



fondazione
cariplo

Bando 2015 "Connessione ecologica"

CAPOFILA



COMUNITÀ MONTANA DI VALLE
CAMONICA - PARCO ADAMELLO

PARTNERS



COMUNITÀ MONTANA DEI LAGHI BERGAMASCHI
COMUNE DI COSTA VOLPINO
COMUNE DI ROGNO

*Interventi funzionali al miglioramento della connessione ecologica
del Fiume Oglio prelacuale nel tratto Darfo – Lago d'Iseo*

AZIONE 6.2: MONITORAGGIO ANTE E POST-OPERAM DEL TORRENTE
OGLIOLO DI S. CARLO

**MONITORAGGIO *POST-OPERAM* DEL TORRENTE
OGLIOLO DI SAN CARLO**



RELAZIONE - Dicembre 2018

Progetto

Interventi funzionali al miglioramento della connessione ecologica del Fiume Oglio prelacuale nel tratto Darfo – Lago d’Iseo

Azione

Azione 6.2 "Monitoraggio *ante* e *post-operam* del Torrente Ogliolo di S. Carlo"

Relazione del monitoraggio *ante operam* del Torrente Ogliolo di S. Carlo**Autori**

GRAIA srl

Via Repubblica, 1

21020 Varano Borghi (VA)

Tel. +390332961097

Fax +390332961162

e.mail: cesare.puzzi@graia.eu

sito web: www.graia.eu

Sommario

PREMESSA	0
MATERIALI E METODI.....	1
Applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale IFF	1
Analisi dei parametri chimico-fisici.....	3
Analisi della comunità macrobentonica	4
Analisi delle macrofite e applicazione dell'Indice IBMR	6
Analisi della comunità ittica	8
RISULTATI	10
Indice di Funzionalità Fluviale IFF	10
Parametri chimico-fisici	23
Macrobenthos	24
Macrofite	27
Pesci	29
CONCLUSIONI	33
ALLEGATI.....	34
I – Tabelle IFF dei tratti 1-8 del Torrente Ogliolo di San Carlo	34

PREMESSA

La Comunità Montana di Valle Camonica in data 11/11/2016 affidava alla società GRAIA Srl l'esecuzione dell'Azione 6.2 "Monitoraggio *ante* e *post-operam* del Torrente Ogliolo di S. Carlo" nell'ambito del progetto "Interventi funzionali al miglioramento della connessione ecologica del Fiume Oglio prelacuale nel tratto Darfo – Lago d'Iseo" cofinanziato dalla Fondazione Cariplo all'interno del bando 2015 Connessione ecologica.

L'azione di monitoraggio prevista è finalizzata alla valutazione degli effetti degli interventi di riqualificazione previsti sul Torrente Ogliolo di San Carlo nell'ambito dell'azione 3 "Interventi di riqualifica ambientale e riconnessione del Torrente Ogliolo".

Il programma di monitoraggio prevedeva l'applicazione dell'Indice IFF e la realizzazione del censimento ittico, sia in fase di *ante-operam* che *post-operam* del corso d'acqua. Considerata il valore naturalistico dei luoghi e la mancanza di dati pregressi, in sede di campionamento si è deciso di implementare le attività di monitoraggio per meglio definire il quadro ambientale del corso d'acqua, indagando non solo la comunità ittica e la funzionalità fluviale, ma anche i parametri chimico-fisici, il macrobenthos e le macrofite.

Il presente elaborato rappresenta il rapporto tecnico finale e contiene i risultati del monitoraggio raccolti a seguito dell'indagine effettuata in fase *post-operam*, il confronto con quanto osservato nel monitoraggio *ante operam* e gli elaborati cartografici.

MATERIALI E METODI

Applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale IFF

Per la valutazione della qualità e della funzionalità dell'habitat fluviale e ripario è stato utilizzato l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF).

L'IFF (AA. VV., 2007), aggiornato e revisionato come da manuale APAT 2007, rappresenta l'ultima edizione della prima versione uscita nel 2000 già evoluzione della scheda RCE-2 messa a punto da Siligardi & Maiolini (1993), rappresentante a sua volta un adattamento alla realtà dei corsi d'acqua alpini e prealpini dello RCE (*Riparian, Channel and Enviromental Inventory*), elaborato da Petersen nel 1982.

L'IFF, che analogamente ai suoi "progenitori" valuta le caratteristiche dell'habitat fluviale e ripario, è stato concepito per esprimere la qualità dell'ecosistema fluviale soprattutto in termini di livello di "funzionalità idrobiologica" del corso d'acqua, ossia delle sue capacità di riutilizzare la materia organica al suo interno. Infatti, quanto più tale processo è efficiente, tanto più abbondante e diversificata sono le biocenosi fluviali ospitate, dal momento che un corso d'acqua costituisce un ecosistema aperto che dipende dall'apporto esterno di energia e materia. Un elevato livello di funzionalità fluviale implica, inoltre, una forte capacità di autodepurazione delle acque e quindi di resistenza all'inquinamento organico.

L'IFF inoltre valuta la capacità di un corso d'acqua di resistere all'inquinamento e di autodepurarsi attraverso una serie di parametri che riguardano l'ecosistema ripario e quello acquatico. L'ecosistema ripario funge da filtro naturale agli inquinanti provenienti dal bacino, mentre l'ecosistema acquatico ha la capacità di degradare le sostanze inquinanti che vi afferiscono. Tali funzioni di filtro e depurazione sono tanto più efficienti quanto più il corso d'acqua e le sue rive si trovano in condizioni naturali. Il grado di naturalità viene determinato attraverso una scheda (Tabella 1), che si compone di 14 domande (2 delle quali con due alternative a seconda della tipologia fluviale indagata), appartenenti a 4 diverse categorie sulla base degli aspetti che prendono in esame. Nel loro complesso queste domande consentono di indagare tutte le principali componenti dell'ecosistema fluviale, sia abiotiche che biotiche, per ciascuna delle quali vengono fornite 4 possibili risposte alternative con relativi punteggi. La compilazione della scheda deve essere riservata ad operatori di provata esperienza nel campo dell'ecologia fluviale: infatti, benché sia apparentemente di facile applicazione, il metodo presuppone adeguata preparazione scientifica, nonché capacità di osservazione e di ragionamento da parte del rilevatore. Per applicare il metodo, l'operatore si deve recare sul corso d'acqua da **indagare ed attribuire i punteggi sulla base delle osservazioni richieste dalla scheda a tratti omogenei rappresentativi del corso d'acqua.**

TABELLA 1. SCHEDA IFF

Domanda	Sponda	
	dx	sx
1- Stato del territorio circostante		
Assenza di antropizzazione	25	25
Compresenza di aree naturali e usi antropici del territorio	20	20
Colture stagionali e/o permanenti; urbanizzazione rada	5	5
Aree urbanizzate	1	1
2- Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria		
Compresenza di formazioni riparie complementari funzionali	40	40
Presenza di una sola o di una serie semplificata di formazioni riparie	25	25
Assenza di formazioni riparie ma presenza di formazioni comunque funzionali	10	10
Assenza di formazioni a funzionalità significativa	1	1
2bis- Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria		
Compresenza di formazioni riparie complementari funzionali	20	20
Presenza di una sola o di una serie semplificata di formazioni riparie	10	10
Assenza di formazioni riparie ma presenza di formazioni comunque funzionali	5	5
Assenza di formazioni a funzionalità significativa	1	1

Domanda	Sponda	
	dx	sx
3- Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perfluviale		
Ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali maggiore di 30 m	15	15
Ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 30 e 10 m	10	10
Ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 10 e 2 m	5	5
Assenza di formazioni funzionali	1	1
4- Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perfluviale		
Sviluppo delle formazioni funzionali senza interruzioni	15	15
Sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni	10	10
Sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni frequenti o solo erbacea continua e consolidata o solo arbusteti dominanza di esotiche e infestanti	5	5
Suolo nudo, popolamenti vegetali radi	1	1
5- Condizioni idriche dell'alveo		
Regime perenne con portate indisturbate e larghezza dell'alveo > 1/3 dell'alveo di morbida	20	
Fluttuazioni di portata indotte di lungo periodo con ampiezza dell'alveo bagnato < 1/3 dell'alveo di morbida o variazione del solo tirante idraulico	10	
Disturbi di portata frequenti o secche naturali stagionali non prolungate o portate costanti indotte	5	
Disturbi di portata intensi, molto frequenti o improvvisi o secche prolungate indotte per azione antropica	1	
6- Efficienza di esondazione		
Tratto non arginato, alveo di piena ordinaria superiore al triplo dell'alveo di morbida	25	
Alveo di piena ordinaria largo tra 2 e 3 volte l'alveo di morbida (o, se arginato, superiore al triplo)	15	
Alveo di piena ordinaria largo tra 1 e 2 volte l'alveo di morbida (o, se arginato, largo 2 - 3 volte)	5	
Tratti di valle a V con forte acclività dei versanti e tratti arginati con alveo di piena ordinaria < di 2 volte l'alveo di morbida	1	
7- Strutture di ritenzione degli apporti trofici		
Alveo con massi e/o vecchi tronchi stabilmente incassati (o presenza di fasce di canneto o idrofite)	25	
Massi e/o rami con depositi di materia organica (o canneto o idrofite rade e poco estese)	15	
Strutture di ritenzione libere e mobili con le piene (o assenza di canneto e idrofite)	5	
Alveo di sedimenti sabbiosi o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme	1	
8- Erosione delle rive		
Poco evidente e non rilevante o solamente nelle curve	20	20
Presente sui rettilinei e/o modesta incisione verticale	15	15
Frequente con scavo delle rive e delle radici e/o evidente incisione verticale	5	5
Molto evidente con rive scavate e franate o presenza di interventi artificiali	1	1
9- Sezione trasversale		
Alveo integro con alta diversità morfologica	20	
Presenza di lievi interventi artificiali ma con discreta diversità morfologica	15	
Presenza di interventi artificiali o con scarsa diversità morfologica	5	
Artificiale o diversità morfologica quasi nulla	1	
10- Idoneità ittica		
Elevata	25	
Buona o discreta	20	
Poco sufficiente	5	
Assente o scarsa	1	
11- Idromorfologia		
Elementi idromorfologici distinti con successione regolare	20	
Elementi idromorfologici distinti con successione irregolare	15	
Elementi idromorfologici indistinti o preponderanza di un solo tipo	5	
Elementi idromorfologici non distinguibili	1	
12- Componente vegetale in alveo bagnato		
Periphyton sottile scarsa copertura di macrofite tolleranti	15	
Film perifitico tridimensionale apprezzabile e scarsa copertura di macrofite tolleranti	10	
Periphyton discreto o (se con significativa copertura di macrofite tolleranti) da assente a discreto	5	
Periphyton spesso e/o elevata copertura di macrofite tolleranti	1	
13- Detrito		
Frammenti vegetali riconoscibili e fibrosi	15	
Frammenti vegetali fibrosi e polposi	10	
Frammenti polposi	5	
Detrito anaerobico	1	
14- Comunità macrobentonica		
Ben struttura e diversificata, adeguata alla tipologia fluviale	20	
Sufficientemente diversificata, ma con struttura alterata rispetto a quanto atteso	10	
Poco equilibrata e diversificata con prevalenza di taxa tolleranti all'inquinamento	5	
Assenza di una comunità strutturata; pochi taxa, tutti piuttosto tolleranti all'inquinamento	1	

Dalla somma dei singoli punteggi attribuiti si otterrà il punteggio finale per ciascuna sponda, che viene tradotto in una corrispondente classe di funzionalità fluviale o classe di qualità e nel rispettivo giudizio finale.

