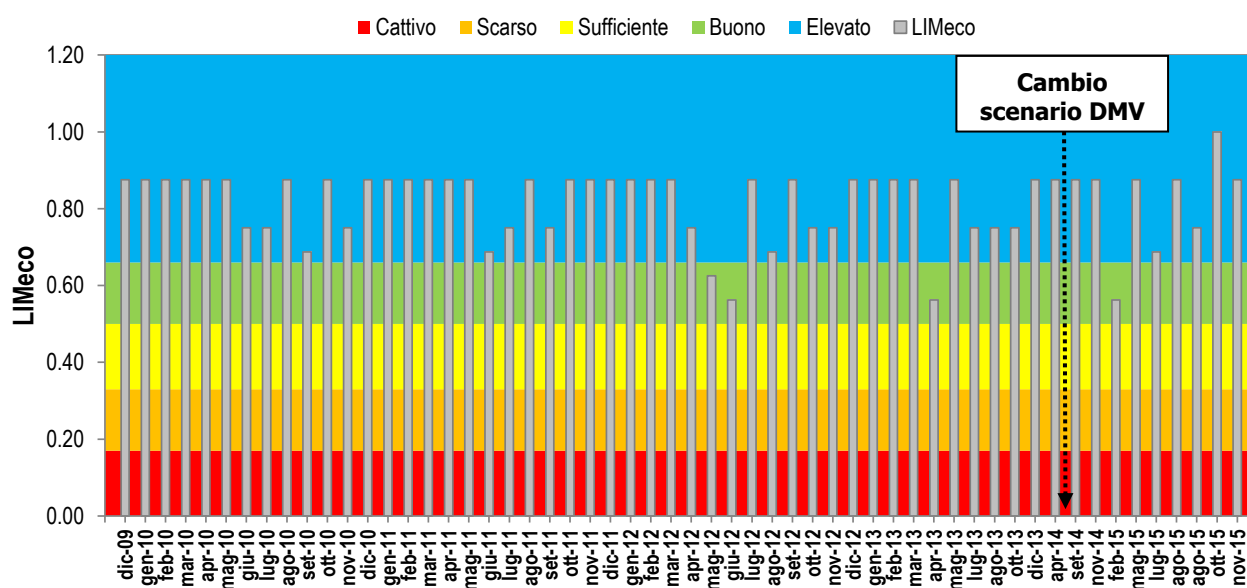
Figura 11-11 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della concentrazione di azoto nitrico per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti negli anni 2013-2015 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.



Applicazione dell'indice LIMeco

Per la valutazione dello stato di qualità delle acque è stato calcolato l'indice LIMeco, i cui valori sono riportati nel grafico seguente. Come si può osservare, il giudizio relativo all'indice è "elevato" o "buono" per tutti i campionamenti effettuati.

Figura 11-12 Andamento dell'indice LIMeco nell'intero arco della sperimentazione.



Di seguito sono riportati i valori medi annui dell'indice e i valori medi del punteggio di ciascun parametro utile per la sua applicazione. L'indice è risultato "elevato" a livello medio annuo per tutti gli anni della sperimentazione e come media sull'intero periodo. Tutti i parametri utilizzati per il suo calcolo sono rientrati nel primo livello come media annua, ad eccezione dell'azoto nitrico e, per il 2012, dell'azoto ammoniacale (sempre nel secondo livello).

Tabella 11-3 Valori medi annui e per l'intero periodo della sperimentazione dell'indice LIMeco. Sono forniti inoltre i valori medi (\pm deviazione standard) dei parametri utilizzati per il suo calcolo e i relativi livelli assegnati per il calcolo dell'indice.

Anno	100 - O ₂ (%)		N-NH ₄ (mg/l)		N-NO ₃ (mg/l)		Ptot (mg/l)		LIMeco
	media	Livello	media	Livello	media	Livello	media	Livello	
2010	7.4	1	0.025	1	0.811	2	0.013	1	0.83
2011	6.6	1	0.018	1	0.870	2	0.018	1	0.84
2012	8.2	1	0.031	2	0.752	2	0.017	1	0.78
2013	9.4	1	0.023	1	0.801	2	0.017	1	0.80
2014	4.0	1	0.015	1	0.870	2	0.013	1	0.88
2015	5.0	1	0.023	1	0.923	2	0.036	1	0.80
Media sperimentazione	7.2	1	0.024	1	0.830	2	0.018	1	0.82

Relazione tra qualità chimica e portate

Data la distanza dalla derivazione (16.6 km), in questo tratto di monitoraggio i campionamenti per l'analisi della qualità chimica delle acque sono stati condotti sempre con portate superiori al DMV. È tuttavia possibile suddividere i campioni in tre categorie, in relazione alle portate rilasciate presso lo sbarramento ed effettuare delle considerazioni sugli effetti dei rilasci, sebbene questi, nel tratto di monitoraggio di Lonate P., risultino sempre incrementati di una portata pari al bacino residuo tra l'opera di presa e la stazione di monitoraggio. La suddivisione su cui si basano le prossime considerazioni è quindi del tutto uguale a quella eseguita per il tratto direttamente a valle dello sbarramento (TIC1) e riguarda 32 campioni raccolti con portate pari al DMV e 23 campioni raccolti con portate superiori al DMV.

Nella tabella seguente è rappresentata la distribuzione numerica dei campioni tra tre classi di portata e i relativi valori medi dell'indice LIMeco e dei parametri per il suo calcolo.

Tabella 11-4 Valore medio dell'indice LIMeco e delle sue sottometriche per campionamenti condotti con portata media giornaliera pari al DMV (minore o uguale al 10% della portata media annua), compresa tra il 10 e il 20% e superiore al 20%. Per ogni gruppo è indicata la numerosità del campione (n).

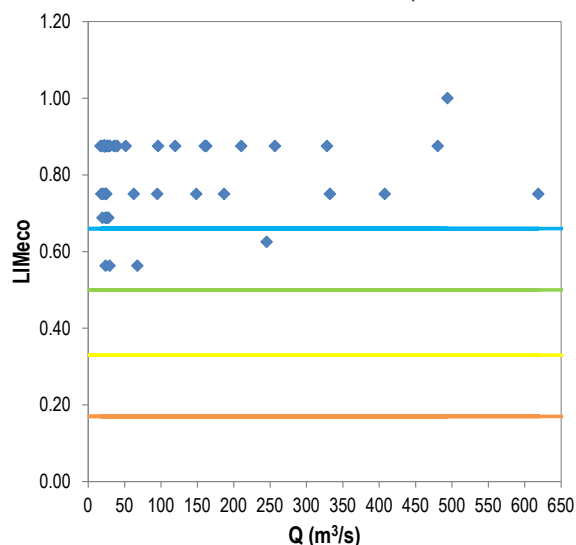
Indice	Media con Q _{rilasciata alla presa} = DMV (n=32)	Media con 10 < Q _{rilasciata alla presa} < 20% (n=7)	Media con Q _{rilasciata alla presa} > 20% (n=16)
LIMeco	0.81	0.81	0.82
100-O ₂ %	7.5	7.2	6.9
N-NH ₄ (mg/l)	0.021	0.026	0.029
N-NO ₃ (mg/l)	0.880	0.888	0.694
Ptot (mg/l)	0.020	0.012	0.019

Come si può osservare dai valori riportati in tabella, il valore medio dell'indice LIMeco si mantiene all'interno della classe "elevata" per le tre condizioni di portata considerate. Tra i parametri considerati, l'azoto nitrico diminuisce passando dalla seconda alla terza classe di portata.

Le figure seguenti mostrano la variazione dei valori dell'indice LIMeco, dell'ossigeno disciolto, dell'azoto ammoniacale e dell'azoto nitrico, con diversi valori di portata, permettendo di comprendere meglio gli andamenti osservati nella tabella precedente.

Dalla figura relativa al LIMeco non è possibile individuare un chiaro andamento nei valori dell'indice in base alle portate. Anche i valori più bassi assunti dall'indice, in condizioni di DMV, sono risultati comunque all'interno della classe buona.

Figura 11-13 Grafico di correlazione tra i valori del LIMeco e la portata giornaliera nel tratto TIC3. Ogni riga orizzontale indica il confine inferiore di un livello di qualità.

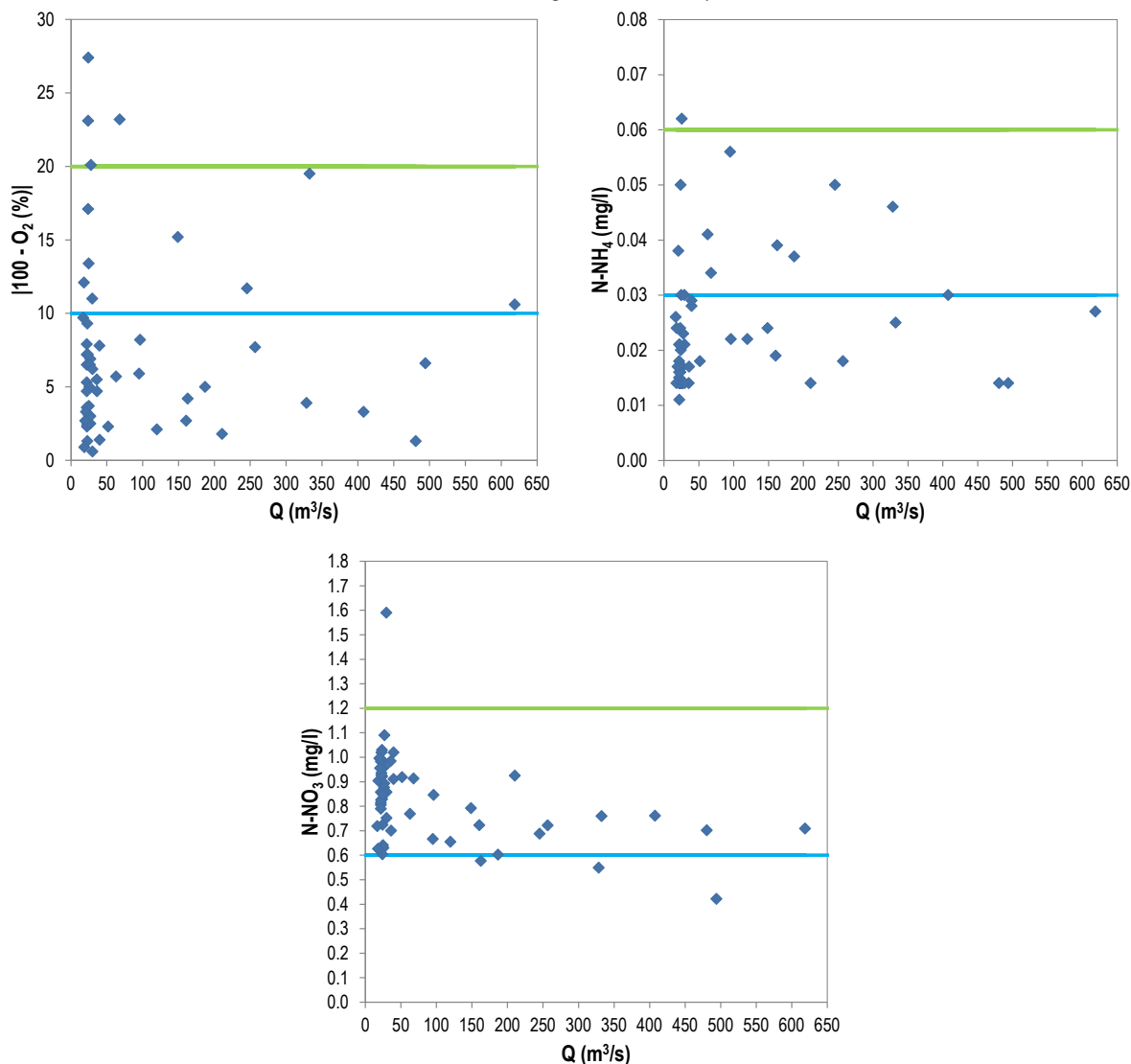


I parametri mostrati di seguito hanno raggiunto, in alcuni casi, valori che ricadono nel terzo livello di qualità. Questi casi sono sempre relativi a giornate con portate basse; tuttavia, anche i valori minimi dei parametri sono stati registrati in condizioni di bassa portata: in queste condizioni è stato infatti effettuato il maggior numero di campionamenti, che ha portato a coprire l'intero *range* di variabilità dei parametri.

Fa eccezione l'azoto nitrico, per il quale i valori minimi sono stati misurati in condizioni di morbida ed è possibile osservare un andamento in lieve diminuzione all'aumentare delle portate, probabilmente dovuto a un effetto di diluizione. Questo consente però il raggiungimento di concentrazioni che rientrano nel primo livello di qualità solo per portate piuttosto elevate (superiori a 150 m³/s).

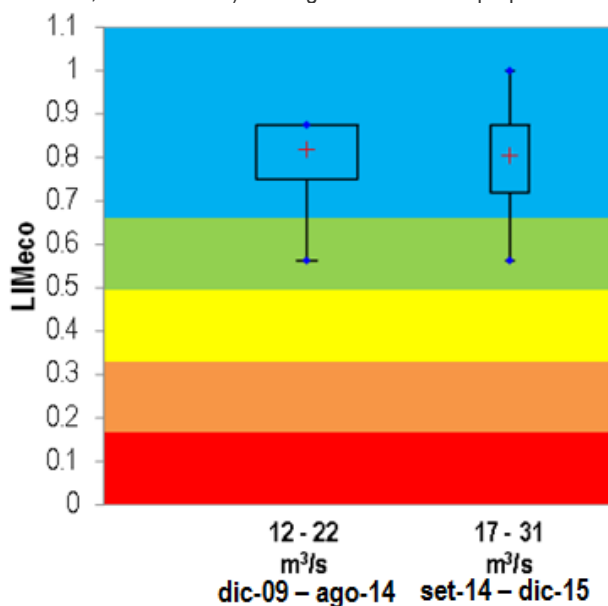
Tutti tre i parametri rientrano comunque nel primo o nel secondo livello di qualità per la quasi totalità dei casi.

Figura 11-14 Grafici di correlazione dei valori del deficit di ossigeno, dell'azoto ammoniacale e dell'azoto nitrico con la portata giornaliera nel tratto TIC3. Ogni riga orizzontale indica il confine superiore di un livello di qualità (indicati dai colori: blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente).



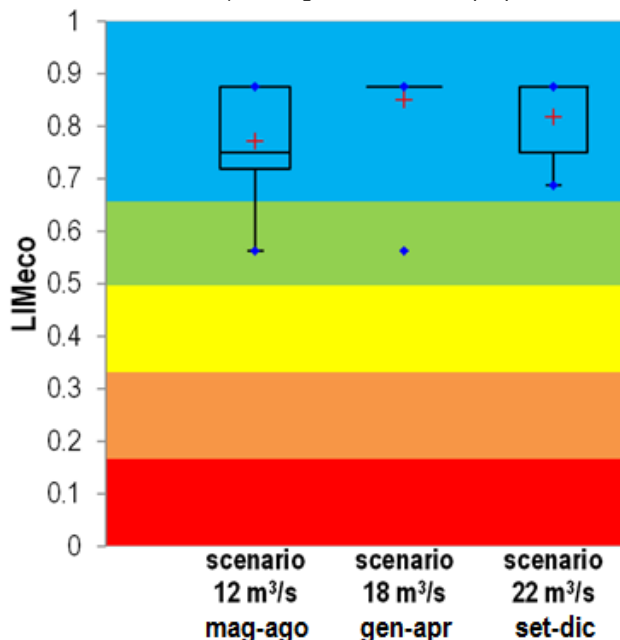
Per meglio evidenziare eventuali effetti sul LIMeco dei diversi valori di DMV proposti, nel grafico seguente è presentato un confronto tra lo scenario di DMV sperimentale (rilasciato tra l'inizio della sperimentazione e la fine di agosto 2014 e comprendente tre scalini di valori: 12, 18 e 22 m^3/s) e quello incrementale (tra settembre 2014 e la fine della sperimentazione e comprendente tre scalini di valori: 17, 24 e 31 m^3/s). I valori dell'indice LIMeco relativi ai due diversi scenari non sono risultati significativamente differenti.

Figura 11-15 Valori dell'indice LIMeco a confronto tra il primo scenario di DMV sperimentato (12-22 m³/s, dicembre 2009 - agosto 2014) e il secondo (17-31 m³/s, settembre 2014 – dicembre 2015). I colori indicano la classe di qualità (blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancione=scarso; rosso=cattivo). La larghezza dei box è proporzionale alla numerosità dei campioni.



Di seguito è proposto invece un confronto tra i tre diversi valori di DMV rilasciati con lo scenario sperimentale (gennaio-aprile:18m³/s, maggio-agosto:12m³/s, settembre-dicembre:22m³/s). Anche in questo caso non si osservano evidenti differenze nel valore LIMeco tra i tre scalini di DMV.

Figura 11-16 Valori dell'indice LIMeco a confronto tra i tre scenari di modulazione stagionale del DMV (12 m³/s – maggio-agosto, 18 m³/s – gennaio-aprile, 22 m³/s – settembre-dicembre). I colori indicano la classe di qualità (blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancione=scarso; rosso=cattivo). La larghezza dei box è proporzionale alla numerosità dei campioni.



È possibile quindi concludere che, in questo tratto, posto a più di 15 km dalle opere di presa, la qualità delle acque è simile a quella del tratto TIC1, posto immediatamente a valle delle opere stesse. L'indice LIMeco definisce una qualità elevata e non influenzata dalla portata presente in alveo nei *range* indagati.

11.4 DIATOMEE

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità diatomica rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il monitoraggio della comunità diatomica è avvenuto con cadenza due volte l'anno dal 2010 al 2012.

In totale sono stati raccolti quindi 6 campioni. Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

2010	→		luglio		2012	→		giugno
			settembre					settembre
2011	→		giugno					
			settembre					

Risultati

La ricchezza in specie in questo tratto è elevata e, rispetto ai tratti precedenti, molto più variabile: da un minimo di 19 ad un massimo di 44 *taxa* per campionamento. In tutti gli anni la ricchezza è risultata maggiore alla fine dell'estate rispetto all'inizio, probabilmente come effetto del progressivo sviluppo della comunità col progredire della stagione favorevole e allontanandosi dalle morbide primaverili, in grado di rimuovere buona parte degli individui dal substrato per azione dell'elevata velocità di corrente e dei solidi sospesi (Francoeur & Biggs, 2006). Nel 2011 la differenza di ricchezza tra il primo e il secondo campione raccolti è minore rispetto agli altri anni, probabilmente in quanto il periodo di morbida tipicamente primaverile in quest'anno si è verificato particolarmente tardi, andando a cadere tra il primo e il secondo campionamento di diatomee (anziché prima del primo come accade normalmente).

In questo tratto, nel complesso, rispetto ai tratti precedenti, appaiono più evidenti gli effetti delle variazioni di portata che possono indurre *shear stress*. Questo probabilmente perché in questo tratto il substrato dell'alveo stesso è più facilmente amovibile perché con granulometria minore.

La comunità diatomica osservata presenta una composizione piuttosto differente fra i diversi campionamenti, ma nella totalità dei casi le specie più ricorrenti sono tre: *Achnanthes minutissimum* (ADMI), *Cocconeis placentula* (CPLA) e *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (FCVA), similmente a quanto rilevato per i precedenti tratti di monitoraggio. L'abbondanza percentuale di queste tre specie costituisce circa la metà degli individui campionati. La specie più rappresentata è

la pioniera *Achnanthydium minutissimum*, che nel campione di luglio 2010 mostrava una dominanza nettissima (76%).

La presenza di *Cocconeis placentula* e *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, anch'esse specie pioniere, è anche indice di una qualità chimica delle acque non ottimale (Szczepocka *et al.*, 2015).

Come per i tratti precedenti, il campione raccolto a giugno 2012 è risultato il più diverso in termini di struttura di comunità.

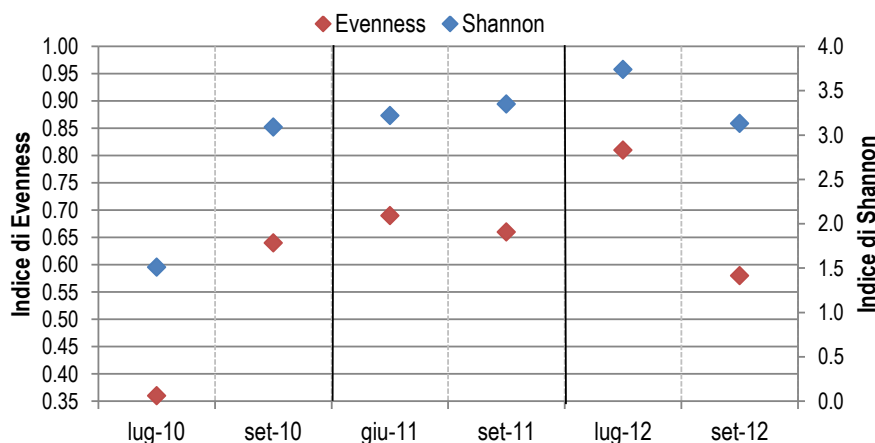
Tabella 11-5 Comunità diatomica osservata nel tratto TIC3 durante il periodo di sperimentazione DMV (le specie dominanti sono indicate secondo la scala colorimetrica: blu=maggior abbondanza; bianco=minor abbondanza).

	lug-10	set-10	giu-11	set-11	giu-12	set-12
N° TOT di specie	19	28	28	34	26	44
Specie dominanti (%)						
ADMI	75.7	37.9	16.0	40.0	9.5	42.0
CPLA	1.0	5.3	33.0	3.0	14.0	5.0
FCVA	0.0	20.8	2.0	3.0	25.0	1.0
Σ	76.7	64.0	51.0	46.0	48.5	48.0

Il valore dell'indice di equiripartizione Evenness è risultato meno variabile rispetto agli altri tratti; tuttavia si intravede comunque una diminuzione tra il primo e il secondo campionamento di ogni anno, in relazione al progredire della stagione e quindi dello sviluppo della comunità.

Il valore dell'indice di diversità di Shannon-Weaver è sempre elevato e poco variabile, se si fa eccezione per il campione raccolto a luglio 2010, per il quale il basso valore di Shannon riflette la straordinaria abbondanza di *Achnanthydium minutissimum*.

Figura 11-17 applicazione di due indici di diversità ed equiripartizione (Shannon-Weaver e Evenness).



Come per i tratti precedenti, l'indice NNS presenta un valore sempre ben al di sotto della soglia di significatività (<60%), indicando un basso grado di disturbo fisico dell'*habitat* fluviale. La diversità dei valori relativi ai diversi campionamenti all'interno di ogni anno è molto bassa.

Figura 11-18 Applicazione dell'indice NNS (% Navicula-Nitzschia-Suirella).

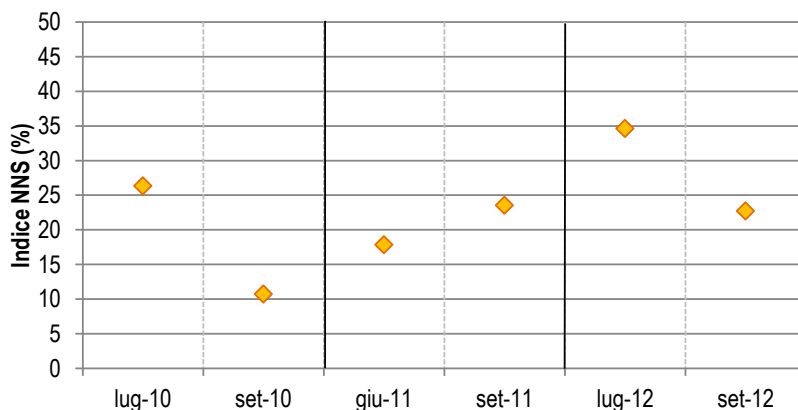


Tabella 11-6 Applicazione di alcuni indici caratterizzanti la comunità osservata.

Indice	lug-10	set-10	giu-11	set-11	lug-12	set-12
Shannon	1.51	3.09	3.22	3.35	3.74	3.13
Evenness	0.36	0.64	0.69	0.66	0.81	0.58
NNS (%)	26.3	10.7	17.9	23.5	34.6	22.7

Applicazione dell'indice ICMi

L'applicazione dell'indice ICMi mostra la qualità ecologica delle acque, il cui andamento è illustrato nel grafico seguente. In tabella sono riportati i dati medi annui dei sub-indici e degli RQE ottenuti, e una media complessiva sull'intero periodo di sperimentazione.

Figura 11-19 Andamento dell'Indice ICMi nel tratto TIC3 nel periodo di sperimentazione.

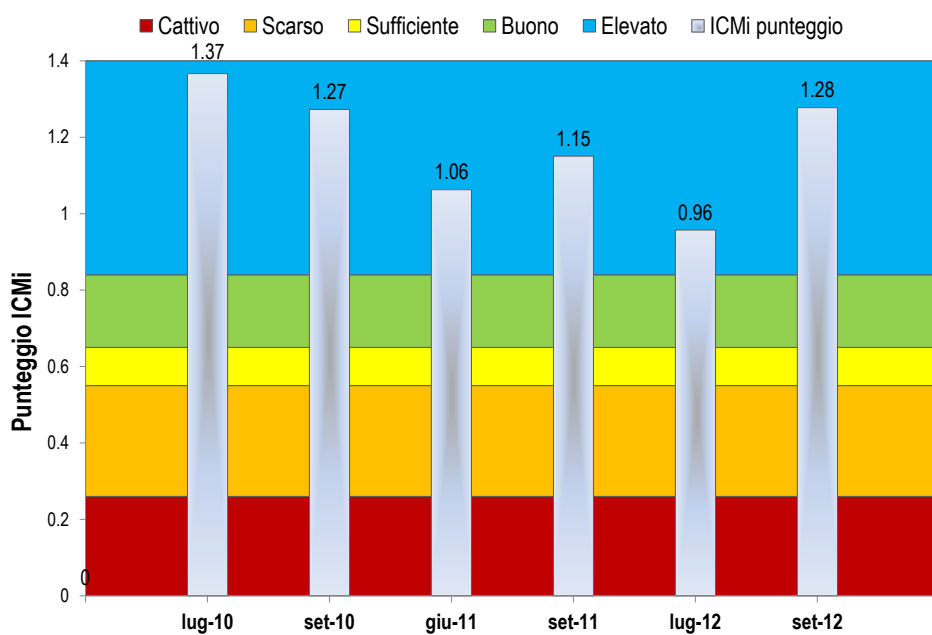


Tabella 11-7 Applicazione dell'indice ICMi – valori medi annui.

DATA	2011	2012	2013	Media sperimentazione
N° tot specie	23.50	31.00	35.00	29.83
IPS5	4.57	4.38	4.30	4.42
IPS20	17.97	17.06	16.66	17.23
RQE_IPS	1.08	1.02	1.00	1.03
TI	1.50	2.09	2.02	1.87
RQE_TI	1.56	1.19	1.24	1.33
ICMi punteggio	1.32	1.11	1.12	1.18
ICMi giudizio	elevato	elevato	elevato	elevato

Come mostrato dal grafico e dalla tabella precedenti, nel tratto di monitoraggio TIC3 la qualità delle acque, in base all'indice ICMi, si è mantenuta su un livello "elevato" per tutti i campionamenti condotti e quindi a livello medio per l'intero periodo di studio.

11.5 MACROFITE

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità macrofita rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il campionamento macrofite ha riguardato esclusivamente il primo triennio di monitoraggio della sperimentazione; con ddg della R.L. 4893/13 e con D. 308/13 della R.P., è stato infatti stabilito che questo descrittore non viene più utilizzato ai fini di valutare la qualità ecologica delle acque relativamente alla sperimentazione DMV. Inoltre, ad eccezione del 2011, in tutti gli anni non è stato possibile condurre campionamenti nella prima parte dell'estate per via della ridotta copertura vegetale presente in alveo. Le elevate portate tardo primaverili hanno infatti ritardato la crescita delle macrofite e i relativi rilievi alla fine dell'estate.

In totale sono stati raccolti 4 campioni, di seguito riepilogati:

2010 → | Agosto
 2011 → | Luglio
 | Settembre
 2012 → | Settembre

Risultati

Come per i tratti precedenti, la copertura dell'alveo da parte delle macrofite è risultata negativamente influenzata dall'entità e dal periodo in cui si verificano le portate di morbida tardo-primaverili. Nel 2012 la copertura è risultata particolarmente limitata, tanto da rendere inapplicabile il calcolo dell'indice IBMR.

La tabella seguente indica le percentuali di copertura rilevate nei diversi anni (per il 2011 il valore è la media dei due campionamenti effettuati nell'anno).

Tabella 11-8 Copertura percentuale dell'alveo da parte delle macrofite e della sola componente algale, rinvenuta nel tratto di Lonate P. (TIC3) nel corso della sperimentazione.

	2010	2011	2012
Copertura totale	90%	50%	< 5%
di cui copertura algale	100%	100%	< 5%

Anche in questo tratto la comunità è risultata nettamente dominata dalle alghe filamentose, in particolare dei generi *Cladophora*, *Oedogonium* e *Spirogyra*. Rispetto ai tratti precedenti, la ricchezza tassonomica è risultata molto più elevata, con un buon numero di specie di fanerogame, caratterizzate però sempre da coperture molto limitate.

Tabella 11-9 Ricchezza di macrofite e *taxa* dominanti nel Fiume Ticino a Lonate P. (TIC3) nel periodo di sperimentazione.

Campione	N° <i>taxa</i>	Taxon dominante	% dominanza
Agosto 2010	25	<i>Cladophora</i> sp.	55
Luglio 2011	18	<i>Oedogonium</i> sp.	85
Settembre 2011	18	<i>Cladophora</i> sp. + <i>Spirogyra</i> sp.	50 + 50
Settembre 2012	28	-	-

Applicazione dell'indice IBMR

Grazie al buon numero di *taxa* rinvenuti e alla frequente presenza di specie sensibili alle alte concentrazioni di nutrienti, come *Microspora* sp., *Myosotis scorpioides* e *Callitriche stagnalis*, lo stato ecologico in base all'indice IBMR in questo tratto è risultato mediamente "buono" in tutti gli anni di indagine e a livello medio.

Tabella 11-10 Valori del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) dell'indice IBMR applicato ai dati raccolti nel primo triennio di sperimentazione nel tratto di monitoraggio di Lonate P. (TIC3).

	IBMR	Stato ecologico
2010	0.86	Buono
2011	0.80	Buono
2012	-	-
Media	0.83	Buono

11.6 MACROINVERTEBRATI

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità macrobentonica rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

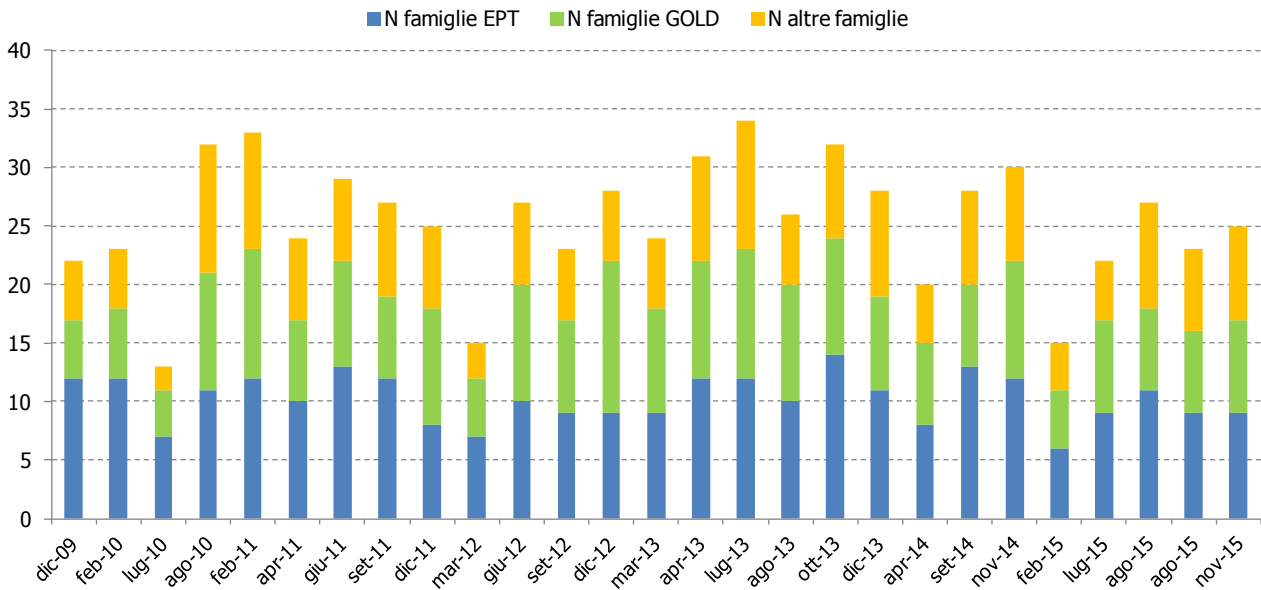
Per quanto riguarda la comunità di macroinvertebrati bentonici sono disponibili 27 campioni, raccolti con cadenza di base stagionale e con frequenza maggiore in periodi caratterizzati da portate pari o prossime al DMV (in particolare nel 2011 e nel 2013). Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

2010	→	04/12/2009 25/02/2010 06/07/2010 25/08/2010	2012	→	20/03/2012 29/06/2012 10/09/2012 13/12/2012	2014	→	22/04/2014 05/09/2014 03/11/2014
2011	→	10/02/2011 07/04/2011 15/06/2011 06/09/2011 07/12/2011	2013	→	01/03/2013 18/04/2013 10/07/2013 29/08/2013 03/10/2013 05/12/2013	2015	→	12/02/2015 13/07/2015 03/08/2015 24/08/2015 17/11/2015

Risultati

La comunità macrobentonica individuata nel tratto d'interesse mostra una ricchezza tassonomica elevata, variabile da un minimo di 13 famiglie ad un massimo di 34, appartenenti in misura simile ai tre macrogruppi: le "famiglie EPT" (appartenenti agli ordini *Plecotteri*, *Efemerotteri*, *Tricotteri*), le "famiglie GOLD" (appartenenti agli ordini *Gasteropodi*, *Oligocheti*, *Ditteri*) e le famiglie che non appartengono a questi due gruppi, con una leggera prevalenza di "famiglie EPT". Anche in questo tratto si denota, di conseguenza, un ambiente eterogeneo in quanto a trofia e reofilia.

Figura 11-20 Numero di famiglie riconosciute e caratterizzazione in tre macrogruppi in base all'ecologia di alcuni generi.



Anche la densità di individui è elevata (variando generalmente da circa 2000 a circa 8000 individui per metro quadro), sebbene più contenuta e meno variabile rispetto al tratto direttamente a valle della traversa (TIC1). Tra gli individui rinvenuti, i *taxa* maggiormente rappresentati sono Efemerotteri, Tricotteri e Ditteri; all'interno di questi ordini, le famiglie numericamente dominanti sono Baetidae ed Ephemerellidae, Hydropsychidae e Chironomidae. Generalmente queste famiglie non mostrano una netta dominanza sulle altre e la diversità, calcolata tramite l'indice di Shannon varia tra 1.575 e 2.649, dove il valore di riferimento proprio del tratto è pari a 1.978. Di seguito si riportano le densità riscontrate nei campionamenti effettuati dal 2009 al 2015 e la distribuzione percentuale degli individui tra i diversi macrogruppi da cui è composta la comunità.

Figura 11-21 Densità dei diversi gruppi tassonomici per l'intero periodo di monitoraggio.

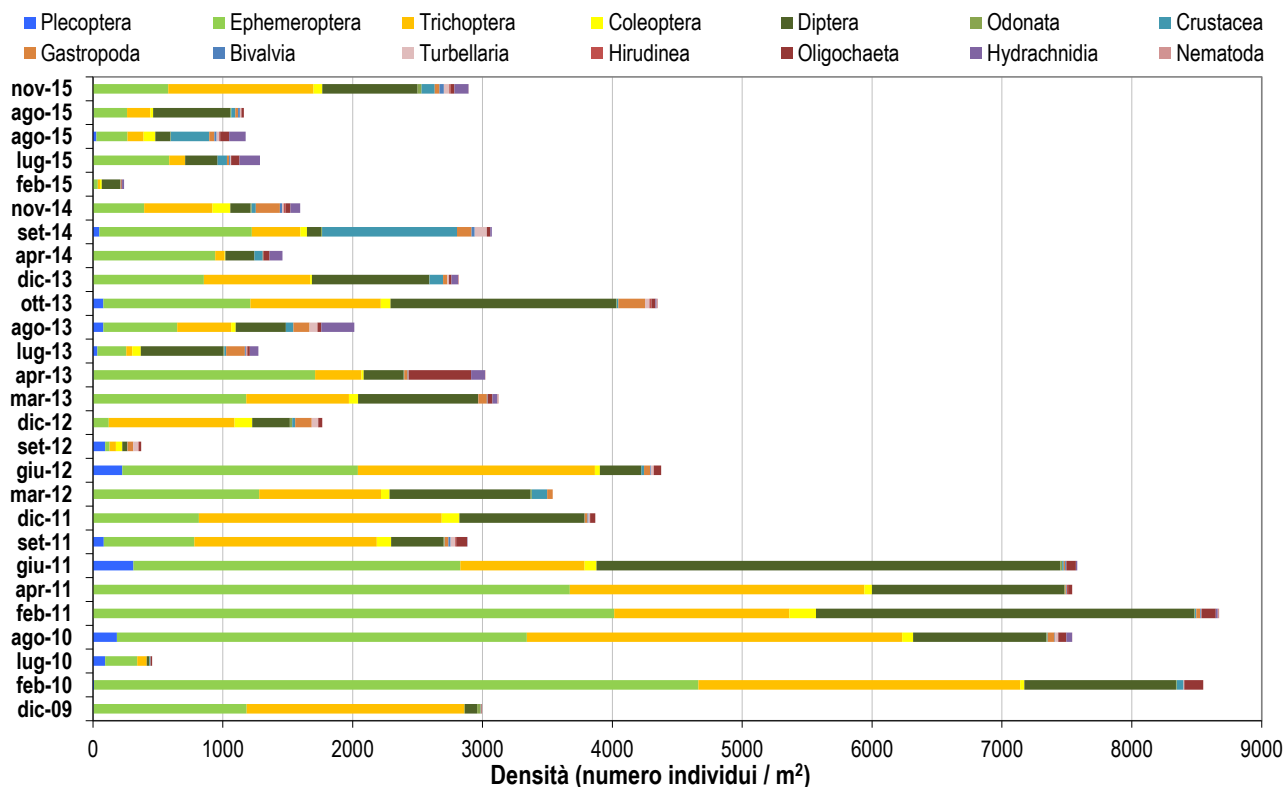
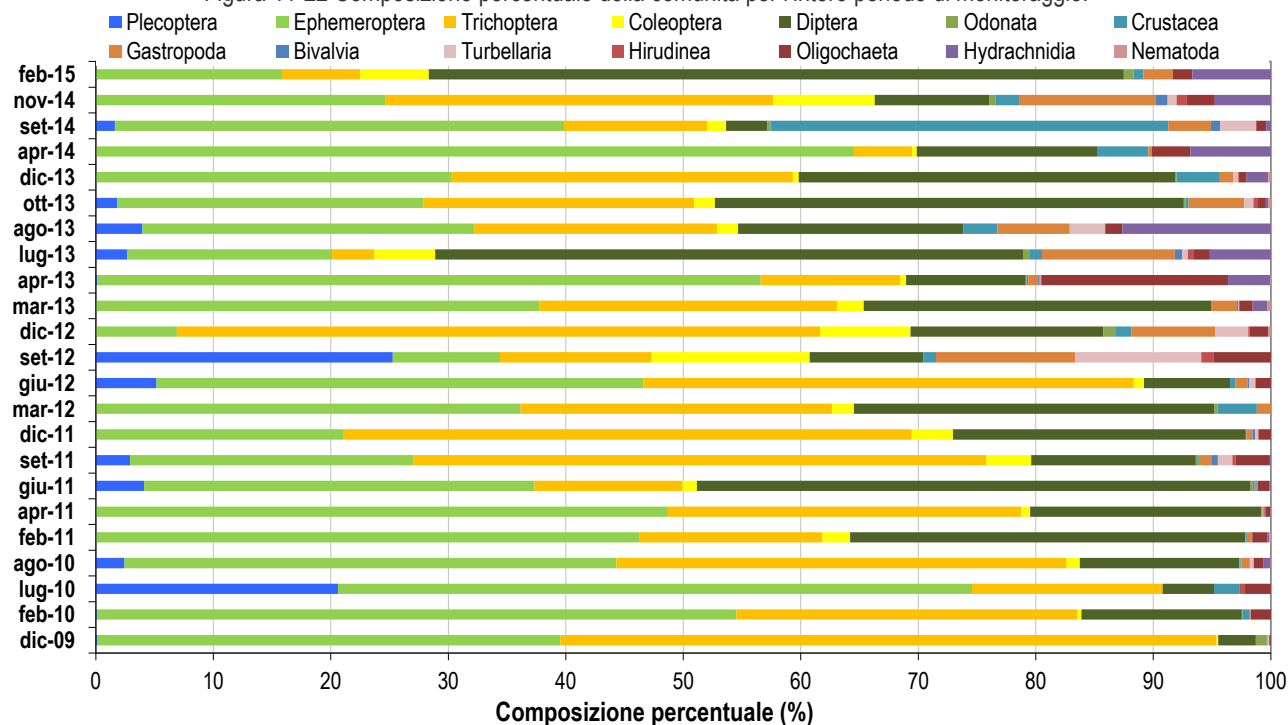


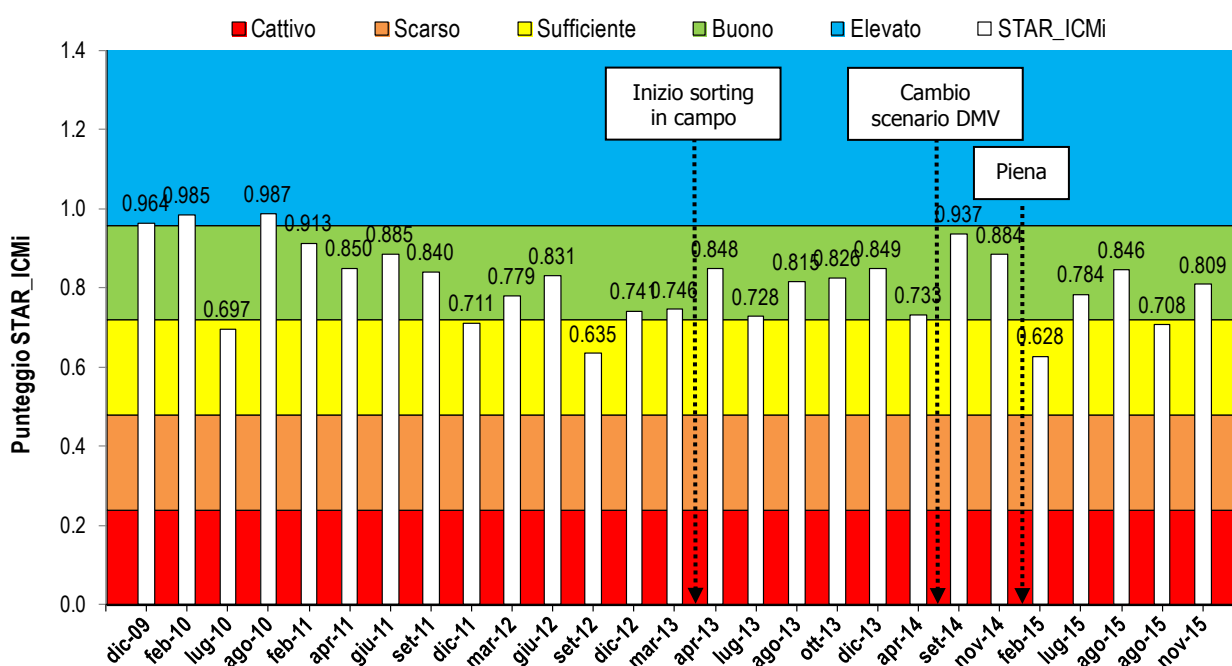
Figura 11-22 Composizione percentuale della comunità per l'intero periodo di monitoraggio.



Applicazione dell'indice STAR_ICMi

L'applicazione dell'indice STAR_ICMi ai dati raccolti ha permesso di evidenziare uno stato ecologico del tratto "buono" o "sufficiente" durante l'intera sperimentazione (con due casi "elevati" nel 2010). L'introduzione della metodica di *sorting* in campo, avvenuta all'inizio del 2013, non ha portato ad una evidente variazione nel giudizio di qualità assegnato, che si è mantenuto sempre intorno al livello "buono". Anche il cambio nello scenario di DMV avvenuto a settembre 2014, non ha comportato una variazione nel giudizio di qualità, mediamente buono con entrambi gli scenari. Infine, a seguito del forte evento di piena verificatosi a fine 2014, è stato registrato il valore più basso dell'indice. Il valore, molto simile, rilevato nel settembre 2012, è da attribuire unicamente alla metrica EPTD, che in questo caso raggiunge un valore pari a 0. Questa metrica è pensata per essere un indice di alterazioni dell'*habitat*, calcolato sulla base di un insieme selezionato di famiglie, generalmente presenti nel Ticino con pochi individui / m²; questo fa sì che una generale riduzione delle densità e delle ricchezze possa portare ad una diminuzione del valore di questa metrica molto più drastica rispetto alle altre, influenzando negativamente sul valore dello STAR_ICMi, anche laddove i valori di tutte le altre metriche e le caratteristiche del sito di indagine non indichino uno scadimento nelle condizioni dell'*habitat*. Ad esempio, è interessante notare che per questo campione l'indice di Shannon raggiunge un valore molto elevato, ben al di sopra del valore di riferimento. Un commento delle criticità relative alla struttura della metrica EPTD è esposto in Salmaso et al. (2014).

Figura 11-23 Andamento dell'Indice STAR_ICMi nella stazione TIC3 nel periodo di sperimentazione



Nella tabella seguente sono riportati i valori medi annui di ciascuna metrica componente l'indice STAR_ICMi e dell'indice stesso. Come si può osservare, lo stato ecologico del tratto in base alla comunità macrobentonica è "buono" per tutti gli anni della sperimentazione. Complessivamente sull'intero periodo di sperimentazione lo stato ecologico secondo l'indice STAR_ICMi è risultato "buono".

Tabella 11-11 Applicazione dell'indice STAR_ICMi – valori medi annui

DATA	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Media Sperimentazione
Indice ASPT	6.282	5.857	5.766	5.805	6.097	5.900	5.931
Indice EPTD	2.193	1.719	1.054	1.222	1.483	1.177	1.464
Indice GOLD	0.899	0.704	0.768	0.619	0.831	0.594	0.722
N° famiglie	23	28	23	29	26	22	25
Indice EPT	11	11	9	11	11	9	10
Indice di Shannon	1.866	1.762	2.184	2.069	2.159	2.038	2.002
STAR_ICMI punteggio	0.908	0.840	0.747	0.802	0.851	0.742	0.813
STAR_ICMI giudizio	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono

Relazione tra stato dei macroinvertebrati e portate

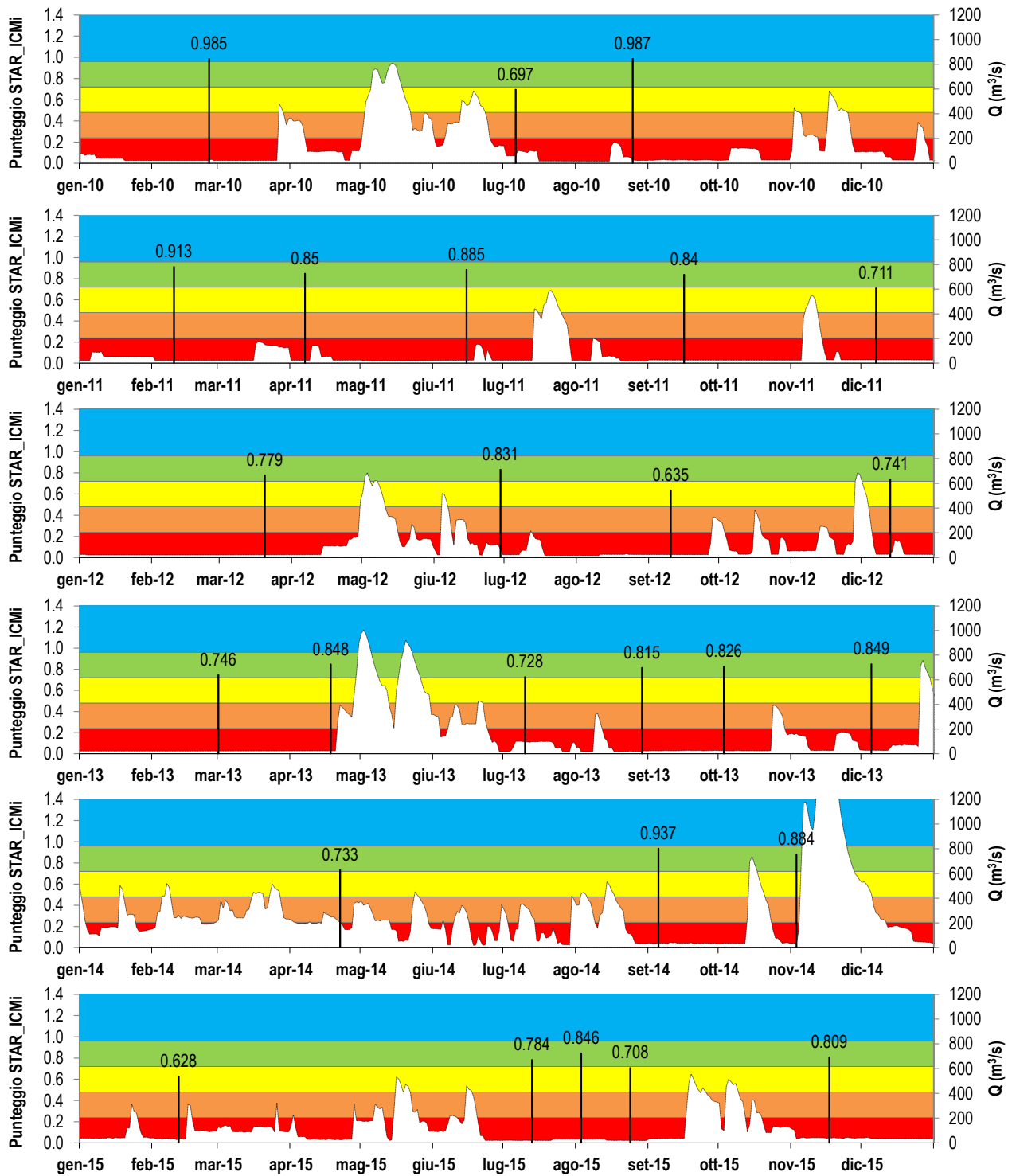
Di seguito sono mostrati gli andamenti delle portate nel tratto di monitoraggio a confronto con i valori dell'indice STAR_ICMi. Come si può cogliere anche visivamente, l'indice assume valori variabili tra la classe sufficiente e quella elevata apparentemente indipendentemente dalla storia idrologica che precede il campionamento. I valori più bassi dell'indice si riscontrano infatti sia a seguito di periodi di portate elevate (luglio 2010, febbraio 2015), che a seguito di periodi di portate di solo DMV (dicembre 2011, settembre 2012, agosto 2015).

In periodi prolungati in cui la portata presente in alveo era data dal solo DMV, la frequenza del campionamento è stata aumentata (in particolare nel secondo triennio). In particolare sono disponibili campioni raccolti in serie in quattro periodi di DMV prolungato:

- Dicembre 2011-marzo 2012;
- Marzo-aprile 2013;
- Agosto-ottobre 2013;
- Luglio-agosto 2015.

