

REGIONE PIEMONTE

Provincia di Cuneo

COMUNE DI BARBARESCO

**RICOSTRUZIONE DI SBARRAMENTO FLUVIALE
ESISTENTE AD USO IRRIGUO CON INNALZAMENTO
ABBATTIBILE AD USO IDROELETTRICO E
CENTRALE IN CORPO TRAVERSA**

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato n.

SA-4

"Relazione idrobiologica"

Marzo 2015

IL COMMITTENTE:

Tanaro Power S.p.A.

Via Vivaro 2
12051 - Alba (CN)

I TECNICI INCARICATI:

G.R.A.I.A. s.r.l.

GESTIONE E RICERCA AMBIENTALE ITTICA ACQUE
Via Repubblica, 1 - 21020 Varese (VA)
P.I. 10454870154

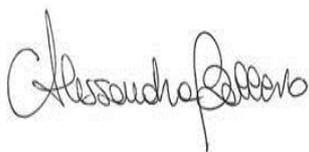
Indagini chimico-fisiche, ittiche e macrobentoniche sul Fiume Tanaro

Marzo 2015

AUTORI

DR. GAETANO GENTILI

G. R. A. I. A. s.r.l.
Via Repubblica, 1
21020 VARANO BORGHI (VA)
Partita I.V.A. N° 10454870154



DR.SSA ALESSANDRA BALLERIO

DR. ENRICO GALLINA



G · R · A · I · A



GESTIONE E RICERCA AMBIENTALE
ITTICA ACQUE

INDICE

1	PREMESSA	2
2	TRATTI DI INDAGINE	3
3	RISULTATI	6
3.1	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE INDAGATO	6
3.2	QUALITÀ CHIMICO-FISICA DELLE ACQUE	11
3.3	COMUNITÀ MACROBENTONICA	13
3.4	FAUNA ITTICA	17
4	PASSAGGIO ARTIFICIALE PER PESCI	27
5	CONCLUSIONI	29
6	METODICHE	30
6.1	PARAMETRI CHIMICO-FISICI DELLE ACQUE.....	30
6.2	PARAMETRI BIOLOGICI.....	32

1 PREMESSA

Nell'ambito di un progetto idroelettrico sul F. Tanaro In Comune di Barbaresco, in corrispondenza di uno sbarramento fluviale esistente e attualmente in stato di dissesto, la Società GRAIA Srl è stata incaricata di effettuare delle indagini di tipo chimico-fisico e biologico sul Fiume stesso nel tratto interessato dall'impianto e in due tratti fluviali a risalire, in relazione all'influenza del progetto in esame sul tratto di fiume a monte dello sbarramento.

L'attività ha previsto la caratterizzazione ecologica, secondo quanto indicato dal DM 260/2010, di due tratti fluviali, uno a monte e uno a valle della briglia esistente nell'area indicata.

Le indagini hanno previsto:

- Analisi della qualità chimico-fisica delle acque;
- Campionamento di macroinvertebrati e applicazione dell'Indice STAR_ICMi;
- Campionamento di fauna ittica e applicazione dell'Indice ISECI e dell'Indice Ittico.

Nel presente documento vengono esposti i risultati ottenuti da tali indagini.

2 TRATTI DI INDAGINE

Il progetto in esame si inserisce nell'ambito della ricostruzione di uno sbarramento fluviale esistente ad uso irriguo che, attualmente, si presenta in avanzato stato di dissesto a causa del crollo verificatisi nel novembre del 2010. La traversa in oggetto è ubicata sul Fiume Tanaro in comune di Barbaresco, circa 650 m a monte del ponte della SP3 "Castagnito – Neive".

La ricostruzione dello sbarramento si rende necessaria in quanto, a seguito del crollo della traversa, è stata interrotta la derivazione ad uso irriguo del Canale San Marzano di cui è titolare il Consorzio irriguo Capitto; occorre quindi ripristinare le opere di derivazione per garantire la funzionalità della presa attualmente non fruibile.

Oltre che per scopi irrigui, la derivazione è idonea ad essere sfruttata anche per fini idroelettrici, in modo da garantire un uso plurimo della risorsa idrica; a tal proposito si prevede l'installazione di un innalzamento abbattibile al di sopra della traversa fissa e la realizzazione di una centrale idroelettrica in corpo traversa.

Contestualmente alla realizzazione del progetto verrà realizzato un passaggio per pesci volto a ripristinare la connessione ecologica che verrebbe interrotta dalla realizzazione dello sbarramento.

La quasi totalità delle opere in progetto è ubicata in comune di Barbaresco, con la sola eccezione dell'edificio costituente la cabina di consegna e di parte del tracciato dell'elettrodotto interrato che sono localizzati in comune di Castagnito.

Nella mappa riportata qui di seguito è rappresentato il corso del Fiume Tanaro nell'area interessata dalle indagini su base cartografica Google Earth®.

Figura 1: Tratto interessato dalle attività e punti di monitoraggio



Nell'immagine seguente sono individuati nel dettaglio i punti di campionamento a monte ed a valle dello sbarramento di prevista ricostruzione.

Figura 2: Localizzazione dei punti di campionamento da valle verso monte, su dettaglio della base cartografica sopra riportata





Tratto intermedio



Tratto superiore

3 RISULTATI

Nel presente capitolo sono riportati i risultati delle indagini svolte in data 2 marzo 2015.

3.1 DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE INDAGATO

L'indagine sul F. Tanaro ha interessato due tratti a monte dello sbarramento oggetto di intervento ed uno a valle dello stesso.

Al momento dell'indagine il fiume si presentava in condizioni di morbida. La condizione idrica, unita alla dimensione del fiume nel tratto in esame, ha reso difficoltose le operazioni di campionamento, soprattutto per quanto riguarda la rappresentatività del campionamento ittico, che è stato effettuato esclusivamente in prossimità delle rive, nei pressi dei principali rifugi.

Segue una descrizione dei diversi tratti, con opportuna documentazione fotografica.

3.1.1 TRATTO A VALLE DELLO SBARRAMENTO: TRATTO 1

La morfologia fluviale è dominata da una formazione a *run*, intervallata da ampi *riffle*. Il tratto è ramificato in due rami per una lunghezza di alcune centinaia di metri. Il crollo dello sbarramento ha lasciato in alveo le macerie, che formano un ostacolo al normale deflusso delle acque, e hanno determinato la diversificazione del tratto in due rami.

In questa posizione sono presenti rifugi principalmente costituiti da massi e macerie della traversa. Il substrato è grossolano, principalmente ghiaioso e ciottoloso, con presenza di spiagge di sabbia e limo nelle zone di sedimentazione.

Il trasporto solido di sedimento fine è particolarmente accentuato in questo fiume. Le acque si presentano molto torbide e la sedimentazione di sedimento fine è notevole.

In questo tratto l'alveo è inciso tra alte massicciate verticali in massi ciclopici non cementati, che proteggono entrambe le sponde. Queste artificializzazioni restringono l'alveo di piena, che in questo tratto corrisponde all'alveo di morbida.

Figura 3: tratto a valle dello sbarramento crollato. Sono presenti due rami separati da una barra ghiaiosa.



Figura 4: ramo secondario in sponda sinistra in cui è stato effettuato il campionamento ittico. Si nota la massicciata spondale



Figura 5: ramo principale, costituito da un ampio run con fondale prevalentemente ghiaioso. Si nota la massicciata anche in sponda destra idrografica



3.1.2 TRATTO INTERMEDIO: TRATTO 2

Il tratto intermedio è caratterizzato dalla presenza di ampi run, intervallati da riffle in corrispondenza delle principali barre ghiaiose.

Il substrato di fondo è dominato dalla presenza di argille, tipiche del territorio dell'alto Monferrato. Questo sedimento presenta una granulometria molto fine, che rende le particelle che lo compongono adesive, compattando il sedimento che arriva talvolta a formare una superficie solida. L'alveo in questo risulta inciso, le sponde sono naturali e coperte da vegetazione arborea.

Sono presenti consistenti accumuli di legno morto in alveo, proveniente dall'erosione delle sponde. In questo tratto l'alveo di piena risulta molto più ampio, in quanto le arginature sono distanti dall'alveo bagnato.

Figura 6: tratto 2, costituito da un ampio run con fondale prevalentemente argilloso. Si notano le sponde boscate e moderatamente incise



Figura 7: tratto 2, particolare della sponda, con accumuli di legno morto



3.1.3 TRATTO SUPERIORE, A VALLE DELL'ABITATO DI ALBA: TRATTO 3

Il tratto superiore, sito circa 500 m a valle dell'abitato di Alba, è caratterizzato dalla presenza di ampi run, intervallati da riffle in corrispondenza delle principali barre ghiaiose.

In questo tratto è presente una curva del fiume, che provoca un restringimento. La velocità di corrente aumenta considerevolmente per un breve tratto. Il fondale è costituito principalmente da argilla, mista a massi e ghiaie nei tratti più rapidi.

L'alveo in questo tratto risulta inciso profondamente in sponda destra idrografica, dove è presente un'alta scarpata. La sponda sinistra è invece più aggradata e l'argine risulta distante alcune decine di metri dall'alveo di morbida. Le sponde sono naturali e coperte da vegetazione arborea nei tratti colonizzabili.

Figura 8: tratto 3, particolare della sponda, in cui è evidente la presenza di argille e la veloce corrente determinata da un restringimento dell'alveo



Figura 9: tratto 3, ampio run. Si nota la sponda destra idrografica caratterizzata da una scarpata al margine delle formazioni collinari.



3.2 QUALITÀ CHIMICO-FISICA DELLE ACQUE

Nella tabella seguente si riportano i valori dei parametri chimico-fisici registrati direttamente in campo tramite l'utilizzo di una sonda multiparametrica e i risultati delle analisi chimiche effettuate in laboratorio.

Tabella 1: analisi dei parametri chimici e fisici delle acque del F. Tanaro.

Stazione	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3
Data	2/3/2015	2/3/2015	2/3/2015
Condizioni meteo	Variabile	Variabile	Variabile
Temp. Aria (°C)	8	9	15
Temp. H ₂ O (°C)	7.14	7.31	8.15
pH (unità)	8.41	8.45	8.56
Conducib. spc (µS/cm)	453	439	425
Ossigeno (mg/l)	13	13.71	12.78
Sat. O ₂ (%)	109	111.3	105.2
Deficit O ₂	9	11.3	5.2
Nitrato (mg/l NO ₃ ⁻ -N)	2.33	2.30	2.28
Ammonio (mg/l NH ₄ ⁺ -N)	0.031	0.063	0.07
Fosforo totale (mg/l PO ₄ ³⁻ -P)	0.036	0.067	0.093

In base al DM 260/2010 i nutrienti e l'ossigeno disciolto sono integrati nel LIMeco (Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico) per attribuire la classe di qualità al tratto indagato. Dalle analisi si evidenzia un peggioramento dello stato di qualità risalendo il corso del fiume. La situazione può essere messa in relazione alla presenza di scarichi in corrispondenza della

Città di Alba. Procedendo verso valle gli scarichi vengono progressivamente diluiti dagli apporti del bacino residuo recapitante nel tratto.