TABELLA 2. LIVELLI DI FUNZIONALITÀ DELL'IFF

Livello di funzionalità	Valori IFF	Giudizio di funzionalità	Colore
I	261-300	Ottimo	
I-II	251-260	Ottimo-Buono	
II	201-250	Buono	
II-III	181-200	Buono-Mediocre	
III	121-180	Mediocre	
III-IV	101-120	Mediocre-Scadente	
IV	61-100	Scadente	
IV-V	51-60	Scadente-Pessimo	
V	14-50	Pessimo	

Analisi dei parametri chimico-fisici

Per l'indagine dello stato qualitativo dell'acqua dal punto di vista chimico - fisico, sono stati rilevati direttamente sul campo, tramite sonda multiparametrica portatile da campo modello "Hanna Instruments 9829", i principali parametri di qualità delle acque:

- **Temperatura (°C):** è un parametro fisico di fondamentale importanza, in quanto influenza sia la solubilità dell'ossigeno in acqua, sia tutti i processi del metabolismo, la durata, l'andamento, la velocità della crescita e la composizione delle biocenosi.
- **pH:** è una scala di misura dell'acidità o della basicità di una soluzione. Nelle acque naturali è in genere compreso tra 6,6 e 7,8, ma a seguito dell'attività fotosintetica diurna, nei fiumi lenti, si possono registrare incrementi consistenti di pH.
- **Ossigeno disciolto (mg/l OD):** in ambiente acquoso è uno dei principali parametri che caratterizzano la salute dell'ecosistema, e quindi delle sue biocenosi. Relativamente alla gestione dell'inquinamento organico in ambiente fluviale, infatti, il principale danno da esso provocato è l'anossia delle acque, ossia l'impovertimento di ossigeno, con tutte le ripercussioni sulla componente biologica ad esso collegato. In presenza di un eccessivo inquinamento organico, l'aumento di concentrazione della sostanza organica morta nell'acqua favorisce lo sviluppo dei microrganismi saprofiti, in numero talmente elevato che ad essi può essere totalmente imputato il consumo biologico dell'ossigeno. Il vecchio D.Lgs 152/2006 e s.m.i. (Tab. 1/b All. 2 parte III) individuava come valore guida per la vita dei Salmonidi una concentrazione di ossigeno ≥ 7 mg/l e come valore guida per la vita dei Ciprinidi ≥ 5 mg/l (misura con elettrometria).
- **% di saturazione dell'Ossigeno disciolto:** è definito come $\%sat = (\text{concentrazione misurata} / \text{concentrazione alla saturazione}) * 100$, e varia in funzione dell'altitudine e della temperatura dell'acqua. Percentuali dell'ordine del 100-110% sono quelle ideali; valori inferiori all'80% costituiscono una soglia critica (sottosaturazione), ma anche valori troppo alti (oltre il 140%) testimoniano una presenza eccessiva di alghe, che, con la fotosintesi diurna, fanno innalzare i valori di ossigeno disciolto, ma di notte, con la loro decomposizione, provocano stati di grave anossia.
- **Conducibilità elettrica specifica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):** è la capacità di condurre elettricità e dipende dalle componenti ioniche dell'acqua, costituendone quindi una misura indiretta del suo contenuto salino; il suo valore è influenzato in modo naturale dagli equilibri di dissoluzione delle rocce e viene alterato dalla degradazione di materiale organico, dagli scarichi civili ed industriali e dal dilavamento dei suoli agricoli ad opera delle precipitazioni. L'unità di misura della conducibilità specifica nel Sistema Internazionale è il Siemens per metro (S/m) ma di solito se ne utilizza un sottomultiplo, il microSiemens per centimetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Poiché la conducibilità cambia al variare della temperatura, è stata misurata sia a temperatura ambiente sia tarando la sonda a 25°C.

Analisi della comunità macrobentonica

Metodiche di campionamento

Oltre ai parametri chimico-fisici e microbiologici, è stata indagata la comunità dei macroinvertebrati bentonici in corrispondenza delle stazioni sopra elencate.

L'attività di monitoraggio di questo parametro biologico è stata effettuata secondo quanto previsto dalle metodiche di indagine delle acque correnti messe a punto e pubblicate a cura di APAT e consultabili sul sito http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/metodi_bio_acque.html.

Il protocollo prevede un campionamento quantitativo, poiché la rete da usarsi per il campionamento consente una misura della superficie, sulla quale il prelievo del campione viene effettuato proporzionalmente alla presenza percentuale dei diversi microhabitat presenti nel fiume. Il campionamento quantitativo si esegue tramite retino Surber, come da norme internazionali (UNI-EN 28265), con cono di rete lungo dai 60 agli 80 cm e maglia di 500 µm, dotata di bacinella di raccolta terminale che permette di raccogliere gli organismi presenti in un'area delimitata da una cornice metallica rettangolare e quindi di dimensioni note, in modo da poterne successivamente determinare la densità per unità di superficie. Per evitare disturbi nel substrato da campionare è necessario stare a valle del retino effettuando le repliche risalendo verso monte.

In corsi d'acqua come quello in esame, il campionamento viene effettuato su una superficie complessiva di 1 m², derivante dalla raccolta di 10 unità di campionamento ciascuna di area pari a 0,1 m²; l'allocazione delle unità di campionamento viene effettuata in modo proporzionale in un generico tratto rappresentativo.

Per la conservazione, gli organismi raccolti sono dapprima posti in una bacinella con acqua pulita per la separazione dal detrito. Gli individui campionati vengono infine posti in contenitori e fissati con formalina al 4% o alcol etilico al 75%, al fine di prevenire eventuali fenomeni di decomposizione o di predazione tra esemplari nel periodo intercorrente tra la raccolta del campione e la sua analisi in laboratorio. Il livello tassonomico minimo richiesto per la classificazione degli organismi catturati *in toto* è riportato nella tabella seguente.

TABELLA 3. LIMITI PER LA DEFINIZIONE DELLE "UNITÀ SISTEMATICHE"

Gruppi tassonomici	Livelli di determinazione tassonomica per le "Unità sistematiche"
Plecotteri	genere
Efemerotteri	genere
Tricotteri	genere
Coleotteri	famiglia
Odonati	genere
Ditteri	famiglia
Eterotteri	famiglia
Crostacei	famiglia
Gasteropodi	famiglia
Bivalvi	famiglia
Tricladi	genere
Irudinei	genere
Oligocheti	famiglia

FIGURA 1. CAMPIONAMENTO MACROBENTHOS CON RETINO IMMANICATO



Indice STAR_ICMi

Il metodo ufficialmente utilizzato in Italia fino al recepimento della normativa comunitaria è stato l'Indice Biotico Esteso - IBE (Ghetti, 1997). La normativa attuale (D.lgs 152/2006) è stata aggiornata al fine di recepire la Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/EC, la quale fornisce specifiche indicazioni sulla strategia di raccolta dei dati e sulla stessa messa a punto del sistema di valutazione del monitoraggio biologico. In risposta alle richieste della Direttiva, nasce dunque in Italia la proposta di un nuovo sistema di classificazione dei fiumi MacrOper (Buffagni *et al*, 2008), che consente di derivare una classe di qualità per gli organismi macrobentonici, utile per la definizione dello Stato Ecologico. Esso è basato sul calcolo dell'**Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione** denominato **STAR_ICMi**. A partire dai dati di abbondanza raccolti in termini di n° individui/m², vengono calcolate 6 metriche (Tabella 4), le quali forniscono informazioni in merito ai principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare per gli organismi macrobentonici, raggruppandole in tre categorie sulla base dell'informazione fornita: Tolleranza, Abbondanza/Habitat e Ricchezza/Diversità. Ad ogni singola metrica viene attribuito un peso diverso.

TABELLA 4. METRICHE CHE COMPONGONO LO STAR_ICMi E PESO LORO ATTRIBUITO NEL CALCOLO (DA BUFFAGNI E ERBA, 2007C, MODIFICATO) RIF: 1: ARMITAGE ET AL, 1983. 2: BUFFAGNI ET AL, 2004. 3: BUFFAGNI E ERBA, 2004. 4: PINTO ET AL, 2004 5: OFENBÖCK ET AL., 2004. 6: BÖHMER ET AL, 2004. 7: HERING ET AL, 2004.

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT ⁽¹⁾	Intera comunità (livello di famiglia)	0,33
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log ₁₀ (sel_EPTD+1) ^(2; 3)	Log ₁₀ (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0,27
Ricchezza/ Diversità	Abbondanza	1-GOLD ⁽⁴⁾	1- (Abbondanza relativa di G astropoda, O ligochaeta e D iptera)	0,07
	N° taxa	N° Tot Famiglie ⁽⁵⁾	Somma di tutte le famiglie presenti	0,17
	N° taxa	N° Famiglie EPT ^(5; 6)	Somma delle famiglie di E phemeroptera, P lecoptera e T richoptera	0,08
	Indice diversità	Shannon-Wiener ^(6; 7)	$D_{s-w} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A}\right) \cdot \ln\left(\frac{n_i}{A}\right)$	0,08

Una volta calcolate, le metriche devono essere normalizzate, cioè il valore osservato deve essere diviso per il valore della metrica che rappresenta la condizione di riferimento. La normalizzazione garantisce la comparabilità dei risultati ottenuti in aree diverse, dato che la composizione faunistica, e quindi il valore assoluto delle singole metriche, possono risultare molto diversi tra idroecoregioni e tra tipi fluviali differenti. L'indice Multimetrico finale (Star_ICMi) è ottenuto dalla somma delle sei metriche normalizzate, ciascuna delle quali è moltiplicata per il proprio peso.

Poiché il T. Ogliolo non rientra nella Rete di Monitoraggio di cui alla 152/2006 e s.m.i. e di conseguenza non risulta tipizzato, i valori di riferimento delle metriche utilizzati sono desunti dal DM 260/2010 facendo riferimento alla natura del corso d'acqua. Il torrente ricade nell'**idroecoregione 02 "Prealpi Dolomiti"** e scorre parallelo al Fiume Oglio nel quale si immette 2 km prima della confluenza nel Sebino. Nasce nella frazione di Castelfranco in Comune di Rogno, come troppo pieno di un bottino di presa dell'acquedotto e in Comune di Costa Volpino la sua portata viene integrata significativamente dalle acque naturali di drenaggio che sono state intercettate durante i lavori di realizzazione di una galleria, intubate e immesse nell'Ogliolo. Il suo corso è breve (circa 3 km) e sinuoso e il suo alveo è ricco di macrofite.

Sulla base di quanto sopra il corso d'acqua risulta come acqua di risorgenza in territorio pedemontano e pertanto può essere classificato come **Macrotipo fluviale C, tipo 02SR6** ("Tabella 1a - Elenco dei tipi fluviali presenti in Italia settentrionale e inclusi nel sistema MacrOper" del DM 260/2010).

La Tabella 5 riporta i valori di riferimento delle metriche relativi al tipo fluviale individuato sulla base della "Tabella 1b - Valori di riferimento per le metriche componenti e per lo STAR_ICMi nei tipi fluviali dell'Italia settentrionale inclusi nel sistema MacrOper" mentre la Tabella 6 restituisce i limiti di classe tra gli stati relativi al Macrotipo fluviale C sulla base della "Tabella 4.1/a - Macrotipi fluviali e rapporto tra tipi fluviali per Macroinvertebrati e Diatomee" del suddetto decreto.

TABELLA 5. VALORI DI RIFERIMENTO DELLE METRICHE SULLA BASE DEL TIPO FLUVIALE

Indice ASPT	N° famiglie	Indice EPT	Indice GOLD	Indice di Shannon	Indice EPTD	Star_ICMi
5,953	31	12,00	0,894	1,720	2,545	0,982

TABELLA 6. LIMITI DI CLASSE DELLO STAR_ICMi PER IL MACROTIPO FLUVIALE C

Stato	Punteggio Star_ICMi
Elevato/Buono	> 0,96
Buono	0,72 - 0,959
Sufficiente	0,48 - 0,719
Scarso	0,24 - 0,479
Cattivo	< 0,240

Analisi delle macrofite e applicazione dell'Indice IBMR

Per il campionamento, la conservazione e l'analisi dei campioni di macroinvertebrati bentonici, sono state seguite le indicazioni metodologiche presenti nel documento *Metodi Biologici per le acque superficiali interne* prodotto da ISPRA e consultabile sul sito internet: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-superficiali-interne>

La scelta del sito di campionamento deve comprendere, per quanto possibile, tutte le facies idrologiche e biologiche presenti nel tratto di studio, ed avere uno sviluppo longitudinale di 50-100 m a seconda delle dimensioni del corso d'acqua. All'interno del sito di campionamento si individuano le zone con presenza di macrofite e se ne valuta la copertura percentuale. Nell'ambito delle aree caratterizzate da macrofite si valuta quindi la copertura percentuale dei singoli taxa (con distinzione se possibile a livello di specie, altrimenti di genere). Per eseguire il rilievo in corsi d'acqua guadabili si cammina all'interno del tratto di studio controcorrente procedendo a zig-zag, individuando i taxa presenti e successivamente determinandone la copertura percentuale mentre si procede in senso inverso. All'interno di corsi d'acqua non guadabili l'individuazione dei taxa e della loro copertura si effettua tramite campionamenti random con un rastrello dal fondo del corso d'acqua. Le percentuali di copertura si attribuiscono secondo classi di valori corrispondenti a multipli di 5. Qualora la vegetazione fosse caratterizzata da una struttura pluristratificata, le percentuali di copertura si attribuiscono separatamente per ogni strato.