In tutti questi casi lo STAR_ICMi ha mostrato un lieve aumento passando dal primo al secondo campionamento eseguiti in ogni periodo. Nell'ultimo caso, in cui sono presenti tre campioni raccolti a circa 20 giorni l'uno dall'altro, dopo l'aumento di qualità tra il primo e il secondo campionamento, si osserva una diminuzione tra il secondo e il terzo, principalmente legata ad una riduzione nei valori degli indici di Shannon e GOLD, conseguente ad un aumento dell'abbondanza relativa nel campione di *taxa* tolleranti, quali i Chironomidae.

Figura 11-24 Andamento annuo dell'indice STAR_ICMi e portate presenti nella stazione di monitoraggio negli anni della sperimentazione. I colori di sfondo rappresentano le classi di qualità (blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente;arancio=scarso; rosso=cattivo).



Di seguito si riportano i valori medi annui dell'indice STAR_ICMi ricalcolati escludendo il valore relativo al mese di febbraio 2015, che, come già commentato, è fortemente influenzato dalla piena straordinaria che si è verificata a fine 2014. L'effetto di questa eliminazione è un lieve aumento dei

valori dell'indice per il 2015 e come media dell'intera sperimentazione; restano invariati i giudizi di qualità.

Tabella 11-12 Applicazione dell'indice STAR_ICMi – valori medi annui

DATA	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Media Sperimentazione
Indice ASPT	6.282	5.857	5.766	5.805	6.097	5.793	5.914
Indice EPTD	2.193	1.719	1.054	1.222	1.483	1.368	1.494
Indice GOLD	0.899	0.704	0.768	0.619	0.831	0.683	0.736
N° famiglie	23	28	23	29	26	24	26
Indice EPT	11	11	9	11	11	10	10
Indice di Shannon	1.866	1.762	2.184	2.069	2.159	2.220	2.030
STAR_ICMI punteggio	0.908	0.840	0.747	0.802	0.851	0.787	0.820
STAR_ICMI giudizio	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono

Per meglio approfondire eventuali relazioni tra l'indice STAR_ICMi o le sue sotto-metriche e le portate transanti in alveo, di seguito sono riportati i valori delle metriche biologiche a confronto con alcuni parametri che definiscono la portata nel periodo precedente il campionamento.

Tabella 11-13 Metriche descrittive della comunità di macroinvertebrati e metriche descrittive della portata relative al periodo immediatamente precedente il campionamento – periodo 2010-2012.

METRICA		feb-10	lug-10	ago-10	feb-11	apr-11	giu-11	set-11	dic-11	mar-12	giu-12	set-12	dic-12	
BIO	Indice ASPT	6.381	6.000	6.080	5.880	5.800	6.208	6.348	5.048	6.500	5.520	5.565	5.480	
	Indice EPTD	2.686	1.176	2.538	2.013	2.124	1.886	1.176	1.398	1.544	1.826	0.000	0.845	
	Indice GOLD	0.846	0.934	0.849	0.648	0.798	0.518	0.820	0.735	0.681	0.904	0.737	0.749	
	N° famiglie	23	13	32	33	24	29	27	25	15	27	23	28	
	Indice EPT	12	7	11	12	10	13	12	8	7	10	9	9	
	Indice di Shannon	2.084	1.652	1.978	1.954	1.593	1.596	1.890	1.776	1.965	1.797	2.548	2.427	
	STAR_ICMI punteggio	0.985	0.697	0.987	0.913	0.850	0.885	0.840	0.711	0.779	0.831	0.635	0.741	
	STAR_ICMI giudizio	E	S	E	B	B	B	B	S	B	B	S	B	
IDRO	Giorno di campionamento	DMV previsto – m ³ /s	18	12	12	18	18	12	22	22	18	12	22	22
		Q media – m ³ /s	22	63	25	22	24	24	25	27	23	68	25	30
	1 mese precedente	Q media – m ³ /s	22	304	45	43	84	22	23	126	23	176	26	209
		Q mediana – m ³ /s	22	326	17	52	74	22	25	27	23	108	26	124
		Q sd – m ³ /s	0	177	51	14	63	2	6	180	0	146	1	222
		Q min – m ³ /s	22	60	16	22	23	19	16	27	22	19	25	26
		Q max – m ³ /s	22	586	171	53	176	24	40	547	23	520	32	684
		10° percentile – m ³ /s	22	60	17	22	23	20	16	27	22	24	25	27
		90° percentile – m ³ /s	22	524	145	52	158	24	26	486	23	378	26	609
	3 mesi precedenti	Q media – m ³ /s	32	319	152	114	52	48	112	67	23	198	52	137
		Q mediana – m ³ /s	22	331	60	52	23	24	25	25	22	149	25	76
		Q sd – m ³ /s	17	235	164	139	45	47	163	125	1	183	51	159
		Q min – m ³ /s	22	24	16	21	22	19	16	25	22	19	17	25
		Q max – m ³ /s	76	809	586	586	176	176	591	547	27	685	308	684
		10° percentile – m ³ /s	22	92	17	22	22	19	17	25	22	24	17	25
90° percentile – m ³ /s		66	699	456	337	140	141	427	104	26	520	126	331	

Tabella 11-14 Metriche descrittive della comunità di macroinvertebrati e metriche descrittive della portata relative al periodo immediatamente precedente il campionamento – periodo 2013-2015.

METRICA		mar-13	apr-13	lug-13	ago-13	ott-13	dic-13	apr-14	set-14	nov-14	feb-15	lug-15	ago-15	ago-15	nov-15	
BIO	Indice ASPT	5.600	5.913	5.667	5.773	6.111	5.769	5.647	6.680	5.963	6.286	5.833	5.800	5.682	5.857	
	Indice EPTD	1.230	1.398	0.477	1.431	1.041	1.756	1.279	1.708	1.462	0.699	1.431	1.462	1.114	1.462	
	Indice GOLD	0.672	0.731	0.372	0.733	0.546	0.661	0.811	0.920	0.762	0.367	0.743	0.810	0.456	0.724	
	N° famiglie	24	31	34	26	32	28	20	28	30	15	22	27	23	25	
	Indice EPT	9	12	12	10	14	11	8	13	12	6	9	11	9	9	
	Indice di Shannon	2.082	1.980	2.083	2.350	1.844	2.074	2.016	1.812	2.649	1.575	2.201	2.540	1.836	2.303	
	STAR_ICMI punteggio	0.746	0.848	0.728	0.815	0.826	0.849	0.733	0.937	0.884	0.628	0.784	0.846	0.708	0.809	
	STAR_ICMI giudizio	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	S	B	B	S	B
IDRO	Giorno di campiona-mento	DMV previsto – m ³ /s	18	18	12	12	22	22	18	31	31	24	17	17	17	31
		Q media – m ³ /s	23	24	95	20	25	27	205	38	36	30	20	30	21	43
	1 mese precedente	Q media – m ³ /s	22	24	175	66	25	76	259	202	211	71	96	25	26	82
		Q mediana – m ³ /s	22	24	123	20	25	29	222	155	49	41	21	21	30	64
		Q sd – m ³ /s	0	0	134	91	1	62	95	168	245	74	144	5	5	48
		Q min – m ³ /s	22	23	16	16	24	25	195	32	32	27	20	20	20	32
		Q max – m ³ /s	23	24	426	326	28	176	515	532	739	315	463	31	32	217
		10° percentile – m ³ /s	22	23	18	17	24	27	197	34	35	31	20	20	20	40
		90° percentile – m ³ /s	22	24	395	207	27	168	458	436	635	155	379	31	31	133
	3 mesi precedenti	Q media – m ³ /s	46	23	367	125	54	73	272	191	154	296	150	134	71	164
		Q mediana – m ³ /s	22	23	327	87	25	27	246	151	37	46	161	31	22	119
		Q sd – m ³ /s	68	1	287	117	59	89	99	146	187	418	144	147	97	167
		Q min – m ³ /s	22	22	16	16	16	24	134	19	31	27	20	20	20	19
		Q max – m ³ /s	548	24	1004	426	326	392	518	532	739	1797	530	530	463	556
		10° percentile – m ³ /s	22	22	24	18	18	24	188	32	33	36	21	20	20	21
90° percentile – m ³ /s		59	24	833	307	100	168	436	387	446	880	408	408	186	446	

Di seguito sono riportati i valori del coefficiente di determinazione (R^2) calcolati per tutte le combinazioni disponibili tra i parametri biologici e i parametri idrologici della tabella precedente. Le coppie di parametri risultano scarsamente correlate tra loro.

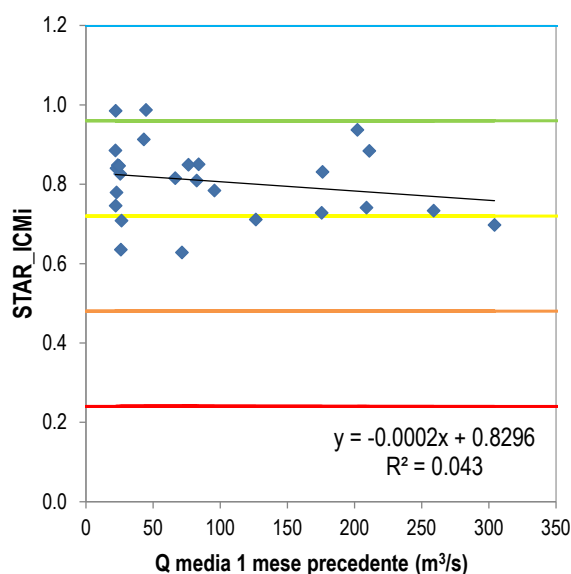
L'unica variabile biologica che risponde, debolmente, alle variabili idrologiche considerate è la densità di individui, che generalmente risulta negativamente influenzata dall'entità della portata.

Anche STAR_ICMi e portata massima dei tre mesi precedenti il campionamento, appaiono indirettamente proporzionali. È da evidenziare però come la correlazione, ancora una volta, sia particolarmente influenzata dal campione di febbraio 2015 (raccolto dopo la piena di fine 2014). Nel complesso, in questo tratto queste metriche biologiche non appaiono rispondere ai parametri di portata. Si riporta comunque il grafico relativo al confronto tra valori dello STAR_ICMi e la portata media del mese precedente il campionamento.

Tabella 11-15 Valori del coefficiente di correlazione lineare R^2 calcolato confrontando i dati relativi ad alcune metriche biologiche descrittive della comunità di macroinvertebrati e quelli relativi ad alcune metriche descrittive della portata presente in alveo. La scala di colori è proporzionale al valore dell' R^2 : blu=elevata correlazione; bianco=bassa correlazione.

		ASPT	EPTD	GOLD	N° famiglie	EPT	Shannon	STAR_ICMi	densità
Giorno di campionamento	Q media – m³/s	0.04	0.03	0.01	0.02	0.04	0.00	0.05	0.06
1 mese precedente	Q media – m³/s	0.04	0.02	0.11	0.03	0.06	0.00	0.04	0.13
	Q mediana – m³/s	0.00	0.02	0.11	0.11	0.07	0.05	0.06	0.08
	Q min – m³/s	0.01	0.01	0.04	0.10	0.09	0.00	0.05	0.05
	Q max – m³/s	0.08	0.02	0.07	0.01	0.06	0.01	0.04	0.14
	10° percentile – m³/s	0.01	0.01	0.04	0.10	0.09	0.00	0.05	0.05
	90° percentile – m³/s	0.09	0.02	0.08	0.00	0.04	0.02	0.03	0.12
3 mesi precedenti	Q media – m³/s	0.00	0.09	0.00	0.03	0.07	0.01	0.09	0.20
	Q mediana – m³/s	0.01	0.05	0.01	0.03	0.04	0.01	0.06	0.13
	Q min – m³/s	0.02	0.00	0.02	0.07	0.07	0.00	0.03	0.03
	Q max – m³/s	0.00	0.16	0.11	0.03	0.13	0.01	0.19	0.20
	10° percentile – m³/s	0.01	0.01	0.05	0.16	0.12	0.01	0.07	0.07
	90° percentile – m³/s	0.00	0.07	0.01	0.01	0.05	0.00	0.06	0.16

Figura 11-25 Grafico di correlazione tra lo STAR_ICMi e la portata media del mese precedente. Ogni riga orizzontale indica il confine superiore di un livello di qualità (indicati dai colori: blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancione=scarso; rosso=cattivo).

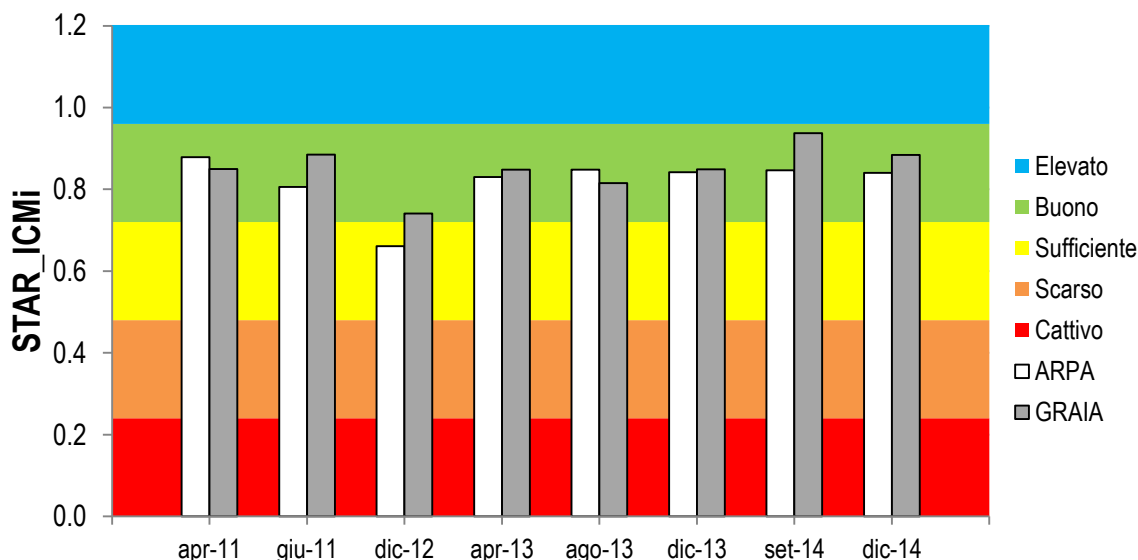


È possibile concludere che lo stato ecologico definito dall'indice STAR_ICMi per il tratto TIC3 è scarsamente influenzato dalla portata. Rispetto al precedente tratto TIC1, la qualità è lievemente superiore, ma comunque rientrante in uno stato ecologico mediamente "buono".

Confronti con ARPA

Il monitoraggio dei macroinvertebrati in questa stazione è stato oggetto di frequenti confronti con ARPA Varese, che in più occasioni ha presenziato alle attività ed eseguito campionamenti in parallelo con gli operatori GRAIA. Di seguito sono riportati graficamente i risultati dell'applicazione dell'indice STAR_ICMi ai campioni raccolti in parallelo tra operatori GRAIA e operatori ARPA. Si può notare come i valori siano simili, con lievi differenze attribuibili alla variabilità locale nella distribuzione degli organismi.

Figura 11-26 Valori dell'indice STAR_ICMi relativi ai campionamenti condotti in parallelo tra operatori GRAIA e operatori ARPA Varese presso Lonate Pozzolo (TIC3). I valori ARPA di settembre 2014 e dicembre 2014 sono la media di 10+10 repliche.



11.7 FAUNA ITTICA E SUO HABITAT

In questo paragrafo viene descritto lo stato della comunità ittica nel tratto d'interesse, ricostruito sulla base dei risultati di appositi censimenti ittici. La valutazione sintetica dell'abbondanza e della struttura delle popolazioni ittiche, espressa nella tabella riepilogativa, si riferisce all'intero arco del periodo sperimentale.

Nel tratto sono presenti 25 specie ittiche, appartenenti a 9 famiglie; le specie alloctone sono risultate essere 8. Prevalgono nettamente, come a monte, i Ciprinidi, con 14 specie.

I risultati dell'ultimo censimento effettuato nell'agosto 2015 sono illustrati graficamente nella figura seguente. Le strutture di popolazione più significative delle diverse specie ittiche rinvenute sono riportate nell'Allegato 4 – *Habitat idraulico-morfologico e fauna ittica*.

La specie più abbondante numericamente è il vairone, seguito da alborella, barbo comune, cagnetta, cavedano, ghiozzo, sanguinerola e triotto. In una sola occasione, in un ambiente laterale confluyente nel Ticino, in sponda sinistra, è stato rinvenuto il cobite mascherato, un endemismo padano. La disponibilità di ambienti eterogenei dal punto di vista idraulico – morfologico consente di rinvenire sia specie tipicamente reofile (p.e. il barbo comune e il vairone) accanto a specie tipiche di acque lentiche (p.e. triotto, luccio e tinca).

Tra gli esotici è comune il gardon e, sebbene con abbondanze minori, si registra la presenza di popolazioni strutturate di rodeo e di siluro.

Di nuovo, rispetto alle specie attese in questo tratto, spicca l'assenza di Salmonidi.

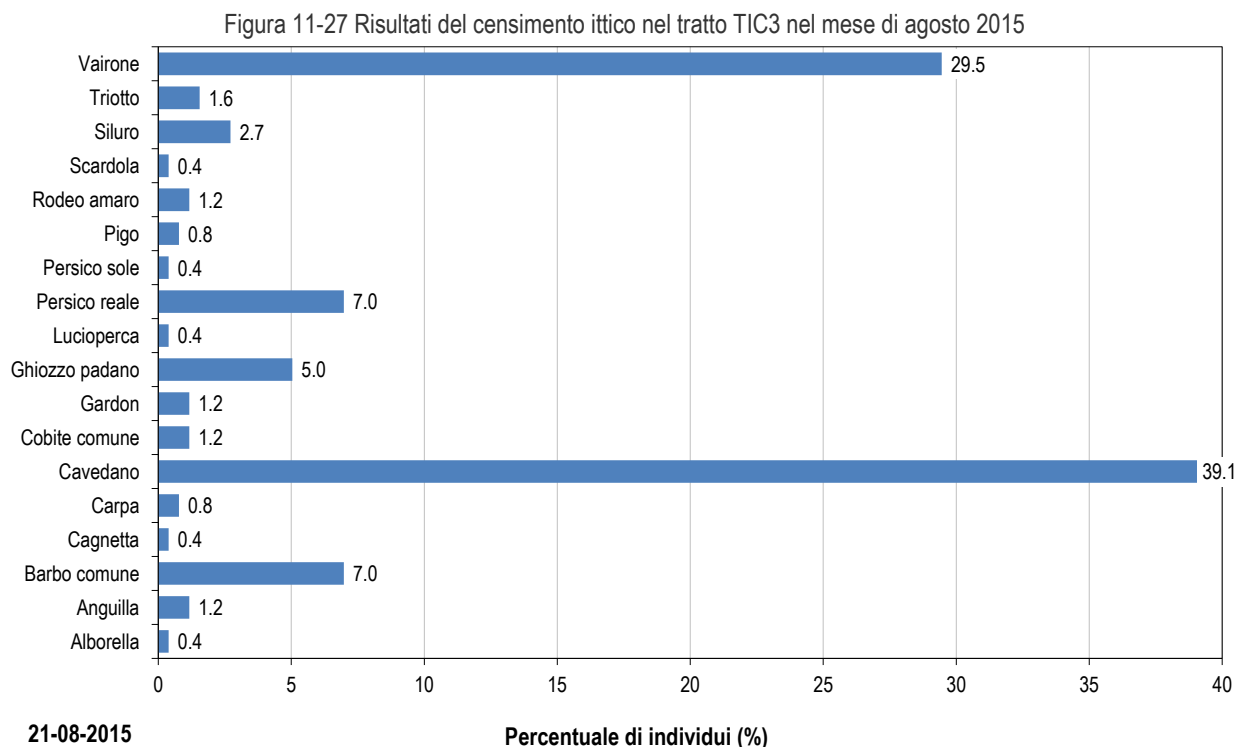


Tabella 11-16 Composizione della comunità ittica della stazione TIC3; in rosso sono indicate le specie esotiche.

Famiglia	Specie ittica	Consistenza (1-4)	Struttura (A-B-C)
Ciprinidi	Alborella	3	A
Anguillidi	Anguilla	1	ND
Ciprinidi	Barbo comune	3	A
Blennidi	Cagnetta	3	A
Ciprinidi	Carassio	1	ND
Ciprinidi	Carpa	1	ND
Ciprinidi	Cavedano	3	A
Cobitidi	Cobite comune	2	A
Cobitidi	Cobite di stagno orientale	1	ND
Cobitidi	Cobite mascherato	1	ND
Ciprinidi	Gardon	3	A
Gobidi	Ghiozzo padano	3	A
Esocidi	Luccio	2	A
Percidi	Lucioperca	1	ND
Percidi	Persico reale	2	A
Centrarchidi	Persico sole	1	ND
Ciprinidi	Pigo	1	ND
Ciprinidi	Pseudorasbora	1	ND
Ciprinidi	Rodeo amaro	2	A
Ciprinidi	Sanguinerola	3	A
Ciprinidi	Scardola	2	A
Siluridi	Siluro	2	A
Ciprinidi	Tinca	2	A
Ciprinidi	Triotto	3	A
Ciprinidi	Vairone	4	A

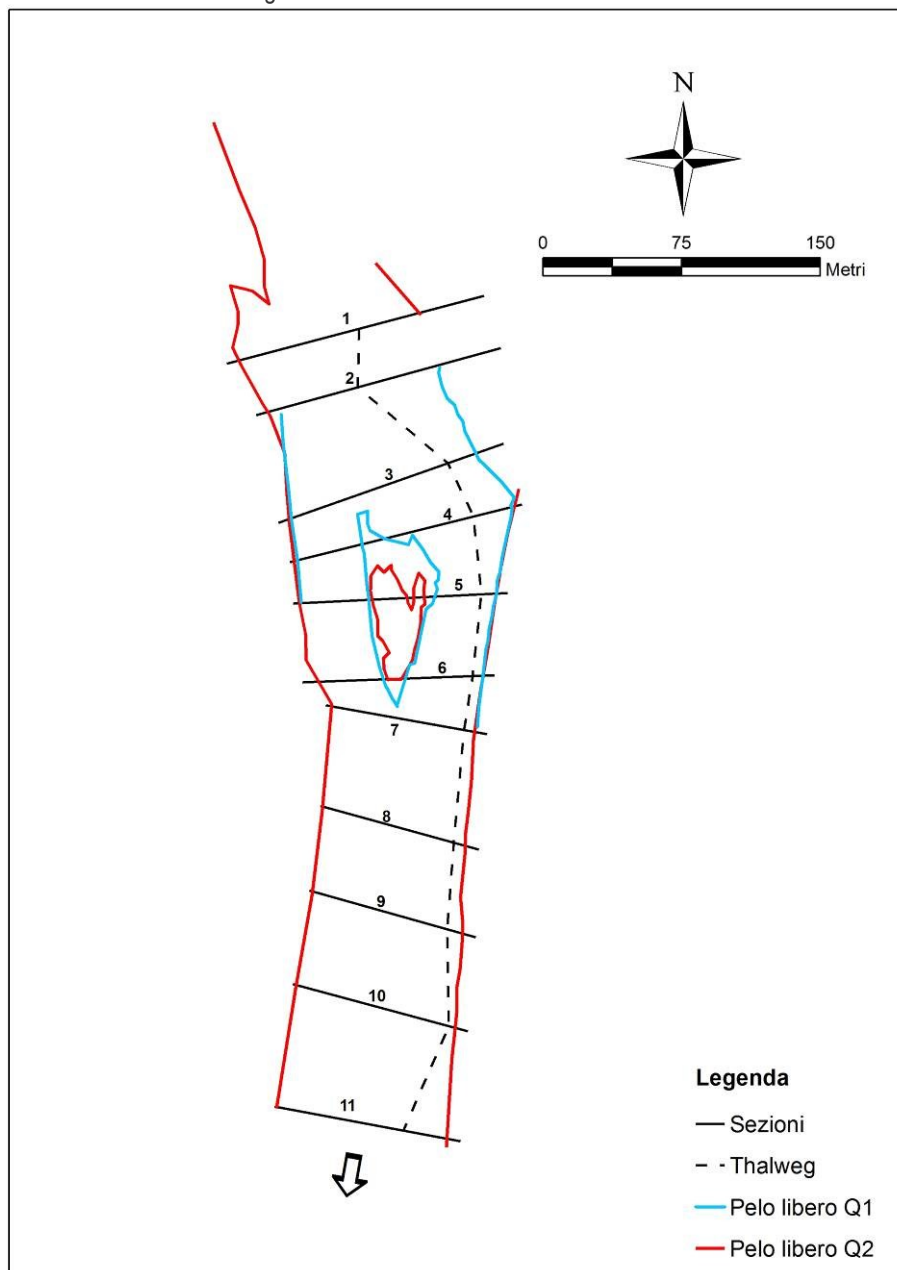
*struttura: ND = popolazione rappresentata da un numero di individui troppo basso per definirne la struttura; A = popolazione ben strutturata; B = popolazione destrutturata, eccessiva abbondanza delle classi giovanili; C = popolazione destrutturata, eccessiva abbondanza delle classi adulte.

** consistenza: 1 = specie occasionale; 2 = specie presente, ma quantitativamente al di sotto delle sue potenzialità; 3 = specie abbondante, soddisfa le sue potenzialità; 4 = specie molto abbondante, numericamente dominante sulle altre.

Relazione tra portate e *habitat* per la fauna ittica

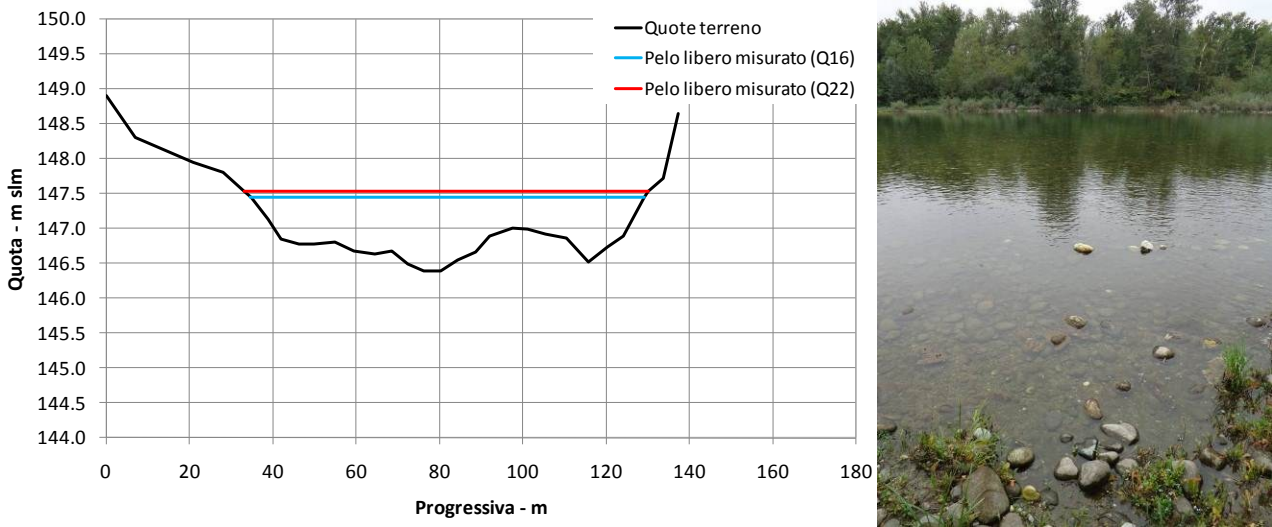
Per meglio indagare il rapporto tra la portata (DMV) e l'*habitat* disponibile per la fauna ittica, con particolare riferimento agli scenari sperimentali ed al DMV idrologico, sono stati effettuati rilievi topografici ed idraulici in campo e modellizzazioni i cui risultati sono sinteticamente rappresentati nei grafici e nelle figure che seguono. Per i dettagli si rimanda all'Allegato 4 - *Habitat Idraulico-morfologico e fauna ittica*. Nel tratto di monitoraggio sono state analizzate n.11 sezioni, il cui posizionamento è rappresentato nell'immagine seguente.

Figura 11-28 Sezioni rilevate nel tratto TIC3.



Di seguito è presentato, a titolo d'esempio, il profilo e l'inquadratura fotografica della sezione 2. La rappresentazione delle altre sezioni rilevate è riportata in Allegato 4.

Figura 11-29 Sezione trasversale 2: geometria e inquadramento fotografico .



Sulla base dei dati del rilievo delle sezioni trasversali, delle quote del pelo libero e dei valori di portata, sono state calcolate le principali grandezze idrauliche (tirante, velocità e larghezza), che crescono in funzione della portata. Nei grafici seguenti viene rappresentato l'andamento di queste grandezze in funzione della portata ed in particolare delle portate comprese tra il DMV sperimentale minimo e il DMV idrologico. Come si può osservare, tutte e tre le grandezze aumentano all'aumentare della portata, sebbene la velocità di corrente aumenti in maniera più accentuata rispetto alla larghezza dell'alveo bagnato e alla profondità dell'acqua.

Figura 11-30 Variazione della larghezza media dell'alveo bagnato in funzione della portata.

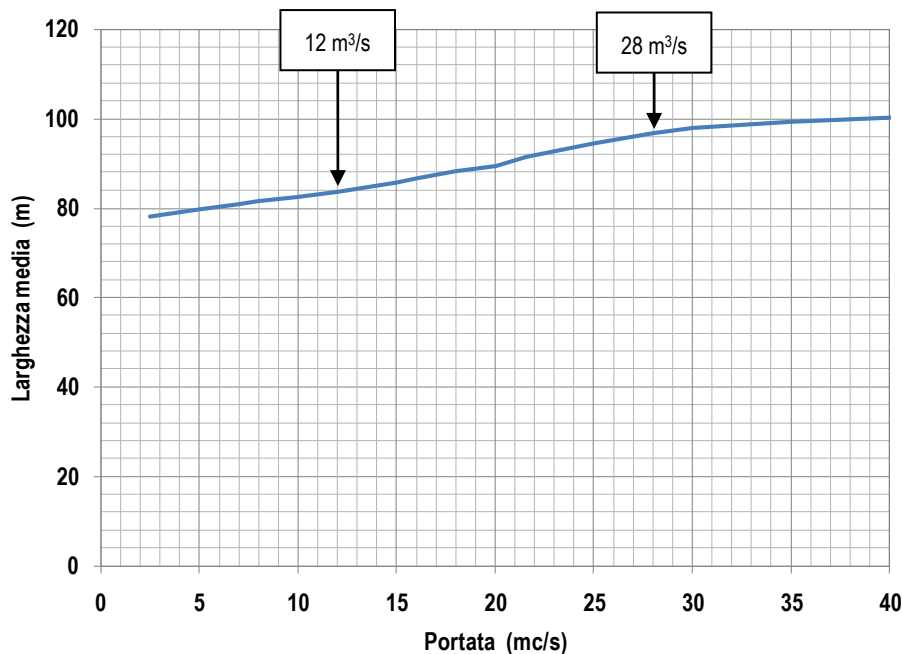


Figura 11-31 Variazione della profondità media dell'alveo bagnato in funzione della portata.

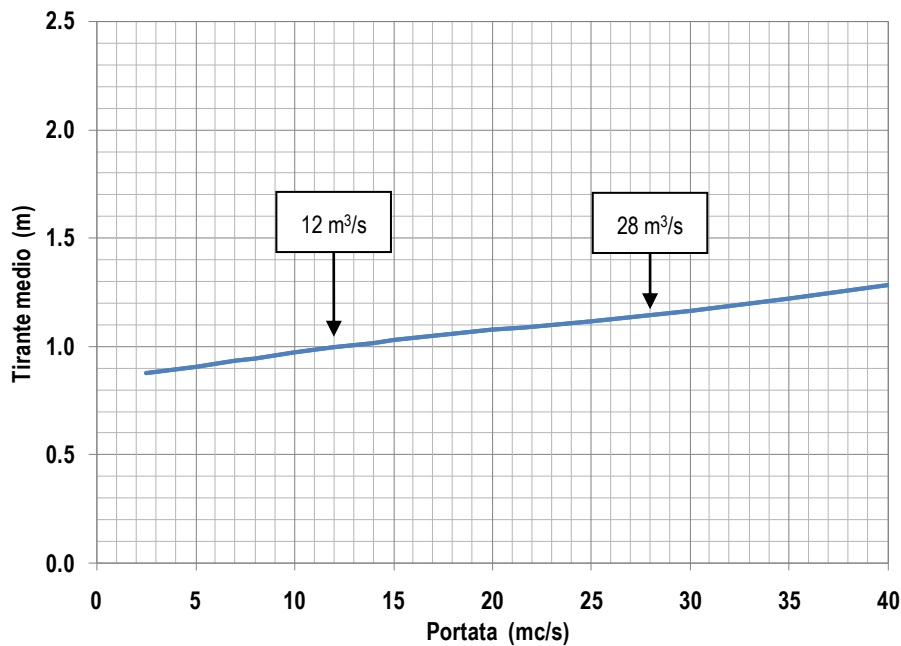
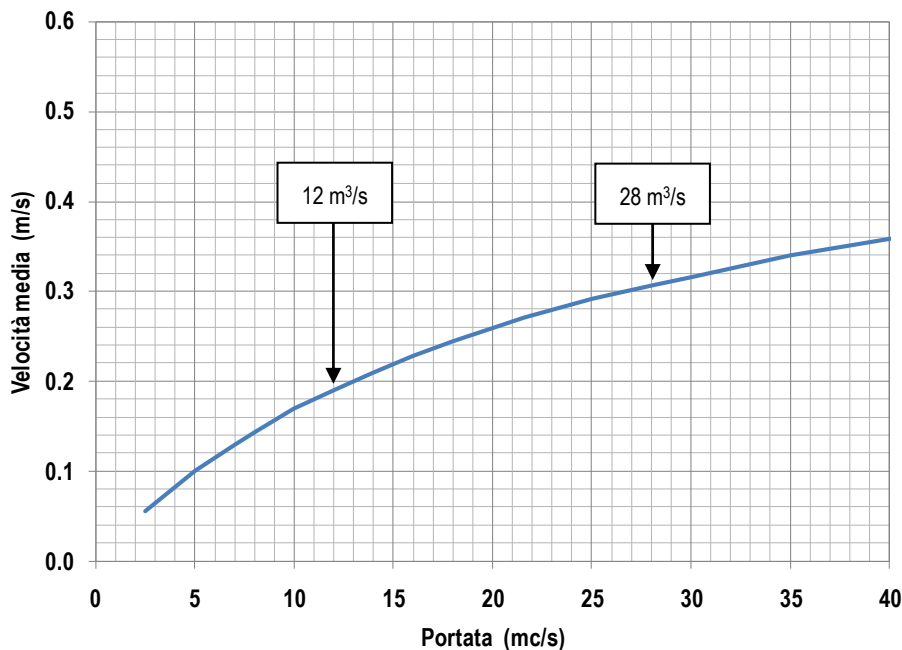


Figura 11-32 Variazione della velocità media di corrente in funzione della portata.



Dalla tabella riportata qui di seguito si può osservare che, tra le grandezze idrauliche analizzate, quella che cresce in misura maggiore, all'incremento della portata, è la velocità media. Tuttavia, rispetto al tratto precedente (TIC1), qui l'aumento della velocità appare molto più contenuto, in relazione alla struttura morfologica del tratto.

Tabella 11-17 Incremento percentuale dei parametri analizzati rispetto all'aumentare della portata tra il valore di DMV minimo sperimentale (12 m³/s) e il DMV idrologico (28 m³/s).

Portata (m ³ /s)	tirante medio (m)	velocità media (m/s)	larghezza media (m)
12	0.99	0.19	84
28	1.14	0.31	97
incremento %	15%	62%	16%

Attraverso l'utilizzo del Software CASiMiR-Fish, i risultati idraulici sono stati combinati con le curve di preferenza della specie *target* (barbo comune), per ottenere la relazione tra portata rilasciata e *habitat* disponibile.

Nella figura seguente è mostrato il grado di idoneità dell'*habitat* per individui adulti di barbo comune con diverse portate. Nel calcolo dell'idoneità non è stata presa in considerazione la tipologia di substrato presente, in quanto, come già spiegato per il tratto TIC1, agisce come fattore limitante l'idoneità essendo troppo fine per la specie *target* e il suo effetto può rendere meno apprezzabile l'effetto della variazione di portata (l'oggetto d'interesse del presente studio).

Nella figura successiva, allo stesso modo, è mostrato il grado di idoneità dell'*habitat* per individui giovani di barbo comune con diverse portate, senza l'utilizzo del parametro "substrato".

Figura 11-33 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune adulto considerando solo i parametri profondità e velocità.

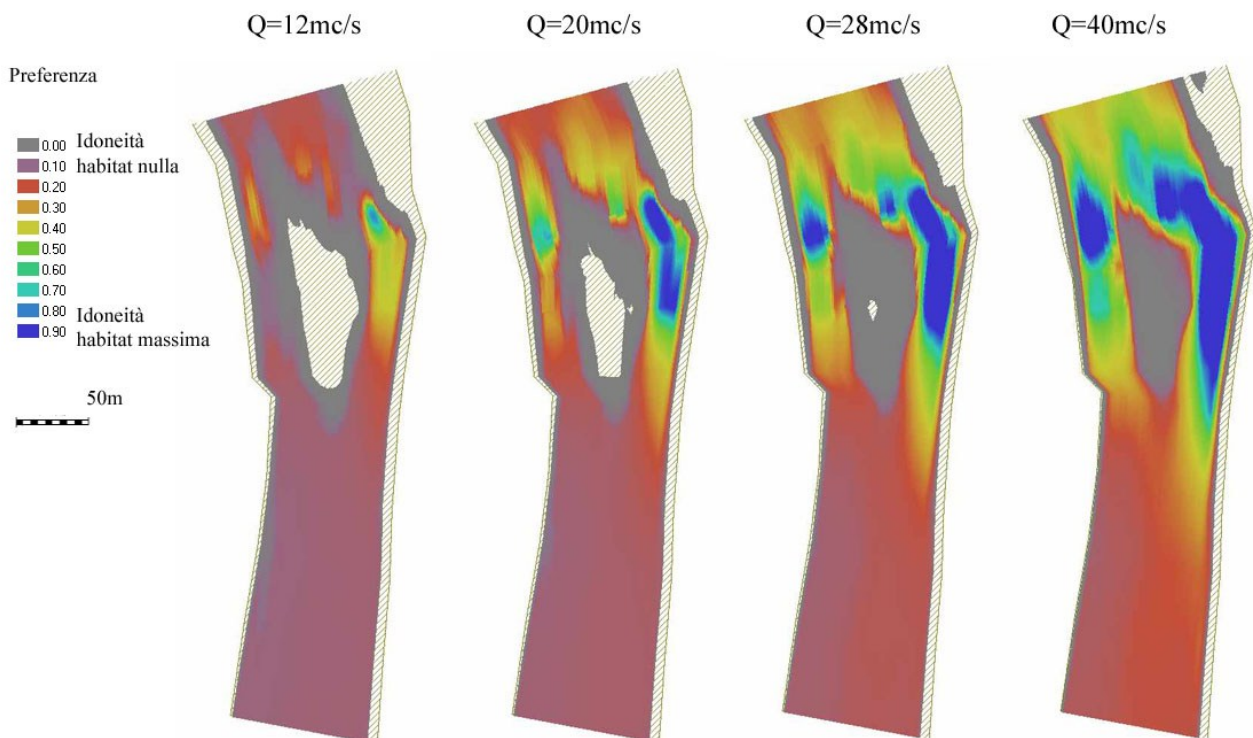
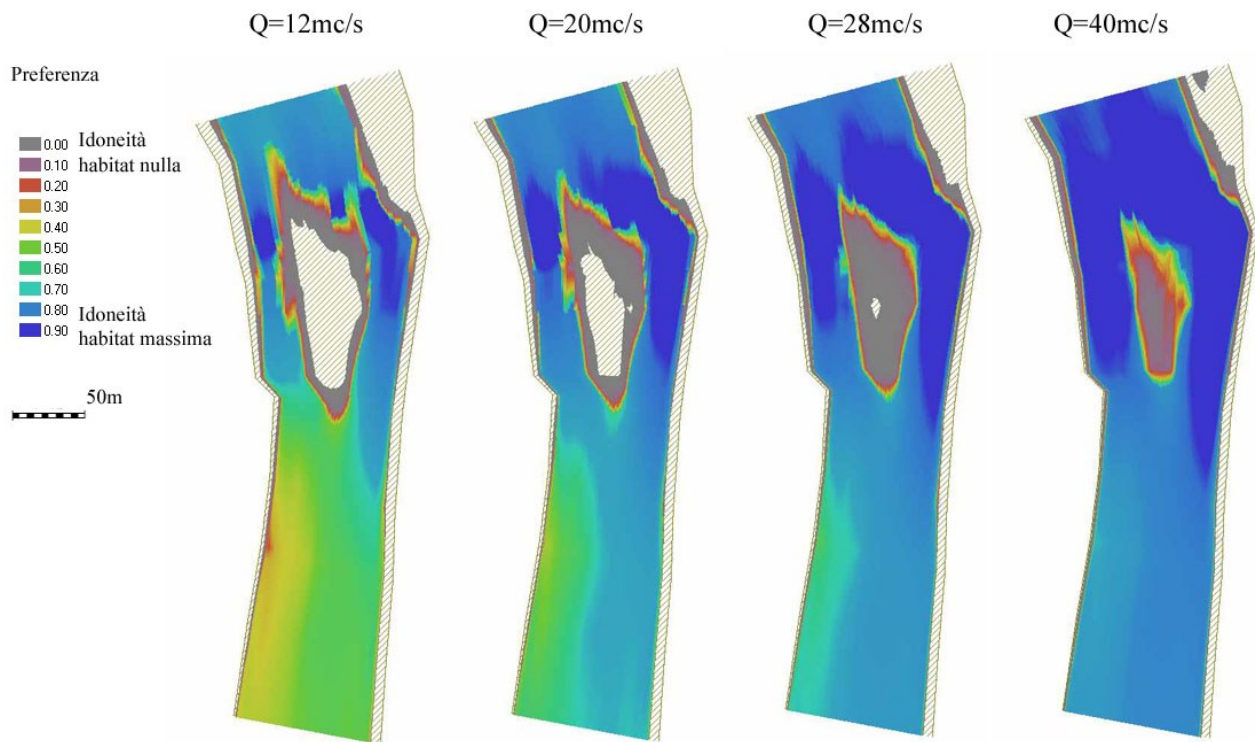
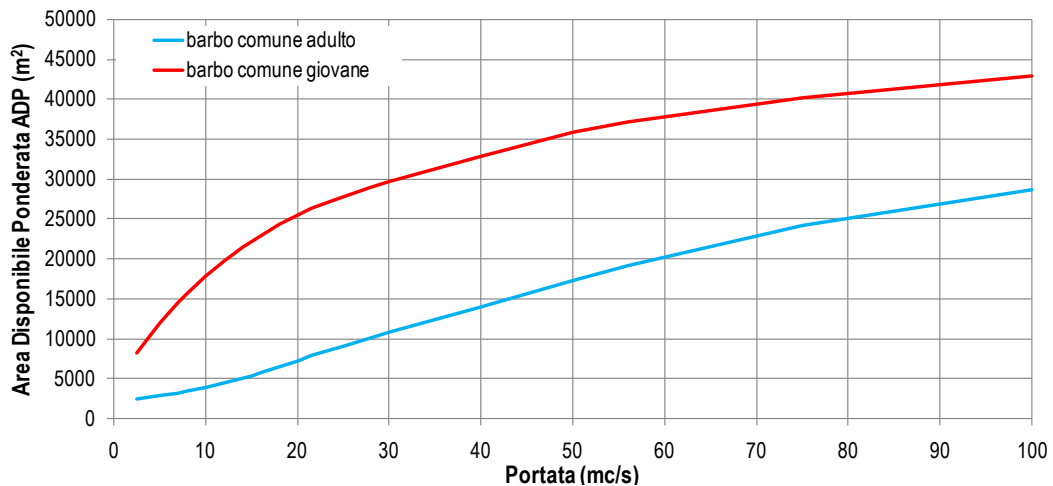


Figura 11-34 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune giovane considerando solo i parametri profondità e velocità.



Nel grafico seguente è mostrato l'andamento dell'area disponibile ponderata in funzione della portata per il barbo comune adulto e giovane.

Figura 11-35 Area Disponibile Ponderata per il barbo comune considerando solo i parametri profondità e velocità.



Nella tabella seguente sono riportati i valori di idoneità assoluta del tratto e l'area disponibile ponderata ADP ottenuti con Casimir per entrambi gli stadi vitali del barbo comune.

Tabella 11-18 Indice di idoneità dell'*habitat* (HHS) e Area Disponibile Ponderata (ADP) per il barbo comune, calcolati considerando i parametri profondità e velocità di corrente.

		Portata [m ³ /s]			
		12	20	28	40
Area Disponibile Ponderata ADP [m ²]	barbo comune adulto	4415	7207	10088	13960
	barbo comune giovane	19754	25581	28928	32831
Area bagnata [m ²]		36655	38998	41464	42754
Indice di idoneità dell' <i>habitat</i> HHS [%]	barbo comune adulto	12 %	18 %	24 %	33 %
	barbo comune giovane	54 %	66 %	70 %	77 %

In sintesi, all'interno del *range* di portate analizzato le caratteristiche morfologiche del tratto comportano un aumento in particolare della velocità di corrente all'aumentare della portata, sebbene in misura minore rispetto agli altri tratti di monitoraggio. Dal punto di vista ecologico, gli effetti sul barbo comune sono differenti considerando lo stadio giovanile e quello adulto: il primo infatti è penalizzato dall'aumento di velocità, mentre per il barbo adulto la maggior reofilia consente un guadagno di *habitat* continuo al crescere della portata.

Sulla base di questi presupposti, esaminando i risultati delle relazioni portata – ADP si osserva che:

- Per lo stadio giovanile del barbo comune l'ADP aumenta lievemente al crescere della portata; questo andamento è dovuto a due fattori: (1) l'idoneità del tratto per i giovani è già elevata con 12 m³/s; (2) non essendo i giovani particolarmente esigenti in termini di tirante idraulico, l'aumentare della portata garantisce solo un lieve miglioramento dell'idoneità; per quanto riguarda la velocità di corrente, in questo tratto, data la morfologia dell'alveo, con una struttura a *run*, questa grandezza aumenta relativamente poco all'aumentare della portata e non influisce quindi molto sull'andamento dell'ADP.
- L'area disponibile ponderata per lo stadio adulto del barbo mostra invece una crescita continua e più evidente all'aumentare della portata; in questo caso, il gradimento per elevati valori di velocità di corrente e, allo stesso tempo, per tiranti idraulici maggiori rispetto ai giovani, fa sì che l'aumento di portata nel range valutato si traduca in un effettivo incremento di area disponibile nel tratto indagato.

Oltre alla modellazione appena presentata, è stata effettuata una modellazione bidimensionale col fine di analizzare in maniera più precisa la relazione disponibilità di *habitat*-portata in tratti di alveo con una morfologia particolare, ad esempio in presenza di rami secondari caratterizzati da quote del pelo libero diverse rispetto a quelle dell'alveo principale, condizioni non simulabili tramite modelli 1D. La modellazione idraulica bidimensionale del tratto di studio è stata effettuata con il software River2D.

Analogamente a quanto detto per la modellazione 1D, è possibile escludere l'influenza del substrato nel calcolo. All'aumentare della portata l'aumento dell'indice di idoneità è particolarmente

rilevante nell'area del tratto modellato intorno all'isola, per entrambi gli stadi vitali; nella parte finale del tratto tale indice assume invece valori bassi per tutte le portate analizzate per quanto riguarda il barbo adulto, mentre quest'area presenta comunque una buona idoneità per i giovani.

Figura 11-36 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune adulto considerando solo i parametri profondità e velocità.

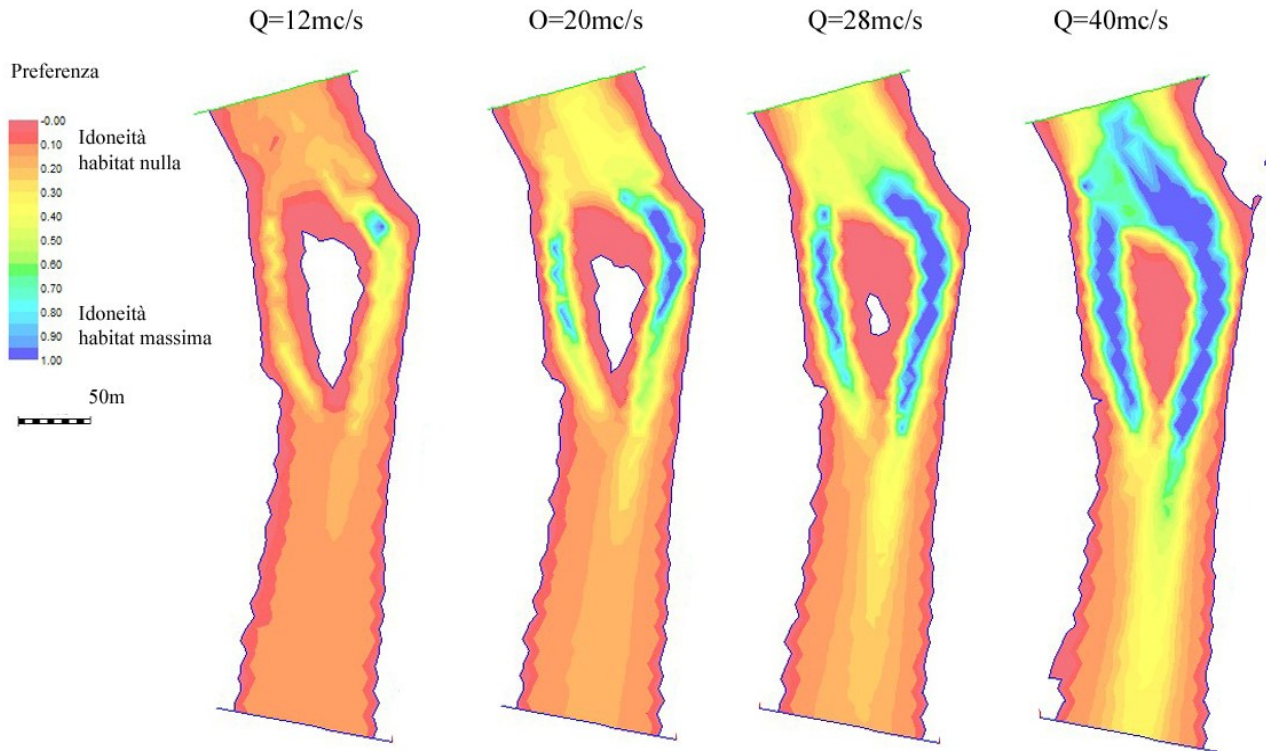
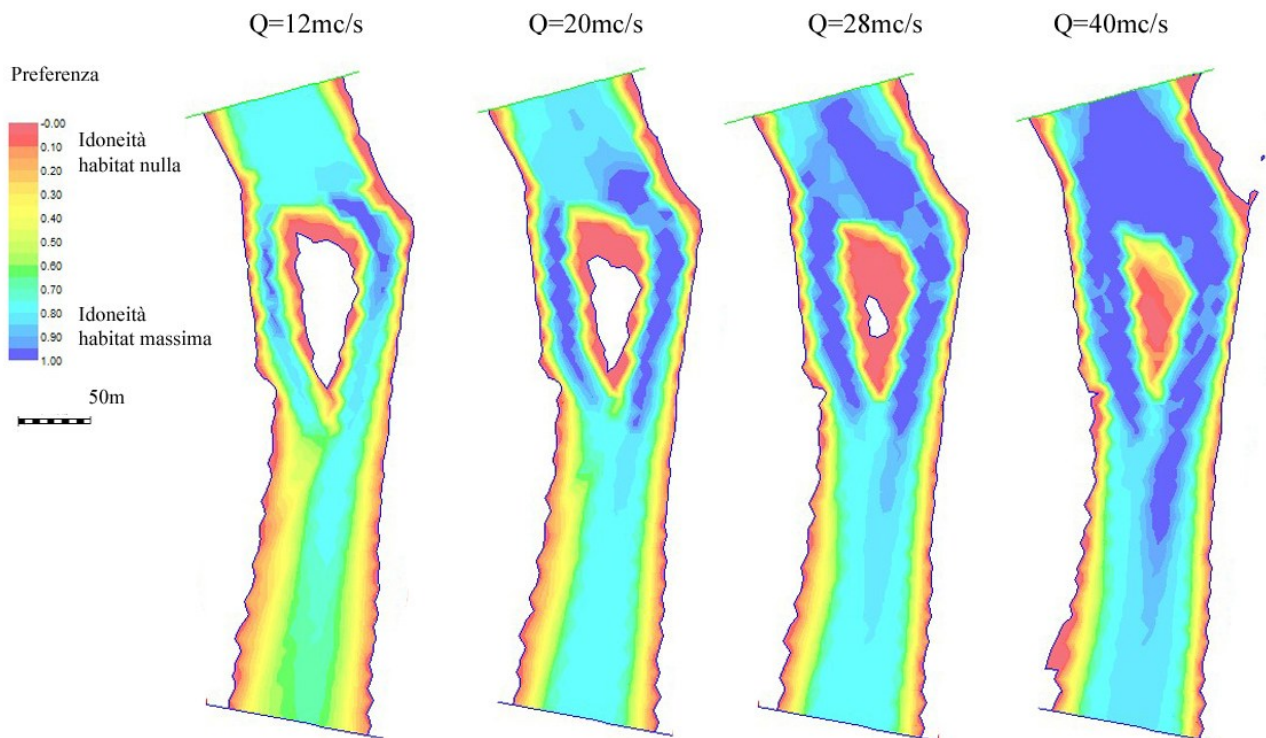


Figura 11-37 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune giovane considerando solo i parametri profondità e velocità.



