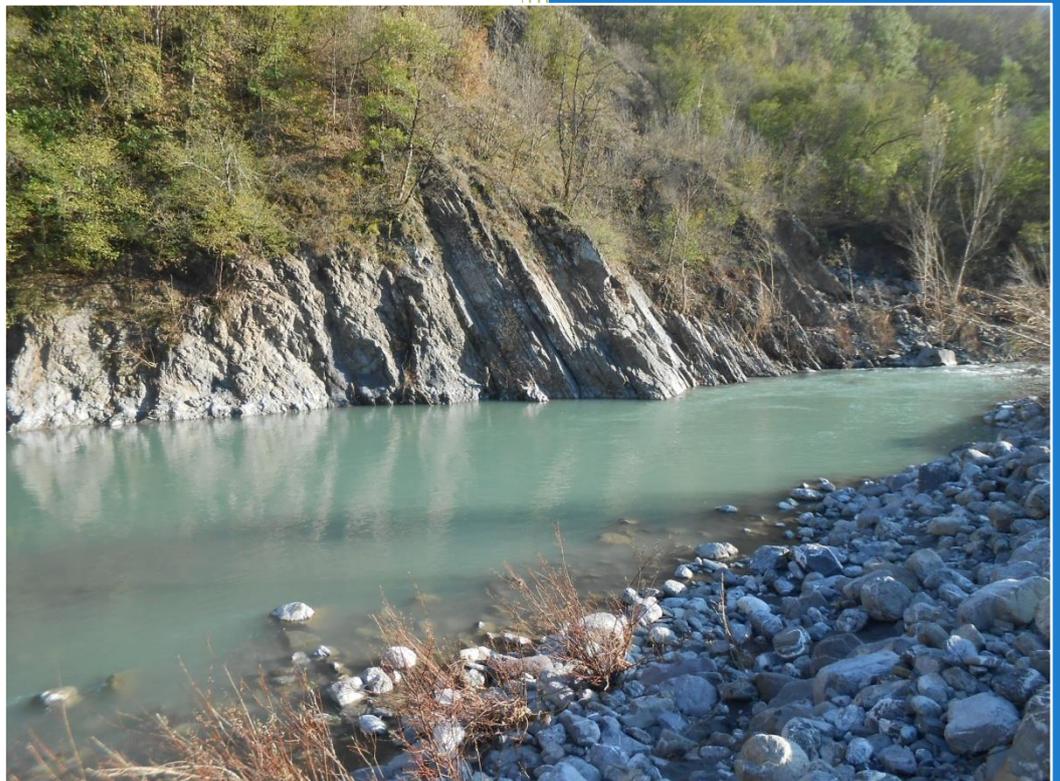


2017

ANALISI AMBIENTALI SUL FIUME BRENTA DAL CONFINE CON LA PROVINCIA DI TRENTO ALLA CONFLUENZA DEL TORRENTE CISON



DIPARTIMENTO DI
SCIENZE DELLA VITA



DATA 29/10/2017

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA VITA – UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE
Via Weiss, 2 – 34128 TRIESTE (TS) – P.IVA 00211830328 – C.F. 80013890324
Tel. +39 040.558.8780 – e-mail: protocollodsv@units.it

AQUAPROGRAM s.r.l. -
Via L. Della Robbia, 48 - 36100 VICENZA (I) - P.IVA e CF: 02470010246
Tel. +390444301212 Fax. +3904441441543 www.aquaprogram.it - e-mail: postmaster@aquaprogram.it aquaprogram@pec.it

Al presente studio hanno partecipato:

Dott.ssa Elisabetta Pizzul
Dott. Marco Bertoli

Dott. Stefano Salviati
Dott. Giuseppe Maio
Dott. Giovanni La Piana
Dott. Ferdinando Benatelli

Ringraziamenti:

Si ringrazia l'Associazione di Pesca Sportiva Dilettantistica "ITTIOCULTURA VICENTINA"

<i>Esecutori:</i>	<i>Incarico:</i>	<i>Committente:</i>
<p>Dipartimento di Scienze della Vita Università degli Studi di Trieste Sede amministrativa: Via Weiss 2 34128 Trieste P.IVA 00211830328 - C.F. 80013890324 Tel. +39 040.558.8780 e-mail: protocollosv@units.it</p> <p>Aquaprogram s.r.l. Via L. Della Robbia, 48 36100 Vicenza C.F. e P.IVA: 02470010246 Tel. +390444301212 +3904441441543 Fax +3904441441543 e-mail: postmaster@aquaprogram.it www.aquaprogram.it</p> <p>Data compilazione: 29/10/2017</p>	<p>Studio sulle popolazioni di <i>Salmo marmoratus</i> nel tratto vicentino del Fiume Brenta</p>	<p>Associazione di Pesca Sportiva Dilettantistica "ITTIOCULTURA VICENTINA" Via Margnan, 15 36061 Bassano del Grappa (VI)</p>

Indice

1	Introduzione	1
	Area di studio	1
	Descrizione delle stazioni di campionamento	4
	Stazione 1	4
	Stazione 2	5
	Stazione 3	5
2	Metodologie impiegate	6
	Campionamento ittiofauna	6
	Macroinvertebrati bentonici	6
	Macrofite acquatiche	13
	Calcolo dei valori dell'IBMR	15
	Indice di Funzionalità Fluviale (IFF)	18
	Parametri chimico-fisici	20
3	Risultati	22
	Fauna ittica	22
	Stazione 1	22
	Stazione 2	28
	Stazione 3	33
	Macroinvertebrati bentonici	40
	Macrofite acquatiche	46
	Stazione 1	46
	Stazione 2	49
	Stazione 3	51
	Indice di funzionalità fluviale	55
	Parametri chimico-fisici e indice LIMeco	56
	Analisi dei metalli pesanti	58
5	Bibliografia	60

1 Introduzione

Il presente lavoro ha avuto come oggetto una serie indagini ecologiche in un tratto del Fiume Brenta, compreso tra il confine con il Trentino Alto Adige e la confluenza con il Torrente Cison, in Comune di Cison del Grappa (VI), con l'obiettivo principale di raccogliere informazioni volte a comprendere se il tratto fluviale considerato sia vocato a sostenere la presenza di una popolazione di trota marmorata, *Salmo marmoratus* (Cuvier, 1829). La specie è infatti oggetto di ripopolamenti già da diversi anni, che però non hanno portato al suo consolidamento nell'area. Il presente lavoro ha anche lo scopo di fornire suggerimenti gestionali tali da permettere, nei tratti indagati, l'esercizio di attività di pesca sportiva sostenibile.

Le attività sono state svolte in modo conforme alle metodiche ed ai protocolli previsti dalla legislatura vigente (DM 260/2010) e nel rispetto delle normative europee, con particolare riferimento alla Water Framework Directive (2000/60/CE). Sono state pertanto condotte delle campagne di monitoraggio volte a caratterizzare gli ambienti d'interesse da un punto di vista biologico, chimico-fisico, morfologico ed idrologico.

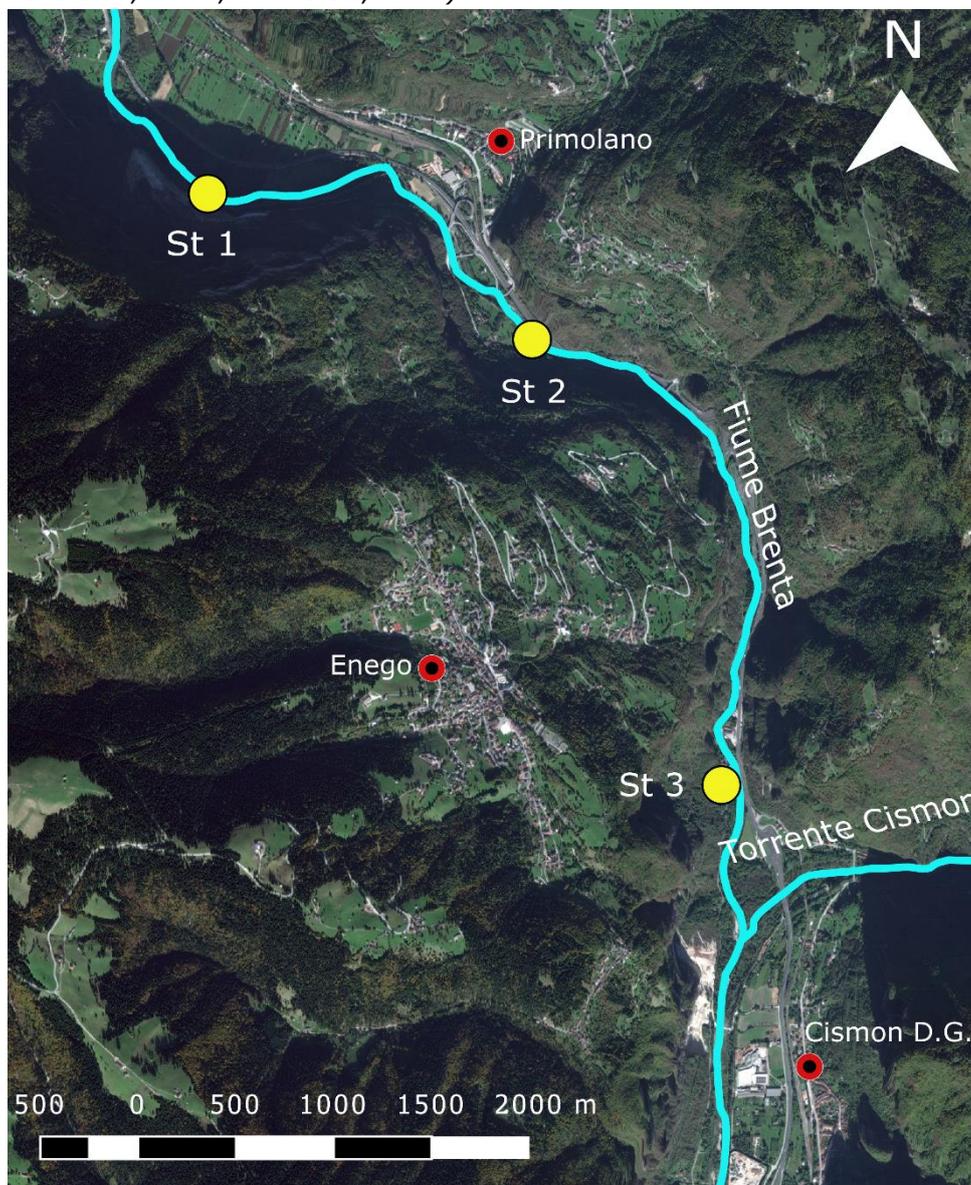
Area di studio

I monitoraggi sono stati svolti in tre aree fluviali, di lunghezza compresa tra 300 e 500 metri ciascuna e rappresentative delle tipologie ambientali presenti all'interno di un tratto del Fiume Brenta della lunghezza di circa 7 Km. Come indicato sopra, detto tratto è compreso tra il confine con il Trentino Alto Adige e la confluenza con il Torrente Cison, in località Cison del Grappa (Figura 1). Tutte le aree indagate ricadono nella provincia di Vicenza ed all'interno del SIC IT3220007 "Fiume Brenta dal confine Trentino a Cison del Grappa".

La sezione del Brenta interessata dallo studio è localizzata all'interno dell'idroecoregione "Prealpi e Dolomiti" (HER 02) e si identifica con un tratto di corso d'acqua a scorrimento superficiale di dimensioni medie (25-75 Km dalla sorgente), con influenza del bacino a monte ritenuta nulla o trascurabile (codice tipo 02SS3T; codice corpo idrico: 156_35). Il corpo idrico è delimitato a monte da uno sbarramento, in località Pianello, relativo alla derivazione che rifornisce la condotta della ex centrale Marzotto, oggi di proprietà di Eusebio Energia S.p.A. e nota come Centrale di Collicello. Il limite inferiore del tratto è invece costituito dallo sbarramento sito in località Collicello, che alimenta una centrale posta più a valle (in un altro corpo idrico), in località San Gaetano. Oltre a queste opere, si cita anche la presenza della centrale di Cavilla, poco a valle dell'abitato di Cison del

Grappa, in corrispondenza della quale vengono restituite le acque prelevate da una derivazione relativa al Torrente Cismon, principale affluente del Brenta in quest'area. Il tratto in esame è dunque soggetto a derivazione per scopi idroelettrici. Altre fonti di pressione possono essere rappresentate da coltivi e rade attività estrattive. Di particolare importanza è inoltre la presenza della Strada Statale 47 della Valsugana, che corre parallelamente al Fiume Brenta per tutto il tratto considerato.

Figura 1. Tratto del fiume Brenta in oggetto al presente studio e localizzazione delle tre stazioni di campionamento (St. 1: 45°57'41,60" N, 11°41'29,60" E; St. 2: 45°57'18,42" N, 11°42'46,50" E; St. 3: 45°56'04,44" N, 11°43'30,42" E).



Come accennato in precedenza, nel tratto vengono condotti ripopolamenti di trota marmorata, effettuati per mezzo dell'introduzione di uova, di avannotti e di adulti. Si

riportano in Figura 2 e Tabella 1 rispettivamente le zone in cui sono stati condotti i ripopolamenti ed i quantitativi di materiale ittico utilizzati per i medesimi, relativamente agli anni 2016 e 2017.

Figura 2. Localizzazione delle aree in cui sono stati effettuati i ripopolamenti di trota marmorata nel corso degli anni 2016 e 2017. Le aree indicate (codici riportati in Tabella 1) hanno carattere puramente indicativo e sono state ricavate dai verbali dell'Associazione Bacino Acque Fiume Brenta: <http://www.bacinofiumebrenta.org>.

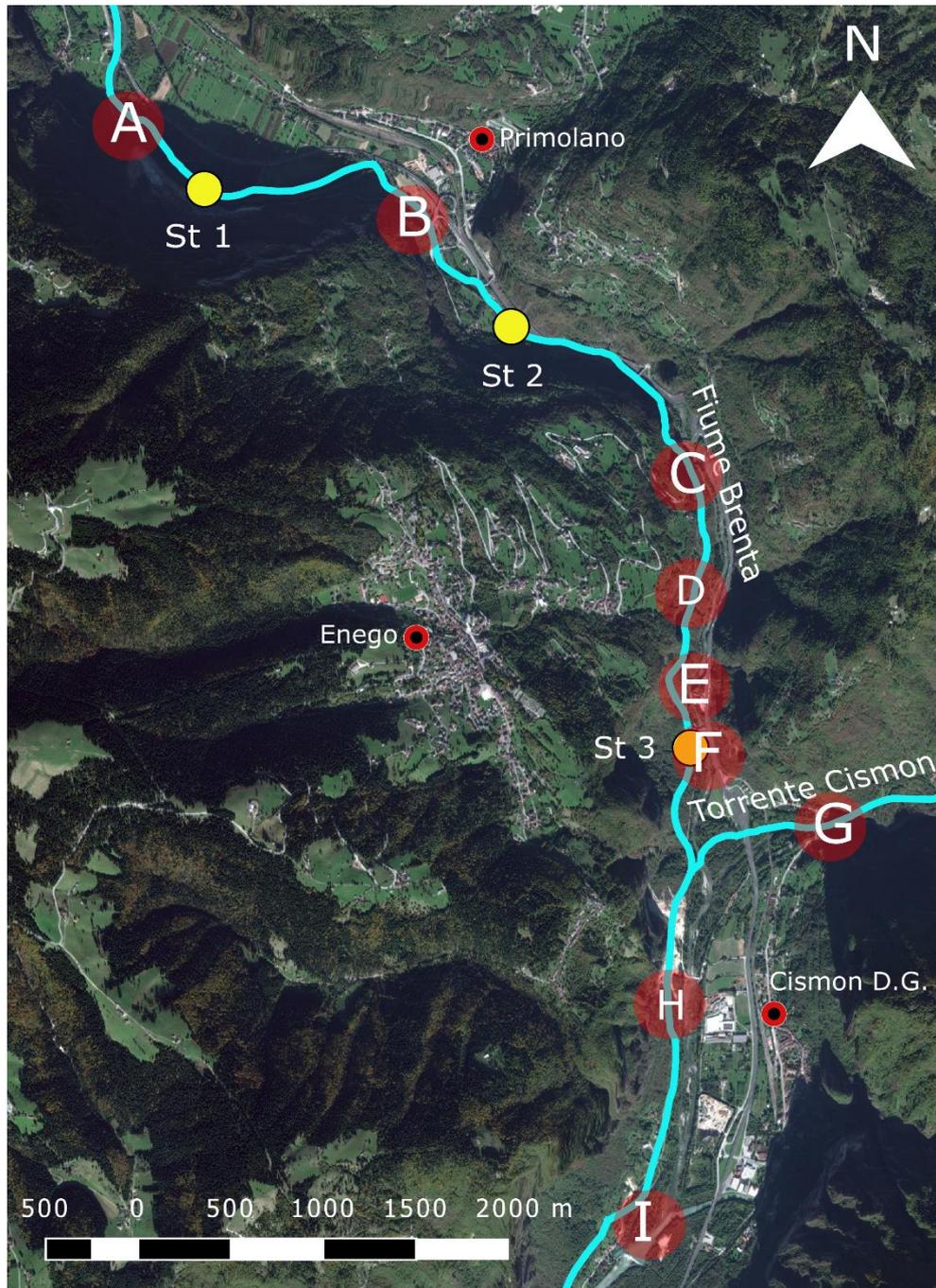


Tabella 1. Dati relativi ai ripopolamenti condotti nel tratto fluviale interessato dallo studio nel corso degli anni 2016 e 2017. I dati sono stati stimati dai verbali dell'Associazione Bacino Acque Fiume Brenta, reperibili dal sito <http://www.bacinofiumebrenta.org>. I codici rappresentati dalle lettere a fianco di ogni località corrispondono a quanto indicato in Figura 2.

Anno	Codice Figura 2	Località	Uova (n°)	Avannotti (n°)	Giovani (n°)	Adulti (n°)	Taglie varie (n°)
2016	A	Pianello	20000				79
	B	Brenta Nord		5000			
	D	Piovega di Sotto		5133			
	H	Cismon		5133			
2017	A	Pianello	114166				
	C	Enego		8767	450	320	
	D	Piovega di Sotto		42500			
	E	Tombion		42500			
	F	Cornale		42500			
	G	Torrente Cismon			10667		
	H	Cismon			8767		
	I	Collicello		11666			

Descrizione delle stazioni di campionamento

Stazione 1

Il sito 1 è posto tra le località di Pianello e Primolano, ad un'altitudine di 219 m s.l.m. e 700 m più a valle della traversa sita in località Pianello, che devia buona parte della portata del fiume per alimentare la centrale idroelettrica di Collicello. La portata del DMV, che transita per buona parte dell'anno, è di $2,5 \text{ mc s}^{-1}$. Nel 2016 sono stati eseguiti interventi idraulici di consolidamento della riva destra che hanno portato ad un pesante rimaneggiamento dell'alveo, il quale, in questa stazione è costituito prevalentemente da ciottoli, ghiaia e sabbia; sono presenti anche grossi massi ciclopici inseriti a seguito degli interventi di rinaturalizzazione conseguenti agli interventi idraulici. La vegetazione acquatica è presente ma non abbondante. Qui il fiume Brenta scorre in prossimità della SS47 e fiancheggia la pista ciclopedonale del Brenta, che si sviluppa a pochi metri dalla sponda destra. Sempre lungo la sponda destra, a circa 50 m di distanza, è presente una cava posta alla base di un ripido versante montuoso. Nell'area, la vegetazione è rappresentata nelle parti basse dei versanti montuosi da boscaglie a *Ostrya carpinifolia*, e da zone agricole che si localizzano nelle aree pianeggianti di fondovalle sulla sinistra del fiume (Geoportale IDT-Regione del Veneto).

Stazione 2

Il sito è posto a sud dell'abitato di Primolano, circa 0,8 km a valle del ponte della SP76 per Enego, ad una quota di 210 m s.l.m. Il territorio, caratterizzato da ripidi versanti, è ricoperto nelle parti medio basse dei pendii da formazioni boschive naturali inquadrabili nelle boscaglie ad *Ostrya carpinifolia*. A 10 m dalla sponda sinistra corre la SS47 della Valsugana, mentre lungo la sponda destra si trova la pista ciclopedonale del Brenta e sono presenti alcune aree prative di fondovalle in prossimità di una piccola frazione con case. Il fiume in questo tratto ha un alveo seminaturale interrotto solamente dalle strutture delle infrastrutture stradali che conducono ad Enego e Primolano. L'alveo in questa stazione è costituito prevalentemente da massi e ciottoli, con limitata presenza di ghiaia e sabbia. La vegetazione acquatica è presente ma non abbondante.

Oltre che nel SIC IT3220007 "Fiume Brenta dal confine trentino a Cismon del Grappa", questo tratto è incluso nell' IBA IBA054 "Monte Grappa" (Geoportale IDT-Regione del Veneto).

Stazione 3

Il sito è localizzato a nord di Cismon del Grappa, circa 130 m a valle del ponte in prossimità della Birreria Cornale, ad una quota di 200 m s.l.m. I ripidi versanti che fiancheggiano il fiume sono ricoperti da boscaglie ad *Ostrya carpinifolia*, che si raccordano con la vegetazione perifluviale igrofila del fondovalle. È presente in sponda sinistra un boschetto con abbondante diffusione di *Robinia pseudoacacia*. In prossimità della sponda destra corre la SS47 della Valsugana, ad una decina di metri di distanza dal fiume, mentre, lungo la sponda sinistra, in prossimità del tratto si trovano alcuni edifici e aree parcheggio, facenti parte della frazione di Piovega di sotto. Sempre in sponda sinistra il tratto è fiancheggiato dalla Via Sbarra (Strada Campesana). Il fiume in questo tratto ha un alveo fortemente artificializzato per effetto di una lunga barriera di cemento che sostiene la strada statale e che costituisce la sponda sinistra del corso d'acqua. L'alveo è stato pesantemente rimaneggiato circa 10 anni addietro. Sono state realizzate traverse in massi ciclopici per rallentare la velocità della corrente ed è stato rifatto il piede del muro in cemento sulla sponda sinistra. Attualmente sono presenti ampi depositi di massi ciclopici e abbondanti depositi di ciottoli grossi e ghiaia; vi sono inoltre significativi banchi di sabbia.

Anche questa stazione è inclusa oltre che nel SIC IT3220007 anche nell'IBA IBA054 "Monte Grappa" (Geoportale IDT-Regione del Veneto).

2 Metodologie impiegate

Campionamento ittiofauna

La scelta dei punti di campionamento è stata effettuata dopo un breve sopralluogo per verificare che nell'area campionata fossero rappresentate le principali tipologie ambientali del torrente (raschi, buche, salti e tratti a diversa profondità e velocità di corrente).

I campionamenti ittici sono stati effettuati mediante elettropesca; è stato utilizzato un elettrostorditore a corrente continua pulsata e voltaggio modulabile (0.3 – 1.5 A, 150-380 V). Particolare attenzione è stata riservata alla modulazione della corrente per massimizzare la catturabilità, compatibilmente al minor danno possibile per la fauna ittica. La scelta del tipo di corrente è stata effettuata tramite la valutazione di parametri ambientali quali la conduttività e la temperatura dell'acqua, la portata e la dimensione media attesa della fauna ittica e le specie presenti, ognuna delle quali risponde in modo peculiare quando a contatto con il campo elettrico.