Durante la determinazione dei taxa su campo è necessario prelevare almeno un campione per ogni taxon per la conservazione a lungo termine, al fine di consentire eventuali verifiche successive allo studio. I campioni di fanerogame si conservano essiccati, quelli di alghe in barattoli contenenti l'acqua di campionamento con aggiunta di formalina; ogni campione deve essere etichettato.

FIGURA 2. RACCOLTA E RICONOSCIMENTO DELLE PIANTE ACQUATICHE PRESENTI NEL T. OGLIOLO DI S. CARLO



Calcolo del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). La qualità dei corsi d'acqua sulla base delle macrofite si calcola a partire dall'indice biologico macrofitico dei corsi d'acqua (Indice Biologique Macrophytique en Rivière, IBMR). Tale indice è calcolato sulla base della copertura (coefficiente K_i), del coefficiente di stenoecia (E_i) e del coefficiente di sensibilità (Cs_i) delle specie, tra quelle rinvenute, appartenenti ad una lista appositamente creata per il calcolo dell'indice. L'IBMR è un indice finalizzato alla valutazione dello stato trofico inteso in termini di intensità di produzione primaria.

IBMR:

$$IBMR = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot K_i \cdot Cs_i}{\sum_{i=1}^n E_i \cdot K_i}$$

Dove:

i = specie indicatrice

E = coefficiente di stenoecia da 1 (ampia distribuzione ecologica – specie euriecia) a 3 (ristretta distribuzione ecologica – specie stenoecia)

K = coefficiente di abbondanza (1-5)

Cs = punteggio specifico di oligotrofia da 0 (eutrofo) a 20 (oligotrofo)

Coefficiente di abbondanza:

1 = copertura della specie $i < 0.1\%$;

2 = 0.1 % – 1 %;

3 = 1 % – 10 %;

4 = 10 % – 50 %;

5 = > 50%

Il rapporto tra il valore dell'IBMR del sito di studio e il valore calcolato per il sito di riferimento (RQE) permette di individuare la classe di qualità a cui appartiene il tratto di corso d'acqua in esame. Il valore di riferimento utilizzato per il corso d'acqua oggetto di indagine, desunto dalla "Tabella 4.1/b - Macrotipi fluviali per Macrofite" del DM260/2010, si riferisce all'**Idroecoregione 2, Area geografica Centrale** (corsi d'acqua pedemontani e di pianura), **Macrotipo Ca** ("molto piccoli e piccoli") ed è pari a 12,5.

TABELLA 7. LIMITI DI CLASSE PER LA DEFINIZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ SECONDO L'INDICE IBMR SULLA BASE DEL MACROTIPO FLUVIALE

Giudizio	Limiti classe
----------	---------------

Elevato	≥ 0.9
Buono	0.80 – 0.89
Sufficiente	0.65 – 0.79
Scarso	0.50 – 0.64
Cattivo	< 0.50

Analisi della comunità ittica

Per quanto riguarda lo svolgimento di censimenti della fauna acquatica finalizzate alla valutazione dello stato di consistenza della fauna ittica in corrispondenza degli interventi di riqualificazione fluviale proposti, *ante operam* e *post operam*, la tecnica di monitoraggio che verrà impiegata è l'elettropesca.

L'elettropesca è un metodo innocuo di cattura che si basa sull'effetto che un campo elettrico produce sul pesce: mediante un elettrostorditore viene, infatti, generato un campo elettrico tra due elettrodi, lancia (anodo) e massa (catodo), tra i quali si stabilisce una corrente elettrica nell'acqua. La produzione del campo elettrico può avvenire tramite una batteria o un motore a scoppio abbinato ad un generatore di elettricità; un dispositivo elettronico permette quindi la regolazione delle caratteristiche della differenza di potenziale sviluppata tra gli elettrodi. La corrente elettrica utilizzata per l'elettropesca può essere di tre tipi:

- corrente continua, cioè caratterizzata da un'intensità e una polarità costanti nel tempo;
- corrente alternata, nel qual caso consiste in una serie di onde generalmente sinusoidali che presentano delle inversioni di polarità ad intervalli regolari di tempo;
- corrente ad impulsi, che consiste in picchi di tensione di breve durata che si ripetono ciclicamente e mantengono sempre la stessa polarità.

La reazione del pesce alla corrente elettrica dipende dal tipo, dalla forma d'onda e naturalmente dall'intensità della stessa. Al crescere della differenza di potenziale nel corpo del pesce si realizzano i seguenti effetti:

- fuga, non appena il pesce percepisce la presenza del campo elettrico (soglia della "zona di percezione");
- elettrotassia, cioè induzione di nuoto forzato (soglia della "zona efficace"), che si verifica solo nel caso di corrente continua ed a impulsi;
- tetania, cioè contrazioni muscolari (soglia della "zona efficace" nel caso di corrente alternata);
- elettroarcosi, cioè rilassamento muscolare o stordimento (soglia della "zona pericolosa");
- morte, che può essere causata da traumi diretti quali emorragie, fratture delle vertebre, arresto della respirazione, oppure può sopraggiungere per deficit di ossigeno o stress accumulato.

Sui campioni raccolti verranno eseguite le seguenti operazioni:

- Riconoscimento specifico su tutti i pesci catturati.
- Misurazione su un subcampione significativo della lunghezza totale con l'ittiometro e del peso totale con una bilancia di precisione.

I dati biometrici raccolti permetteranno di valutare il tasso di accrescimento ponderale. Nel caso di popolazioni particolarmente consistenti potrà essere prelevato un campione di scaglie ai fine del rilevamento dell'età per la realizzazione della curva di accrescimento lineare.

La valutazione dei dati ittologici raccolti, rappresentati dalla composizione in specie della comunità ittica, dalle strutture di popolazione delle singole specie e da osservazioni specifiche, consentiranno di valutare l'effetto degli interventi realizzati, in un'ottica di riqualificazione dell'ecosistema fluviale.

FIGURA 3. CAMPIONAMENTO CON ELETTOPESCA E FASE DI MISURAZIONE DEL CAMPIONE DI PESCI SULL'OGLIOLO DI S. CARLO.



RISULTATI

Indice di Funzionalità Fluviale IFF

Vengono di seguito illustrati i diversi tratti nei quali è stata suddivisa l'area di studio e per i quali è stato applicato l'Indice di Funzionalità Fluviale.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati complessivi di tutto il tratto indagato.

Per una corretta lettura della tabella riassuntiva dei risultati IFF ottenuti nei diversi tratti si tenga presente che i due valori presenti per ciascuna cella, nelle colonne punteggio, livello e giudizio di funzionalità sono riferiti rispettivamente alla sponda sinistra ed alla sponda destra.

TABELLA 8. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'IFF SUL TORRENTE OGLIOLO DI SAN CARLO

N° tratto	Comune	Lunghezza (m)	Valori IFF		Livello		Giudizio	
			sx	dx	sx	dx	sx	dx
1	Costa V.	88	215	215	II	II	Buono	Buono
2	Costa V.	128	200	210	II-III	II	Buono-mediocre	Buono
3	Costa V.	94	188	225	II-III	II	Buono-mediocre	Buono
4	Costa V.	113	205	163	II	III	Buono	Mediocre
5	Costa V.	94	163	195	III	II-III	Mediocre	Buono-mediocre
6	Costa V.	211	190	175	II-III	III	Buono-mediocre	Mediocre
7	Costa V.	99	179	160	III	III	Mediocre	Mediocre
8	Costa V.	171	148	115	III	III-IV	Mediocre	Mediocre-Scadente

Nelle Figure seguenti sono riportate le mappe, su base cartografica e su foto aerea, dei risultati dell'applicazione dell'IFF, distinti per tratto.

FIGURA 4. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'IFF SUL TORRENTE OGLOLO DI SAN CARLO SU CTR 10.000

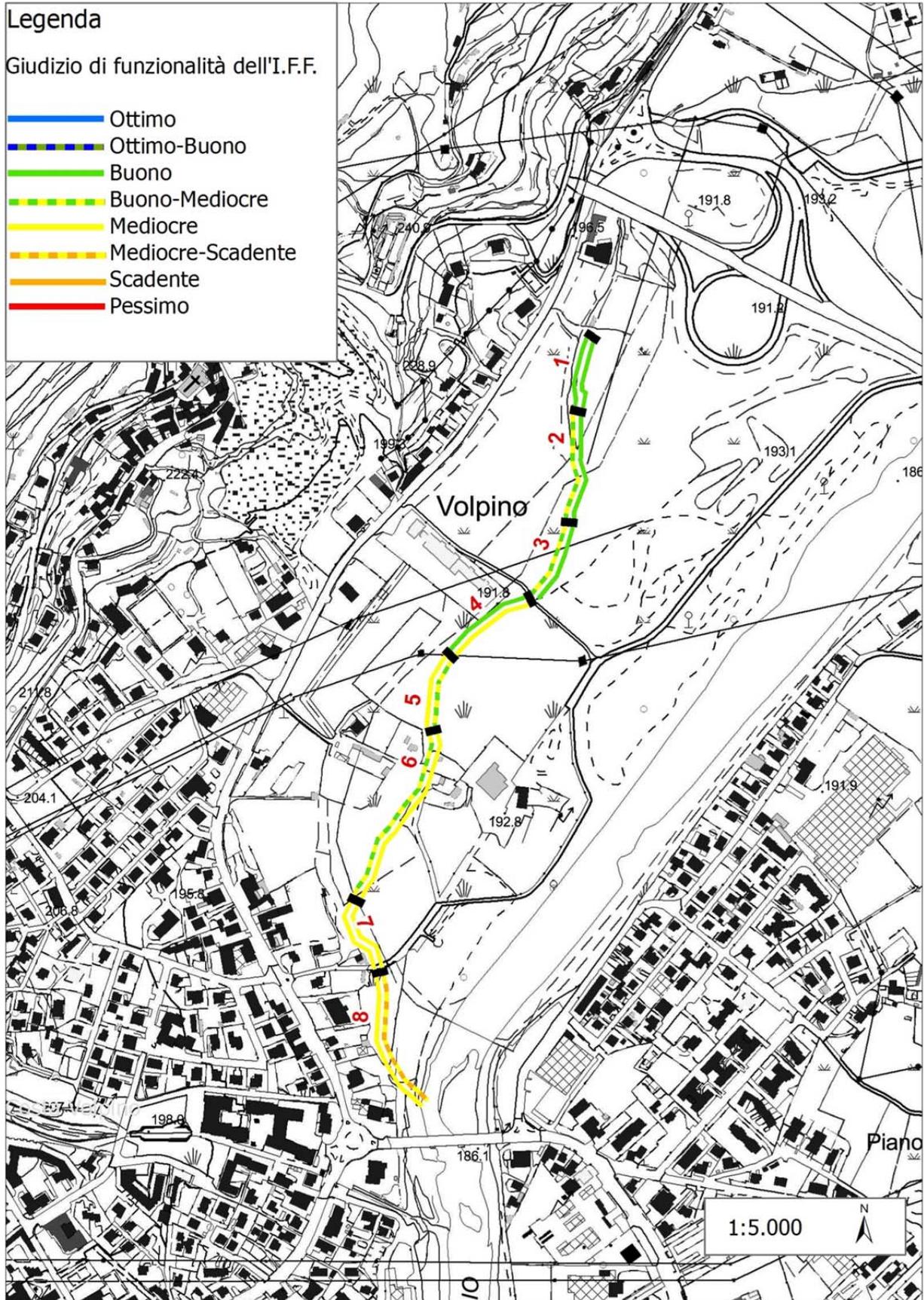


FIGURA 5. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'IFF SUL TORRENTE OGLIOLO DI SAN CARLO SU BASE AEREA



Tratto 1

In questo tratto il corso d'acqua presenta una larghezza di circa 2,5 metri, e attraversa, scorrendo lentamente, un territorio prativo. La fascia riparia è costituita da una continua striscia di canneto (*Phragmites sp.*). Rispetto a quanto osservato nel precedente monitoraggio si osserva una "pulizia" dell'alveo e un intervento di piantumazione di un filare di piante nella fascia immediatamente esterna al canneto. L'intervento di pulizia dell'alveo, con la rimozione della ramaglia e detriti vari, ha di fatto reso il tratto più ospitale alla fauna ittica, aumentando lievemente il flusso dell'acqua ed eliminando quell'effetto "stagno" poco idoneo per un popolamento ittico di tipo salmonicolo. L'intervento di piantumazione non ancora ben consolidato non ha, per il momento, effetto sulla funzionalità fluviale di questo tratto.