Nella figura e nella tabella seguenti sono riportati i risultati relativi all'intero tratto di studio. Nel complesso questi valori sono comparabili con quelli ottenuti con la modellazione 1D: si osserva infatti l'aumento con la portata dell'ADP e dell'idoneità per entrambi gli stadi vitali e valori più elevati di ADP per il barbo giovane.

Figura 11-38 Area Disponibile Ponderata per il barbo comune considerando solo i parametri profondità e velocità.

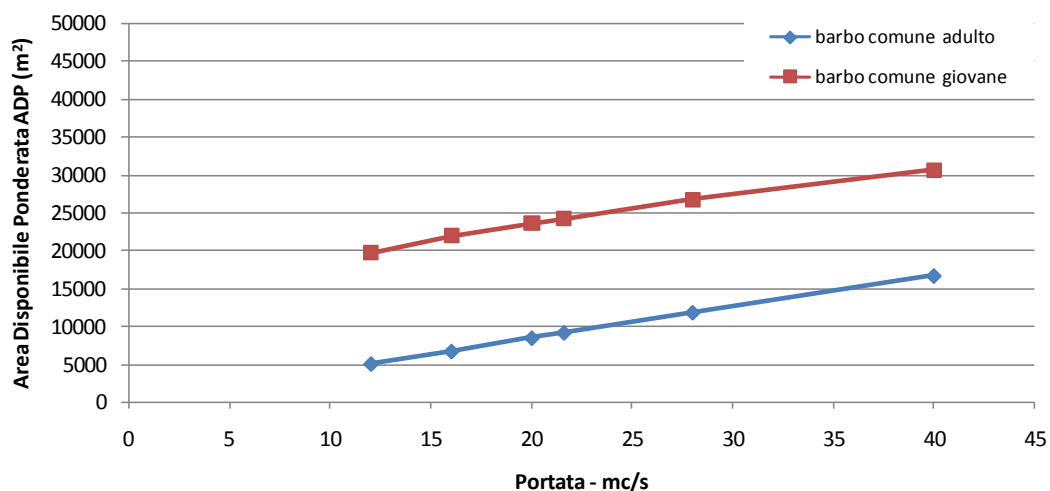
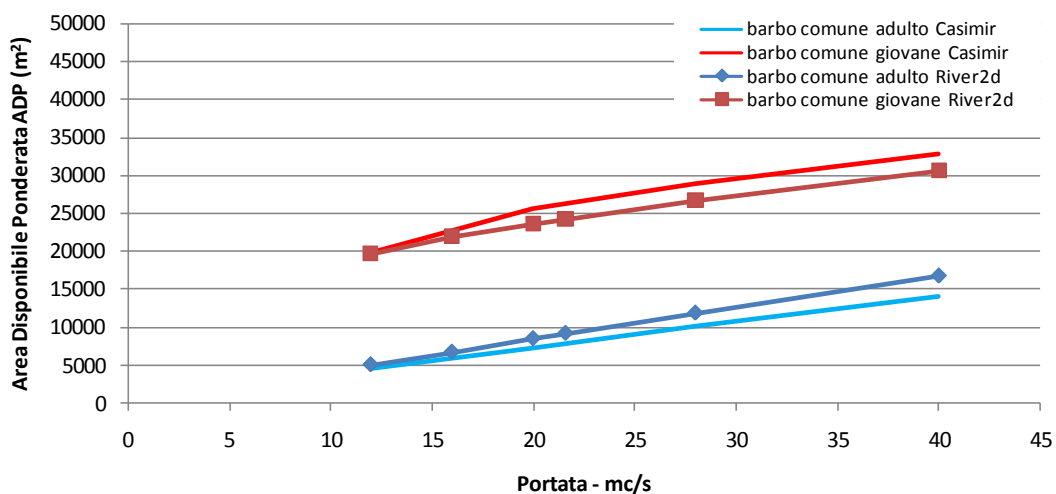


Figura 11-39 Confronto dell'Area Disponibile Ponderata fra modellazione 1D e 2D per la specie barbo comune.



11.8 ANALISI SINTETICA DEL TRATTO

Questo tratto di indagine è stato scelto per studiare gli effetti dei DMV sperimentali rilasciati dalla diga del Panperduto in un tratto significativo ai fini del monitoraggio della qualità delle acque poiché in questa sezione storicamente sia Arpa Lombardia che Arpa Piemonte controllano lo stato delle acque del F. Ticino.

Le portate in questo tratto risultano incrementate, rispetto a quelle del tratto 1, della componente di subalveo. In tutti i periodi dell'anno sono quindi garantite portate moderatamente superiori al DMV.

Gli indicatori biologici analizzati mostrano valori simili a quelli del tratto 1, con valori lievemente migliori per quanto riguarda i macroinvertebrati bentonici.

Nella tabella che segue sono riepilogati per ogni anno di monitoraggio i principali indicatori idrologici ed ecologici utili alla valutazione dei risultati.

Tabella 11-19 Sintesi del quadro idrologico e dello stato ecologico del tratto secondo i diversi indicatori analizzati.

indicatore		2010	2011	2012	2013	2014	2015	Media sperimentazione
portata	Q media annua – m ³ /s	144	65	98	138	275	109	138
	% giorni DMV	Uguale a TIC1 (47% medio) ma con l'incremento del bacino residuo/falda						
	LIMeco	0.83	0.84	0.78	0.80	0.88	0.80	0.82
	STAR_ICMi	0.908	0.840	0.747	0.802	0.851	0.787	0.820

Anche le comunità di diatomee bentoniche e macrofite acquatiche, considerate indicatori utili a dare indicazioni a supporto degli indicatori principali, sono risultate in uno stato ecologico "elevato" e "buono" rispettivamente.

La fauna ittica è composta da un buon numero di specie, tra cui le principali specie ittiche attese in relazione alle caratteristiche naturali del tratto, anche in questo caso con la sola eccezione dei Salmonidi, che sono quasi assenti. In termini di *habitat*, i valori di DMV sperimentali rendono il tratto idoneo alla presenza del barbo comune, in particolare per gli stadi giovanili, con incrementi di *habitat* che sono molto meno che proporzionali all'incremento di portata.

Nel complesso, anche in questo tratto, lo stato del corso d'acqua si conferma buono e simile all'area più prossima alla derivazione, compatibile con il raggiungimento degli obiettivi della direttiva 2000/60/CE.

12 RISULTATI DELLE INDAGINI NEL TRATTO 4 – LOC. TRE SALT

In questo capitolo sono riportati i risultati del monitoraggio ecologico effettuato nel tratto identificato con il codice TIC4, collocato all'interno del corpo idrico n°3, poco a valle del confine di monte, tra Turbigo (MI) e Cameri (NO).

Il tratto è stato scelto per il monitoraggio degli effetti dei DMV rilasciati presso la filarola del Naviglio Langosco, che si trova 1.2 km a monte dell'area di indagine.

In questa sezione fluviale il DMV è rilasciato in due frazioni, come dettagliato in seguito.

Questo tratto è stato oggetto d'indagine a partire dal 2009 e fino alla fine della sperimentazione (dicembre 2009 - dicembre 2015).

Le caratteristiche geografico-idrologiche del tratto sono di seguito riepilogate.

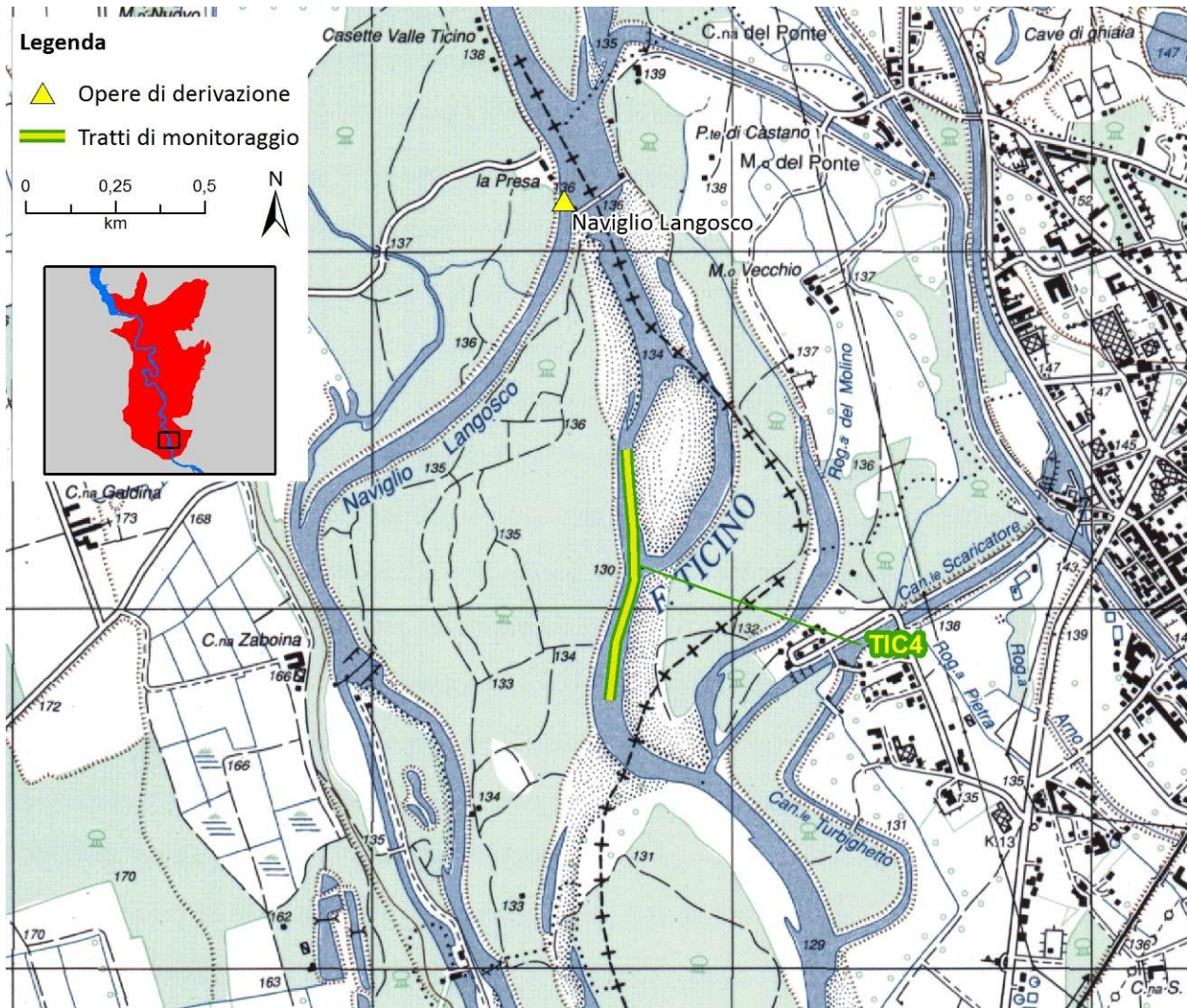
Tabella 12-1 Caratterizzazione geografica ed idrologica del tratto di monitoraggio.

Geo	Comune sponda sx	Turbigo (MI)
	Comune sponda dx	Cameri (NO)
	Distanza dal lago	~ 32 km
	Quota	130 mslm
Idro	Nome della derivazione precedente	Naviglio Langosco
	Distanza dalla derivazione precedente	~ 1.6 km

Figura 12-1 Vista dal tratto di monitoraggio verso monte e verso valle.



Figura 12-2 Localizzazione della stazione di monitoraggio.



Sistema di rilascio del DMV

Il DMV di competenza del Naviglio Langosco è rilasciato nel Fiume Ticino:

- in parte all'interno dell'alveo del ramo principale del fiume,
- in parte nel vecchio ramo fluviale denominato Treccione.

Il rilascio presso la filarola avviene tramite un'apertura nella struttura posta in sponda sinistra. Poiché la filarola è costituita da materiale non consolidato, essa è in grado di consentire il rilascio di un DMV non superiore a circa $8 \text{ m}^3/\text{s}$: un valore superiore renderebbe la struttura instabile comportandone la rottura. Inoltre, la determinazione della portata rilasciata a valle della filarola è sostanzialmente impossibile in quanto la struttura attuale non permette la misura (ma unicamente la stima) della portata transitante dall'apertura, e non è possibile quantificare la portata filtrante attraverso la struttura della filarola.

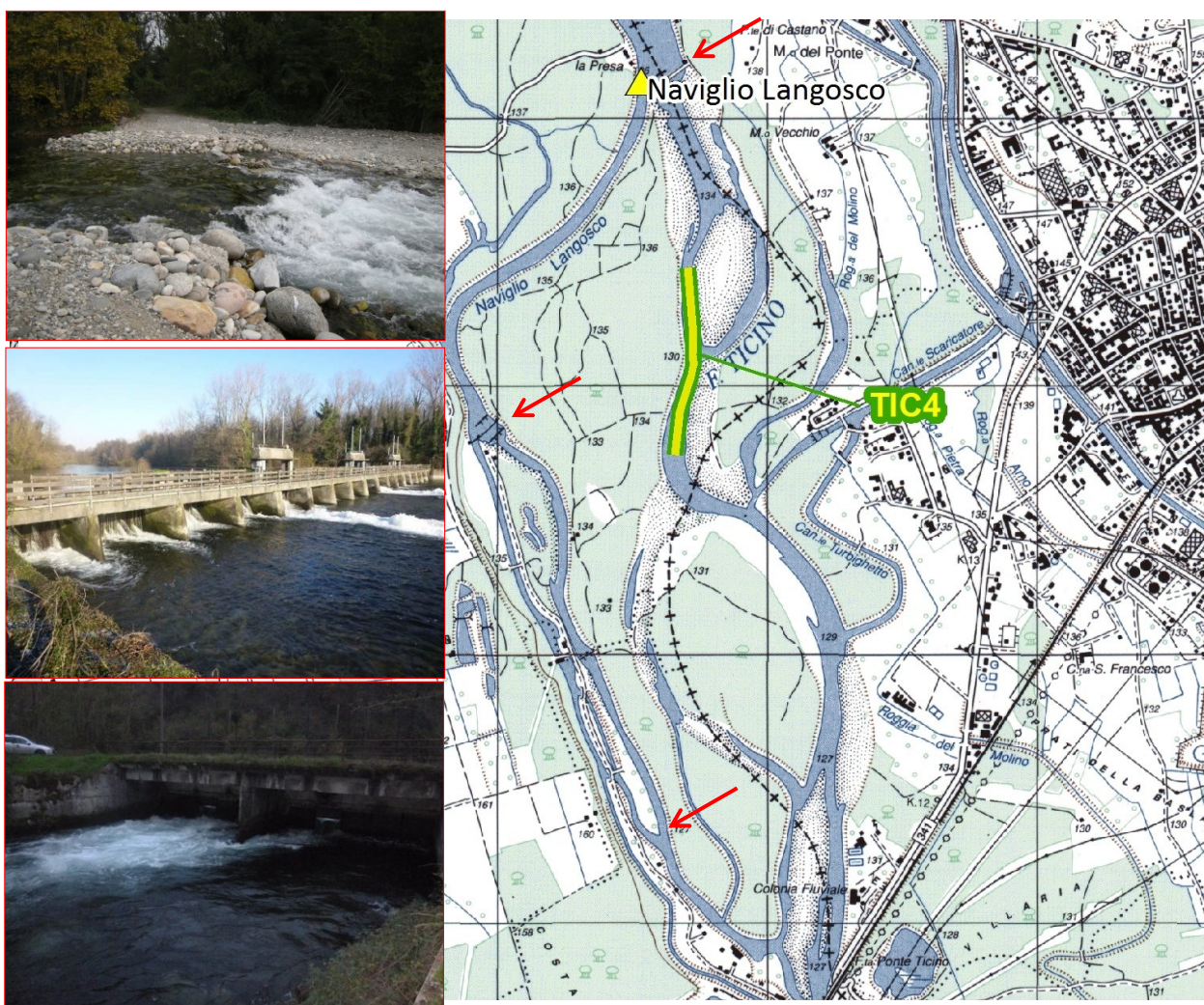
La ripartizione del DMV tra l'alveo principale del Ticino e il ramo Treccione è fatta secondo la tabella seguente.

Tabella 12-2 Ripartizione del DMV di competenza del Naviglio Langosco tra la filarola di derivazione e il canale Treccione.

DMV sperimentale (m ³ /s)	Q rilasciata dalla filarola (m ³ /s)	Q rilasciata nel Treccione (m ³ /s)
18	7	11
12	5	7
22	7	15

La figura seguente rappresenta la ripartizione appena descritta.

Figura 12-3 Ripartizione del DMV di competenza del Naviglio Langosco tra la filarola di derivazione e il canale Treccione (le frecce rosse e le fotografie indicano i punti di rilascio).



In risposta alla richiesta, avanzata dal Tavolo Tecnico il 6 maggio 2015, di aumentare la porzione di DMV da rilasciare presso la filarola, nell'estate 2015 la portata rilasciata presso la filarola è stata incrementata a 8 m³/s (anziché 5 m³/s), che rappresenta la portata massima in grado di transitare dalla struttura senza comprometterne la stabilità. Inoltre, il Consorzio Est Sesia si è impegnato ad

individuare azioni finalizzate alla corretta quantificazione delle portate rilasciate presso la filarola in Ticino e presso lo sbarramento del Treccione nel Treccione stesso. A questo fine, per quanto riguarda il ramo principale del Ticino è stata prevista la costruzione di una gaveta in gabbioni per consolidare la porzione sinistra della filarola, presso il quale transita il DMV, e rendere quindi meglio quantificabile la porzione di DMV rilasciata nel Ticino.

Per quanto riguarda il ramo Treccione è prevista l'installazione di un idrometro sul rostro della struttura di by-pass in prossimità del guado posto in corrispondenza della centrale; il monitoraggio quotidiano delle portate permetterà infatti la costruzione di una scala delle portate del ramo Treccione.

Figura 12-4 Sito del ramo Treccione in cui è prevista l'installazione dell'idrometro (sx) e sua ubicazione planimetrica (dx).



Per la sua localizzazione, il tratto di monitoraggio posto sull'asta principale del fiume permette il monitoraggio degli effetti della quota del DMV di competenza del naviglio Langosco, a cui si aggiungono i due scaricatori. Nel paragrafo 12.8 saranno riportati i risultati relativi ad un'attività di monitoraggio dello stato ecologico di questo ramo. Inoltre, nel Capitolo 13 – *Risultati delle indagini nel tratto 5*, sono riportati i risultati relativi al monitoraggio dello stato ecologico nel Fiume Ticino a valle dell'immissione del ramo del Treccione.

Come detto, oltre alla quota di DMV, il Treccione veicola le acque che costituiscono la portata eccedente quella massima di concessione tra la prima centrale idroelettrica e la seconda. Questa portata è rilasciata all'interno del Treccione tramite due scaricatori che convogliano l'acqua nel Treccione circa 1.7 km a valle dello sbarramento del Treccione. La portata del ramo Treccione, quindi è generalmente ben superiore a quella di DMV; di conseguenza, la portata presente all'interno del Ticino a valle della sua immissione è ben superiore al DMV, come sarà discusso nel Capitolo 13.

12.1 IDROLOGIA

Le portate transitanti nel tratto TIC4 nel periodo sperimentale sono state mediamente pari a 106 m³/s, inferiori rispetto ai tratti precedenti per via della derivazione del naviglio Langosco, posta poco a monte del tratto di monitoraggio.

Nella tabella seguente sono riportati alcuni parametri idrologici relativi ai singoli anni della sperimentazione. Il DMV indicato rappresenta la quota rilasciata presso la filarola di derivazione del naviglio Langosco, mentre la restante parte è rilasciata all'interno del ramo Treccione, come spiegato nelle pagine precedenti. Dai dati riportati si possono osservare alcune differenze chiare, che in parte hanno influito sulle attività di monitoraggio eseguite e sui risultati ottenuti:

- l'anno idrologicamente più abbondante è stato il 2014;
- l'anno idrologicamente più scarso è stato il 2011;
- il tratto è soggetto ad una importante variabilità delle portate (elevati valori di deviazione standard rispetto alla media), in tutti gli anni.

Tabella 12-3 Inquadramento idrologico del tratto negli anni della sperimentazione.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010-2015
Portata media (m ³ /s)	125	48	73	97	215	81	106
Portata SD (m ³ /s)	176	97	119	169	242	105	168
Portata MIN (m ³ /s)	5	5	5	5	5	7	5
Portata MAX (m ³ /s)	746	532	608	729	1337	463	1337
DMV (m ³ /s)	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7	7-8	5-8

L'andamento temporale delle portate durante l'anno ricalca sostanzialmente quello dei tratti precedenti, con valori mediamente inferiori in tutti i mesi.

Figura 12-5 Portate medie mensili negli anni della sperimentazione, a confronto con lo scenario di DMV previsto.

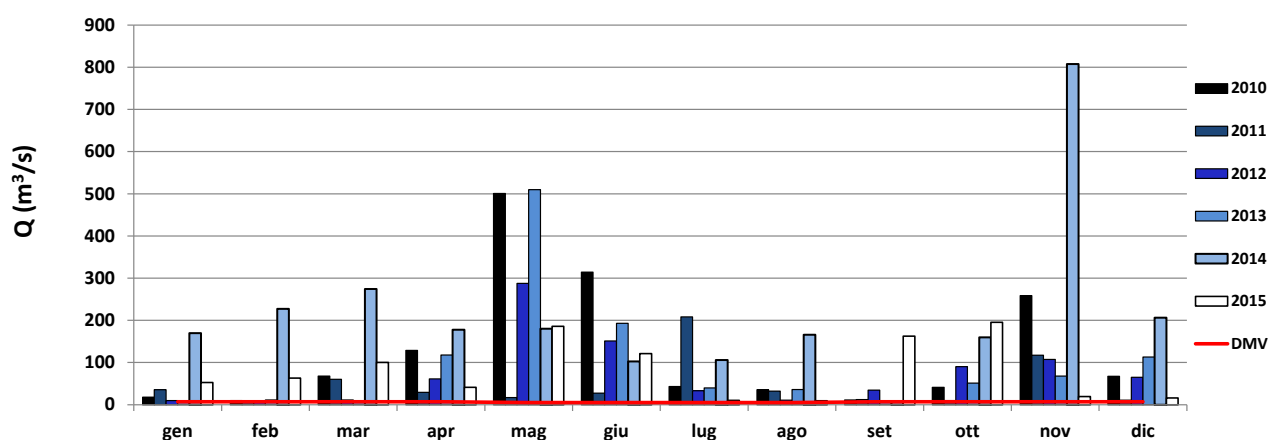
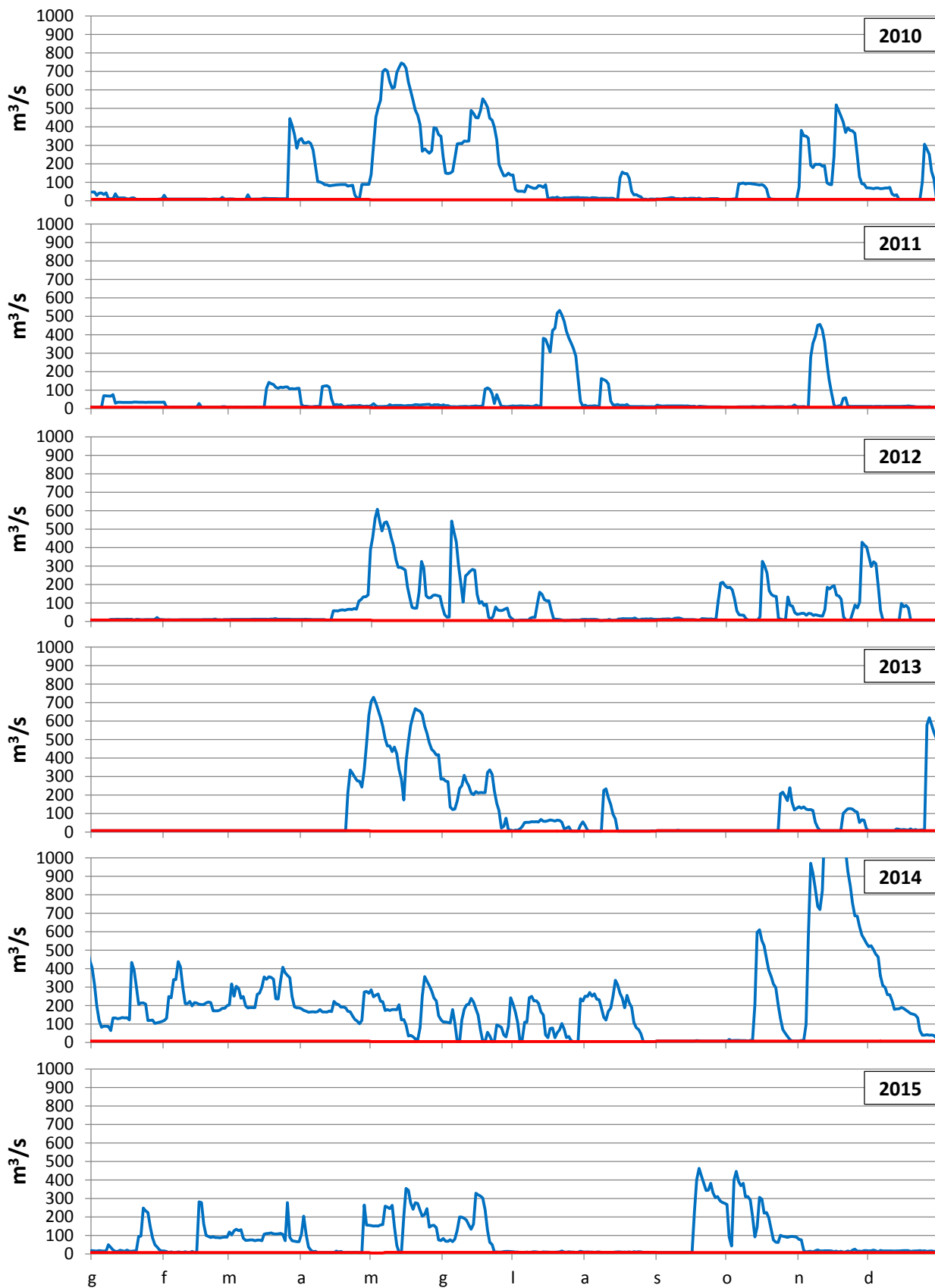


Figura 12-6 Portate giornaliere negli anni della sperimentazione (2010-2015), a confronto con il DMV previsto (linea rossa).



Nella tabella seguente sono riepilogati, in termini di percentuale, i giorni effettivi di portata rilasciata dall'opera di presa pari al DMV (quindi in assenza di sfiori) nel periodo di sperimentazione.

Ai fini del calcolo, sono stati considerati privi di sfioro anche i giorni per cui la portata calcolata tramite il modello era di poco superiore al DMV. La struttura della filarola, infatti, non è in grado di sostenere rilasci superiori a $8 \text{ m}^3/\text{s}$ senza sbrecciarsi: limitati superamenti di questo valore sono quindi da imputarsi ad imprecisioni nei punti di calcolo oltre che ad infiltrazione.

Nella maggior parte degli anni questa condizione non si è mai verificata nel mese di maggio, mentre mediamente nei mesi di febbraio e settembre la portata è stata pari al DMV per più del 70% dei giorni. L'anno in cui è stato registrato il maggior numero di giorni con portata pari al DMV è il 2011. Nel 2014 il numero di giorni caratterizzati da portata pari al DMV è stato minimo, anche se superiore rispetto a quanto avvenuto a valle del Panperduto (tratto TIC1) e concentrato tra giugno e dicembre.

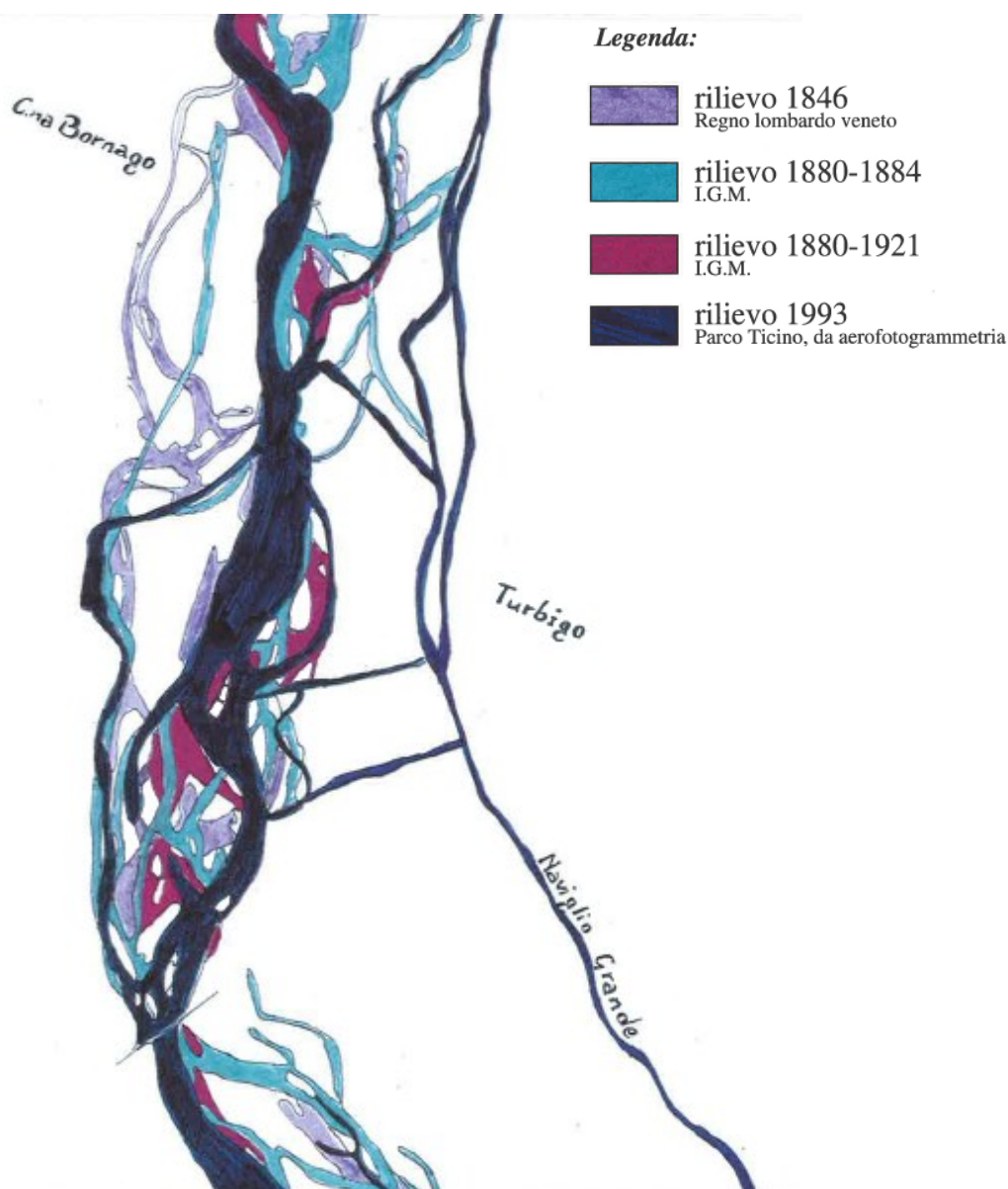
Tabella 12-4 Percentuale di giorni in cui è stata rilasciata una portata pari al solo DMV nei diversi mesi e anni della sperimentazione.

mese	2010	2011	2012	2013	2014	2015	MEDIA
Gennaio	48%	16%	100%	100%	0%	0%	44%
Febbraio	96%	96%	100%	100%	0%	50%	74%
Marzo	84%	52%	100%	100%	0%	0%	56%
Aprile	10%	70%	43%	67%	0%	67%	43%
Maggio	0%	94%	0%	0%	0%	6%	17%
Giugno	0%	80%	17%	7%	20%	27%	25%
Luglio	52%	48%	68%	26%	16%	81%	48%
Agosto	68%	61%	45%	77%	19%	84%	59%
Settembre	100%	100%	87%	100%	100%	53%	90%
Ottobre	58%	100%	32%	74%	52%	0%	53%
Novembre	0%	60%	13%	40%	10%	20%	24%
Dicembre	39%	100%	68%	58%	3%	90%	60%
INTERO ANNO	46%	73%	56%	62%	18%	39%	49%

12.2 HABITAT FLUVIALE

Il Fiume Ticino in questo tratto ha una struttura ramificata, che si estende in larghezza per circa 400 m. Questa struttura, con substrato (composto quasi esclusivamente da ciottoli) particolarmente mobile e bassa profondità dell'acqua, rende particolarmente instabile la forma dell'alveo bagnato in questo tratto: a seguito di eventi di morbida l'alveo risulta spesso rimodellato, modificando l'importanza relativa dei diversi rami, anche creandone di nuovi e perdendo i precedenti. La figura seguente riporta l'evoluzione storica dell'alveo dal 1846 al 1993: si può notare l'ampiezza dell'alveo e la particolare variabilità in questo tratto rispetto al resto del Ticino.

Figura 12-7 Estratto della "Tavola dell'evoluzione storica dell'alveo del Ticino 1.a" dell'area di Turbigo (Parco Ticino, 1999).



Anche durante il periodo sperimentale lo spostamento del flusso principale e la modifica della forma dell'alveo bagnato sono stati evidenti. In particolare, prima del 2011 i due rami indicati nella

figura seguente con le frecce rosse erano di entità simile e i campionamenti per la definizione dello stato ecologico (invertebrati, diatomee e analisi chimiche) erano eseguiti nel ramo sinistro (freccia tratteggiata). I campionamenti condotti dalla primavera 2011 in poi sono stati invece eseguiti nel ramo destro (freccia non tratteggiata) poiché il ramo di sinistra si era gradatamente notevolmente ridotto per portata e dimensioni, perdendo in parte il suo carattere lotico. Infine, dopo il mese di maggio 2015, a seguito di un evento di morbida, la forma dell'alveo è risultata ulteriormente modificata, interrompendo completamente l'alimentazione superficiale del ramo di sinistra. La modellazione dell'*habitat* per la fauna ittica presentata nel capitolo 12.7 è stata eseguita in quest'ultima situazione.

Figura 12-8 Struttura ramificata del Fiume Ticino nell'area di indagine del tratto TIC4. Le frecce rosse indicano i due rami principali: quella intera indica il ramo attualmente prevalente; quella tratteggiata il ramo prevalente fino al 2011.



Al complesso sistema di rami fluviali si aggiunge, in sponda sinistra, la presenza di un ambiente lanchivo di grandi dimensioni e, sempre in sinistra, lo scaricatore Tre Salti, che costituiscono, assieme ai diversi rami del Ticino, un variegato complesso di acque.

Lungo la riva destra si presentano forti segni di erosione, mentre la riva sinistra è rinforzata da una massicciata artificiale.

Il *mesohabitat* fortemente dominante è il *riffle*, con profondità ridotte. Durante la stagione estiva queste aree accolgono un abbondante *perifiton* composto da alghe filamentose, in particolare nei rami con minore portata. A valle dell'immissione dello scaricatore Tre Salti, il fiume diventa unicorsale con *mesohabitat* prevalente *run*. Sono assenti aree a *pool*.

Questo breve tratto, privo di zone profonde e senza importanti elementi morfologici che possano costituire rifugio o introdurre una diversificazione idraulica, ha una bassa idoneità ittica.

L'ambiente circostante il corso d'acqua è costituito da una fascia di vegetazione perifluviale primaria ben sviluppata.

Il corso d'acqua è racchiuso da ampie fasce di vegetazione perifluviale.

L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) al tratto indagato porta ad un giudizio di funzionalità fluviale "mediocre" per entrambe le sponde.

Figura 12-9 Fiume Ticino, tratto di Turbigo – località Tre Salti in magra (settembre 2014) e in morbida (aprile 2014).



Figura 12-10 L'*habitat* nel tratto di Turbigo – località Tre Salti.



12.3 MONITORAGGIO CHIMICO – FISICO

In questo paragrafo si riportano i risultati delle analisi della qualità chimico-fisica delle acque effettuate nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il monitoraggio dei parametri chimico - fisici è avvenuto con cadenza mensile dal mese di dicembre 2009 al mese di settembre 2015.

In totale sono stati raccolti 58 campioni. Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

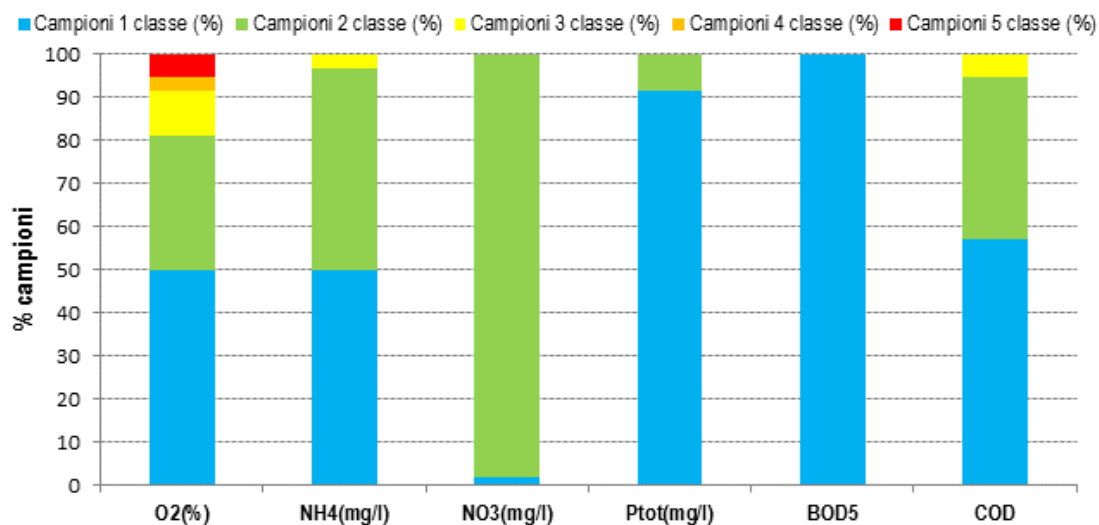
2009	→		dicembre	2013	→		gennaio-maggio luglio-agosto Ottobre dicembre
2010	→		gennaio-dicembre				
2011	→		gennaio-dicembre	2014	→		aprile settembre novembre
2012	→		gennaio-dicembre	2015	→		febbraio maggio-dicembre

Risultati

Nel tratto di monitoraggio TIC4 i parametri monitorati nell'arco della sperimentazione hanno mostrato valori peggiori rispetto a tutti gli altri tratti di monitoraggio. In particolare sono state registrate discrete concentrazioni di nutrienti (N e P) e di sostanza organica e i valori di ossigeno sono risultati in più casi fortemente sovrasaturi.

Di seguito si illustra, per ciascun macrodescrittore, il livello di qualità ottenuto (come da metodica LIM, D.lgs. 152/99) in termini percentuali rispetto alla totalità dei campionamenti effettuati. I descrittori rientrano all'interno della prima classe nella maggioranza dei casi, ad eccezione dell'azoto nitrico, che rientra quasi sempre nella seconda classe. La saturazione di ossigeno, l'azoto ammoniacale e il COD rientrano per quasi il 50% dei casi in un livello inferiore al primo. In particolare, scadimenti al di sotto del secondo livello sono stati osservati: per il deficit di saturazione di ossigeno (giugno e settembre 2010, aprile, giugno e settembre 2011, giugno e luglio 2012, febbraio, luglio-agosto e ottobre 2013), per l'azoto ammoniacale (luglio e ottobre 2012) e per il COD (febbraio, settembre e dicembre 2012).

Figura 12-11 Macrodescrittori rientranti nel calcolo dell'indice LIM (d.lgs. 152/99). Distribuzione percentuale tra le diverse classi di qualità dei valori registrati nell'intero periodo di sperimentazione nel tratto TIC4.



Di seguito è illustrato l'andamento nell'arco dell'anno dei valori di alcuni parametri caratterizzati da variazioni temporali legate alla stagionalità: la concentrazione di azoto nitrico, la temperatura dell'acqua e la concentrazione di ossigeno disciolto; per i restanti parametri non sono stati individuati chiari andamenti all'interno dell'anno. Il valore relativo a ciascun mese rappresenta la media dei valori rilevati in quel mese nei diversi anni della sperimentazione. Per questa elaborazione non sono stati utilizzati i dati relativi agli anni 2013-2015, in quanto durante questi anni le indagini hanno interessato solo alcuni mesi (come spiegato nel paragrafo precedente).

Come per gli altri tratti di monitoraggio, si osserva la variazione stagionale della **temperatura dell'acqua**, che in questo tratto risulta però più ampia, variando tra un minimo di circa 5 °C nel mese di febbraio e un massimo di circa 24 °C nel mese di luglio. Valori mediamente superiori ai 21.5 °C, che superano il valore massimo del *range* di idoneità per la vita dei salmonidi (D.lgs. 152/99), sono stati rinvenuti nei mesi di giugno, luglio e agosto; questi dati sono sempre relativi a orari diurni.

Anche la concentrazione di **ossigeno disciolto** mostra una variabilità maggiore rispetto ad altri tratti, con valori minimi nel periodo estivo (9 mg/l) e valori massimi durante l'inverno (14 mg/l). Anche la **saturazione di ossigeno** ha una variabilità maggiore, con valori di sovrasaturazione nei mesi compresi tra marzo e settembre.

L'ampia variabilità dei valori di temperatura e ossigeno è legata probabilmente al basso tirante idrico in questa sezione, che consente un maggiore scambio di ossigeno ed energia termica tra aria e acqua. In inverno questo provoca l'abbassamento della temperatura dell'acqua, che cede rapidamente energia all'atmosfera. In estate, oltre all'effetto opposto (il riscaldamento dell'acqua a contatto con l'aria calda), l'elevato scambio di ossigeno con l'atmosfera aumenta ulteriormente

l'ossigenazione dell'acqua, già garantita dall'abbondante crescita algale. Un approfondimento sulle caratteristiche termiche del Ticino e sulle relazioni tra temperatura e ossigeno disciolto è riportato nell'Allegato 3 – *Approfondimenti ecologici*.

L'andamento della concentrazione di **azoto nitrico**, con valori mediamente superiori rispetto ai tratti precedenti, ma valori minimi inferiori al tratto precedente, conferma l'importanza dei produttori primari nel definire l'andamento nell'arco dell'anno dei parametri studiati.

Figura 12-12 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della temperatura dell'acqua per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti negli anni 2013-2015 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.

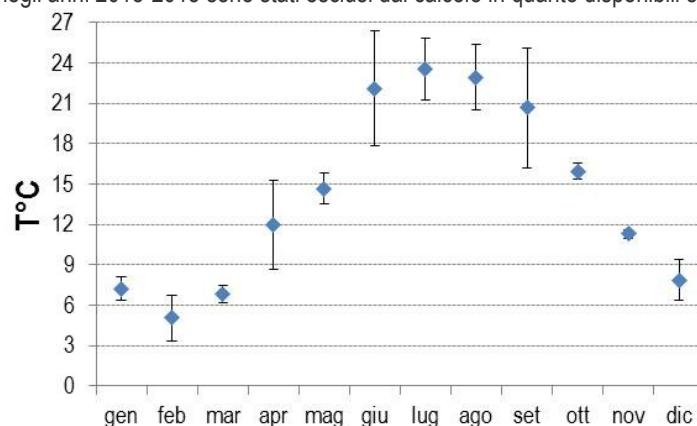


Figura 12-13 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della concentrazione di ossigeno disciolto per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti negli anni 2013-2015 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.

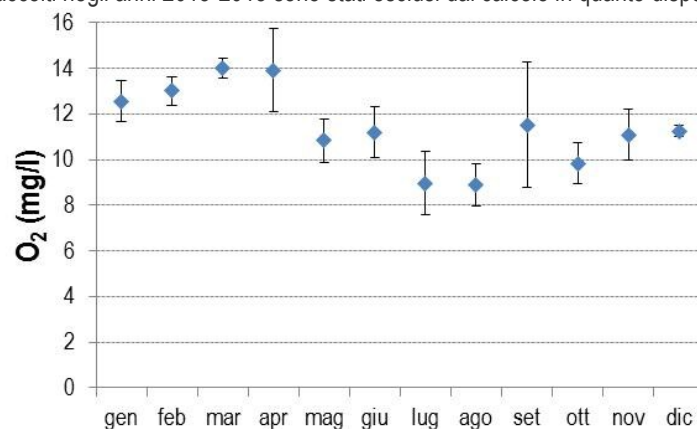


Figura 12-14 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della saturazione di ossigeno per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti negli anni 2013-2015 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.

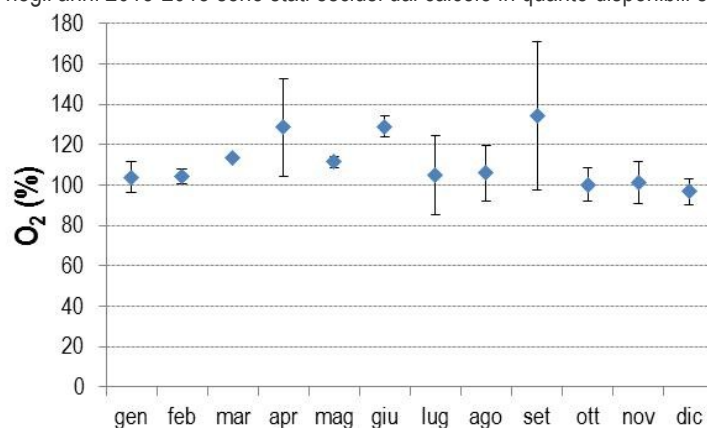
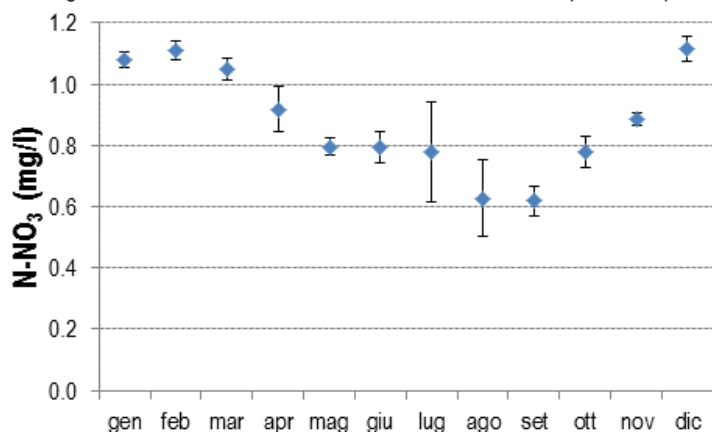


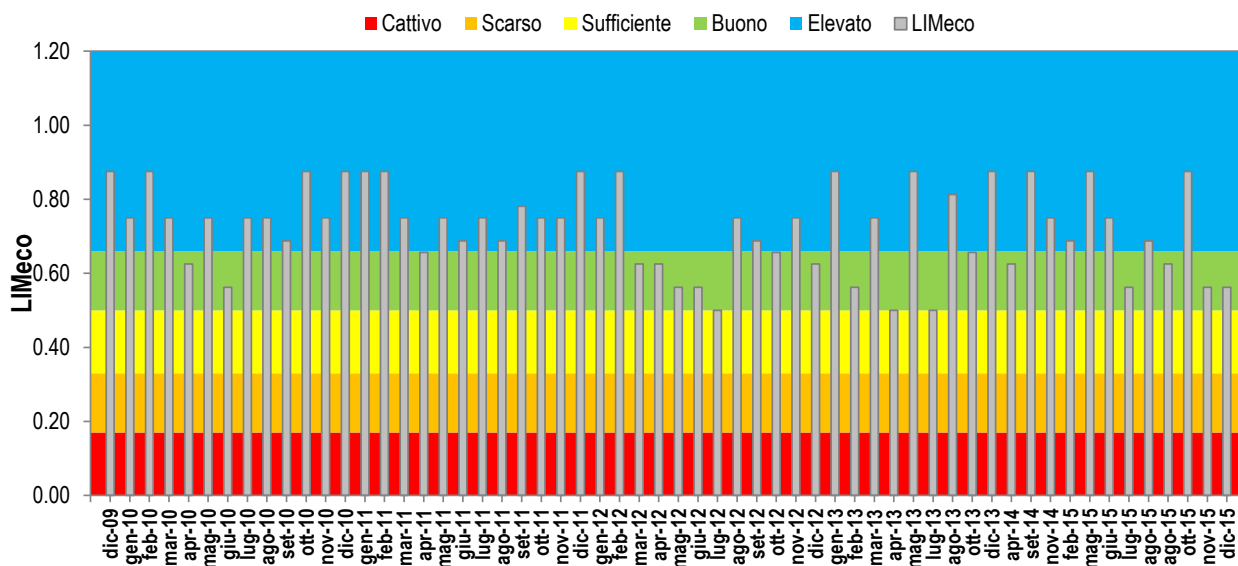
Figura 12-15 Andamento medio mensile (\pm deviazione standard) della concentrazione di azoto nitrico per gli anni 2010-2012. I dati relativi ai campioni raccolti negli anni 2013-2015 sono stati esclusi dal calcolo in quanto disponibili solo per alcuni mesi.



Applicazione dell'indice LIMeco

Per la valutazione dello stato di qualità delle acque è stato calcolato l'indice LIMeco, i cui valori sono riportati nel grafico seguente. Come si può osservare, il giudizio relativo all'indice è "elevato" o "buono" per tutti i campionamenti effettuati.

Figura 12-16 Andamento dell'indice LIMeco nell'intero arco della sperimentazione.



Di seguito sono riportati i valori medi annui dell'indice e i valori medi del punteggio di ciascun parametro utile per la sua applicazione. L'indice è risultato "elevato" a livello medio annuo per tutti gli anni della sperimentazione e come media sull'intero periodo. Tra i parametri utilizzati per il suo calcolo, il fosforo totale è rientrato sempre nel primo livello come media annua, mentre il deficit di ossigeno, l'azoto nitrico e l'azoto ammoniacale si attestano tra il primo e il secondo livello.

Tabella 12-5 Valori medi annui e per l'intero periodo della sperimentazione dell'indice LIMeco. Sono forniti inoltre i valori medi (\pm deviazione standard) dei parametri utilizzati per il suo calcolo e i relativi livelli assegnati per il calcolo dell'indice.