Un'ulteriore precauzione è stata di evitare il contatto accidentale della fauna ittica stordita con l'anodo, raccogliendo la stessa con l'ausilio di una rete provvista di manico non conduttore. Gli operatori sono stati forniti di attrezzatura adeguata per questo tipo di attività, rispondente alla vigente normativa in materia di sicurezza.

I pesci catturati sono stati raccolti in contenitori di dimensione adeguata e trattenuti per la misurazione della lunghezza alla forca (mm) e del peso (g). I dati biometrici sono stati inseriti in una specifica banca dati e rielaborati utilizzando metodologie collaudate (Ricker, 1975).

Macroinvertebrati bentonici

I macroinvertebrati bentonici costituiscono una risorsa trofica fondamentale per molti pesci ed in particolare per i Salmonidi, quali la trota marmorata (Gandolfi et al., 1991; Zerunian, 2004; Pizzul, 2016). Pertanto, è di fondamentale importanza un'analisi volta all'individuazione delle comunità presenti, dei taxa che le costituiscono e alla definizione del loro assetto. A tale scopo, sono stati effettuati dei campionamenti quantitativi nei tratti indagati.

Le operazioni di raccolta del macrozoobenthos sono state effettuate durante le stagioni autunnale e primaverile (rispettivamente in data 11/10/2016 ed in data 31/5/2017),

periodi in cui le biomasse e la diversità sono più elevate (Ghetti & Bonazzi, 1981). Le raccolte sono state condotte seguendo le indicazioni riportate nel "Protocollo di campionamento e analisi dei macroinvertebrati bentonici per corsi d'acqua guadabili" (Buffagni et al., 2014), ai sensi del DM 260/2010. È stato pertanto applicato il metodo di campionamento multihabitat proporzionale, secondo le modalità relative ad un monitoraggio di tipo operativo.

Il metodo consente la raccolta dei macroinvertebrati in modo standard entro un tratto fluviale selezionato e si basa sul campionamento dei microhabitat più rappresentativi all'interno di detto tratto, in relazione alla loro presenza percentuale. La procedura prevede, innanzitutto, l'individuazione dell'idroecoregione in cui ricade il corpo idrico, da cui dipende la scelta dell'area da analizzare (1 m² o 0,5 m² per ciascuna stazione scelta) e della sua tipologia fluviale. Successivamente, in ogni sito viene individuata una porzione del corso d'acqua con caratteristiche omogenee (mesohabitat), ritenuta rappresentativa della realtà analizzata.

Tabella 2. Elenco dei microhabitat rinvenibili nei corsi d'acqua (Buffagni & Erba, 2007).

	Microhabitat	Codice	Descrizione
MICROHABITAT MINERALI	Limo/Argilla < 6 μ	ARG	Substrati limosi, anche con importante componente organica, e/o substrati argillosi composti da materiale di granulometria molto fine che rende le particelle che lo compongono adesive, compattando il sedimento che arriva talvolta a formare una superficie solida.
	Sabbia 6 μ -2 mm	SAB	Sabbia fine e grossolana
	Ghiaia 0.2-2 cm	GHI	Ghiaia e sabbia grossolana (con predominanza di ghiaia)
	Microlithal* 2-6 cm	MIC	Pietre piccole
	Mesolithal* 6-20 cm	MES	Pietre di medie dimensioni
	Macrolithal* 20-40 cm	MAC	Pietre grossolane della dimensione massima di un pallone da rugby
	Megalithal* > 40 cm	MGL	Pietre di grosse dimensioni, massi, substrati rocciosi di cui viene campionata solo la superficie
	Artificiale (e.g. cemento)	ART	Cemento e tutti i substrati immessi artificialmente nel fiume
	Igropetrico	IGR	Sottile strato d'acqua su substrato solido generalmente ricoperto di muschi
¹ (le dimensioni indicate si riferiscono all'asse intermedio)			
MICROHABITAT BIOTICI	Alghe	AL	Principalmente alghe filamentose; anche Diatomee o altre alghe in grado di formare spessi feltri perfitici
	Macrofite sommerse	SO	Macrofite acquatiche sommerse. Sono da includere nella categoria anche muschi, Characeae, etc.
	Macrofite emergenti	EM	Macrofite emergenti radicate in alveo (e.g. <i>Thypha</i> , <i>Carex</i> , <i>Phragmites</i>)
	Parti vive di piante terrestri (TP)	TP	Radici fluitanti di vegetazione riparia (e.g. radici di ontani)
	Xylal (legno)	XY	Materiale legnoso grossolano e.g. rami, legno morto, radici (diametro almeno pari a 10 cm)
	CPOM	CP	Deposito di materiale organico particellato grossolano (foglie, rametti)
	FPOM	FP	Deposito di materiale organico particellato fine
	Film batterici	BA	Funghi e sapropel (e.g. <i>Sphaerotilus</i> , <i>Leptomitus</i>), solfobatteri (e.g. <i>Beggiatoa</i> , <i>Thiothrix</i>)

A tal fine si effettua, all'interno del sito di campionamento, la verifica della sequenza dei mesohabitat riffle/pool. Essa è costituita da due aree contigue che presentano caratteristiche di turbolenza, profondità, granulometria del substrato e carattere deposizionale/erosionale comparativamente diverso. Qualora non sia possibile riconoscere questa sequenza, l'area di campionamento viene individuata in un tratto generico, rappresentativo del corso d'acqua. Una volta individuato il mesohabitat di campionamento idoneo (riffle, pool o generico) si procede all'analisi della struttura in microhabitat minerali e/o biotici dell'area considerata (Tabella 2), in un tratto di lunghezza approssimativamente pari a 50 m (Figura 3, Figura 4, Figura 5).

Figura 3. Stazione 1 durante le stagioni autunnale (a) e primaverile (b).

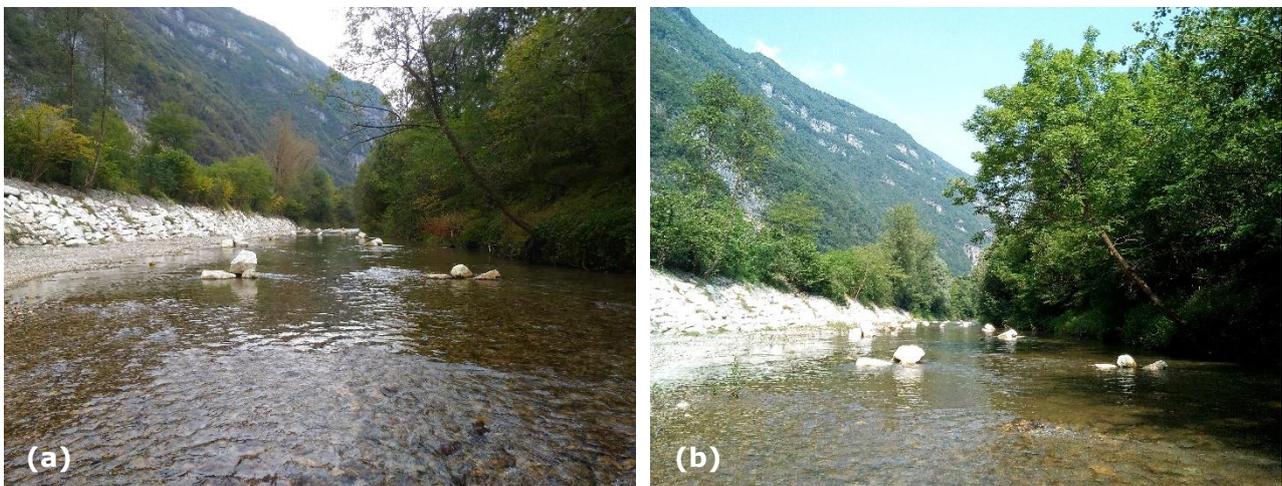
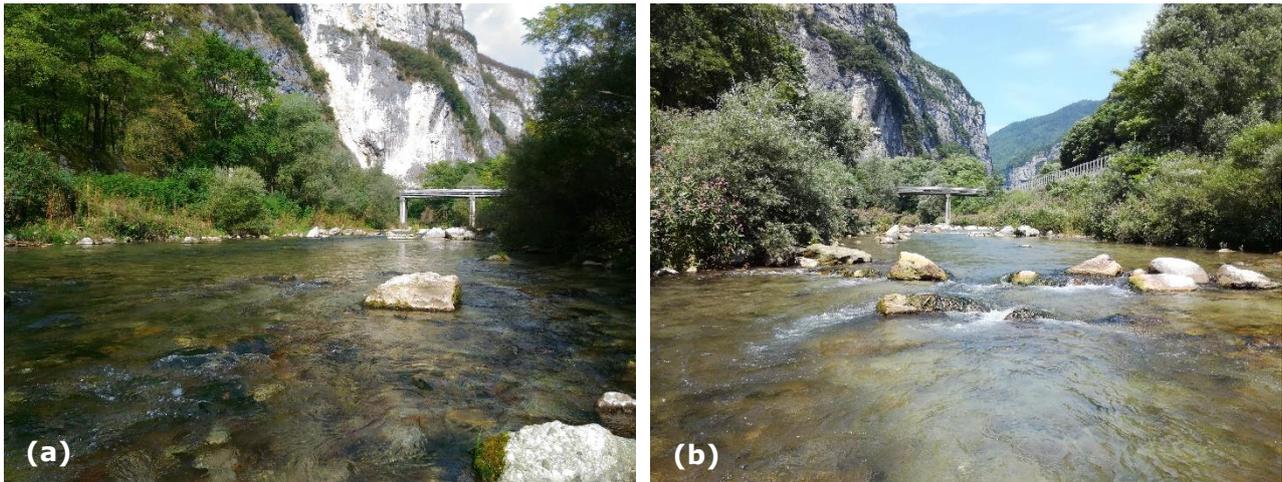


Figura 4. Stazione 2 durante le stagioni autunnale (a) e primaverile (b).



Figura 5. Stazione 3 durante le stagioni autunnale (a) e primaverile (b).



La percentuale di presenza dei singoli microhabitat deve essere registrata ad intervalli del 10%, ciascuno dei quali corrisponde ad una unità di campionamento o replica. La somma di tutti i microhabitat registrati (minerali e biotici) deve essere pari al 100% ed il numero totale di unità di campionamento per ciascun mesohabitat sarà pertanto pari a 10. Nelle operazioni di raccolta, non vengono considerati per definizione i microhabitat presenti al di sotto della soglia del 10%, pertanto esclusi dal campionamento (Buffagni et al., 2014) in quanto ritenuti non rappresentativi. La raccolta del materiale viene effettuata mediante un retino Surber (Figura 6), costituito da un telaio di acciaio che delimita un'area nota, pari a $0,1 \text{ m}^2$ o $0,05 \text{ m}^2$. Il retino viene posto con l'imboccatura rivolta controcorrente ed ogni replica è costituita dal materiale raccolto smuovendo il substrato localizzato all'interno dell'area sottesa dal telaio dello strumento. Il campionamento è quindi quantitativo, poiché ci si riferisce ad una superficie nota, e permette di ottenere dati di densità (ind m^{-2}) degli organismi raccolti.

Poiché tutte le stazioni in oggetto al presente lavoro ricadono nell'Idroecoregione 02 "Prealpi e Dolomiti", per la raccolta dei campioni è stato utilizzato un retino che sottende un'area pari a $0,1 \text{ m}^2$ (dimensioni del telaio che delimita l'area pari a $0,32 \times 0,32 \text{ m}$, luce tra le maglie della rete pari a $500\mu\text{m}$) e con le 10 repliche raccolte è stata coperta una superficie di campionamento complessiva pari a 1 m^2 per stazione (Tabella 3). Tutti i campionamenti sono stati condotti in un mesohabitat generico, in quanto ritenuto più rappresentativo della realtà analizzata.

Figura 6. Retini di Surber da 0,05 m² (a sinistra) e da 0,1 m² (a destra).



Tabella 3. Superfici totali da campionare nelle diverse Idroecoregioni italiane e mesohabitat di riferimento in cui effettuare la raccolta del macrozoobenthos (Buffagni et al., 2014).

Cod_HER	Idroecoregione	Superficie totale da campionare (m ²)	Mesohabitat atteso
1	Alpi Occidentali	1	Riffle/ Generico
2	Prealpi Dolomiti	1	Riffle/ Generico
3	Alpi Centro Orientali	1	Riffle/ Generico
4	Alpi Meridionali	1	Riffle/ Generico
5	Monferrato	0,5	Generico
6	Pianura Padana	0,5	Pool/Generico
7	Carso	1	Generico
8	Appennino Piemontese	1	Pool/ Generico
9	Alpi Mediterranee	1	Riffle/ Generico
10	Appennino Settentrionale	1	Pool/ Generico
11	Toscana	0,5	Pool/ Generico
12	Costa Adriatica	0,5	Pool/ Generico
13	Appennino Centrale	0,5	Pool/ Generico
14	Roma Viterbese	0,5	Pool/ Generico
15	Basso Lazio	0,5	Pool/Generico
14	Vesuvio	0,5	Pool/ Generico
16	Basilicata Tavoliere	0,5	Pool/ Generico
17	Puglia Gargano	0,5	Pool/ Generico
18	Appennino Meridionale	0,5	Pool/ Generico
19	Calabria Nebrodi	0,5	Pool/ Generico
20	Sicilia	0,5	Pool/ Generico
21	Sardegna	0,5	Pool/ Generico

Le operazioni di smistamento, riconoscimento tassonomico e stima delle abbondanze numeriche, per quanto possibile, sono state effettuate sul campo, in vivo. Tuttavia, un certo numero di esemplari è stato portato in laboratorio per confermare l'identificazione effettuata in campo e per procedere alla determinazione dei taxa i cui individui presentavano dimensioni ridotte o per il cui riconoscimento si rendeva necessario l'impiego di strumentazione non disponibile sul campo. Per tale scopo è stato utilizzato un microscopio stereoscopico (Biotek, serie Tekno NB50B). Gli organismi appartenenti alla Classe Oligochaeta sono stati determinati utilizzando un microscopio ottico ad illuminazione alogena (Biotek K900B). I manuali di riferimento per il riconoscimento tassonomico sono stati i seguenti: Minelli (1977), Olmi (1978), Consiglio (1980), Belfiore (1983), Moretti (1983), Rivosecchi (1984), Sansoni (1988), Campaioli et al. (1994), Campaioli et al. (1999), Zwick (2004), Timm (2009), Sambugar & Giacomazzi (2013). La determinazione si è spinta fino al livello di famiglia, richiesto per il monitoraggio di tipo operativo ed è stata redatta una lista tassonomica. Come indicato da Buffagni et al. (2014), in caso di basse presenze numeriche per unità di campionamento gli esemplari identificati sono stati conteggiati, mentre il numero di individui appartenenti a taxa con presenze numeriche molto elevate per replica (superiori a 100) e dominanti rispetto all'intera popolazione è stato stimato.

I dati ottenuti sono poi stati utilizzati per il calcolo dell'indice STAR_ICMi (Buffagni & Erba, 2014), su cui si basa il sistema di classificazione denominato MarcOper, che consente di derivare la classe di qualità utile alla definizione dello stato ecologico basandosi sugli invertebrati bentonici. A tale fine è stato utilizzato il software MacrOper.ICM (Buffagni & Belfiore, 2013).

L'indice STAR_ICMi (STAR_intercalibration Common Metrics), è stato messo a punto quale strumento per lo svolgimento dell'esercizio di intercalibrazione dei fiumi europei in relazione alla componente macrobentonica (Buffagni et al., 2005), ed è stato in seguito adattato alla realtà italiana. Esso è un indice multimetrico, costituito da sei diverse metriche basate su tolleranza, abbondanza/habitat e diversità/ricchezza dei taxa presenti (Tabella 4).

A partire dalle liste tassonomiche ottenute mediante campionamento, il computo dell'indice prevede il calcolo di ciascuna delle sei metriche, che vengono poi rapportate ai valori di riferimento relativi alla tipologia fluviale entro cui ricade il corpo idrico analizzato. I valori così ottenuti vengono moltiplicati per i pesi rispettivi (**Tabella 4**) e sommati, in modo da ottenere lo STAR_ICMi grezzo, il quale viene infine normalizzato usando il valore di riferimento relativo alla tipologia fluviale a cui è ascritto il corso

d'acqua in esame. I valori di riferimento sono riportati nel DM 260/2010. Infine, quanto ottenuto viene confrontato con i limiti di classe relativi ai diversi macrotipi fluviali presenti in Italia (**Tabella 5**). Per il presente lavoro, relativamente alle analisi riguardanti il macrozoobenthos è stato considerato il macrotipo A1 (**Tabella 6**).

Tabella 4. Metriche che compongono lo STAR_ICMi e relativi pesi (Buffagni et al., 2014).

Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Peso
ASPT	Average Score Per Taxon: intera comunità (livello di famiglia)	0.334
Log ₁₀ (Sel_EPTD +1)	Log ₁₀ (somma abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0.266
1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{s-w} = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$	0.083

Tabella 5. Limiti di classe fra gli stati ecologici per i diversi macrotipi fluviali (DM 260/2010).

Macrotipo fluviale	Limiti di classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
A1	0,97	0,73	0,49	0,24
A2	0,95	0,71	0,48	0,24
C	0,96	0,72	0,48	0,24
M1	0,97	0,72	0,48	0,24
M2-M3-M4	0,94	0,70	0,47	0,24
M5	0,97	0,73	0,49	0,24

Tabella 6. Elenco dei macrotipi fluviali utilizzati per la definizione dello stato ecologico mediante utilizzo dei macroinvertebrati bentonici (DM 260/2010).

Area geografica	Macrotipi fluviali	Descrizione sommaria	Idroecoregioni
Alpino	A1	calcareo	1, 2, 3, 4 (Alpi)
	A2	siliceo	
Centrale	C	Tutti i tipi delle idroecoregioni ricadenti nell'area geografica centrale	1, 2, 3, 4, 5, 7 (aree collinari o di pianura)
			6 (pianura Padana a Nord del fiume Po)
Mediterraneo	M1	Fiumi molto piccoli e piccoli	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 (fiumi perenni). 6 (fiumi perenni della pianura Padana a Sud del fiume Po)
	M2	Fiumi medi e grandi di pianura	
	M3	Fiumi di pianura molto grandi	
	M4	Fiumi medi di montagna	
	M5	Corsi d'acqua temporanei	

Macrofite acquatiche

Le macrofite acquatiche sono un gruppo definito su base ecologico-funzionale che comprende i vegetali macroscopicamente visibili presenti negli ambienti acquatici, palustri e di greto, rinvenibili quindi sia in prossimità che all'interno degli ambienti lotici e lentici. Le macrofite comprendono angiosperme erbacee, briofite e alghe formanti aggregati macroscopicamente visibili, alcune pteridofite e qualche lichene (Bielli et al., 1999; Minciardi et al., 2003; Minciardi et al., 2014) e costituiscono una componente fondamentale degli ecosistemi acquatici, in quanto sono potenti indicatori ecologici in grado di evidenziare le alterazioni derivanti dalle pressioni antropiche. Per tale motivo, le comunità a macrofite acquatiche vengono da anni ampiamente utilizzate nel monitoraggio della qualità delle acque in molti paesi europei e sono inserite tra gli elementi di qualità ambientale individuati dalla Direttiva Quadro sulle Acque della Comunità Europea 2000/60/CE per la valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali (Minciardi et al., 2009; Minciardi et al., 2014). L'uso delle macrofite come indicatrici della qualità delle acque correnti si basa sulla sensibilità delle diverse specie alle alterazioni, poiché risentono in modo differente degli impatti antropici (APAT, 2007), in quanto sensibili ad alcuni tipi di inquinanti (come i biocidi), all'inquinamento organico ed all'inquinamento da nutrienti (eutrofizzazione).

In Italia, ai sensi del DM 260/2010, la valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua mediante uso delle comunità macrofite prevede l'applicazione dell'IBMR (Indice Biologique Macrofitique en Rivière) (AFNOR 2003), indice francese basato sull'analisi della composizione della comunità di macrofite acquatiche per la valutazione dello stato trofico dei corsi d'acqua. Essendo finalizzato alla valutazione dello stato di trofia, l'indice è correlabile sia alle concentrazioni dei nutrienti nelle acque (quali azoto ammoniacale ed ortofosfati) che ad altri fattori, quali luminosità e velocità di corrente. L'IBMR permette di valutare efficientemente lo "stato trofico" di sistemi in esame, ma può anche essere utilizzato quale indice di valutazione dello stato ecologico, in termini di grado di scostamento dello stato trofico atteso (Minciardi et al. 2009).

Nel presente lavoro, l'obiettivo è stato quello di analizzare la comunità di macrofite acquatiche nelle 3 stazioni in esame, per una valutazione della qualità ecologica delle acque dal punto di vista dello stato trofico.

Campionamento delle macrofite

Le attività di campo sono state condotte seguendo il "Protocollo di campionamento e analisi delle macrofite dei corsi d'acqua guadabili" (Minciardi et al., 2014), in linea con le richieste della Direttiva 2000/60/CE e del D. Lgs. 152/06 e successivi decreti attuativi ai fini del monitoraggio e della valutazione dello Stato Ecologico dei Corpi Idrici utilizzando tali organismi come elementi di qualità biologica.

I rilevamenti vengono effettuati solitamente in corrispondenza del massimo sviluppo della vegetazione acquatica, in un periodo compreso tra la tarda primavera e l'inizio della stagione autunnale, indicativamente da aprile a ottobre, in funzione delle differenze climatiche locali e del regime idrologico dei corsi d'acqua indagati. Le comunità macrofite possono costituire cenosi significativamente diverse nel corso di una stessa stagione vegetativa in funzione degli andamenti fenologici e dei tassi di accrescimento stagionali. Per garantire la rappresentatività del rilievo il campionamento viene effettuato due volte durante la stagione vegetativa, generalmente tra aprile e giugno e tra luglio e ottobre, a distanza di almeno sette settimane l'uno dall'altro.

I campionamenti sono stati effettuati nelle 3 stazioni selezionate nei periodi autunnale (11/10/2016) e primaverile (21/6/2017), in condizioni di magra. In corrispondenza di ogni stazione è stato considerato un tratto di corso d'acqua lungo 100 m, comprendente le diverse facies idrologiche e biologiche presenti. In ogni stazione il rilievo della comunità acquatica è stato eseguito procedendo a zig-zag lungo il tratto considerato per tutta la sua lunghezza, nel senso della corrente e controcorrente, al fine di individuare i taxa presenti e stimare la loro abbondanza in termini di copertura, che è

stata valutata secondo le modalità indicate da Minciardi et al. (2014): attraverso l'esame visuale, sono stati stimati i valori di copertura percentuale della comunità macrofittica totale e della componente algale rispetto alla superficie di alveo bagnato dell'intera stazione. Successivamente, sono state rilevate le coperture percentuali dei singoli taxa di macrofite e per ciascun taxon è stato calcolato il valore di copertura relativa, intesa come copertura percentuale del taxon rispetto alla superficie coperta dall'intera comunità: per tale scopo è stata utilizzata una scala di valori interi multipli di 5 e compresa tra il 5% e il 100%; ai taxa con presenza puntuale è stato attribuito un indice di copertura indicato con il simbolo "+". Sulla base del valore di copertura relativa è stato quindi calcolato il valore di copertura reale dei vari taxa riferito a tutta la superficie dell'alveo bagnato della stazione, tramite una semplice proporzione che considera la copertura complessiva della comunità rispetto alla stazione. Per la valutazione degli ammassi algali è stata seguita la procedura indicata nel protocollo Minciardi et al. (2014).