Complessivamente lo stato di qualità risulta "elevato" nel primo tratto e "buono" negli altri a causa di un peggioramento nello stato di qualità di Fosforo totale e Azoto ammoniacale. Questi parametri sono direttamente collegati alla presenza di scarichi di tipo civile lungo il corso d'acqua.

Tabella 2: applicazione dell'indice L.I.M.eco al F. Tanaro

Stazione	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3
Deficit saturazione ossigeno (%)	1	1	1
Azoto nitrico (mg/l)	0,25	0,25	0,25
Azoto ammoniacale (mg/l)	0,5	0,25	0,25
Fosforo totale (mg/l)	1	0,5	0,5
Punteggio L.I.M.eco	0,69	0,5	0,5
Giudizio L.I.M.eco	elevato	buono	buono

Figura 10: campionamento di acqua per analisi chimiche nel F. Tanaro.



3.3 COMUNITÀ MACROBENTONICA

I campionamenti di fauna macrobentonica sono stati effettuati nei tre tratti indagati. Vista l'ampiezza dell'alveo, la profondità e la forte velocità della corrente i campionamenti sono avvenuti in prossimità delle sponde, entro una profondità di 50 cm.

Figura 11: campionamento con retino immanicato



Nella tabella seguente si riporta la tipizzazione fluviale del F. Tanaro, utilizzata per la definizione dello stato ecologico del corpo idrico. In accordo con ARPA Piemonte, dipartimento di Asti, ed in accordo con le analisi già effettuate per il tratto da ARPA Piemonte, sono stati usati i valori di riferimento per le metriche componenti e per lo STAR_ICMi di cui alla Tabella 5 (pag. 154) del D.M 260/2010 di cui al Macrotipo "C", relativi a i riferimenti generici, in attesa di eventuali aggiornamenti al Decreto.

Tabella 3: tipizzazione fluviale del F. Tanaro

Idroecoregione	Codice HER	Codice Macrotipo fluviale	ORD MacrOper
EU71 Monferrato	05	05SS4N	Fiume grande

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati dei campionamenti di benthos, a partire dai microhabitat campionati: i risultati sono espressi come densità (numero individui/m²) e abbondanza (%), per valutare la qualità del corso d'acqua è stato applicato l'Indice STAR_ICMi, in base al DM 260/2010.

Tabella 4: tipologie di meso e microhabitat selezionate per le indagini sui macroinvertebrati nel F. Tanaro

Stazione	Tratto1	Tratto2	Tratto3
Unità morfologica campionata	rifle	run	run
Microhabitat individuati	Numero di repliche effettuate	Numero di repliche effettuate	Numero di repliche effettuate
MAC - Macrolithal massi compresi tra 20 e 40 cm	3	-	-
MES - Mesolithal ciottoli compresi tra 6 e 20 cm	4	4	4
MIC - Microlithal ghiaia compresa tra 2 e 6 cm	3	-	4
ARG - Limo/Argilla <6 µm (substrati argillosi compatti)	-	5	2
XY - materiale legnoso grossolano (rami, radici)	-	1	-

Tabella 5: risultati del campionamento quantitativo di macroinvertebrati nel F. Tanaro

Stazione			Tratto1	Tratto2	Tratto3	Tratto1	Tratto2	Tratto3
Data			02/03/2015	02/03/2015	02/03/2015	02/03/2015	02/03/2015	02/03/2015
GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	Densità (n/m2)	Densità (n/m2)	Densità (n/m2)	Abbondanza (%)	Abbondanza (%)	Abbondanza (%)
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	4	0	2	0,4	0,00	0,32
Plecoptera	Taeniopterygidae	<i>Brachyptera</i>	4	2	14	0,43	0,40	2,27
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i>	136	180	410	14,6	35,71	66,56
Ephemeroptera	Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i>	0	4	0	0,00	0,79	0,00
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	2	22	18	0,2	4,37	2,92
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Habroleptoides</i>	0	2	0	0,00	0,40	0,00
Trichoptera	Hydropsychidae	-	32	26	12	3,4	5,16	1,95
Trichoptera	Rhyacophilidae	-	22	0	0	2,4	0,00	0,00
Coleoptera	Elmidae	-	0	6	2	0,0	1,19	0,32
Coleoptera	Gyrinidae	-	2	0	0	0,21	0,00	0,00
Diptera	Chironomidae	-	180	214	138	19,3	42,46	22,40
Diptera	Limoniidae	-	2	0	0	0,2	0,00	0,00
Diptera	Simuliidae	-	540	18	12	57,82	3,57	1,95
Diptera	Stratiomyidae	-	0	2	0	0,00	0,40	0,00
Odonata	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i>	2	0	0	0,21	0,00	0,00
Odonata	Coenagrionidae	<i>Coenagrion</i>	0	2	0	0,00	0,40	0,00
Crustacea	Gammaridae	-	0	4	8	0,0	0,79	1,30
Oligochaeta	Enchytraeidae	-	4	6	0	0,43	1,19	0,00
Oligochaeta	Naididae	-	0	14	0	0,00	2,78	0,00
Nematoda	Mermithidae	-	4	2	0	0,4	0,40	0,00
TOTALE			934	504	616	100	100	100

Figura 12: composizione della comunità macrobentonica

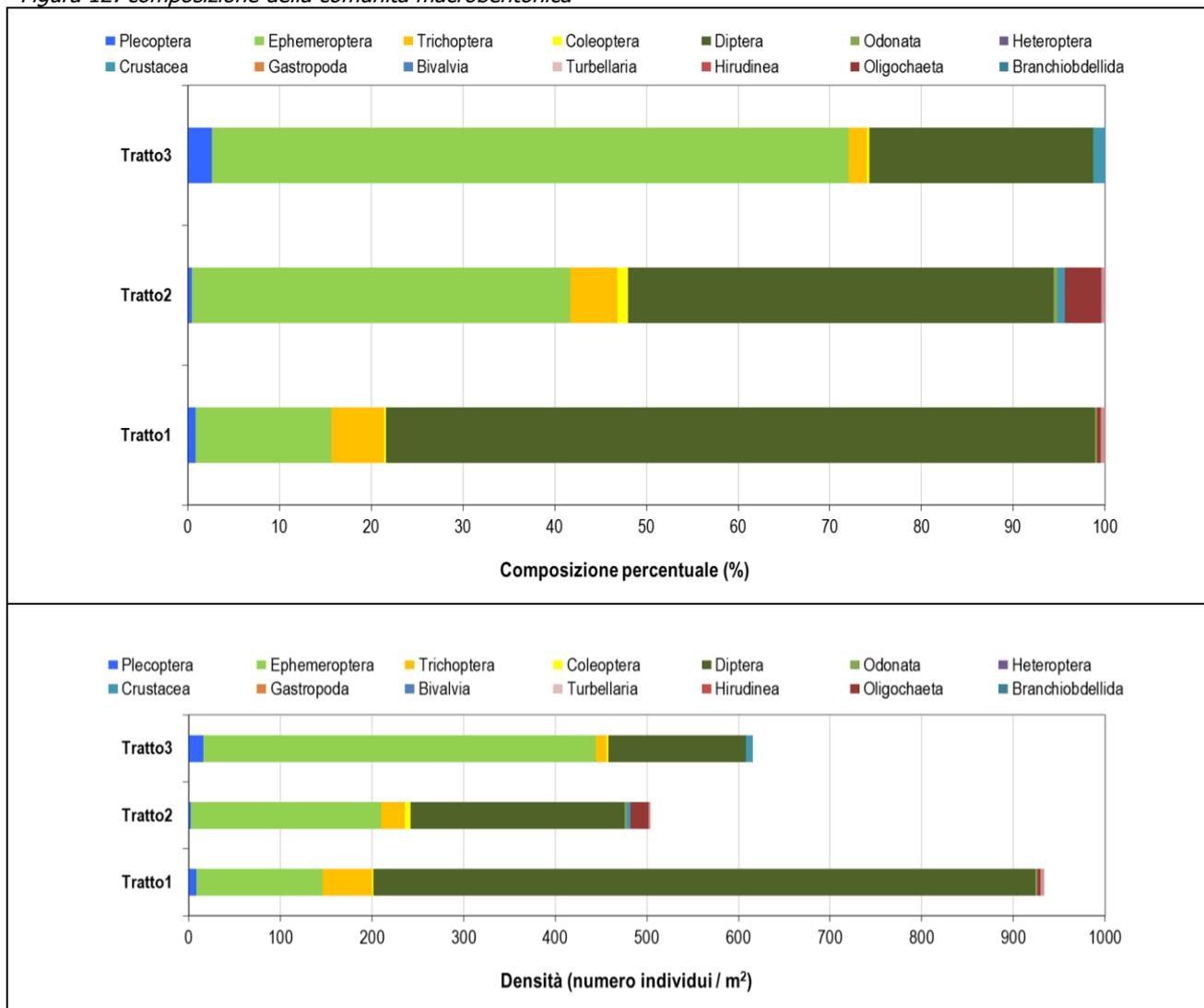
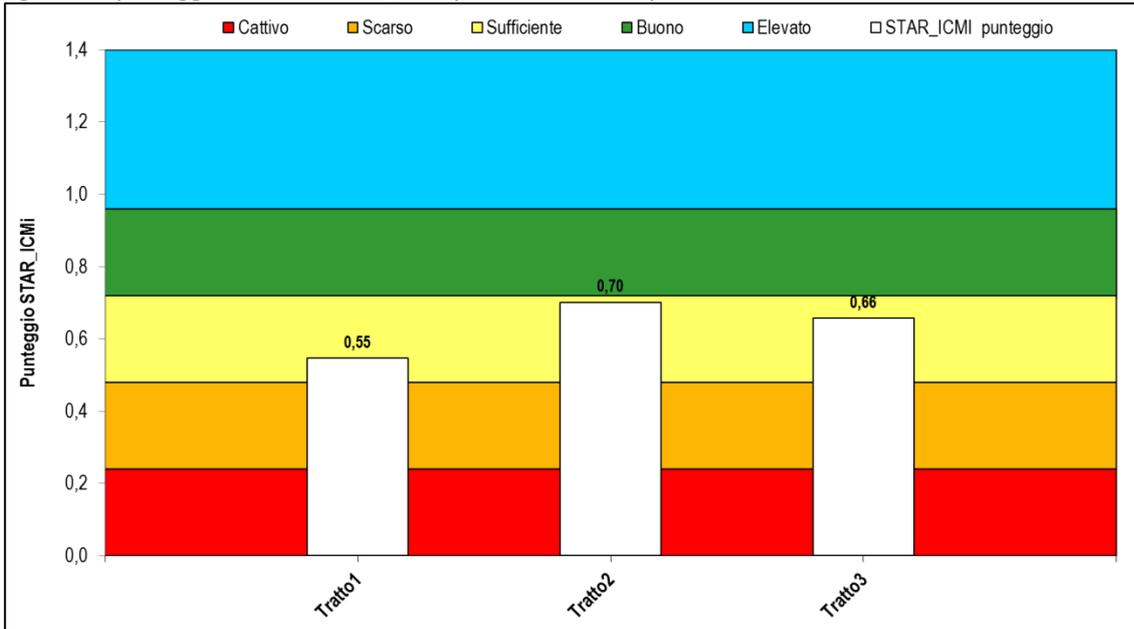