	[100 - O ₂ (%)]		N-NH ₄ (mg/l)		N-NO ₃ (mg/l)		Ptot (mg/l)		LIMeco
	media	Livello	media	Livello	media	Livello	media	Livello	
2010	10.5	2	0.033	2	0.907	2	0.022	1	0.75
2011	19.3	2	0.025	1	0.877	2	0.023	1	0.77
2012	13.1	2	0.051	2	0.840	2	0.035	1	0.66
2013	19.3	2	0.034	2	0.896	2	0.028	1	0.71
2014	10.6	2	0.026	1	0.898	2	0.019	1	0.75
2015	8.5	1	0.058	2	0.748	2	0.035	1	0.69
Media sperimentazione	13.8	2	0.039	2	0.864	2	0.028	1	0.72

Relazione tra qualità chimica e portate

I campionamenti di acque per l'analisi della qualità chimica in questo tratto sono stati condotti in numero maggiore in momenti con portate pari al DMV (33 campioni) che in momenti con portate superiori al DMV (24 campioni). Come spiegato nel capitolo 12.3, in questo tratto consideriamo come portata massima di DMV 8 m³/s, oltre a brevi e limitati eventi con portate superiori. Nella tabella seguente è rappresentata la distribuzione numerica dei campioni tra tre classi di portata e i relativi valori medi dell'indice LIMeco e dei parametri per il suo calcolo.

Tabella 12-6 Valore medio dell'indice LIMeco e delle sue sottometriche per campionamenti condotti con portata media giornaliera pari al DMV rilasciato presso la filarola (minore o uguale a 8 m³/s), compresa tra il DMV e il 20% e superiore al 20%. Per ogni gruppo è indicata la numerosità del campione (n).

Indice	Media con Q = DMV (n=33)	Media con DMV < Q < 20% (n=9)	Media con Q > 20% (n=15)
LIMeco	0.73	0.67	0.72
[100-O ₂ %]	17.1	9.6	9.8
N-NH ₄ (mg/l)	0.031	0.060	0.042
N-NO ₃ (mg/l)	0.893	0.804	0.814
Ptot (mg/l)	0.025	0.031	0.031

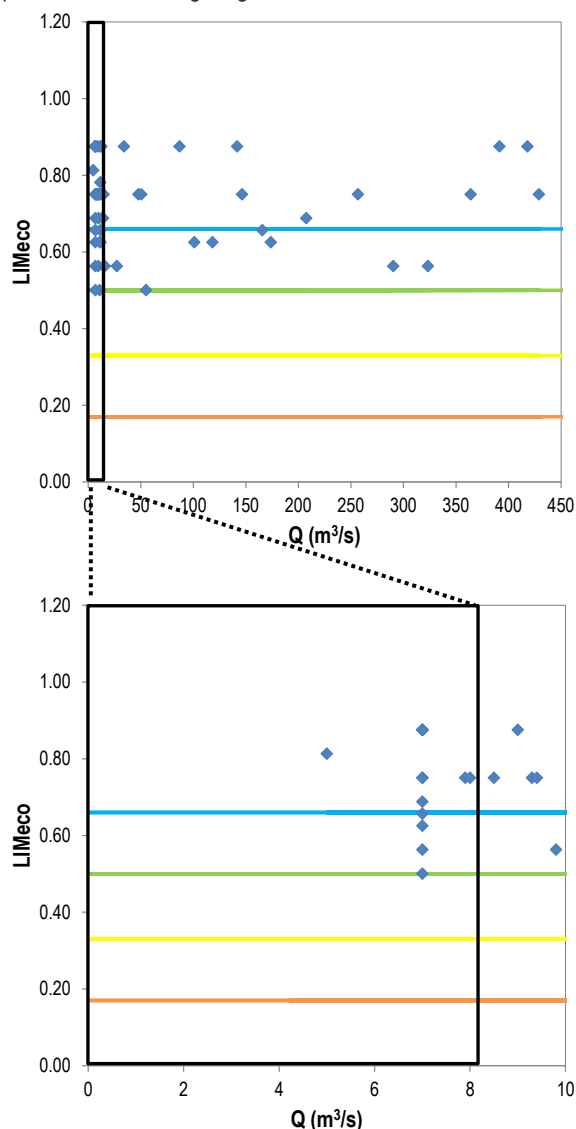
Come si può osservare dai valori riportati in tabella, il valore medio dell'indice LIMeco si mantiene all'interno della classe "elevata" per le tre condizioni di portata considerate e non mostra un andamento in aumento né in diminuzione. Tutti i parametri considerati, ugualmente, hanno valori medi simili tra le tre classi di portata. Fa eccezione l'ossigeno, che mostra un maggiore scostamento dalla saturazione in condizioni di DMV.

Le figure seguenti mostrano la variazione dei valori dell'indice LIMeco, dell'ossigeno disciolto, dell'azoto ammoniacale e dell'azoto nitrico, con diversi valori di portata, permettendo di comprendere meglio gli andamenti osservati nella tabella precedente.

Dalla figura relativa al LIMeco non è possibile individuare un chiaro andamento nei valori dell'indice in base alle portate. I valori dell'indice variano infatti tra la prima e la seconda classe di qualità

nell'intero *range* di portate considerato. È possibile osservare inoltre l'ampia variabilità dei valori dell'indice nell'ambito di portate pari al DMV.

Figura 12-17 Grafico di correlazione tra i valori del LIMeco e la portata giornaliera nel tratto TIC4. Il riquadro nero evidenzia i casi che ricadono nel range di portate del DMV. Ogni riga orizzontale indica il confine inferiore di un livello di qualità.

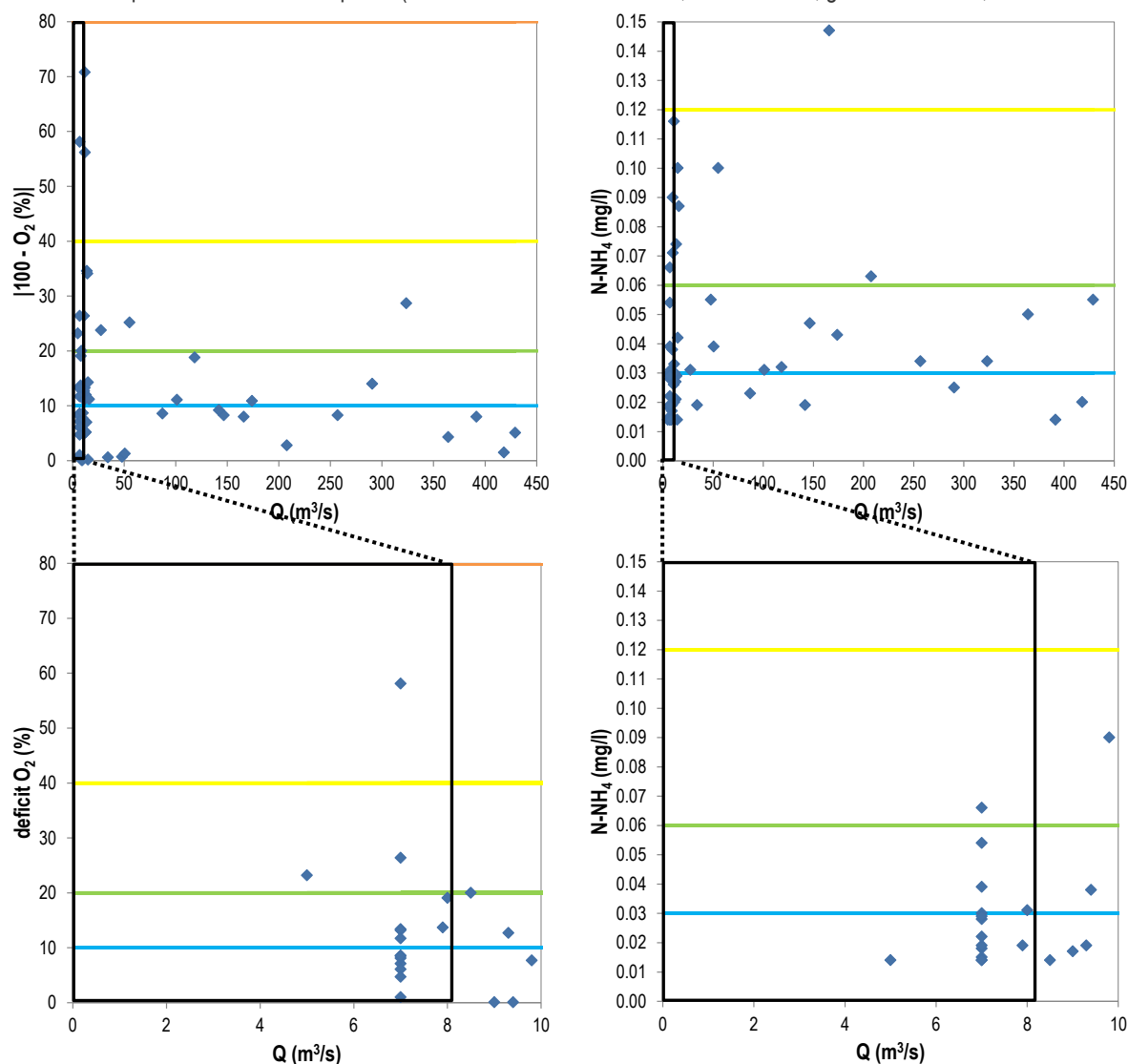


Lo scostamento dell'ossigeno disciolto dalla saturazione in questo tratto varia frequentemente, con valori che vanno dal primo al terzo livello di qualità, sia con portate di magra che di morbida. In tre casi (uno in condizioni di DMV, due con portate superiori) sono stati registrati anche valori all'interno del quarto livello di qualità. L'ampia variabilità di questo parametro in questo tratto può essere legata, come spiegato per il tratto TIC1, alla ridotta profondità dell'acqua (per via dell'alveo ampio e ramificato), che influisce sullo scambio di gas ed energia termica tra acqua e aria. È necessario sottolineare che in questo tratto, tutti i casi in cui l'ossigeno disciolto rientra all'interno del terzo o quarto livello, sono relativi ad una condizione di sovrasaturazione anziché di sottosaturazione.

Come l'ossigeno disciolto, anche l'azoto ammoniacale in questo tratto varia frequentemente, con valori che vanno dal primo al terzo livello di qualità, sia con portate di magra che di morbida. In un caso è stato riscontrato un valore ricadente nel quarto livello di qualità, in una giornata con portata superiore a 160 m³/s. Questa variabilità, indipendente dalla portata, fa presumere che la concentrazione di azoto ammoniacale in questo tratto dipenda da processi che avvengono a monte dell'opera di derivazione. Circa 2.5 km a monte della filarola del Naviglio Langosco è presente lo scarico del depuratore di Bellinzago Novarese, che tratta circa 25000 AE (v. Allegato 1 – *Caratterizzazione dell'area di studio*) e che apporta parte dei carichi inquinanti rilevati in questo tratto di Ticino.

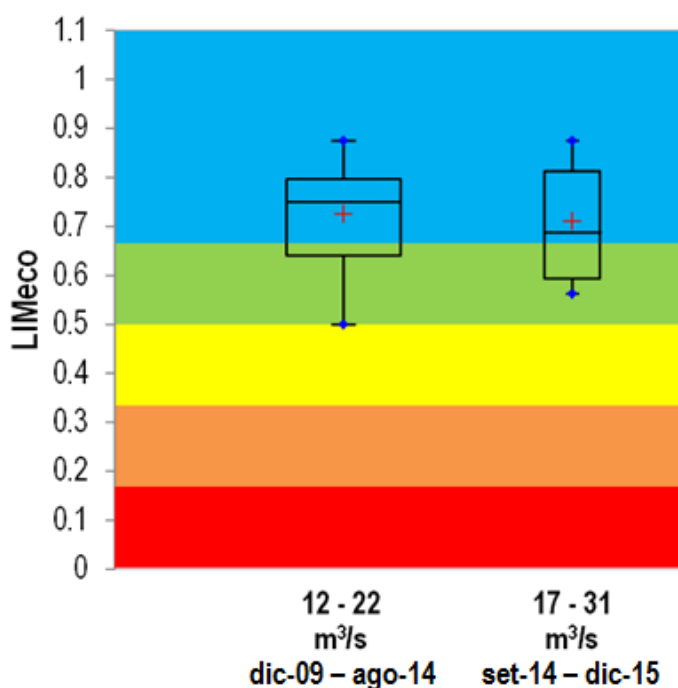
Per quanto riguarda l'azoto nitrico, infine, la variazione evidenziata nella tabella nella pagina precedente è ridotta e limitata entro il secondo livello di qualità.

Figura 12-18 Grafici di correlazione dei valori di scostamento dell'ossigeno disciolto dalla saturazione e di azoto ammoniacale con la portata giornaliera nel tratto TIC4. Il riquadro nero evidenzia i casi che ricadono nel range di portate del DMV. Ogni riga orizzontale indica il confine superiore di un livello di qualità (indicati dai colori: blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancione=scarso).



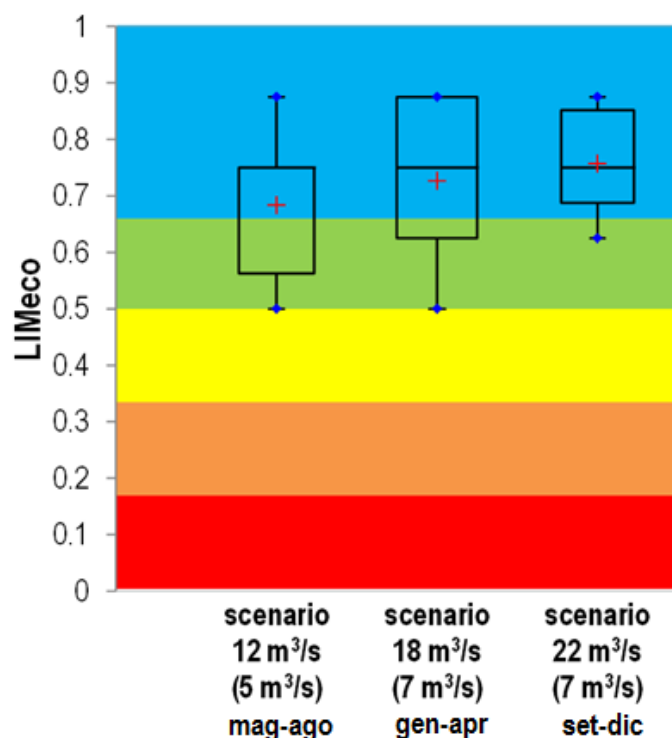
Tra l'inizio della sperimentazione e la fine di agosto 2014 lo scenario di DMV sperimentato era compreso tra 12 e 22 m³/s; da settembre 2014 alla fine della sperimentazione, invece, lo scenario era compreso tra 17 e 31 m³/s. Tuttavia, poiché, indipendentemente dallo scenario di DMV sperimentato, attraverso la filarola del Naviglio Langosco può passare ad oggi una portata massima di DMV di 8 m³/s, i valori dell'indice LIMeco misurati con i due diversi scenari sono sostanzialmente identici, come è possibile constatare dal grafico seguente.

Figura 12-19 Valori dell'indice LIMeco a confronto tra il primo scenario di DMV sperimentato (12-22 m³/s, dicembre 2009 - agosto 2014) e il secondo (17-31 m³/s, settembre 2014 – dicembre 2015). I colori indicano la classe di qualità (blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancione=scaro; rosso=cattivo). La larghezza dei box è proporzionale alla numerosità dei campioni.



Di seguito è proposto invece un confronto tra i tre diversi valori di DMV previsti dallo scenario sperimentale (gennaio-aprile: 18 m³/s, maggio-agosto: 12 m³/s, settembre-dicembre: 22 m³/s). Questi valori corrispondono al rilascio, dalla filarola del Langosco, rispettivamente di 7, 5 e 7 m³/s. Dal grafico si può notare come i valori del LIMeco nel periodo per il quale è previsto un rilascio di 12 m³/s (rilascio effettivo 5 m³/s) sono lievemente inferiori a quelli misurati negli altri due periodi (con un rilascio effettivo di 7 m³/s). I valori medio e mediano dei tre gruppi di dati risultano tuttavia sempre interni alla classe "elevata". Tale lieve differenza è legata alla sovra saturazione estiva dell'ossigeno, fenomeno connesso sia all'entità delle portate che alla stagione estiva.

Figura 12-20 Valori dell'indice LIMeco a confronto tra i tre scenari di modulazione stagionale del DMV (12 m³/s – maggio-agosto, 18 m³/s – gennaio-aprile, 22 m³/s – settembre-dicembre). I colori indicano la classe di qualità (blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancione=scarso; rosso=cattivo). La larghezza dei box è proporzionale alla numerosità dei campioni.



È possibile quindi concludere che, benché questo tratto sia posto in una sezione in cui è presente una portata inferiore al DMV previsto, la qualità delle acque è elevata-buona.

Gli unici parametri che appaiono influenzati dalle caratteristiche idro-morfologiche del tratto sono la temperatura dell'acqua e il grado di ossigenazione. Nonostante ciò, non si osserva una variazione della qualità in funzione della portata; è possibile quindi affermare che la qualità delle acque in questo tratto, peraltro molto breve, dipende principalmente dall'entità dei carichi inquinanti in ingresso al corso d'acqua a monte dell'opera di derivazione. È infatti stato appurato che non esistono carichi puntuali in ingresso nel breve tratto che intercorre tra la filarola del Langosco e il punto di misura dei parametri chimico-fisici.

12.4 DIATOMEI

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità diatomica rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il monitoraggio della comunità diatomica è avvenuto con cadenza due volte l'anno dal 2010 al 2012.

In totale sono stati raccolti quindi 6 campioni. Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

2010	→	luglio settembre	2012	→	giugno settembre
2011	→	giugno settembre			

Risultati

La ricchezza in specie in questo tratto è risultata particolarmente elevata nella maggioranza dei campioni (fino ad un massimo di 51 specie per campione), tuttavia sono stati registrati anche valori molto bassi (18 specie per campione).

Le specie più abbondanti, anche in questo tratto, sono: *Achnanthes minutissimum* (ADMI), *Cocconeis placentula* (CPLA), *Reimeria sinuata* (RSIN) e *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (FCVA). L'abbondanza percentuale di queste quattro specie costituisce, nella maggior parte dei casi, più della metà degli individui campionati. Rispetto ai tratti più a monte, la dominanza da parte di *Achnanthes minutissimum* è meno forte, fatta eccezione per il campione di settembre 2011.

L'abbondanza di *Cocconeis placentula*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* e *Reimeria sinuata*, specie pioniere indicatrici di una qualità chimica delle acque non ottimale (Szczepocka *et al.*, 2015), in questo tratto è maggiore rispetto ai precedenti.

Tabella 12-7 Comunità diatomica osservata nel tratto TIC4 durante il periodo di sperimentazione DMV (le specie dominanti sono indicate secondo la scala colorimetrica: blu=maggior abbondanza; bianco=minor abbondanza).

	lug-10	set-10	giu-11	set-11	giu-12	set-12
N° TOT di specie	48	45	41	18	21	52
Specie dominanti (%)						
ADMI	18.2	16.6	2.5	57.6	38.0	46.5
CPLA	10.4	7.3	24.2	3.8	24.0	4.0
RSIN	39.8	1.0	9.6	4.3	7.0	4.5
FCAP	0.0	30.1	0.0	0.0	0.0	6.6
Σ	68.4	54.9	36.4	65.7	69.0	61.6

I valori di diversità ed equiripartizione, valutati tramite gli indici di Shannon-Weaver e Evenness, sono elevati e poco variabili tra i diversi campioni. Nel 2011 si osserva una diminuzione dei valori degli indici tra l'inizio e la fine dell'estate, concomitante con l'aumento dell'abbondanza relativa della specie dominante (*Achnanthydium minutissimum*) e probabilmente dovuta all'evento di portate elevate che si è verificato tra il mese di luglio e il mese di agosto.

Figura 12-21 Applicazione di due indici di diversità ed equiripartizione (Shannon-Weaver e Evenness).



Come per i tratti precedenti, l'indice NNS presenta un valore sempre ben al di sotto della soglia di significatività (<60%), indicando un basso grado di disturbo fisico dell'*habitat* fluviale. La diversità dei valori relativi ai diversi campionamenti all'interno di ogni anno è molto bassa.

Figura 12-22 Applicazione dell'indice NNS (% Navicula-Nitzschia-Suirella).

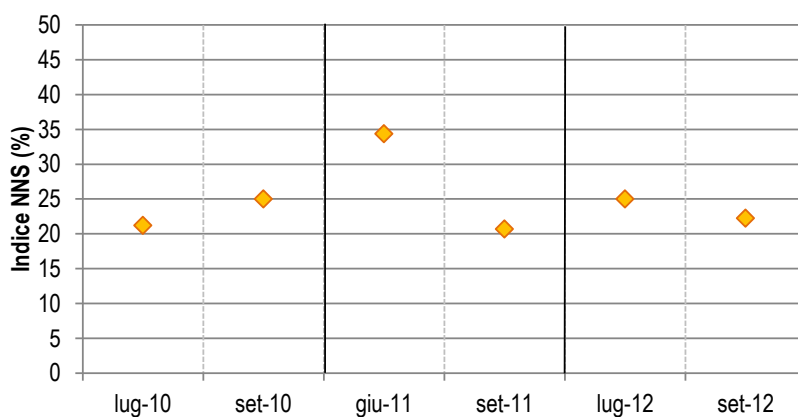


Tabella 12-8 Applicazione di alcuni indici caratterizzanti la comunità osservata.

Indice	lug-10	set-10	giu-11	set-11	lug-12	set-12
Shannon	3.08	3.49	3.91	2.47	2.72	3.20
Evenness	0.62	0.75	0.80	0.53	0.70	0.70
NNS (%)	21.2	25.0	34.4	20.7	25.0	22.2

Applicazione dell'indice ICMi

L'applicazione dell'indice ICMi mostra la qualità ecologica delle acque, il cui andamento è illustrato nel grafico seguente. In tabella sono riportati i dati medi annui dei sub-indici e degli RQE ottenuti, e una media complessiva sull'intero periodo di sperimentazione.

Figura 12-23 Andamento dell'Indice ICMi nel tratto TIC4 nel periodo di sperimentazione.

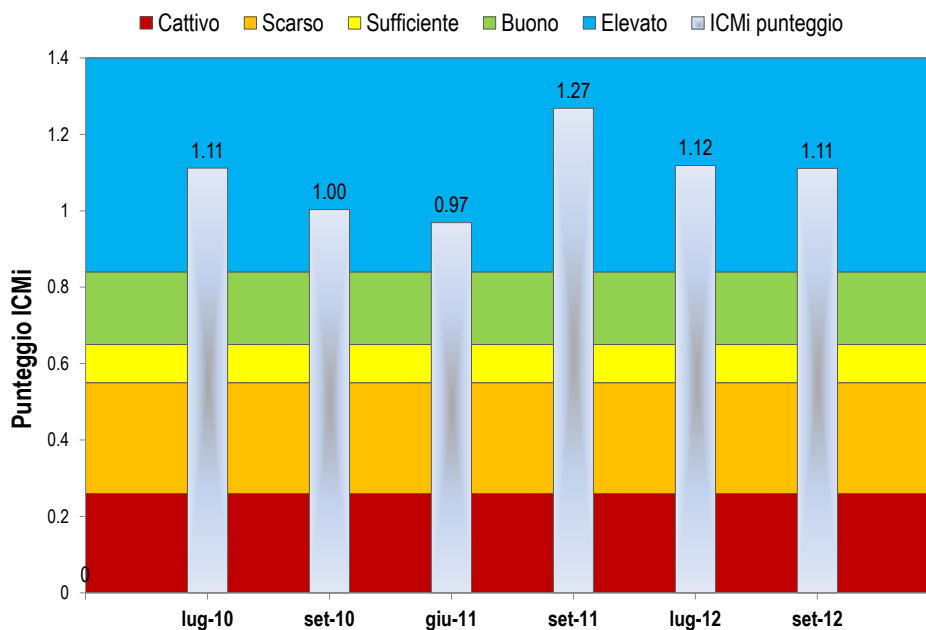


Tabella 12-9 Applicazione dell'indice ICMi – valori medi annui.

DATA	2010	2011	2012	Media sperimentazione
N° tot specie	30.50	30.50	21.50	27.50
IPS5	4.34	4.41	4.42	4.39
IPS20	16.85	17.19	17.24	17.09
RQE_IPS	1.01	1.03	1.03	1.02
TI	2.23	2.07	2.08	2.13
RQE_TI	1.11	1.21	1.20	1.17
ICMi punteggio	1.06	1.12	1.11	1.10
ICMi giudizio	elevato	elevato	elevato	elevato

Come mostrato dal grafico e dalla tabella precedenti, nel tratto di monitoraggio TIC4 la qualità delle acque, in base all'indice ICMi, si è mantenuta su un livello "elevato" per tutti i campionamenti condotti e quindi a livello medio per l'intero periodo di studio.

12.5 MACROFITE

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità macrofita rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il campionamento macrofite ha riguardato esclusivamente il primo triennio di monitoraggio della sperimentazione; con ddg della R.L. 4893/13 e con D. 308/13 della R.P., è stato infatti stabilito che questo descrittore non viene più utilizzato ai fini di valutare la qualità ecologica delle acque relativamente alla sperimentazione DMV. Inoltre, ad eccezione del 2011, in tutti gli anni non è stato possibile condurre campionamenti nella prima parte dell'estate per via della ridotta copertura vegetale presente in alveo. Le elevate portate tardo primaverili hanno infatti ritardato la crescita delle macrofite e i relativi rilievi alla fine dell'estate.

In totale sono stati raccolti 4 campioni, di seguito riepilogati:

2010 → | Agosto
 2011 → | Luglio
 | Settembre
 2012 → | Settembre

Risultati

La copertura dell'alveo da parte delle macrofite in questo tratto è risultata più elevata rispetto ai tratti precedenti. La tabella seguente indica le percentuali di copertura rilevate nei diversi anni (per il 2011 il valore è la media dei due campionamenti effettuati nell'anno).

Tabella 12-10 Copertura percentuale dell'alveo da parte delle macrofite e della sola componente algale, rinvenuta nel tratto di Turbigo – località Tre Salti (TIC4) nel corso della sperimentazione.

	2010	2011	2012
Copertura totale	100%	75%	20%
di cui copertura algale	100%	98%	100%

La copertura è quasi esclusivamente attribuibile a generi algali, in particolare *Cladophora* e *Hydrodictyon*. Le fanerogame, presenti con un buon numero di specie, hanno invece coperture molto limitate.

Tabella 12-11 Ricchezza di macrofite e *taxa* dominanti nel Fiume Ticino a Turbigo – località Tre Salti (TIC4) nel periodo di sperimentazione.

Campione	N° <i>taxa</i>	Taxon dominante	% dominanza
Agosto 2010	22	<i>Cladophora</i> sp.	95
Luglio 2011	12	<i>Hydrodictyon</i> sp.	45
Settembre 2011	20	<i>Cladophora</i> sp.	90
Settembre 2012	21	<i>Cladophora</i> sp.	75

Applicazione dell'indice IBMR

La presenza di *taxa* sensibili quali le alghe del genere *Microspora*, e le specie *Mentha aquatica* e *Myosotis scorpioides*, permettono di classificare il tratto in uno stato “buono” per tutti gli anni di indagine e a livello medio.

Tabella 12-12 Valori del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) dell'indice IBMR applicato ai dati raccolti nel primo triennio di sperimentazione nel tratto di monitoraggio di Turbigo – località Tre Salti (TIC4).

	IBMR	Stato ecologico
2010	0.83	Buono
2011	0.82	Buono
2012	0.83	Buono
Media	0.82	Buono

12.6 MACROINVERTEBRATI

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità macrobentonica rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

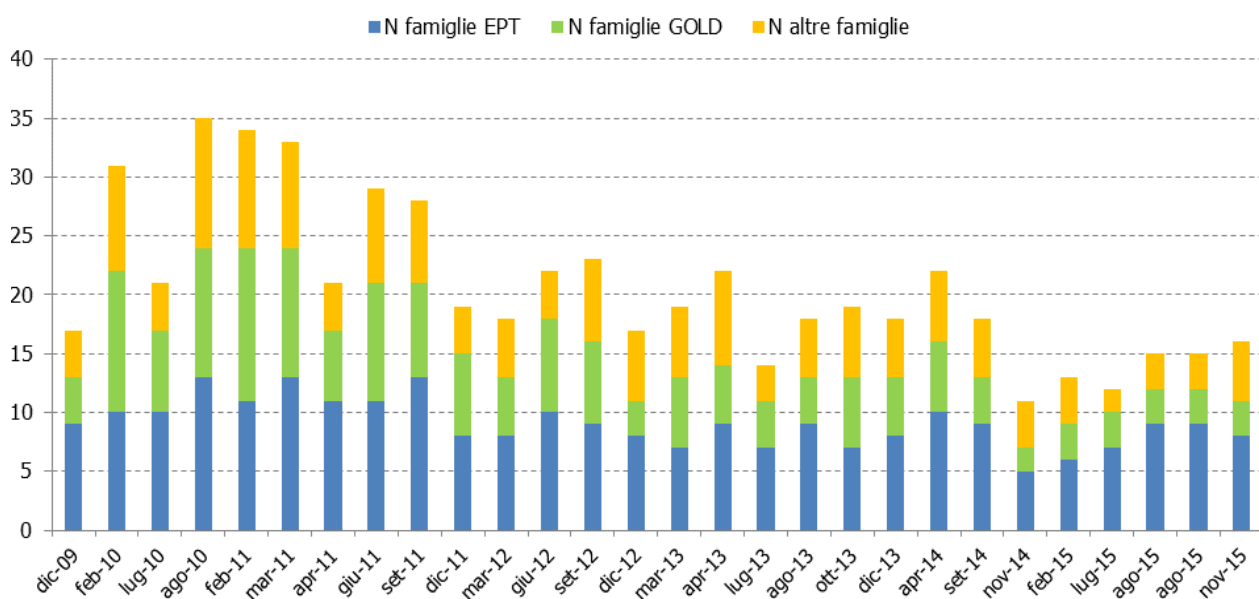
Per quanto riguarda la comunità di macroinvertebrati bentonici sono disponibili 28 campioni, raccolti con cadenza di base stagionale e con frequenza maggiore in periodi caratterizzati da portate pari o prossime al DMV (in particolare nel 2011 e nel 2013). Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

2010 →	04/12/2009 25/02/2010 06/07/2010 26/08/2010	2012 →	13/03/2012 29/06/2012 10/09/2012 13/12/2012	2014 →	23/04/2014 04/09/2014 03/11/2014
2011 →	10/02/2011 04/03/2011 07/04/2011 15/06/2011 09/09/2011 07/12/2011	2013 →	01/03/2013 18/04/2013 11/07/2013 28/08/2013 04/10/2013 06/12/2013	2015 →	12/02/2015 15/07/2015 04/08/2015 24/08/2015 17/11/2015

Risultati

La comunità macrobentonica individuata nel tratto d'interesse mostra una ricchezza tassonomica mediamente inferiore a tutti i tratti precedenti, ma molto variabile, tra un minimo di 11 famiglie e un massimo di 35, appartenenti a tre macrogruppi: le "famiglie EPT" (appartenenti agli ordini *Plecotteri*, *Efemerotteri*, *Tricotteri*), le "famiglie GOLD" (appartenenti agli ordini *Gasteropodi*, *Oligocheti*, *Ditteri*) e le famiglie che non appartengono a questi due gruppi. Le famiglie appartenenti al gruppo EPT sono quasi sempre più frequenti di quelle appartenenti al gruppo GOLD e alle famiglie che non appartengono a questi due gruppi. Da questa composizione tassonomica su macrogruppi si denota un ambiente abbastanza eterogeneo e caratterizzato da acque correnti ben ossigenate.

Figura 12-24 Numero di famiglie riconosciute e caratterizzazione in tre macrogruppi in base all'ecologia di alcuni generi.



Anche la densità di individui è elevata, variando generalmente da circa 3000 a circa 10000 individui per metro quadro, minore rispetto al tratto TIC1, maggiore rispetto al tratto TIC3. Tra gli individui rinvenuti, i *taxa* maggiormente rappresentati sono i Ditteri, gli Efemerotteri, ed i Tricotteri; rispetto ai tratti precedenti, quindi, qui l'abbondanza relativa dei Ditteri è maggiore, mentre quella dei tricotteri è minore. All'interno degli ordini più abbondanti, le famiglie numericamente dominanti sono Chironomidae, Baetidae e Hydropsychidae. Generalmente queste famiglie non mostrano una netta dominanza sulle altre e la diversità, calcolata tramite l'indice di Shannon varia tra 0.894 e 2.094, dove il valore di riferimento proprio del tratto è pari a 1.978. Di seguito si riportano le densità riscontrate nei campionamenti effettuati dal 2009 al 2015 e la distribuzione percentuale degli individui tra i diversi macrogruppi da cui è composta la comunità.

Figura 12-25 Densità dei diversi gruppi tassonomici per l'intero periodo di monitoraggio.

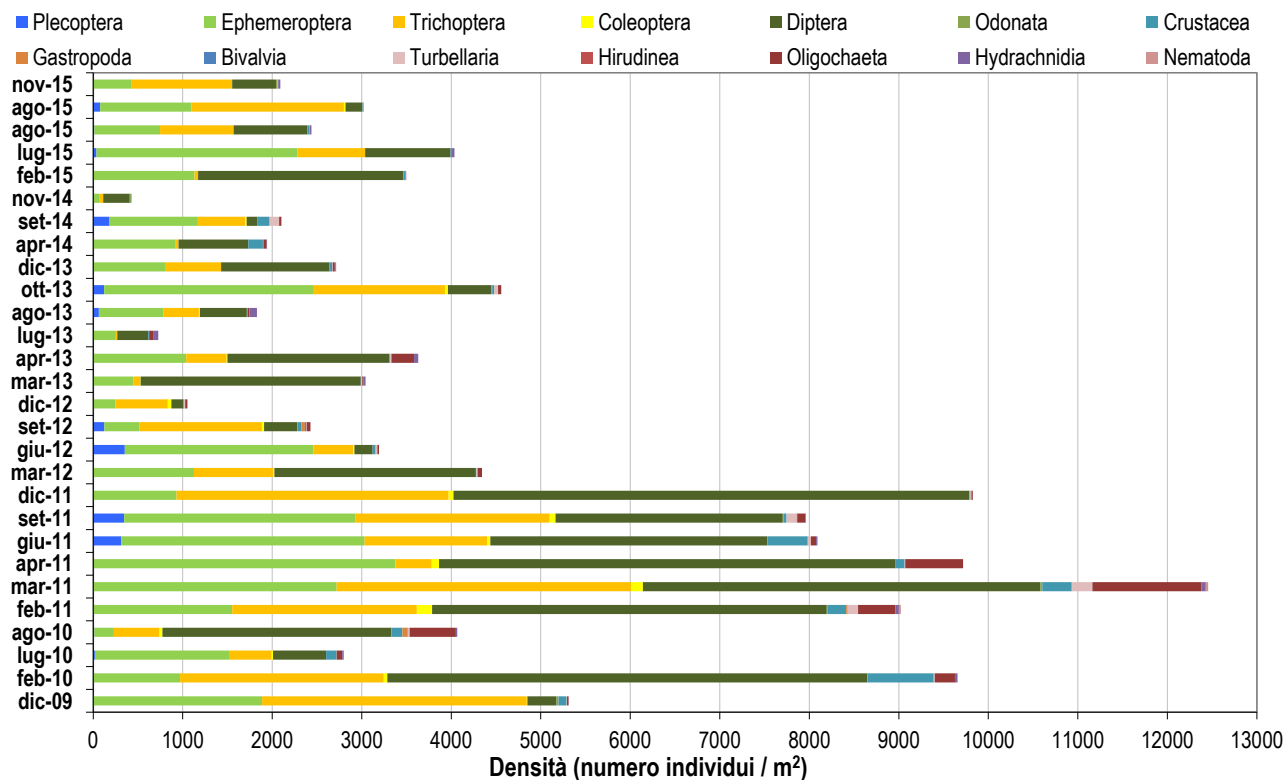
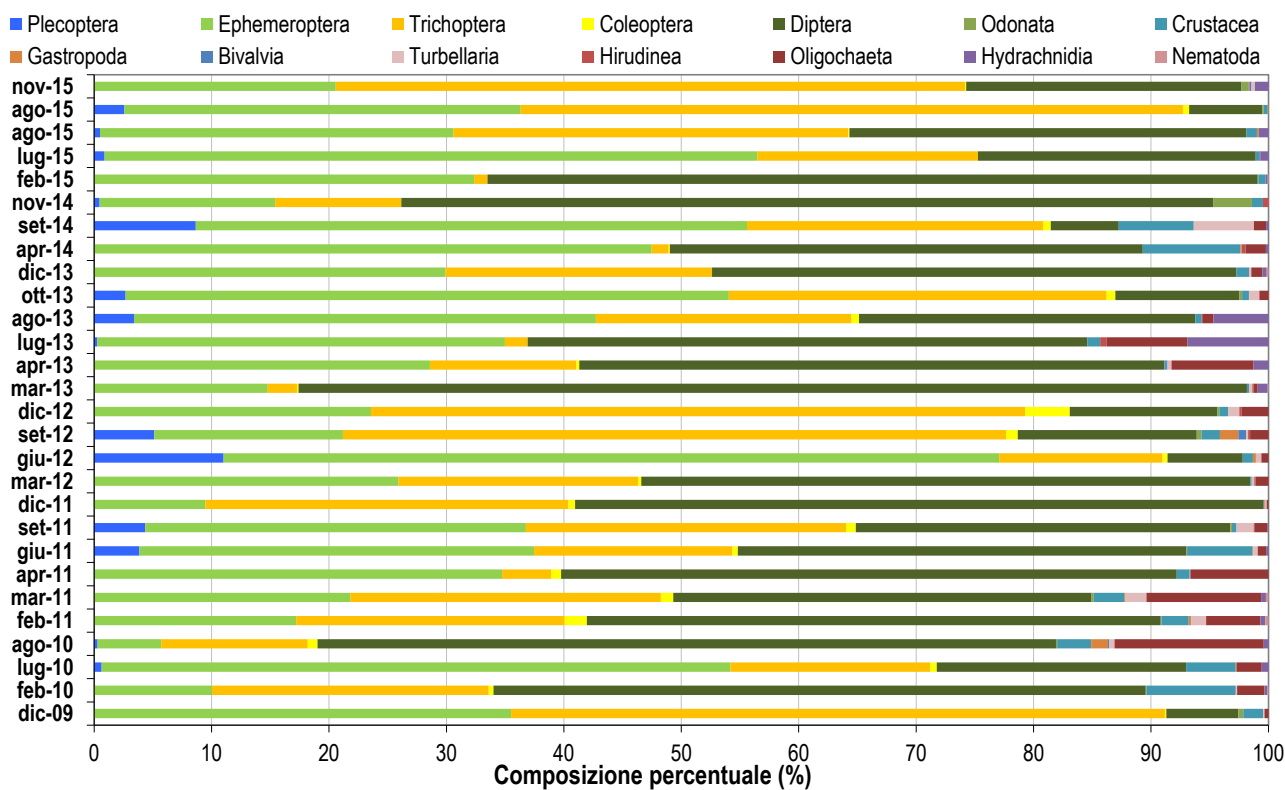


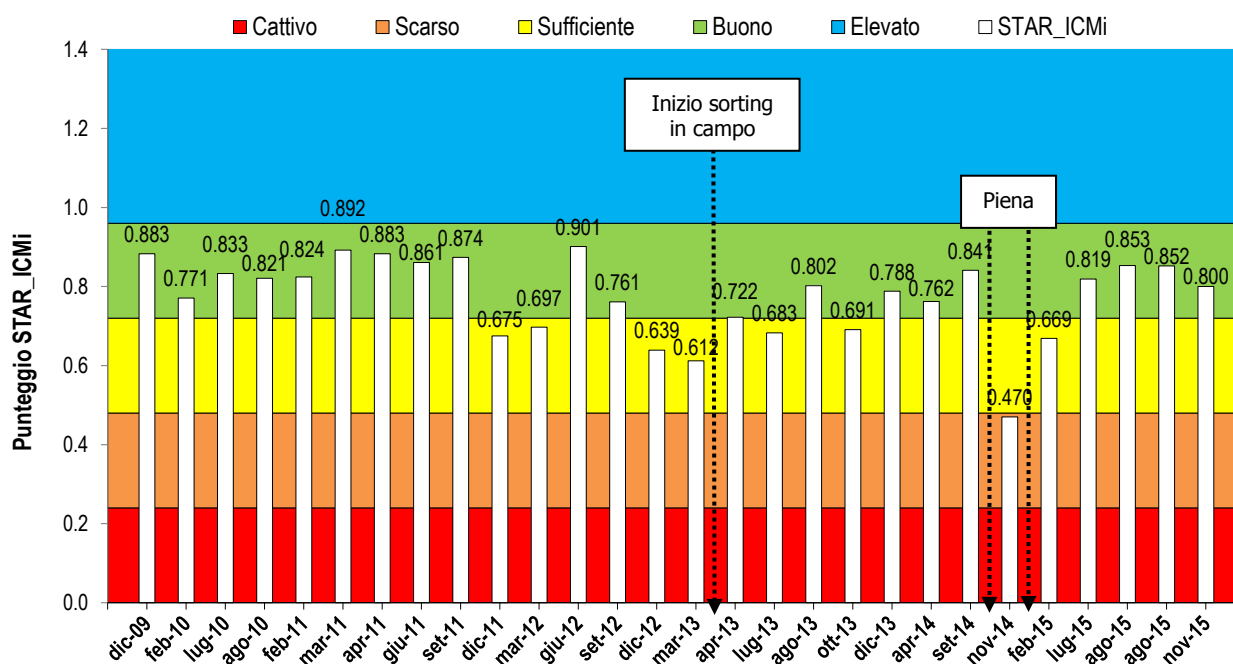
Figura 12-26 Composizione percentuale della comunità per l'intero periodo di monitoraggio.



Applicazione dell'indice STAR_ICMi

L'applicazione dell'indice STAR_ICMi ai dati raccolti ha permesso di evidenziare uno stato ecologico del tratto variabile da "scarso" a "buono". L'introduzione della metodica di *sorting* in campo, avvenuta all'inizio del 2013, non ha portato ad una evidente variazione nel giudizio di qualità assegnato e nei valori dell'indice. Il valore più basso assunto dall'indice (l'unico corrispondente ad un livello "scarso") è stato registrato nel mese di novembre 2014, a breve distanza da un evento di portata elevata (come sarà commentato più approfonditamente in seguito).

Figura 12-27 Andamento dell'Indice STAR_ICMi nella stazione TIC4 nel periodo di sperimentazione.



Nella tabella seguente sono riportati i valori medi annui di ciascuna metrica componente l'indice STAR_ICMi e dell'indice stesso. Come si può osservare, lo stato ecologico del tratto in base alla comunità macrobentonica è "buono" per tutti gli anni della sperimentazione, ad eccezione del 2013 e del 2014, in cui raggiunge un punteggio corrispondente ad un giudizio "sufficiente". Complessivamente sull'intero periodo di sperimentazione lo stato ecologico secondo l'indice STAR_ICMi è risultato "buono".

Tabella 12-13 Applicazione dell'indice STAR_ICMi – valori medi annui.

DATA	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Media Sperimentazione
Indice ASPT	6.089	5.970	5.713	5.769	5.820	6.298	5.937
Indice EPTD	1.662	1.752	1.473	1.548	1.184	2.089	1.639
Indice GOLD	0.588	0.518	0.767	0.535	0.606	0.676	0.602
N° famiglie	26	27	20	18	17	14	21
Indice EPT	11	11	9	8	8	8	9
Indice di Shannon	1.671	1.709	1.772	1.490	1.719	1.509	1.635
STAR_ICMi punteggio	0.827	0.835	0.750	0.716	0.691	0.798	0.773
STAR_ICMi giudizio	buono	buono	buono	sufficiente	sufficiente	buono	buono

Relazione tra stato dei macroinvertebrati e portate

Di seguito sono mostrati gli andamenti delle portate nel tratto di monitoraggio a confronto con i valori dell'indice STAR_ICMi. Come si può cogliere anche visivamente, l'indice assume spesso valori simili a seguito di periodi di portate elevate e a seguito di periodi di portate di solo DMV, come si può vedere ad es. osservando i campionamenti di luglio 2010 e giugno 2011 e la storia idrologica che li precede.

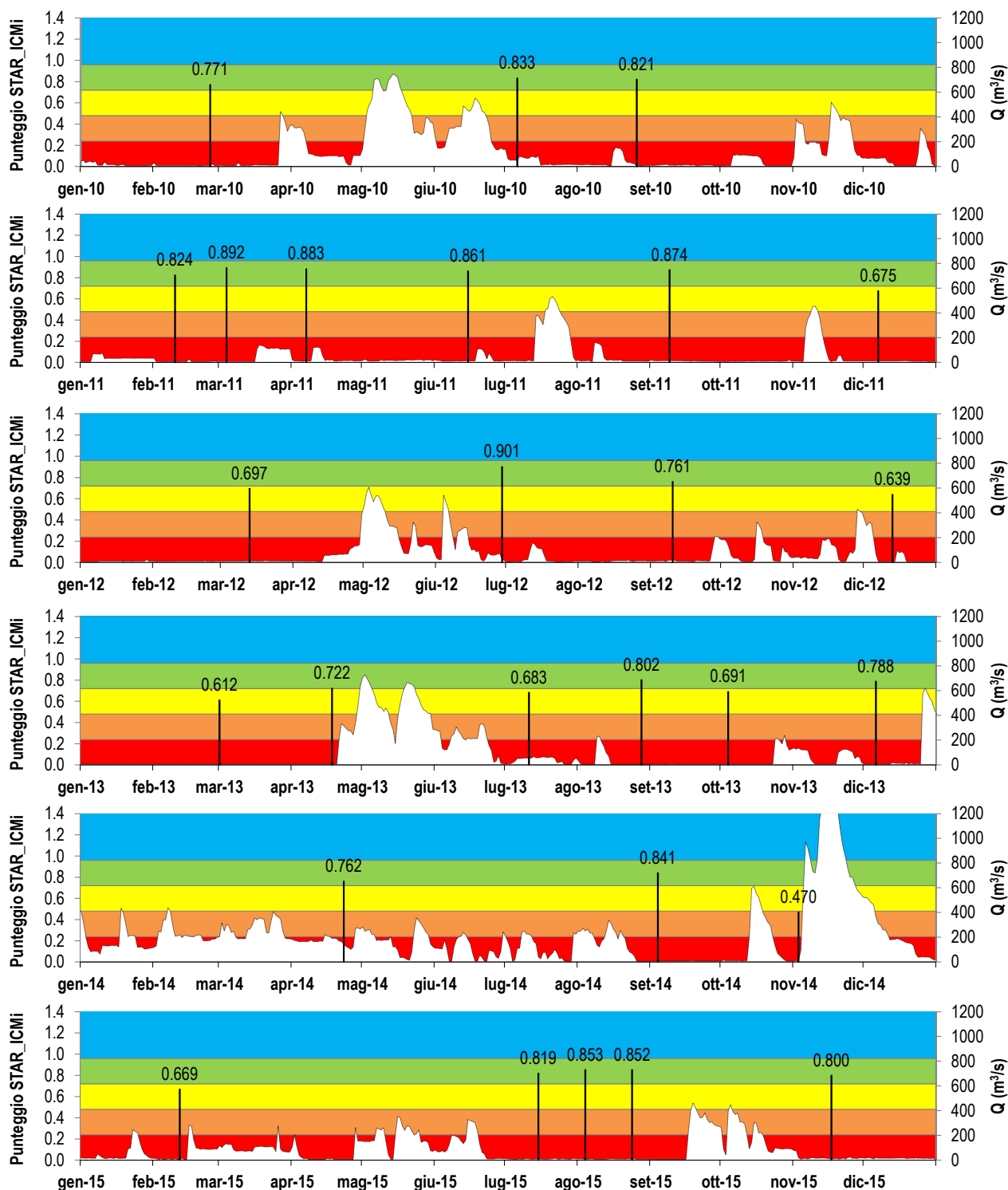
È interessante notare anche come valori bassi dello STAR_ICMi si siano verificati spesso successivamente a periodi con portate elevate. Il valore più basso in assoluto (novembre 2014) è stato registrato a distanza di poco più di una settimana da un evento di piena con portate di oltre 600 m³/s (è il campione con il più alto valore di portata massima nel mese precedente il campionamento). In questo caso, data l'elevata portata e la breve distanza temporale dal picco massimo, è particolarmente evidente l'effetto di asportazione degli organismi: la comunità è infatti caratterizzata da densità e ricchezza ridottissime. È inoltre fortemente dominata dai Chironomidae, famiglia generalista e tollerante. Questa struttura è indice di una ricolonizzazione recente dell'area. Non si può tuttavia escludere eventuali altre cause (non verificabili) di questo valore anomalo, come un aumento dell'apporto inquinante dal vicino depuratore di Bellinzago.

Per quanto riguarda le portate minime, in periodi prolungati in cui la portata presente in alveo era data dal solo DMV, la frequenza del campionamento è stata aumentata (in particolare nel secondo triennio). Sono quindi disponibili campioni raccolti in serie in cinque periodi di DMV prolungato:

- Febbraio-marzo 2011;
- Dicembre 2011-marzo 2012;
- Marzo-aprile 2013;
- Agosto-ottobre 2013;
- Luglio-agosto 2015.

In tutti questi casi, ad eccezione di agosto-ottobre 2013, lo STAR_ICMi ha mostrato un lieve aumento col protrarsi delle basse portate. Nell'ultimo caso, in cui sono presenti tre campioni raccolti a circa 20 giorni l'uno dall'altro, l'aumento si osserva solo tra il primo e il secondo campione.

Figura 12-28 Andamento annuo dell'indice STAR_ICMi e portate presenti nella stazione di monitoraggio negli anni della sperimentazione. I colori di sfondo rappresentano le classi di qualità (blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancio=scasso; rosso=cattivo).



Di seguito si riportano i valori medi annui dell'indice STAR_ICMi ricalcolati escludendo i valori relativi ai mesi di novembre 2014 e febbraio 2015, che, come già commentato e rappresentato nella figura precedente, sono fortemente influenzati dalla piena verificatasi a fine 2014. L'effetto di

queste eliminazioni è un lieve aumento dei valori dell'indice per il 2014, per il 2015 e come media dell'intera sperimentazione; per quanto riguarda il 2014 anche il giudizio di qualità varia, passando da una classe "sufficiente" ad una classe "buona".

Tabella 12-14 Applicazione dell'indice STAR_ICMi – valori medi annui

DATA	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Media Sperimentazione
Indice ASPT	6.089	5.970	5.713	5.769	5.866	6.319	5.948
Indice EPTD	1.662	1.752	1.473	1.548	1.777	2.190	1.717
Indice GOLD	0.588	0.518	0.767	0.535	0.755	0.781	0.630
N° famiglie	26	27	20	18	20	15	21
Indice EPT	11	11	9	8	10	8	9
Indice di Shannon	1.671	1.709	1.772	1.490	1.885	1.630	1.664
STAR_ICMI punteggio	0.827	0.835	0.750	0.716	0.802	0.831	0.790
STAR_ICMI giudizio	buono	buono	buono	sufficiente	buono	buono	buono

Per meglio approfondire eventuali relazioni tra l'indice STAR_ICMi o le sue sotto-metriche e le portate transistanti in alveo, di seguito sono riportati i valori delle metriche biologiche a confronto con alcuni parametri che definiscono la portata nel periodo precedente il campionamento.

Tabella 12-15 Metriche descrittive della comunità di macroinvertebrati e metriche descrittive della portata relative al periodo immediatamente precedente il campionamento – periodo 2010-2012.