FIGURA 6. IMMAGINI DEL TRATTO 1



L'applicazione dell'IFF restituisce un punteggio di 215 per entrambe le sponde, corrispondente ad un giudizio di funzionalità "Buono".

TABELLA 9. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'INDICE IFF AL TRATTO 1

	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	20	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	25	25
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	5	5
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	15	15
5-Condizioni idriche dell'alveo	20	
6-Efficienza di esondazione	25	
7-Strutture ritenzione apporti trofici	15	
8-Erosione delle rive	20	20
9-Sezione trasversale	25	

	Sponda destra	Sponda sinistra
10-Idoneità ittica	20	
11-Idromorfologia	5	
12-Componente vegetale in alveo bagnato	5	
13-Detrito	10	
14-Comunità macrobentonica	5	
Punteggio totale	215	215
Classe	II	II
Giudizio	Buono	Buono

Tratto 2

Il corso d'acqua continua il suo percorso con andamento irregolare in un territorio prativo. Diminuisce rispetto a quanto osservato nel tratto precedente soprattutto lungo la sponda sinistra, la componente a *Phragmites*. Per entrambe le sponde la fascia vegetata è rappresentata per lo più da radi salici e pioppi con "ciuffi" di canneto. Il rio presenta un substrato di fondo prevalentemente limoso con un'abbondante copertura macrofitica. Complessivamente buono l'habitat offerto ai pesci in questo tratto.

FIGURA 7. IMMAGINI DEL TRATTO 2



Complessivamente buona la funzionalità fluviale in questo tratto. L'applicazione dell'indice restituisce un punteggio di 210 per la sponda destra e di 200 per la sinistra corrispondente rispettivamente a un giudizio di funzionalità "Buono" e "Buono-mediocre".

TABELLA 10. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'INDICE IFF AL TRATTO 2

	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	20	20
2-Vegetazione zona perfluviale primaria	25	25
2 bis-Vegetazione zona perfluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perfluviale primaria	5	5
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perfluviale	15	5
5-Condizioni idriche dell'alveo		20
6-Efficienza di esondazione		25
7-Strutture ritenzione apporti trofici		15
8-Erosione delle rive	20	20
9-Sezione trasversale		20
10-Idoneità ittica		20
11-Idromorfologia		5
12-Componente Vegetale in alveo bagnato		5
13-Detrito		10
14-Comunità macrobentonica		5
Punteggio totale	210	200

	Sponda destra	Sponda sinistra
Classe	II-III	II-III
Giudizio	Buono	Buono-mediocre

Tratto 3

Il corso d'acqua mantiene le caratteristiche idro-morfologiche osservate nei tratti a monte, scorrendo con un flusso laminare abbastanza lento su di un substrato di limo e sabbia colonizzato da una rigogliosa vegetazione acquatica. La funzionalità della sponda sinistra è compromessa dall'assenza di una fascia vegetata mentre in destra, seppur ristretta, si osserva in modo non sempre continuo una fascia vegetata composta da un rado canneto e da piante di salici, pioppi e qualche ontano. Anche in questo caso risulta buona l'idoneità ittica del tratto. Rispetto a quanto osservato nel monitoraggio *ante operam* sono evidenti gli interventi di piantumazione con alberelli di ontano su entrambe le sponde che andranno a incrementare in futuro la funzionalità fluviale in questo tratto.

FIGURA 8. IMMAGINI DEL TRATTO 3



Sono stati realizzati alcuni "deflettori", costruiti prevalentemente con materiale recuperato in loco dalla "pulizia" del corso d'acqua, che oltre a diversificare il flusso si prestano anche come zone di rifugio per i pesci.



L'indice di funzionalità restituisce alla sponda destra un giudizio "Buono" e "Buono-mediocre" per quella sinistra, rispettivamente con un punteggio di 225 e 188.

TABELLA 11. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'INDICE IFF AL TRATTO 3

	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	20	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	25	1
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	5	1
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	10	1
5-Condizioni idriche dell'alveo		20
6-Efficienza di esondazione		25
7-Strutture ritenzione apporti trofici		25
8-Erosione delle rive	20	20
9-Sezione trasversale		20
10-Idoneità ittica		20
11-Idromorfologia		15
12-Componente Vegetale in alveo bagnato		5
13-Detrito		10
14-Comunità macrobentonica		5
Punteggio totale	225	188
Classe	II	II-III
Giudizio	Buono	Buono-mediocre

Tratto 4

Il tratto è lungo circa 100 metri. Rispetto a quanto osservato in fase di *ante operam* si rileva la piantumazione di un filare di ontani lungo la sponda destra per il momento ininfluente al fine della funzionalità fluviale del torrente.

FIGURA 9. IMMAGINI DEL TRATTO 4



L'applicazione dell'indice registra i medesimi valori osservati con il precedente monitoraggio. La sponda destra un giudizio di funzionalità "Mediocre" raggiungendo un punteggio di 153. Leggermente migliore è il giudizio raggiunto dalla sponda sinistra, "Buono-mediocre" grazie ad una fascia riparia che seppur minimale riesce comunque a svolgere le proprie funzioni a favore del corso d'acqua.

TABELLA 12. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'INDICE IFF AL TRATTO 4

	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	5	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	1	10
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	1	5
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	1	15
5-Condizioni idriche dell'alveo		20
6-Efficienza di esondazione		25
7-Strutture ritenzione apporti trofici		15
8-Erosione delle rive	20	20
9-Sezione trasversale		20
10-Idoneità ittica		20
11-Idromorfologia		5
12-Componente Vegetale in alveo bagnato		5
13-Detrito		10
14-Comunità macrobentonica		5
Punteggio totale	153	195
Classe	III	II-III
Giudizio	Mediocre	Buono-mediocre

Tratto 5

Il tratto è lungo circa 90 metri. Le sponde sono prive di una fascia perfluviale funzionale. Gli interventi di riqualificazione effettuati in questo tratto vedono una pulizia della sponda e dell'alveo e la piantumazione di alcune giovani piante di ontano. Il substrato di fondo è caratterizzato da uno spesso strato di sedimento limoso con una buona copertura di macrofite.

FIGURA 10. IMMAGINI DEL TRATTO 5



Il corso d'acqua in questo tratto mantiene la medesima funzionalità osservata nel monitoraggio *ante operam*. L'assenza su entrambe le sponde di una fascia riparia funzionale risulta determinante ai fini del giudizio IFF. Il punteggio raggiunto da entrambe le sponde è di 178 corrispondente ad un livello di funzionalità e a un giudizio "Mediocre".

TABELLA 13. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'INDICE IFF AL TRATTO 5

	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	20	20
2-Vegetazione zona perfluviale primaria	1	1
2 bis-Vegetazione zona perfluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perfluviale primaria	1	1
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perfluviale	1	1
5-Condizioni idriche dell'alveo		20
6-Efficienza di esondazione		25
7-Strutture ritenzione apporti trofici		25
8-Erosione delle rive	20	20
9-Sezione trasversale		20
10-Idoneità ittica		20
11-Idromorfologia		5
12-Componente Vegetale in alveo bagnato		5
13-Detrito		10
14-Comunità macrobentonica		5
Punteggio totale	178	178
Classe	III	III
Giudizio	Mediocre	Mediocre

Tratto 6

In questo tratto lungo circa 200 metri il corso d'acqua attraversa un territorio antropizzato, con zone adibite a coltivo e piccoli nuclei abitativi poco lontani. il riale cambia morfologia rispetto a quanto osservato nei tratti precedenti. Le sponde sono caratterizzate da una ristretta fascia riparia arborea mista con ontano, salice, pioppo e platano. Il fondale è privo di una copertura a macrofite acquatiche ed è costituito prevalentemente da sabbia e ghiaia. In questo tratto è stato fatto un intervento di pulizia delle sponde e parte del materiale è stato impiegato nella realizzazione di alcune fascine posizionate e fissate al fondo dell'alveo con funzione di rifugio e diversificazione ambientale.

FIGURA 11. IMMAGINI DEL TRATTO 6



La funzionalità del corso d'acqua in questo tratto risulta uguale a quanto osservato nel precedente monitoraggio. L'applicazione dell'indice restituisce un giudizio di funzionalità "Mediocre" per la sponda destra, penalizzata rispetto a quella sinistra da una maggior antropizzazione, e "Buono-mediocre" per quella sinistra.

TABELLA 14. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'INDICE IFF AL TRATTO 6

	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	5	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	25	25
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	5	5
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	10	10
5-Condizioni idriche dell'alveo	20	
6-Efficienza di esondazione	15	
7-Strutture ritenzione apporti trofici	5	
8-Erosione delle rive	15	15
9-Sezione trasversale	20	

	Sponda destra	Sponda sinistra
10-Idoneità ittica	20	
11-Idromorfologia	5	
12-Componente Vegetale in alveo bagnato	10	
13-Detrito	10	
14-Comunità macrobentonica	10	
Punteggio totale	175	190
Classe	III	II-III
Giudizio	Mediocre	Buono-mediocre

Tratto 7

Il tratto è lungo circa 100 metri. In destra idrografica si avverte la presenza sempre più vicina dell'abitato di Costa Volpino. Rispetto ai tratti precedenti si registra un aumento della velocità di corrente ed il substrato di fondo è rappresentato da una percentuale maggiore di ghiaia. Complessivamente buona la disponibilità di habitat per la fauna ittica. Rispetto *all'ante operam* si nota un intervento di rifacimento di parte della sponda in destra idrografica, la piantumazione lungo la fascia spondale con giovani ontani e una generica pulizia della sponda con rimozione di rovi e ramaglie. Una volta consolidato l'intervento di piantumazione contribuirà ad un miglioramento della funzionalità fluviale lungo la sponda sinistra.

FIGURA 12. IMMAGINI DEL TRATTO 7



Entrambe le sponde raggiungono un livello di funzionalità "III" corrispondente ad un giudizio di funzionalità "Mediocre". Leggermente peggiore il punteggio raggiunto in sponda destra a causa della vicinanza dell'abitato di Costa Volpino.

TABELLA 15. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'INDICE IFF AL TRATTO 7

	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	1	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	1	1
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	1	1
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	1	1
5-Condizioni idriche dell'alveo		20
6-Efficienza di esondazione		15
7-Strutture ritenzione apporti trofici		25
8-Erosione delle rive	20	20
9-Sezione trasversale		20
10-Idoneità ittica		20
11-Idromorfologia		15
12-Componente Vegetale in alveo bagnato		1
13-Detrito		10
14-Comunità macrobentonica		10
Punteggio totale	160	179
Classe	III	III
Giudizio	Mediocre	Mediocre

Tratto 8

Si tratta dell'ultima porzione di torrente, lunga circa 150 metri, prima della confluenza in Oglio. Si osserva un cambio di pendenza e il corso d'acqua assume un aspetto torrentizio caratterizzato prevalentemente da *riffle*. Il torrente scorre in un alveo largo circa un paio di metri su di un substrato di fondo composto da ghiaia e ciottoli. Le sponde sono scoscese e a tratti, in destra idrografica, costituite da muri di contenimento verticali di cemento a causa della vicinanza di alcune abitazioni al corso d'acqua.

Oltre a interventi di pulizia spondale e piantumazione con giovani ontani nella zona terminale del torrente è stato fatto un intervento che ha consentito di creare un collegamento percorribile dalla fauna ittica "dal" e "per" il F. Oglio.

FIGURA 13. IMMAGINI DEL TRATTO 8





La non funzionalità della fascia riparia risulta determinante ai fini del giudizio finali dell'IFF. L'applicazione dell'indice restituisce un giudizio di funzionalità "Mediocre" in sponda sinistra e "Mediocre-scadente" in destra.