Tabella 6: valori delle metriche e giudizio complessivo dell'Indice STAR_ICMi nel F. Tanaro

Corso d'acqua	F. Tanaro	F. Tanaro	F. Tanaro
Stazione	Tratto1	Tratto2	Tratto3
Data	02-mar-15	02-mar-15	02-mar-15
Indice ASPT	6,000	6,167	6,333
Indice EPTD	0,477	1,431	1,279
Indice GOLD	0,223	0,496	0,756
N° famiglie	13	15	9
Indice EPT	6	6	5
Indice di Shannon	1,265	1,532	1,042
STAR_ICMI punteggio	0,546	0,702	0,657
STAR_ICMI giudizio	sufficiente	sufficiente	sufficiente

Figura 13: punteggi dell'indice STAR_ICMi per i tre tratti campionati



Nel tratto a valle dello sbarramento sono stati catturati 13 *taxa*, con una densità complessiva di 934 individui/m², la comunità è dominata dai Ditteri Simuliidae che rappresentano il 58% del totale, seguiti dai Ditteri della famiglia Chironomidae (19%) e dagli Efemerotteri del genere *Baetis* (15%). Nel tratto intermedio sono stati catturati 15 *taxa*, con una densità complessiva di 504 individui/m², la comunità vede la prevalenza dei Ditteri della famiglia Chironomidae (43%) e degli Efemerotteri del genere *Baetis* (36%). Nel tratto di monte stati catturati 9 *taxa*, con una densità complessiva di 616 individui/m², la comunità vede la dominanza degli Efemerotteri del genere *Baetis* (67%) seguiti dai Ditteri della famiglia Chironomidae (22%).

Nei tratti indagati la comunità macrobentonica si presenta poco diversificata con un numero ristretto di *taxa*.

L'applicazione dell'Indice di Intercalibrazione (STAR_ICMi) attribuisce a tutti i tratti un giudizio di qualità sufficiente, con un punteggio compreso tra il valore minimo di 0.546 e il valore massimo di 0.702, attribuiti, rispettivamente, al tratto di valle e al tratto intermedio.

Sono presenti piccole variazioni di punteggio principalmente dovute alle differenze di habitat nei diversi tratti fluviali.

3.4 FAUNA ITTICA

I campionamenti effettuati mediante elettropesca sono stati effettuati in data 2 marzo 2015 nei tre tratti indagati.

In corrispondenza del Tratto 1 il campionamento ittico è avvenuto principalmente in corrispondenza del ramo con minori portate. La buona percorribilità del tratto ha permesso un campionamento ittico esteso a circa 200 m di fiume, dove i migliori risultati di campionamento sono avvenuti in prossimità della massicciata a protezione della sponda sinistra idrografica.

In corrispondenza dei tratti 2 e 3 la scarsa percorribilità in alveo del corso d'acqua, dovuta alla profondità ed alla velocità di corrente, hanno permesso il campionamento in sicurezza soltanto in corrispondenza dei principali rifugi individuati lungo le sponde. Di conseguenza il campionamento maggiormente rappresentativo è stato effettuato nel Tratto 1, mentre i successivi campionamenti hanno permesso di individuare un popolamento ittico del tutto simile a quello del primo tratto indagato. L'assenza di alcune specie nei campioni dei tratti 2 e 3 sono principalmente dovuti alla difficoltà di campionamento e non ad una reale assenza delle stesse.

In considerazione del fatto che il percorso del F. Tanaro tra i tre tratti è in continuità e non presenta interruzioni invalicabili, si è scelto di utilizzare i dati dei 3 campionamenti per descrivere la comunità ittica del tratto.

Verranno di seguito inseriti i dati dei singoli campionamenti, volti ad evidenziare le differenze in termini di risultato dovute alle difficoltà di campionamento nei tratti 2 e 3.

Sono stati inoltre utilizzati i dati di: "Regione Piemonte, 2009. Ittofauna del Piemonte (anno di monitoraggio 2009) - Testo di illustrazione dei parametri fisiogeografici relativi agli ambienti fluviali ed allo stato delle popolazioni ittiche - tabella riassuntiva dati.xls. Technical Report, published on internet."

Figura 14: attività di campionamento ittico lungo la sponda sinistra idrografica ed i principali rifugi nel Tratto 2



Figura 15: Tratto 1. area campionata, fino alla traversa sullo sfondo



Figura 16: tratto di campionamento ittico lungo la sponda sinistra nel Tratto 3



In particolare vengono di seguito citati i dati relativi ad una stazione campionata in Comune di Alba e quindi prossima al tratto campionato.

Corso d'acqua	Comune	Alborella	Barbo	Cavedano	Gobione	Scardola	Vairone	Cobite	Ghiozzo padano	Carpa	Pseudorasbora
Tanaro	Alba	3b	2b	4	2b	1	2b	1	2b	1	4

In comune di Asti, oltre a queste specie era stato rinvenuto il barbo europeo (*B. barbatus*) oltre alla lasca (*Chondrostoma genei*) ed alla pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*).

Si riportano per completezza i dati relativi ai tre campionamenti effettuati, da cui sono stati calcolati i valori dell'indice ISECI e dell'Indice Ittico.

Tratto 1	Specie ittica	Indice moyle (1-5)	consistenza (1-4)	struttura (A-B-C)
	alborella	5	3	a
	cavedano	5	4	a
	barbo europeo	2	2	b
	lasca	3	3	c
	ghiozzo padano	4	3	a
	cobite	2	2	a
	pseudorasbora	1	1	b

Tratto 2	Specie ittica	Indice moyle (1-5)	consistenza (1-4)	struttura (A-B-C)
	alborella	3	3	a
	cavedano	3	3	b
	vairone	1	1	b
	pseudorasbora	1	1	b

Tratto 3	Specie ittica	Indice moyle (1-5)	consistenza (1-4)	struttura (A-B-C)
	cavedano	2	2	b
	ghiozzo padano	2	2	a
	vairone	1	1	b

I censimenti hanno portato alla cattura di 8 specie ittiche, di cui 7 Ciprinidi ed un Gobide. Si segnalano 2 specie alloctone: il barbo europeo e la pseudorasbora.

Si ritiene che con la realizzazione del passaggio per pesci manterrà la situazione odierna, con piena comunicazione tra il tratto a monte e d a valle dello sbarramento in progetto.

Di seguito si riportano una documentazione fotografica di alcuni esemplari della fauna ittica catturata e i risultati dell'applicazione degli indici ISECI ed Indice Ittico.

Figura 17: giovani esemplari di barbo. Si tratta presumibilmente di B. barbus, specie alloctona di origine europea che può formare ibridi con B. plebejus



Figura 18: esemplare di alborella. Specie comune nel tratto indagato



Figura 19: giovane esemplare di vairone. Specie con presenza scarsa nel tratto indagato



Figura 20: esemplare di pseudorasbora. Specie alloctona censita nel tratto.



Figura 21: esemplare di cobite comune. Specie di elevata valenza ambientale censita nel tratto.



Figura 22: esemplari di ghiozzo padano.



Figura 23: esemplari di lasca. Specie di elevata valenza ambientale censita nel tratto.



Figura 24: esemplare di cavedano.



Viene di seguito presentata una tabella riassuntiva riguardo alle specie presenti rinvenute, classificate secondo l'indice di Moyle Nichols e secondo l'Indice di Abbondanza e struttura di popolazione.

In Tabella 10 sono stati illustrati i risultati del censimento ittico condotto nel medesimo tratto di F. Tanaro nell'ambito della Carta Ittica della Regione Piemonte del 2009; la situazione appare simile a quella riscontrata nelle attuali indagini.

Tabella 7: composizione della comunità ittica del F. Tanaro ad Alessandria; in rosso sono indicate le specie esotiche.

Specie ittica	Indice moyle (Im) (1-5)	Indice di abbondanza (Ia) (0-4)	struttura (A-B-C)
alborella	5	3	a
cavedano	5	4	a
barbo europeo	2	2	b
lasca	3	3	c
ghiozzo padano	4	3	a
cobite	2	2	a
vairone	1	1	b
pseudorasbora	1	1	b

L'Indice di abbondanza di Moyle-Nichols (1973) viene valutato con una scala 1-5 in funzione del numero di individui osservati e rapportati ad un tratto fluviale di 50 m.

L'indice di abbondanza delle popolazioni delle specie ittiche valuta la consistenza delle popolazioni ed è indicato da una scala 0-4 e da una lettera che indica la struttura di popolazione. Si rimanda al capitolo riguardante le metodiche per una descrizione più approfondita degli indici.

3.4.1 CALCOLO DELL'INDICE ISECI

Si riportano di seguito le informazioni elaborate dai dati acquisiti, che hanno permesso di calcolare il punteggio dell'indice ISECI, risultato pari a 0.61, corrispondente ad uno stato **"buono"**. Le motivazioni sono principalmente dovute alla presenza di 6 specie indigene rispetto a quelle attese, delle quali 3 endemiche, tra cui si riscontra una buona popolazione di lasca, e nessuna appartenente ai salmonidi (trota marmorata assente). Sono presenti, con popolazioni modeste e destrutturate, due specie esotiche appartenenti alla lista 2.

Si riportano di seguito le tabelle di calcolo delle metriche che compongono l'indice.