METRICA		feb-10	lug-10	ago-10	feb-11	mar-11	apr-11	giu-11	set-11	dic-11	mar-12	giu-12	set-12	dic-12	
BIO	Indice ASPT	5.913	5.944	5.966	5.615	6.040	6.333	5.818	6.364	5.647	5.529	5.952	5.545	5.824	
	Indice EPTD	1.176	1.898	1.322	1.519	1.633	2.464	1.978	1.519	1.398	1.544	2.407	1.462	0.477	
	Indice GOLD	0.421	0.766	0.230	0.463	0.545	0.409	0.610	0.670	0.412	0.471	0.928	0.816	0.852	
	N° famiglie	31	21	35	34	33	21	29	28	19	18	22	23	17	
	Indice EPT	10	10	13	11	13	11	11	11	13	8	8	10	9	8
	Indice di Shannon	1.558	1.943	1.612	1.898	2.094	1.530	1.695	1.820	1.215	1.622	1.881	1.835	1.748	
	STAR_ICMI punteggio	0.771	0.833	0.821	0.824	0.892	0.883	0.861	0.874	0.675	0.697	0.901	0.761	0.639	
	STAR_ICMI giudizio	B	B	B	B	B	B	B	B	B	S	S	B	B	S
IDRO	Giorno di campionamento	DMV previsto – m ³ /s	7	5	5	7	7	7	5	7	7	7	5	7	7
		Q media – m ³ /s	9	48	5	7	9	12	14	14	11	12	28	19	7
		N° giorni DMV immediatamente prima del campionamento	37	0	1	9	31	7	43	21	16	113	0	10	7
	1 mese precedente	Q media – m ³ /s	11	206	28	25	11	54	11	16	72	11	117	14	131
		Q mediana – m ³ /s	9	316	16	34	7	63	16	14	12	10	90	13	96
		Q sd – m ³ /s	4	168	47	13	4	55	4	23	155	1	146	3	142
		Q min – m ³ /s	7	48	5	7	7	7	9	10	7	8	11	5	7
		Q max – m ³ /s	30	552	155	35	27	142	23	134	456	13	544	19	429
		10° percentile – m ³ /s	7	52	12	7	7	7	10	10	11	9	24	8	7
		90° percentile – m ³ /s	9	490	126	35	9	118	21	22	394	11	318	16	354
	N°giorni di DMV	30	0	20	9	30	15	30	21	20	30	4	14	11	
	3 mesi precedenti	Q media – m ³ /s	14	302	144	91	35	35	36	92	46	10	170	34	94
		Q mediana – m ³ /s	9	269	72	34	10	12	16	14	11	10	106	13	41
		Q sd – m ³ /s	11	219	160	127	53	40	42	148	106	2	167	52	109
		Q min – m ³ /s	7	13	5	7	7	7	9	5	7	7	7	5	7
		Q max – m ³ /s	47	746	552	519	306	142	142	532	456	21	608	282	429
		10° percentile – m ³ /s	7	80	13	7	7	7	11	10	8	7	11	6	7
		90° percentile – m ³ /s	35	642	437	311	69	110	115	376	90	12	459	99	265
	N°giorni di DMV	40	3	32	26	48	50	65	56	78	90	17	48	33	

Tabella 12-16 Metriche descrittive della comunità di macroinvertebrati e metriche descrittive della portata relative al periodo immediatamente precedente il campionamento – periodo 2013-2015.

METRICA		mar-13	apr-13	lug-13	ago-13	ott-13	dic-13	apr-14	set-14	nov-14	feb-15	lug-15	ago-15	ago-15	nov-15	
BIO	Indice ASPT	5.533	5.737	5.917	6.000	5.500	5.929	5.850	5.882	5.727	6.273	6.091	6.429	6.400	6.357	
	Indice EPTD	1.230	1.398	1.431	1.908	1.322	1.996	1.398	2.155	0.000	1.398	2.455	2.228	2.276	1.799	
	Indice GOLD	0.189	0.433	0.455	0.705	0.886	0.545	0.579	0.932	0.308	0.344	0.763	0.660	0.937	0.765	
	N° famiglie	19	22	14	18	19	18	22	18	11	13	12	15	15	16	
	Indice EPT	7	9	7	9	7	8	10	9	5	6	7	9	9	8	
	Indice di Shannon	0.894	1.547	1.589	1.761	1.348	1.802	1.875	1.895	1.388	1.168	1.688	1.877	1.305	1.651	
	STAR_ICMI punteggio	0.612	0.722	0.683	0.802	0.691	0.788	0.762	0.841	0.470	0.669	0.819	0.853	0.852	0.800	
	STAR_ICMI giudizio	S	B	S	B	S	B	B	B	Sc	S	B	B	B	B	
IDRO	Giorno di campionamento	DMV previsto – m ³ /s	7	7	5	5	7	7	7	7	7	7	8	8	8	7
		Q media – m ³ /s	7	7	56	5	7	7	143	7	9	7	10	10	11	15
		N° giorni DMV immediatamente prima del campionamento	73	121	0	14	51	7	0	10	7	11	23	0	18	0
	1 mese precedente	Q media – m ³ /s	11	11	102	40	12	40	159	129	141	43	39	14	14	46
		Q mediana – m ³ /s	7	7	66	5	7	7	176	129	25	16	10	10	10	41
		Q sd – m ³ /s	0	0	108	68	0	48	60	110	210	71	99	2	1	47
		Q min – m ³ /s	7	7	6	5	7	7	143	5	7	7	8	8	8	9
		Q max – m ³ /s	7	7	336	234	9	127	377	337	610	248	320	16	14	196
		10° percentile – m ³ /s	7	7	10	5	7	7	165	5	7	7	8	9	8	13
		90° percentile – m ³ /s	7	7	254	152	7	117	259	256	526	154	245	12	11	96
	N°giorni di DMV	30	30	6	21	30	18	0	10	15	11	23	21	23	3	
	3 mesi precedenti	Q media – m ³ /s	23	7	283	93	27	43	221	120	101	256	113	98	51	127
		Q mediana – m ³ /s	7	7	272	55	7	7	201	105	10	75	78	31	11	63
		Q sd – m ³ /s	59	0	215	101	44	61	76	98	151	363	107	108	80	145
		Q min – m ³ /s	7	7	6	5	5	7	103	5	5	7	7	8	8	7
		Q max – m ³ /s	323	7	729	336	234	239	438	337	610	1337	355	355	328	463
		10° percentile – m ³ /s	7	7	9	5	5	7	141	5	7	12	8	9	8	7
		90° percentile – m ³ /s	12	7	628	253	62	128	343	250	313	766	265	264	163	370
	N°giorni di DMV	81	90	14	31	62	64	0	21	55	12	36	36	53	31	

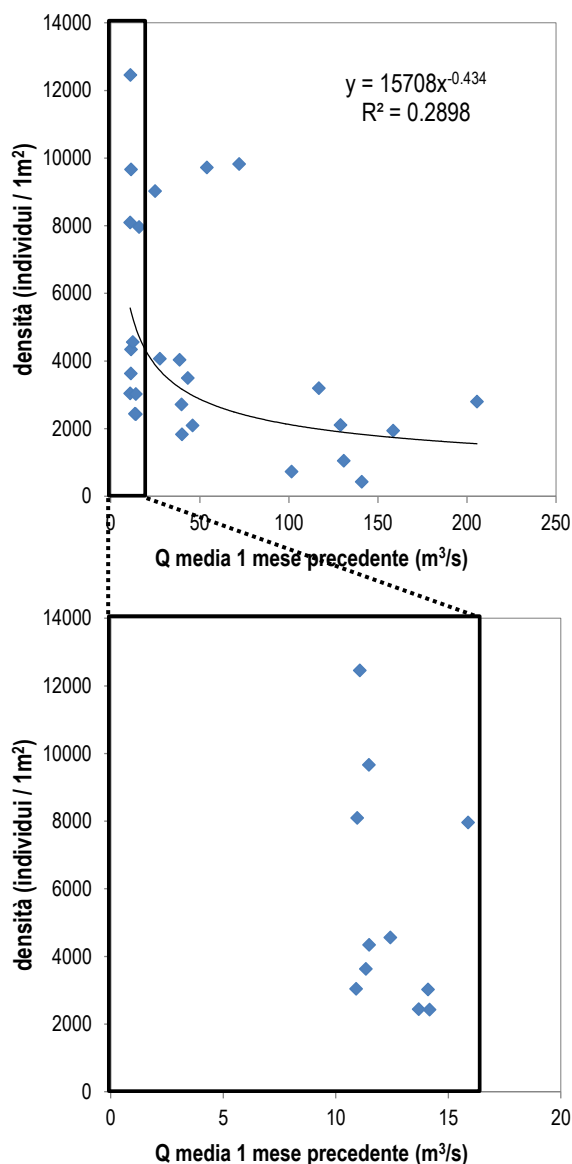
Di seguito sono riportati i valori del coefficiente di correlazione lineare (R^2) calcolati per tutte le combinazioni disponibili tra i parametri biologici e i parametri idrologici della tabella precedente. Come si può osservare, tutte le coppie di parametri risultano scarsamente correlate tra loro.

Tabella 12-17 Valori del coefficiente di correlazione lineare R^2 calcolato confrontando i dati relativi ad alcune metriche biologiche descrittive della comunità di macroinvertebrati e quelli relativi ad alcune metriche descrittive della portata presente in alveo. La scala di colori è proporzionale al valore dell' R^2 : blu=elevata correlazione; bianco=bassa correlazione.

		ASPT	EPTD	GOLD	N° famiglie	EPT	Shannon	STAR_ICMi	densità
Giorno di campionamento	Q media – m ³ /s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.06
	N° giorni DMV immediatamente prima del campionamento	0.20	0.02	0.06	0.00	0.01	0.10	0.06	0.02
1 mese precedente	Q media – m ³ /s	0.00	0.03	0.04	0.09	0.03	0.06	0.03	0.18
	Q mediana – m ³ /s	0.00	0.01	0.08	0.00	0.01	0.14	0.02	0.07
	Q min – m ³ /s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.03
	Q max – m ³ /s	0.00	0.04	0.02	0.15	0.08	0.01	0.07	0.13
	10° percentile – m ³ /s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.00	0.03
	90° percentile – m ³ /s	0.01	0.06	0.00	0.15	0.11	0.00	0.12	0.13
	N°giorni di DMV	0.04	0.00	0.06	0.04	0.01	0.11	0.00	0.18
3 mesi precedenti	Q media – m ³ /s	0.07	0.00	0.00	0.05	0.01	0.03	0.00	0.18
	Q mediana – m ³ /s	0.01	0.01	0.02	0.03	0.00	0.08	0.01	0.16
	Q min – m ³ /s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.02
	Q max – m ³ /s	0.07	0.03	0.01	0.06	0.05	0.01	0.03	0.07
	10° percentile – m ³ /s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.00	0.03
	90° percentile – m ³ /s	0.15	0.00	0.00	0.04	0.01	0.02	0.00	0.14
	N°giorni di DMV	0.13	0.02	0.08	0.00	0.01	0.19	0.07	0.08

Tra le variabili biologiche mostrate in tabella, quella che sembra rispondere maggiormente ai parametri idrologici è la densità di individui, che generalmente diminuisce all'aumentare dei valori di portata. Nel grafico seguente è riportato, a titolo di esempio, l'andamento (in diminuzione) della densità in risposta alla portata media del mese precedente il campionamento. La diminuzione è evidente per portate superiori a circa 100 m³/s, mentre non è possibile individuare un andamento all'interno del range di portate del DMV.

Figura 12-29 Grafico di correlazione tra la densità di individui e la portata media nel mese precedente il campionamento nel tratto TIC4. Il riquadro nero evidenzia i casi che ricadono nel range di portate del DMV.

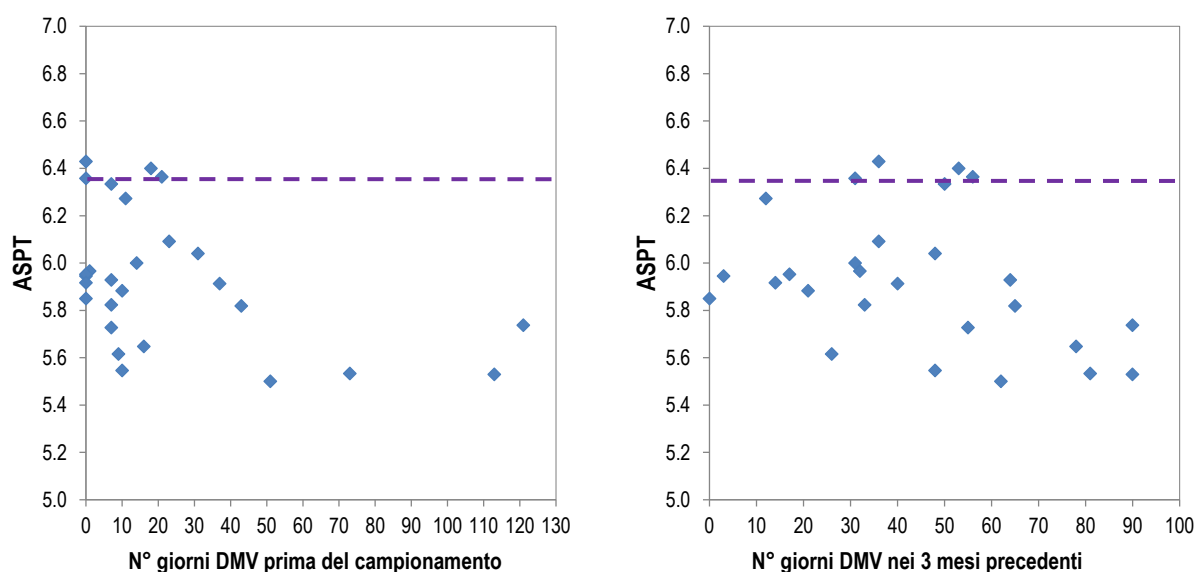


Anche le metriche ASPT e Shannon mostrano una lieve correlazione con i parametri idrologici che rappresentano la durata degli eventi di magra: “N° giorni DMV immediatamente prima del campionamento”, “N° giorni di DMV nel mese precedente il campionamento” e “N° giorni di DMV nei tre mesi precedenti il campionamento”. Questi due indici biologici rappresentano rispettivamente la sensibilità della comunità ad alterazioni chimiche e la diversità tassonomica. La diminuzione nei valori di ASPT e diversità di Shannon indica come la comunità sia più diversificata e composta da *taxa* più sensibili se la portata prima del campionamento non si è mantenuta per troppo tempo pari al solo DMV. In particolare, come si può vedere nel grafico seguente, valori dell’indice ASPT superiori al valore di riferimento (6.311) sono stati rilevati solo per i campioni raccolti successivamente a periodi di DMV non superiori a 21 giorni consecutivi.

Per quanto riguarda invece il numero totale di giorni di DMV (non necessariamente consecutivi) nei 90 giorni precedenti il campionamento, l'ASPT assume valori superiori al valore di riferimento con una storia idrologica dei tre mesi precedenti che comprenda fino a 56 giorni totali di DMV (corrispondenti a circa il 62% dei giorni).

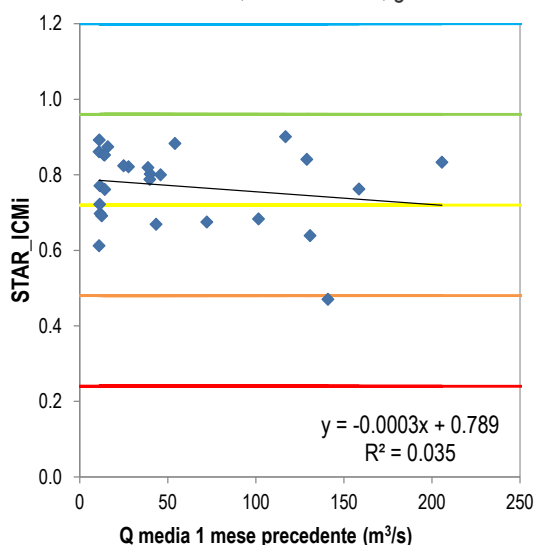
Appare quindi importante nel definire la comunità macrobentonica il perdurare delle condizioni di DMV, in particolare se avviene senza interruzioni, mentre la presenza di eventi di sfioro che interrompano questa continuità anche per pochi giorni potrebbe garantire il mantenimento di una comunità più diversificata e composta da *taxa* più sensibili.

Figura 12-30 Grafico di correlazione tra l'indice ASPT e il numero di giorni di DMV immediatamente prima del campionamento (sx) e il numero di giorni di DMV nei tre mesi prima del campionamento (dx) nel tratto TIC4. La linea tratteggiata indica il valore di riferimento della metrica per il calcolo dello STAR_ICMi.



Per quanto riguarda lo STAR_ICMi, invece, non si osserva una risposta al variare della portata.

Figura 12-31 Grafico di correlazione tra lo STAR_ICMi e la portata media del mese precedente. Ogni riga orizzontale indica il confine superiore di un livello di qualità (indicati dai colori: blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancione=scarso; rosso=cattivo).



È possibile concludere che:

- Lo stato ecologico definito dall'indice STAR_ICMi all'interno del tratto TIC4 è mediamente buono;
- Portate elevate hanno un effetto di rimozione degli organismi che in questo tratto è particolarmente accentuato a causa della mobilità del substrato e dell'instabilità della filarola;
- Di contro, periodi prolungati in cui le portate sono pari al DMV producono una stabilità che consente lo sviluppo di un'abbondante fauna macrobentonica, caratterizzata però da una comunità poco diversificata e dominata da *taxa* tolleranti.

12.7 FAUNA ITTICA E SUO HABITAT

In questo paragrafo viene descritto lo stato della comunità ittica nel tratto d'interesse, che comprende sia la stazione "Tre salti TIC4" che quella "Turbigo TIC5"; in considerazione della vicinanza e dell'assenza di ostacoli al libero movimento dei pesci, si è ritenuto opportuno unire i risultati dei censimenti ittici nei due siti, che si differenziano solo da punto di vista idrologico per l'apporto di acqua dai canali Tre Salti, Turbighetto e Treccione. Le indagini nel secondo triennio sperimentale sono state effettuate nel giugno 2013 e nell'agosto 2015. La valutazione sintetica dell'abbondanza e della struttura delle popolazioni ittiche, espressa nella tabella riepilogativa, si riferisce all'intero arco del periodo sperimentale.

Nel tratto sono presenti 28 specie ittiche, appartenenti a 11 famiglie; le specie alloctone sono risultate essere 8. Si conferma la dominanza dei Ciprinidi, con ben 16 specie.

Le specie più abbondanti numericamente sono alborella, barbo comune, cagnetta, cavedano, cobite comune, ghiozzo e sanguinerola. Nell'ultima indagine, in un ambiente laterale in sponda sinistra, è stato rinvenuto il panzarolo, un endemismo padano. Anche in questo tratto vi è una importante disponibilità di ambienti eterogenei dal punto di vista idraulico – morfologico, che consente di rinvenire sia specie tipicamente reofile (p.e. il barbo comune e il vairone) che specie tipiche di acque lentiche (p.e. triotto e tinca). Come osservato in altri tratti, anche in questo segmento le zone di alveo ampio e piatto, dove scarseggiano i rifugi utili per i pesci di media e grossa taglia, sono colonizzate solo dalle specie di piccole dimensioni o dagli individui giovani delle altre. La pressione esercitata dagli uccelli ittiofagi determina una "concentrazione" dell'ittiofauna nelle aree più riparate, come gli anfratti delle scogliere o gli alberi caduti presso riva.

Tra gli esotici la popolazione più numerosa e strutturata è quella del siluro, seguito dal rodeo amaro. Si conferma l'assenza di Salmonidi nei risultati dei censimenti ittici; la presenza della trota marmorata, sotto forma di un esemplare giovane, è stata riscontrata nel ramo Treccione.

Nei Decreti di approvazione del secondo triennio di sperimentazione è stato richiesto un approfondimento su tale specie ed in particolare sull'*eventuale presenza di una popolazione riproduttiva*', tramite l'osservazione e la misura dei nidi di frega nel Ticino e negli ambienti laterali ad esso connessi. Sono stati pertanto raccolti dati storici sulla presenza e numerosità dei nidi nel sistema Ticino-Treccione, nei pressi dei tratti di monitoraggio TIC4 e TIC5. I dati raccolti sono il risultato di censimenti eseguiti da pescatori volontari (gentilmente forniti dal Sig. Diego Schierato) lungo il Ticino e i suoi rami laterali, a partire dal 1987.

Dall'analisi di tali dati emerge come nel tratto di fiume, compreso tra la filarola del Langosco e il ponte dell'autostrada A4 MI-TO, si sia verificato nell'arco temporale degli ultimi 25 anni un drastico

calo della riproduzione naturale della trota marmorata, in particolare nell'ultimo decennio. Fino agli anni '80 le freghe erano presenti prevalentemente all'interno del Ticino, successivamente la riproduzione si è spostata negli ambienti laterali (Treccione e Langosco); questo spostamento potrebbe essere collegato con l'incremento della popolazione di cormorani e quindi con la necessità per l'ittiofauna di cercare ambienti per la riproduzione più riparati rispetto all'asta principale del fiume.

Tabella 12-18 Composizione della comunità ittica della stazione TIC3; in rosso sono indicate le specie esotiche.

Famiglia	Specie ittica	Abbondanza (1-4)	Struttura popolazione
Ciprinidi	Alborella	3	A
Anguillidi	Anguilla	1	ND
Ciprinidi	Barbo comune	3	A
Gadidi	Bottatrice	1	ND
Blennidi	Cagnetta	3	A
Ciprinidi	Carassio	2	B
Ciprinidi	Carpa	1	ND
Ciprinidi	Cavedano	3	A
Cobitidi	Cobite comune	3	A
Ciprinidi	Gardon	2	B
Poecilidi	Gambusia	1	ND
Gobidi	Ghiozzo padano	3	A
Ciprinidi	Gobione	1	ND
Percidi	Lucioperca	1	ND
Gobidi	Panzarolo	2	A
Percidi	Persico reale	2	B
Centrarchidi	Persico sole	1	ND
Ciprinidi	Pigo	2	B
Ciprinidi	Pseudorasbora	1	ND
Ciprinidi	Rodeo amaro	2	A
Ciprinidi	Sanguinerola	3	A
Ciprinidi	Savetta	1	ND
Ciprinidi	Scardola	2	B
Cottidi	Scazzone	1	ND
Siluridi	Siluro	3	A
Ciprinidi	Tinca	3	B
Ciprinidi	Triotto	3	A
Ciprinidi	Vairone	4	A

*struttura: ND = popolazione rappresentata da un numero di individui troppo basso per definirne la struttura; A = popolazione ben strutturata; B = popolazione destrutturata, eccessiva abbondanza delle classi giovanili; C = popolazione destrutturata, eccessiva abbondanza delle classi adulte.

** consistenza: 1 = specie occasionale; 2 = specie presente, ma quantitativamente al di sotto delle sue potenzialità; 3 = specie abbondante, soddisfa le sue potenzialità; 4 = specie molto abbondante, numericamente dominante sulle altre.

Figura 12-32 Risultati del censimento ittico nel tratto TIC4-TIC5 nel mese di giugno 2013.

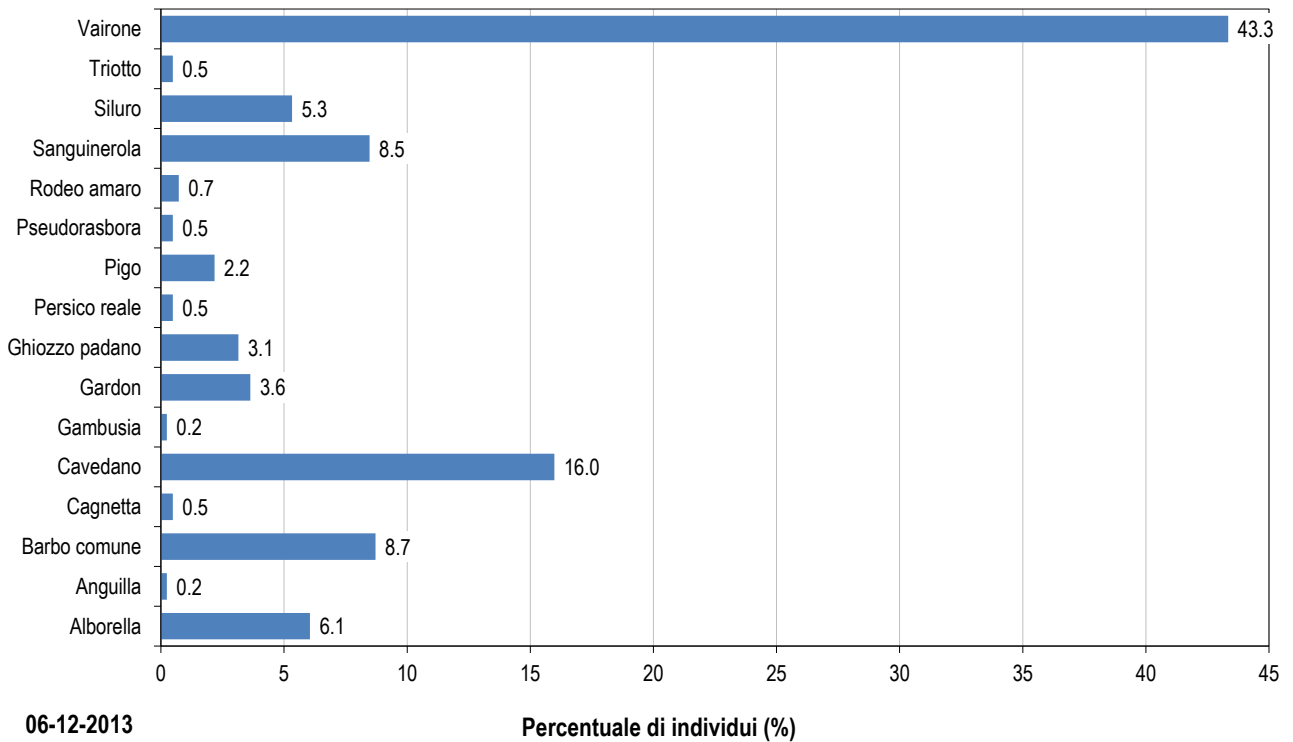


Figura 12-33 Risultati del censimento ittico nel tratto TIC4 nel mese di agosto 2015.

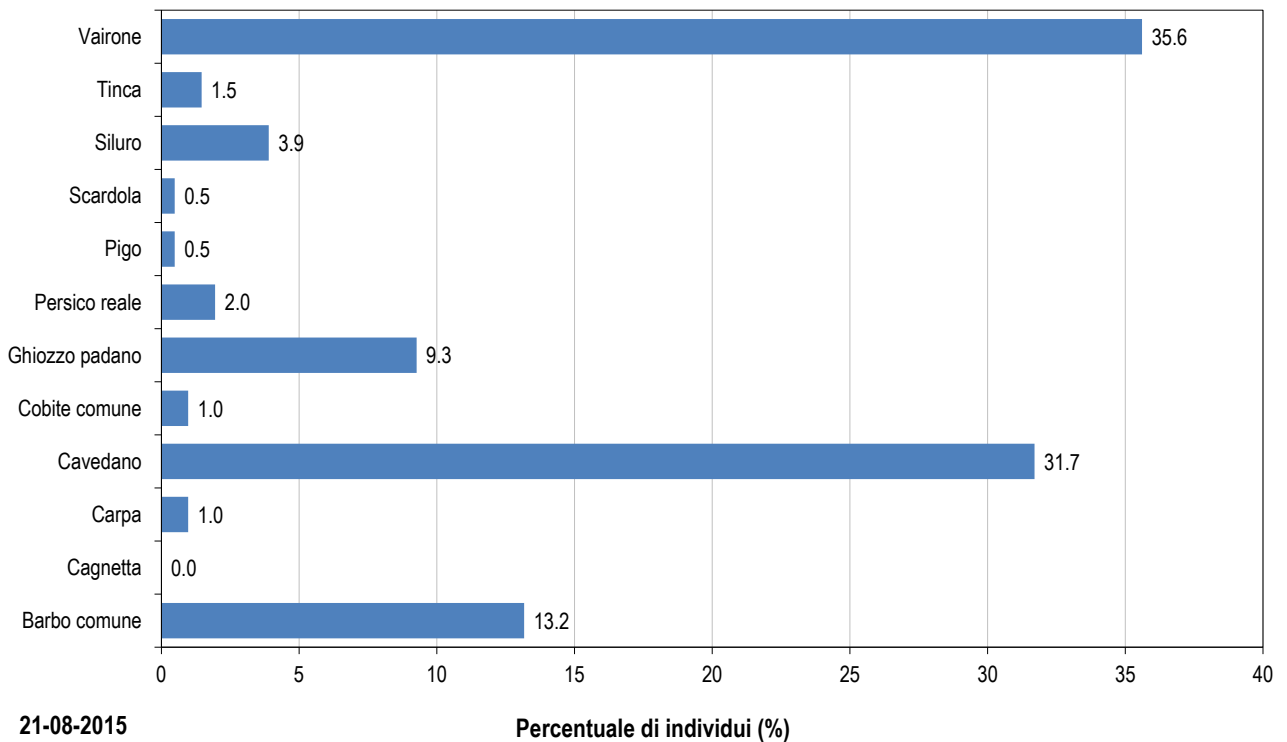
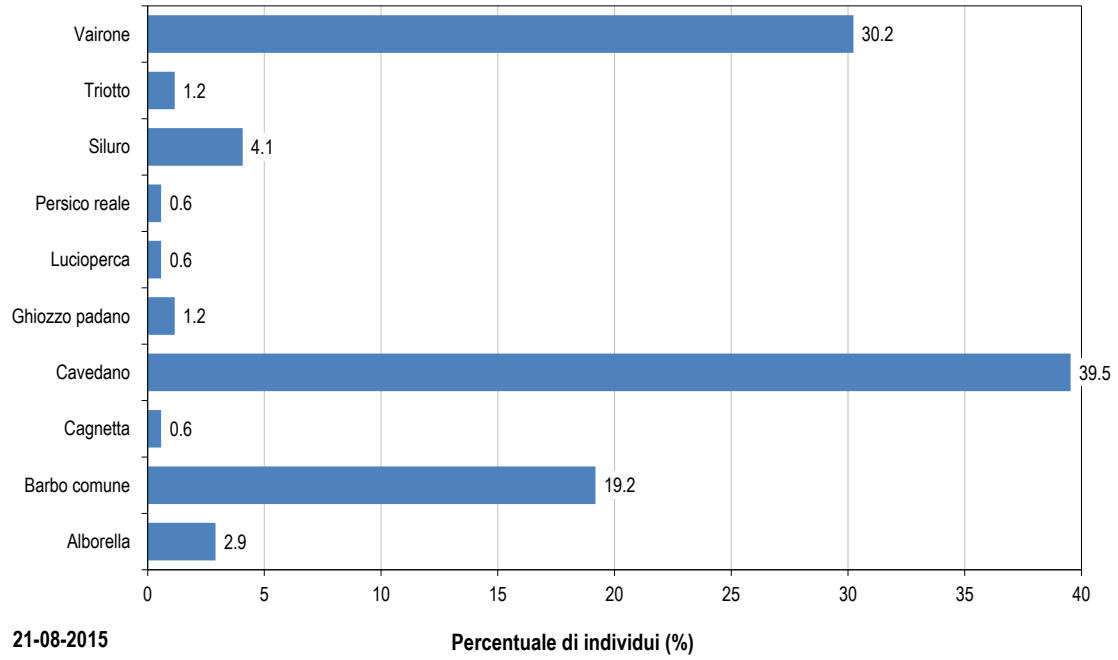


Figura 12-34 Risultati del censimento ittico nel tratto TIC5 nel mese di agosto 2015.



21-08-2015

Percentuale di individui (%)

Figura 12-35 Andamento del numero complessivo di nidi di frega stimato dal 1987 al 2013 nel tratto di indagine

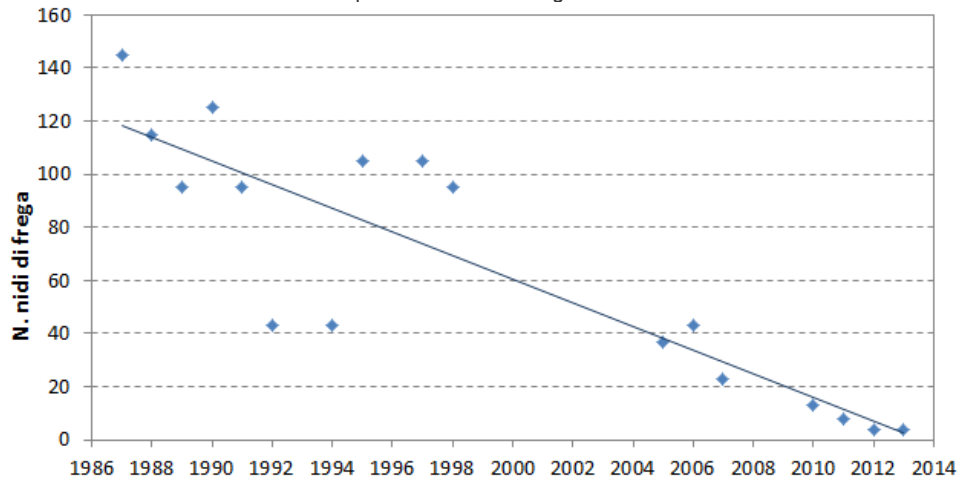


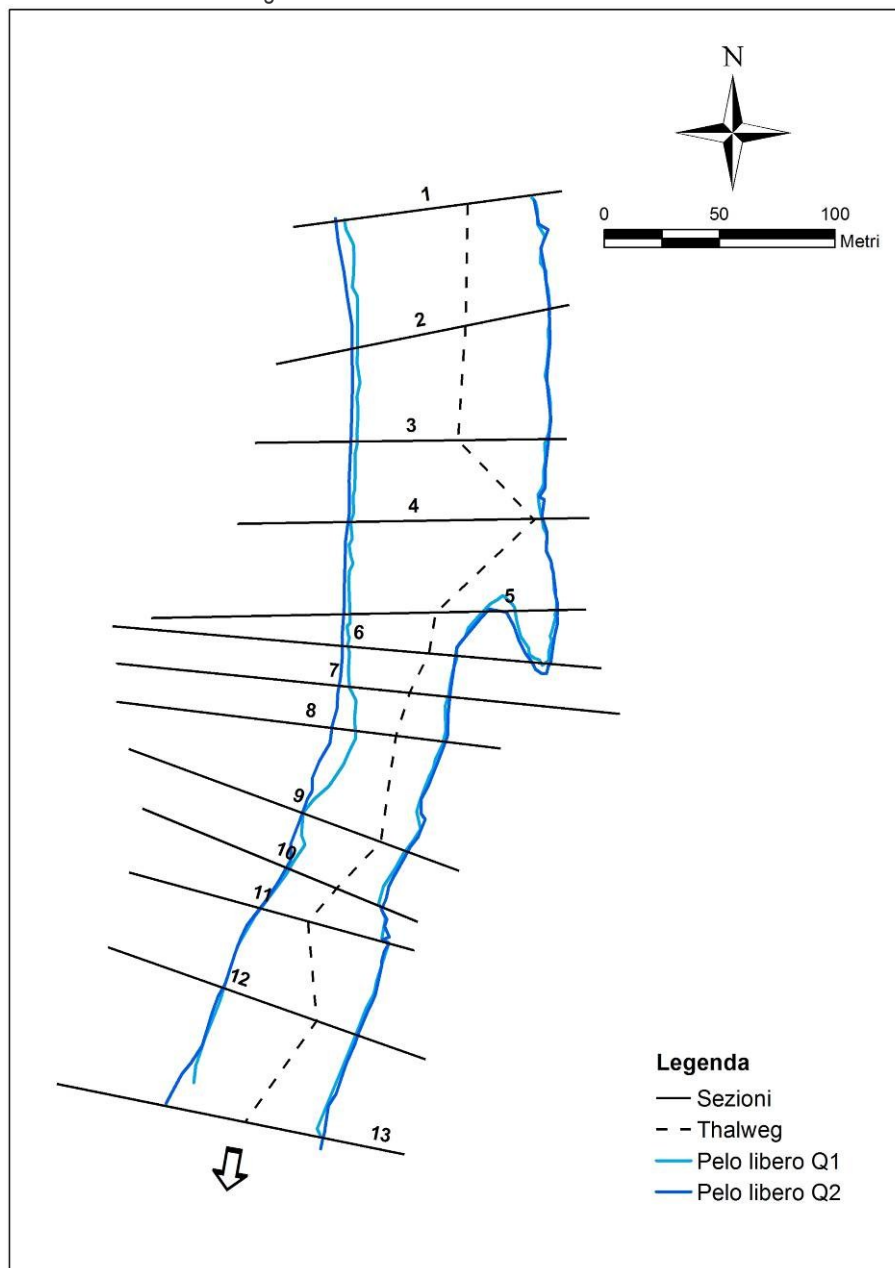
Figura 12-36 Posatoi di cormorani lungo il Fiume Ticino nei pressi del ponte di Turbigo.



Relazione tra portate e *habitat* per la fauna ittica

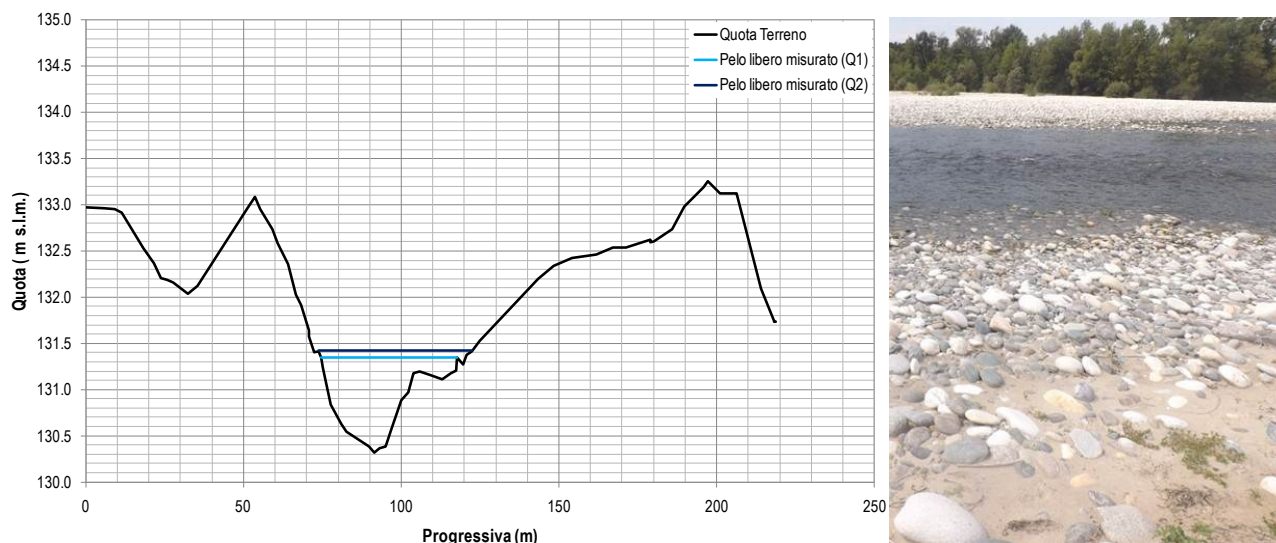
Per meglio indagare il rapporto tra la portata (DMV) e l'*habitat* disponibile per la fauna ittica, con particolare riferimento agli scenari sperimentali ed al DMV idrologico, sono stati effettuati rilievi topografici ed idraulici in campo e modellizzazioni i cui risultati sono sinteticamente rappresentati nei grafici e nelle figure che seguono. Per i dettagli si rimanda all'Allegato 4 - *Habitat Idraulico-morfologico e fauna ittica*. Nel tratto di monitoraggio sono state analizzate n.13 sezioni, il cui posizionamento è rappresentato nell'immagine seguente.

Figura 12-37 Sezioni rilevate nel tratto TIC4.



Di seguito è presentato, a titolo d'esempio, il profilo e l'inquadratura fotografica della sezione 7. La rappresentazione delle altre sezioni rilevate è riportata in Allegato 4.

Figura 12-38 Sezione trasversale 7: geometria e inquadramento fotografico.



Sulla base dei dati del rilievo delle sezioni trasversali, delle quote del pelo libero e dei valori di portata, sono state calcolate le principali grandezze idrauliche (tirante, velocità e larghezza), che crescono in funzione della portata. Nei grafici seguenti viene rappresentato l'andamento di queste grandezze in funzione della portata ed in particolare delle portate comprese tra il DMV sperimentale minimo e il DMV idrologico. Come si può osservare, tutte le grandezze aumentano all'aumentare della portata, sebbene la velocità di corrente aumenti in maniera più accentuata rispetto alla larghezza dell'alveo bagnato e alla profondità dell'acqua.

Figura 12-39 Variazione della larghezza media dell'alveo bagnato in funzione della portata.

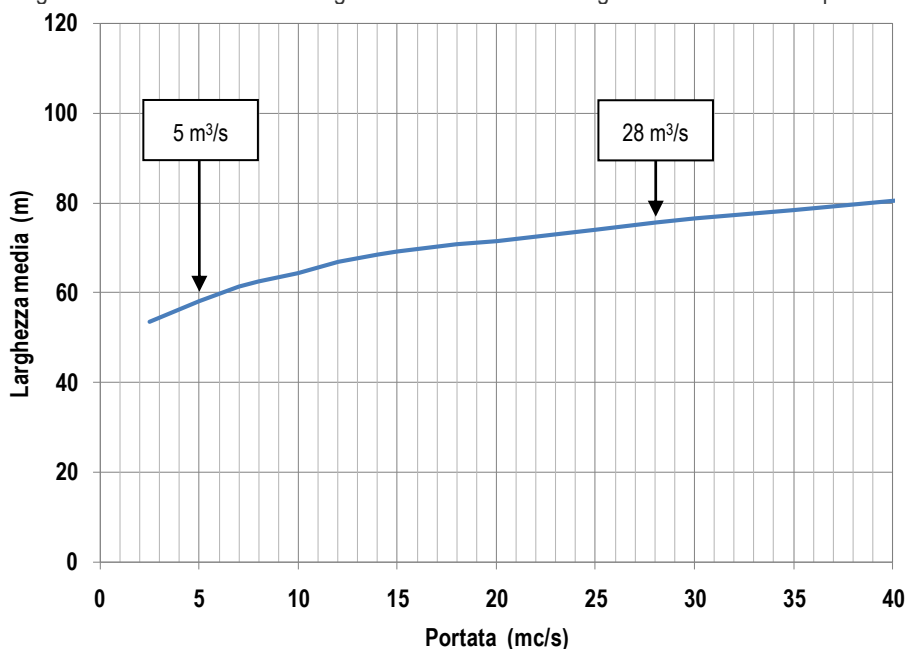


Figura 12-40 Variazione della profondità media dell'alveo bagnato in funzione della portata.

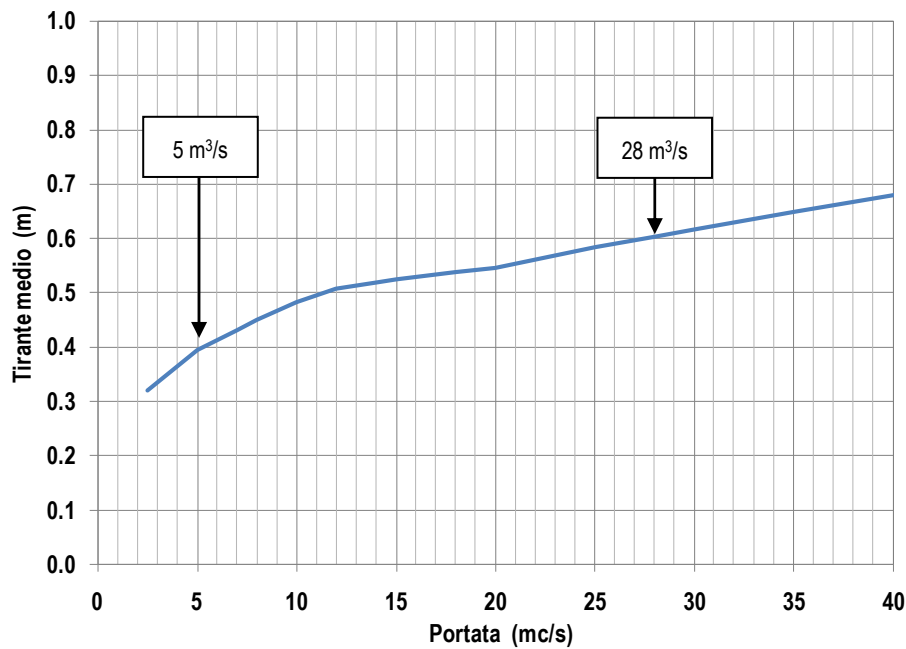
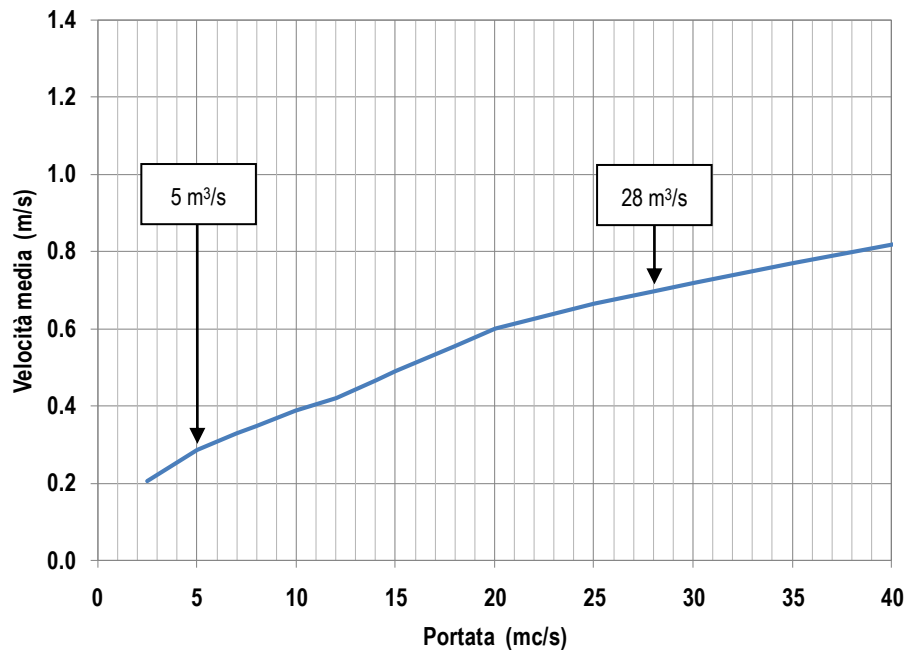


Figura 12-41 Variazione della velocità media di corrente in funzione della portata.



Dalla tabella riportata qui di seguito si può osservare che, tra le grandezze idrauliche analizzate, quella che cresce in misura nettamente maggiore, all'incremento della portata, è la velocità media.

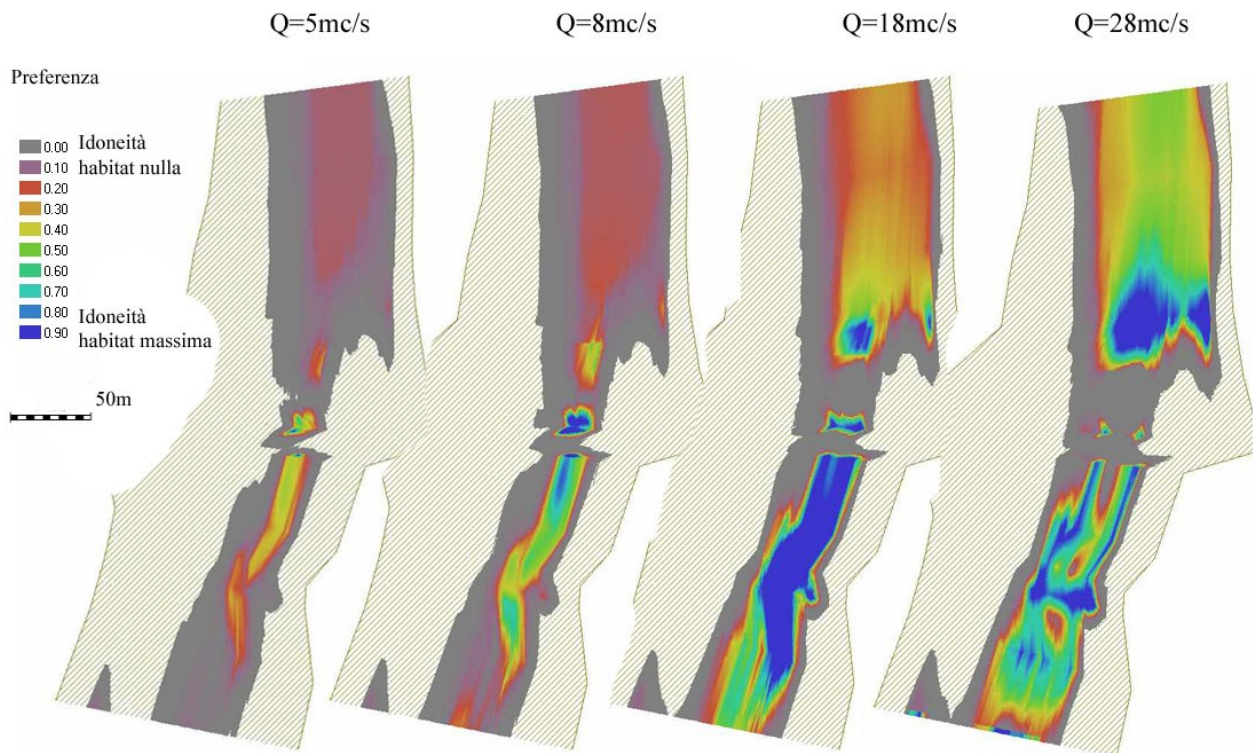
Tabella 12-19 Incremento percentuale dei parametri analizzati rispetto all'aumentare della portata tra il valore di DMV minimo (5 m³/s) e il DMV idrologico (28 m³/s).

Portata (m³/s)	tirante medio (m)	velocità media (m/s)	larghezza media (m)
5	0.39	0.285	58
28	0.60	0.70	76
incremento %	53%	144%	30%

Attraverso l'utilizzo del Software CASiMiR-Fish, i risultati idraulici sono stati combinati con le curve di preferenza del barbo comune, per ottenere la relazione tra portata rilasciata e *habitat* disponibile.

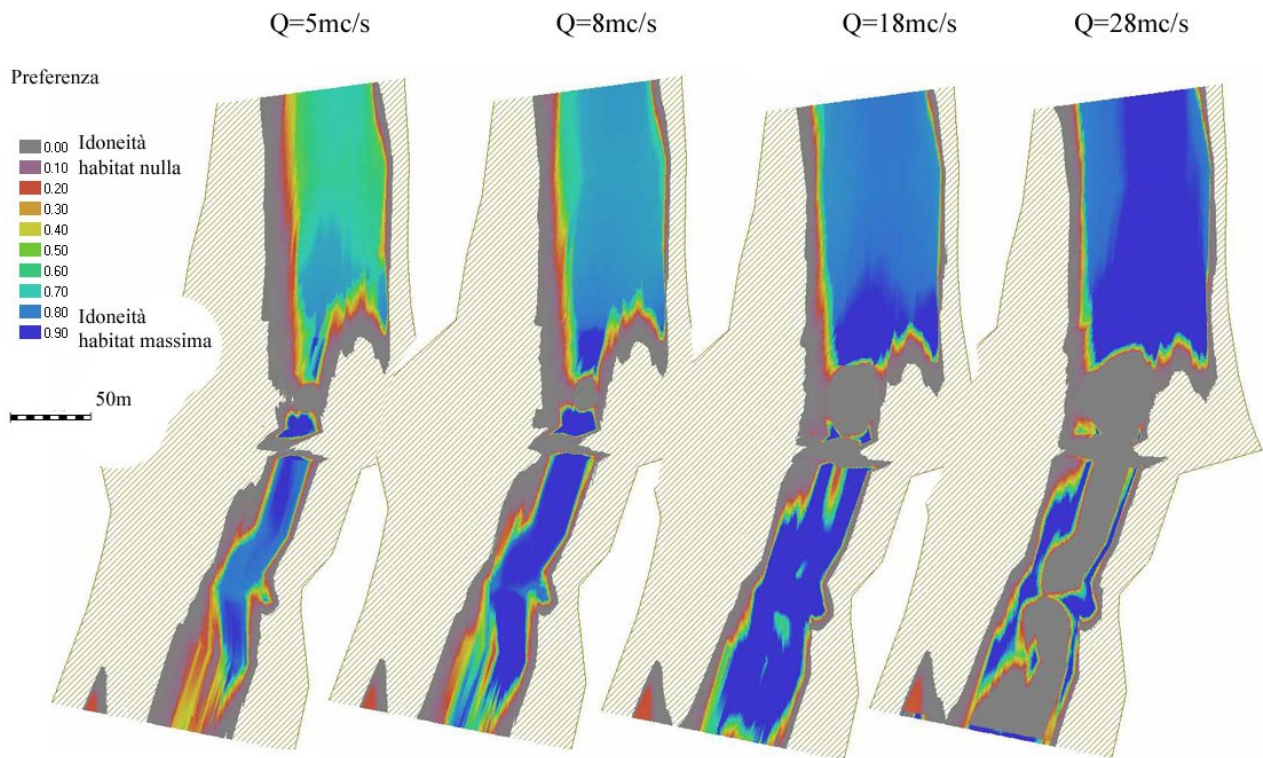
Nella figura seguente è mostrato il grado di idoneità dell'*habitat* per individui adulti di barbo comune con diverse portate. Nel calcolo dell'idoneità non è stata presa in considerazione la tipologia di substrato presente, in quanto, come già spiegato per il tratto TIC1, agisce come fattore limitante l'idoneità essendo troppo fine per la specie target e il suo effetto può rendere meno apprezzabile l'effetto della variazione di portata (l'oggetto d'interesse del presente studio).