Le piante vascolari e le briofite sono state identificate in campo e in laboratorio fino al livello di specie, utilizzando i seguenti testi di riferimento: Pignatti (1982), Cortini Pedrotti (2001, 2005), Atherton et al. (2010). Le alghe sono state identificate in laboratorio, fino al livello di genere, tramite osservazione allo stereomicroscopio e microscopio ottico, utilizzando i seguenti testi: Bourrelly (1966), Bellinger & Sigee (2010), John et al. (2011). La nomenclatura delle specie vascolari segue quanto riportato da Conti et al. (2005), quella delle briofite da Aleffi et al. (2008).

Calcolo dei valori dell'IBMR

I valori di copertura reale dei taxa sono stati convertiti nei coefficienti di copertura (K_i) (AFNOR, 2003; Minciardi et al., 2009). Il calcolo dei valori di IBMR si effettua utilizzando una lista di 210 taxa indicatori per i quali è stata determinata la sensibilità, in primo luogo nei confronti delle concentrazioni di azoto ammoniacale e ortofosfati; a ciascuno di questi taxa è associato un valore indicatore di sensibilità ad alti livelli di trofia denominato coefficiente di sensibilità (C_s) che varia da 0 a 20, e un coefficiente di stenoecia (E_i), che varia da 1 a 3 (Minciardi et al., 2009). Il calcolo dei valori dell'indice segue la formula:

$$IBMR = \frac{\sum_i^n [E_i K_i C_i]}{\sum_i^n [E_i K_i]}$$

dove:

E_i = coefficiente di stenoecia (che varia da 1 a 3)

K_j = coefficiente di copertura (che varia da 1 a 5)

C_{s_i} = coefficiente di sensibilità (che varia da 0 a 20)

n = numero dei taxa indicatori

L'IBMR assume valori compresi tra 0 e 20, sulla cui base è possibile classificare le stazioni di campionamento in 5 classi di livello trofico, a cui sono associati 5 colori, secondo la scala riportata in Tabella 7.

Tabella 7. Classificazione dei livelli trofici basati sui punteggi ottenuti dall'applicazione dell'IBMR (SANITA' & ENEA, 2004).

Valore IBMR	Livello trofico	Colore
> 14	Trofia MOLTO LIEVE	Blu
12 < IBMR ≤ 14	Trofia LIEVE	Verde
10 < IBMR ≤ 12	Trofia MEDIA	Giallo
8 < IBMR ≤ 10	Trofia ELEVATA	Arancio
≤ 8	Trofia MOLTO ELEVATA	Rosso

Per giungere ad una classificazione dello stato di qualità delle acque correnti, in linea con i principi della Direttiva 2000/60/CE, è necessario fare riferimento alla valutazione del grado di scostamento della comunità osservata nel sito campionato rispetto alla comunità di riferimento (attesa) in funzione della tipologia fluviale (Minciardi et al., 2009). Lo stato di qualità dei corpi idrici viene infatti definito sulla base del valore di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), inteso come il rapporto tra valore del parametro biologico osservato e valore dello stesso parametro corrispondente alle condizioni di riferimento per il "tipo" di corpo idrico in osservazione (DM 260/2010).

Il valore dello stato trofico fornito dall'IBMR rilevato in una stazione va pertanto valutato rispetto allo stato trofico atteso per una certa tipologia fluviale. Per ciascuna tipologia fluviale è possibile calcolare un valore di IBMR atteso sulla base dei valori rilevati nei siti di riferimento: i diversi macrotipi fluviali per le macrofite e i relativi valori di riferimento dell'IBMR sono riportati rispettivamente in Tabella 8 e in Tabella 9, mentre i valori di RQE_IBMR relativi ai limiti di classi di qualità differenziati per Area geografica sono riportati in Tabella 10.

Dai valori di IBMR ottenuti nei campionamenti per le stazioni sono stati quindi calcolati i valori di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE_IBMR). Il tratto del Fiume Brenta

considerato ricade nell'idroecoregione 02 "Prealpi e Dolomiti", nell'Area geografica Alpina; ricadendo nella categoria dei fiumi medi, esso può essere inquadrato nel macrotipo fluviale per le macrofite "Ab". Per il calcolo dell'RQE_IBMR delle stazioni di campionamento è stato pertanto utilizzato il corrispondente valore di riferimento 14 e sono stati applicati i valori limite delle classi di giudizio relativi all'Area alpina (Tabella 10).

Tabella 8. Macrotipi fluviali per le macrofite (DM 260/2010).

Area geografica	Macrotipi	Descrizione	Idroecoregioni
Alpina	Aa	Molto piccoli e piccoli	1, 2, 3, 4 (Alpi)
	Ab	Medi	
Centrale	Ca	Molto piccoli e piccoli	1, 2, 3, 4 (aree collinari o di pianura); 5, 7; 6 (pianura Padana a Nord del fiume Po)
	Cb	Medi	
	Cc	Grandi e molto grandi	
Mediterranea	Ma	Fiumi molto piccoli e piccoli	6 (fiumi perenni della pianura Padana a Sud del fiume Po); 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 (fiumi perenni)
	Mb	Fiumi medi e grandi di pianura	6 (fiumi perenni della pianura Padana a Sud del fiume Po); 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15
	Mc		12, 16, 17, 18, 19, 20, 21 (fiumi perenni)
	Md	Fiumi di pianura molto grandi	6 (fiumi perenni della pianura Padana a Sud del fiume Po); 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15
	Me		12, 16, 17, 18, 19, 20, 21 (fiumi perenni)
	Mf	Fiumi medi di montagna	6 (fiumi perenni della pianura Padana a Sud del fiume Po), 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15
	Mg		12, 16, 17, 18, 19, 20, 21 (fiumi perenni)

Tabella 9. Valori di riferimento IBMR per i diversi macrotipi fluviali.

Area geografica	Macrotipi	Valore di riferimento
Alpina	Aa	14,5
	Ab	14
Centrale	Ca	12,5
	Cb	11,5
	Cc	10,5
Mediterranea	Ma	12,5
	Mb	10,5
	Mc	10
	Md	10,5
	Me	10
	Mf	11,5
	Mg	11

Tabella 10. Valori di RQE_IBMR relativi ai limiti tra le classi Elevata, Buona e Sufficiente.

Area geografica	Limiti di Classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
Alpina	0,85	0,70	0,60	0,50
Centrale	0,90	0,80	0,65	0,50
Mediterranea	0,90	0,80	0,65	0,50

Indice di Funzionalità Fluviale (IFF)

L'Indice di Funzionalità Fluviale consente la valutazione della funzionalità di un corso d'acqua, intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione di un'importante serie di fattori biotici ed abiotici, presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato. L'indice rappresenta uno strumento particolarmente utile per l'individuazione di ambienti o tratti di corsi d'acqua ad alta valenza ecologica, per la valutazione dell'impatto di determinate opere o per la valutazione dell'efficacia degli interventi di risanamento. L'IFF è inoltre utile come strumento di pianificazione territoriale ed urbanistico (Siligardi et al., 2007).

L'IFF considera tutti gli elementi di tipo idromorfologico citati dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE, ma utilizza le informazioni raccolte per esprimere un giudizio riferito alle condizioni teoriche di massima funzionalità, caratteristiche di un corso d'acqua ideale.

La scheda IFF si compone di un'intestazione con la richiesta di alcuni metadati e di 14 domande che riguardano le principali caratteristiche ecologiche di un corso d'acqua, elencate di seguito:

- stato del territorio circostante
- vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria o secondaria
- ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale
- continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale
- condizioni idriche
- efficienza di esondazione
- substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici
- erosione
- sezione trasversale
- idoneità ittica
- idromorfologia
- componente vegetale in alveo bagnato
- detrito
- comunità macrobentonica

Per ogni domanda è possibile esprimere una sola tra quattro risposte predefinite. Alle risposte sono assegnati pesi numerici raggruppati in 4 classi (con peso minimo 1 e massimo 40) che esprimono le differenze funzionali tra le singole risposte. L'attribuzione degli specifici pesi numerici alle singole risposte non ha particolari giustificazioni matematiche, ma deriva da valutazioni di esperti sull'insieme dei processi funzionali influenzati dalle caratteristiche oggetto di ciascuna risposta. Il punteggio di IFF, ottenuto sommando i punteggi parziali relativi ad ogni domanda e calcolato indipendentemente per sponda destra e sinistra, può assumere un valore minimo di 14 e uno massimo di 300. Il punteggio finale viene tradotto in 5 livelli di funzionalità, espressi con numeri romani, ai quali corrispondono i relativi giudizi di funzionalità; sono inoltre previsti livelli intermedi per graduare meglio il passaggio da una classe all'altra (Tabella 11).

Tabella 11. Livelli di funzionalità e relativo giudizio e colore di riferimento (Siligardi et al., 2007).

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	Blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	
201-250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	
14 - 50	V	pessimo	rosso

Per una visione della scheda con le domande, consultare "IFF 2007 Indice di Funzionalità Fluviale" (Siligardi et al., 2007).

Parametri chimico-fisici

A supporto delle indagini riguardanti i fattori biotici, in ogni sito sono stati rilevati i valori dei principali parametri chimico-fisici delle acque quali temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, ossigeno disciolto (percentuale di saturazione e mg l^{-1}) e conduttività elettrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$). Le rilevazioni sono state svolte nel mese di ottobre 2016 e, con cadenza mensile, da gennaio a settembre 2017. Le operazioni hanno previsto l'utilizzo di strumenti portatili da campo (conduttivimetro HI 9033; misuratore pH/ORP HI 9125; ossimetro HI 9147) prodotti da Hanna Instruments Inc. (Woonsocket, Rhode Island, USA). I valori sono stati misurati approssimativamente a media profondità sulla colonna d'acqua.

Allo scopo di misurare le concentrazioni di alcuni nutrienti, a partire dal gennaio 2017, sono stati raccolti dei campioni d'acqua che sono stati posti in contenitori di plastica, refrigerati e portati in laboratorio. Le misure hanno riguardato le concentrazioni dei nitrati (N-NO_3 , mg l^{-1}), dell'ammoniaca (N-NH_4 , mg l^{-1}) e dei fosfati (fosforo totale P, $\mu\text{g l}^{-1}$) e sono state effettuate mediante uno spettrofotometro multi-parametro da banco (modello HI 83200-02, Hanna Instruments Inc., Woonsocket, Rhode Island, USA) munito di speciali lampade a tungsteno e filtri di interferenza a banda stretta, seguendo

le indicazioni riportate dal manuale della casa produttrice. Con i risultati ottenuti è stato calcolato l'indice LIMeco (Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico), previsto dal DM 260/2010 ed utilizzato per derivare la classe di qualità dei corpi idrici sulla base dei fattori chimico-fisici. L'indice prevede il calcolo di un punteggio sulla base della concentrazione dei suddetti nutrienti e della percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto. Il calcolo è stato effettuato per ciascun mese in cui sono stati svolti i rilievi, e sono stati poi ricavati dei valori medi stagionali.

Infine, sono state indagate le concentrazioni di alcuni metalli pesanti nelle acque interstiziali del sedimento, allo scopo di rilevare eventuali tracce di inquinamento legate all'attività agricola o ad altre fonti. Per tale scopo sono stati raccolti dei campioni di sedimento superficiale in alveo, i quali sono stati posti immediatamente in contenitori di plastica, successivamente refrigerati e portati presso i laboratori ECOCHEM Srl (Laboratori accreditati ACCREDIA), dove sono stati analizzati nel rispetto dei protocolli UNI EN ISO 17294-2:2005. Nello specifico, sono state misurate le concentrazioni di manganese (Mn, $\mu\text{g l}^{-1}$), piombo (Pb, $\mu\text{g l}^{-1}$), rame (Cu, $\mu\text{g l}^{-1}$) e zinco (Zn, mg l^{-1}).

3 Risultati

Fauna ittica

Stazione 1

Il fiume in questo tratto è a circa 700 m dalla traversa di Pianello che devia buona parte della portata del fiume per alimentare la centrale idroelettrica di Collicello. Come indicato sopra, la portata del DMV, che transita per buona parte dell'anno, è di 2,5 mc s⁻¹. Nel 2016 sono stati eseguiti interventi idraulici di consolidamento della riva destra che hanno portato ad un pesante rimaneggiamento dell'alveo. Nel gennaio 2017 sono stati posizionati in quest'area circa 20000 uova embrionate di trota marmorata, che sono state inserite nella ghiaia a circa 60 cm dalla superficie; questa tecnica, già sperimentata in altri paesi dell'arco alpino, si è dimostrata molto produttiva.

L'alveo in questa stazione è costituito prevalentemente da ciottoli, ghiaia e sabbia; sono presenti anche grossi massi ciclopici inseriti a seguito degli interventi di rinaturalizzazione, conseguenti agli interventi idraulici. La vegetazione acquatica è presente ma non abbondante.

Nel 2017 sono stati eseguiti tre campionamenti, il 16/1/2017, il 26/7/2017 e il 25/9/2017. Le specie catturate sono state le seguenti: trota marmorata (*Salmo marmoratus*), trota fario (*Salmo trutta*), trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*), scazzone (*Cottus gobio*), temolo (*Thymallus thymallus*), luccio (*Esox cisalpinus*), sanguinerola (*Phoxinus phoxinus*) e lampreda padana (*Lethenteron zanandreaei*). La densità e la biomassa totali rilevate nei campionamenti non sono elevate, ma comunque discretamente stabili nei vari campionamenti (Tabella 12, Tabella 13, Tabella 14).

Tabella 12. Dati ittici ottenuti dai campionamenti condotti nella stazione 1 in data 16/01/2017.

Specie	Catturati	Stimati (N)	(dsN)	Densità (D) (ind/m ²)	(dsD)	Biomassa (B) (g/m ²)	(dsB)	Peso medio (W) (g)	(dsW)	Lunghezza media (mm)	(dsL)	Indice Abbondanza (1-6)
Trota marmorata	1	1,33	0,50	0,0007	0,0003	2,997	1,117	4316,2	0,0	750,0	0,0	1
Temolo	1	1,33	0,50	0,0007	0,0003	0,030	0,011	42,9	0,0	155,0	0,0	1
Scazzone	9	12,00	1,49	0,0063	0,0008	0,030	0,004	4,7	1,9	73,3	9,9	2
Trota fario atlantica	8	10,67	1,41	0,0056	0,0007	0,983	0,130	177,0	271,1	160,9	155,8	2
Luccio	1	1,33	0,50	0,0007	0,0003	0,076	0,028	109,9	0,0	232,0	0,0	1
Trota iridea	3	4,00	0,86	0,0021	0,0004	2,401	0,517	1152,3	973,2	426,7	115,5	1
Sanguinerola	2	2,67	0,70	0,0014	0,0004	0,004	0,001	3,0	0,2	61,5	4,9	1
Ibrido fario X marmorata	3	4,00	0,86	0,0021	0,0004	0,604	0,130	289,8	362,9	259,3	146,2	1
Totale	28			0,0194		7,1250						

Tabella 13. Dati ittici ottenuti dai campionamenti condotti nella stazione 1 in data 26/07/2017.

Specie	Catturati	Stimati (N)	(dsN)	Densità (D) (ind/m ²)	(dsD)	Biomassa (B) (g/m ²)	(dsB)	Peso medio (W) (g)	(dsW)	Lunghezza media (mm)	(dsL)	Indice Abbondanza (1-6)
Scazzone	47	82,25	10,75	0,0236	0,0031	0,128	0,017	5,4	5,5	63,5	24,9	4
Trota fario atlantica	8	10,67	1,41	0,0031	0,0004	0,435	0,057	141,9	337,6	152,4	116,0	1
Sanguinerola	2	3,50	2,22	0,0010	0,0006	0,002	0,001	2,0	0,0	60,0	0,0	1
Ibrido fario X marmorata	34	34,00	0,00	0,0098	0,0000	0,033	0,000	3,4	1,9	67,6	12,4	3
Totale	91			0,0569		7,7229						

Tabella 14. Dati ittici ottenuti dai campionamenti condotti nella stazione 1 in data 25/09/2017.

Specie	Catturati	Stimati (N)	(dsN)	Densità (D) (ind/m ²)	(dsD)	Biomassa (B) (g/m ²)	(dsB)	Peso medio (W) (g)	(dsW)	Lunghezza media (mm)	(dsL)	Indice Abbondanza (1-6)
Temolo	1	1,33	0,50	0,0008	0,0003	0,012	0,005	16,0	0,0	112,0	0,0	1
Scazzone	36	48,00	2,98	0,0272	0,0017	0,053	0,003	2,0	1,4	48,9	12,0	4
Trota fario atlantica	15	20,00	1,92	0,0113	0,0011	3,438	0,331	303,3	288,4	272,8	94,8	3
Ibrido fario X marmorata	3	4,00	0,86	0,0023	0,0005	0,652	0,140	287,4	310,4	265,3	132,0	1
Lampreda padana	1	1,33	0,50	0,0008	0,0003	0,011	0,004	15,0	0,0	85,0	0,0	1
Totale	56			0,0423		4,167						

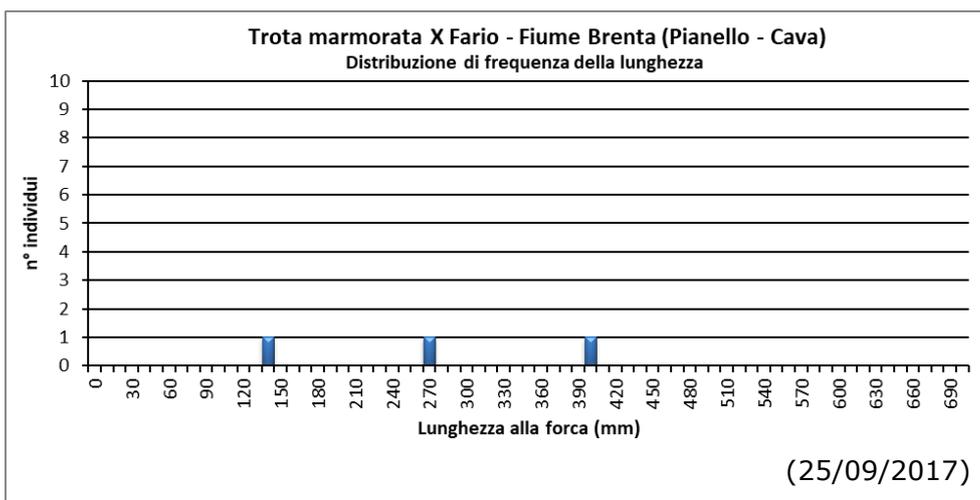
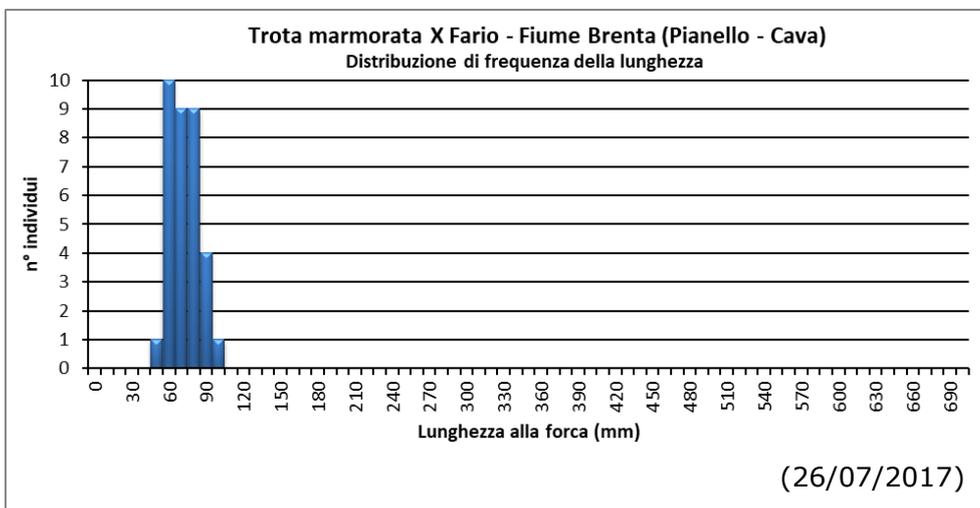
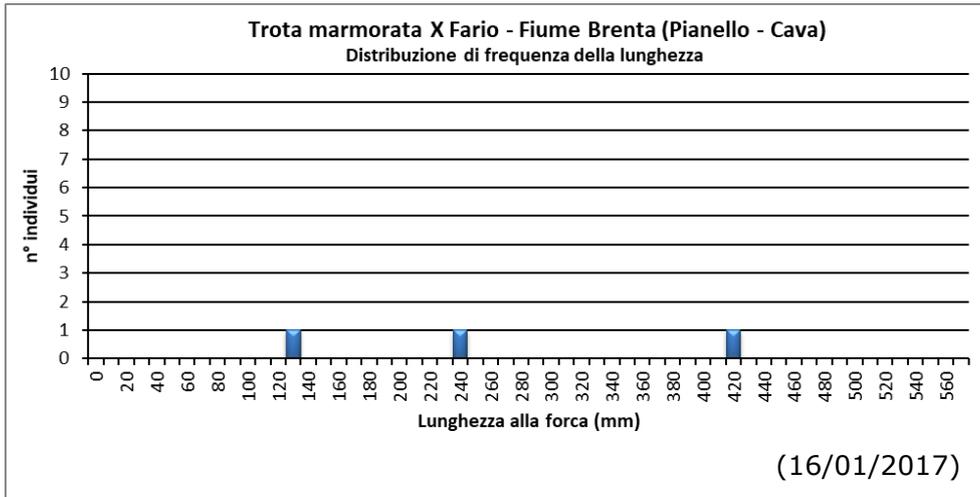
Trota marmorata ed ibridi

È stato ritrovato un solo esemplare adulto, di notevoli dimensioni (75 cm), nel mese di gennaio, mentre negli altri campionamenti non è stato rinvenuto nessun esemplare. La morfologia ambientale, caratterizzata da acque poco profonde, non è ideale per gli esemplari adulti della specie che preferiscono invece acque profonde ricche di ripari. Sono invece stati sempre ritrovati individui giovanili, soprattutto nel campionamento di luglio, che costituiscono una buona coorte anche se non accompagnata da subadulti ed adulti (Figura 7).

Il riconoscimento delle giovani marmorate è sempre difficoltoso in quanto esse possono essere confuse con le giovani fario; per la classificazione si è fatto riferimento alla presenza di macchie parr sui fianchi e all'assenza o alla limitata presenza di puntini rossi sui fianchi.

In quest'area è possibile verificare l'efficacia delle immissioni di uova embrionate effettuate in nidi artificiali all'inizio dell'anno. Nel campionamento di settembre è diminuita la presenza dei giovani dell'anno per l'effetto dello svasso della diga di Pianello, avvenuto ad agosto 2017, che ha portato al rilascio per un breve periodo di sedimenti fini che probabilmente hanno interferito con i giovanili della specie. Densità e biomassa sono comunque limitate.