Tabella 8: matrice di calcolo dell'Indice ISECI per il F. Tanaro a valle di Alba

f ₁ Presenza di specie indigene	Valore di riferimento	Valore misurato
f ₁₁ Presenza di specie indigene appartenenti a Salmonidi, Esocidi e Percidi	1	0
f ₁₂ Presenza di specie indigene, esclusi Salmonidi, Esocidi e Percidi	12	3

f ₂ Condizione biologica specie indigene presenti - ZONA II	Presenza	Struttura	Consistenza	Punteggio pesato	Endemica	Importanza
cavedano	1	1	1	1	no	no
vairone	1	0	0	0	no	no
sanguinerola	0	0	0	0	no	no
lasca	1	0,5	1	0,7	si	no
gobione	0	0	0	0	no	no
barbo comune	0	0	0	0	si	no
barbo canino	0	0	0	0	si	no
lampreda	0	0	0	0	si	no
anguilla	0	0	0	0	no	no
trota marmorata	0	0	0	0	si	si
cobite mascherato	0	0	0	0	si	no
cobite comune	1	0,5	0,5	0,5	si	no

f₂ Condizione biologica specie indigene presenti - ZONA II	Presenza	Struttura	Consistenza	Punteggio pesato	Endemica	Importanza
ghiozzo padano	1	1	1	1	no	no

f₄ Condizione biologica specie aliene presenti	Presenza	Struttura	Consistenza	Punteggio pesato	Nocività
Barbo europeo	1	0	0	0	Medio
Pseudorasbora	1	0	0	0	Medio

MATRICE DI CALCOLO DELL'ISECI	Peso	Punteggio parziale	Punteggio pesato
f ₁ Presenza di specie indigene	0,3	0,10	0,03
f ₂ Condizione biologica delle popolazioni indigene	0,3	1,07	0,32
f ₃ Presenza di ibridi	0,1	1	0,10
f ₄ Presenza di specie aliene	0,2	0,75	0,15
f ₅ Presenza di specie endemiche	0,1	0,14	0,01
Punteggio totale			0,61
Classe ISECI			II
Giudizio sintetico			buono

3.4.2 CALCOLO DELL'INDICE ITTICO

Si riportano di seguito le informazioni elaborate dai dati acquisiti, che hanno permesso di calcolare il valore dell'indice.

In particolare la seguente tabella riporta:

- L'elenco delle specie ittiche per l'area di pertinenza ed il relativo punteggio del Valore intrinseco per ogni specie.
- L'elenco delle specie alloctone rinvenute, che presentano valore intrinseco -1.
- Il calcolo dell'I.I.n. sulla base della metodica riportata nel capitolo dedicato.

L'Indice Ittico calcolato per il tratto in esame si colloca in uno stato "**sufficiente**"; questa valutazione risulta più penalizzante di quella fornita dall'ISECI in particolare per la diversa composizione della comunità ittica di riferimento.

Si riporta, a seguito dell'indice calcolato con i dati di campo, la tabella relativa alle indagini effettuate nel 2009 nell'ambito della carta ittica.

Tabella 9: matrice di calcolo dell'Indice Ittico per il F. Tanaro a valle di Alba

SPECIE AU zona Z1.1	V	Im	Ia	Ir	P
Anguilla	1				0
Alborella	3	5	3	1	3
Barbo canino	3				0
Barbo	2				0
Lasca	3	3	3	0,5	1,5
Savetta	3				0
Gobione	1				0
Cavedano	1	5	4	1	1
Vairone	2	1	1	0,5	1
Sanguinerola	1				0
Triotto	3				0
Rovella	-1				0
Scardola	1				0
Tinca	1				0
Cobite	2	2	2	0,8	1,6
Cobite barbatello	-1				0
bottatrice	-1				0
spinarello	0				0
ghiozzo di ruscello	-1				0
Ghiozzo padano	3	4	3	1	3
Persico reale	1				0
Luccio	1				0
trota macrostigma	-1				0
Trota marmorata	3				0
Salmerino Alpino	-1				0
Temolo	-1				0
					0
Specie Alloctone					0
carpa	-1				0
aspio	-1				0
pseudorasbora	-1	1	1	0,4	-0,4
barbo sp.	-1	2	2	0,6	-0,6
rodeo amaro	-1				0
carassio	-1				0
tot specie AU			25		
I.I.n.	10,1			scarso	

Tabella 10: risultati del censimento ittico effettuato nell'ambito della Carta Ittica della Regione Piemonte del 2009 nel Tanaro ad Alba

Tab. 257	Scheda campionamento ittiofauna		Subarea	Z1.1	H _{sez}	156	Tp	A	S	M	C
LOCALIZZAZIONE DELLA STAZIONE						Data del campionamento: 26/11/2009					
Corso d'acqua	Tanaro		Comune	Alba							
Bacino principale	Tanaro		Località	Monte confl. Cherasca							
Cod/06	CN235		UTM X	424259							
Provincia	CN		UTM Y	4950552							
PARAMETRI AMBIENTALI DELLA STAZIONE											
L [m]	150	As [m ²]	9375	Rc [%]	-	Gf [%]	-				
Pb _{max} [m]	65	Ac [%]	80	Ms [%]	5	Sb [%]	75				
Pb _{min} [m]	60	H _{max} [cm]	90	Gs [%]	-	Al [%]	20				
Pb _{med} [m]	62,5	h _{max} [cm]	50	Gg [%]	-	CM	6				
ELENCO DELLE SPECIE ITTICHE E LORO STATO											
SPECIE AU	V	Im	Ia	Ir	P	SPECIE AU	V	Im	Ia	Ir	P
Anguilla	2					Trota marmorata	6				
Alborella	3	4	3b	1,5	4,5	Temolo	3				
Barbo canino	6					Scazzone	2				
Barbo	2	2	2b	1,5	3	SPECIE A0	V	Im	Ia	Ir	P
Lasca	6					Storione cobice	0				0
Savetta	6					Storione comune	0				0
Gobione	1	2	2b	1,5	1,5	Storione ladano	0				0
Cavedano	1	5	4b	2	2	Agone/cheppia/alosa	0				0
Vairone	4	3	2b	1,5	6	Bottatrice	0				0
Sanguinerola	2					SPECIE AL	V	Im	Ia	Ir	P
Triotto	3					Pseudorasbora	-1	5	4b	2	-2
Pigo	6					Carpa	-1	1	1	1	-1
Scardola	1	1	1	1	1		-1				
Tinca	1						-1				
Cobite	4	1	1	1	4		-1				
Cobite mascherato	9						-1				
Ghiozzo padano	3	2	2b	1,5	4,5		-1				
Persico reale	1						-1				
Luccio	2						-1				
STATO DELLA COMUNITÀ ITTICA											
AUt	8	AURt	4	AT		I.I.	23,5	CL(I.I.)		III	
ALt	2	A0t	0	(A _{Ut} +A _{Lt} +A _{0t})		ISECI	3	CL(ISECI)		V	

4 PASSAGGIO ARTIFICIALE PER PESCI

La realizzazione del passaggio per pesci determina il superamento di una problematica relativa alle migrazioni ittiche, considerando che la ricostruzione dello sbarramento renderebbe il tratto impercorribile.

Il progetto prevede la costruzione di una rampa rustica come illustrato nelle immagini che seguono. Come da relazione tecnica del progettista si evidenzia che per il tratto in esame è previsto un DMV di 8,5 mc/s.

Di questi 1,2 saranno utilizzati per creare un "velo scenico" in corrispondenza della traversa, 1,8 mc/s saranno impiegati per alimentare il passaggio per pesci costituito da una rapida artificiale. La quota restante sarà rilasciata in alveo attraverso le turbine.

Figura 25: pianta passaggio per pesci

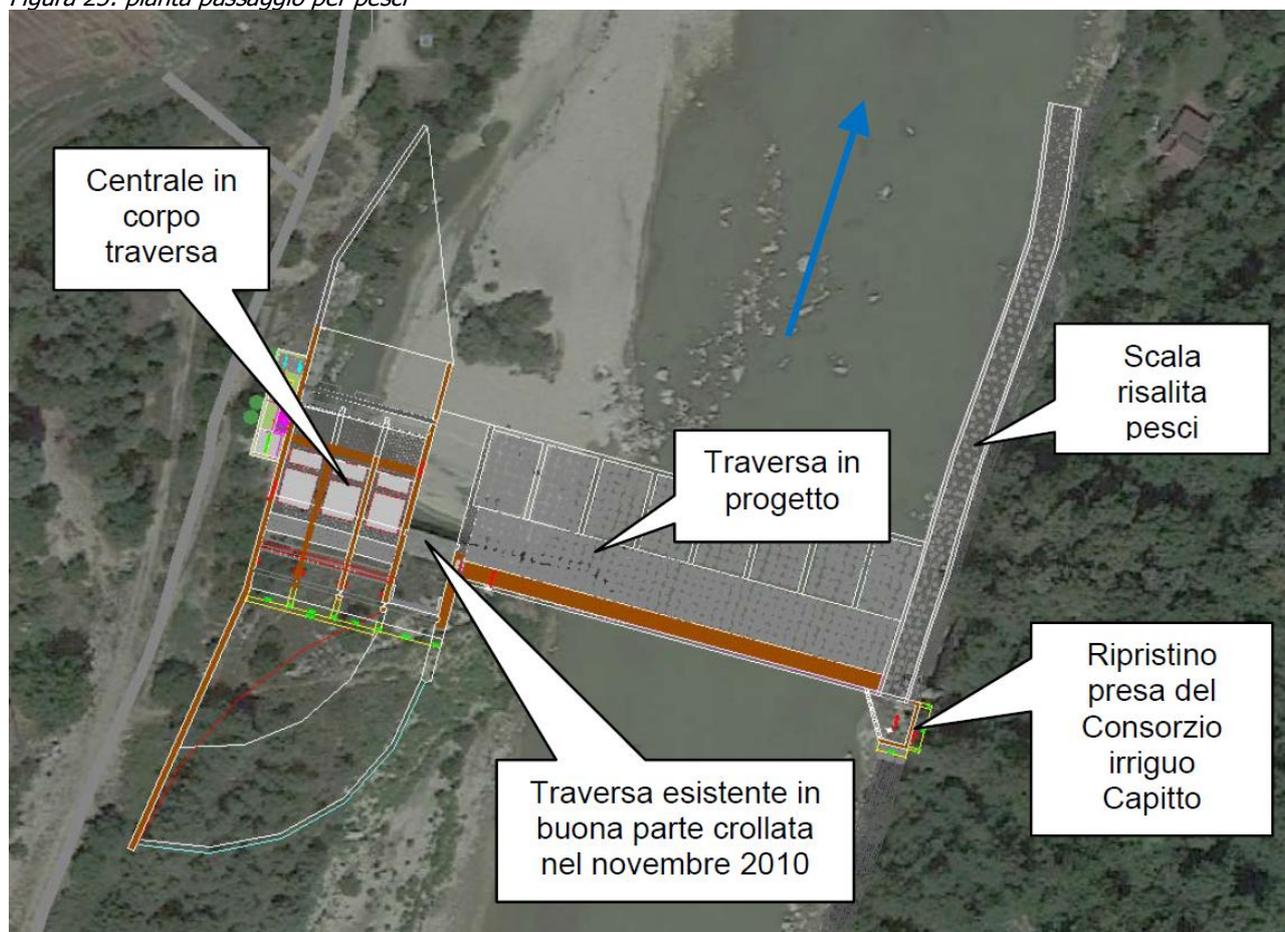
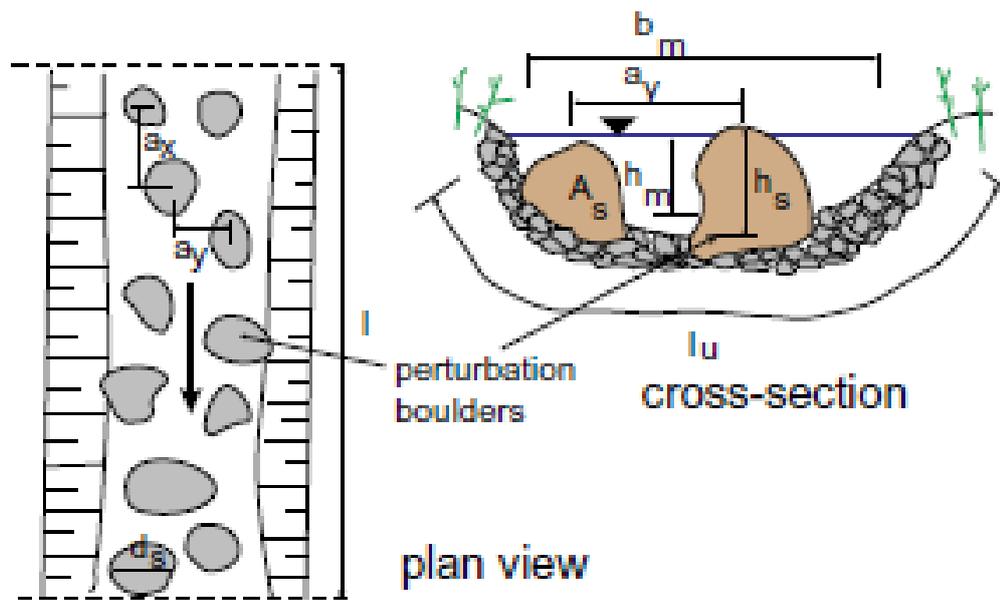