Figura 12-42 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune adulto considerando solo i parametri profondità e velocità.



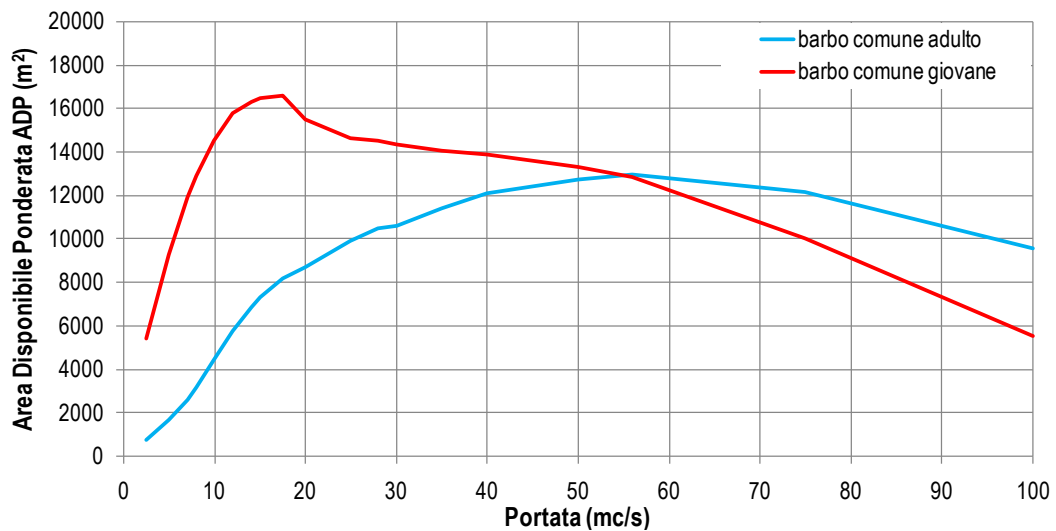
Nella figura seguente è mostrato il grado di idoneità dell'*habitat* per individui giovani di barbo comune con diverse portate, senza l'utilizzo del parametro "substrato".

Figura 12-43 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune giovane considerando solo i parametri profondità e velocità.



Nel grafico seguente è mostrato l'andamento dell'area disponibile ponderata in funzione della portata per il barbo comune adulto e giovane.

Figura 12-44 Area Disponibile Ponderata per il barbo comune considerando solo i parametri profondità e velocità.



Nella tabella seguente sono riportati i valori di idoneità assoluta del tratto e l'area disponibile ponderata ADP ottenuti con Casimir per entrambi gli stadi vitali del barbo comune.

Tabella 12-20 Indice di idoneità dell'*habitat* (HHS) e Area Disponibile Ponderata (ADP) per il barbo comune, calcolati considerando i parametri profondità e velocità di corrente.

		Portata [m ³ /s]			
		5	8	18	28
Area Disponibile Ponderata ADP [m ²]	barbo comune adulto	1653	3139	8199	10443
	barbo comune giovane	9276	12921	16614	14519
Area bagnata [m ²]		23210	25191	28005	30156
Indice di idoneità dell' <i>habitat</i> HHS [%]	barbo comune adulto	7 %	12 %	29 %	35 %
	barbo comune giovane	40 %	51 %	59 %	48 %

In sintesi, all'interno del *range* di portate analizzato, le caratteristiche morfologiche del tratto comportano un aumento in particolare della velocità di corrente all'aumentare della portata. Dal punto di vista ecologico, gli effetti sul barbo comune sono differenti considerando lo stadio giovanile e quello adulto, in quanto il secondo è penalizzato da scarsi valori di profondità e velocità. Sulla base di questi presupposti, esaminando i risultati delle relazioni portata – ADP si osserva che:

- Per lo stadio giovanile del barbo comune l'ADP aumenta rapidamente al crescere della portata fino a 18 m³/s, per poi diminuire nuovamente; questo andamento è un effetto della velocità di corrente, che, se troppo elevata, può essere penalizzante.
- Per lo stadio adulto del barbo l'ADP mostra invece, per la notevole vastità dell'alveo, una crescita continua all'aumentare della portata fino oltre 50 m³/s, per poi diminuire lentamente; questo andamento è principalmente un effetto dell'aumento della profondità della colonna d'acqua.

Oltre alla modellazione appena presentata, è stata effettuata una modellazione bidimensionale col fine di analizzare in maniera più precisa la relazione disponibilità di *habitat*-portata in tratti di alveo con una morfologia particolare, ad esempio in presenza di rami secondari caratterizzati da quote del pelo libero diverse rispetto a quelle dell'alveo principale, condizioni non simulabili tramite modelli 1D. La modellazione idraulica bidimensionale del tratto di studio è stata effettuata con il *software* River2D.

Analogamente a quanto detto per la modellazione 1D, è possibile escludere l'influenza del substrato nel calcolo. All'aumentare della portata l'aumento dell'indice di idoneità è particolarmente rilevante nella prima e nell'ultima parte del tratto modellato, per entrambi gli stadi vitali; nella parte centrale, dove il fiume si divide per creare un ramo secondario effimero in sinistra idrografica, l'indice assume invece valori bassi per tutte le portate analizzate e per entrambi gli stadi vitali, per via della limitata profondità ed elevata velocità di corrente concomitanti.

Figura 12-45 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune adulto considerando solo i parametri profondità e velocità.

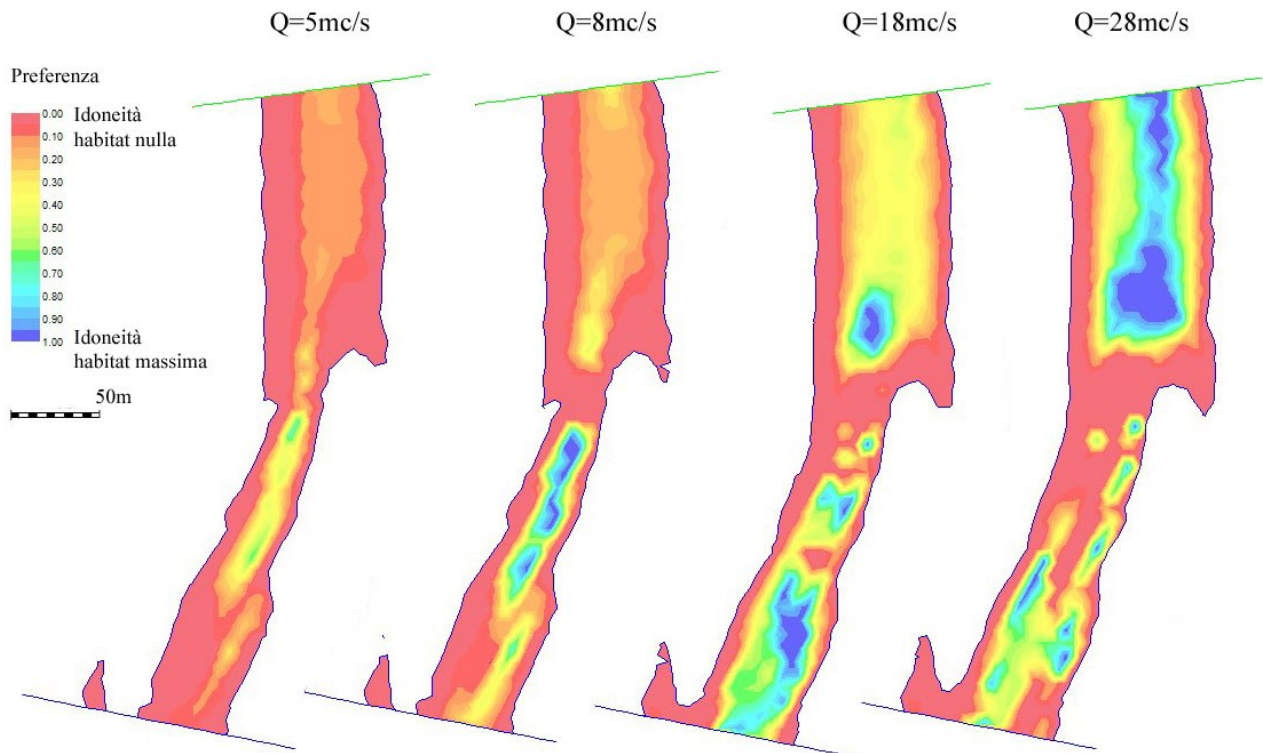
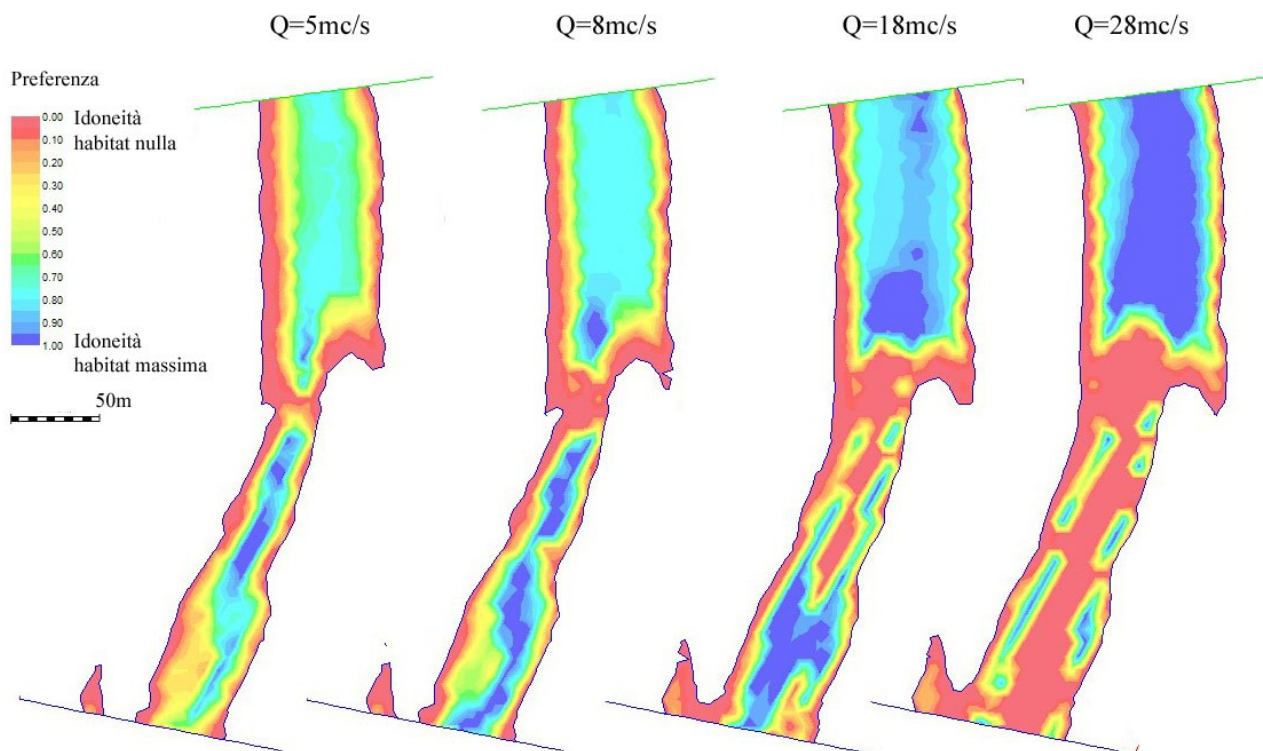


Figura 12-46 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune giovane considerando solo i parametri profondità e velocità.



Nella figura e nella tabella seguenti sono riportati i risultati relativi all'intero tratto di studio. Nel complesso questi valori sono comparabili con quelli ottenuti con la modellazione 1D: si osserva

infatti, all'aumentare della portata, l'aumento dell'ADP e dell'idoneità per il barbo adulto e l'aumento iniziale e successiva diminuzione per lo stato giovanile.

Figura 12-47 Area Disponibile Ponderata per il barbo comune considerando solo i parametri profondità e velocità.

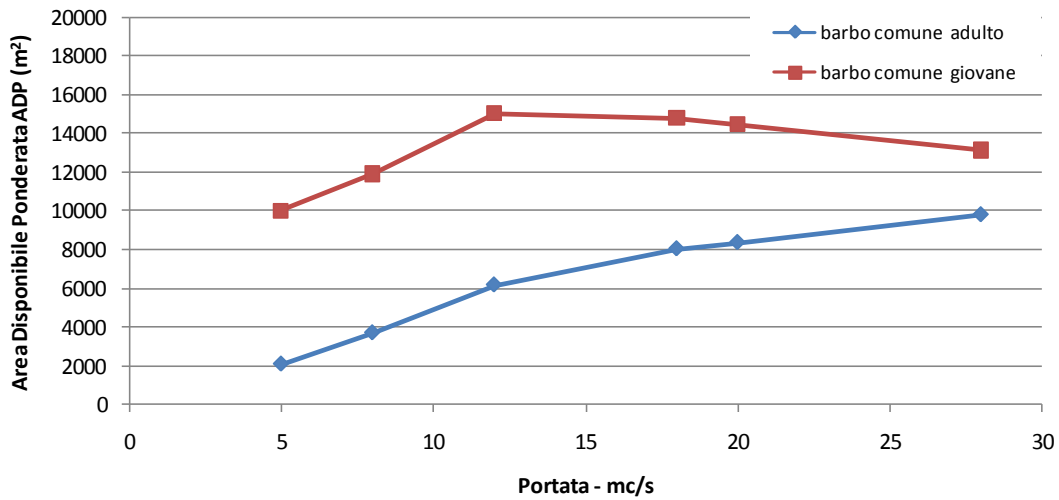
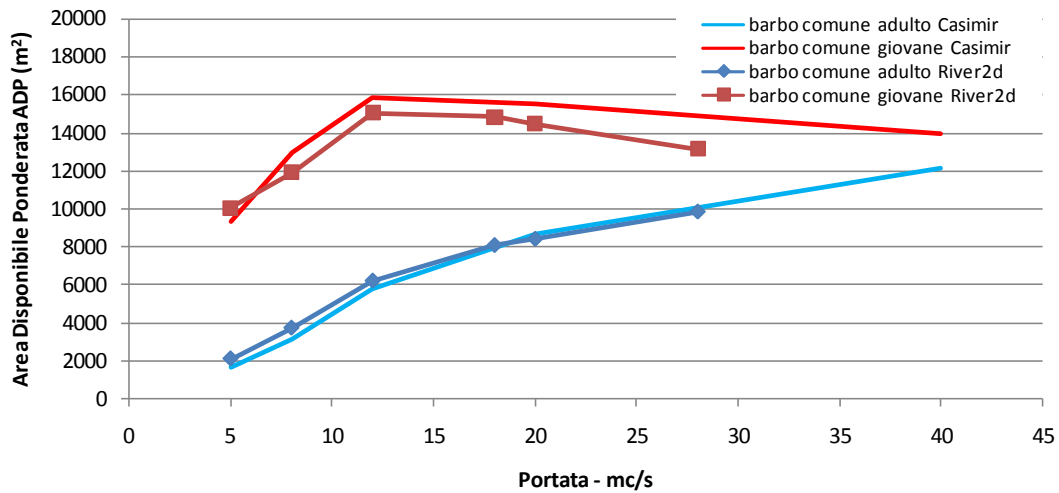


Figura 12-48 Confronto dell'Area Disponibile Ponderata fra modellazione 1D e 2D per la specie barbo comune.



12.8 RISULTATI DELLE INDAGINI NEL RAMO TRECCIONE

Di seguito è fornita una caratterizzazione ecologica di questo ramo effettuata nel 2013 nell'ambito dello Studio di Incidenza per l'*Istanza per il rinnovo di concessione di derivazione d'acqua ad uso energetico dal Fiume Ticino a mezzo del Naviglio Langosco in corrispondenza della centrale "Treccione" nei comuni di Cameri e Galliate*, predisposto per Est Sesia da Graia srl. I dati raccolti nell'ambito dello studio di incidenza sono qui commentati ai fini di analizzare gli effetti del DMV di competenza del naviglio Langosco su questo ramo.

12.8.1 IDROLOGIA E HABITAT

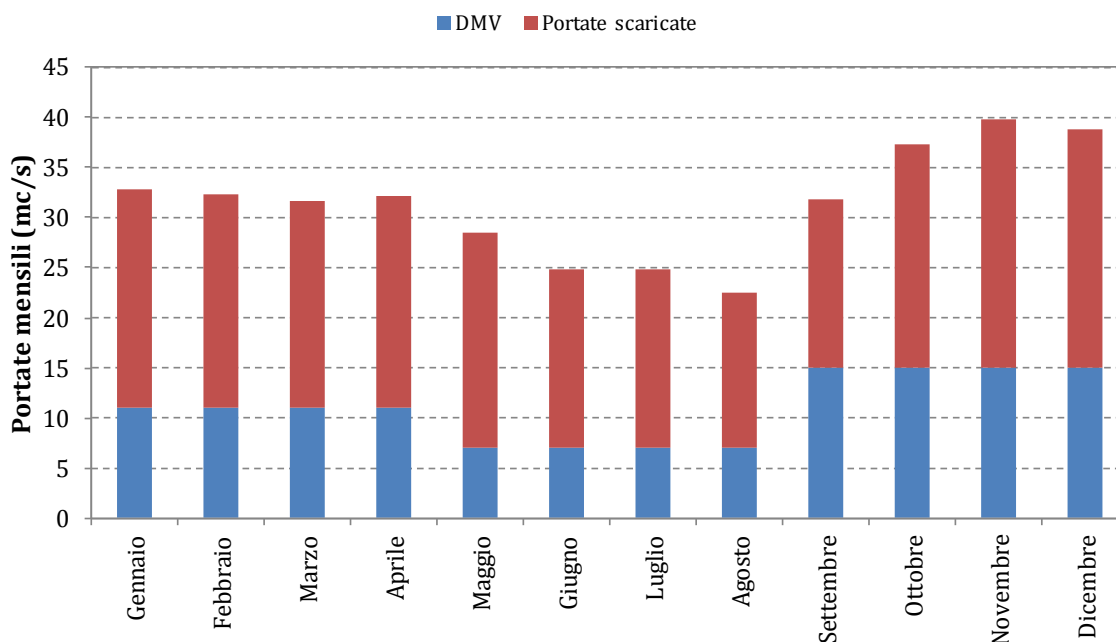
Il ramo del Treccione origina dallo sbarramento posto sul Naviglio Langosco, in località Cascina Zaboina, e dopo un percorso di circa 2,5 km confluisce nel Fiume Ticino in sponda destra, poche centinaia di metri a monte del ponte di Turbigio.

La portata presente nel canale Treccione è rappresentata dalla somma di:

1. la quota di DMV non rilasciata nell'alveo del ramo principale del Ticino;
2. la portata eccedente quella massima di concessione della seconda centrale del naviglio Langosco.

Il grafico seguente rappresenta questa ripartizione, mese per mese, considerando gli scenari di DMV sperimentale (gennaio-aprile: 18m³/s, maggio-agosto: 12m³/s, settembre-dicembre: 22m³/s).

Figura 12-49 Portate mensili del ramo Treccione a valle degli scaricatori, distinte nelle due componenti (anni 2010-2013).



Questo ramo presenta un alveo piatto, largo circa 25 m e relativamente poco profondo (mediamente meno di 0.5 m), con discreta velocità di corrente. L'andamento è piuttosto

omogeneo e il *mesohabitat* prevalente è un *riffle* a bassa pendenza. Il substrato è dominato da ciottoli, abbondantemente ricoperti da macrofite acquatiche. Le sponde sono colonizzate da una fitta vegetazione arborea riparia ad alto fusto che crea abbondante ombreggiatura e il territorio circostante è caratterizzato da boschi planiziali di latifoglie. La vegetazione riparia contribuisce in modo rilevante alla disponibilità di rifugi per i pesci di taglia medio-grande, con i rami sporgenti e i tronchi caduti in acqua; le specie di piccola taglia trovano invece abbondanti ripari tra le macrofite sommerse.

Figura 12-50 Sbarramento del Treccione visto da valle (sx) e Ramo del Treccione immediatamente a valle dello sbarramento (dx).



Figura 12-51 Ramo del Treccione: tratto intermedio (sx) e confluenza nel Fiume Ticino (dx).



12.8.2 MACROFITE

La comunità macrofita rilevata nel ramo Treccione è risultata abbondante (60% di copertura reale) e dominata da *Ranunculus fluitans*; questa specie è accompagnata da *Ranunculus penicillatus*, *Elodea canadensis* (alloctona), e dalle Briofite *Fontinalis antipyretica* e *Hygrohypnum luridum*, tutte presenti in modo sporadico.

Figura 12-52 Vegetazione acquatica dominata da *Ranunculus fluitans* nel ramo Treccione.

Nelle tabelle seguenti sono riassunte alcune caratteristiche della comunità rinvenuta.

Tabella 12-21 Copertura percentuale dell'alveo da parte delle macrofite e della sola componente algale, nel ramo Treccione.

Copertura totale	60%
di cui copertura algale	< 5%

Tabella 12-22 Ricchezza di macrofite e *taxa* dominanti nel ramo Treccione.

N° taxa	Taxon dominante	% dominanza
6	<i>Ranunculus fluitans</i>	100

La comunità macrofittica in questo ramo appare particolarmente interessante e differente da quella del tratto di Ticino a valle della filarola del Langosco (TIC4), in quanto dominata da fanerogame e briofite sensibili, anziché da macroalghe tolleranti. Questa differenza è legata probabilmente:

- alla maggior stabilità dell'alveo nel ramo Treccione, che consente lo sviluppo delle fanerogame; al contrario, la variabilità delle portate e la conseguente mobilità del substrato nel ramo del Ticino non consente questa crescita.
- all'ombreggiatura data dalla vegetazione circostante il Treccione, che può contribuire a mantenere la temperatura dell'acqua relativamente fresca anche durante l'estate, rispetto a quanto non avvenga nel Ticino.

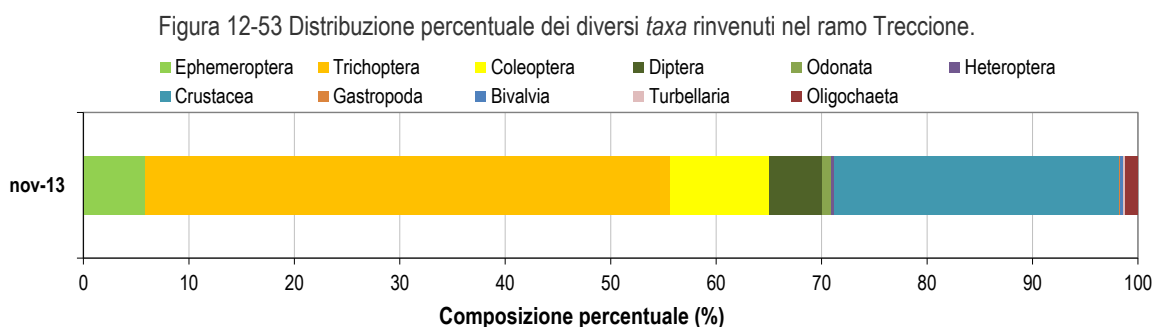
Queste differenze si rispecchiano anche nel valore dell'indice IBMR, riportato nella tabella seguente e in base al quale il ramo Treccione può essere classificato in uno stato ecologico "elevato".

Tabella 12-23 Valore del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) dell'indice IBMR applicato ai dati raccolti nel ramo Treccione.

IBMR	Stato ecologico
1.08	Elevato

12.8.3 MACROINVERTEBRATI

Il campionamento condotto nel ramo Treccione nel novembre 2013 ha permesso di individuare la presenza di una comunità macrobentonica piuttosto ricca e diversificata, composta nel complesso da ben 27 famiglie. La comunità del ramo Treccione è risultata simile per abbondanza a quella rinvenuta nello stesso periodo all'interno del ramo principale del Ticino (4.636 e 4.558 individui/m², rispettivamente). Al contrario, la struttura della comunità appare piuttosto differente: mentre nel Treccione dominano i Tricotteri (in particolare Hydropsychidae) e i Crostacei (prevalentemente Gammaridae), nel Ticino la comunità è composta prevalentemente da Baetidae (Efemerotteri), Hydropsychidae e Ditteri Chironomidae (questi ultimi sono quasi assenti nel Treccione).



L'indice STAR_ICMi, calcolato a partire dai dati raccolti, ha permesso di classificare il tratto indagato in uno stato ecologico "buono".

Tabella 12-24 Applicazione dell'indice STAR_ICMi.

DATA	Nov - 2013
Indice ASPT	6.360
Indice EPTD	2.143
Indice GOLD	0.936
N° famiglie	27
Indice EPT	11
Indice di Shannon	1.643
STAR_ICMI punteggio	0.932
STAR_ICMI giudizio	Buono

12.8.4 FAUNA ITTICA

Sul ramo Treccione sono stati condotti campionamenti ittici mediante elettropesca immediatamente a valle dello sbarramento e in un tratto posto circa 300 m a valle dello stesso.

La comunità ittica rinvenuta, rappresentata soprattutto da Ciprinidi, è risultata composta prevalentemente da popolazioni destrutturate, rappresentate tutte da stadi giovanili; la specie nettamente più abbondante è il ghiozzo, risultato dominante nel tratto immediatamente a valle dello sbarramento, seguita dal vairone. La sanguinerola è risultata abbondante nel tratto posto più a valle, mentre in prossimità della traversa la sua presenza è risultata più sporadica, rappresentata da qualche individuo adulto. Tutte le altre specie rinvenute sono risultate occasionali o scarse. Da

sottolineare è la presenza della trota marmorata, sebbene rinvenuta con un solo individuo, giovane. L'unica specie esotica censita è rappresentata dal siluro.

Figura 12-54 Elettropesca sul ramo Treccione.

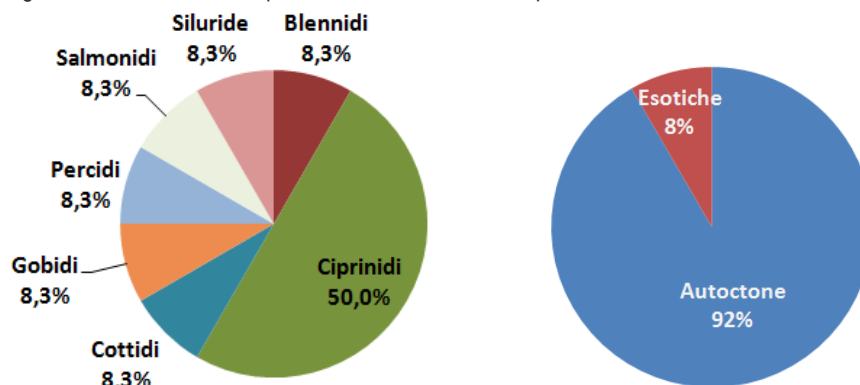


Nella tabella che segue si riportano i risultati complessivi derivanti da entrambi i campionamenti.

Tabella 12-25 Risultati dei campionamenti ittici sul ramo Treccione.

Specie	Abbondanza relativa	Struttura di popolazione
Alborella	Occasionale	Prevalenza di giovani
Barbo comune	Scarsa	Prevalenza di giovani
Cagnetta	Occasionale	Prevalenza di giovani
Cavedano	Occasionale	Prevalenza di giovani
Ghiozzo padano	Abbondante	Prevalenza di giovani
Pesce persico	Occasionale	Prevalenza di giovani
Sanguinerola	Abbondante	Prevalenza di giovani
Scardola	Occasionale	Prevalenza di giovani
Scazzone	Scarsa	Prevalenza di giovani
Siluro	Occasionale	Prevalenza di giovani
Trota marmorata	Occasionale	Prevalenza di giovani
Vairone	Abbondante	Prevalenza di giovani

Figura 12-55 Distribuzione percentuale del numero di specie rinvenute nel ramo Treccione.



Rispetto al ramo principale del Ticino (tratto TIC4), nel Treccione è stato rinvenuto un minor numero di specie esotiche. Inoltre, la presenza della trota marmorata conferma la preferenza, da parte di questa specie, per questo ambiente, in quanto più protetto dalla predazione effettuata dai cormorani rispetto all'asta principale, grazie all'alveo stretto e l'abbondante vegetazione riparia.

12.9 ANALISI SINTETICA DEL TRATTO

Questo tratto di indagine è stato scelto per studiare gli effetti della quota di DMV rilasciata dalla filarola del naviglio Langosco, con la consapevolezza che essa costituisce solo una parte del DMV poiché la quota rimanente è rilasciata nel ramo Treccione.

Le portate transitanti in questo tratto sono mediamente ben superiori ai valori di DMV proposti, grazie alla presenza di sfiori per periodi che coprono generalmente circa il 50% dei giorni dell'anno. La presenza del solo DMV interessa principalmente la fine dell'inverno e la fine dell'estate. L'indice di qualità LIMeco definisce uno stato delle acque "elevato" per tutti i sei anni della sperimentazione. I valori degli indici di qualità biologica, lievemente inferiori rispetto ai tratti precedenti sono connessi, oltre alle citate condizioni idrologiche, alla presenza, a monte della derivazione, dello scarico del depuratore di Bellinzago.

Nella tabella che segue sono riepilogati per ogni anno di monitoraggio i principali indicatori idrologici ed ecologici utili alla valutazione dei risultati.

Tabella 12-26 Sintesi del quadro idrologico e dello stato ecologico del tratto secondo i diversi indicatori analizzati.

indicatore		2010	2011	2012	2013	2014	2015	Media sperimentazione
portata	Q media annua – m ³ /s	125	48	73	97	215	81	106
	% giorni DMV	46%	73%	56%	62%	18%	39%	49%
LIMeco		0.75	0.77	0.66	0.71	0.75	0.69	0.72
STAR_ICMi		0.827	0.835	0.750	0.716	0.802	0.831	0.790

Anche le comunità di diatomee bentoniche e macrofite acquatiche, considerate indicatori utili a dare indicazioni a supporto degli indicatori principali, sono risultate in uno stato ecologico "elevato" e "buono" rispettivamente, anche se con valori lievemente inferiori rispetto ai tratti precedenti.

La fauna ittica è composta da un buon numero di specie, tra cui le principali specie ittiche attese in relazione alle caratteristiche naturali del tratto, con la sola eccezione dei Salmonidi, che sono quasi assenti.

In termini di *habitat*, il rilascio di un DMV pari a 8 m³/s garantisce un'idoneità dell'*habitat* per il barbo comune comparabile con quella trovata negli altri tratti di monitoraggio con l'intera componente del DMV (12 m³/s). In considerazione della vastità dell'alveo del ramo principale, rispetto alle dimensioni del ramo Treccione, la ripartizione delle portate di DMV messa in atto nell'estate 2015 pare più adeguata.

Nel complesso, nonostante la presenza in questo tratto solo di una porzione del DMV, lo stato del corso d'acqua si presenta "buono" e quindi compatibile con il raggiungimento degli obiettivi della direttiva 2000/60/CE.

13 RISULTATI DELLE INDAGINI NEL TRATTO 5 – PONTE TURBIGO

In questo capitolo sono riportati i risultati del monitoraggio ecologico effettuato nel tratto identificato con il codice TIC5, collocato all'interno del corpo idrico n°3, circa a metà, tra Turbigo (MI) e Galliate (NO).

Il tratto è stato scelto per il monitoraggio degli effetti dell'intero DMV di competenza del Naviglio Langosco, di cui una quota è rilasciata presso la filarola di derivazione e un'altra tramite il Canale Treccione, circa 400 m a monte del tratto d'indagine e per la chiusura del bilancio di un importante nodo idraulico.

Le portate in questo tratto sono però sempre superiori al DMV perché il fiume, tra i tratti d'indagine TIC4 e TIC5, riceve le acque dei canali Turbighetto e Tre Salti. Inoltre, il canale Treccione, oltre a veicolare una parte della portata di DMV, riceve anche le acque dei due sfioratori del Naviglio Langosco che rilasciano nel ramo Treccione la portata pari alla differenza di concessione fra la prima e la seconda centrale idroelettrica.

Questo tratto è stato oggetto d'indagine a partire dal 2013 (maggio 2013 – dicembre 2015).

Le caratteristiche geografico-idrologiche del tratto sono di seguito riepilogate.

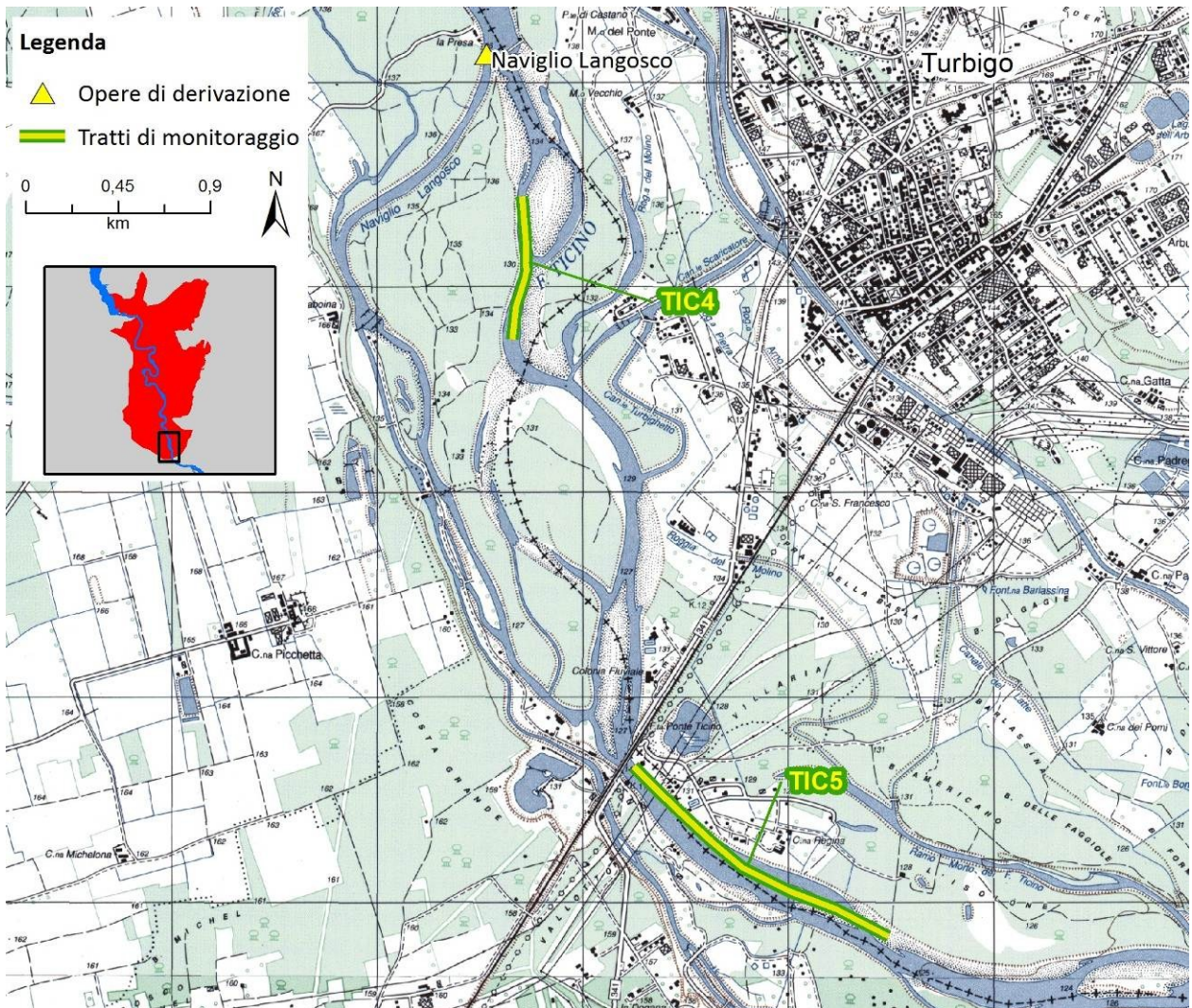
Tabella 13-1 Caratterizzazione geografica ed idrologica del tratto di monitoraggio.

Geo	Comune sponda sx	Turbigo (MI)
	Comune sponda dx	Galliate (NO)
	Distanza dal lago	~ 35 km
	Quota	130 mslm
Idro	Nome della derivazione precedente	Filarola del Naviglio Langosco
	Distanza dalla derivazione precedente	~ 4 km

Figura 13-1 Vista del tratto di monitoraggio verso monte e verso valle.



Figura 13-2 Localizzazione della stazione di monitoraggio.



13.1 IDROLOGIA

Le portate transitanti nel tratto TIC5 nel periodo di monitoraggio (per questo tratto 2013-2015) sono state mediamente pari a 229 m³/s, ben superiori rispetto al tratto precedente, grazie agli apporti dello scaricatore Tre Salti, della centrale Turbighetto e del ramo Treccione.

Nella tabella seguente sono riportati alcuni parametri idrologici relativi ai singoli anni della sperimentazione. Il DMV indicato rappresenta l'intera portata prevista per la derivazione del naviglio Langosco, comprendente la quota rilasciata presso la filarola e la quota rilasciata nel ramo Treccione, come spiegato nelle pagine precedenti. Dai dati riportati si possono osservare alcune differenze chiare, che in parte hanno influito sulle attività di monitoraggio eseguite e sui risultati ottenuti:

- la portata minima presente in alveo in questo tratto è sempre superiore al DMV previsto, grazie ai contributi appena citati;
- l'anno idrologicamente più abbondante è stato il 2014;
- l'anno idrologicamente più scarso è stato il 2015;
- il tratto è soggetto ad una variabilità delle portate inferiore rispetto ai tratti precedenti (valori di deviazione standard simili alla media).

Tabella 13-2 Inquadramento idrologico del tratto negli anni della sperimentazione.

	2013	2014	2015	2013-2015
Portata media (m³/s)	194	330	163	229
Portata SD (m³/s)	216	298	123	236
Portata MIN (m³/s)	23	53	29	23
Portata MAX (m³/s)	1065	1821	606	1821
DMV (m³/s)	12-22	12-31	17-31	12-31

L'andamento temporale delle portate durante l'anno ricalca sostanzialmente quello del tratto precedente, con valori però mediamente superiori di 50-100 m³/s in tutti i mesi.

Figura 13-3 Portate medie mensili negli anni della sperimentazione, a confronto con lo scenario di DMV previsto.

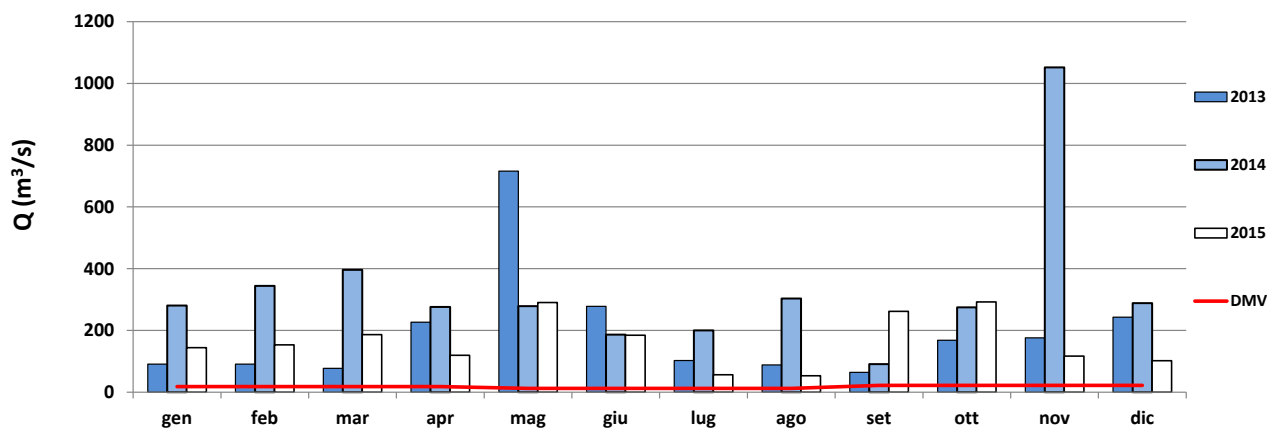
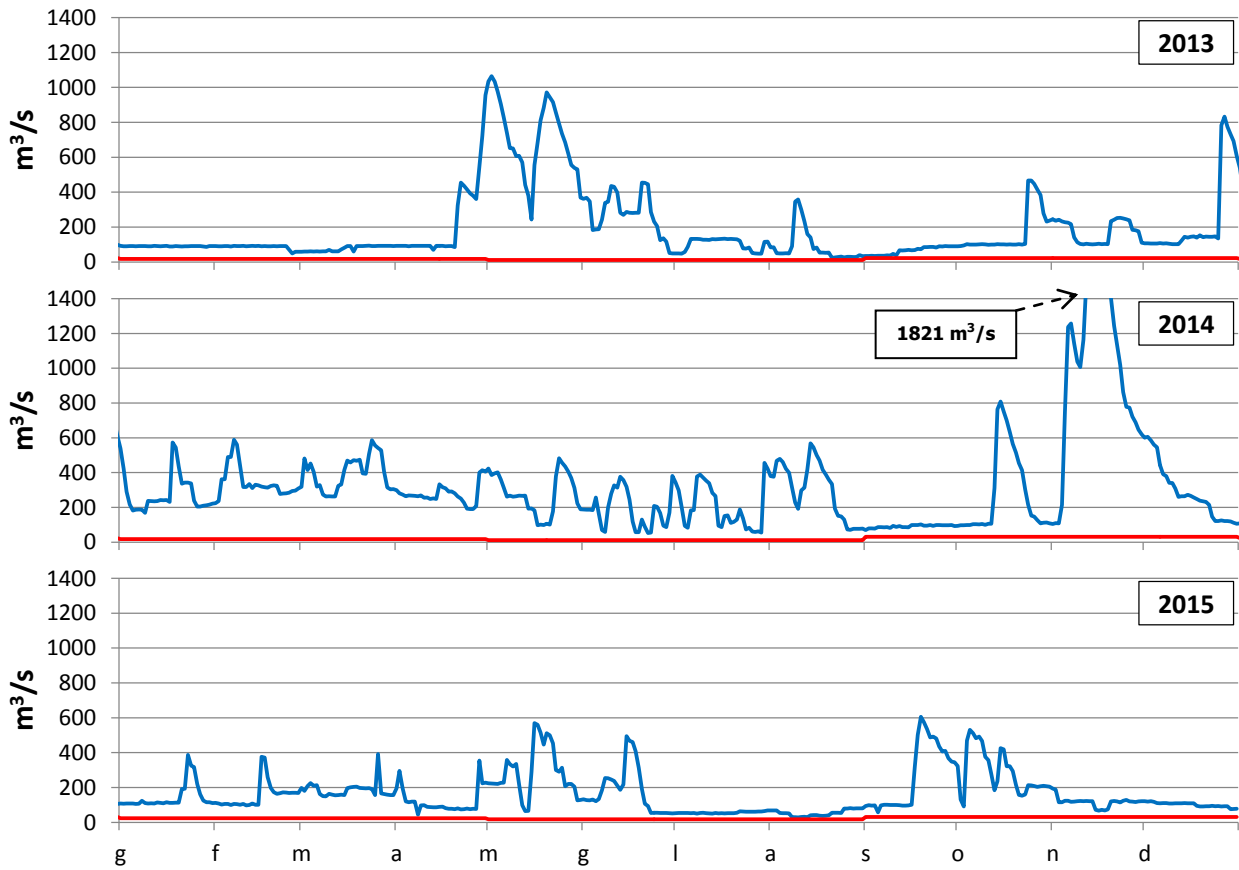


Figura 13-4 Portate giornaliere negli anni di monitoraggio (2013-2015), a confronto con il DMV previsto (linea rossa).



13.2 HABITAT FLUVIALE

Il Fiume Ticino in questo tratto scorre in un alveo relativamente stretto rispetto ai tratti precedenti (70 - 100 m in condizioni di magra). La colonna d'acqua è relativamente profonda e il *mesohabitat* principale è il *run*. Un raschio (*riffle*) è presente nella parte più settentrionale del tratto, mentre sono assenti *pool* vere e proprie.

Lungo la sponda destra la riva è rinforzata da una massicciata artificiale, che limita l'espansione del fiume, mentre sulla sponda sinistra c'è ampia possibilità di espansione. La vegetazione perifluviale è discontinua per la presenza di urbanizzazione (seppur rada) anche nelle vicinanze dell'alveo.

La presenza del ponte stradale, con due pilastri all'interno dell'alveo di magra, altera localmente la morfologia.

La presenza della massicciata artificiale lungo la riva destra, pur alterando la naturalità del corso d'acqua, offre rifugi alla fauna ittica.

A monte del ponte, in sponda destra, c'è l'immissione del ramo del Treccione, che, oltre a garantire una buona portata nel fiume anche in periodo di magra, funge da importante rifugio per la fauna ittica e da area di riproduzione per i Salmonidi.

Il substrato è costituito principalmente da ciottoli di diverse dimensioni e da ghiaia.

Lo sviluppo della vegetazione acquatica è particolarmente limitato dalla velocità della corrente e dalla mobilità del substrato.

Nel complesso il tratto ha una idoneità ittica buona.

L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) al tratto indagato porta ad un giudizio di funzionalità fluviale "mediocre" per entrambe le sponde.

Figura 13-5 Fiume Ticino, tratto di Turbigio, a valle del ponte, in magra (settembre 2014) e in morbida (agosto 2013).



Figura 13-6 L'*habitat* nel tratto di Turbigo – località valle ponte.



13.3 MONITORAGGIO CHIMICO – FISICO

In questo paragrafo si riportano i risultati delle analisi della qualità chimico-fisica delle acque effettuate nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

Il monitoraggio dei parametri chimico - fisici è avvenuto solo in condizioni di portata rilasciata presso la filarola pari (o prossima) al DMV dal mese di maggio 2013 al mese di dicembre 2015.

In totale sono stati raccolti 14 campioni. Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

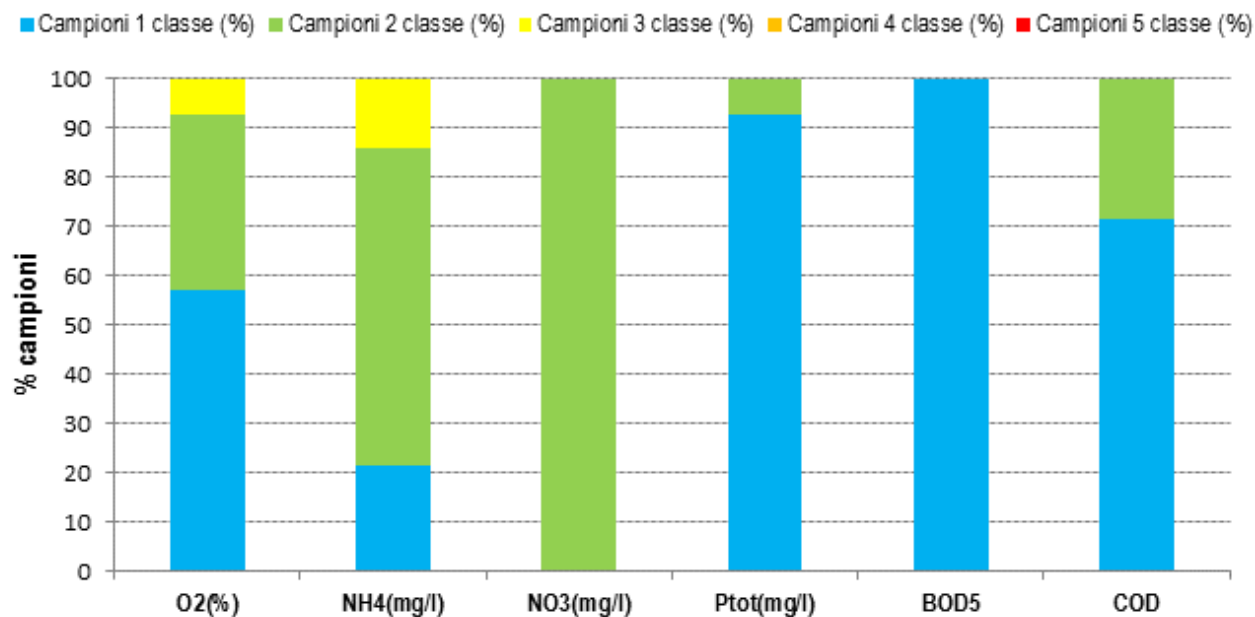
2013	→	luglio-agosto ottobre dicembre	2015	→	febbraio maggio luglio-novembre
2014	→	aprile settembre novembre			

Risultati

Nel tratto di monitoraggio TIC5 i parametri monitorati nell'arco della sperimentazione hanno mostrato modeste concentrazioni di nutrienti (N e P) e basse concentrazioni di sostanza organica e valori di ossigeno e temperatura generalmente non critici per la vita acquatica.

Di seguito si illustra, per ciascun macrodescrittore, il livello di qualità ottenuto (come da metodica LIM, D.lgs. 152/99) in termini percentuali rispetto alla totalità dei campionamenti effettuati. Tutti i descrittori rientrano all'interno della prima classe nella maggioranza dei casi, ad eccezione dell'azoto nitrico, che ricade nella seconda classe per il 100% dei casi e dell'azoto ammoniacale, che ricade in seconda/terza classe per circa il 79%. Scadimenti al di sotto del secondo livello sono stati osservati esclusivamente per i parametri deficit di ossigeno (agosto 2013) e azoto ammoniacale (luglio 2013 e luglio 2015).

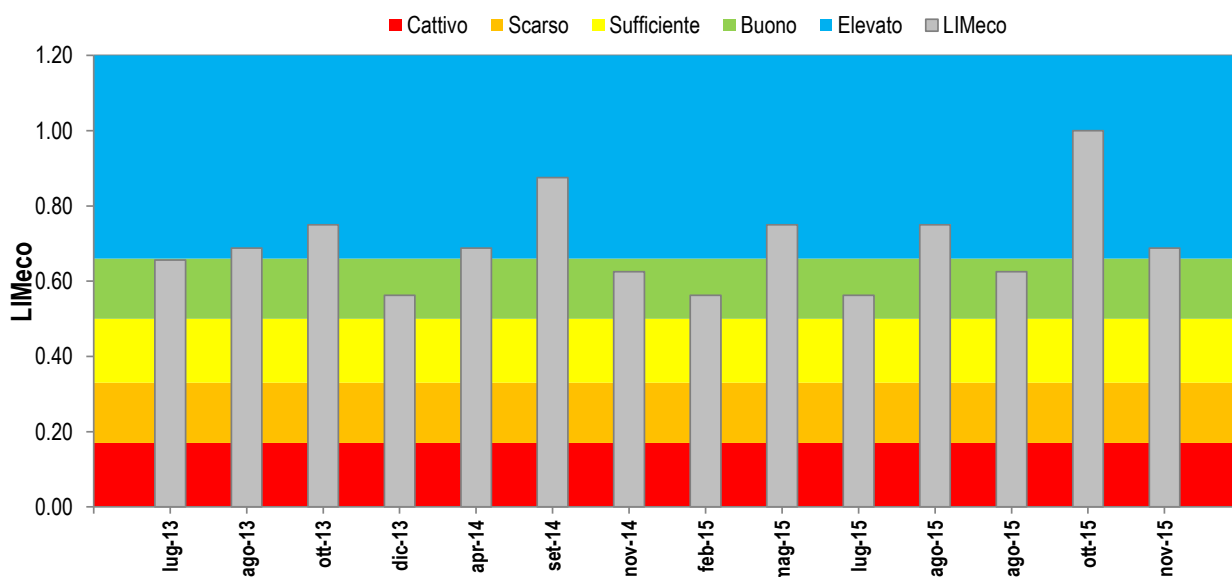
Figura 13-7 Macrodescriptors rientranti nel calcolo dell'indice LIM (d.lgs. 152/99). Distribuzione percentuale tra le diverse classi di qualità dei valori registrati nell'intero periodo di sperimentazione nel tratto TIC5.