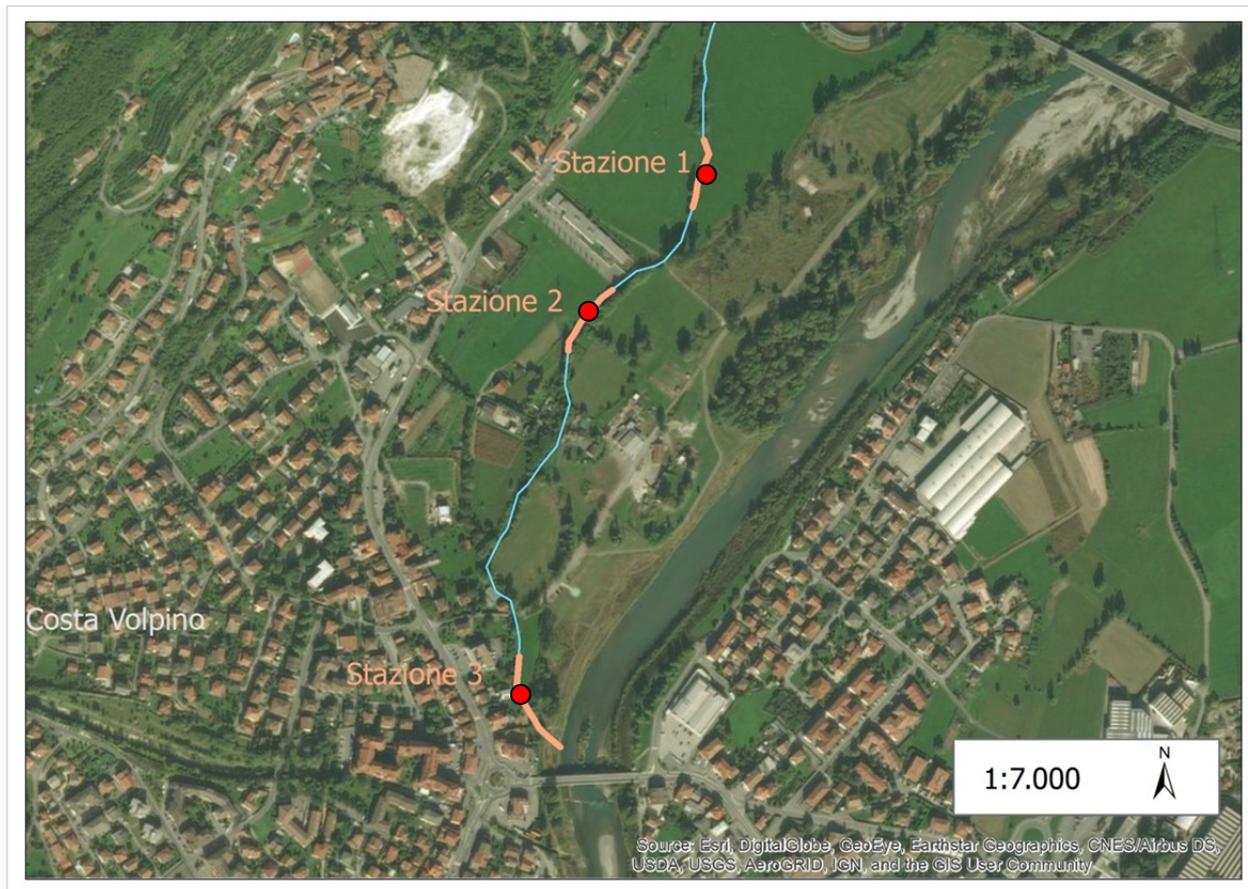
TABELLA 16. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'INDICE IFF AL TRATTO 8

	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	1	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	1	1
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	1	1
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	1	1
5-Condizioni idriche dell'alveo		20
6-Efficienza di esondazione		5
7-Strutture ritenzione apporti trofici		5
8-Erosione delle rive	1	15
9-Sezione trasversale		5
10-Idoneità ittica		20
11-Idromorfologia		15
12-Componente Vegetale in alveo bagnato		15
13-Detrito		15
14-Comunità macrobentonica		10
Punteggio totale	115	148
Classe	III-IV	III
Giudizio	Mediocre-scadente	Mediocre

Parametri chimico-fisici

In corrispondenza delle 3 stazioni di censimento ittico sono state eseguite, in altrettanti punti, le misurazioni dei principali parametri chimico-fisici: temperatura, pH, ossigeno disciolto e % di saturazione, conducibilità a 25°C (SPC) e conducibilità a temperatura ambiente (C).

FIGURA 14. PUNTI DI MONITORAGGIO DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI



La tabella seguente riporta i risultati raccolti. Non si evidenzia alcuna anomalia poiché i valori registrati risultano tutti nella norma e compatibili con la stagione di campionamento.

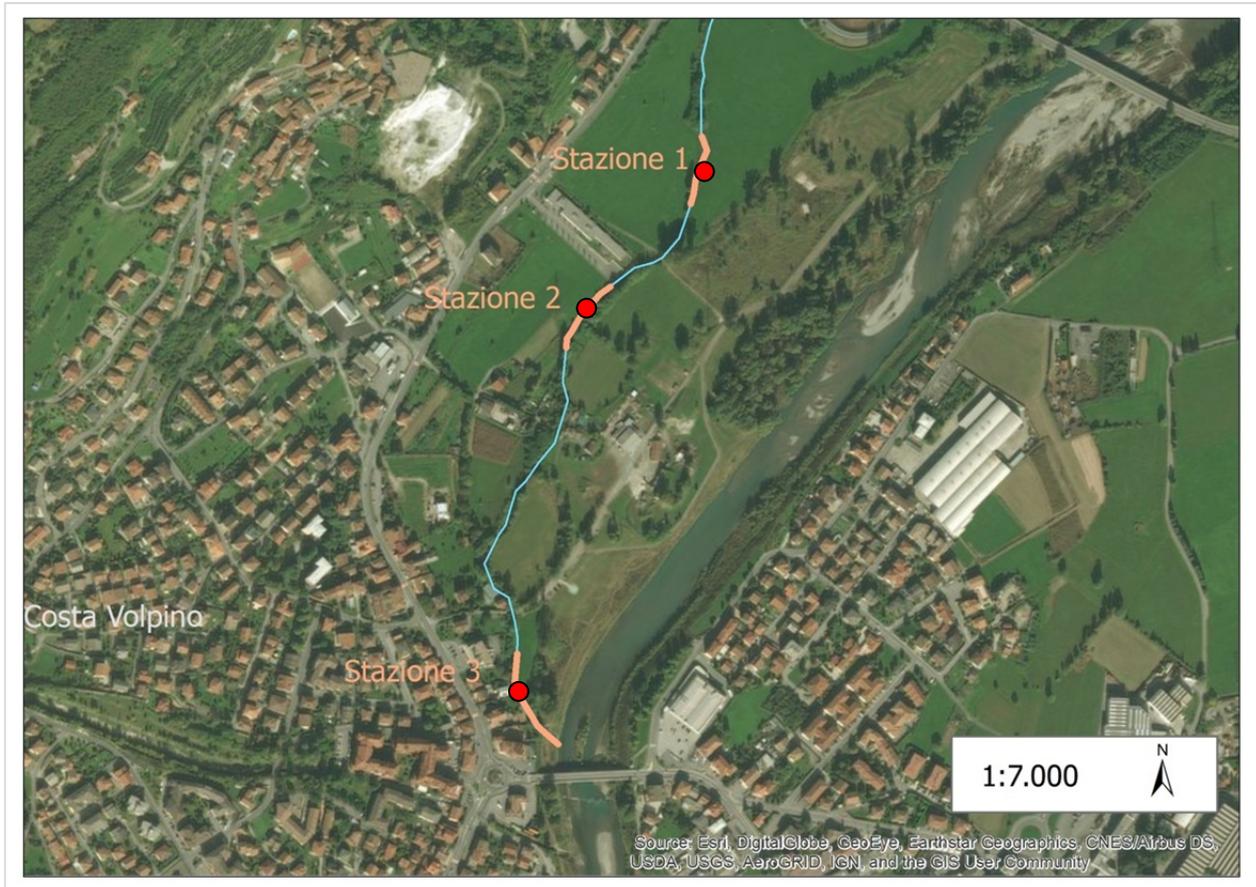
TABELLA 17. PARAMETRI CHIMICO-FISICI MISURATI IN CORRISPONDENZA DELLE 3 STAZIONI SUL T. OGLIOLO DI S. CARLO

Stazione	01	02	03
Comune	Costa Volpino	Costa Volpino	Costa Volpino
Data	24/09/2018	24/09/2018	24/09/2018
Ora	12:15	11:00	10:00
Temperatura H ₂ O (°C)	11	10.97	11.16
pH (unità)	7.96	7.82	8
Conducibilità (·S/cm) SPC	355	355	356
Conducibilità (mS/cm) C	261	260	262
Ossigeno disciolto (mg/l)	10.47	10.29	11.14
Saturazione dell'Ossigeno (%)	97.1	95.3	103.7

Macrobenthos

In corrispondenza delle 3 stazioni di censimento ittico sono stati eseguiti, in altrettanti punti, i campionamenti del macrobenthos.

FIGURA 15. PUNTI DI MONITORAGGIO DEL MACROBENTHOS



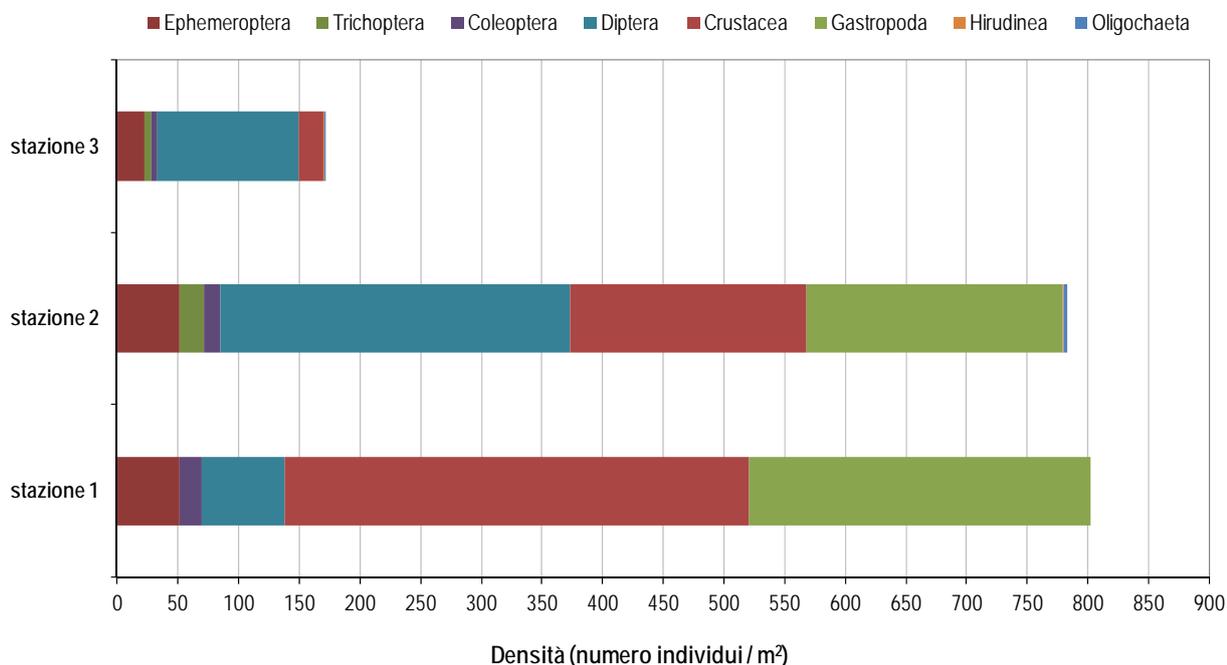
La comunità macrobentonica rinvenuta nelle 3 stazioni, con il monitoraggio *post-operam* è riassunta nella seguente tabella.

TABELLA 18. COMUNITÀ MACROBENTONICA RINVENUTA NELLE 3 STAZIONI DI MONITORAGGIO NEL MONITORAGGIO *POST-OPERAM*.