Figura 26: schema passaggio per pesci



La tipologia di passaggio scelta e le sue caratteristiche idrauliche, dimensionali e di pendenza risultano in linea con quanto previsto dalla bibliografia di settore e con le caratteristiche ecologiche e natatorie delle specie ittiche presenti.

5 CONCLUSIONI

In data 2 marzo 2015 sono state effettuate le indagini chimico-fisiche, macrobentoniche e ittiche nel F. Tanaro nel tratto a valle di Alba, in 3 tratti rappresentativi, da Alba fino allo sbarramento non più in funzione che si trova in Comune di Barbaresco.

La presenza già oggi della briglia determina le condizioni idromorfologiche ed ecologiche del corso d'acqua.

Il progetto non determina effetti negativi diretti sull'acqua e sulle sue biocenosi escludendo potenziali impatti di breve durata in fase di cantiere.

Si dovrà invece considerare il notevole incremento dei battenti idrici a monte dello sbarramento, che determineranno una condizione di lacustrizzazione dell'alveo, con modifica dello stato attuale del fiume.

Il progetto del passaggio per pesci consentirà di mantenere la percorribilità del tratto.

6 METODICHE

In questo capitolo sono descritte le metodiche applicate nelle indagini.

6.1 PARAMETRI CHIMICO-FISICI DELLE ACQUE

Nel corso d'acqua la misura dei parametri chimico-fisici viene effettuata tramite una polisonda (modello Hanna Instruments).

Figura 27: polisonda Hanna Instruments



I parametri considerati sono:

- Temperatura ($T^{\circ}\text{C}$);
- pH;
- Ossigeno (Saturazione in % e Concentrazione in mg/l);
- Conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Per il campionamento, il trasporto e la conservazione dei campioni di acqua, si osservano le indicazioni metodologiche presenti nel documento APAT/IRSA-CNR, 2003 e APAT, 2007.

I campioni di acqua si raccolgono per immersione diretta di bottiglie di polietilene, trattate con acido cloridrico, si conservano in frigorifero e si sottopongono ad analisi entro 24h dal campionamento. In laboratorio le metodiche analitiche utilizzate sono spettrofotometriche,

mediante lo spettrofotometro marca HACH-LANGHE modello DR3800 con kit di analisi dedicati preconfezionati in cuvette "test in tube".

Figura 28: spettrofotometro Hach Lange DR3800



Le metodiche corrispondono a quelle previste da APAT-IRSA/CNR, del 2003.

- **Fosforo totale:** *IRSA 4110 del 2004 (APAT-IRSA/CNR, 2003) metodo A2.* Principio: preliminare trasformazione di tutti i composti del fosforo, organici ed inorganici, a orto fosfati mediante idrolisi; successivamente gli ioni fosfati formano in soluzione acida con ioni molibdato e antimonio un complesso antimonil-fosfomolibdato che con acido ascorbico si riconduce in blu fosfomolibdato (limite strumentale 0.010 mg/l).
- **Azoto ammoniacale:** *IRSA 4030 del 2004 (APAT-IRSA/CNR, 2003) metodo A1.* Principio: gli ioni ammonio reagiscono a un pH 12.6 con ioni di ipoclorito e di salicilato, in presenza di nitro prussiato sodico quale catalizzatore, dando il blu indo fenolo. (limite strumentale 0.015 mg/l).
- **Azoto nitrico:** principio: ioni nitrato reagiscono in soluzione di acido solforico-fosforico con 2.6-dimetilfenolo dando 4-nitro-2.6-dimetilfenolo (limite strumentale 0.23 mg/l).

Ai sensi del DM 260/2010, il **LIMeco** (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo Stato Ecologico) classifica le acque fluviali sulla base dei valori riguardanti il grado di saturazione dell'ossigeno disciolto, l'azoto ammoniacale, l'azoto nitrico e il fosforo totale, che vengono integrati in un singolo descrittore, denominato appunto LIMeco, utilizzato per derivare la classe di qualità.

La procedura prevede che sia calcolato un punteggio sulla base della concentrazione, osservata nel sito in esame, dei macrodescrittori N-NH₄, N-NO₃, Fosforo totale e Ossigeno disciolto (100 - % di saturazione O₂). Il LIMeco di ciascun campionamento viene derivato come media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie di concentrazione indicate nella

seguente tabella (Tab. 4.1.2/a dell'Allegato 1 al DM 260/2012), in base alla concentrazione osservata.

Tabella 11. Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco (Tab. 4.1.2/a DM 260/2010-All 1)

		Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
Parametro	Punteggio*	1	0,5	0,25	0,125	0
100-O ₂ % sat	Soglie**	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH ₄ (mg/l)		< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
N-NO ₃ (mg/l)		< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
P _{tot} (lg/l)		< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	> 400

* Punteggio da attribuire al singolo parametro

** Le soglie di concentrazione corrispondenti al Livello 1 sono state definite sulla base delle concentrazioni osservate in campioni (115) prelevati in siti di riferimento (49), appartenenti a diversi tipi fluviali. In particolare, tali soglie, che permettono l'attribuzione di un punteggio pari a 1, corrispondono al 75° percentile (N-NH₄, N-NO₃, e Ossigeno disciolto) o al 90° (Fosforo totale) della distribuzione delle concentrazioni di ciascun parametro nei siti di riferimento. I siti di riferimento considerati fanno parte di un database disponibile presso CNR-IRSA

I punteggi di riferimento utilizzati per la definizione dello stato di qualità secondo i valori di LIMeco sono i seguenti (Tab. 4.1.2/b dell'Allegato 1 al DM 260/2012).

Stato	LIMeco
Elevato	≥ 0,66
Buono	≥ 0,50
Sufficiente	≥ 0,33
Scarso	≥ 0,17
Cattivo	< 0,17

6.2 PARAMETRI BIOLOGICI

I parametri biologici da esaminare sono la comunità dei macroinvertebrati bentonici e la comunità ittica, le due componenti faunistiche di maggiore rilievo degli ecosistemi fluviali in questione. Le attività di monitoraggio sono effettuate secondo quanto previsto dalle recenti metodiche di indagine delle acque correnti messe a punto e pubblicate a cura di APAT e disponibili nel sito <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-parte-i>

6.2.1 PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO DEI MACROINVERTEBRATI BENTONICI A.P.A.T.

Per la raccolta degli organismi macrobentonici viene indicato l'utilizzo di un retino immanicato tipo Surber con dimensioni del telaio generalmente quadrato di 23 x 23 cm, pari ad un'area di campionamento di 0.05 m², con rete lungo dai 60 agli 80 centimetri e maglia di 500 µm, dotata di bicchiere di raccolta terminale. Trattandosi di un campionamento quantitativo viene indicata una superficie massima complessiva per ogni indagine pari a 0.5 m², raggiunta compiendo in ogni stazione 10 repliche di prelievo.

Figura 29- retino immanicato tipo Surber da 23 x 23 cm di lato



I periodi migliori in cui condurre il campionamento dipendono dalla tipologia del corso d'acqua in oggetto e sono indicati generalmente l'inverno (febbraio, inizio marzo), la tarda primavera (maggio) e la tarda estate (settembre); in ogni caso vengono fornite indicazioni accessorie riguardo a periodi o momenti in cui è meglio evitare di campionare, come durante o subito dopo eventi di piena, durante o subito dopo periodi di secca estrema, impedimenti a causa di fattori ambientali nella stima dell'estensione relativa degli habitat (elevata torbidità).

Preliminarmente al campionamento è necessario condurre una stima della composizione del substrato fluviale e della relativa presenza di diversi microhabitat, in cui successivamente allocare le 10 repliche. Si procede identificando una idonea sezione del corso d'acqua che sia rappresentativa del tratto fluviale da indagare, si riconosce la tipologia di mesohabitat prevalente e si distinguono i singoli microhabitat presenti, stimando le percentuali di superficie che occupano con intervalli del 10% e ad ogni intervallo corrisponde una replica. Il rilievo viene condotto osservando l'interezza dell'alveo di torrente, sia il centro sia le rive, compilando una apposita scheda di rilevamento. Nella tabella qui di seguito sono elencate e descritte le diverse tipologie di microhabitat che si possono rinvenire in alveo.

Tabella 12: tipologia dei microhabitat rinvenibili e breve descrizione

Microhabitat	Codice	Definizione substrato
Igropetrico	IGR	Igropetrico strato d'acqua su roccia spesso ricoperta da muschi
Megalithal	MGL	Megalithal massi che superano i 40 cm*
Macrolithal	MAC	Macrolithal massi compresi tra 20 e 40 cm*
Mesolithal	MES	Mesolithal ciottoli compresi tra 6 e 20 cm*

Microhabitat	Codice	Definizione substrato
Microlithal	MIC	Microlithal ghiaia compresa tra 2 e 6 cm*
Ghiaia	GHI	Ghiaia fine (tra 2 mm e 2 cm)
Sabbia	SAB	Sabbia (tra 6µ e 2 mm)
Argilla	ARG	Argilla (minore di 6µm)
Artificiale	ART	Artificiale
Alghe	AL	Macro-micro alghe verdi visibili macroscopicamente
Macrofite sommerse	SO	Macrofite sommerse inclusi muschi e Characeae
Macrofite emergenti	EM	Macrofite emergenti (<i>Thypha, Carex, Phragmites</i>)
Terrestri	TP	Parti vive di piante terrestri radici fluitanti di vegetazione riparia
Xylal (legno)	XY	Xylal (legno) legno morto, rami, radici
CPOM	CP	CPOM depositi di materiale organico grossolano
FPOM	FP	FPOM depositi di materiale organico fine
Film Batterici	BA	Film batterici, funghi e sapropel

*: le dimensioni si riferiscono all'asse intermedio

I campionamenti quantitativi di macroinvertebrati si eseguono tramite retino Surber, 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; la precisione del campione raccolto dipende inoltre da:

- aderenza della cornice al fondo per evitare la perdita di organismi;
- riflusso dell'acqua causato dalla resistenza della rete che può ostacolare la cattura degli organismi;
- accuratezza nel rimuovere gli organismi, che possono essere saldamente attaccati al substrato;
- profondità del substrato rimosso, in quanto gli organismi bentonici possono vivere anche diversi centimetri sotto la superficie 10-15 cm.