Applicazione dell'indice LIMeco

Per la valutazione dello stato di qualità delle acque è stato calcolato l'indice LIMeco, i cui valori sono riportati nel grafico seguente. Come si può osservare, il giudizio relativo all'indice è "elevato" o "buono" per tutti i campionamenti effettuati.

Figura 13-8 Andamento dell'indice LIMeco nell'intero arco della sperimentazione.



Di seguito sono riportati i valori medi annui dell'indice e i valori medi del punteggio di ciascun parametro utile per la sua applicazione. L'indice è risultato "elevato" a livello medio annuo per tutti gli anni della sperimentazione e come media sull'intero periodo. Tra i parametri utilizzati per il suo

calcolo, il deficit di ossigeno è rientrato sempre nel primo livello come media annua con l'eccezione del 2013, l'azoto nitrico e ammoniacale si attestano tra il secondo livello ed il terzo livello, e il fosforo totale è rientrato sempre nel primo livello.

Tabella 13-3 Valori medi annui e per l'intero periodo della sperimentazione dell'indice LIMeco. Sono forniti inoltre i valori medi (\pm deviazione standard) dei parametri utilizzati per il suo calcolo e i relativi livelli assegnati per il calcolo dell'indice.

Anno	100 - O ₂ (%)		N-NH ₄ (mg/l)		N-NO ₃ (mg/l)		Ptot (mg/l)		LIMeco
	media	Livello	media	Livello	media	Livello	media	Livello	
2013	14.6	2	0.066	3	0.714	2	0.029	1	0.66
2014	4.4	1	0.043	2	0.860	2	0.033	1	0.73
2015	9.1	1	0.055	2	0.769	2	0.032	1	0.71
Media sperimentazione	9.7	1	0.056	2	0.773	2	0.032	1	0.70

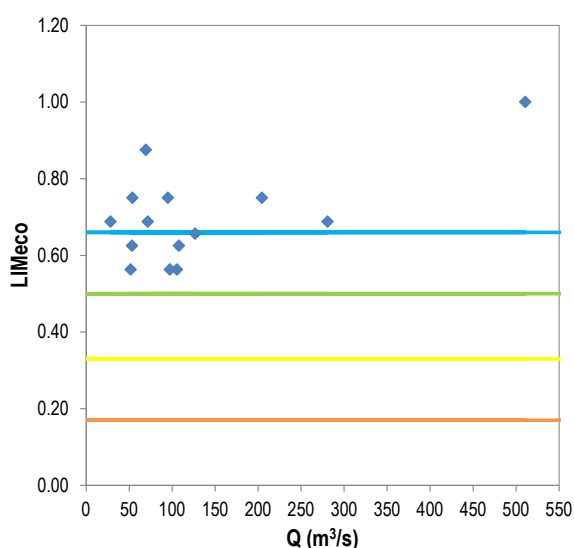
Relazione tra qualità chimica e portate

Dato il complesso sistema idraulico compreso tra la filarola del naviglio Langosco e il ponte di Turbigio, con i ritorni in alveo di portate elevate come quelle del Turbighetto e del Treccione, in questo tratto di monitoraggio i campionamenti per l'analisi della qualità chimica delle acque sono stati condotti sempre con portate ben superiori al DMV.

Dato il numero di dati a disposizione per questo tratto, per fare considerazioni sull'andamento del LIMeco e dei suoi sotto-parametri in base alla portata appare particolarmente utile osservare l'andamento dei valori su una scala continua di portate. Le figure seguenti mostrano la variazione dei valori dell'indice LIMeco e delle sue sotto-metriche, con diversi valori di portata.

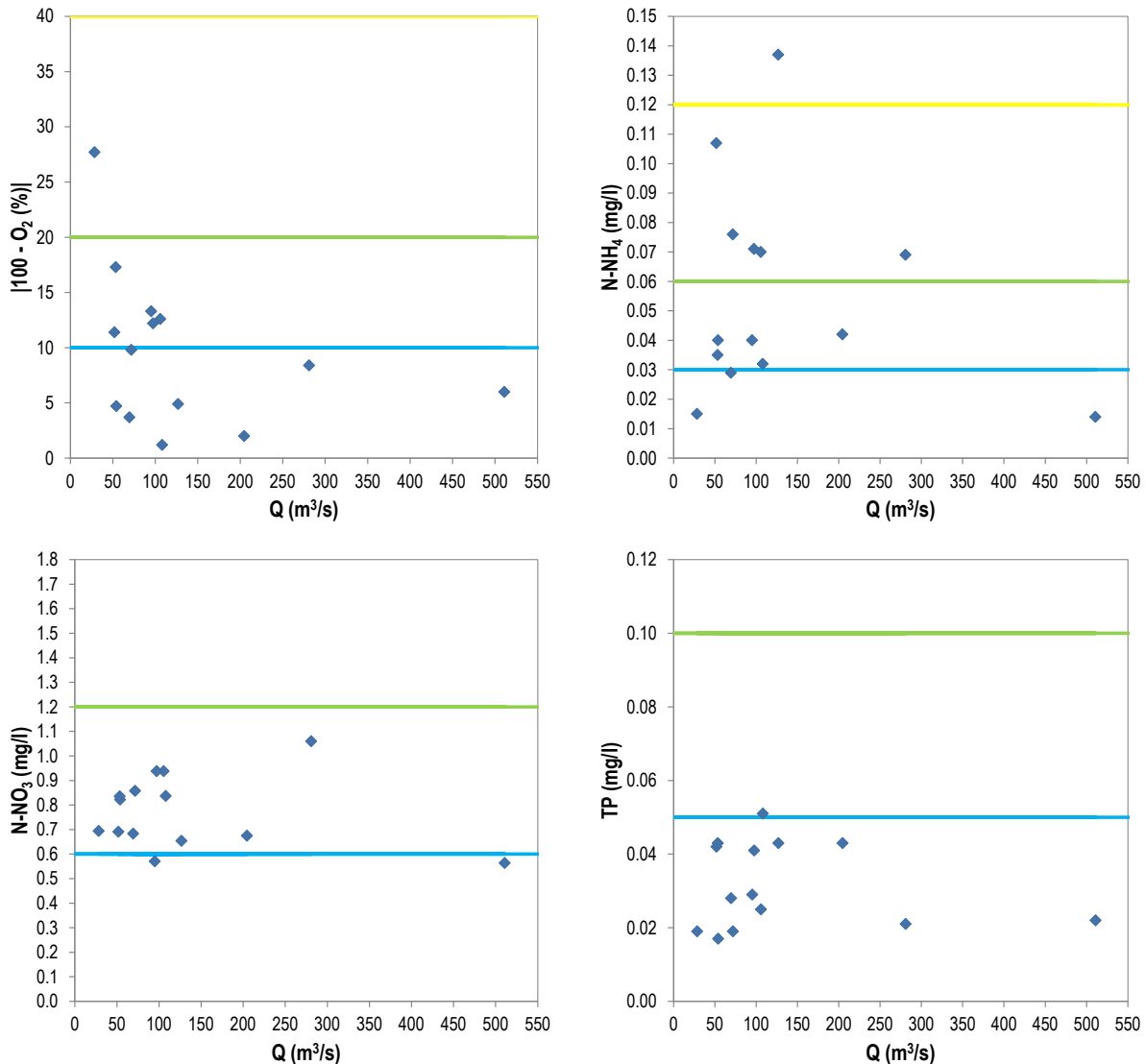
Dalla figura relativa al LIMeco non è possibile individuare un chiaro andamento nei valori dell'indice in base alle portate.

Figura 13-9 Grafico di correlazione tra i valori del LIMeco e la portata giornaliera nel tratto TIC5. Ogni riga orizzontale indica il confine inferiore di un livello di qualità.



Allo stesso modo, i parametri che compongono il LIMeco non mostrano un chiaro andamento nei valori in risposta alla portata. L'azoto ammoniacale ha assunto, in numerosi casi, valori corrispondenti ad un livello di qualità inferiore al secondo; tuttavia, questo è accaduto sempre in giornate in cui la portata rilasciata presso la filarola era superiore al DMV.

Figura 13-10 Grafici di correlazione dei valori dei parametri componenti il LIMeco con la portata giornaliera nel tratto TIC5. Ogni riga orizzontale indica il confine superiore di un livello di qualità (indicati dai colori: blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente).



Nel complesso la qualità chimica del tratto è risultata "elevata" e simile a quella del tratto precedente, nonostante la portata presente in questo tratto sia ben superiore rispetto al tratto precedente e rispetto al DMV. Questo conferma che la qualità dell'acqua in quest'area non dipende dalla portata rilasciata presso la filarola, bensì dai carichi inquinanti presenti a monte, che giungono a questo tratto.

13.4 MACROINVERTEBRATI

In questo paragrafo si riportano i risultati delle indagini biologiche effettuate tramite lo studio della comunità macrobentonica rinvenuta nel tratto d'interesse.

Dati raccolti

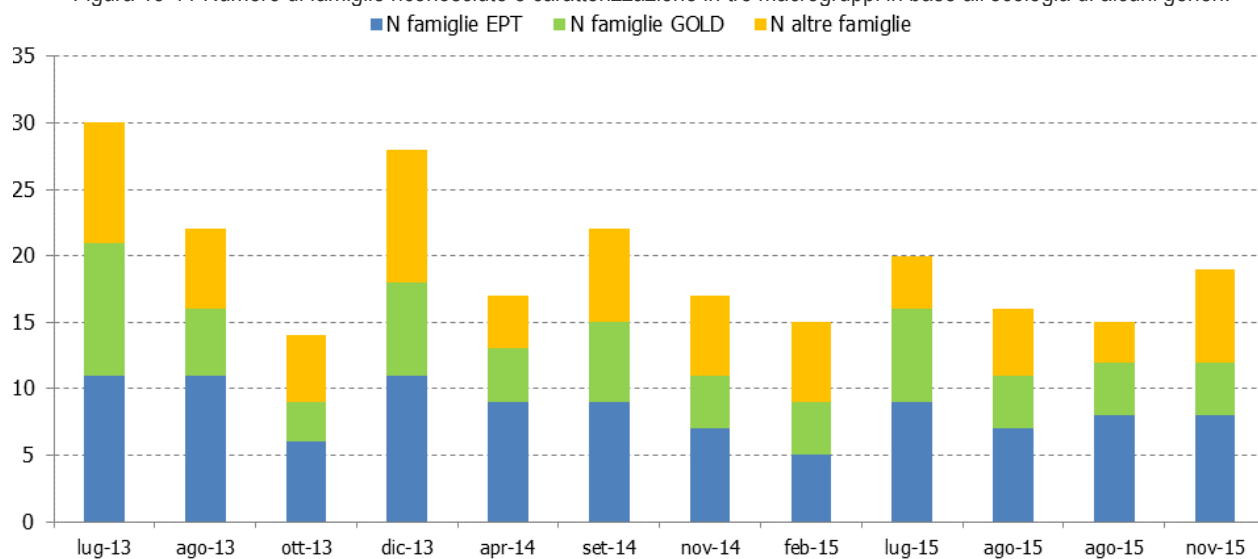
Per quanto riguarda la comunità di macroinvertebrati bentonici sono disponibili 12 campioni, raccolti con cadenza di base stagionale e con frequenza maggiore in periodi caratterizzati da portate pari o prossime al DMV (nel 2015) nella sezione a monte. Di seguito sono riepilogati i campioni disponibili per ciascun anno della sperimentazione.

2013	→	11/07/2013 28/08/2013 04/10/2013 06/12/2013	2015	→	12/02/2015 15/07/2015 04/08/2015 24/08/2015 17/11/2015
2014	→	23/04/2014 04/09/2014 03/11/2014			

Risultati

La comunità macrobentonica individuata nel tratto d'interesse mostra una ricchezza tassonomica piuttosto bassa e mediamente molto simile a quella del tratto precedente, ma meno variabile. Sono state rinvenute mediamente 20 famiglie (min = 14, max = 30), la suddivisione tra i tre macrogruppi "famiglie EPT", "famiglie GOLD" e "altre famiglie" mostra una prevalenza del gruppo EPT sul gruppo GOLD, mentre le "famiglie EPT" e le "altre famiglie" sono presenti in numero simile. L'elevato numero di famiglie appartenenti al terzo gruppo evidenzia un ambiente diverso da quello degli altri tratti di monitoraggio.

Figura 13-11 Numero di famiglie riconosciute e caratterizzazione in tre macrogruppi in base all'ecologia di alcuni generi.



Anche la densità di individui è bassa, variando generalmente da circa 700 a circa 2500 individui per metro quadro. Questi valori sono ben più bassi di quelli riscontrati in tutti gli altri tratti di monitoraggio, anche nel vicinissimo tratto TIC4.

Tra gli individui rinvenuti, i *taxa* maggiormente rappresentati sono i Crostacei, gli Efemerotteri e i Ditteri; rispetto ai tratti precedenti, quindi, qui l'abbondanza relativa dei Crostacei è molto maggiore, mentre quella dei Tricotteri è minore. All'interno degli ordini più abbondanti, le famiglie numericamente dominanti sono Gammaridae, Baetidae e Chironomidae. La dominanza dei Gammaridae (invece scarsamente rappresentati in TIC4) è probabilmente dovuta al fatto che in questo tratto il *mesohabitat* largamente dominante sia il *run* (grazie alla maggiore disponibilità idrica), a differenza del tratto precedente, caratterizzato quasi esclusivamente da *riffle*.

Generalmente non si osserva una netta dominanza di una famiglia sulle altre e la diversità, calcolata tramite l'indice di Shannon varia tra 1.299 e 2.340, dove il valore di riferimento proprio del tratto è pari a 1.978. Di seguito si riportano le densità riscontrate nei campionamenti effettuati dal 2013 al 2015 e la distribuzione percentuale degli individui tra i diversi macrogruppi da cui è composta la comunità.

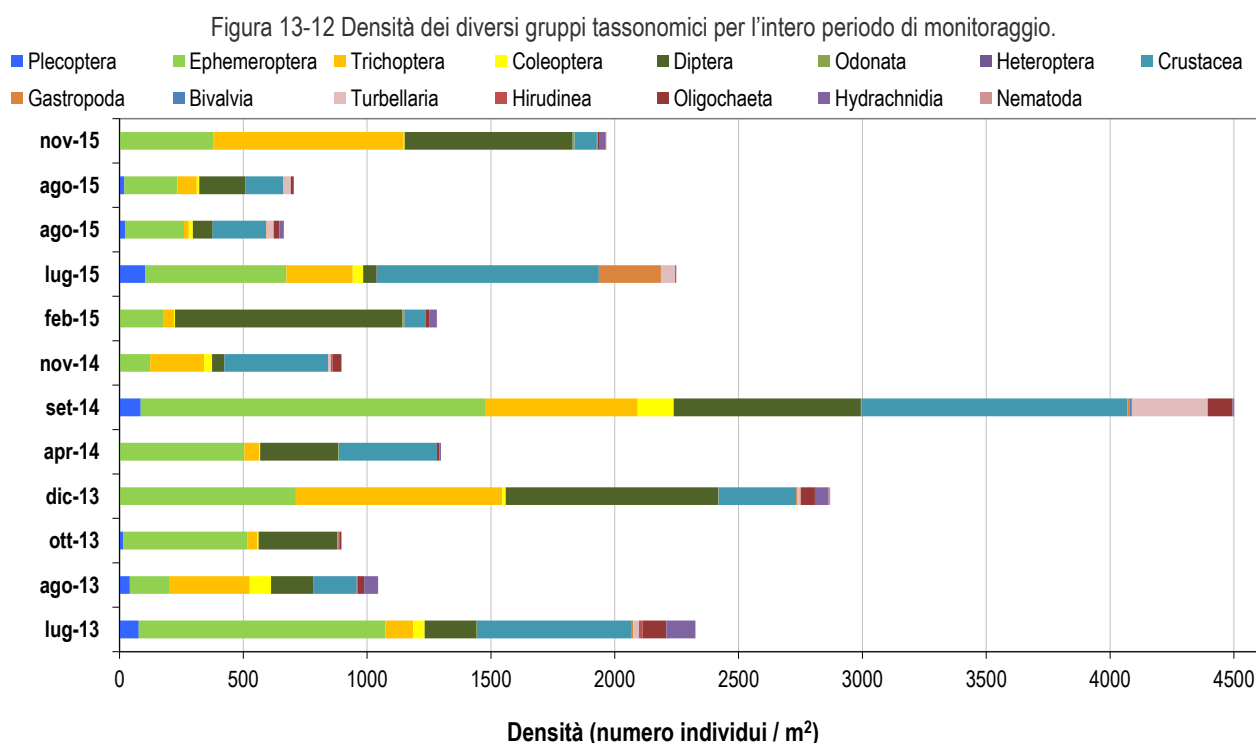
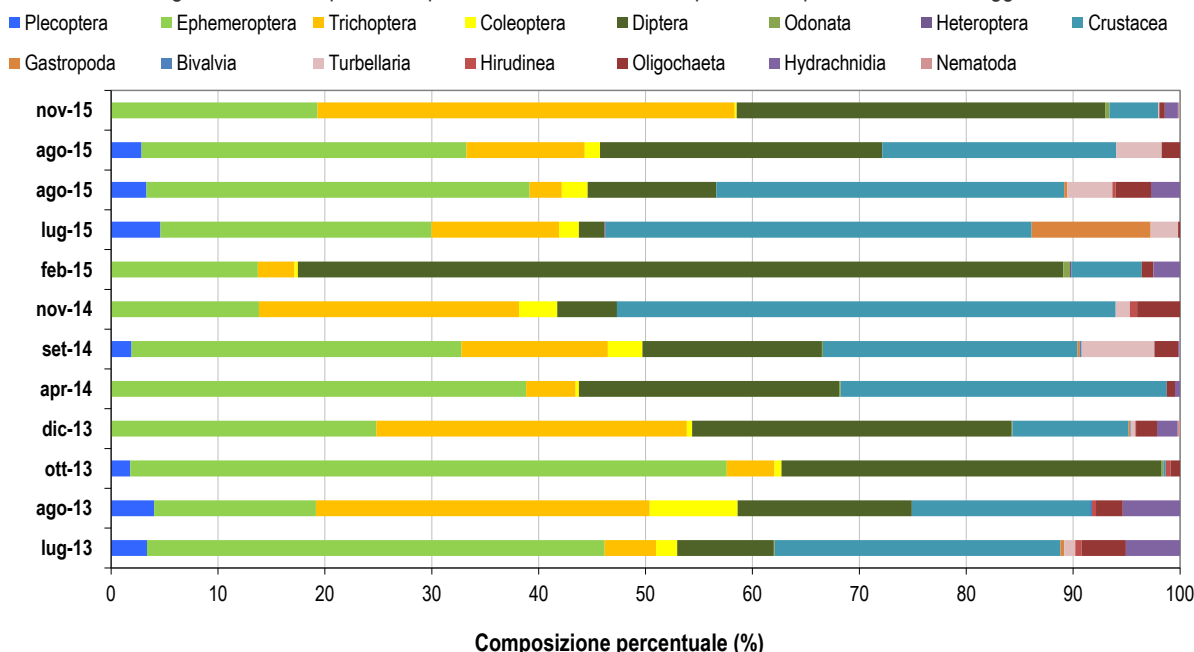


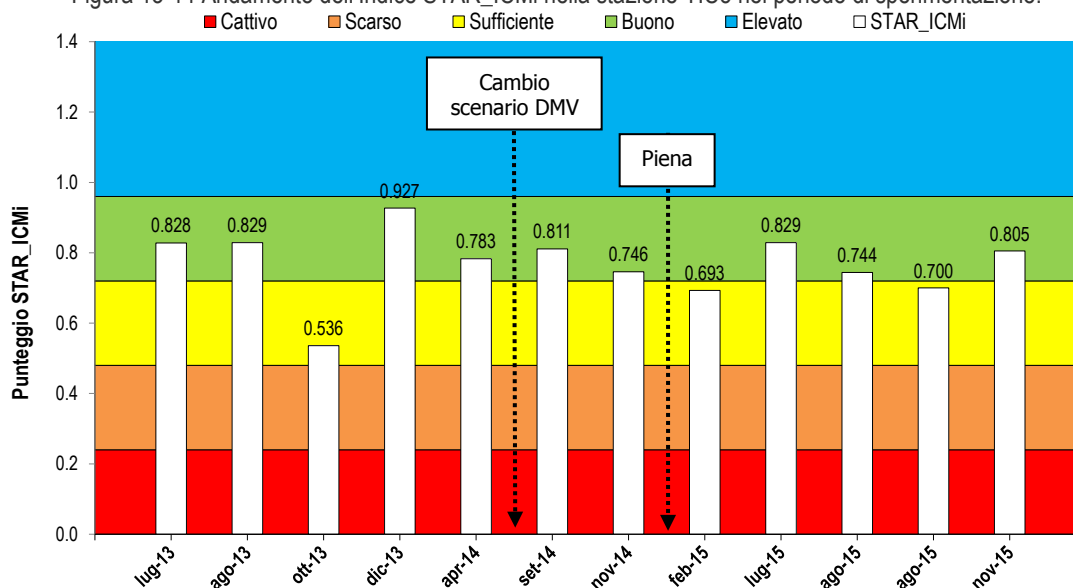
Figura 13-13 Composizione percentuale della comunità per l'intero periodo di monitoraggio.



Applicazione dell'indice STAR_ICMi

L'applicazione dell'indice STAR_ICMi ai dati raccolti ha permesso di evidenziare uno stato ecologico del tratto variabile da "sufficiente" a "buono". L'introduzione della metodica di *sorting* in campo, avvenuta all'inizio del 2013, non ha portato ad una evidente variazione nel giudizio di qualità assegnato e nei valori dell'indice. Il valore più basso assunto dall'indice è stato registrato nel mese di ottobre 2013, in concomitanza con un abbassamento registrato anche nel tratto precedente e commentato nei prossimi paragrafi.

Figura 13-14 Andamento dell'Indice STAR_ICMi nella stazione TIC5 nel periodo di sperimentazione.



Nella tabella seguente sono riportati i valori medi annui di ciascuna metrica componente l'indice STAR_ICMi e dell'indice stesso. Come si può osservare, lo stato ecologico del tratto in base alla

comunità macrobentonica è “buono” per tutti gli anni della sperimentazione e complessivamente sull'intero periodo di sperimentazione.

Tabella 13-4 Applicazione dell'indice STAR_ICMi – valori medi annui

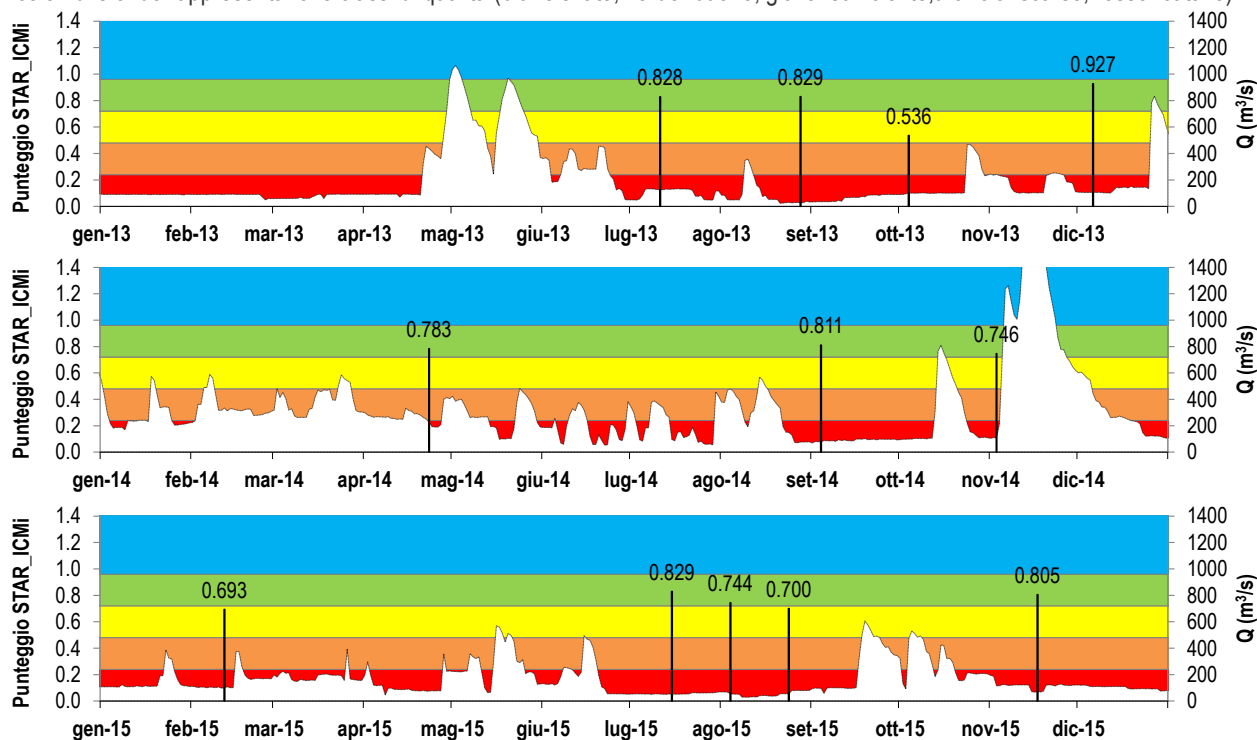
DATA	2014	2015	Media Sperimentazione
Indice ASPT	5.917	6.007	5.932
Indice EPTD	1.608	1.514	1.518
Indice GOLD	0.820	0.675	0.734
N° famiglie	19	17	20
Indice EPT	8	7	8
Indice di Shannon	1.937	1.819	1.894
STAR_ICMi punteggio	0.780	0.742	0.769
STAR_ICMi giudizio	buono	buono	buono

Relazione tra stato dei macroinvertebrati e portate

Di seguito sono mostrati gli andamenti delle portate nel tratto di monitoraggio a confronto con i valori dell'indice STAR_ICMi. Valori dell'indice che ricadono all'interno della classe “sufficiente” si sono verificati in tre occasioni: in due casi durante il periodo di morbida estiva (ottobre 2013 e agosto 2015) e in un caso dopo l'importante piena dell'autunno 2014 (febbraio 2015).

Nel periodo luglio-agosto 2015 sono stati effettuati tre campionamenti ravvicinati (a circa 20 giorni l'uno dall'altro) per valutare il protrarsi di condizioni di magra. Sebbene in questo tratto la portata presente in alveo in condizioni di magra sia comunque largamente superiore al DMV, si può osservare una lieve riduzione del valore dello STAR_ICMi con il protrarsi delle condizioni di magra, così come già registrato nel tratto precedente.

Figura 13-15 Andamento annuo dell'indice STAR_ICMi e portate nella stazione di monitoraggio negli anni della sperimentazione. I colori di sfondo rappresentano le classi di qualità (blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancio=scarso; rosso=cattivo).



Di seguito si riportano i valori medi annui dell'indice STAR_ICMi ricalcolati escludendo il valore relativo al mese di febbraio 2015, che, come già commentato, è fortemente influenzato dalla piena straordinaria che si è verificata a fine 2014. L'effetto di questa eliminazione è un lieve aumento dei valori dell'indice per il 2015 e come media dell'intera sperimentazione; restano invariati i giudizi di qualità.

Tabella 13-5 Applicazione dell'indice STAR_ICMi – valori medi annui

DATA	2014	2015	Media Sperimentazione
Indice ASPT	5.917	6.077	5.940
Indice EPTD	1.608	1.514	1.483
Indice GOLD	0.820	0.769	0.775
N° famiglie	19	18	20
Indice EPT	8	8	9
Indice di Shannon	1.937	1.924	1.944
STAR_ICMI punteggio	0.780	0.770	0.776
STAR_ICMI giudizio	buono	buono	buono

Per meglio approfondire eventuali relazioni tra l'indice STAR_ICMi o le sue sotto-metriche e le portate transanti in alveo, di seguito sono riportati i valori delle metriche biologiche a confronto con alcuni parametri che definiscono la portata nel periodo precedente il campionamento.

Tabella 13-6 Metriche descrittive della comunità di macroinvertebrati e metriche descrittive della portata relative al periodo immediatamente precedente il campionamento – periodo 2013-2015.

METRICA		lug-13	ago-13	ott-13	dic-13	apr-14	set-14	nov-14	feb-15	lug-15	ago-15	ago-15	nov-15	
BIO	Indice ASPT	5.958	6.050	5.357	5.917	6.438	5.842	5.471	5.846	6.250	5.933	6.000	6.125	
	Indice EPTD	1.176	1.462	0.477	2.320	1.362	1.708	1.756	1.898	1.653	1.462	1.041	1.898	
	Indice GOLD	0.865	0.812	0.636	0.680	0.749	0.808	0.904	0.273	0.863	0.843	0.719	0.650	
	N° famiglie	30	22	14	28	17	22	17	15	20	16	15	19	
	Indice EPT	11	11	6	11	9	9	7	5	9	7	8	8	
	Indice di Shannon	2.012	2.340	1.299	2.232	1.906	2.025	1.879	1.334	2.003	1.933	2.005	1.754	
	STAR_ICMI punteggio	0.828	0.829	0.536	0.927	0.783	0.811	0.746	0.693	0.829	0.744	0.700	0.805	
	STAR_ICMI giudizio	B	B	S	B	B	B	B	S	B	B	S	B	
IDRO	Giorno di campionamento	DMV previsto – m ³ /s	12	12	22	22	18	31	31	24	17	17	17	31
		Q media – m ³ /s	128	29	102	108	226	78	108	100	52	54	54	72
	1 mese precedente	Q media – m ³ /s	191	93	74	146	295	240	285	143	95	58	50	149
		Q mediana – m ³ /s	133	53	84	107	271	192	137	111	54	54	52	124
		Q sd – m ³ /s	123	94	21	60	75	166	243	75	107	6	15	50
		Q min – m ³ /s	48	23	35	100	193	70	100	97	51	51	29	67
		Q max – m ³ /s	455	358	102	253	542	569	809	387	460	69	80	215
		10° percentile – m ³ /s	49	28	38	102	248	76	104	101	52	52	30	72
		90° percentile – m ³ /s	303	239	92	245	340	472	705	230	204	68	69	209
	3 mesi precedenti	Q media – m ³ /s	414	161	87	142	334	226	209	367	189	169	103	220
		Q mediana – m ³ /s	365	130	77	102	312	189	104	154	132	81	55	142
		Q sd – m ³ /s	291	124	61	94	96	146	188	426	145	150	100	158
		Q min – m ³ /s	48	23	23	37	204	53	70	97	51	51	29	40
		Q max – m ³ /s	1065	455	358	467	589	569	809	1821	570	570	495	606
		10° percentile – m ³ /s	90	48	33	69	239	69	80	106	53	53	40	78
		90° percentile – m ³ /s	885	358	132	245	482	422	502	879	447	447	222	483

In questo tratto di monitoraggio le portate medie presenti in alveo sono sempre ben maggiori del DMV. In questo ambito di portate è comunque possibile riscontrare alcune relazioni tra le variabili idrologiche e quelle biologiche.

Osservando i valori del coefficiente di determinazione (R^2) per la correlazione tra parametri idrologici e parametri biologici riportati nella tabella seguente, è possibile notare come gli indici ASPT e GOLD siano le variabili biologiche che meglio correlano con quelle idrologiche. In particolare mostrano una risposta ai parametri di portata riferiti ai tre mesi precedenti il campionamento: ASPT e GOLD hanno valori generalmente superiori quando la portata minima o media è più elevata. Il valore di queste metriche è tanto più elevato quanto più la comunità è composta da organismi sensibili, quindi bassi valori indicano generalmente una bassa qualità delle acque. La diminuzione dei valori di queste metriche al diminuire delle portate fa quindi supporre che, in condizioni di magra, la comunità risenta maggiormente delle caratteristiche chimiche delle acque definite dagli scarichi posti a monte della filarola del Langosco e mostri quindi una maggiore abbondanza di *taxa* tolleranti e generalisti, rispetto a portate più elevate.

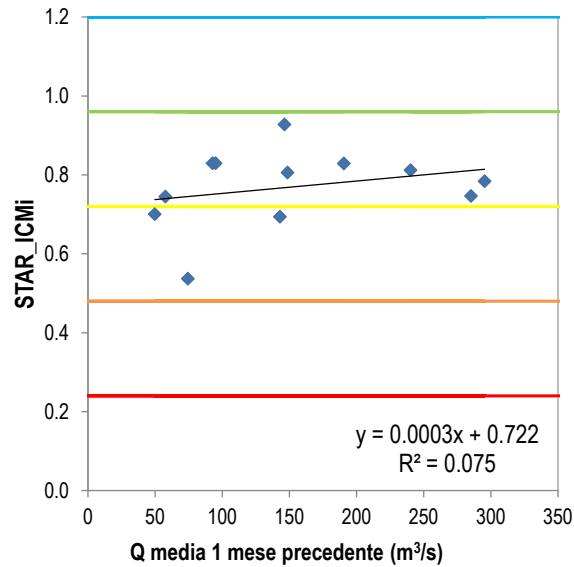
Per quanto riguarda le altre metriche biologiche ed in particolare lo STAR_ICMi, si osserva una scarsissima correlazione con i valori di portata.

Tabella 13-7 Valori del coefficiente di correlazione lineare R^2 calcolato confrontando i dati relativi ad alcune metriche biologiche descrittive della comunità di macroinvertebrati e quelli relativi ad alcune metriche descrittive della portata presente in alveo. La scala di colori è proporzionale al valore dell' R^2 : blu=elevata correlazione; bianco=bassa correlazione.

		ASPT	EPTD	GOLD	N° famiglie	EPT	Shannon	STAR_ICMI	densità
Giorno di campionamento	Q media – m³/s	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
1 mese precedente	Q media – m³/s	0.00	0.09	0.03	0.04	0.02	0.00	0.08	0.12
	Q mediana – m³/s	0.06	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.13
	Q min – m³/s	0.11	0.12	0.03	0.00	0.00	0.01	0.04	0.01
	Q max – m³/s	0.00	0.11	0.05	0.05	0.02	0.03	0.10	0.10
	10° percentile – m³/s	0.15	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00
	90° percentile – m³/s	0.05	0.13	0.10	0.04	0.01	0.03	0.07	0.10
3 mesi precedenti	Q media – m³/s	0.10	0.04	0.04	0.09	0.01	0.02	0.05	0.04
	Q mediana – m³/s	0.18	0.00	0.02	0.25	0.17	0.01	0.10	0.11
	Q min – m³/s	0.20	0.01	0.02	0.05	0.01	0.02	0.00	0.01
	Q max – m³/s	0.00	0.07	0.37	0.00	0.15	0.21	0.01	0.00
	10° percentile – m³/s	0.26	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
	90° percentile – m³/s	0.03	0.07	0.05	0.06	0.00	0.03	0.03	0.01

Il grafico seguente mostra l'andamento (scarsamente correlato) dei valori dello STAR_ICMi in risposta all'andamento della portata media del mese precedente.

Figura 13-16 Grafico di correlazione tra lo STAR_ICMi e la portata media del mese precedente. Ogni riga orizzontale indica il confine superiore di un livello di qualità (indicati dai colori: blu=elevato; verde=buono; giallo=sufficiente; arancione=scarso; rosso=cattivo).



È possibile concludere che:

- Lo stato ecologico definito dall'indice STAR_ICMi all'interno del tratto TIC5 è mediamente buono;
- Sebbene esista una lieve differenza in termini di struttura della comunità tra il tratto TIC4 (che riceve solo una quota di DMV) e il tratto TIC5 (intero DMV più apporto di acqua dai canali Treccione, Turbighetto e Tre Salti), non è stata rilevata una differenza evidente tra i valori dell'indice relativi ai due tratti.

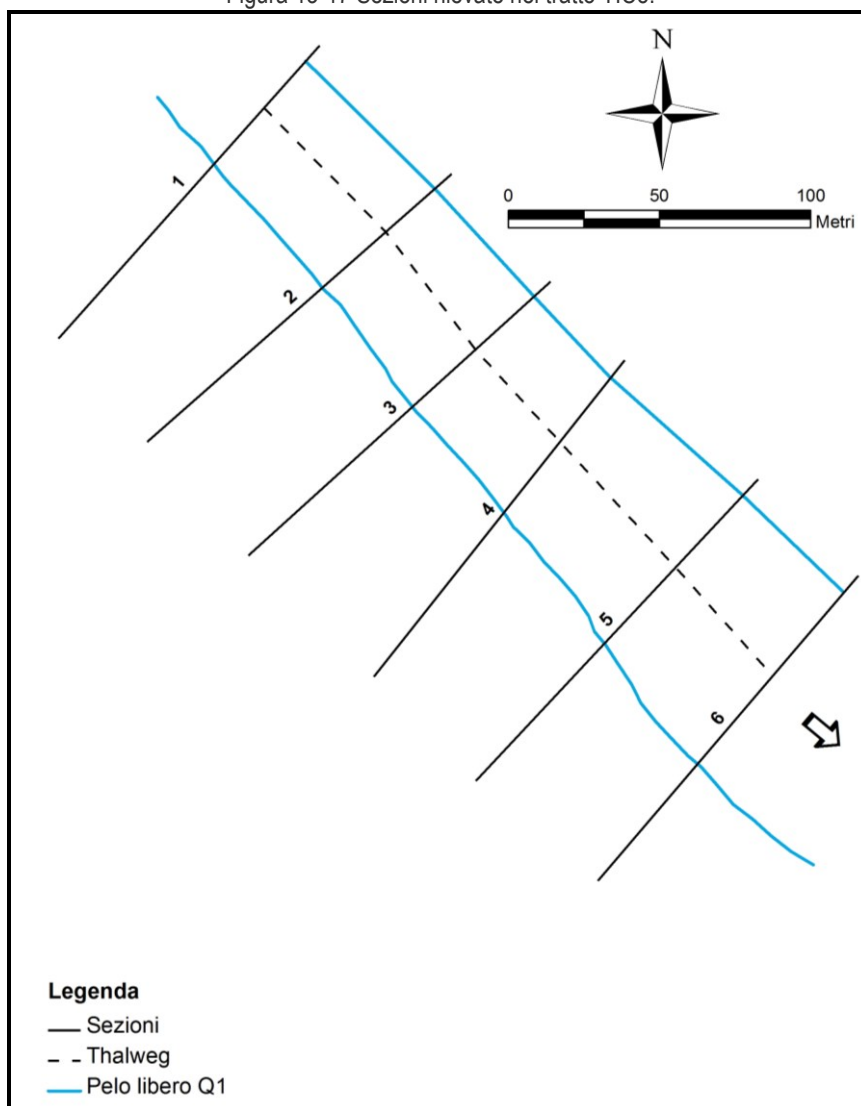
13.5 FAUNA ITTICA E SUO *HABITAT*

La comunità ittica di questo tratto è stata descritta insieme a quella del tratto 4, in conseguenza, come già spiegato, della vicinanza delle zone e dell'assenza di barriere allo spostamento dei pesci.

Relazione tra portate e *habitat* per la fauna ittica

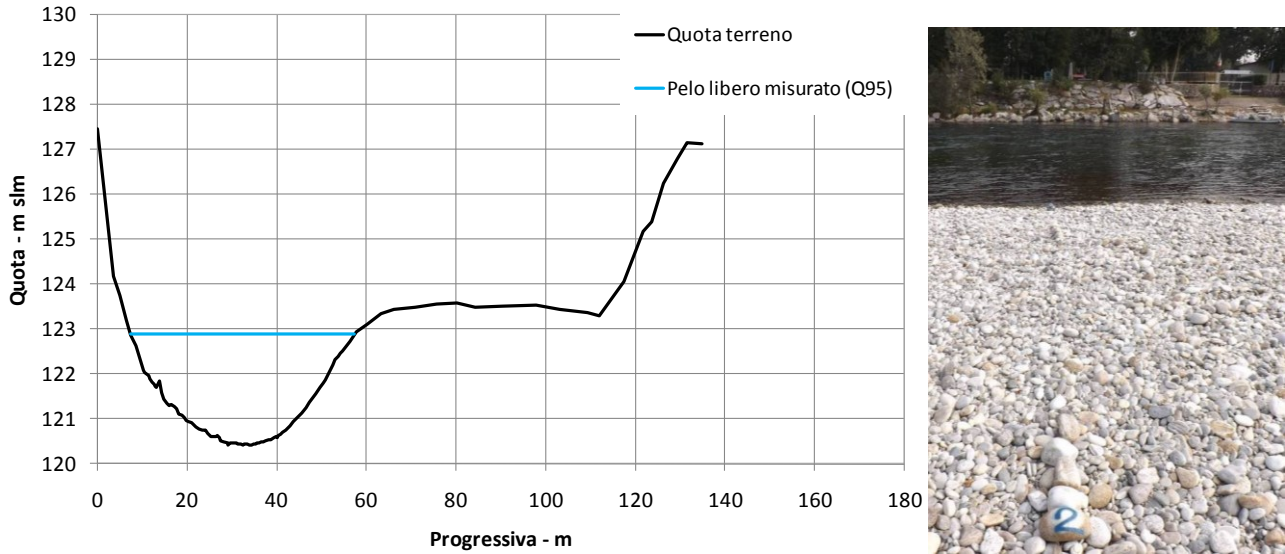
Per meglio indagare il rapporto tra la portata e l'*habitat* disponibile per la fauna ittica, sono stati effettuati rilievi topografici ed idraulici in campo e modellizzazioni i cui risultati sono sinteticamente rappresentati nei grafici e nelle figure che seguono. Per i dettagli si rimanda all'Allegato 4 - *Habitat Idraulico-morfologico e fauna ittica*. Nel tratto di monitoraggio sono state analizzate n.6 sezioni, il cui posizionamento è rappresentato nell'immagine seguente.

Figura 13-17 Sezioni rilevate nel tratto TIC5.



Di seguito è presentato, a titolo d'esempio, il profilo e l'inquadramento fotografico della sezione 2. In questo tratto la morfologia dell'alveo è piuttosto omogenea, quindi la sezione è particolarmente rappresentativa dell'area modellata. La rappresentazione delle altre sezioni è riportata in Allegato4.

Figura 13-18 Sezione trasversale 2: geometria e inquadramento fotografico.



Sulla base dei dati del rilievo delle sezioni trasversali, delle quote del pelo libero e dei valori di portata, sono state calcolate le principali grandezze idrauliche (tirante, velocità e larghezza), che crescono in funzione della portata. Nei grafici seguenti viene rappresentato l'andamento di queste grandezze in funzione della portata. Come si può osservare, le tre grandezze aumentano all'aumentare della portata, sebbene la velocità di corrente aumenti in maniera più accentuata rispetto alla larghezza dell'alveo bagnato e alla profondità dell'acqua.

Figura 13-19 Variazione della larghezza media dell'alveo bagnato in funzione della portata.

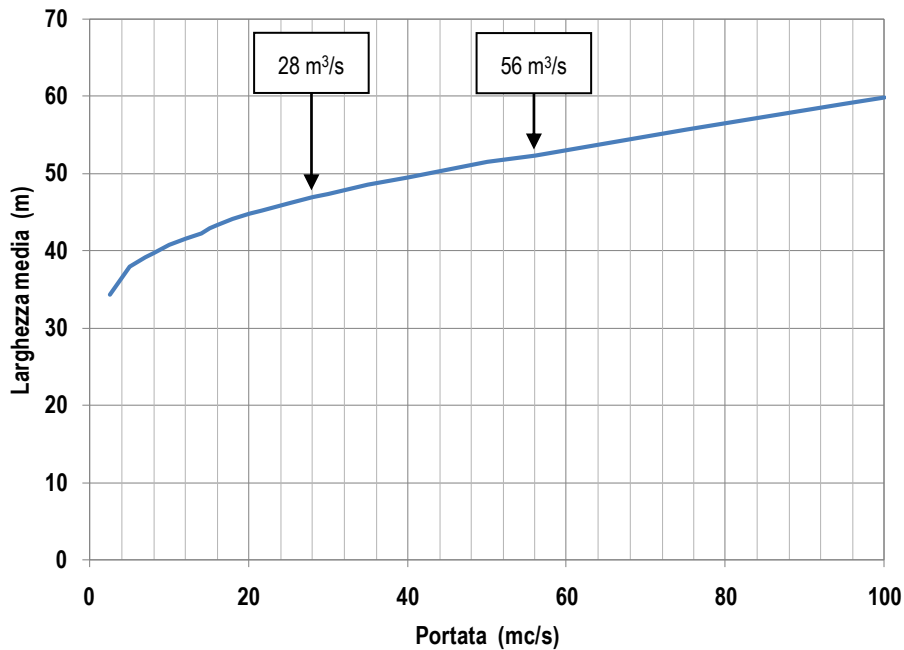


Figura 13-20 Variazione della profondità media dell'alveo bagnato in funzione della portata.

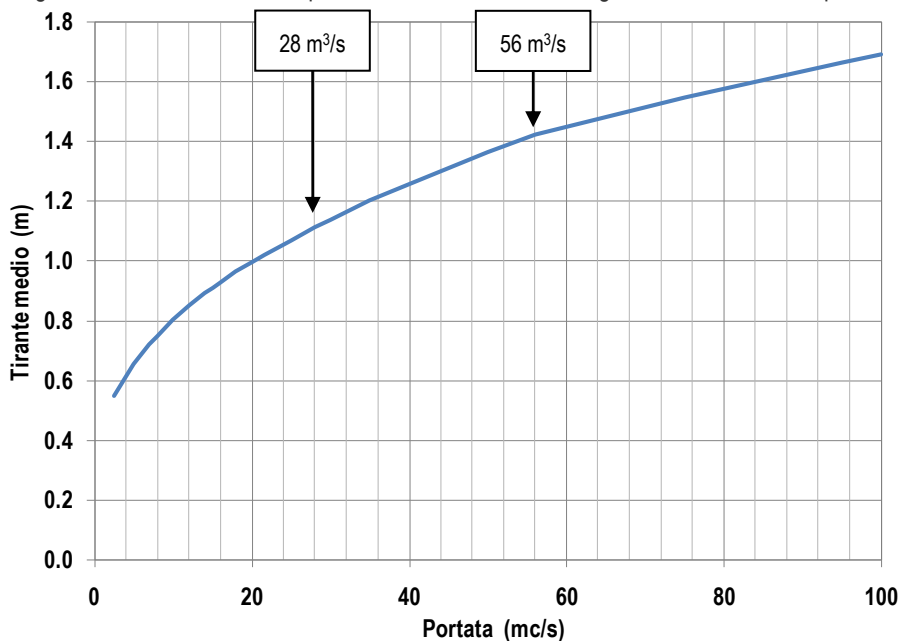
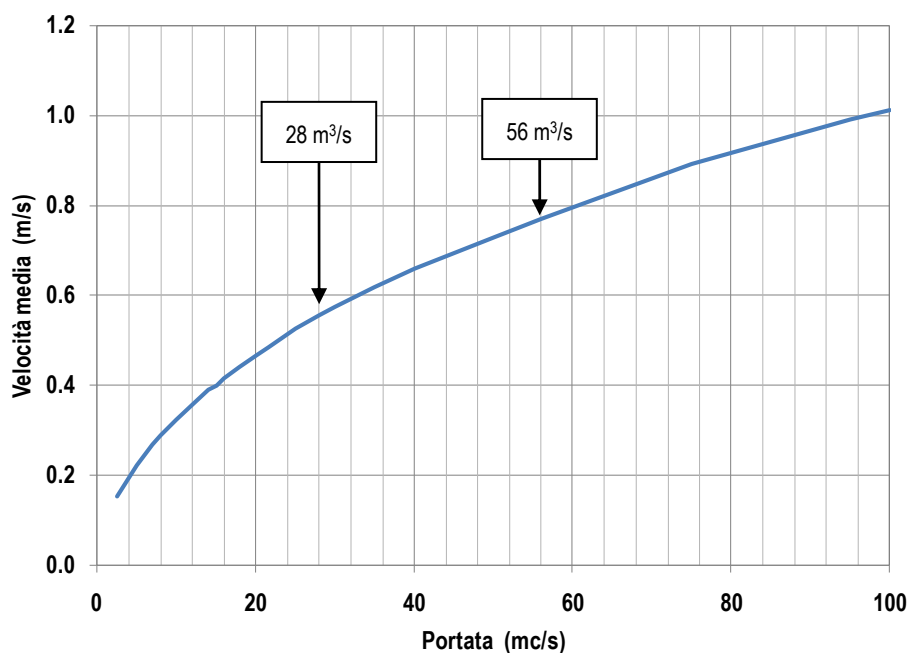


Figura 13-21 Variazione della velocità media di corrente in funzione della portata.



Dalla tabella riportata qui di seguito si può osservare che, tra le grandezze idrauliche analizzate, quella che cresce in misura maggiore, all'incremento della portata, è la velocità media. L'aumento della velocità è tuttavia molto più contenuto rispetto ai tratti TIC1 e TIC4, mentre è comparabile con quello calcolato per TIC3, che è il più simile al tratto TIC5 a livello idromorfologico.

Tabella 13-8 Incremento percentuale dei parametri analizzati rispetto all'aumentare della portata tra 25 m³/s e 50 m³/s.

Portata (m³/s)	tirante medio (m)	velocità media (m/s)	larghezza media (m)
25	1.07	0.526	46
50	1.37	0.729	52
incremento %	28%	38%	12%

Attraverso l'utilizzo del Software CASIMiR-Fish, i risultati idraulici sono stati combinati con le curve di preferenza del barbo comune, per ottenere la relazione tra portata rilasciata e *habitat* disponibile.

Nella figura seguente è mostrato il grado di idoneità dell'*habitat* per individui adulti di barbo comune con diverse portate. Nel calcolo dell'idoneità non è stata presa in considerazione la tipologia di substrato presente, in quanto, come già spiegato per il tratto TIC1, agisce come fattore limitante l'idoneità essendo troppo fine per la specie *target* e il suo effetto può rendere meno apprezzabile l'effetto della variazione di portata (l'oggetto d'interesse del presente studio).

Allo stesso modo, nella figura successiva è mostrato il grado di idoneità dell'*habitat* per individui giovani di barbo comune con diverse portate, senza l'utilizzo del parametro "substrato".

Figura 13-22 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune adulto considerando solo i parametri profondità e velocità.