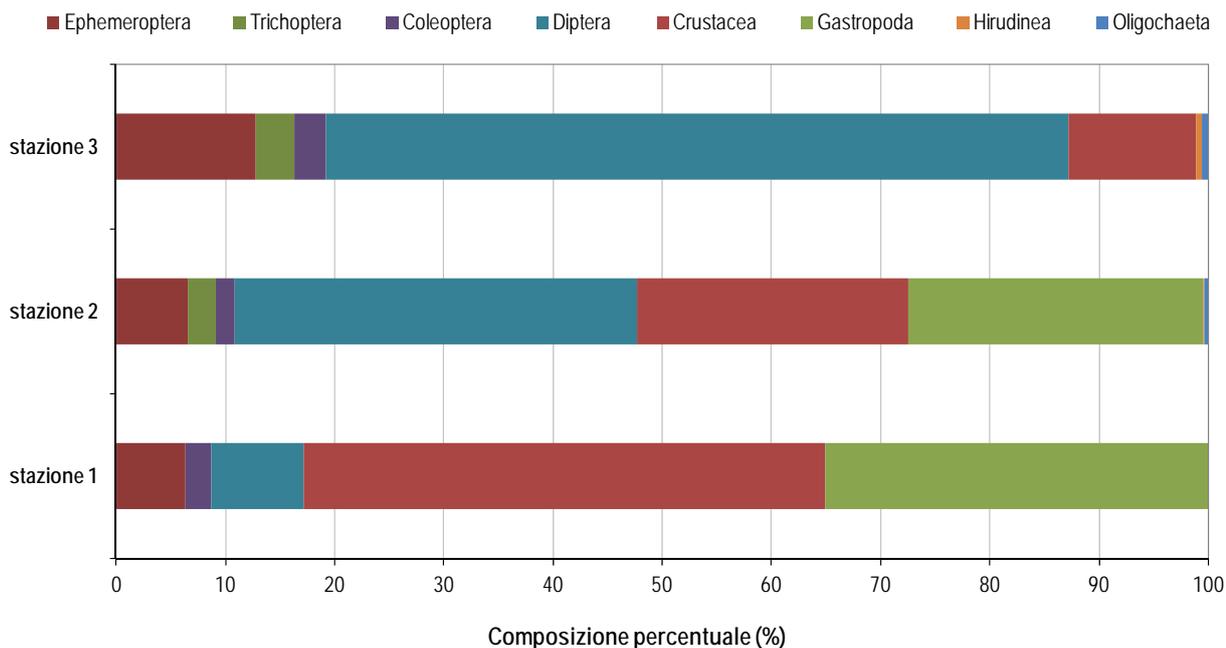
Stazione			stazione 1	stazione 2	stazione 3
Data			set-18	set-18	set-18
GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	N° individui	N° individui	N° individui
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i>	51	51	22
Trichoptera	Goeridae	-	-	12	4
Trichoptera	Limnephilidae	-	-	3	-
Trichoptera	Psychomyiidae	-	-	2	-
Trichoptera	Rhyacophilidae	-	-	3	2
Coleoptera	Elmidae	-	19	14	5
Diptera	Athericidae	-	1	1	0
Diptera	Chironomidae	-	67	157	54
Diptera	Simuliidae	-	-	130	63
Crustacea	Asellidae	-	3	-	-
Crustacea	Gammaridae	-	380	195	20
Gastropoda	Lymnaeidae	-	254	180	-
Gastropoda	Planorbidae	-	7	3	-
Gastropoda	Valvatidae	-	20	28	-
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	-	-	1
Hirudinea	Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia</i>	-	1	-
Oligochaeta	Lumbricidae	-	-	3	1
TOTALE			802	783	172

Complessivamente sono state rinvenute 17 famiglie ricadenti in 8 gruppi sistematici. Gran parte degli individui campionati ricadono nei gruppi dei Crostacei e Gasteropodi.

Il grafico seguente mostra la composizione della comunità macrobentonica e le densità di individui osservata nelle tre stazioni di monitoraggio.

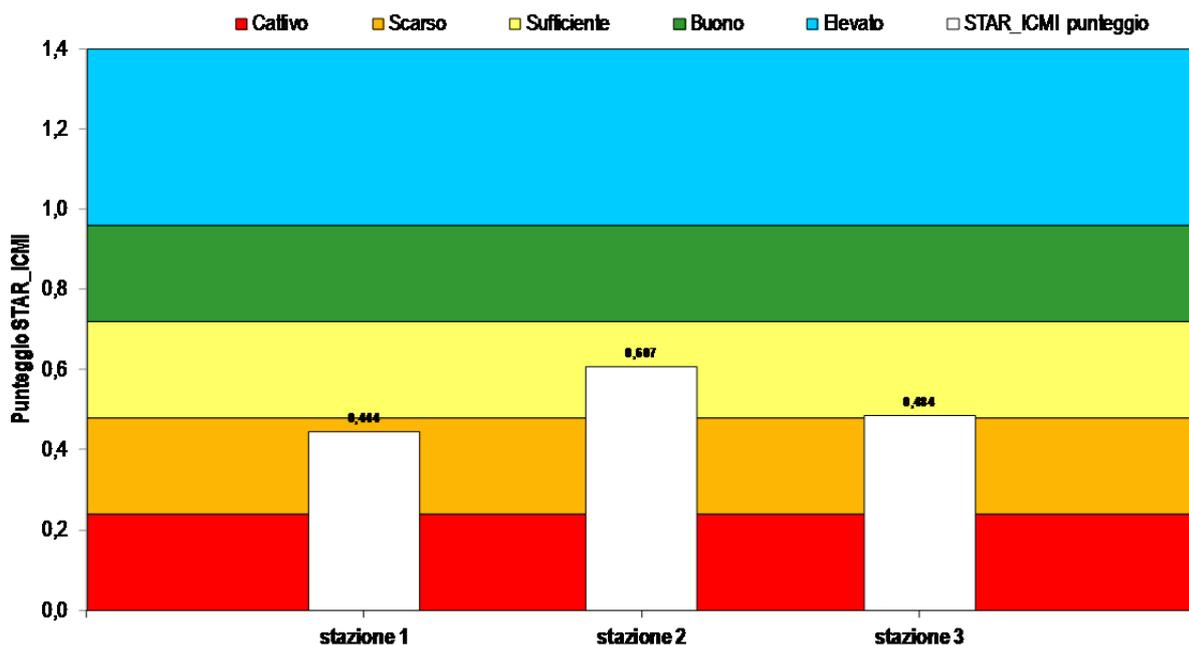


La diversa tipologia di substrato tra le due stazioni di monte, composte prevalentemente da sabbia e limo e da una elevata copertura macrofitica, e quella di valle, con sedimento più grossolano e una copertura di piante acquatiche molto meno diffusa, si riflette anche nella comunità macrobentonica che popola le tre stazioni. Seppur abbastanza simili in termine di taxa risultano sensibilmente differenti le densità che ciascun gruppo sistematico presenta nelle diverse stazioni. Si passa infatti, andando da monte verso valle, da una netta dominanza di Gammaridae e Gasteropoda ad un incremento netto dei ditteri con la famiglia dei Chironomidae. Nella stazione 3 questa famiglia rappresenta quasi il 70% degli individui macrobentonici campionati.



L'applicazione dello STAR_ICMi restituisce un giudizio "sufficiente" per le due stazioni di monte e un giudizio "scarso" per la stazione 3.

FIGURA 16. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELLO STAR_ICMI.



Macrofite

In corrispondenza delle 3 stazioni di censimento ittico (Figura 15) sono stati eseguiti anche i campionamenti delle macrofite.

Complessivamente sono stati individuati 14 *taxa*, di cui 2 appartenenti al gruppo delle briofite, 2 alle alghe e 10 a quello delle fanerogame, con la presenza di una specie esotica (*Elodea canadensis*). Le due stazioni situate più a monte (STZ. 1 e 2) sono risultate molto simili tra loro sia per l'elevata percentuale di copertura totale in acqua, sia in termini di composizione e ricchezza tassonomica; invece, presso la confluenza col fiume Oglio (STZ. 3) l'alveo, caratterizzato dalla presenza di un substrato grossolano e compatto, elevata velocità di corrente e maggiore ombreggiatura (cfr. il paragrafo relativo all'Indice di Funzionalità Fluviale), è risultato occupato da una comunità macrofittica più povera e con una copertura totale nettamente inferiore rispetto alle stazioni poste più a monte.

TABELLA 19. STAZIONI DI CAMPIONAMENTO DELLE MACROFITE

Corso d'acqua	Ogliolo	Ogliolo	Ogliolo
Stazione/località	Costa Volpino	Costa Volpino	Costa Volpino
Data	24/09/2018	24/09/2018	24/09/2018
Ora	12:30	11:30	10:30
Codice	STZ. 1	STZ. 2	STZ. 3
Regione	Lombardia	Lombardia	Lombardia
Provincia	Bergamo	Bergamo	Bergamo
Meteo	Sereno	Sereno	Sereno
% copertura totale a macrofite in acqua	85	80	10
% di copertura algale in acqua	5	5	<5
% di copertura a macrofite (escluse alghe) in acqua	95	95	100

TABELLA 20. ELENCO DEI TAXA RINVENUTI NELLE 3 STAZIONI DI CAMPIONAMENTO E RELATIVE COPERTURE E ABBONDANZE (COEFFICIENTE K = 1-5)

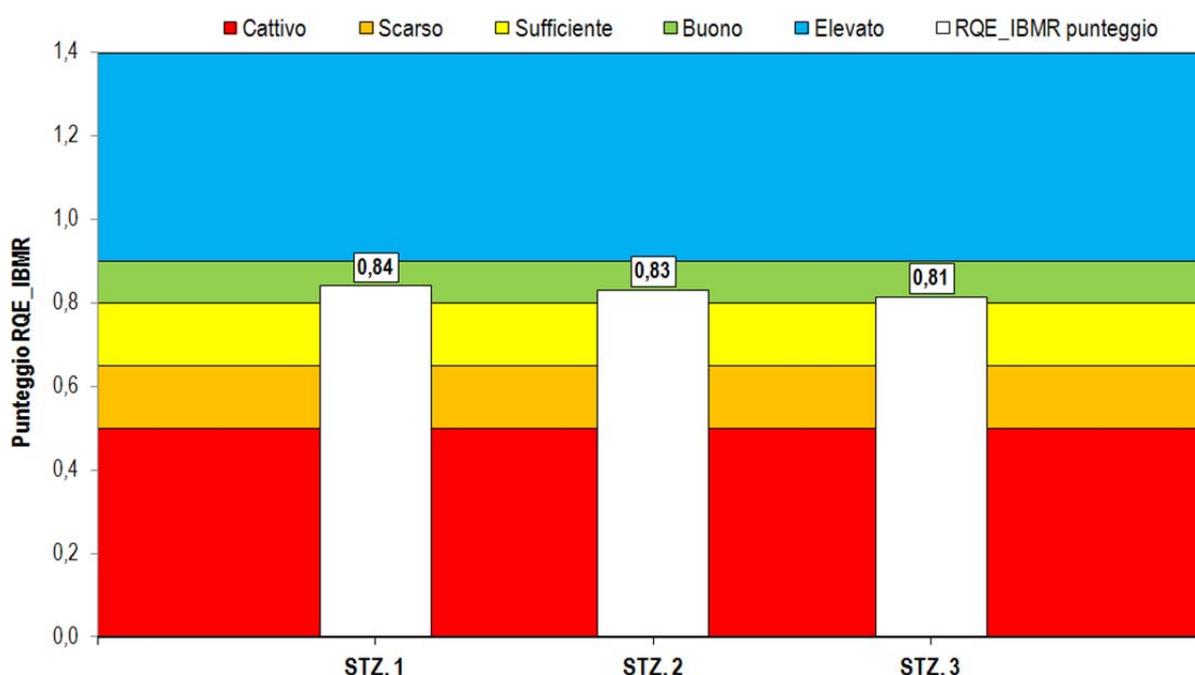
Taxa	Incluso nel calcolo	Csi	Ei	STZ. 1			STZ. 2			STZ. 3		
				Copertura (%)	Cop. reale (%)	Coeff. Ki	Copertura (%)	Cop. reale (%)	Coeff. Ki	Copertura (%)	Cop. reale (%)	Coeff. Ki
ALGHE												
<i>Cladophora sp.</i>	sì	6	1	0	0	0	0	0	0	+	<0,1	1
<i>Microspora sp.</i>	sì	12	2	5	4	3	5	4	3	0	0	0
BRIOFITE												
<i>Fontinalis antipyretica</i>	sì	10	1	0	0	0	0	0	0	+	<0,1	1
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	sì	12	1	0	0	0	0	0	0	5	0,5	2
FANEROGAME												
<i>Apium nodiflorum</i>	sì	10	1	25	21	4	25	20	4	0	0	0
<i>Nasturtium officinale</i>	sì	11	1	+	<0,1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus fluitans</i>	sì	10	2	0	0	0	5	4	3	95	9,5	3
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	sì	11	2	5	4	3	+	<0,1	1	+	<0,1	1
<i>Carex acutiformis</i>	no			5	4	3	5	4	3	0	0	0
<i>Elodea canadensis</i>	sì	10	2	20	17	4	20	16	4	0	0	0
<i>Groenlandia densa</i>	sì	11	2	20	17	4	20	16	4	0	0	0
<i>Holoschoenus australis</i>	no			0	0	0	+	<0,1	1	0	0	0
<i>Phragmites australis</i>	sì	9	2	10	9	3	10	8	3	0	0	0
<i>Sparganium erectum</i>	sì	10	1	10	9	3	10	8	3	0	0	0
Totale				100	28	4	100	29	4	100	8	3

La presenza, in ognuno dei siti indagati, di un cospicuo numero di *taxa* inclusi nell'indice IBMR ne ha permesso l'applicazione; i risultati sono riassunti di seguito (TABELLA 21 e FIGURA 17).