Come accennato, si effettuano 10 repliche, utilizzando il retino Surber avente come area di prelievo 0.05 m², totalizzando per stazione una superficie complessiva di 0.5 m². Il campione viene sortato e riconosciuto in vivo; gli organismi che richiedono ausili ottici per la classificazione vengono fissati e portati in laboratorio.

Tabella 13: limiti per la definizione delle "Unità Sistematiche"

Gruppi tassonomici	Livelli di determinazione tassonomica per la definire le "Unità sistematiche"
Plecoteri	genere
Efemeroteri	genere
Tricotteri	genere
Coleoteri	famiglia
Odonati	genere
Ditteri	famiglia
Eteroteri	famiglia
Crostacei	famiglia
Gasteropodi	famiglia
Bivalvi	famiglia
Tricladi	genere
Irudinei	genere
Oligocheti	famiglia

Parallelamente al campionamento dei macroinvertebrati, al fine di una più precisa caratterizzazione della stazione, verranno annotati anche i principali parametri chimico-fisici quali temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto dai quali possono dipendere direttamente la distribuzione e la composizione delle comunità di macroinvertebrati.

Per una rassegna fotografica delle tipologie di microhabitat, si rimanda al documento "Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte B. Descrizione degli habitat fluviali a supporto del campionamento biologico" A cura di: Buffagni A., Erba S., Aquilano G., Armanini D.G., Beccari C., Casalegno C., Cazzola M., Demartini D., Gavazzi N., Kemp J.L., Mirolo N., Rusconi M. *Notiziario dei Metodi Analitici n.1 (2007)* CNR-IRSA, Brugherio (MI).

Il sistema di classificazione utile per la definizione dello stato ecologico dei campioni prelevati secondo il protocollo A.P.A.T. è denominato MacrOPer e descritto da:

Buffagni A., Erba S. & Pagnotta R., 2008. Definizione dello stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la 2000/60/EC (WFD): il sistema di classificazione MacrOPer. *Notiziario dei Metodi Analitici numero speciale (2008)*, CNR-IRSA, Brugherio (MI).

Tale sistema combina le informazioni relative ad i seguenti elementi fondamentali:

- sistema tipologico nazionale;
- limiti di classe definiti all'interno del processo di intercalibrazione europeo;
- valori numerici di riferimento tipo specifici per sei metriche selezionate;
- calcolo dell'indice STAR_ICMi;

Il conteggio effettuato in laboratorio viene informatizzato esprimendo, per ogni famiglia, l'abbondanza in termini di densità/m².

E' successivamente applicato a questi dati l'indice STAR_ICMi (Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione). L'indice è composto di sei metriche che forniscono informazioni in merito ai principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare per gli organismi macrobentonici.

Tabella 14: metriche che compongono lo STAR_ICMi e peso loro attribuito nel calcolo (da Buffagni, Erba e Pagnotta, 2008)

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. Bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	e.g. Armitage et al., 1983	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10}(\text{Sel_EPTD} + 1)$	Log_{10} (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	Buffagni et al., 2004; Buffagni & Erba, 2004	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al., 2004	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	e.g. Ofenböck et al., 2004	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	e.g. Ofenböck et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$	e.g. Hering et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083

I valori delle metriche, prima di essere combinati per il calcolo dell'Indice, devono essere normalizzati con i valori di riferimento specifici per ciascun tipo fluviale, riportati nel D.M. 206/2010 e ponderati; il punteggio ottenuto viene poi normalizzato con il valore di STAR_ICMi di riferimento per ottenere il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE).

6.2.2 STUDIO DELLA COMUNITÀ ITTICA

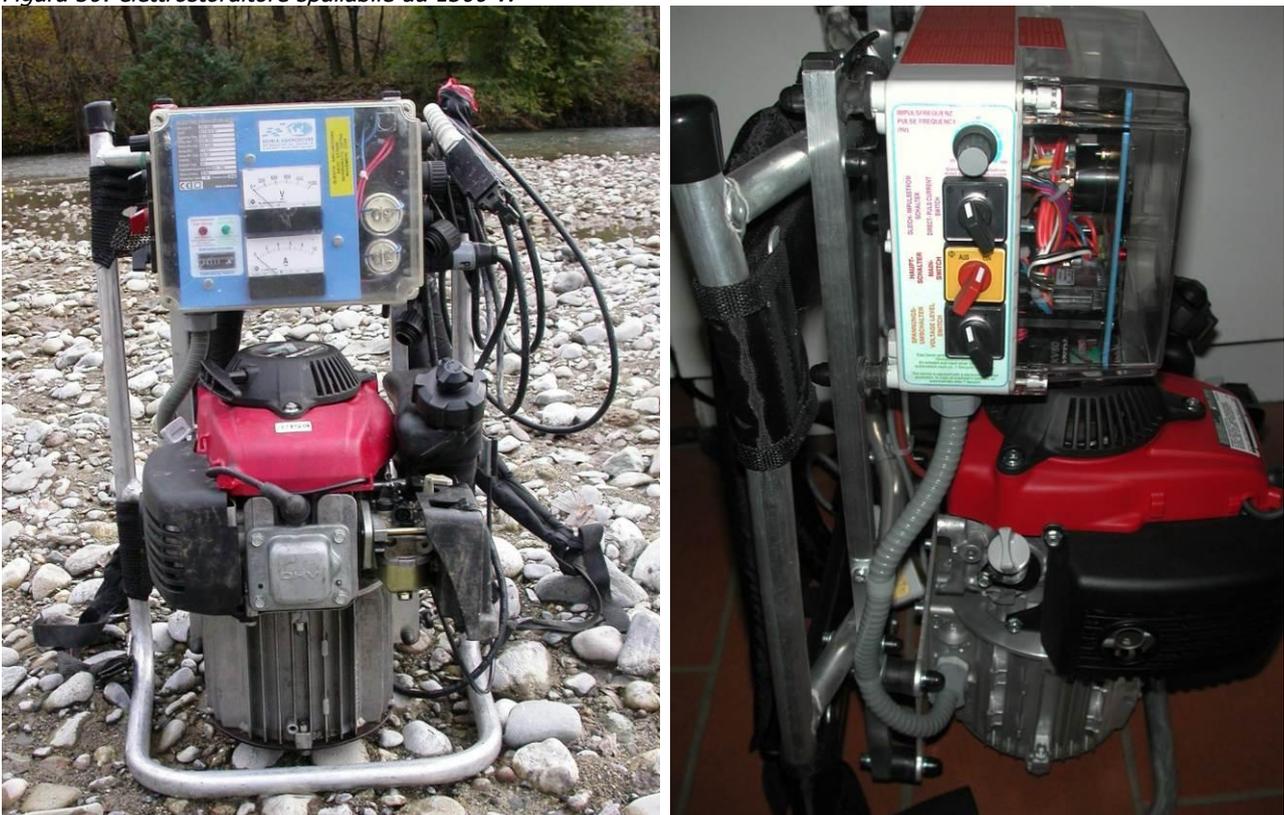
I censimenti ittici si svolgono secondo le indicazioni metodologiche di raccolta ed elaborazioni dati presenti nel manuale APAT. Data la guadabilità dei tratti fluviali in esame si utilizza la pesca elettrica mediante elettrostorditore spallabile con motore a scoppio modello "Ittiosanitaria ELT-IIE" da 1300 W; con doppio passaggio per stazione. Le stazioni di campionamento vengono preventivamente contrassegnate agli estremi di valle e di monte con spray rosso per una più facile e precisa individuazione.

La pesca elettrica è il metodo più efficace nei corsi d'acqua di piccole e medie dimensioni, oltre ad essere innocuo per i pesci, che possono così essere rimessi in libertà una volta effettuate le analisi necessarie. Questo sistema di pesca si basa sull'effetto che un campo elettrico produce sul pesce: mediante un elettrostorditore alimentato da un motore a scoppio viene, infatti, generato un campo elettrico tra due elettrodi, lancia (anodo) e massa (catodo), tra i quali si stabilisce una corrente elettrica nell'acqua. L'efficienza della pesca elettrica è influenzata da alcuni fattori ambientali, primo dei quali la conducibilità elettrica dell'acqua: valori troppo bassi (come accade per esempio in acque di bacini cristallini, povere di sali disciolti, dove si registrano valori inferiori a 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$) fanno sì che l'acqua non conduca adeguatamente la corrente elettrica e l'elettropesca risulti

inefficace. Di contro, valori di conducibilità troppo alti (per esempio nelle acque salmastre o comunque ricche di soluti) danno luogo ad una dispersione eccessiva di corrente, cosicché, anche in questo caso, l'elettropesca diventa inefficace. Un altro fattore che condiziona il successo della pesca elettrica è la natura del substrato di fondo: maggiore è la sua conducibilità, come nel caso di fondali fangosi, e più il campo elettrico si disperde, risultandone una minore efficienza di cattura; fondali rocciosi, poco conduttivi, sono invece ottimali. È importante anche la profondità dell'acqua, al crescere della quale diminuiscono le possibilità di cattura sia per una maggiore dispersione di corrente conseguente alla maggiore distanza tra gli elettrodi, sia per le difficoltà insite quando si opera nelle acque profonde.

Il campionamento tramite elettropesca viene condotto da un gruppo di cinque persone: una che aziona lo storditore, una che utilizza la lancia, due che raccolgono i pesci storditi con una guada e una che trasportava i pesci catturati nei contenitori per lo stoccaggio provvisorio in attesa degli esami.

Figura 30: elettrostorditore spallabile da 1300 W



I pesci catturati sono sottoposti alle seguenti determinazioni:

- Identificazione della specie di appartenenza.
- Identificazione della struttura di popolazione e dell'abbondanza per ciascuna specie.