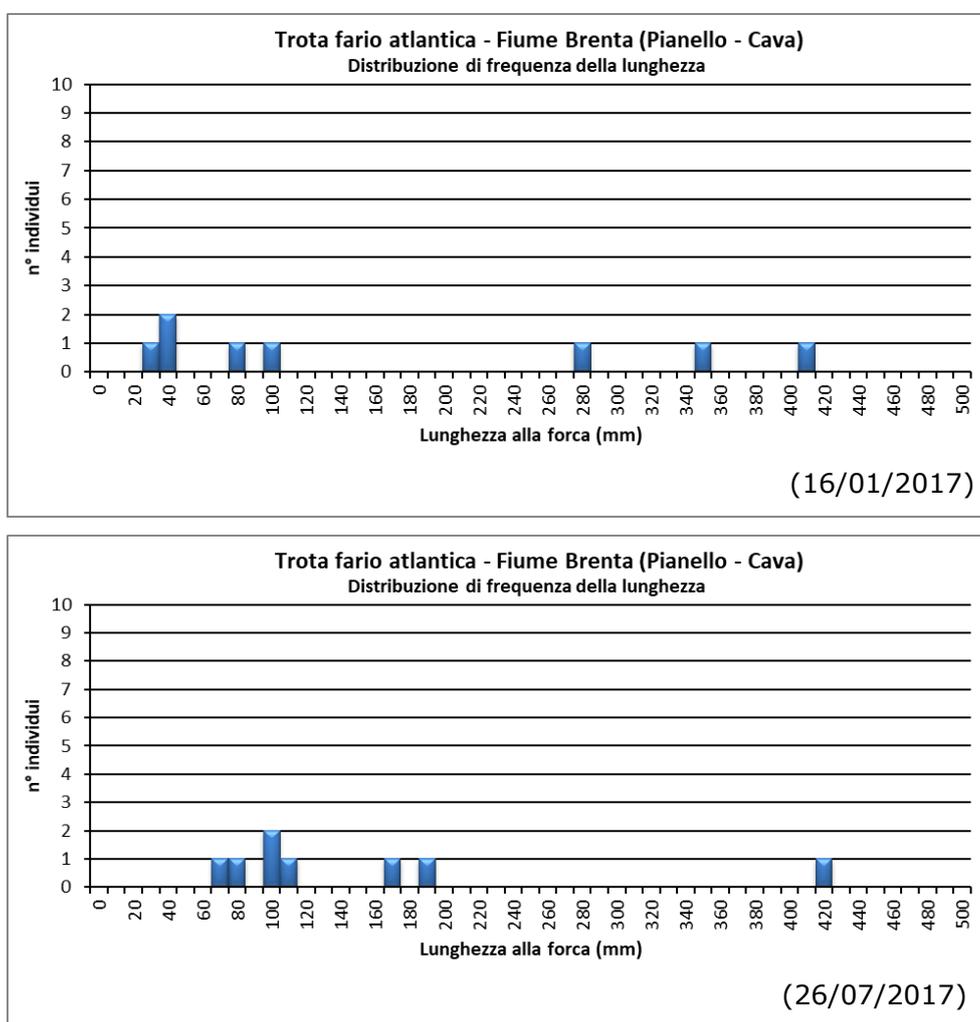
Figura 7. Distribuzione di frequenza della lunghezza per gli esemplari ibridi di trota marmorata e trota fario, rinvenuti nei tre campionamenti effettuati.

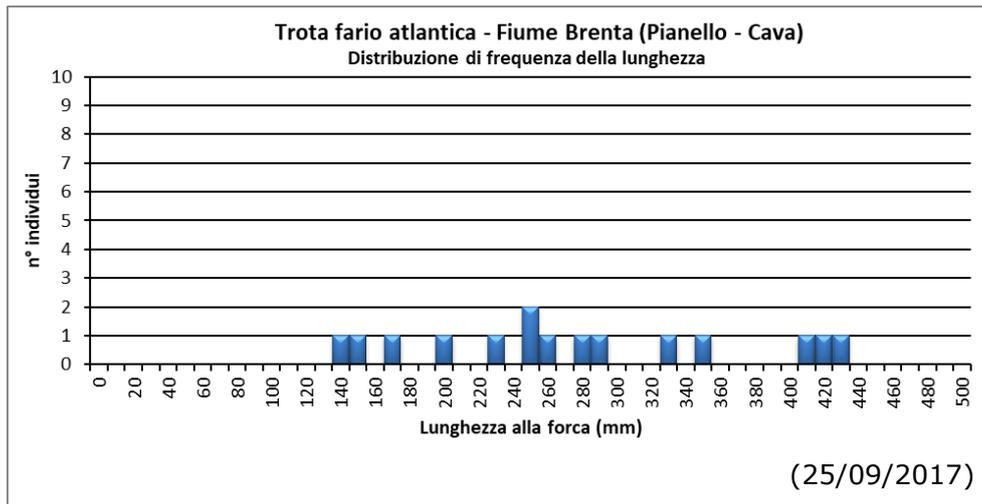


Trota fario atlantica

La trota fario è oggetto di ripopolamento annuale, per il quale vengono utilizzati esemplari sterilizzati mediante shock pressorio. La trota fario è presente stabilmente nel tratto campionato e costituisce una popolazione non ben strutturata, sbilanciata verso le classi d'età inferiori (Figura 8). Sono stati trovati anche alcuni individui di buone dimensioni (>40 cm). Densità e biomassa sono anche qui limitate (Tabella 12, Tabella 13, Tabella 14).

Figura 8. Distribuzione di frequenza della lunghezza per gli esemplari di trota fario atlantica rinvenuti nei tre campionamenti effettuati.

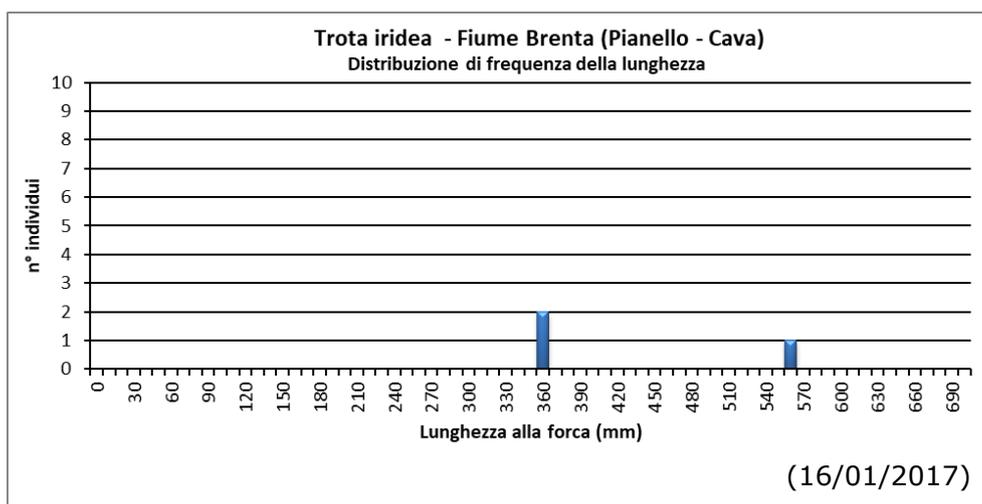




Trota iridea

Sono stati trovati 3 individui adulti esclusivamente nel campionamento di gennaio. Gli esemplari sono probabilmente scesi dall'invaso del Pianello, dove vengono periodicamente immessi per esigenze alieutiche. Nel tratto di studio la presenza della specie è comunque sporadica (Figura 9).

Figura 9. Distribuzione di frequenza della lunghezza per gli esemplari di trota iridea rinvenuti nel campionamento di gennaio.

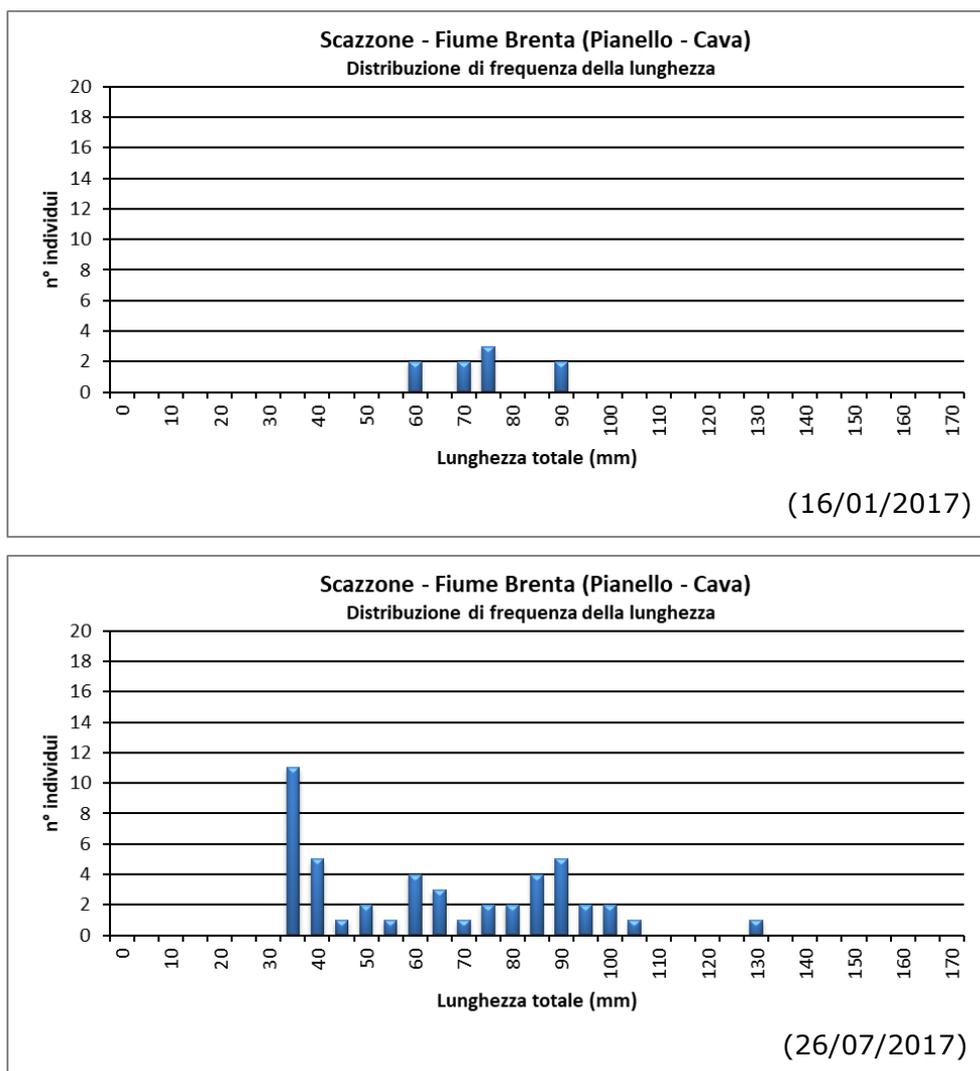


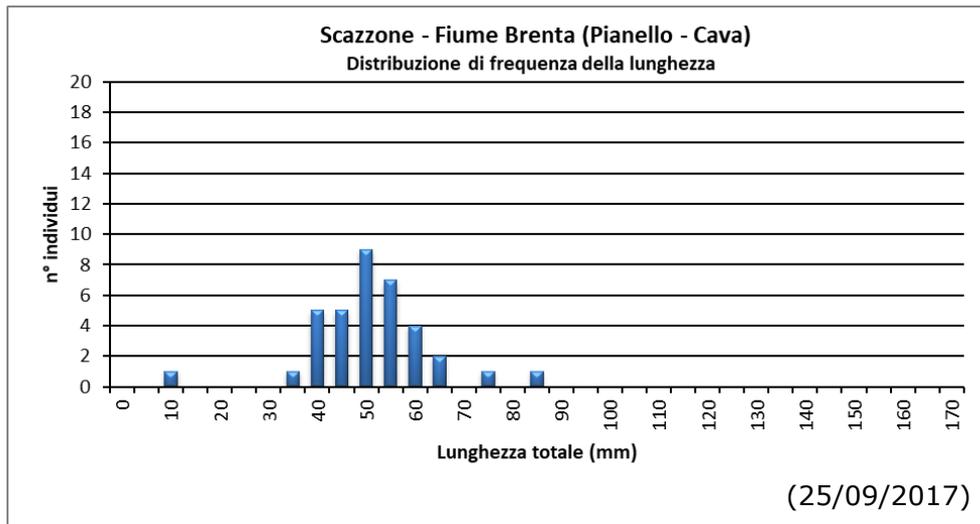
Scazzone

La specie è sempre stata ritrovata nella stazione di campionamento. In gennaio sono stati ritrovati pochi esemplari per difficoltà incontrate durante le operazioni di raccolta;

nei due campionamenti seguenti la popolazione è risultata essere discretamente strutturata, con buona presenza di giovani dell'anno e subadulti (Figura 10). La presenza di un substrato ghiaioso-sabbioso non è ideale per la specie che però trova nicchie ecologiche soddisfacenti nelle limitate aree ciottolose che costituiscono il luogo ideale per la riproduzione. I recenti rimaneggiamenti dell'alveo probabilmente hanno avuto un'influenza negativa sulla presenza dello scazzone in questo tratto di fiume.

Figura 10. Distribuzione di frequenza della lunghezza per gli esemplari di scazzone rinvenuti nei tre campionamenti effettuati.





Sanguinerola

La specie è stata rinvenuta nei campionamenti di gennaio e luglio con pochi esemplari. Costituisce qui una popolazione non ben insediata anche se le potenzialità ambientali sono interessanti per la specie.

Temolo, lampreda, luccio sono stati trovati sporadicamente e con numero di esemplari limitato.

Stazione 2

Il fiume in questo tratto ha un alveo seminaturale interrotto solamente dalle infrastrutture stradali che conducono ad Enego e Primolano.

L'alveo in questa stazione è costituito prevalentemente da massi e ciottoli, con limitata presenza di ghiaia e sabbia. La vegetazione acquatica è presente ma non abbondante. Sono stati eseguiti 2 campionamenti nel 2017, il 26/7/2017 e il 25/9/2017. Le specie catturate sono: trota marmorata (*Salmo marmoratus*), trota fario (*Salmo trutta*), scazzone (*Cottus gobio*), sanguinerola (*Phoxinus phoxinus*) e lampreda padana (*Lethenteron zanandreae*). La densità e la biomassa totali rilevate nei campionamenti sono piuttosto contenute e variabili (Tabella 15, Tabella 16).

Tabella 15. Dati relativi al campionamento ittico effettuato in data 26/07/2017 presso la stazione 2.

Specie	Catturati	Stimati (N)	(dsN)	Densità (D) (ind/m ²)	(dsD)	Biomassa (B) (g/m ²)	(dsB)	Peso medio (W) (g)	(dsW)	Lunghezza media (mm)	(dsL)	Indice Abbondanza (1-6)
Trota marmorata	4	5,33	0,99	0,0054	0,0010	0,023	0,004	4,3	2,1	70,0	15,0	1
Scazzone	12	16,00	1,72	0,0162	0,0017	0,267	0,029	16,5	7,1	105,9	21,9	2
Trota fario atlantica	6	8,00	1,22	0,0081	0,0012	0,104	0,016	12,8	5,1	101,2	12,8	2
Ibrido fario X marmorata	4	5,33	0,99	0,0054	0,0010	0,151	0,028	28,0	30,8	119,8	38,4	1
Totale	26			0,0350		0,5441						

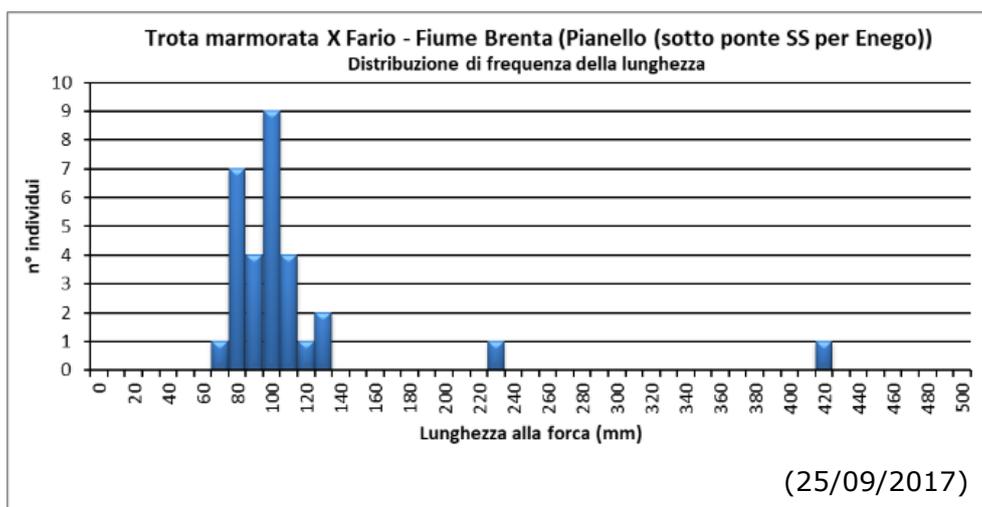
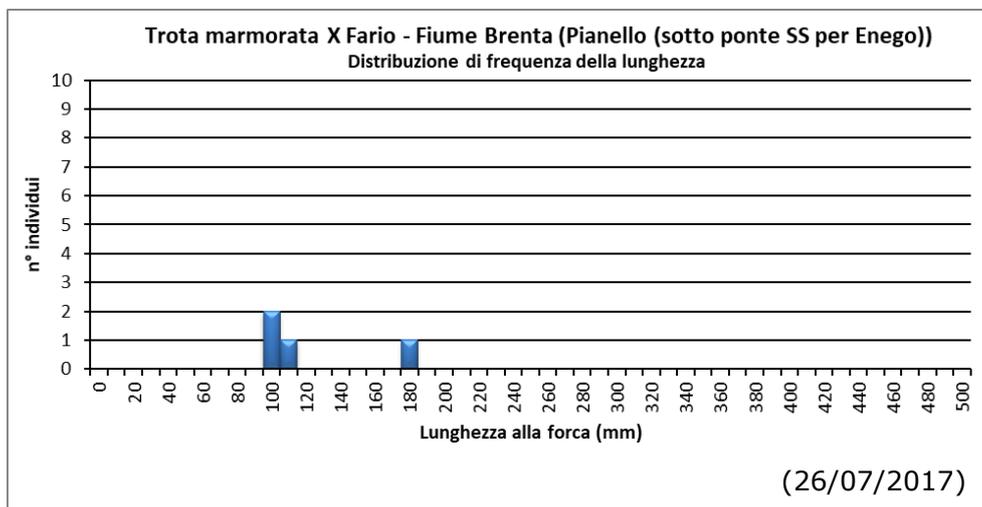
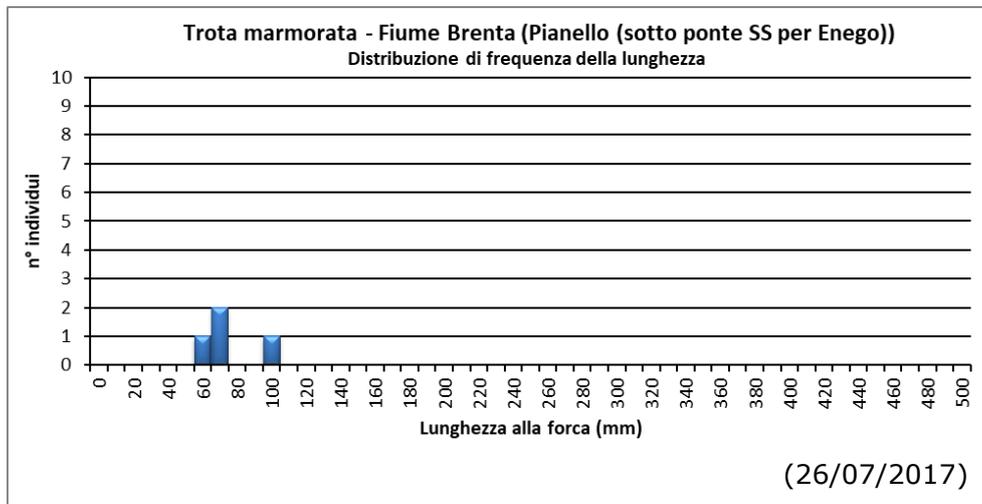
Tabella 16. Dati relativi al campionamento ittico effettuato in data 25/09/2017 presso la stazione 2.

Specie	Catturati	Stimati (N)	(dsN)	Densità (D) (ind/m ²)	(dsD)	Biomassa (B) (g/m ²)	(dsB)	Peso medio (W) (g)	(dsW)	Lunghezza media (mm)	(dsL)	Indice Abbondanza (1-6)
Scazzone	41	54,67	3,18	0,0577	0,0034	0,227	0,013	3,9	2,6	61,2	14,9	4
Trota fario atlantica	34	45,33	2,90	0,0478	0,0031	0,907	0,058	19,0	46,4	100,0	39,7	4
Sanguinerola	4	5,33	0,99	0,0056	0,0010	0,008	0,002	1,5	0,6	39,0	7,0	1
Ibrido fario X marmorata	30	40,00	2,72	0,0422	0,0029	1,662	0,113	39,4	146,2	106,9	64,5	4
Lampreda padana	1	1,33	0,50	0,0014	0,0005	0,024	0,009	17,0	0,0	115,0	0,0	1
Totale	110			0,1547		2,829						

Trota marmorata e ibridi

La specie è presente in questo tratto a densità e biomassa contenute. La popolazione è sbilanciata nelle classi di età inferiori e sono molto rari gli individui adulti, nonostante le condizioni morfologiche dell'ambiente acquatico siano buone per la specie. Nel campionamento di settembre sono stati trovati più individui giovanili (Figura 11). Ciò è verosimilmente dovuto al fatto che gli esemplari si possono essere spostati da monte per effetto delle operazioni di svasso della diga sita in località Pianello. La condizione potrebbe comunque essere temporanea e ristabilizzarsi con il tempo.