TABELLA 21. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'INDICE IBMR

Stazione		STZ. 1	STZ. 2	STZ. 3
Data		24/09/2018	24/09/2018	24/09/2018
Applicabilità		SI	SI	SI
Metrica	Valori di riferimento			
Area geografica	Centrale			
Macrotipo fluviale	Ca			
Punteggio IBMR	12,5	10,500	10,372	10,167
Punteggio RQE IBMR		0,840	0,830	0,813
Trofia		MEDIA	MEDIA	MEDIA
Stato ecologico		BUONO	BUONO	BUONO

FIGURA 17. RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'INDICE IBMR



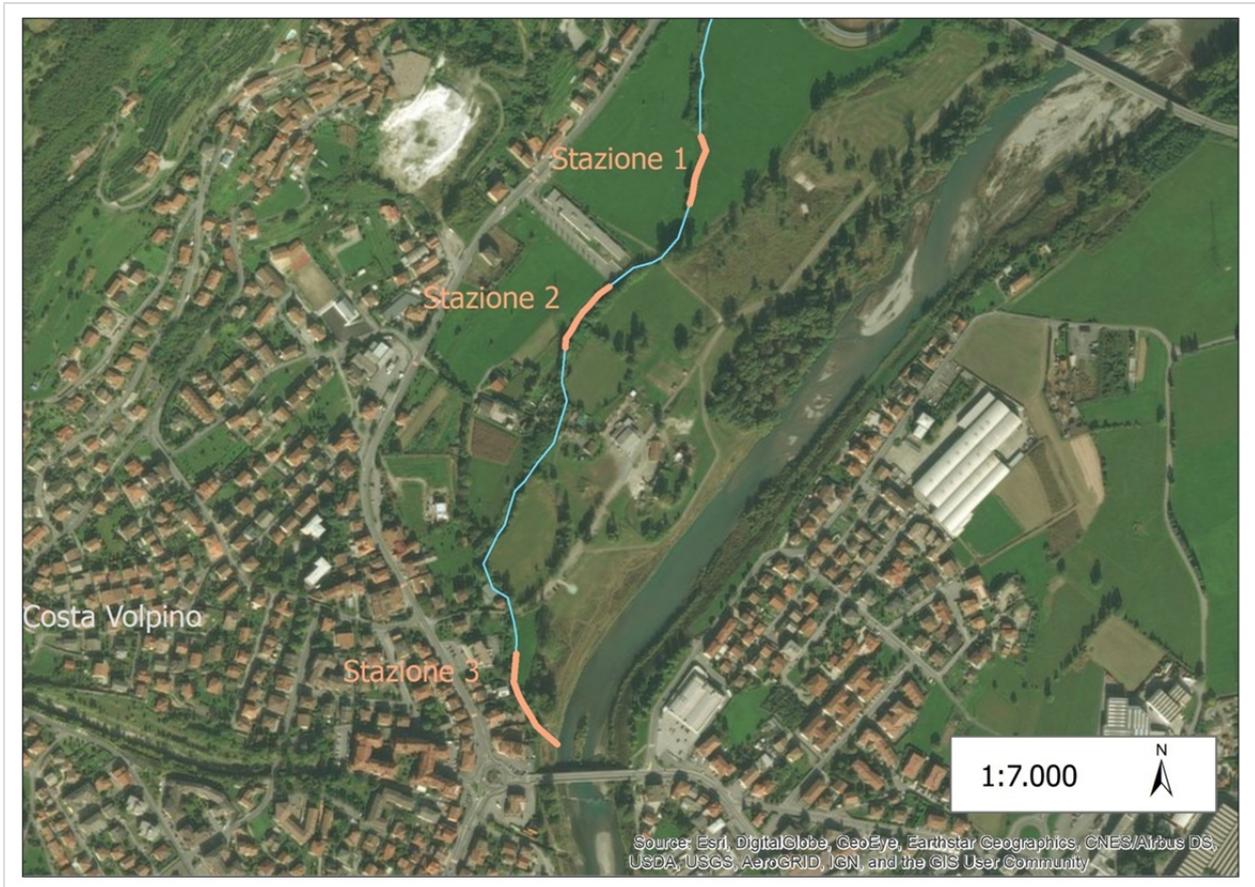
Malgrado la differente composizione tassonomica delle comunità individuate più a monte (STZ. 1 e 2) rispetto a quella posta in confluenza col Fiume Oglio (STZ. 3), dove il corso d'acqua assume un aspetto torrentizio, sono stati ottenuti punteggi del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE_IBMR) molto simili e lo stato ecologico è risultato "buono" in tutte le stazioni, grazie alla presenza di *taxa* sensibili alle alte concentrazioni di nutrienti (elevati valori del coefficiente di sensibilità Csi).

In conclusione le comunità macrofite censite ed i relativi valori dell'indice IBMR sono risultati simili nei campionamenti ante e post operam. Gli interventi effettuati non sembrano quindi aver alterato in maniera significativa la situazione pregressa.

Pesci

Il monitoraggio *post operam* della fauna ittica è stato fatto il 24 settembre 2018 con la tecnica della pesca elettrica in 3 stazioni dislocate come da figura seguente.

FIGURA 18. STAZIONI DI CAMPIONAMENTO DELLA FAUNA ITTICA



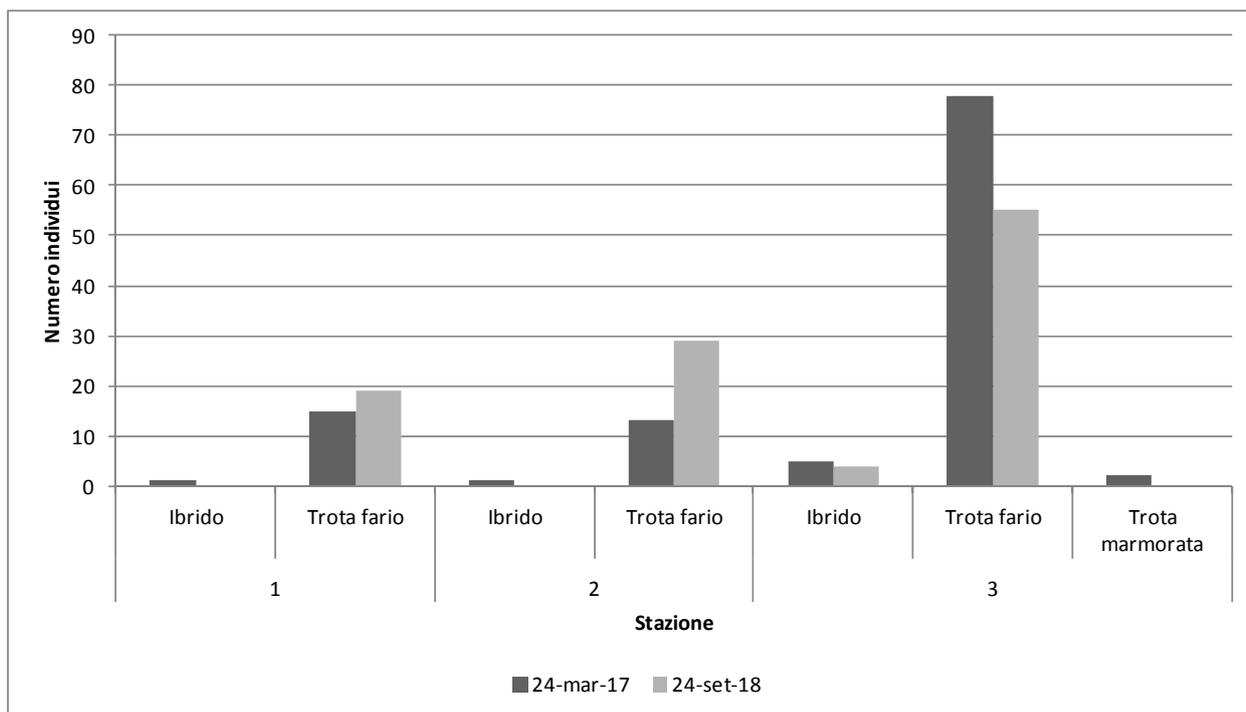
Il numero di soggetti raccolti è riportato nella tabella successiva.

TABELLA 22. COMPOSIZIONE DEI CAMPIONI ITTICI RACCOLTI IN CORRISPONDENZA DELLE 3 STAZIONI SUL T. OGLIOLO

	Stazione			Totale
	1	2	3	
Lunghezza tratto (m)	80	95	125	
Specie	N° soggetti	N° soggetti	N° soggetti	
Trota fario	19	29	55	103
Ibrido	-	-	4	4
Totale complessivo	19	29	59	107

Il popolamento ittico risulta composto esclusivamente da salmonidi. Nel monitoraggio *post operam* oltre il 96% dei pesci catturati sono riconducibili alla specie trota fario (*Salmo sp.*) e i rimanenti sono esemplari ibridi tra la trota fario e la trota marmorata (*Salmo marmoratus*).

FIGURA 19. POPOLAMENTO ITTICO RINVENUTO NELLE TRE STAZIONI NELLE DUE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO.



Complessivamente il popolamento ittico rinvenuto nel monitoraggio *post operam* non si osservano sensibili variazioni in termini di densità e composizione specifica rispetto a quanto osservato nella primavera del 2017. Il popolamento è composto esclusivamente da salmonidi. La fario è l'unica specie rinvenuta nelle stazioni 1 e 2 mentre nella stazione 3 sono stati catturati 4 esemplari ibridi tra la trota fario e la marmorata. Manca rispetto al popolamento ittico osservato nella precedente campagna la trota marmorata presente nel 2017 con 2 soggetti nella stazione 3.

La trota fario è presente nel corso d'acqua con una popolazione consistente e strutturata come confermato dal grafico seguente che riporta la distribuzione in classi di lunghezza degli individui osservati.

FIGURA 20. DISTRIBUZIONE IN CLASSI DI LUNGHEZZA DEL CAMPIONE DI TROTA FARIO RINVENUTO NELLE DUE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO.

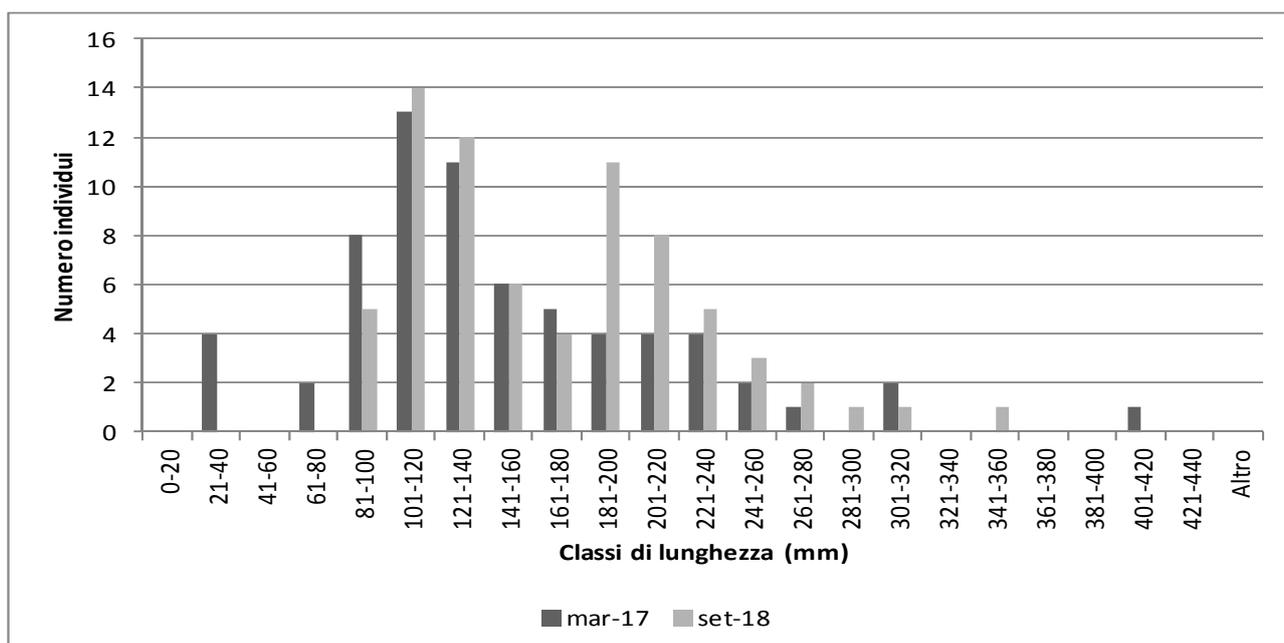


FIGURA 21. ESEMPLARI DI TROTA FARIO RINVENUTI NEL T. OGLIOLO DI S. CARLO.