I dati così ricavati sono utilizzati per ottenere i seguenti parametri:

- **Composizione della comunità ittica**, espressa come percentuale di abbondanza degli individui delle diverse specie ittiche rilevate.
- **Struttura delle popolazioni ittiche**: si valuta attraverso l'abbondanza relativa tra individui giovani di un anno di vita o meno (detti anche "0⁺"), giovani di oltre un anno di vita (detti anche "individui subadulti") e adulti, cioè pesci sessualmente maturi, che in genere hanno almeno tre anni di vita. Lo stato di salute di una popolazione dipende, infatti, non solo dalla sua abbondanza numerica, ma anche da un corretto rapporto di equilibrio tra individui delle diverse età: una popolazione costituita quasi esclusivamente da giovani indica o una situazione di espansione demografica, oppure la presenza di problemi ambientali che non consentono la presenza di pesci di maggiore taglia, o ancora un eccessivo prelievo di adulti operato dalla pesca; questo si può tradurre in una grave limitazione per la possibilità di riproduzione naturale nel tratto, venendo a scarseggiare o a mancare i riproduttori fino a quando i giovani presenti avranno la possibilità di raggiungere la maturità sessuale. Viceversa, una popolazione con pochi giovani indica la presenza di problemi nel successo della riproduzione naturale a livello di sopravvivenza di uova o avannotti.

6.2.2.1 Indice Ittico

L'Indice Ittico (I.I.) è una metodologia utile per la valutazione della qualità naturalistica delle comunità ittiche.

L'indice si basa sulle comunità ittiche tipiche dei diversi distretti in cui è stato suddiviso il territorio italiano, di cui si riporta la rappresentazione schematica:

Figura 31: Distretti fisiogeografici e zoogeografici (da Forneris et al. 2007)



Per ciascuna popolazione delle specie ittiche rinvenute in fase di campionamento occorre fornire indicazioni semiquantitative riguardanti l'abbondanza e la struttura. Tali valutazioni sono utili sia ai fini gestionali, sia soprattutto ai fini della stima dello stato delle comunità ittiche. I parametri considerati sono i seguenti:

- Indice di Moyle (I_m);
- Indice di abbondanza (I_a);
- Indice di rappresentatività (I_r);

L'**indice Moyle "Im"** (in Turin *et al.*, 1999), considerando una lunghezza di tratto fluviale effettivamente campionato (quindi entro l'area A_c) pari a 50 m, considera le seguenti categorie: scarso (1 ÷ 3 individui in 50 m lineari), presente (4 ÷ 10 individui), frequente (11 ÷ 20 individui), abbondante (21 ÷ 50 individui), dominante (più di 50 individui in 50 m lineari).

L'**indice di abbondanza "Ia"** è composto da un numero e da una lettera. Per esempio 2a significa "specie presente con popolazione strutturata", 3b significa "specie abbondante con popolazione non strutturata per assenza o quasi di adulti", 1c significa "specie sporadica con popolazione non strutturata per assenza o quasi di giovani". Con $I_a = 1$, può essere difficile descrivere la struttura di popolazione. In molti casi, rimane soltanto l'indicazione del numero (1). Per alcune specie (solitamente predatori ai vertici della catena alimentare) l'indice 1 neppure è indicativo dell'abbondanza, in quanto è normale la presenza di pochi individui.

Le modalità per la determinazione degli indici di abbondanza (I_a) sono generiche; non sono forniti precisamente i criteri che permettono l'attribuzione dei valori $I_a = 1, 2, 3$ e 4. È una questione non ancora risolta ma importante, in quanto, per quanto riguarda l'applicazione di metodologie per la valutazione dello stato delle comunità ittiche, si vogliono evitare campionamenti di tipo quantitativo, solitamente onerosi e non sempre affidabili.

Tabella 15 Indici di abbondanza e di struttura di popolazione delle specie ittiche (Ia).

0	Assente. In assenza di una determinata specie, quando le condizioni ambientali presupporrebbero diversamente, occorrono verifiche a monte ed a valle, controllare la letteratura e procedere ad interviste presso i pescatori locali.	
1	Sporadica. Pochissimi individui, anche un solo esemplare; consistenza demografica spesso poco significativa ai fini delle valutazioni sulla struttura di popolazione; rischi circa la capacità di automantenimento della specie.	
2	Presente. Pochi individui, ma in numero probabilmente sufficiente per l'automantenimento.	
3	Abbondante. Molti individui, senza risultare dominante.	
4	Molto abbondante. Cattura di molti individui, spesso dominanti.	
a	a ¹	Presenti almeno il 30 % di giovani (in fase pre-riproduttiva) o il 20 % di adulti (sessualmente maturi) rispetto al numero totale degli individui della popolazione.
	a ²	Presenti individui giovani in netta prevalenza; gli adulti sono numericamente rappresentati per meno del 20 % della popolazione.
b	b ¹	Presenti individui adulti in netta prevalenza; i giovani sono numericamente rappresentati per meno del 30 % della popolazione.
	b ²	Presenti esclusivamente individui giovani.
c	Presenti esclusivamente individui adulti.	

Si ammette la soggettività dell'ittiologo che effettua i campionamenti e ciò rappresenta una impostazione metodologica che ha caratterizzato molti studi fin qui effettuati. Non ci si pone l'obiettivo di risolvere questo problema, ma occorre stabilire almeno i criteri che individuano il passaggio dall'indice Ia ad un altro indice **Ir (indice di rappresentatività)**, utile ai fini dell'applicazione di metodi per la valutazione dello stato delle comunità ittiche. In particolare si propone il seguente schema:

Valore Ir		Struttura		
		c	b	a
Consistenza demografica	1	0,4	0,5	0,6
	2	0,5	0,6	0,8
	3	0,6	0,8	1,0

Tab. 10 - Determinazione del valore dell'**Indice di rappresentatività (Ir)** in funzione del livello di struttura della popolazione (a ÷ c; **tab. 8**) e della consistenza demografica (1 ÷ 3; **tabb. 8 e 9**). Per Ia = 4, si assegna Ir = 1,0 indipendentemente dalla struttura. Le specie per le quali N < 15 in **tab. 9** si assegna comunque il valore Ir = 0,6 per tutti gli indici di abbondanza 1c, 1b, 2c e 2b (si escludono i valori Ir < 0,6). Per l'anguilla si indica unicamente il valore numerico Ir = 0,6 per Ia = 1, Ir = 0,8 per Ia = 2 e Ir = 1,0 per Ia = 3; analogo criterio potrebbe valere per la lampreda (*Lampetra zanandreai*).

Tabella 16 Numero minimo di individui (N) affinché una specie possa considerarsi almeno presente

Specie	Ia = 2		Ia = 3	
	N	Im	2N	Im
Barbo, lasca, cavedano, alborella, rovello, vairone, ghiozzo padano, alborella meridionale¹.	≥ 30	3	≥ 60	≥ 4
Barbo canino, scardola, sanguinerola, triotto, gobione, savetta e ghiozzo di ruscello.	≥ 25	3	≥ 50	≥ 4
Agone/cheppia/alosa, temolo, panzarolo, cobite, lavarello, bondella, gambusia e pseudorasbora.	≥ 20	2	≥ 40	≥ 3
Pigo, tinca, cobite barbatello, persico reale, trote (marmorata e suoi ibridi, macrostigma, del Garda, del Fibreno, iridea e fario), salmerini alpino e di fonte), persico sole, persico trota, Ictalurus spp.², cagnetta, scazzone, carpa, carpa erbivora, Carassius spp.³, aspigo, gardon, rodeo amaro, abramide, barbo d'oltralpe.	≥ 15	2	≥ 30	≥ 3
Cobite mascherato, spinarello, acerina e misgurno.	≥ 8	2	≥ 15	≥ 2
Anguilla, storioni (comune, cobice e ladano), bottatrice, luccio, siluro e lucioperca.	≥ 5	1	≥ 8	≥ 2
1 - Specie alloctona nei distretti padano-veneto (Dpv) e toscano-laziale (Dtl). 2 - Comprende <i>Ictalurus melas</i> (pesce gatto), <i>Ictalurus punctatus</i> (pesce gatto punteggiato) e <i>Ictalurus nebulosus</i> (pesce gatto nebuloso). 3 - Comprende <i>Carassius carassius</i> (carassio) e <i>Carassius auratus</i> (pesce rosso).				
N	Im	Indice di abbondanza (Im) di MOYLE-NICHOLS (1973). Esso viene valutato con una scala (1 ÷ 5) in funzione del numero (N) di individui osservati e rapportati ad un tratto fluviale di 50 m.		
1 ÷ 2	1			
3 ÷ 10	2			
11 ÷ 20	3			
21 ÷ 50	4			
> 50	5			

Per ogni specie si calcola il punteggio $P = V \cdot Ir$.

Dalla somma dei punteggi $P = V \cdot Ir$ ottenuti per ogni specie si ricava l'I.I. In molti casi le specie esotiche non sono importanti nel condizionare il risultato finale, ma lo influenzano abbassandolo un poco. In altri casi tale influenza è significativa, quando sono presenti più specie alloctone e con buone popolazioni.

Il valore I.I. è interpretato sulla base di quello atteso rispetto alle comunità di riferimento arrivando quindi ad esprimere una classe di qualità **CL(I.I.)** in funzione dello stato di conservazione/alterazione della comunità ittica in esame

Tabella 17 Classi di qualità in funzione delle tipologie ambientali (Tp: zone salmonicole S, Mista M, Ciprinicola superiore Cs e Ciprinicola inferiore Ci)

Distretti, aree e sub-aree		Tp	I - Stato elevato	II - Stato buono	III - Stato sufficiente	IV - Stato scarso	V - Stato pessimo	
Dpv (Distretto padano - veneto)	Z1 (area di pertinenza alpina)	S	≥ 8,0	6,0 ÷ 7,9	4,0 ÷ 5,9	2,0 ÷ 3,9	< 2,0	
		M	≥ 25,0	18,0 ÷ 24,9	12,0 ÷ 17,9	6,0 ÷ 11,9	< 6,0	
		Cs	≥ 20,0	15,0 ÷ 19,9	10,0 ÷ 14,9	5,0 ÷ 9,9	< 5,0	
		Ci	≥ 25,0	18,0 ÷ 24,9	12,0 ÷ 17,9	6,0 ÷ 11,9	< 6,0	
	Z2 (area di pertinenza appenninica)	Z2.1 (subarea su versante padano)	Cs	> 20,0	15,0 ÷ 19,9	10,0 ÷ 14,9	5,0 ÷ 9,9	< 5,0
			Ci	≥ 25,0	18,0 ÷ 24,9	12,0 ÷ 17,9	6,0 ÷ 11,9	< 6,0
		Z2.2 (subarea su versante adriatico)	Cs	≥ 10,0	7,0 ÷ 9,9	4,0 ÷ 6,9	2,0 ÷ 3,9	< 2,0
			Ci	≥ 15,0	11,0 ÷ 14,9	7,0 ÷ 10,9	3,0 ÷ 6,9	< 3,0
Dtl (Distretto toscano - laziale)	Z3 (area di pertinenza appenninica sul versante tirrenico)	S	≥ 4,0	3,0 ÷ 3,9	2,0 ÷ 2,9	1,0 ÷ 1,9	< 1,0	
		M	≥ 15,0	11,0 ÷ 14,9	7,0 ÷ 10,9	3,0 ÷ 6,9	< 3,0	
		Cs	≥ 12,0	9,0 ÷ 11,9	6,0 ÷ 8,9	3,0 ÷ 5,9	< 3,0	
		Ci	≥ 15,0	11,0 ÷ 14,9	7,0 ÷ 10,9	3,0 ÷ 6,9	< 3,0	

6.2.2.2 Indice ISECI

La qualità dei corsi d'acqua sulla base della fauna ittica si calcola a partire dall'indice biologico ISECI, Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (Zerunian, 2004; Zerunian, 2007; Zerunian *et al.*, 2009), come previsto dal D.M. 260/2010. L'Indice si basa sull'informazione derivante da 5 indicatori principali a cui vengono attribuiti dei pesi espressi in valore numerico compreso tra 0 e 1.