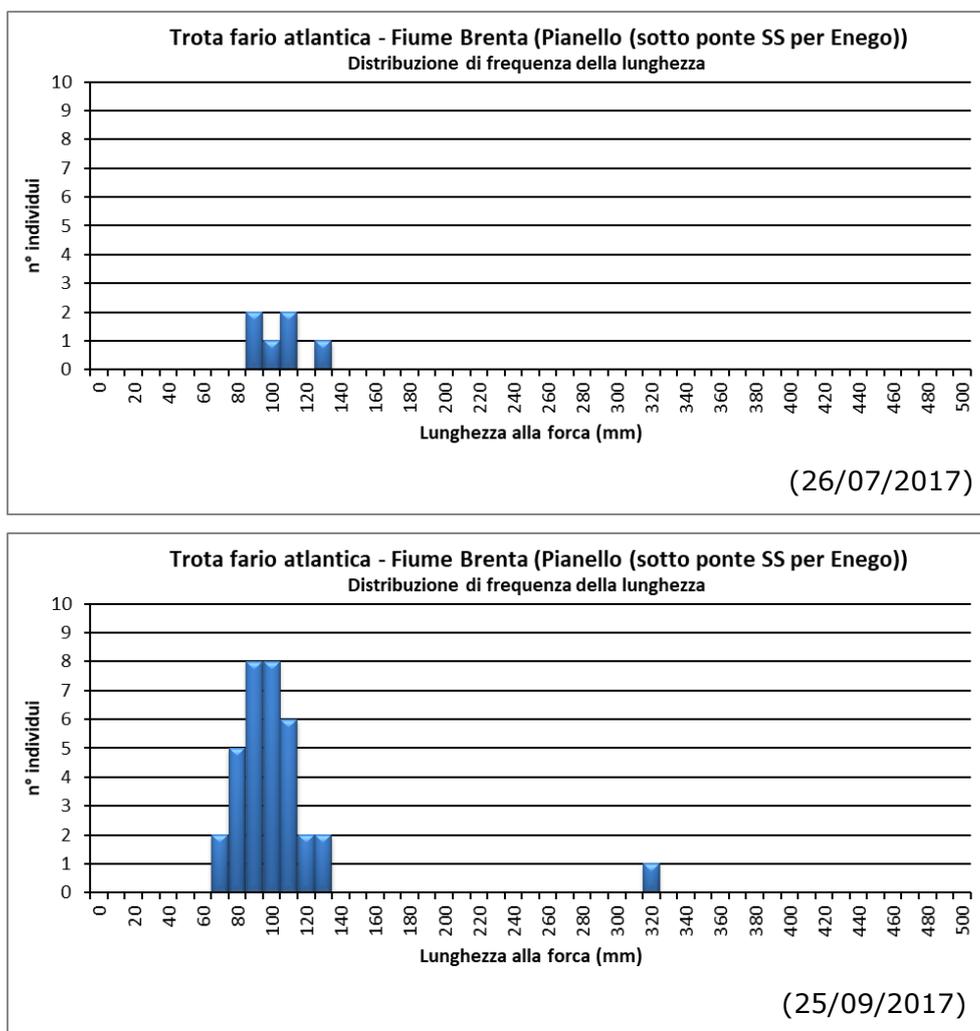
Figura 11. Distribuzione di frequenza della lunghezza per gli esemplari di trota marmorata e di ibridi tra marmorata e trota fario rinvenuti durante i campionamenti effettuati.



Trota fario atlantica

La trota fario è presente con una popolazione sbilanciata nelle classi d'età inferiori, mancando praticamente i subadulti e gli adulti. È stato ritrovato un solo esemplare di buone dimensioni (32 cm) esclusivamente nel campionamento di settembre. Anche per questa specie, si osserva un aumento della densità dei giovani dell'anno nel campionamento di settembre, per effetto di spostamenti dovuti probabilmente alle operazioni idrauliche della diga del Pianello (Figura 12). Densità e biomassa sono anche qui contenute (Tabella 15, Tabella 16).

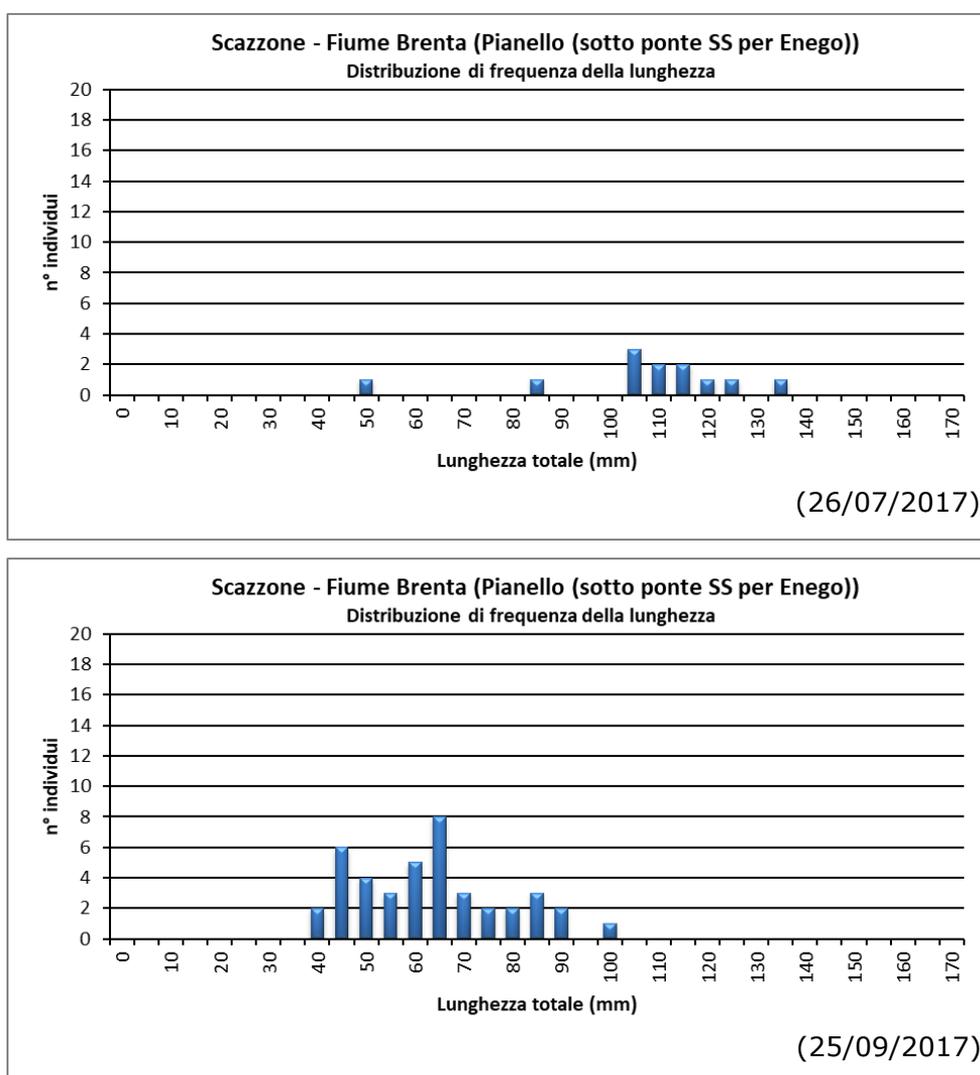
Figura 12. Distribuzione di frequenza della lunghezza per gli esemplari di trota fario atlantica rinvenuti durante i campionamenti effettuati.



Scazzone

Lo scazzone trova in questo tratto condizioni morfo-idrauliche non sempre ideali per la presenza di significativi depositi sabbiosi; ove il substrato è costituito da ciottoli e ghiaia la specie colonizza bene il substrato. Nel complesso la popolazione è ben strutturata nelle classi d'età (Figura 13), ma denuncia valori di densità e biomassa non elevati (Tabella 15, Tabella 16).

Figura 13. Distribuzione di frequenza della lunghezza per gli esemplari di scazzone rinvenuti durante i campionamenti effettuati.



Nel campionamento di settembre è stata trovata anche la lampreda padana con pochi esemplari infossati nei banchi sabbiosi. Pochi esemplari di sanguinerola sono stati trovati sempre nel medesimo campionamento.

Stazione 3

Il fiume in questo tratto ha un alveo fortemente artificializzato per effetto di una lunga barriera di cemento che sostiene la strada statale e che costituisce la sponda sinistra del corso d'acqua.

L'alveo è stato pesantemente rimaneggiato circa 10 anni addietro. Sono state realizzate traverse in massi ciclopici per rallentare la velocità della corrente ed è stato rifatto il piede del muro in cemento sulla sponda sinistra. Attualmente sono presenti ampi depositi di massi ciclopici e abbondanti depositi di grossi ciottoli e ghiaia; vi sono inoltre significativi banchi di sabbia. La vegetazione acquatica è presente ma non abbondante. Sono stati eseguiti 3 campionamenti nel 2017, il 16/1/2017, il 26/7/2017 e il 25/9/2017. Le specie catturate sono: trota marmorata (*Salmo marmoratus*), trota fario (*Salmo trutta*), scazzone (*Cottus gobio*), temolo (*Thymallus thymallus*), barbo (*Barbus plebejus*), persico reale (*Perca fluviatilis*), cavedano (*Squalius squalus*), sanguinerola (*Phoxinus phoxinus*) e lampreda padana (*Lethenteron zanandreae*). I valori di densità e biomassa totali rilevati nei campionamenti non sono elevati e risultano essere discretamente costanti nei tre campionamenti; fa eccezione il dato rilevato in gennaio 2017, con valori significativamente più elevati per la presenza di grossi riproduttori di barbo che non sono stati ritrovati nei campionamenti successivi (Tabella 17, Tabella 18, Tabella 19).

Tabella 17. Dati relativi al campionamento ittico effettuato in data 16/01/2017 presso la stazione 3.

Specie	Catturati	Stimati (N)	(dsN)	Densità (D) (ind/m ²)	(dsD)	Biomassa (B) (g/m ²)	(dsB)	Peso medio (W) (g)	(dsW)	Lunghezza media (mm)	(dsL)	Indice Abbondanza (1-6)
Trota marmorata	2	2,67	0,70	0,0010	0,0003	0,182	0,048	184,1	230,0	222,5	137,9	1
Temolo	1	1,33	0,50	0,0005	0,0002	0,524	0,195	1061,9	0,0	450,0	0,0	1
Barbo	8	10,67	1,41	0,0040	0,0005	13,194	1,739	3256,6	397,0	668,1	29,0	2
Scazzone	4	7,00	3,14	0,0026	0,0012	0,026	0,012	10,0	5,8	90,0	16,9	2
Trota fario atlantica	8	10,67	1,41	0,0040	0,0005	1,032	0,136	261,3	393,1	232,3	128,9	2
Ibrido fario X marmorata	9	12,00	1,49	0,0044	0,0006	0,209	0,026	47,0	42,3	151,7	40,8	2
Lampreda padana	3	9,00	13,42	0,0033	0,0050	0,016	0,023	4,7	2,9	0,0	0,0	2
Totale	35			0,0198		15,184						

Tabella 18. Dati relativi al campionamento ittico effettuato in data 26/07/2017 presso la stazione 3.

Specie	Catturati	Stimati (N)	(dsN)	Densità (D) (ind/m ²)	(dsD)	Biomassa (B) (g/m ²)	(dsB)	Peso medio (W) (g)	(dsW)	Lunghezza media (mm)	(dsL)	Indice Abbondanza (1-6)
Trota marmorata	8	10,67	1,41	0,0045	0,0006	1,970	0,260	438,9	687,8	221,9	189,2	2
Scazzone	7	9,33	1,31	0,0039	0,0006	0,039	0,006	10,0	6,6	85,7	26,5	2
Trota fario atlantica	14	18,67	1,86	0,0079	0,0008	2,357	0,235	300,0	308,1	269,3	114,4	3
Persico reale	2	2,67	0,70	0,0011	0,0003	0,034	0,009	30,3	1,0	131,0	1,4	1
Ibrido fario X marmorata	1	1,33	0,50	0,0006	0,0002	0,005	0,002	9,3	0,0	92,0	0,0	1
Totale	32			0,0180		4,405						

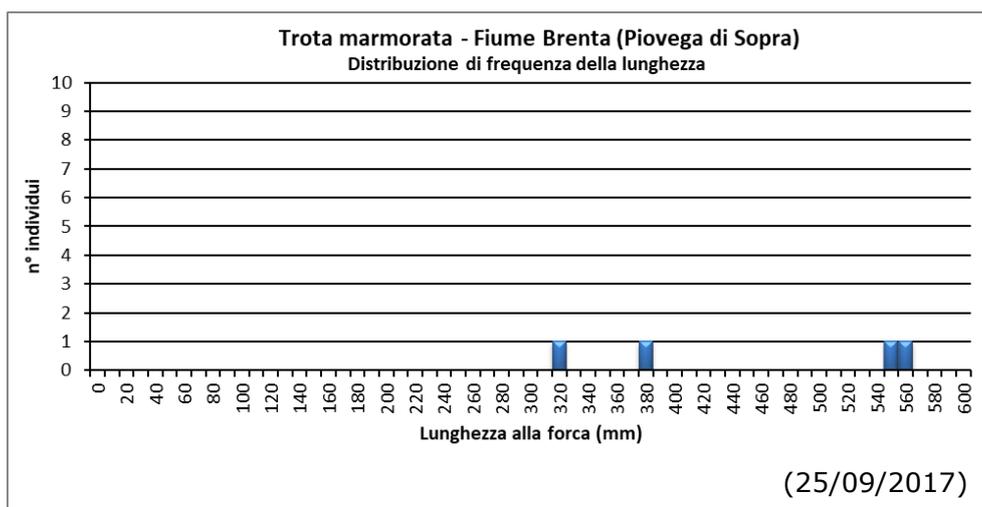
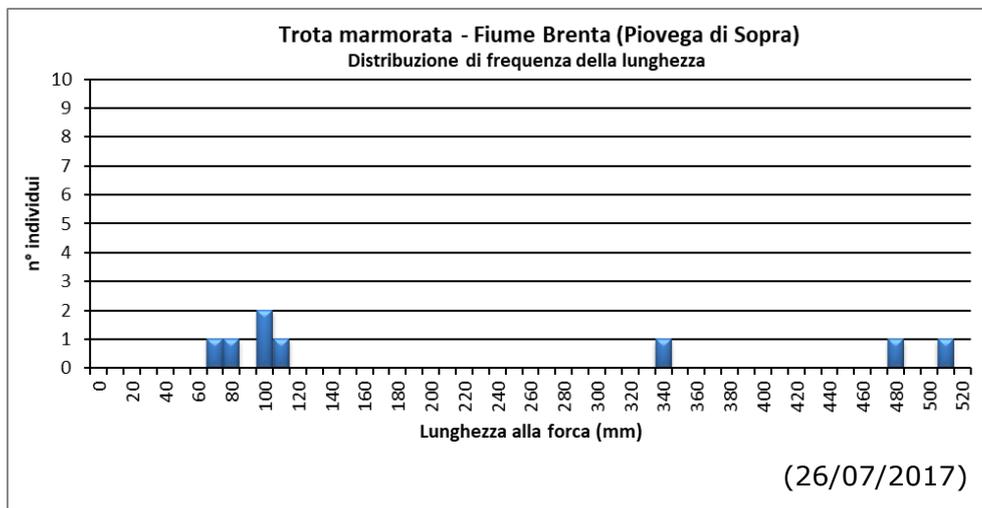
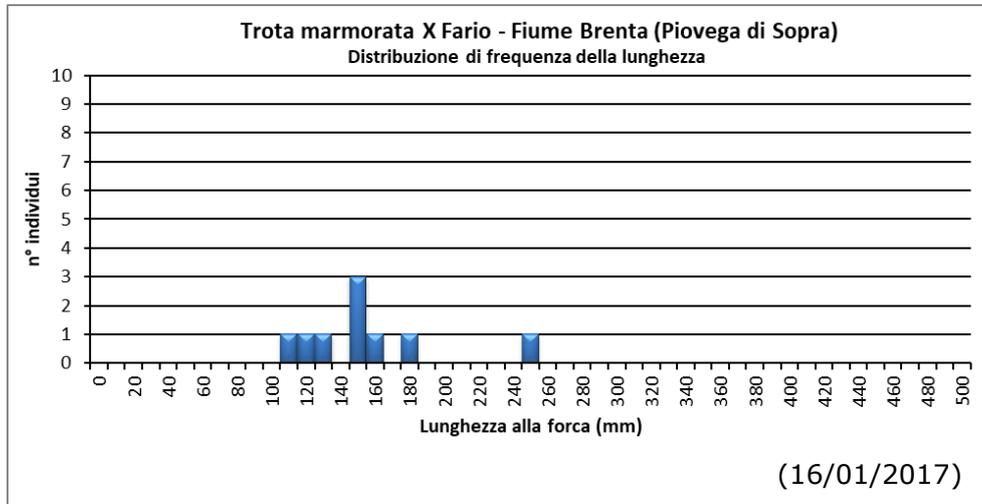
Tabella 19. Dati relativi al campionamento ittico effettuato in data 25/09/2017 presso la stazione 3.

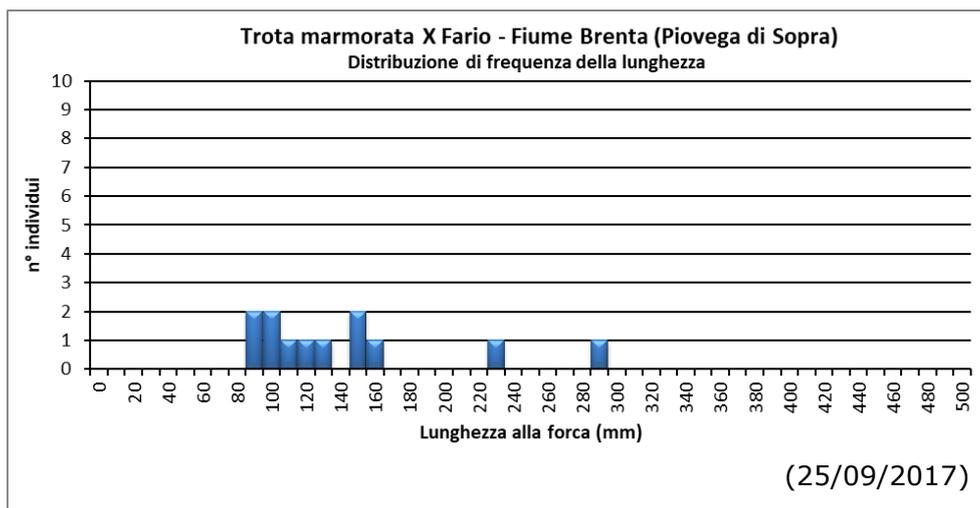
Specie	Catturati	Stimati (N)	(dsN)	Densità (D) (ind/m ²)	(dsD)	Biomassa (B) (g/m ²)	(dsB)	Peso medio (W) (g)	(dsW)	Lunghezza media (mm)	(dsL)	Indice Abbondanza (1-6)
Trota marmorata	4	5,33	0,99	0,0020	0,0004	1,635	0,305	827,5	674,1	444,5	120,0	1
Scazzone	4	5,33	0,99	0,0020	0,0004	0,017	0,003	8,5	1,9	79,0	13,0	1
Cavedano	1	1,33	0,50	0,0005	0,0002	0,018	0,007	37,0	0,0	140,0	0,0	1
Trota fario atlantica	35	46,67	2,94	0,0173	0,0011	3,594	0,226	208,0	475,3	193,6	132,0	4
Sanguinerola	2	2,67	0,70	0,0010	0,0003	0,005	0,001	5,0	0,0	80,5	6,4	1
Ibrido fario X marmorata	12	16,00	1,72	0,0059	0,0006	0,258	0,028	43,5	65,0	138,9	59,9	3
Totale	58			0,0286		5,527						

Trota marmorata e ibridi

La trota marmorata è in questo tratto presente con una discreta popolazione costituita da esemplari puri ed ibridi. Si ritrovano giovani dell'anno, subadulti e riproduttori, alcuni anche di taglia elevata (>45 cm) (Figura 14). In questo ambiente vi sono ottimi nascondigli per i grossi riproduttori e ampie zone di alimentazione. Nella classificazione dei giovanili, difficilmente riconoscibili, si è tenuto conto della presenza delle macchie parr e della scarsa presenza di puntini rossi sui fianchi. La biomassa non è elevata nei campionamenti anche se relativamente stabile (Tabella 17, Tabella 18, Tabella 19).

Figura 14. Distribuzione di frequenza della lunghezza per gli esemplari di trota marmorata e di ibridi tra marmorata e trota fario rinvenuti durante i campionamenti effettuati.

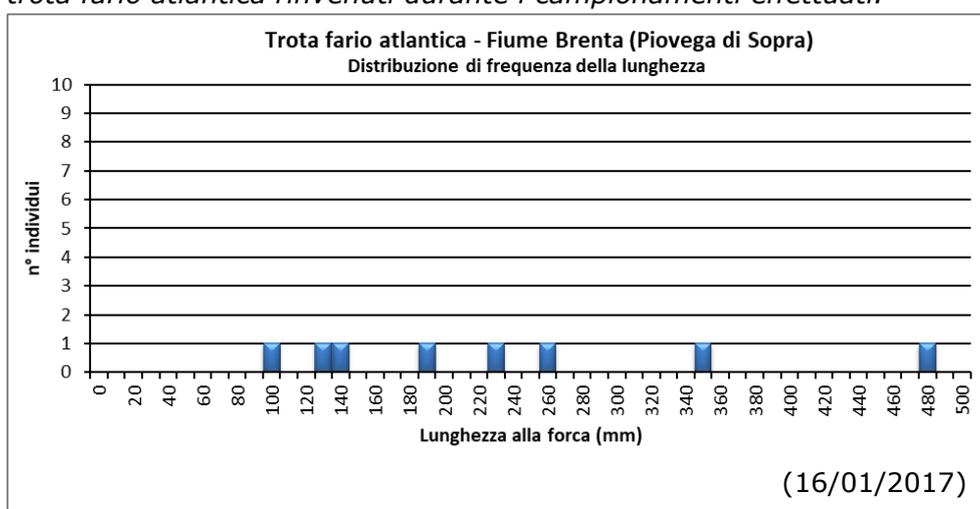


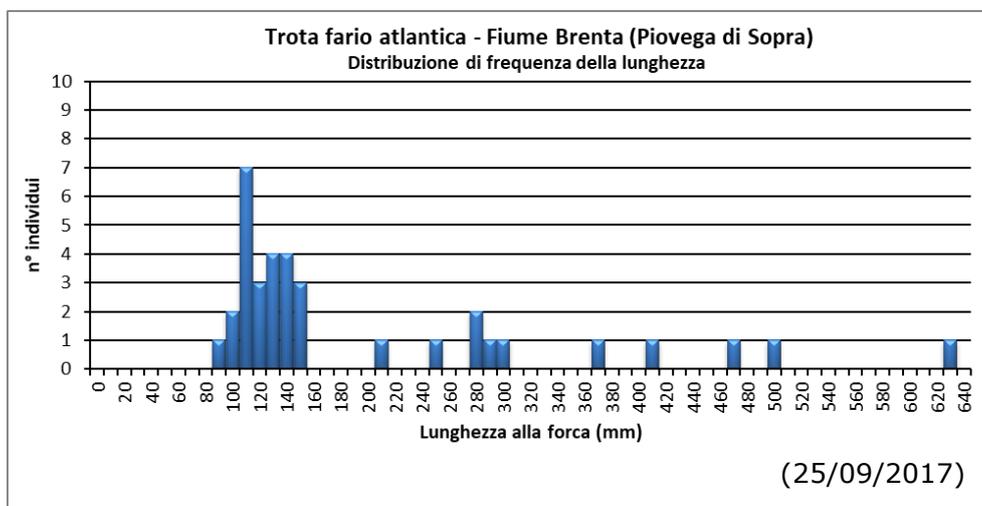
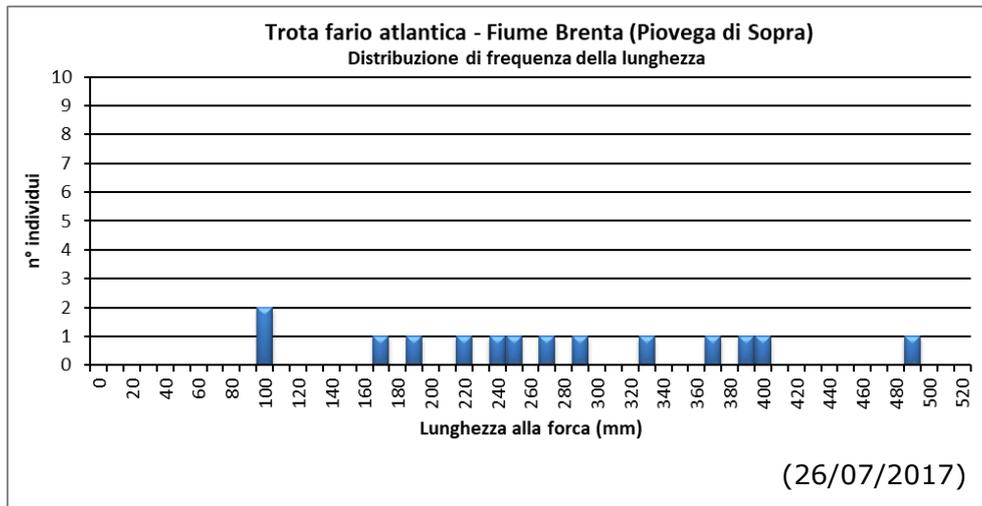


Trota fario atlantica

La specie è ben rappresentata nel tratto indagato; alcuni esemplari di grossa taglia provengono chiaramente da allevamento e sono riconoscibili per la caratteristica forma atrofica delle pinne. Gli esemplari di immissione dovrebbero comunque essere tutti sterili, ottenuti con manipolazioni cromosomiche. Nel complesso la popolazione è discretamente strutturata per la presenza bilanciata di giovani, subadulti ed adulti, alcuni anche di ragguardevoli dimensioni (>50 cm) (Figura 15). Densità e biomassa della specie sono comunque discrete e relativamente stabili nei vari campionamenti (Tabella 17, Tabella 18, Tabella 19).