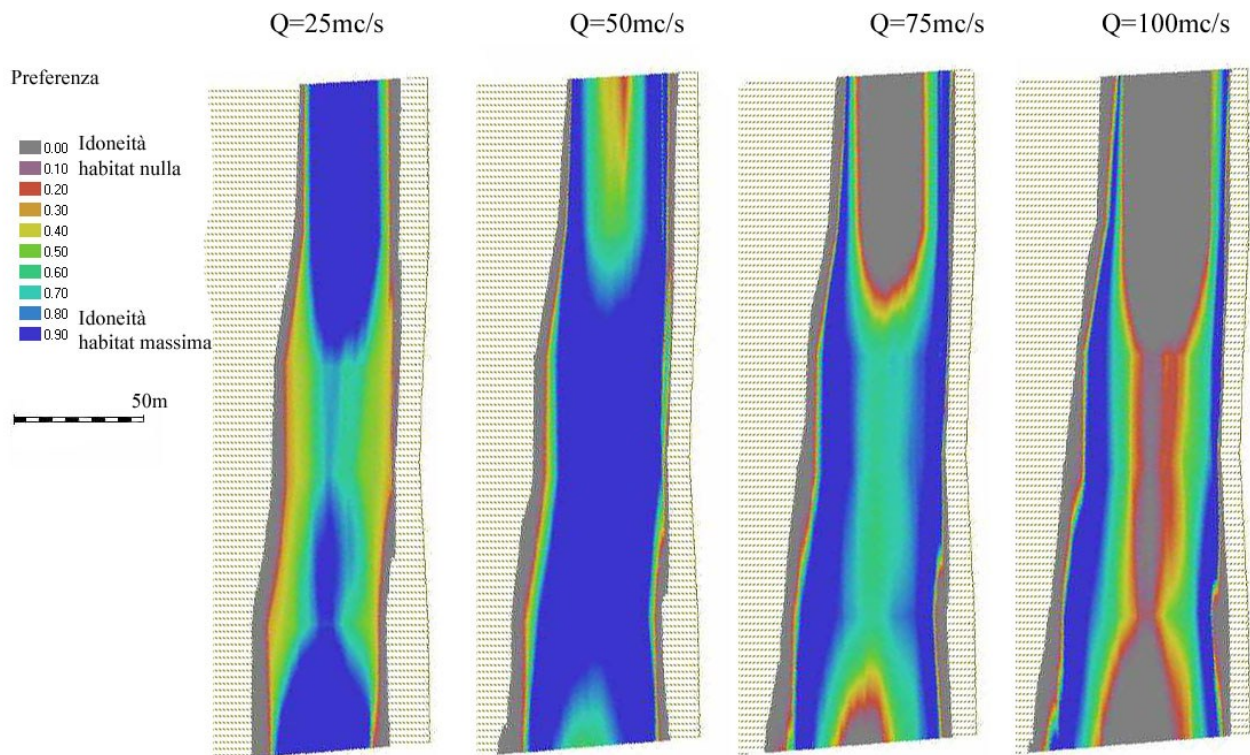
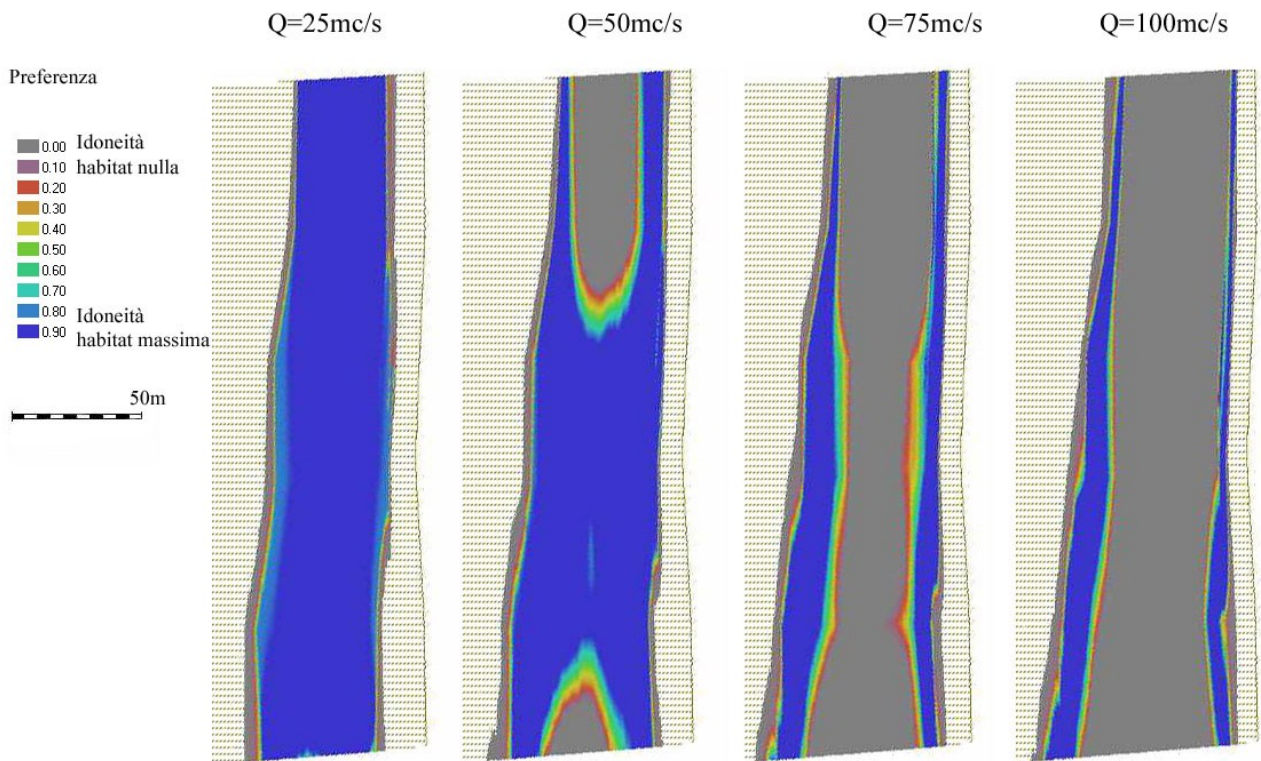
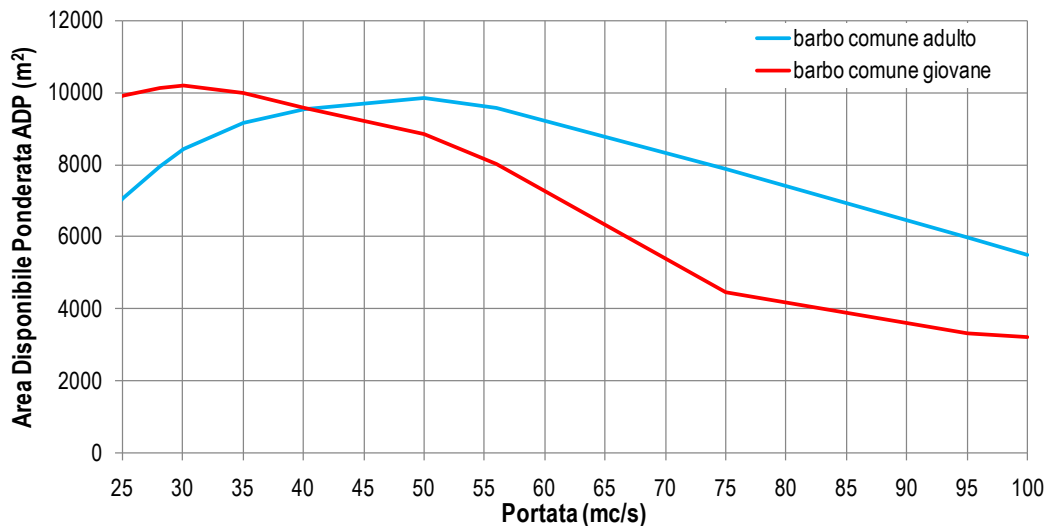


Figura 13-23 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune giovane considerando solo i parametri profondità e velocità.



Nel grafico seguente è mostrato l'andamento dell'area disponibile ponderata in funzione della portata per il barbo comune adulto e giovane.

Figura 13-24 Area Disponibile Ponderata per il barbo comune considerando solo i parametri profondità e velocità.



Nella tabella seguente sono riportati i valori di idoneità assoluta del tratto e l'area disponibile ponderata ADP ottenuti con Casimir per entrambi gli stadi vitali del barbo comune.

Tabella 13-9 Indice di idoneità dell'*habitat* (HHS) e Area Disponibile Ponderata (ADP) per il barbo comune, calcolati considerando i parametri profondità e velocità di corrente.

		Portata [m ³ /s]			
		25	50	75	100
Area Disponibile Ponderata ADP [m ²]	barbo comune adulto	7108	9865	7879	5503
	barbo comune giovane	9911	8860	4446	3210
Area bagnata [m ²]		11596	12978	14050	15010
Indice di idoneità dell' <i>habitat</i> HHS [%]	barbo comune adulto	61 %	76 %	56 %	37 %
	barbo comune giovane	85 %	68 %	32 %	21 %

In sintesi, all'interno del range di portate analizzato le caratteristiche morfologiche del tratto comportano un aumento in particolare della velocità di corrente all'aumentare della portata. Dal punto di vista ecologico, gli effetti sul barbo comune sono differenti considerando lo stadio giovanile e quello adulto, in quanto il primo è maggiormente penalizzato da un aumento eccessivo di velocità.

Sulla base di questi presupposti, esaminando i risultati delle relazioni portata – ADP si osserva che:

- Data la struttura del tratto, con velocità di corrente e profondità piuttosto costanti in buona parte dell'ampiezza dell'alveo, l'ADP per lo stadio giovanile del barbo comune è elevata con basse portate e diminuisce al crescere della portata; per portate superiori a 70 m³/s si può infatti ipotizzare che le uniche aree sfruttabili siano quelle vicino alle rive.
- Per lo stadio adulto l'ADP cresce invece fino a una portata di circa 50 m³/s, per poi diminuire gradatamente. Grazie alla sua reofilia, infatti, è possibile ipotizzare che il barbo riesca a sfruttare anche la parte centrale dell'alveo fino ad una portata di oltre 70 m³/s.

Oltre alla modellazione appena presentata, è stata effettuata una modellazione bidimensionale col fine di analizzare in maniera più precisa la relazione disponibilità di *habitat*-portata in tratti di alveo con una morfologia particolare, ad esempio in presenza di rami secondari caratterizzati da quote del pelo libero diverse rispetto a quelle dell'alveo principale, condizioni non simulabili tramite modelli 1D. La modellazione idraulica bidimensionale del tratto di studio è stata effettuata con il software River2D.

Analogamente a quanto detto per la modellazione 1D, è possibile escludere l'influenza del substrato nel calcolo. All'aumentare della portata l'indice di idoneità diminuisce in modo particolare nella parte centrale dell'alveo, per entrambi gli stadi vitali, ma in misura maggiore per quello giovanile.

Figura 13-25 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune adulto considerando solo i parametri profondità e velocità.

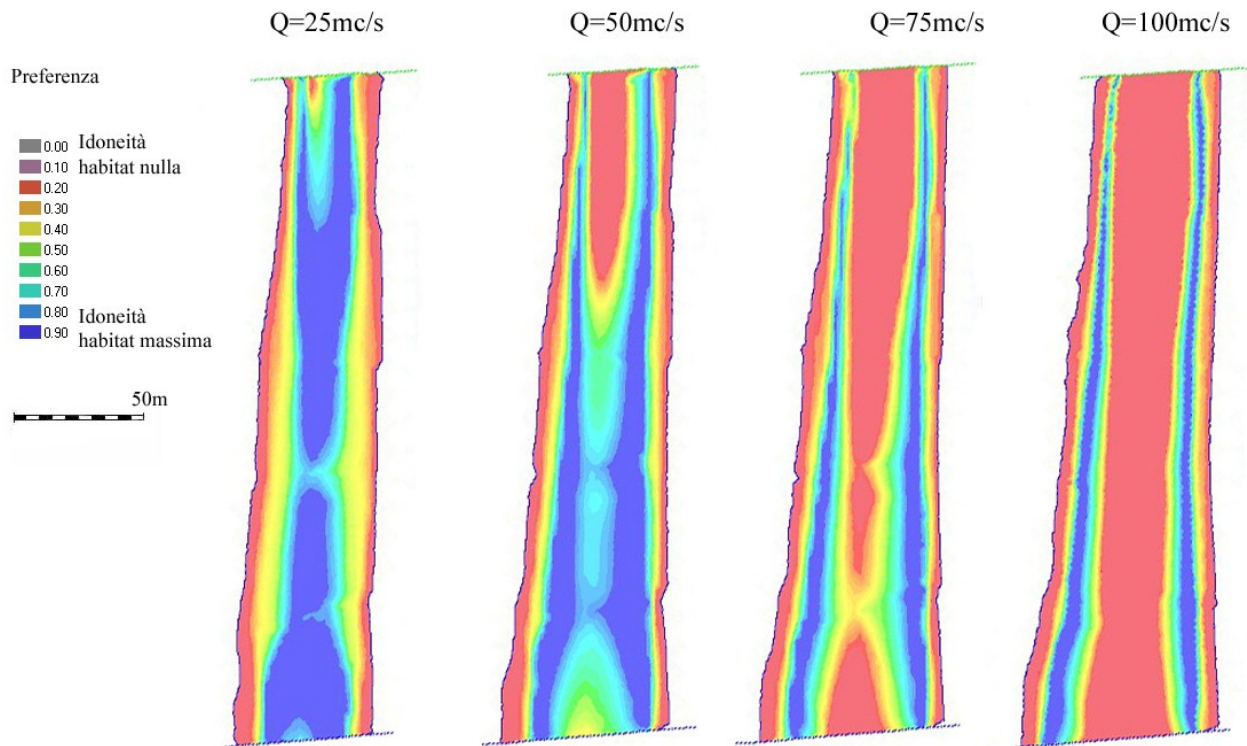
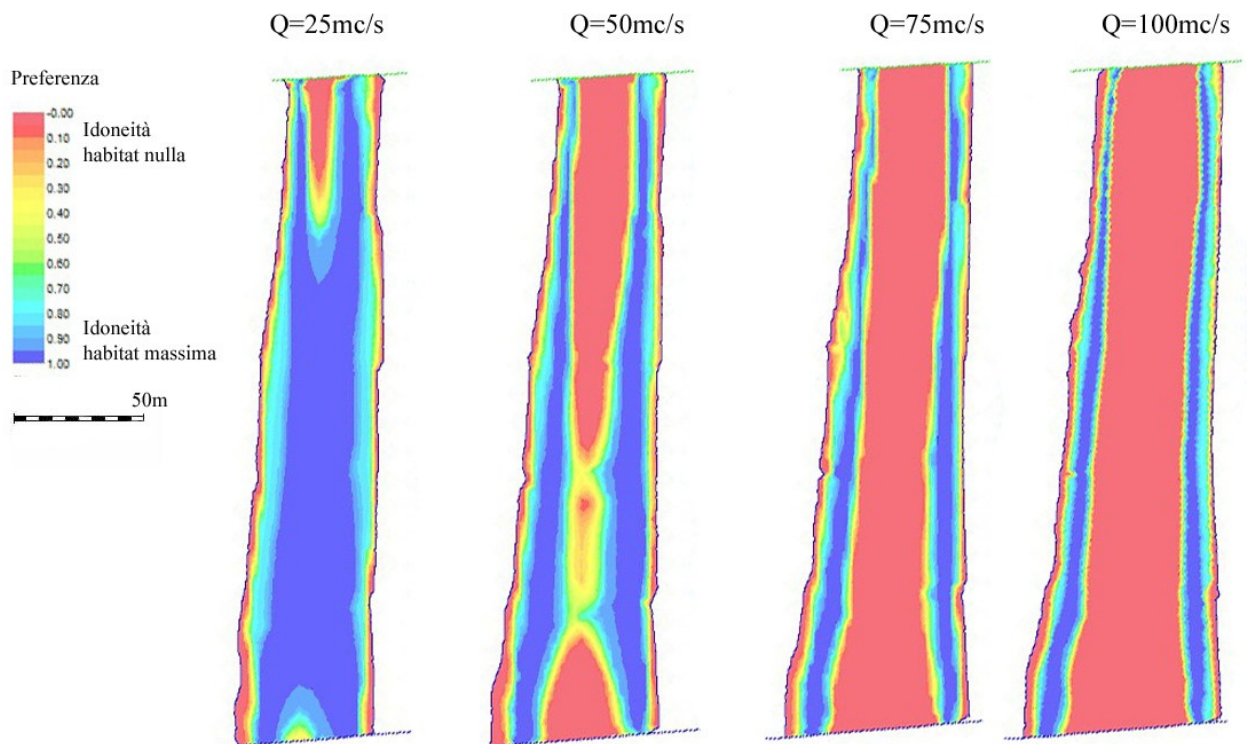


Figura 13-26 Indice di idoneità dell'*habitat* per il barbo comune giovane considerando solo i parametri profondità e velocità.



Nella figura e nella tabella seguenti sono riportati i risultati relativi all'intero tratto di studio. Nel complesso questi valori sono simili a quelli ottenuti con la modellazione 1D, con la modellazione 2D appare però minore l'aumento di ADP per il barbo adulto passando da una portata di 25 m³/s ad una di 50 m³/s.

Figura 13-27 Area Disponibile Ponderata per il barbo comune considerando solo i parametri profondità e velocità.

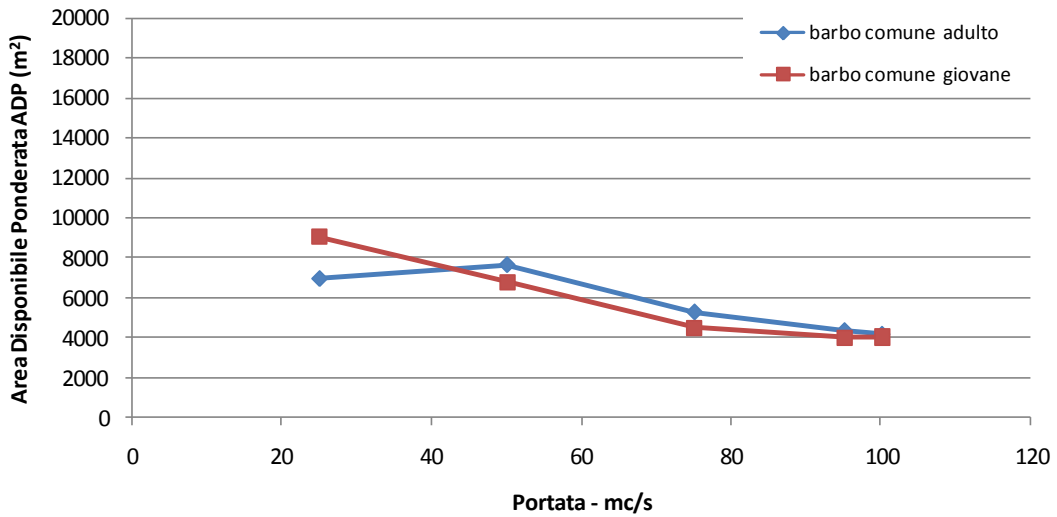
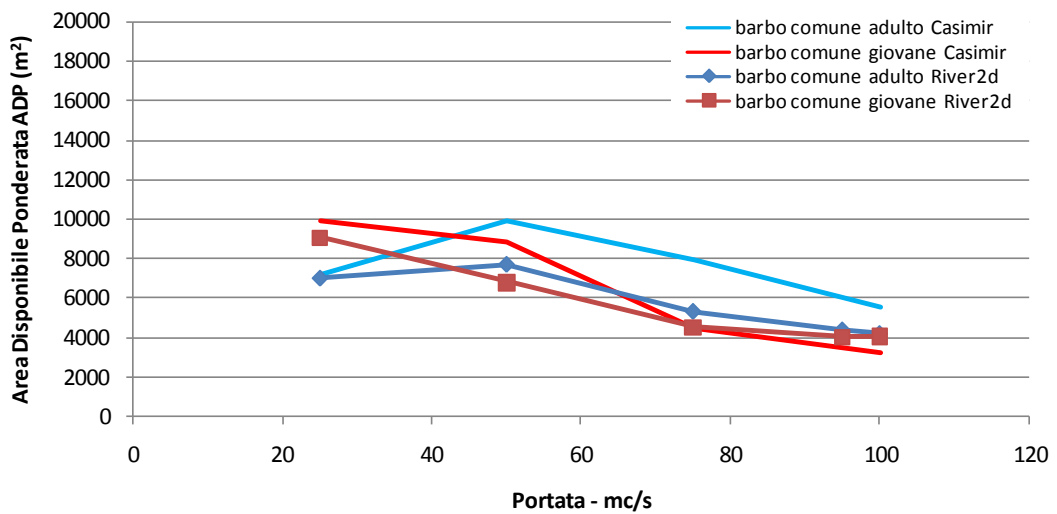


Figura 13-28 Confronto dell'Area Disponibile Ponderata fra modellazione 1D e 2D per la specie barbo comune.



13.6 ANALISI SINTETICA DEL TRATTO

Questo tratto di indagine è stato scelto per studiare gli effetti dell'intero DMV di competenza del Naviglio Langosco, rilasciato in parte presso la filarola (a monte di TIC4), in parte tramite il ramo del Treccione (poco a monte di TIC5) e per chiudere un importate nodo idraulico per il ritorno in alveo di altre portate utilizzate dalla centrale idroelettrica del Canale Langosco e dalla centrale del Turbighetto.

Le portate in questo tratto risultano quindi incrementate, rispetto a quelle del tratto precedente. In tutti i periodi dell'anno sono quindi garantite portate superiori al DMV.

Lo stato ecologico definito in base agli indicatori riportati nella tabella seguente è "buono". I valori degli indici sono simili a quelli del tratto precedente (lievemente inferiore la qualità chimica, lievemente superiore lo stato dei macroinvertebrati).

Tabella 13-10 Sintesi del quadro idrologico e dello stato ecologico del tratto secondo i diversi indicatori analizzati.

indicatore		2013	2014	2015	Media sperimentazione
portata	Q media annua – m ³ /s	194	330	163	229
	% giorni DMV	Portate sempre eccedenti il DMV			
	LIMeco	0.66	0.73	0.71	0.70
	STAR_ICMi	0.780	0.780	0.770	0.776

La fauna ittica è composta da un buon numero di specie, tra cui le principali specie ittiche attese in relazione alle caratteristiche naturali del tratto, con la sola eccezione dei Salmonidi, che sono quasi assenti. Rispetto ai tratti precedenti è più importante la componente esotica.

In termini di *habitat*, già con portate di "magra" il tratto è ben idoneo alla presenza del barbo comune.

Nel complesso, anche in questo tratto lo stato del corso d'acqua si presenta "buono", sebbene con una portata in alveo ben maggiore rispetto al tratto precedente.

14 SINTESI PER CORPI IDRICI

Poiché il raggiungimento degli obiettivi di qualità è da definirsi per singole aree omogenee, che sono i corpi idrici, nella tabella che segue sono riportati i corpi idrici interessati dalle opere di presa coinvolte dalla sperimentazione.

Tabella 14-1 Corpi idrici presenti interessati dalla sperimentazione.

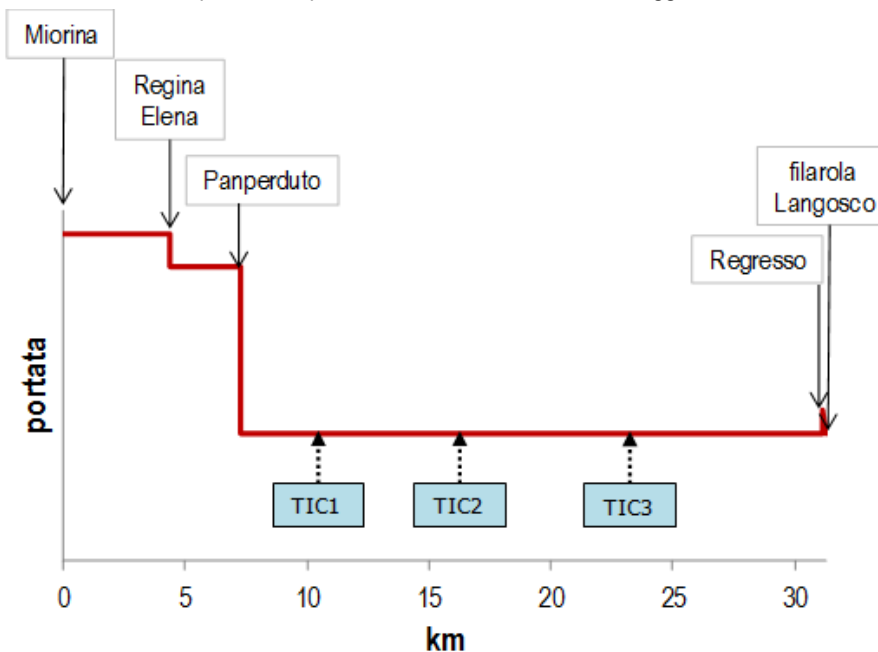
ID corpo idrico	Inizio	Fine	Lunghezza (km)	Obiettivo ecologico	Tratti della sperimentazione inclusi
N0080982ir	sbarramento della Miorina	opera di presa Canale Langosco	30.31	Buono al 2015	TIC1, TIC2, TIC3
N0080983ir	opera di presa Canale Langosco	autostrada A4 – Comune Bernate T.	11.59	Buono al 2015	TIC4, TIC5

Di seguito sono presentati i risultati del monitoraggio condotto durante la sperimentazione, divisi per corpo idrico.

14.1 CORPO IDRICO N0080982IR

Nella figura seguente è rappresentata la suddivisione del corpo idrico in tre aree omogenee dal punto di vista delle portate presenti in alveo. L'area di interesse per la sperimentazione è quella compresa tra il Panperduto e la filarola del naviglio Langosco ed ha una lunghezza di circa 24 km su un totale di 30 km. I risultati e le considerazioni riportati di seguito riguardano quindi lo stato ecologico di questa parte, mentre lo stato complessivo dell'intero corpo idrico è da ritenersi potenzialmente superiore, in quanto determinato anche dalla porzione di fiume caratterizzata da portate non o poco alterate (a monte del Panperduto).

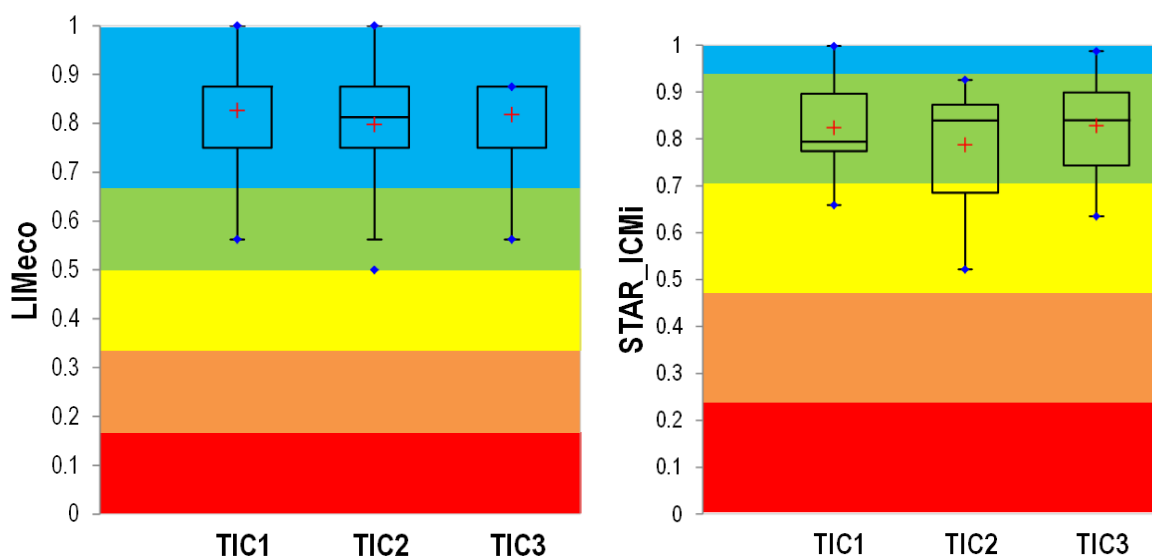
Figura 14-1 Portata del Ticino all'interno del corpo idrico N0080982ir. I riquadri bianchi indicano i principali punti di variazione della portata, i riquadri azzurri le stazioni di monitoraggio.



La qualità delle acque calcolata tramite il LIMeco nel primo corpo idrico (N0080982ir) è mediamente “elevata”.

Lo stato ecologico definito tramite lo STAR_ICMi è mediamente “buono”. Per entrambi gli indici non è possibile individuare un chiaro andamento in aumento o diminuzione tra la prima e l’ultima stazione.

Figura 14-2 Valori dell’indice LIMeco e dell’indice STAR_ICMi per i tre tratti di monitoraggio all’interno del corpo idrico N0080982ir.

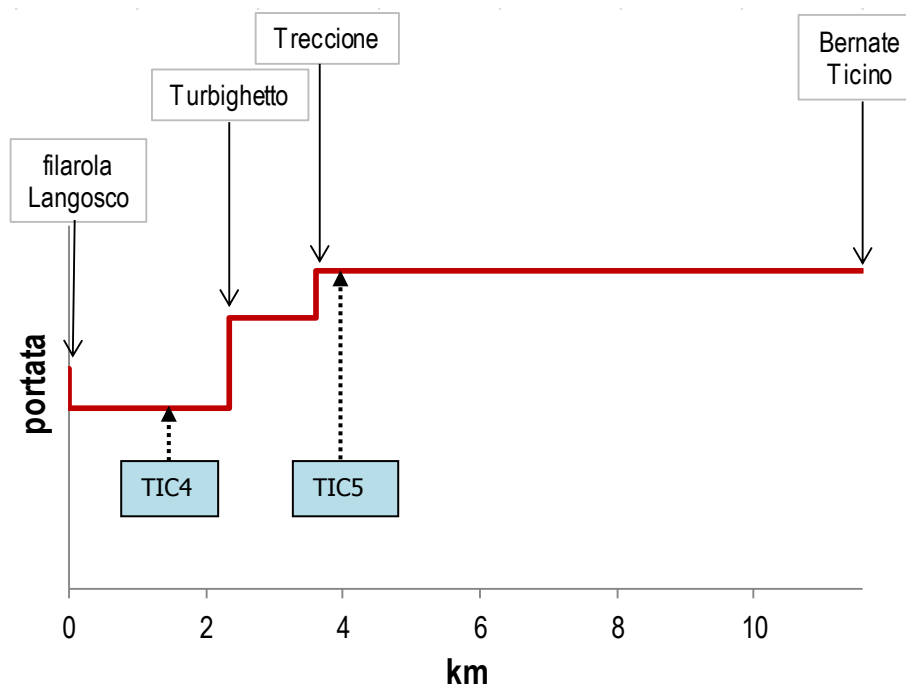


Anche le comunità di diatomee bentoniche e macrofite acquatiche, considerate indicatori utili a dare indicazioni a supporto degli indicatori principali, sono risultate in uno stato ecologico “elevato” e “buono” rispettivamente.

14.2CORPO IDRICO N0080983IR

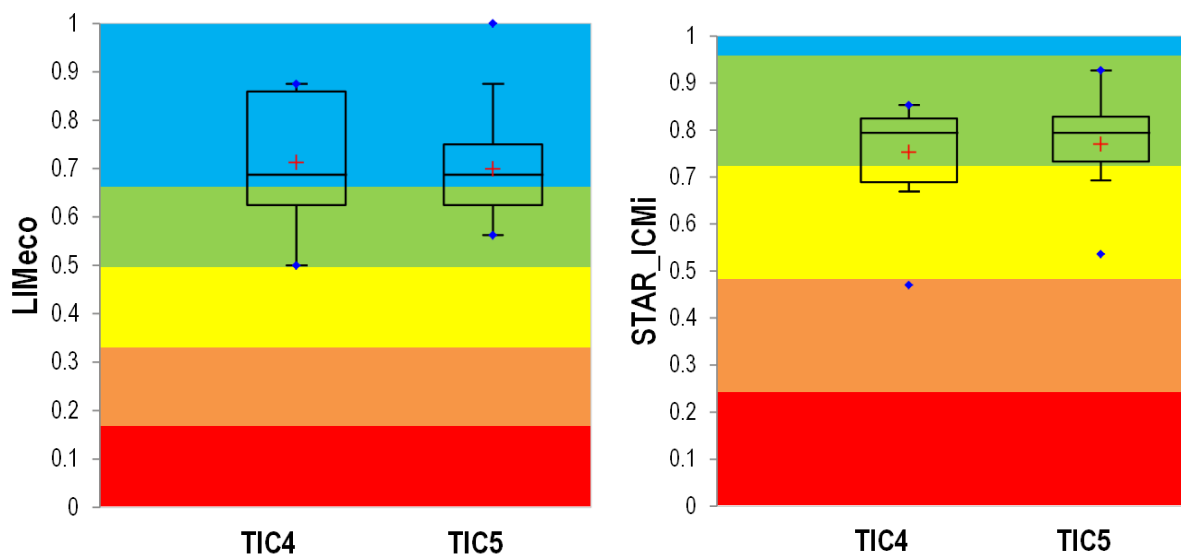
Nella figura seguente è rappresentata la suddivisione del corpo idrico in aree omogenee dal punto di vista delle portate presenti in alveo. L’area interessata da portate pari al solo DMV è ristretta al tratto compreso tra la filarola e l’immissione del canale Turbighetto, lungo circa 2.3 km, su un totale di 12 km. A valle di questo canale e, in misura ancora maggiore, a valle dell’immissione del Treccione, le portate del Ticino superano ampiamente il DMV in tutti i periodi dell’anno.

Figura 14-3 Portata media annua del Ticino all'interno del corpo idrico N0080982ir. I riquadri bianchi indicano i principali punti di variazione della portata, i riquadri azzurri le stazioni di monitoraggio.



Anche in questo corpo idrico (N0080983ir) la qualità delle acque è mediamente "elevata" e variabile tra 0.5 (borderline tra "buono" e "sufficiente") e 1 ("elevato"). Lo stato ecologico definito tramite lo STAR_ICMi è mediamente "buono" e variabile tra le classi "scarsa" e "buona". Per lo STAR_ICMi è possibile individuare un lieve aumento di valori tra la prima e la seconda stazione.

Figura 14-4 Valori dell'indice LIMeco e dell'indice STAR_ICMi per i due tratti di monitoraggio all'interno del corpo idrico N0080983ir.

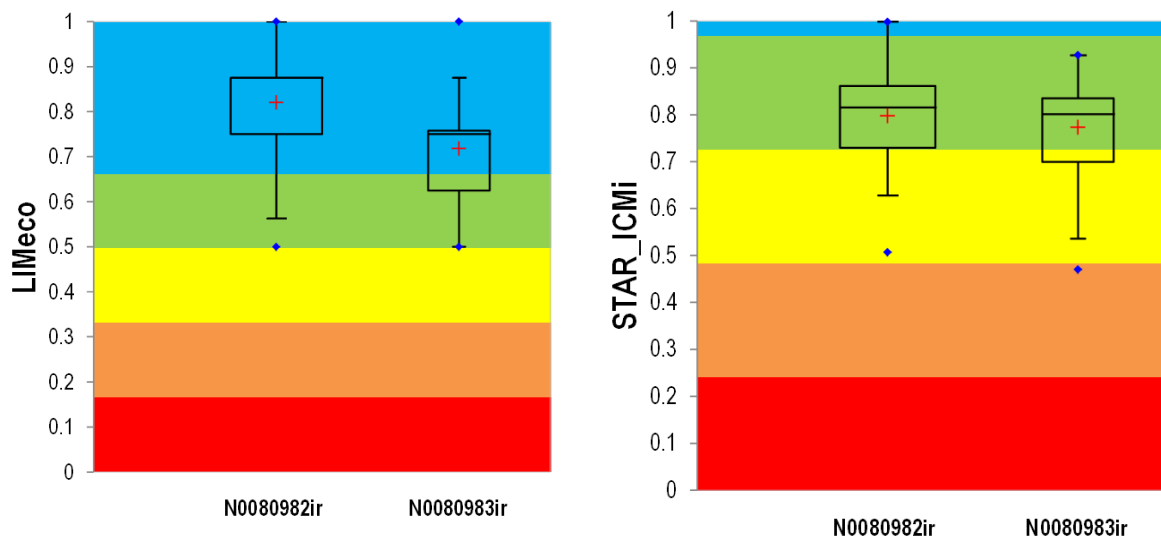


Anche le comunità di diatomee bentoniche e macrofite acquatiche sono risultate in uno stato ecologico "elevato" e "buono" rispettivamente, anche se con valori lievemente inferiori rispetto ai tratti precedenti.

14.3 CONFRONTO TRA I DUE CORPI IDRICI

Sebbene si osservi una diminuzione, sia nei valori del LIMeco che nei valori dello STAR_ICMi, passando dal primo al secondo corpo idrico, la classe di qualità è la medesima: mediamente "elevata" per la qualità chimica, mediamente "buona" per i macroinvertebrati bentonici.

Figura 14-5 Valori dell'indice LIMeco e dell'indice STAR_ICMi per i due corpi idrici coinvolti dalla sperimentazione.



I dati raccolti da ARPA Lombardia e ARPA Piemonte nelle stazioni di Lonate Pozzolo (c.i. N0080982ir) e Cuggiono (c.i. N0080983ir) nel periodo 2009-2015 sono stati utilizzati per calcolare i valori medi riportati nelle tabelle seguenti. Anche da questi dati si denota il raggiungimento degli obiettivi di qualità per i due corpi idrici interessati dalla sperimentazione.

Tabella 14-2 Valori medi dell'indice LIMeco per i due corpi idrici coinvolti dalla sperimentazione, calcolati a partire dai dati di ARPA Lombardia e ARPA Piemonte del periodo 2009-2015.

Codice corpo idrico	LIMeco	Giudizio
N0080982ir	0.600	buono
N0080983ir	0.608	buono

Tabella 14-3 Valori medi dell'indice STAR_ICMi per i due corpi idrici coinvolti dalla sperimentazione, calcolati a partire dai dati di ARPA Lombardia e ARPA Piemonte del periodo 2009-2015.

Codice corpo idrico	STAR_ICMi	Giudizio
N0080982ir	0.760	buono
N0080983ir	0.854	buono

Per quanto riguarda le diatomee bentoniche e le macrofite acquatiche, infine, i valori degli indici (rispettivamente ICMi e IBMR) calcolati da ARPA Lombardia per la stazione di Lonate Pozzolo, confermano i giudizi "elevato" e "buono" elaborati sulla base dei dati della sperimentazione.

15 CONCLUSIONI

L'attività di elaborazione e valutazione dei dati raccolti nei sei anni di sperimentazione ha inteso in particolare verificare:

- lo stato di qualità ambientale raggiunto, nei diversi tratti e per i diversi scenari sperimentati, attraverso gli indici di qualità ambientale previsti dal programma di lavoro;
- le motivazioni di eventuali scadimenti qualitativi;
- le relazioni fra l'andamento delle portate e quello degli indicatori analizzati.

La tabella seguente riporta in sintesi i risultati relativi agli indici di qualità essenziali applicati nei diversi tratti della sperimentazione e ampiamente discussi nei capitoli precedenti.

Tabella 15-1 Punteggi e giudizi di qualità ecologica ottenuti attraverso l'applicazione degli indici di qualità (D.M. 260/2010) – sintesi dell'intero periodo di sperimentazione DMV – in blu lo stato ELEVATO, in verde quello BUONO.

Indice ecologico	TIC1	TIC2	TIC3	TIC4	TIC5
LIMeco	0.84	0.80	0.82	0.72	0.70
STAR_ICMi	0.797	0.787	0.820	0.790	0.776
ICMi	1.09	1.12	1.18	1.10	-
IBMR	0.81	0.83	0.83	0.82	-

La qualità chimica delle acque, valutata con l'indice LIMeco, è risultata ovunque di livello Elevato.

I macroinvertebrati presentano valori complessivi buoni in tutti i tratti, così come le macrofite, mentre di livello elevato sono i risultati delle diatomee.

Relativamente alla fauna ittica si osserva che i risultati ottenuti non sono valutabili attraverso un indice di qualità del DM 260/2010 affidabile, in assenza di un'adeguata revisione delle comunità di riferimento per l'applicazione dell'Indice ISECI.

Complessivamente la comunità ittica del Fiume Ticino è piuttosto diversificata, grazie all'ampia varietà di *habitat* disponibili lungo il tratto studiato. Al fine di ricercare una relazione tra portata e stato della comunità ittica, sono state effettuate valutazioni dell'*habitat* idraulico – morfologico disponibile attraverso modelli di simulazione. Tale metodo ha consentito di definire una relazione *habitat* – portata sito specifica, per quanto riguarda la specie ittica di riferimento (il barbo comune) e priva di interferenze da parte di altri elementi al contorno; tali approfondimenti hanno evidenziato che la disponibilità di *habitat* con portate pari al DMV sperimentale risulta essere una buona frazione di quella massima.

Durante i sei anni sono stati sperimentati due diversi scenari di rilascio, entrambi articolati in quadrimestri:

1. Rilascio di 18 m³/s nei mesi di gennaio-aprile, 12 m³/s nei mesi di maggio-agosto e 22 m³/s nei mesi di settembre-dicembre. Questo scenario è stato testato nel periodo 2010-2013 e fino all'estate 2014.
2. Rilascio di 24 m³/s nei mesi di gennaio-aprile, 17 m³/s nei mesi di maggio-agosto e 31 m³/s nei mesi di settembre-dicembre. Questo scenario è stato testato a partire dall'autunno 2014 e per l'intero 2015.

Il 2014, come detto, è stato un anno di passaggio tra il primo scenario e il secondo scenario, oltre ad essere un anno idrologicamente eccezionale per via delle portate particolarmente alte; proprio in tale anno, in cui il DMV è stato presente solo marginalmente, per via della portate quasi sempre elevate, si sono verificati due modesti scadimenti qualitativi in due dei cinque tratti di studio.

I due scenari sperimentati hanno prodotto risultati ecologici simili e nel complesso positivi, come è possibile cogliere dalla tabella seguente; in particolare risulta evidente come lo scenario attuato nel primo quadriennio comporti il pieno raggiungimento dell'obiettivo di Buono previsto dalla Direttiva 2000/60/CE.

Tabella 15-2 Qualità media per i tre scenari sperimentati: negli anni 2010-2013 18-12-22 m³/s; nel 2014 18-12-31 m³/s; nel 2015 24-17-31 m³/s. In blu lo stato ELEVATO, in verde BUONO, in giallo SUFFICIENTE.

Tratto	Anno	LIMEco	STAR_ICMi
TIC1	2010-2013	0.833	0.804
	2014	0.875	0.716
	2015	0.857	0.774
TIC2	2010-2013	0.795	0.787
TIC3	2010-2013	0.813	0.823
	2014	0.875	0.851
	2015	0.804	0.755
TIC4	2010-2013	0.724	0.781
	2014	0.750	0.691
	2015	0.688	0.799
TIC5	2014	0.729	0.780
	2015	0.705	0.754

In relazione ai principi di valutazione adottati è possibile sintetizzare quanto segue:

- le attività di monitoraggio ed elaborazione sono state eseguite e rendicontate secondo quanto previsto dai provvedimenti autorizzativi e dal Comitato di Coordinamento e controllo delle attività;

- dal punto di vista idrologico le portate rilasciate si mantengono in alveo senza infiltrazioni, lungo il corso d'acqua, e si incrementano significativamente grazie all'apporto di sub-alveo;
- nel confronto fra i risultati conseguenti a differenti portate non sono stati messi in evidenza variazioni qualitative associabili al DMV sperimentale ma anche a portate ben maggiori;
- in nessun tratto con DMV sperimentale si sono verificati scadimenti qualitativi rispetto all'obiettivo di BUONO;
- nessuno dei parametri qualitativi analizzati è risultato strettamente correlato alla portata, in particolare nell'ambito dei valori del DMV, infatti in nessun tratto con DMV sperimentale si è assistito a miglioramenti qualitativi apprezzabili a seguito di incrementi di portata;
- la fauna ittica ed il suo *habitat* sono stati analizzati sia in termini di presenza che in termini di *habitat* potenziale; il primo approccio ha mostrato un mosaico di risultati legati alle caratteristiche morfologiche degli *habitat* e dei fattori limitanti al contorno, a parità di portata; colpisce il fatto che alcune specie di rilevante interesse naturalistico si siano in questi anni significativamente ridotte (Trota marmorata, Savetta, Anguilla ed in parte Pigo), rispetto agli anni 2000 quando il DMV era significativamente inferiore e parallelamente si siano affermate specie con il Gardon o il Siluro, fortemente interferenti per motivi genetici, il primo, o di predazione con le specie autoctone presenti;
- la temperatura delle acque del fiume in estate è condizionata dalla temperatura delle acque del lago e appare limitante, a prescindere dal valore di DMV, per la colonizzazione da parte di specie ittiche Salmonicole.

Nel complesso quindi è stato possibile verificare che:

- **l'obiettivo della sperimentazione, cioè di verificare, per quanto di competenza del DMV, il raggiungimento del BUONO stato ecologico, in funzione delle portate rilasciate, è stato conseguito in tutti i tratti con DMV sperimentali già con il primo scenario attuato;**
- **i risultati ottenuti portano a valutazioni di qualità dei corpi idrici identiche a quelle definite da Arpa Lombardia e Arpa Piemonte;**
- **puntuali e localizzati scadimenti qualitativi hanno riguardato l'anno 2014, il più abbondante da un punto di vista idrologico, in cui il DMV è stato quasi sempre superato da abbondanti portate di sfioro;**

- ***l'habitat* acquatico determinato delle portate sperimentali rappresenta frazioni elevate dei valori massimi ottenibili ed è notevolmente superiore a quanto disponibile nel periodo antecedente la sperimentazione;**
- **le specie e gli *habitat* di interesse comunitario dei SIC presenti lungo il Fiume Ticino non risentono dei DMV sperimentali oggetto di valutazione, largamente migliorativi rispetto alla condizione di istituzione dei Siti.**

16 BIBLIOGRAFIA

- Armanini D. G., Horrigan N., Monk W. A., Peters D. L., Baird D. J. (2011). Development of a benthic macroinvertebrate flow sensitivity index for Canadian rivers. *River Research and Applications*, 27: 723–737.
- Axler RP, Reuter JE (1996) Nitrate uptake by phytoplankton and periphyton: whole-lake enrichments and mesocosms-15N experiments in an oligotrophic lake. *Limnol Oceanogr* 41:659–671
- Bona F., La Morgia V. and Falasco E. (2012) Predicting river diatom removal after shear stress induced by ice melting. *River Research and Applications*, 28: 1289–1298.
- Bonada N., Rieradevall M., Prat N. (2007). Macroinvertebrate community structure and biological traits related to flow permanence in a Mediterranean river network. *Hydrobiologia*, 589,1: 91-106.
- Buffagni A., Erba S. (2007) Intercalibrazione e classificazione di qualità ecologica dei fiumi per la 2000/60/EC (WFD): l'Indice STAR_ICMi. *Notiziario dei Metodi Analitici CNR-IRSA*, n.1.
- Extence C.A., Balbi D.M., Chadd R.P. (1999). River flow indexing using British benthic macroinvertebrates: a framework for setting hydroecological objectives. *Regulated Rivers: Research and Management*, 15: 545–574.
- Francoeur S. N., & Biggs B. J. (2006) Short-term effects of elevated velocity and sediment abrasion on benthic algal communities. In *Advances in Algal Biology: A Commemoration of the Work of Rex Lowe* (pp. 59-69). Springer Netherlands.
- Graia (2013) Istanza per il rinnovo di concessione di derivazione d'acqua ad uso energetico dal Fiume Ticino a mezzo del Naviglio Langosco in corrispondenza della centrale "Treccione" nei comuni di Cameri e Galliate - Studio di Incidenza.
- ISPRA (2014) Linee Guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del DM 260/2010. Manuali e linee guida, 107/2014.
- McKellar HN Jr, Tufford DL, Alford MC, Saroprayogi P, Kelley BJ, Morris JT (2007) Tidal nitrogen exchanges across a freshwater wetland succession gradient in the upper Cooper River, South Carolina. *Estuaries Coast* 30:989–1006
- Parco Ticino, 1999. Rapporto tra pianificazione e qualità dell'ambiente fluviale: l'esperienza del Parco Ticino. Corbetta (MI), gennaio 1999.
- Salmaso F., Quadroni S., Romanò A., Compare S., Gentili G., Crosa G. (2014) Definizione dello stato ecologico secondo il D.M. 260/2010 in due fiumi di pianura (Adda e Ticino) interessati dal Deflusso Minimo Vitale. *Biologia Ambientale*, 28(1): 25-38.
- Schneider M., Noack M., Gebler T. & Kopecki I., 2010. *Handbook for the Habitat Simulation Model CASiMiR*. University of Stuttgart, Institute of Hydraulic Engineering – Schneider & Jorde Ecological Engineering GmbH.
- Stevenson R. J. (1983) Effects of current and conditions simulating autogenically changing *microhabitats* on benthic diatom immigration. *Ecology*, 1514-1524.
- Steffler P. and Blackburn J., 2002. *River 2D Two-Dimensional Depth Averaged Model of River Hydrodynamics and Fish Habitat Introduction to Depth Averaged Modeling and User's Manual*, University of Alberta, Canada.
- Szczepocka E., Kruk A. and Rakowska B. (2015) Can Tolerant Diatom *Taxa* be Used for Effective Assessments of Human Pressure? *River Research and Applications*, 31:368–378.

16.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.C.R. n. 117-10731 del 13 marzo 2007. Piano di tutela delle Acque della Regione Piemonte.
- D.D.G. 8 maggio 2014 - n. 3816 Integrazione del D.D.G. n. 9001 dell'8 agosto 2008 «Approvazione delle linee guida per l'avvio di sperimentazioni sul deflusso minimo vitale in tratti del reticolo idrico naturale regionale»
- D.G.R. della Regione Lombardia n. 8/10399 del 28/10/2009. Decreto di approvazione della sperimentazione del Deflusso Minimo Vitale nel Fiume Ticino sublacuale.
- D.G.R. della Regione Lombardia n. 4893 del 07/06/2013. Decreto di approvazione del secondo triennio di sperimentazione del Deflusso Minimo Vitale nel Fiume Ticino sublacuale.
- D.G.R. della Regione Piemonte n. 35-11863 del 28/07/2009. Decreto di approvazione della sperimentazione del Deflusso Minimo Vitale nel Fiume Ticino sublacuale.
- D.G.R. della Regione Piemonte n. 308 del 13/06/2013. Decreto di approvazione del secondo triennio di sperimentazione del Deflusso Minimo Vitale nel Fiume Ticino sublacuale.
- L.R. 5 dicembre 2008, n° 31 Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale. BURL n. 50, 1° suppl. ord. del 10 Dicembre 2008.
- Dir. 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000, che sostituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- D.lgs.152/99 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole". *Gazzetta Ufficiale* n°177.
- D.M m° 260 del 8 novembre 2010. Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma3, del medesimo decreto legislativo. Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale n. 30 del 7 febbraio 2011.
- Regione Lombardia (2006) Piano di tutela e Usi delle Acque. Bollettino Ufficiale Regione Lombardia n°24.

16.2 SITI CONSULTATI

- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA):
<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-parte-i>
<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-superficiali-interne>
- Casimir – Università di Stoccarda: www.casimir-software.de
- Progetto Life11/NAT/IT/188 "Restoring connectivity in Po river basin opening migratory route for *Acipenser naccarii** and 10 fish species in Annex II" – CON.FLU.PO. <http://www.life-conflupo.eu>

17 ELENCO DEGLI ALLEGATI

Allegato 1. *Caratterizzazione dell'area di studio*

Contiene una descrizione dettagliata dell'area di studio dal punto di vista geologico-geomorfologico, dell'uso del suolo e delle conseguenti pressioni gravanti sul corso d'acqua.

Allegato 2. *Metodologie di studio*

Contiene una descrizione dettagliata delle metodologie di indagine applicate e degli indici di qualità calcolati, oltre ad un resoconto delle variazioni riguardanti le metodiche di studio dei macroinvertebrati intervenute nel corso della sperimentazione ed un confronto critico tra i risultati ottenuti.

Allegato 3. *Approfondimenti ecologici*

Contiene i dati relativi ad approfondimenti su tematiche specifiche, quali: i principali ambienti acquatici in connessione o in prossimità del Fiume Ticino; le caratteristiche termiche del Ticino, con particolare riferimento al periodo estivo.

Allegato 4. *Habitat idraulico-morfologico e fauna ittica*

Contiene tutti i risultati delle modellazioni idromorfologiche condotte sui tratti di monitoraggio e la relativa applicazione di curve di preferenza per la fauna ittica, nonché i dati relativi alle strutture di popolazione delle specie ittiche maggiormente rappresentate nei diversi tratti di studio.