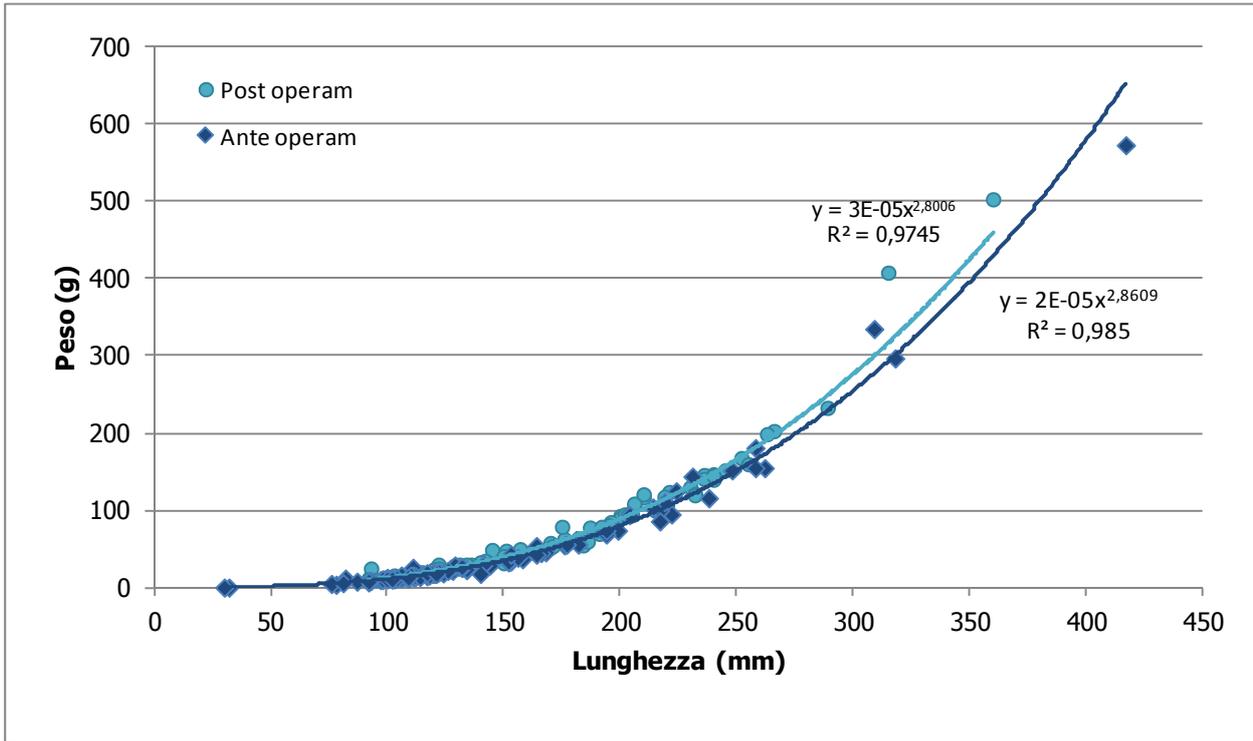


FIGURA 22. IBRIDO TROTA FARIO X TROTA MARMORATA



Di seguito la relazione Lunghezza-Peso calcolata con i dati biometrici raccolti per la trota fario.

FIGURA 23. RELAZIONE LUNGHEZZA-PESO DELLA POPOLAZIONE DI FARIO CATTURATA NEL T. OGLIOLO



CONCLUSIONI

Come si evince dai risultati precedentemente esposti, gli interventi di riqualificazione dell'ambiente fluviale effettuati hanno complessivamente migliorato la funzionalità del torrente. Gli interventi sono stati determinanti ai fini della funzionalità soprattutto nei tratti più a monte dove la "pulizia" in alveo, seppur moderata, ha consentito il ripristino di un ambiente idoneo alla fauna ittica. I punteggi IFF registrati nei tratti 1-2-3 corrispondono ad un giudizio di funzionalità che oscilla tra il "Buono" e il "Buono-mediocre". Nei 500 metri successivi si osserva un leggero peggioramento a tratti della fascia vegetata perifluviale che risulta parzialmente o totalmente compromessa. I giudizi di funzionalità fluviale registrati con l'indice si alternano tra il "mediocre" e il "buono-mediocre". Negli ultimi 250 metri prima della confluenza nel F. Oglio si osserva un peggioramento della funzionalità fluviale soprattutto in sponda destra a causa della vicinanza dell'abitato di Costa Volpino. I punteggi raggiunti con l'applicazione dell'indice in questo segmento fluviale si attestano su valori medio-bassi corrispondenti a giudizi di funzionalità che non vanno oltre al "mediocre". Nell'ultimo tratto di fiume, in sponda di destra, l'IFF registra il punteggio più basso di tutta l'asta indagata corrispondente ad un giudizio di funzionalità "Mediocre-scadente".

Va inoltre evidenziato che, le piantumazioni effettuate lungo le sponde, risulteranno, una volta ben consolidate, determinanti ai fini della funzionalità soprattutto in quei tratti che, allo stato attuale, sono carenti di una fascia riparia vegetata funzionale.

L'applicazione dello STAR_ICMi restituisce un giudizio "sufficiente" per le due stazioni di monte confermando quanto osservato in fase di *ante-operam*. Si registra invece un lieve peggioramento nella stazione di valle che passa da un giudizio "sufficiente" ad uno "scarso". Questo abbassamento è in realtà quasi impercettibile se si esaminano più approfonditamente i punteggi. In effetti si passa dallo 0.484 raggiunto nel marzo 2017 allo 0.444 ottenuto a settembre 2018, una differenza minimale che, più che a un reale peggioramento, potrebbe rientrare in un range tollerabile di "errore" in fase di campionamento. Bastano infatti pochissimi individui di un qualsiasi *taxon* per passare ad un giudizio "superiore".

Anche dallo studio delle comunità macrofite non emergono alterazioni significative rispetto a quanto osservato prima degli interventi; dall'applicazione dell'indice IBMR, infatti, lo stato ecologico risulta "buono" in tutte le stazioni, grazie alla presenza di *taxa* sensibili alle alte concentrazioni di nutrienti.

Molto importante è l'intervento effettuato in confluenza con l'Oglio riguardante la realizzazione di un collegamento tra i due corsi d'acqua percorribile alla fauna ittica. Affluenti e ambienti laterali rappresentano da sempre aree molto importanti per la fauna ittica colonizzate, in modo stabile e/o raggiunte in particolari periodi come quello riproduttivo, da diverse specie.

Al momento non si sono osservati cambiamenti significativi nella comunità ittica presente nel corso d'acqua. Essa infatti è rappresentata esclusivamente da salmonidi ed in particolare dalla trota fario. Il corso d'acqua mostra complessivamente delle buone potenzialità per ospitare una comunità ittica maggiormente diversificata rispetto a quanto emerso dal campionamento. La sistemazione in confluenza del collegamento con l'Oglio potrebbe in futuro favorire la colonizzazione del torrente con nuove specie.

ALLEGATI

I – Tabelle IFF dei tratti 1-8 del Torrente Ogliolo di San Carlo

TRATTO 1

Indice IFF	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	20	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	25	25
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	5	5
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	15	15
5-Condizioni idriche dell'alveo	20	
6-Efficienza di esondazione	25	
7-Strutture ritenzione apporti trofici	15	
8-Erosione delle rive	20	20
9-Sezione trasversale	25	
10-Idoneità ittica	5	
11-Idromorfologia	5	
12-Componente vegetale in alveo bagnato	5	
13-Detrito	10	
14-Comunità macrobentonica	5	
Punteggio totale	200	200
Classe	II-III	II-III
Giudizio	Buono-mediocre	Buono-mediocre

TRATTO 2

Indice IFF	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	20	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	25	25
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	5	5
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	15	5
5-Condizioni idriche dell'alveo	20	
6-Efficienza di esondazione	25	
7-Strutture ritenzione apporti trofici	15	
8-Erosione delle rive	20	20
9-Sezione trasversale	20	
10-Idoneità ittica	5	
11-Idromorfologia	5	
12-Componente vegetale in alveo bagnato	5	
13-Detrito	10	
14-Comunità macrobentonica	5	
Punteggio totale	195	185
Classe	II-III	II-III
Giudizio	Buono-mediocre	Buono-mediocre

TRATTO 3

Indice IFF	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	20	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	25	1
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	5	1
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	10	1
5-Condizioni idriche dell'alveo	20	
6-Efficienza di esondazione	25	
7-Strutture ritenzione apporti trofici	25	
8-Erosione delle rive	20	20
9-Sezione trasversale	20	
10-Idoneità ittica	5	
11-Idromorfologia	5	
12-Componente vegetale in alveo bagnato	5	
13-Detrito	10	
14-Comunità macrobentonica	5	
Punteggio totale	200	163
Classe	II-III	III
Giudizio	Buono-mediocre	Mediocre

TRATTO 4

Indice IFF	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	5	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	1	10
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	1	5
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	1	15
5-Condizioni idriche dell'alveo	20	
6-Efficienza di esondazione	25	
7-Strutture ritenzione apporti trofici	15	
8-Erosione delle rive	20	20
9-Sezione trasversale	20	
10-Idoneità ittica	20	
11-Idromorfologia	5	
12-Componente vegetale in alveo bagnato	5	
13-Detrito	10	
14-Comunità macrobentonica	5	
Punteggio totale	153	195
Classe	III	II-III
Giudizio	Mediocre	Buono-mediocre

TRATTO 5

Indice IFF	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	20	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	25	1
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	5	1
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	5	1
5-Condizioni idriche dell'alveo	20	
6-Efficienza di esondazione	25	
7-Strutture ritenzione apporti trofici	25	
8-Erosione delle rive	20	20
9-Sezione trasversale	20	

10-Idoneità ittica	5	
11-Idromorfologia	5	
12-Componente vegetale in alveo bagnato	5	
13-Detrito	10	
14-Comunità macrobentonica	5	
Punteggio totale	195	163
Classe	II-III	III
Giudizio	Buono-mediocre	Mediocre

TRATTO 6

Indice IFF	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	5	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	25	25
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	5	5
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	10	10
5-Condizioni idriche dell'alveo	20	
6-Efficienza di esondazione	15	
7-Strutture ritenzione apporti trofici	5	
8-Erosione delle rive	15	15
9-Sezione trasversale	20	
10-Idoneità ittica	20	
11-Idromorfologia	5	
12-Componente vegetale in alveo bagnato	10	
13-Detrito	10	
14-Comunità macrobentonica	10	
Punteggio totale	175	190
Classe	III	II-III
Giudizio	Mediocre	Buono-mediocre

TRATTO 7

Indice IFF	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	1	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	1	1
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	1	1
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	1	1
5-Condizioni idriche dell'alveo	20	
6-Efficienza di esondazione	15	
7-Strutture ritenzione apporti trofici	25	
8-Erosione delle rive	20	20
9-Sezione trasversale	20	
10-Idoneità ittica	20	
11-Idromorfologia	5	
12-Componente vegetale in alveo bagnato	1	
13-Detrito	10	
14-Comunità macrobentonica	10	
Punteggio totale	150	169
Classe	III	III
Giudizio	Mediocre	Mediocre

TRATTO 8

Indice IFF	Sponda destra	Sponda sinistra
1-Stato del territorio circostante	1	20
2-Vegetazione zona perifluviale primaria	1	1
2 bis-Vegetazione zona perifluviale secondaria		
3-Ampiezza zona perifluviale primaria	1	1
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	1	1
5-Condizioni idriche dell'alveo	20	
6-Efficienza di esondazione	5	
7-Strutture ritenzione apporti trofici	5	
8-Erosione delle rive	1	15
9-Sezione trasversale	5	
10-Idoneità ittica	20	
11-Idromorfologia	15	
12-Componente vegetale in alveo bagnato	10	
13-Detrito	15	
14-Comunità macrobentonica	10	
Punteggio totale	110	143
Classe	III-IV	III
Giudizio	Mediocre-Scadente	Mediocre