Figura 15. Distribuzione di frequenza della lunghezza per gli esemplari di trota fario atlantica rinvenuti durante i campionamenti effettuati.

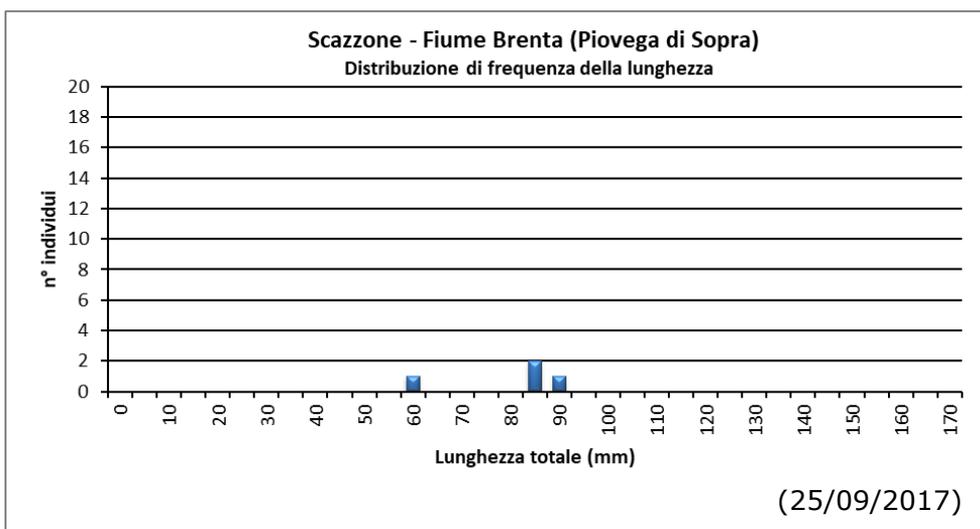
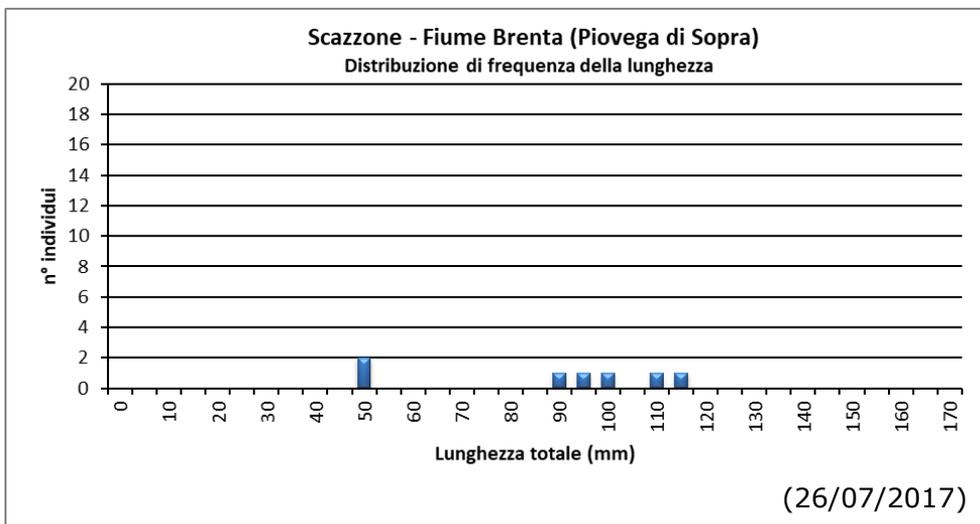
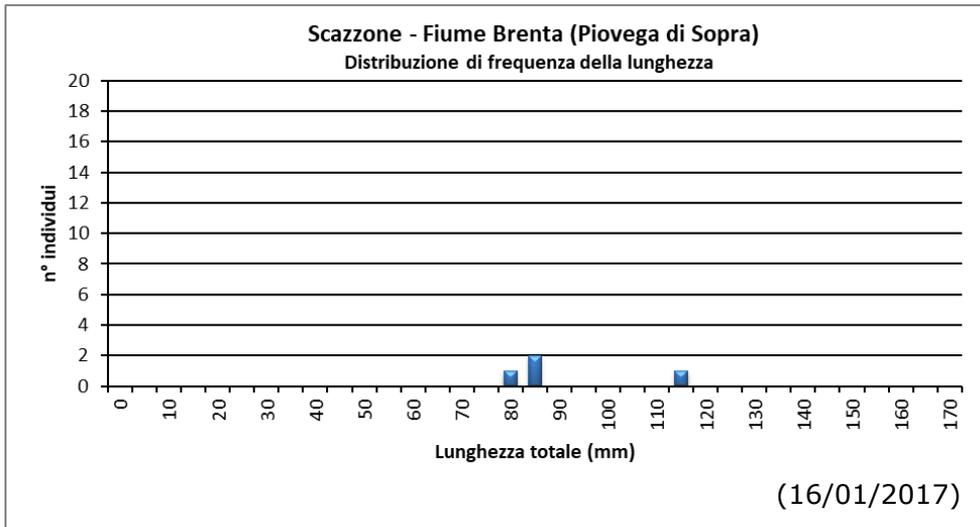




Scazzone

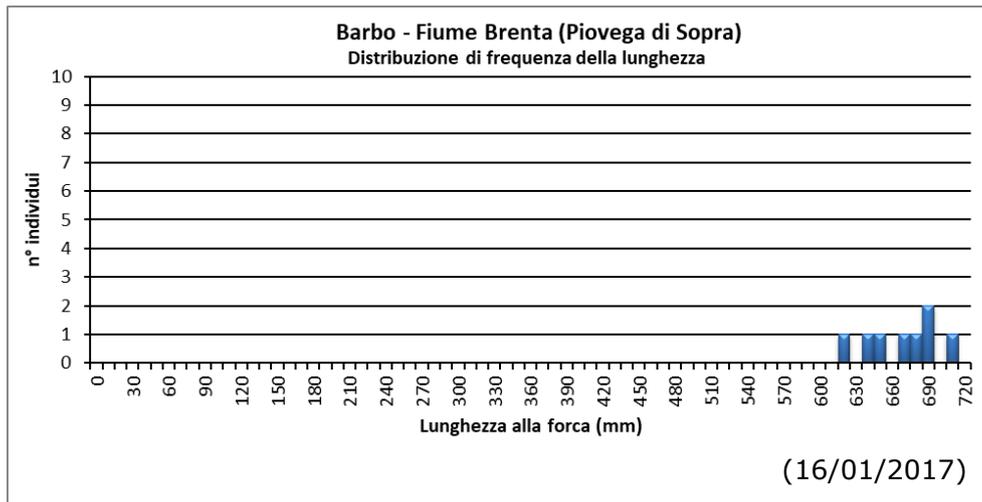
La specie non trova in questo ambiente condizioni ottimali per la scarsa presenza di microhabitat idonei, costituiti prevalentemente da ciottoli e ghiaia. La popolazione in questa zona è rarefatta con scarsa presenza di individui (Figura 16). I pochi esemplari catturati occupano infatti limitate porzioni dell'alveo in cui vi sono condizioni che più si avvicinano alle loro esigenze. Conseguentemente, densità e biomassa della specie risultano decisamente contenute (Tabella 17, Tabella 18, Tabella 19).

Figura 16. Distribuzione di frequenza della lunghezza per gli esemplari di scazzone rinvenuti durante i campionamenti effettuati.



Sono inoltre stati catturati sporadicamente esemplari di barbo, cavedano e lampreda padana, anche se è probabile che barbo e cavedano colonizzino stabilmente la zona; da notare le dimensioni ragguardevoli dei barbi (Figura 17), tutti superiori a 60 cm, sicuramente riproduttori attivi.

Figura 17. Distribuzione di frequenza della lunghezza per gli esemplari di scazzone rinvenuti durante i campionamenti effettuati.



Macroinvertebrati bentonici

La composizione dei microhabitat osservata nelle stazioni durante le due campagne di campionamento del macrozoobenthos è riportata in Tabella 20. I macroinvertebrati bentonici sono influenzati in massima parte dalle condizioni del substrato, per cui una riduzione della diversità dei microhabitat è uno dei primi fattori a condizionare le comunità. Tuttavia, le tipologie dei substrati osservate nelle stazioni in esame sono risultate essere abbastanza variegata e tali da permettere l'instaurarsi di comunità che hanno denunciato una buona biodiversità, con un numero di famiglie compreso tra 17 e 20 in autunno e pari a 25 in primavera (Tabella 21, Tabella 22).

Tabella 20. Composizione dei microhabitat nei siti di campionamento durante la raccolta dei macroinvertebrati bentonici.

Microhabitat	Autunno			Primavera		
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3
Megalithal (>40 cm)		10	10		10	10
Macrolithal (20-40 cm)		40	20	10	30	30
Mesolithal (6-20 cm)	40	20	30	50	20	30
Microlithal (2-6 cm)	30			30	20	20
Ghiaia (0,2-2 cm)	20	30	20	10	20	10
Sabbia (6 µm-2 mm)	10		20			

Le campagne di campionamento condotte hanno permesso la raccolta e l'identificazione di 10.449 esemplari in autunno e di 21.422 esemplari in primavera. La lista delle famiglie e le relative densità osservate nelle tre stazioni di campionamento sono riportate in Tabella 21. In tutte le stazioni ed in entrambe le campagne di raccolta è stata osservata la presenza di taxa sensibili, in particolare tra i Plecotteri le Famiglie Perlidae e Chloroperlidae, tra gli Efemerotteri la Famiglia Heptageniidae ed infine fra i Tricotteri le Famiglie Goeridae, Odontoceridae e Sericostomatidae. Sono stati rinvenuti taxa tipici di ambienti ben ossigenati tra i quali, oltre agli organismi sopra citati, i Tricotteri Rhyacophilidae, ed i Coleotteri Elmidae (questi ultimi tipici anche di ambienti ove sia presente vegetazione acquatica). L'applicazione dell'indice STAR_ICMi ha portato ad ottenere un giudizio buono in tutte le stazioni ed in entrambe le stagioni di campionamento (Tabella 22). I valori osservati in autunno nel sito 1 tendono verso il limite inferiore della classe di qualità (pari a 0,730), e ciò è legato verosimilmente al numero di famiglie osservate. In tutte le stazioni il numero di famiglie e il numero complessivo di individui rinvenuti nella stagione autunnale sono risultati essere inferiori

rispetto a quanto osservato in primavera (Tabella 22). Tuttavia ciò può essere verosimilmente legato alla stagionalità.

Tabella 21. Lista tassonomica e densità (ind m^{-2}) delle famiglie di macroinvertebrati rinvenute nel corso dei campionamenti.

Taxon	Famiglia	Autunno			Primavera		
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3
Ephemeroptera	Baetidae	160	44	203	16	104	140
	Ephemerellidae	1	1		52	145	110
	Heptageniidae	52	57	85	63	70	16
Plecoptera	Perlidae	1	5	8	21	12	6
	Chloroperlidae				11	48	18
	Nemouridae				1		
	Leuctridae	4		12			
Coleoptera	Elmidae	55	568	496	225	717	1376
Diptera	Chironomidae	20	17	182	51	198	191
	Limoniidae		5	13	16	58	145
	Psychodidae						1
	Simuliidae		2	14	170	14	16
	Stratiomyidae						1
	Tabanidae		1		3	3	
Oligochaeta	Lumbricidae			1	2	4	4
	Lumbriculidae	8	10		56	85	
Trichoptera	Glossosomatidae	902	1300	497	2100	1338	950
	Goeridae	20	40	67	47	169	250
	Hydropsychidae	18	73	399	210	393	130
	Limnephilidae				6	2	4
	Odontoceridae		1		8	34	3
	Psychomyiidae			13	5	34	13
	Rhyacophilidae	9	6	37	8	21	40
	Sericostomatidae	7	44	21	33	10	35
Malacostraca	Gammaridae	2938	759	1082	3500	2700	5000
Gastropoda	Ancylidae	2	16	150	6	1	148
	Neritidae						1
Hirudinea	Erpobdellidae	2		3		1	1
Tricladida	Planariidae		2		6	10	
Arachnida	Hydracarina	5	4	7	14	12	10

Le comunità appaiono dominate dai Crostacei Gammaridae (percentuali di presenza comprese tra il 25,69% ed il 69,89% in autunno e tra il 43,66% ed il 58,08% in primavera) e dai Tricotteri (percentuali di presenza comprese tra il 22,74% ed il 49,54% in autunno e tra il 16,55% ed il 34,45% in primavera) (Figura 18).

Tabella 22. Risultati dell'applicazione dello STAR_ICMi.

	Pesi delle metriche	Valori di Riferimento (Generico)	Autunno			Primavera		
			St, 1	St, 2	St, 3	St, 1	St, 2	St, 3
ASPT	0,334	6,732	6,600	6,529	6,294	6,810	6,619	6,667
N° tot Famiglie	0,167	27,500	17	20	19	25	25	25
N° famiglie EPT	0,083	14,000	10	10	10	14	13	13
1-GOLD	0,067	0,835	0,993	0,983	0,891	0,954	0,941	0,941
Indice di Shannon	0,083	2,523	0,952	1,517	2,046	1,359	1,824	1,484
log(SelePTD+1)	0,266	2,995	1,863	1,996	2,185	2,100	2,442	2,439
STAR_ICMi		1,010	0,756	0,798	0,803	0,873	0,898	0,890
Giudizio ecologico			Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono

Fra i Tricotteri è risultata essere dominante la famiglia Glossosomatidae (Tabella 21). L'abbondanza estremamente elevata di Gammaridae e Glossosomatidae è da correlare alle loro abitudini alimentari: i Gammaridae sono organismi detritivori che si cibano di detrito sia animale che vegetale, e possono abbondare in ambienti con presenza di alghe e macrofite, mentre i Glossosomatidae si nutrono raschiando il periphyton e possono arrivare letteralmente a ricoprire i substrati costituiti da rocce, massi e ciottoli (Cushing & Allan, 2001) (Figura 19). L'elevatissima densità osservata può verosimilmente essere messa in relazione con una grande disponibilità di risorse trofiche, rappresentate da detrito, componente algale, briofite e periphyton. Ciò potrebbe essere indicazione di uno squilibrio a livello trofico del sistema nei siti esaminati. Tale condizione, seppur non segnalata dall'applicazione dell'indice STAR_ICMi, risulta evidente dall'analisi delle modalità nutrizionali (Figura 20), da cui emerge come le comunità siano costituite prevalentemente da organismi tagliuzzatori (percentuali di presenza comprese tra il 26,47% ed il 70,15% in autunno e tra il 43,86% ed il 58,40% in primavera), e raschiatori (percentuali di presenza comprese tra il 25,90% ed il 59,03% in autunno e tra il 25,56% ed il 36,02% in primavera). A tali modalità nutrizionali sono ascrivibili rispettivamente i Crostacei Gammaridae ed i Tricotteri Glossosomatidae, che come accennato risultano essere numericamente dominanti.

Figura 18. Frequenze percentuali dei principali gruppi di macroinvertebrati (Classi e Ordini) osservati nei campioni.

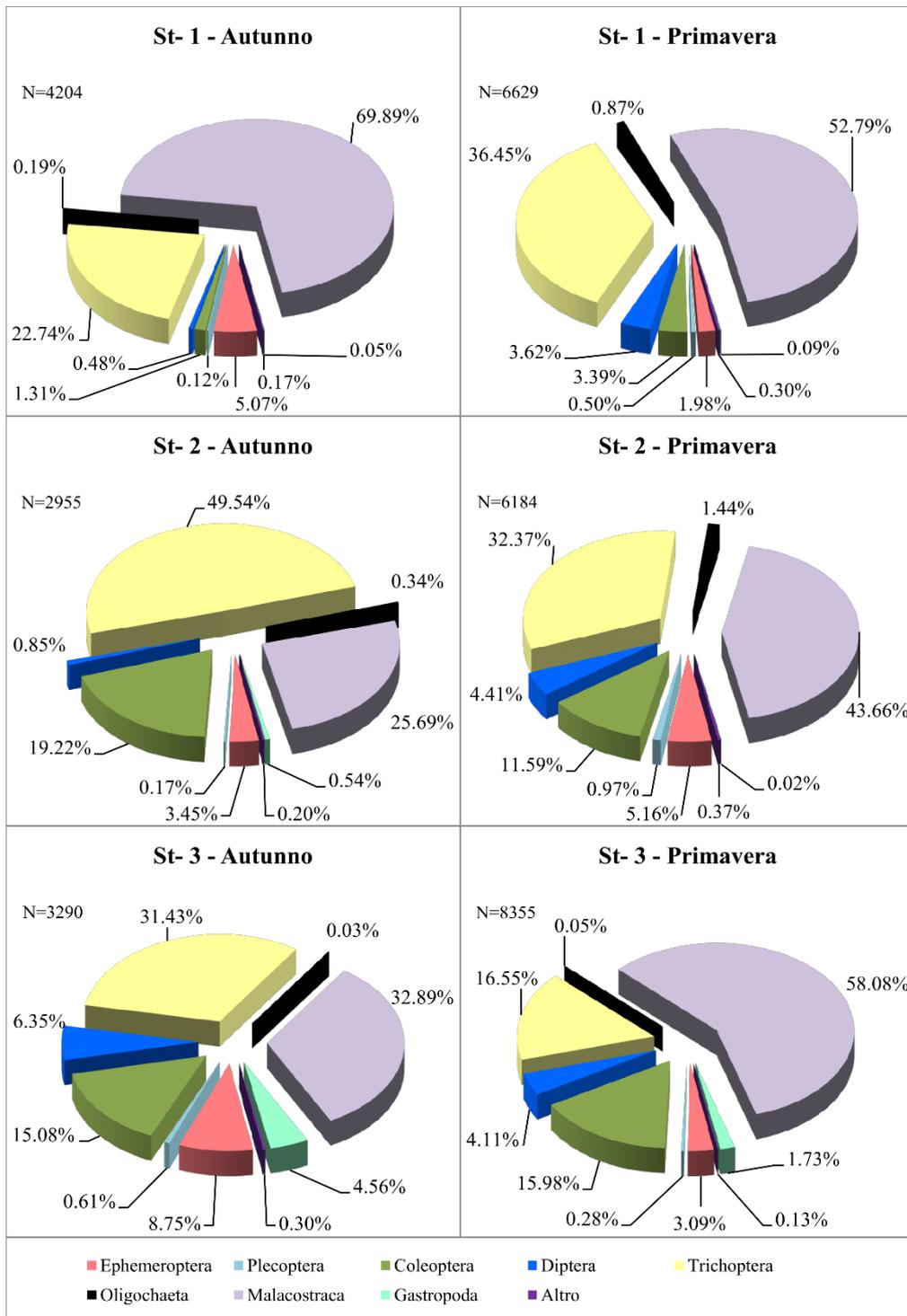
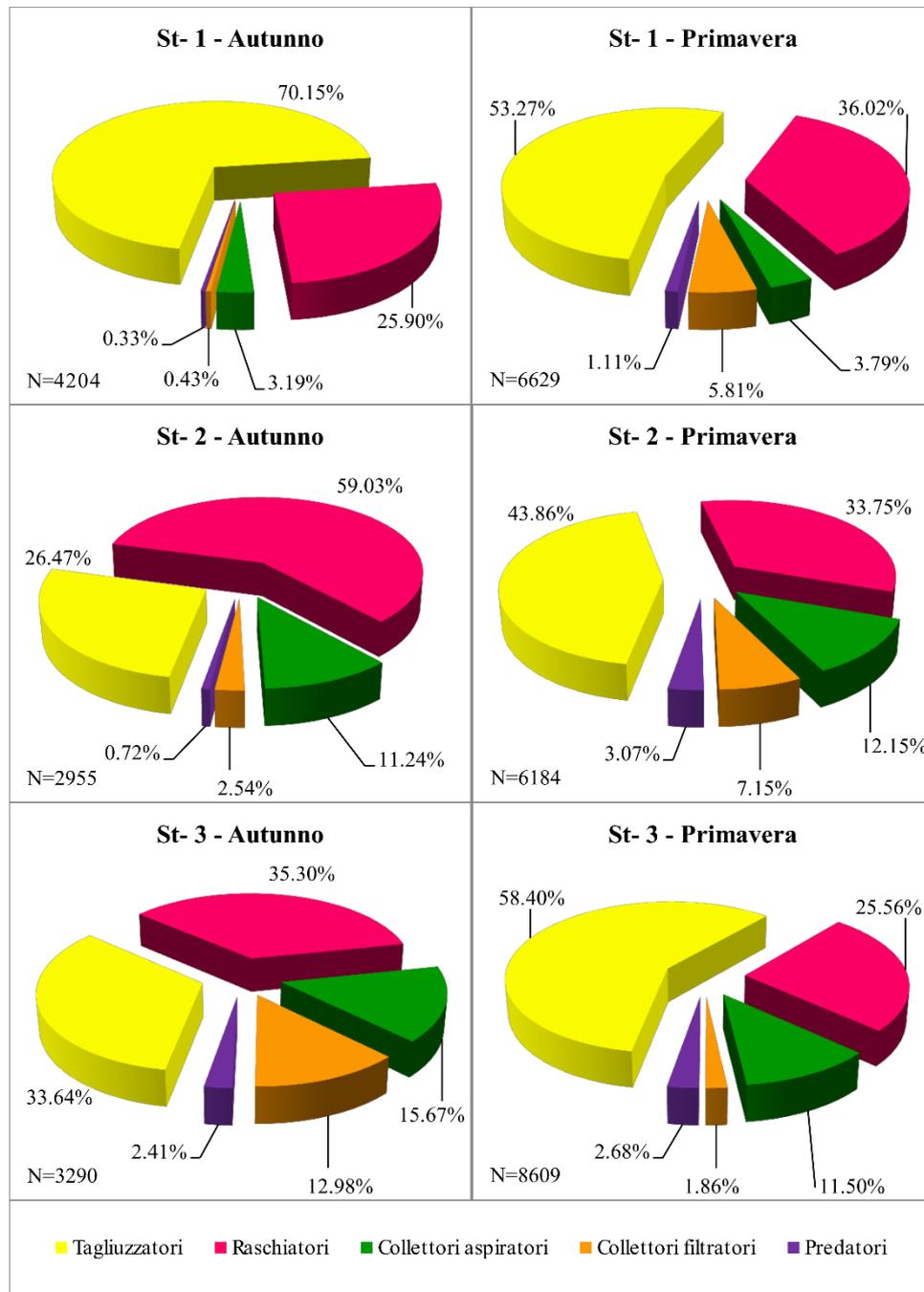


Figura 19. Astucci di Tricotteri osservati presso la stazione 1 nel mese di luglio 2017.



In conclusione, l'analisi delle comunità macrozoobentoniche ha permesso di evidenziare in tutte le stazioni in esame la presenza di cenosi con una buona biodiversità e con densità anche molto elevate degli organismi presenti. Tali comunità possono costituire sicuramente una buona fonte di approvvigionamento trofico per le comunità ittiche presenti, ed in particolare per i Salmonidi, qual è la trota marmorata, che entro i primi due-tre anni di età si nutre principalmente di invertebrati, mentre negli anni successivi la predazione avviene a carico di altri pesci e la tendenza all'ittiofagia aumenta con il crescere della taglia (Zerunian, 2004; Pizzul, 2016). Tuttavia, sebbene l'applicazione delle metodologie di classificazione dello stato ecologico previste dalle leggi vigenti abbiano portato ad un giudizio "Buono" in tutte le stazioni analizzate, è emerso uno squilibrio apparentemente legato all'assetto trofico del corpo idrico.

Figura 20. Frequenze percentuali osservate per le diverse modalità nutrizionali dei macroinvertebrati rinvenuti nei campioni.



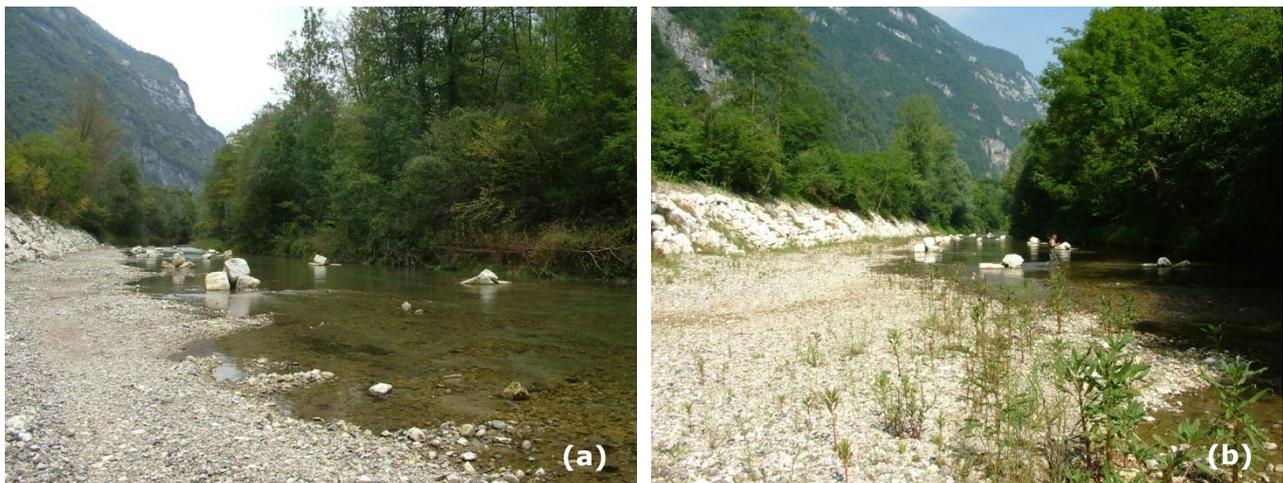
Macrofite acquatiche

L'analisi delle comunità a macrofite acquatiche ha permesso di evidenziare livelli di trofia che sembrano confermare quanto emerso dalle analisi del macrozoobenthos.

Stazione 1

Il tratto è delimitato da ripide sponde non molto alte su cui si sviluppa una vegetazione perifluviale prevalentemente basso-arboreo/arbustiva ripariale, dominata da *Salix alba* e *Populus nigra*, accompagnati da *Alnus glutinosa*; molto frequente è *Robinia pseudoacacia*. Sulla sponda destra questa vegetazione è ridotta ad una stretta fascia di pochi metri dalla presenza della pista ciclopedonale, e mostra una notevole presenza di *Corylus avellana*. Sulla sponda sinistra la vegetazione arborea ripariale è più sviluppata in larghezza e si trova in continuità con formazioni boschive igrofile a salice bianco, a cui seguono alcune zone agricole e la SS47 che corre a 200 m di distanza (Geoportale IDT-Regione del Veneto). Il sottobosco è dominato da *Rubus caesius* e *Rubus* sp., mentre in alcuni tratti più aperti si trovano zone di vegetazione erbacea igrofila, in cui spicca *Phalaris arundinacea* e la specie esotica *Impatiens glandulifera*.

Figura 21. Tratto considerato per l'analisi delle comunità a macrofite acquatiche presso la stazione 1 in autunno (a) ed in tarda primavera (b).



Come accennato sopra, la zona è stata recentemente interessata da interventi di risistemazione che hanno interessato la sponda destra (consolidamento) e l'alveo, dove sono stati collocati alcuni gruppi di grossi massi.

La stazione si caratterizza per una moderata diversità morfologica e limitato ombreggiamento lungo le rive. Il flusso si presenta increspato nei campionamenti di ottobre e giugno. Il fondo dell'alveo è prevalentemente costituito da ciottoli e ghiaie, mobile a tratti, ma diventa facilmente mobile in zone presso le sponde dove aumenta la presenza di sabbie. In alcuni punti si trovano grandi massi (Figura 21).

La vegetazione sopra-acquatica è molto ridotta a causa della ripidità delle sponde e praticamente trascurabile: è costituita da una stretta fascia di specie erbacee igrofile ad andamento discontinuo (es. *Agrostis stolonifera*, *Phalaris arundinacea*, *Poa sylvicola*, *P. palustris*), soffocata da ampie zone a *Rubus caesius* che copre vaste superfici al di sotto degli alberi. Sulla sponda destra è presente una barra laterale pianeggiante ghiaioso-ciottolosa praticamente priva di copertura vegetale, dove in autunno si notano solo sporadiche piccole macchie a briofite, mentre in primavera si sviluppa una rada vegetazione erbacea pioniera dominata dalla specie esotica *Impatiens glandulifera*.

La vegetazione acquatica risulta scarsa e molto sparsa in entrambi i campionamenti. La copertura complessiva della comunità acquatica è ridotta sia in autunno che in primavera ed anche la composizione in specie non mostra notevoli modificazioni: si nota comunque un aumento dello sviluppo della comunità nel rilievo di giugno 2017 rispetto ad ottobre 2016.

Le macrofite più abbondanti sono il muschio *Fontinalis antipyretica* (coefficiente di sensibilità Csi = 10) presente con piccoli ciuffi sparsi in tutta la stazione, e *Ranunculus trycophyllus* (Csi = 11) che forma pochi larghi ammassi, seguiti da *Myriophyllum spicatum* (Csi = 8) e dall'alga del genere *Vaucheria* (Csi = 4), due taxa caratterizzati da coefficienti di sensibilità bassi. A queste specie si aggiungono nel rilievo di giugno l'alga azzurra del genere *Phormidium* e l'epatica *Chiloscyphus polyanthus*, entrambi invece sensibili ad elevati livelli di trofia (Csi = 13 per *Phormidium* e 15 per *Chiloscyphus polyanthus*). Sempre a giugno si riduce leggermente la copertura reale delle alghe del genere *Cladophora*, legate a livelli trofici molto elevati (Csi = 6).

Il valore dell'indice IBMR è pari a 8,88 nel rilievo dell'autunno 2016 e sale a 9,82 nella primavera 2017 (Tabella 23). In entrambi i campionamenti quindi la stazione si classifica nella categoria di trofia elevata, anche se i dati del secondo rilievo (primavera 2017) indicano una tendenza al miglioramento della situazione ambientale dal punto di vista del carico trofico. Infatti, il valore dell'indice risulta in aumento e di poco inferiore alla soglia di passaggio alla categoria di trofia media, con una modificazione della comunità che aumenta di copertura, presenta una diminuzione di specie tolleranti livelli di trofia elevati e denuncia la comparsa di specie legate a livelli trofici più contenuti.

La valutazione dei valori dell'indice IBMR in relazione alle situazioni di riferimento per la tipologia fluviale, in termini di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE_IBMR), attribuisce alla stazione un giudizio Sufficiente per il campionamento autunnale, e Buono nel successivo campionamento primaverile, anche se il valore di RQE_IBMR in questo caso è appena sopra al limite delle classi tra Sufficiente e Buono, posto a 0,7 (Tabella 23).

Tabella 23. Coperture osservate nella stazione 1 nelle due stagioni di campionamento e risultati dell'applicazione dell'IBMR.

Campionamento		Ottobre 2016		Giugno 2017	
Copertura totale macrofite (%)		5		10	
Copertura algale (%)		1		2	
N° tot taxa		15		16	
N° taxa indicatori IBMR		15		16	
Gr. tass.	Taxon	copertura relativa %	copertura reale %	copertura relativa %	copertura reale %
A	<i>Cladophora</i> sp. Kützing	4,3	0,2	+	+
A	<i>Lyngbia</i> sp. C. Agardh			+	+
A	<i>Microspora</i> sp. Thuret	+	+		
A	<i>Oedogonium</i> sp. Link	0,1	+	+	+
A	<i>Phormidium</i> sp. Kützing			10,0	1,0
A	<i>Spirogyra</i> sp. Link	0,1	+	+	+
A	<i>Ulothrix</i> sp. Kützing	0,2	+	+	+
A	<i>Vaucheria</i> sp. De Candolle	10,3	0,5	5,0	0,5
Be	<i>Chiloscyphus polyanthus</i> (L.) Corda			+	+
Bm	<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	60,0	3,0	50,0	5,0
Bm	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst	+	+	+	+
F	<i>Callitriche platycarpa</i> Kützing	+	+	+	+
F	<i>Lemna minor</i> L.	+	+		
F	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	5,0	0,3	5,0	0,5
F	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.			+	+
F	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	+	+		
F	<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	+	+	+	+
F	<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix	20,0	1,0	30,0	3,0
F	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	+	+	+	+
IBMR		8,88		9,82	
LIVELLO TROFICO		ELEVATO		ELEVATO	
RQE_IBMR		SUFFICIENTE (0,634)		BUONO (0,701)	

Stazione 2

Il tratto di fiume risultata delimitato in corrispondenza della stazione su entrambe le sponde: la massicciata della SS47 lungo la sponda sinistra ed un muro di difesa spondale sulla destra, situati a pochi metri dall'alveo del fiume, limitano l'ampiezza della vegetazione riparia ed interrompono nettamente la transizione tra gli ambienti acquatici ed il territorio circostante. Su ampi tratti lungo le sponde e nell'alveo sono presenti nell'acqua grossi massi (Figura 22).

La vegetazione perifluviale, ridotta in larghezza dalle strutture citate sopra, è costituita da zone di boscaglia riparia a *Salix alba* e *Populus nigra*, in cui è presente anche *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Rubus caesius*, e sulla sponda destra *Corylus avellana*; questa formazione si intercala a zone di arbusteti ripariali pionieri a salici (*Salix triandra*, *S. elaeagnos*, *S. purpurea*) e di vegetazione erbacea ripariale, caratterizzata dalla presenza di *Phalaris arundinacea*, *Agrostis stolonifera*, e altre specie igrofile quali *Lithrum salicaria*, *Valeriana officinalis*, *Mentha longifolia*, *Juncus inflexus*, *Equisetum arvense*, a cui si aggiunge, abbondante, la specie erbacea esotica *Impatiens glandulifera*.

Figura 22. Tratto considerato per l'analisi delle comunità a macrofite acquatiche presso la stazione 2 in autunno (a) ed in tarda primavera (b).



Il tratto campionato mostra una buona diversificazione in microhabitat, presentando zone con diversa velocità della corrente (con prevalenza di situazioni di corrente da media a forte), turbolenza, profondità e substrato, caratterizzato in molti punti dalla presenza di massi ed elementi stabili che favoriscono lo sviluppo delle macrofite.

Il flusso dell'acqua è molto turbolento in vari tratti della stazione nel campionamento di ottobre, meno in quello di giugno.

La vegetazione ripariale sopra-acquatica è rappresentata sulla sponda destra da una tipica vegetazione erbacea igrofila ad *Agrostis stolonifera* e a *Phalaris arundinacea*, a cui si aggiunge l'esotica *Impatiens glandulifera* e, soprattutto nei tratti ombreggiati dalla vegetazione perifluviale, *Rubus caesius*. Lungo la sponda sinistra la zona ripariale è molto stretta e maggiormente ombreggiata dagli alberi e arbusti, e prevalgono le coperture a *Rubus caesius*, *Phalaris arundinacea* ed *Impatiens glandulifera*.

La comunità acquatica presenta in entrambi i campionamenti una copertura bassa (15%), dominata dalla componente briofitica (*Fontinalis antipyretica*, *Leptodictyum riparium*, e *Chiloscyphus polyanthus*). Le specie più abbondanti sono le briofite *Fontinalis antipyretica* e *Chiloscyphus polyanthus*, cui si aggiungono le alghe del genere *Vaucheria* e il muschio *Leptodictyum riparium* nel campionamento autunnale e la specie vascolare *Ranunculus trichophyllus* nel campionamento primaverile. La componente algale, presente sempre con basse coperture, è rappresentata soprattutto da *Vaucheria* e *Cladophora* nel campionamento autunnale e da *Phormidium* in quello successivo primaverile.

La composizione della comunità non mostra marcate variazioni nei due campionamenti: le principali modificazioni sono costituite da una riduzione di taxa legati a situazioni di trofia più elevata ed un aumento di taxa sensibili nel giugno 2017. Si evidenzia infatti una riduzione delle specie di briofite *Fontinalis antipyretica* (coefficiente di sensibilità Csi = 10) e *Leptodictyum riparium* (Csi = 5) e delle alghe *Vaucheria* e *Cladophora*, taxa tolleranti livelli di trofia elevata (Csi pari a 4 e a 6 rispettivamente), ed un aumento di *Chiloscyphus polyanthus* (Csi = 15) e *Phormidium* (Csi = 13) unito alla comparsa di *Ranunculus trichophyllus* (Csi = 11), specie invece più sensibili a livelli trofici elevati.

Il valore dell'indice IBMR è leggermente superiore nel secondo rilievo (primaverile) a causa di tali variazioni, passando da 10,45 a 11. Entrambi i campionamenti evidenziano nella stazione un livello trofico medio. Il giudizio della stazione in termini di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE_IBMR) risulta Buono in entrambi i campionamenti (Tabella 24).

Tabella 24. Coperture osservate nella stazione 2 nelle due stagioni di campionamento e risultati dell'applicazione dell'IBMR.

Campionamento		Ottobre 2016		Giugno 2017	
Copertura totale macrofite (%)		15		15	
Copertura algale (%)		3		2	
N° tot taxa		17		13	
N° taxa indicatori IBMR		16		12	
Gr. tass.	Taxon	copertura relativa %	copertura reale %	copertura relativa %	copertura reale %
A	<i>Cladophora</i> sp. Kützing	5,0	0,8		
A	<i>Lyngbia</i> sp. C. Agardh	1,5	0,2	+	+
A	<i>Microspora</i> sp. Thuret			+	+
A	<i>Phormidium</i> sp. Kützing	3,5	0,5	10,0	1,5
A	<i>Vaucheria</i> sp. De Candolle	9,7	1,5	0,1	+
Be	<i>Chiloscyphus polyanthus</i> (L.) Corda	5,0	0,8	20,0	3,0
Bm	<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.	+	+		
Bm	<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	65,0	9,8	35,0	5,3
Bm	<i>Hygrohypnum luridum</i> (Hedw.) Jenn.	+	+		
Bm	<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra	+	+		
Bm	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst	10,0	1,5	5,0	0,8
F	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	+	+	+	+
F	<i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag.	+	+		
F	<i>Lemna minor</i> L.	+	+		
F	<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds.			+	+
F	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	+	+	+	+
F	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	+	+	+	+
F	<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix	+	+	30,0	4,5
F	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	+	+	+	+
IBMR		10,45		11,00	
LIVELLO TROFICO		MEDIO		MEDIO	
RQE_IBMR		BUONO (0,75)		BUONO (0,79)	

Stazione 3

Il tratto di fiume è ben delimitato su entrambe le rive, lungo la sponda sinistra dal muro della massicciata della SS47 e lungo la sponda destra da un muro di contenimento a monte che continua con una ripida scarpata inerbita a valle (Figura 23). La vegetazione perfluviale si trova così bruscamente interrotta sul lato destro del fiume dalla SS47, mentre sul lato sinistro si connette ad un boschetto fortemente disturbato dominato da *Robina pseudoacacia*, che si accompagna a *Sambucus nigra*, *Ulmus minor*, *Aegopodium podogaria*, e a zone di vegetazione erbacea fortemente disturbata e ruderale, in fase di

invasione in vari punti da parte delle specie esotiche *Ailanthus altissima*, *Robinia pseudoacacia* e *Impatiens glandulifera*.

La vegetazione perifluviale è costituita da formazioni arboree ripariali piuttosto aperte a *Salix alba*, *Populus nigra* e *Robinia pseudoacacia*, che abbonda lungo la sponda destra insieme ad ampie zone a *Rubus* spp, a cui si affiancano salici arbustivi igrofilo di greto. Sono presenti ancora aree di vegetazione erbacea dominate da *Impatiens glandulifera* e *Phalaris arundinacea*.

Figura 23. Tratto considerato per l'analisi delle comunità a macrofite acquatiche presso la stazione 3 in autunno (a) ed in tarda primavera (b).



Il tratto campionato si caratterizza per una buona diversificazione in microhabitat, presentando zone con diversa velocità della corrente (prevalentemente da media a forte), turbolenza, profondità e granulometria del substrato, caratterizzato in molti punti dalla presenza di massi. L'ombreggiamento è ridotto. Il substrato è composto in prevalenza da ghiaie, ciottoli e massi di diverse dimensioni. Nella parte a monte della stazione sono presenti zone di riffle con massi predominanti e corrente veloce; più a valle lungo la sponda sinistra si trova un'ampia pozza profonda con fondo sabbioso, mentre la parte a valle della stazione presenta un flusso dell'acqua da lento a medio con scarsa turbolenza e substrato caratterizzato da ciottoli e ghiaie.

La vegetazione ripariale sopra-acquatica è rappresentata da comunità erbacee igrofile ad *Agrostis stolonifera* e a *Phalaris arundinacea* ma ampi tratti sono ormai soffocati dall'esotica *Impatiens glandulifera* o dalla vegetazione a rovi.

La vegetazione acquatica ha scarsa copertura in entrambi i campionamenti (20% in autunno e 15 % in primavera), ed è dominata da briofite e da ammassi algali. Le entità più abbondanti sono alghe del genere *Cladophora* e *Vaucheria* ed il muschio *Fontinalis*

antipyretica, che mostrano buone coperture nella parte a monte della stazione, in prossimità dei pennelli, per poi rarefarsi nella parte a valle della stazione (Tabella 25).

Tabella 25. Coperture osservate nella stazione 2 nelle due stagioni di campionamento e risultati dell'applicazione dell'IBMR.

Campionamento		Ottobre 2016		Giugno 2017	
Copertura totale macrofite (%)		20		15	
Copertura algale (%)		11		5	
N° tot taxa		18		23	
N° taxa indicatori IBMR		18		23	
Gr. tass.	Taxon	copertura relativa %	copertura reale %	copertura relativa %	copertura reale %
A	<i>Cladophora</i> sp. Kützing	34,5	6,9	10,3	1,5
A	<i>Lyngbia</i> sp. C. Agardh	1,7	0,3	+	+
A	<i>Microspora</i> sp. Thuret	+	+	+	+
A	<i>Oedogonium</i> sp. Link	+	+	2,9	0,4
A	<i>Phormidium</i> sp. Kützing	3,3	0,7	5,0	0,8
A	<i>Spirogyra</i> sp. Link			+	+
A	<i>Ulothrix</i> sp. Kützing	0,9	0,2	0,1	+
A	<i>Vaucheria</i> sp. De Candolle	14,0	2,8	16,7	2,5
Bm	<i>Cinclidotus riparius</i> (Web.& Mohr) Arnott	+	+	5,0	0,8
Bm	<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	35,0	7,0	20,0	3,0
Bm	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst			+	+
Bm	<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra			+	+
Bm	<i>Platyhypnidium riparioides</i> (Hedw.) Dixon	5,0	1,0	15,0	2,3
F	<i>Agrostis stolonifera</i> L.			+	+
F	<i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag.	+	+	+	+
F	<i>Callitriche platycarpa</i> Kützing	+	+	+	+
F	<i>Lemna minor</i> L.	+	+	+	+
F	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+	+	+	+
F	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	+	+	5,0	0,8
F	<i>Phalaris arundinacea</i> L.			+	+
F	<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	5,0	1,0	10,0	1,5
F	<i>Potamogeton crispus</i> L.	+	+	5,0	0,8
F	<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix	+	+	5,0	0,8
IBMR		9,53		9,51	
LIVELLO TROFICO		ELEVATO		ELEVATO	
RQE_IBMR		SUFFICIENTE (0,68)		SUFFICIENTE (0,68)	

Nell'ampia pozza presso la sponda sinistra la comunità acquatica è dominata da *Potamogeton berchtoldii*, *Potamogeton crispus* e *Ranunculus trichophyllus*.

Rispetto all'autunno, nel campionamento primaverile si nota una riduzione della copertura complessiva della comunità, dovuta sostanzialmente ad una diminuzione della

componente algale, ed in particolare di *Cladophora* (entità tollerante livelli molto alti di trofia, con Csi = 6). Anche il muschio *Fontinalis antipyretica*, specie legata a trofia media (Csi = 10), mostra una riduzione nei valori di copertura nel secondo campionamento (primaverile), anche se altre specie legate a simili condizioni trofiche, quali *Nasturtium officinale* e *Ranunculus trichophyllus* (Csi = 11), mostrano invece un leggero aumento nella copertura. Anche *Potamogeton crispus* (Csi = 7), specie con coefficiente di sensibilità molto basso, mostra un leggero aumento in primavera.

I valori dell'IBMR dei due campionamenti sono quasi coincidenti (9,53 e 9,51) e permettono di ascrivere il tratto ad un livello di trofia elevata. Il giudizio della stazione in termini di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE_IBMR) è Sufficiente in entrambi i campionamenti (Tabella 25).

In conclusione, le comunità macrofite relative alle stazioni 1 e 3 denunciano una condizione associabile ad uno stato di trofia elevato, mentre nel sito 2 è stato osservato un livello di trofia medio. Di conseguenza, l'applicazione dell'indice RQE_IBMR secondo la normativa vigente ha portato all'elaborazione di un giudizio Sufficiente per le stazioni 1 e 3, mentre per la stazione 2 si giunge ad un giudizio Buono (Tabella 23, Tabella 24, Tabella 25). Tali giudizi parzialmente si discostano da quanto emerso dall'applicazione dell'indice basato sulle comunità macrozoobentoniche, in particolare per le stazioni 1 e 3, ove lo STAR_ICMi portava a un giudizio Buono. Tuttavia, i livelli di trofia osservati possono verosimilmente essere relazionati alle strutture delle comunità macrozoobentoniche, emerse dall'analisi delle modalità nutrizionali.

Indice di funzionalità fluviale

I risultati dell'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) sono riportati in Tabella 26.

Tabella 26. Risultati dell'applicazione dell'IFF.

Stazione	Sponda	Valore IFF	Livello di funzionalità	Giudizio di funzionalità
1	Sx	150	III	Mediocre
	Sx	180		
2	Dx	186	II - III	Buono - Mediocre
	Sx	186		
3	Dx	160	III	Mediocre
	Sx	185	II - III	Buono - Mediocre

La stazione 1 denuncia un livello di funzionalità III, che corrisponde ad un giudizio mediocre. In sponda destra la vegetazione è limitata da una pista ciclopedonale, oltre la quale è presente una cava, ed è prevalentemente costituita da vegetazione basso-arboreo/arbustiva con una presenza consistente dell'alloctona *Robinia pseudacacia*. Sempre in sponda destra, è inoltre presente una massicciata. In sponda sinistra la vegetazione arborea e ripariale è maggiormente sviluppata in larghezza e trova continuità con le formazioni boschive igrofile a salice bianco. Ciò porta ad un innalzamento del punteggio per sponda sinistra, che si avvicina al limite con la classe intermedia II-III (Buono/Mediocre). Tuttavia, va segnalata la presenza zone soggette ad attività agricole e della SS47.

La stazione 2 è caratterizzata da un livello intermedio tra le classi II e III, che porta ad un giudizio Buono/Mediocre. In questo tratto, la fascia della vegetazione riparia denuncia un'ampiezza ridotta, in quanto il corso del fiume Brenta è delimitato in sponda sinistra dal muro di sostegno della della SS47, mentre in sponda destra è presente un muro di difesa spondale. Tuttavia, seppur limitata, la vegetazione è presente in modo continuo e nel territorio immediatamente circostante non vi sono aree ad uso agricolo. Infine, la stazione 3 denuncia un livello III in sponda destra e intermedio II-III in sponda sinistra, corrispondenti ad un giudizio rispettivamente Mediocre e Buono/Mediocre. In sponda sinistra è presente infatti il muro di sostegno della SS47, che corre a pochi metri

dall'alveo fluviale mentre in sponda destra si trova un boschetto che termina verso monte in corrispondenza di una piccola scarpata, oltre alla quale è presente un muro di contenimento. Tale boschetto è dominato da specie alloctone quali *Robinia pseudacacia* e *Ailanthus altissima* che interrompono la continuità delle formazioni funzionali. Nel territorio circostante non sono presenti aree agricole e la maggior fonte di impatto è rappresentata dalla SS47.

Parametri chimico-fisici e indice LIMeco

I valori osservati nel mese di ottobre 2016, durante il campionamento dei macroinvertebrati bentonici e delle macrofite acquatiche, sono riportati in Tabella 27, mentre gli andamenti dei valori mensili dei parametri chimico-fisici osservati durante il periodo compreso tra gennaio e dicembre 2017 sono riportati in Figura 24.

Tabella 27. Valori dei principali parametri chimico-fisici registrati durante il campionamento delle macrofite e dei macroinvertebrati durante l'ottobre 2016.

Stazione	Temperatura (°C)	Saturazione O ₂ (%)	O ₂ (mg l ⁻¹)	pH	Conduttività (µS cm ⁻¹)
1	11.2	86.41	9.22	8.06	343
2	11.0	90.34	9.65	8.05	347
3	10.7	88.92	9.51	8.25	346

I valori di temperatura seguono un trend stagionale, e risultano compresi tra un minimo di 5,2 °C ed un massimo di 17,4 °C, osservati rispettivamente nel gennaio e nel maggio 2017 (Figura 24a). I valori di pH risultano generalmente compresi tra 8,01 e 9,26, e mostrano generalmente il medesimo andamento per le tre stazioni in esame (Figura 24b). È sempre stato osservato un buon grado di ossigenazione delle acque, con valori di saturazione dell'ossigeno disciolto compresi tra 83.7% e 106.0% e concentrazioni comprese tra 8.53 e 11.27 mg l⁻¹. In diverse occasioni è stata registrata una condizione di sovrasaturazione.

Per quanto riguarda la conduttività elettrica, le tre stazioni mostrano il medesimo trend, con valori che variano tra 306.1 e 372.5 µS cm⁻¹, ad eccezione del mese di maggio 2017, durante il quale i valori sono compresi tra 251.5 e 290.7 µS cm⁻¹.

I valori stagionali dell'Indice LIMeco e dei parametri utilizzati per il suo calcolo sono riportati in Tabella 28. L'applicazione dell'indice ha portato in tutte le stazioni ad un giudizio Elevato per la stagione invernale, mentre il giudizio scende a Buono durante la stagione primaverile, e si mantiene tale anche in estate, ed eccezione della stazione 3, per cui si ritorna ad osservare uno stato ecologico Elevato.

Figura 24. Andamento dei valori di temperatura (a), pH (b), % di saturazione (c) e concentrazione dell'ossigeno disciolto (d) e conduttività (e) nelle tre stazioni considerate durante il periodo gennaio-settembre 2017.

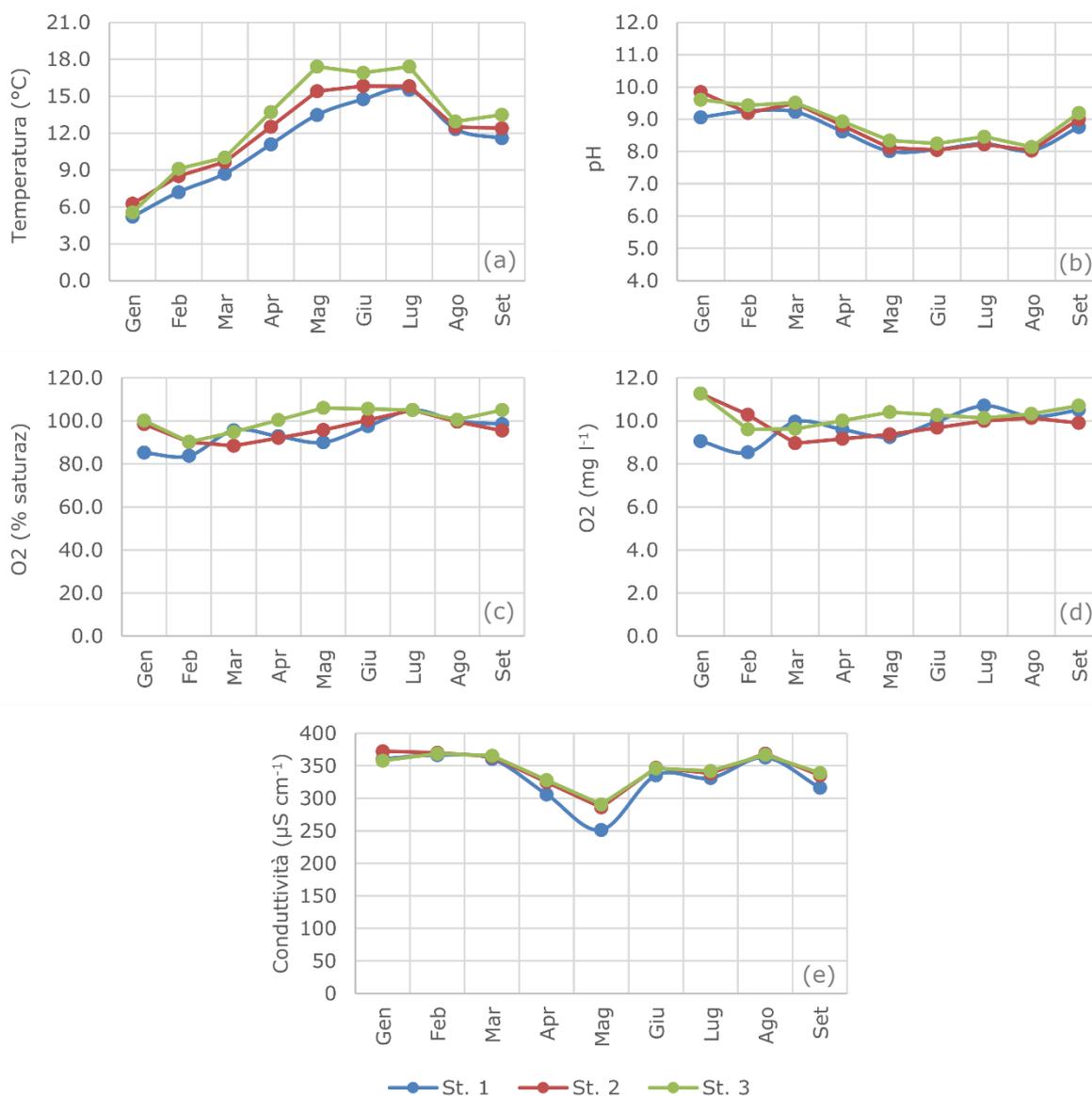


Tabella 28. Valori medi stagionali di saturazione dell'ossigeno disciolto, ammoniaca (NH₄-N), nitrati (NO₃-N) fosfati (P totale) e dell'Indice LIMeco per le tre stazioni analizzate.

	Inverno			Primavera			Estate		
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St.3
O ₂ (% saturazione)	88.20	92.33	95.08	93.44	96.07	103.98	101.17	100.00	103.50
NH ₄ -N (mg l ⁻¹)	0.01	0.01	0.02	0.05	0.04	0.06	0.03	0.02	0.00
NO ₃ -N (mg l ⁻¹)	0.82	0.91	0.65	1.47	1.33	0.72	1.44	1.38	0.62
P (µg l ⁻¹)	132	118	95	265	313	171	160	188	106
LIMeco	0.66	0.78	0.77	0.51	0.55	0.56	0.59	0.58	0.79
Giudizio	Elevato	Elevato	Elevato	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	Elevato

Analisi dei metalli pesanti

I risultati delle analisi delle concentrazioni dei metalli nelle acque interstiziali del sedimento sono riportati in Tabella 29. In tutte le stazioni, i valori delle concentrazioni di manganese e rame sono risultati essere generalmente maggiori nei campioni raccolti nel giugno 2017 rispetto a quelli raccolti il mese successivo. Ad eccezione della stazione 1, lo stesso trend è stato osservato anche per piombo e zinco, Generalmente, si osserva un aumento delle concentrazioni in senso monte-valle per tutti i metalli analizzati.

Tabella 29. Concentrazioni dei metalli pesanti nelle acque interstiziali del sedimento per le tre stazioni esaminate.

Sito	Data	Manganese (µg l ⁻¹)	Piombo (µg l ⁻¹)	Rame (µg l ⁻¹)	Zinco (mg l ⁻¹)
1	01-giu	1100 ± 132	1 ± 0,1	8 ± 0,90	<0,01
	19-lug	860 ± 103	2 ± 0,2	2 ± 0,20	< 0,01
2	01-giu	2200 ± 264	5 ± 0,6	78 ± 9,40	0,04 ± 0,0049
	19-lug	4300	2 ± 0,2	4 ± 0,50	0,02 ± 0,0024
3	01-giu	3600 ± 432	7 ± 0,8	120 ± 14,4	0,05 ± 0,0061
	19-lug	3300	3 ± 0,3	7 ± 0,80	0,01 ± 0,0012

I valori di manganese risultano molto elevati in tutti i campioni (range pari a 860 – 4300 µg l⁻¹), e di molto superiori a quanto previsto per le acque destinate al consumo umano (Tabella 30). Sebbene in minor misura, ciò viene osservato in parte anche per le

concentrazioni del rame, che in tutte le analisi supera i limiti indicati per le acque destinate al consumo umano e, soprattutto, nei campioni raccolti in giugno (nelle stazioni 2 e 3) eccede il limite relativo alla idoneità delle acque per la vita dei salmonidi. I valori di piombo e zinco rientrano nei limiti previsti dalle leggi citate in tabella.

Tabella 30. Valori limite delle concentrazioni dei metalli analizzati relativi alle acque destinate al consumo umano () e valori limite ritenuti imperativi per la vita dei salmonidi (**) e dei ciprinidi (***) nelle acque interne.*

	Manganese ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Piombo ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Rame ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Zinco ($\mu\text{g l}^{-1}$)
DLgs Governo n°31 del 02/02/2001 (*)	50	10	1	
DLgs 152/99 (**)		10	40	300
DLgs 152/99 (***)		50	40	400
Direttiva CEE/CEE/CE n°83 del 03/11/1998 (*)	50	10	1	
DPR 236/88 (*)	50	50	1	

Manganese, piombo, rame e zinco, ma anche nitrati e fosfati, sono annoverati tra gli agenti inquinanti più comuni contenuti nelle acque di ruscellamento e, tra le fonti, il manganese può trarre origine dall'usura di parti meccaniche, mentre il rame può derivare dall'usura dei componenti dei freni, della carrozzeria dei veicoli e delle parti meccaniche degli stessi (Cera & Di Mascio, 1998; Papiri & Todeschini, 2004).

5 Bibliografia

- AFNOR – 2003 – Qualité de l'eau: Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR). Association Française de Normalisation (AFNOR), Norme NF T 90-395.
- ALEFFI M., TACCHI R., CORTINI PEDROTTI C. – 2008 – Checklist of the Hornworts, Liverworts and Mosses of Italy. *Bocconea* 22: 5-254 pp.
- APAT – 2007 – Protocollo di campionamento e analisi per le macrofite delle acque correnti. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, APAT, ISS, ENEA, ARPA Piemonte, Università La Sapienza-Roma, APPA Trento, ARPA Toscana: 20 pp.
- ATHERTON I.D.M., BOSANGUET S.D.S., LAWLEY M. – 2010 – Mosses and Liverworts of Britain and Ireland: a field guide. British Bryological Society: 856 pp.
- BELFIORE C. – 1983 – Efemerotteri (Ephemeroptera). In: guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Consiglio Nazionale delle Ricerche, AQ/1/201: 113 pp.
- BELLINGER E., SIGEE D. – 2010 – Freshwater algae: identification and use as bioindicators. John Wiley & Sons, Chichester: 217 pp.
- BIELLI E., BUFFAGNI A., COTTA RAMUSINO M., CROSA G., GALLI P., GUZZI L., GUZZELLA L., MINCIARDI M.R., SPAGGIARI R., ZOPPINI A. – 1999 – Linee guida per la classificazione biologica delle acque correnti superficiali - Manuale UNICHIM 191: 59 pp.
- BOURRELLY P. – 1966 – Les algues d'eau douce. Éditions N. Boubée & Cie. Tome I: 572 pp, II: 517 pp- III: 606 pp.
- BUFFAGNI A., BELFIORE C. – 2013 – MacrOper.ICM software, v 1.0.5. CNR-IRSA & UniTuscia DEB.
- BUFFAGNI A., ERBA S. – 2007 – Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/CE (WFD). Parte A: Metodo di campionamento per fiumi guadabili. Notiziario dei metodi analitici IRSA- Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma:2-27 pp.

- BUFFAGNI A., ERBA S. – 2014 – Linee guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del DM 260/2010. ISPRA, Manuali e Linee Guida 107/2014: 99 pp.
- BUFFAGNI A., ERBA S., BIRK S., CAZZOLA M., FELD C., OFENBÖCK T., MURRAY-BLIGH J., FURSE M. T., CLARKE R., HERING D., SOSZKA H., VAN DE BUND W. – 2005 – Towards European Inter-calibration for the Water Framework Directive: Procedures and examples for different river types from the E.C. project STAR. 11th STAR deliverable. STAR Contract No: EVK1-CT 2001-00089, Quaderni Istituto Ricerca Acque n° 123, IRSA, Roma: 460 pp.
- BUFFAGNI A., ERBA S., GENONI P., LUCCHINI D., ORLANDI C. – 2014 – Protocollo di campionamento e analisi dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua guadabili. In: Metodi Biologici per le acque superficiali interne. Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali. Seduta del 27 novembre 2013. Doc. n. 38/13CF. CNR-IRSA.
- CAMPAIOLI S., GHETTI P.F., MINELLI A., RUFFO S. – 1994 – Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Volume I. Provincia Autonoma di Trento, Trento: 356 pp.
- CAMPAIOLI S., GHETTI P.F., MINELLI A., RUFFO S., – 1999 – Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Volume II. Provincia Autonoma di Trento, Trento: 357-484 pp.
- CERA L., DI MASCIÒ P. – 1998 – Modello previsionale dell'inquinamento prodotto dalle acque di ruscellamento stradale nei corpi idrici ricettori. Proc., Annual Italian PIARC Conf., Italian PIARC, Verona, Italy: 67-83.
- CONSIGLIO C. – 1980 – Plecotteri (Plecoptera). In: Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Consiglio Nazionale delle Ricerche, AQ/1/77, 9: 68 pp.
- CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A., BLASI C. – 2005 – An Annotated Checklist of the Italian Vascular Flora. Palombi Editori, Roma: 420 pp.
- CORTINI PEDROTTI C. – 2001 – Flora dei Muschi d'Italia. Sphagnopsida, Andreaeopsida, Bryopsida. I parte. Antonio Delfino Editore, Roma: 817 pp.
- CORTINI PEDROTTI C. – 2005 – Flora dei Muschi d'Italia. Bryopsida. II parte. Antonio Delfino Editore, Roma: 432 pp.

- CUSHING C. E., ALLAN J.D. – 2001 – Streams: their life and ecology. Academic Press, San Diego, California: 366 pp.
- DECRETO LEGISLATIVO n°152 del 11/05/1999 – 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.
- DECRETO LEGISLATIVO n°31 del 02/02/2001 – Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.
- DECRETO LEGISLATIVO n°152 del 03/04/2006 – Norme in materia ambientale. Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n° 88 del 14 aprile 2006, Serie Generale.
- DECRETO MINISTERIALE n°260 del 08/11/2010 – 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, comma 3, del Decreto Legislativo medesimo.
- DIRETTIVA 1998/83/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 03/11/1998 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.
- DIRETTIVA 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23/10/2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA n° 236 del 24/05/1998 – Attuazione della direttiva 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.
- GANDOLFI G., TORRICELLI P., ZERUNIAN S., MARCONATO A. – 1991 – I pesci delle acque interne italiane. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma: 617 pp.
- GHETTI P.F., BONAZZI G. – 1981 – Manuali di utilizzazione degli indicatori biologici di qualità delle acque – I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua. Consiglio nazionale delle ricerche, AQ/1/127: 169 pp.

- JOHN D.M., WHITTON B.A., BROOK A.J. – 2011 – The Freshwater Algal Flora of the British Isles. Cambridge University Press: 896 pp.
- MINCIARDI M.R., ROSSI G.L., AZZOLLINI R., BETTA G. – 2003 – Linee guida per il biomonitoraggio di corsi d'acqua in ambiente alpino. ENEA, Provincia di Torino, Torino: 64 pp.
- MINCIARDI M.R., SPADA C. D., ROSSI G. L., ANGIUS R., ORRÙ G., MANCINI L., PACE G., MARCHEGGIANI S., PUCCINELLI C. – 2009 – Metodo per la valutazione e la classificazione dei corsi d'acqua utilizzando la comunità delle Macrofite acquatiche. Rapporto Tecnico ENEA RT/2009/23/ENEA: 35 pp.
- MINCIARDI M.R., SPADA D., ABATI S., CIADAMIDARO S., FIORENZA A. – 2014 – 2030. Protocollo di campionamento e analisi delle macrofite dei corsi d'acqua guadabili. ISPRA, Manuali e Linee Guida 111/2014.
- MINELLI A. – 1977 – Irudinei (Hirudinea). In: Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Consiglio Nazionale delle Ricerche, AQ/1/2, 1: 43 pp.
- MORETTI G.P. – 1983 – Tricotteri (Trichoptera). In: Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Consiglio Nazionale delle Ricerche, AQ/1/196, 19: 149 pp.
- OLMI M. – 1978 – Driopidi, Elmintidi (Coleoptera: Dryopidae, Elminthidae). In: Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Consiglio Nazionale delle Ricerche, AQ/1/6, 2: 73 pp.
- PAPIRI S., TODESCHINI S. – 2004 – Qualità e controllo delle acque di dilavamento di infrastrutture viarie. In: Acque di prima pioggia: insediamenti produttivi e infrastrutture. Atti della giornata di studio (Genova, 26 novembre 2004). Centro Studi Idraulica Urbana, Genova: 1-22.
- PIGNATTI S. – 1982 – Flora d'Italia. Volume I-II-III. Edagricole, Bologna: 2324 pp.
- PIZZUL E. – 2016 – *Salmo marmoratus* (Cuvier, 1829) (Trota marmorata). In: Stoch F., Genovesi P. (ed.), Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 141/2016: 364 pp.

- RICKER W.E. – 1975 – Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 191: 382 pp.
- RIVOSECCHI L. – 1984 – Ditteri (Diptera). In: Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Consiglio Nazionale delle Ricerche, AQ/1/206, 28: 177 pp.
- SAMBUGAR B., GIACOMAZZI F. – 2013 – Gli Oligocheti d'acqua dolce italiani. Quaderni del Museo delle Scienze 6/1, Trento: 111-184 pp.
- SANSONI G. – 1988 – Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani. Provincia Autonoma di Trento – Stazione Sperimentale Agraria Forestale – Servizio Protezione Ambientale, APR&B Editrice, Trento: 191 pp.
- SILIGARDI M., BERNABEI S., CAPPELLETTI C., CHIERICI E., CIUTTI F., EGADDI F., FRANCESCHINI A., MAIOLINI B., MANCINI L., MINCIARDI M.R., MONAUNI C., ROSSI G.L., SANSONI G., SPAGGIARI R., ZANETTI M. – 2007 – I.F.F.– Indice di Funzionalità Fluviale. APAT, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, APPA Trento. Lineagrafica Bertelli Editori snc, Trento: 223 pp.
- TIMM T. – 2009 – A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. Lauterbornia 66: 235 pp.
- ZERUNIAN S. – 2004 – Pesci delle acque interne d'Italia. Quad. Cons. Natura n° 20. Ministero dell'Ambiente e Istituto Nazionale per la fauna selvatica: 265 pp.
- ZWICK P. – 2004 – Key to the West Palaearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. Limnologica 34: 315-348.