Tabella 18: Indicatori principali che compongono l'ISECI e peso loro attribuito nel calcolo dei valori dell'indice

Indicatori principali	Indicatori di ordini inferiori	Descrizione sintetica e taxa considerati	Peso
Presenza di specie indigene (f ₁)	Specie di maggiore importanza ecologico-funzionale (f _{1,1}) Altre specie indigene (f _{1,2})	confronto tra specie indigene presenti e comunità ittica attesa	0.3 (p ₁)
Condizione biologica delle popolazioni (f ₂)	Specie indigena n (f _{2,n}) Struttura in classi di età (f _{2,n,1}) Consistenza demografica (f _{2,n,2})	per ogni specie indigena presente: struttura della popolazione in classi di età e consistenza demografica	0.3 (p ₂)
Presenza di ibridi (f ₃)	-	eventualità di ibridi nei generi <i>Salmo</i> , <i>Thymallus</i> , <i>Esox</i> , <i>Barbus</i> , <i>Rutilus</i>	0.1 (p ₃)
Presenza di specie aliene (f ₄)	-	eventuali specie aliene presenti con grado di nocività: elevato (lista 1) medio (lista 2) moderato (lista 3)	0.2 (p ₄)
Presenza di specie endemiche (f ₅)	-	confronto tra specie endemiche presenti e lista specie endemiche attese	0.1 (p ₅)

Ogni indicatore, tramite una funzione valore (v_i), viene normalizzato rispetto alle specifiche condizioni di riferimento. La condizione di riferimento, corrispondente allo stato ecologico elevato, è la "comunità ittica attesa" costituita da popolazioni ben strutturate in classi di età, capaci di riprodursi naturalmente, con buona o sufficiente consistenza demografica. Per consentire una puntuale applicabilità dell'indice in tutto il Paese nella tabella seguente vengono individuate le comunità ittiche attese nelle 9 zone fluviali principali in cui si divide il reticolo idrografico nazionale. L'area oggetto di studio del presente progetto rientra nella Zona dei Salmonidi della Regione Padana.

Tabella 19: Comunità ittiche attese nelle 9 zone zoogeografico-ecologiche fluviali principali

Zone zoogeografico-ecologiche fluviali principali	Comunità ittiche attese
Zona dei Salmonidi della Regione Padana	Salmo (trutta) trutta (ceppo mediterraneo), Salmo (trutta) marmoratus, Thymallus thymallus, Phoxinus phoxinus, Cottus gobio.
Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila della Regione Padana	Leuciscus cephalus, Leuciscus souffia muticellus, Phoxinus phoxinus, Chondrostoma genei, Gobio gobio, Barbus plebejus, Barbus meridionalis caninus, Lampetra zanandreae, Anguilla anguilla, Salmo (trutta) marmoratus, Sabanejewia larvata, Cobitis taenia bilineata, Barbatula barbatula (limitatamente alle acque del Trentino-Alto Adige e del Friuli-Venezia Giulia), Padogobius martensii, Knipowitschia punctatissima (limitatamente agli ambienti di risorgiva, dalla Lombardia al Friuli Venezia Giulia)
Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila della Regione Padana	Rutilus erythrophthalmus, Rutilus pigus, Chondrostoma soetta, Tinca tinca, Scardinius erythrophthalmus, Alburnus alburnus alborella, Leuciscus cephalus, Cyprinus carpio, Petromyzon marinus (stadi giovanili), Acipenser naccarii (almeno stadi giovanili), Anguilla anguilla, Alosa fallax (stadi giovanili), Cobitis taenia bilineata, Esox lucius, Perca fluviatilis, Gasterosteus aculeatus, Syngnathus abaster.
Zona dei Salmonidi della Regione Italico-Peninsulare	Salmo (trutta) trutta (ceppo mediterraneo, limitatamente all'Appennino settentrionale), Salmo (trutta) macrostigma (limitatamente al versante tirrenico di Lazio, Campania, Basilicata e Calabria), Salmo fibreni (limitatamente alla risorgiva denominata Lago di Posta Fibreno).
Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila della Regione Italico-Peninsulare	Leuciscus souffia muticellus, Leuciscus cephalus, Rutilus rubilio, Alburnus albidus (limitatamente alla Campania, Molise, Puglia e Basilicata), Barbus plebejus, Lampetra planeri (limitatamente al versante tirrenico di Toscana, Lazio, Campania e Basilicata; nel versante adriatico, la sola popolazione dell'Aterno-Pescara), Anguilla anguilla, Cobitis taenia bilineata, Gasterosteus aculeatus, Salaria fluviatilis, Gobius nigricans (limitatamente al versante tirrenico di Toscana, Umbria e Lazio).
Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila della Regione Italico-peninsulare	Tinca tinca, Scardinius erythrophthalmus, Rutilus rubilio, Leuciscus cephalus, Alburnus albidus (limitatamente alla Campania, Molise, Puglia e Basilicata), Petromyzon marinus (stadi giovanili), Anguilla anguilla, Alosa fallax (stadi giovanili), Cobitis taenia bilineata, Esox lucius, Gasterosteus aculeatus, Syngnathus abaster.
Zona dei Salmonidi della Regione delle Isole	Salmo (trutta) macrostigma.
Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila della Regione delle Isole	Anguilla anguilla, Gasterosteus aculeatus, Salaria fluviatilis.
Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila della Regione delle Isole	Cyprinus carpio, Petromyzon marinus (stadi giovanili), Anguilla anguilla, Gasterosteus aculeatus, Alosa fallax (stadi giovanili), Syngnathus abaster.

Il valore dato dall'ISECI è il risultato della somma pesata dei valori "normalizzati" dei diversi indicatori:

ISECI

$$= p_1*(p_{1,1}*v_{1,1}(f_{1,1})+p_{1,2}*v_{1,2}(f_{1,2}))+p_2*\sum_{i=1}^n (p_{2,i,1}*v_{2,i,1}(f_{2,i,1})+p_{2,i,2}*v_{2,i,2}(f_{2,i,2}))+p_3*v_3(f_3)+p_4*v_4(f_4)+p_5*v_5(f_5)$$

Il valore ISECI così ottenuto viene convertito nelle classi riportate nella tabella seguente.

Tabella 20: Limiti di classe fra gli stati per l'Indice ISECI

	Limiti di Classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
Valore ISECI	0.8	0.6	0.4	0.2

I valori riportati corrispondono al valore più basso della classe superiore.

Principali riferimenti bibliografici

APAT-IRSA/CNR, 2003. Metodologie analitiche per il controllo della qualità delle acque. *Manuali e linee guida* - 29/2003.

APAT-ISPRA, 2008. Protocolli di indagine delle acque correnti.

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-parte-i>

AA. VV., 2003. *I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale*. Manuale ANPA / seconda edizione, giugno 2003, 223 pp.

AA. VV., 2007. *I.F.F. 2007 - Indice di Funzionalità Fluviale*. Nuova versione del metodo revisionata e aggiornata. MANUALE APAT 2007, 336 pp.

Bisson P.A., Nielsen J.L., Palmason R.A. & Grove L.E., 1982. A system of naming habitat types in small streams, with examples of habitat utilization by salmonids during low streamflow, in *Acquisition Utilization of Aquatic Habitat Inventory Information*, Armantrout ed., American fisheries Society, Western Division, Bethesda, MD, pp. 62-73.

Buffagni A., Erba S., Aquilano G., Armanini D.G., Beccari C., Casalegno C., Cazzola M., Demartini D., Gavazzi N., Kemp J.L., Mirolo N., Rusconi, 2007. "Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte B. Descrizione degli habitat fluviali a supporto del campionamento biologico" *Notiziario dei Metodi Analitici n.1 (2007)*, CNR-IRSA, Brugherio (MI).

[http://www.irsa.cnr.it/Docs/Notiz/notiz2007_\(03\).pdf](http://www.irsa.cnr.it/Docs/Notiz/notiz2007_(03).pdf)

Buffagni A., Erba S., Aste F., Mignuoli C., Scaniu G., Sollazzo C., Pagnotta R. 2008. Direttiva 2000/60EC (WFD). Condizioni di riferimento per fiumi e laghi. Classificazione dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati acquatici. *Notiziario dei metodi analitici Numero speciale 2008*. IRSA-CNR. , Brugherio (MI) [http://www.irsa.cnr.it/Docs/Notiz/notiz2008_\(NS\).pdf](http://www.irsa.cnr.it/Docs/Notiz/notiz2008_(NS).pdf)

Busacker G.P., Adelman I.R. & Goolish E.M., 1990. Growth, in *Methods for Fish Biology*. Schreck C.B. and Moyle P.B. eds, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp 363-388.

CEMAGREF, 1982. Etude des méthodes biologiques quantitative d'appréciation de la qualité des eaux. Rapport Q.E. Lyon-A.F. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, Lyon, France.

- Forneris G., Merati F., Pascale M. e Perosino G.C., 2011.** Indice Ittico (versione 2011). C.R.E.S.T. (TO), 31pp.
- Klemm D.J., Stober Q.J. & Lazorchak J.M., 1993.** *Fish field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters.* EPA/600/R-92/111. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati OH, 348 pp.
- Marcus M.D., Young M.K., Noel L.E. & Beth A., 1990.** *Salmonid-habitat relationships in the western United States.* Gen. Tech. Rep. RM-188. Fort Collins, CO. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 84 pp.
- Mc Cain M., Fuller D., Decker L. & Overton K, 1990.** Stream Habitat Classification and Inventory Procedures for Northern California. *FHR Currents, R-5's Fish Habitat Relationships Technical Bulletin* **1**, 15 pp.
- Petersen R.C., 1982.** The RCE: a Riparian, Channel, and Environmental Inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshwater Biology* **27**: 295-306.
- Siligardi M. & Maiolini B., 1993.** L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua alpini: guida all'uso della scheda RCE-2. *Biologia ambientale* **VII, 30**: 18-24.
- Turin P., Maio G., Zanetti M., Bilò M.F., Salviati S. & Rossi V., 1999.** Carta Ittica della Provincia di Rovigo. Ed. Provincia di Rovigo, 328 pp.
- White R.J., 1973.** Stream channel suitability for coldwater fish, in *Proceedings of the 28th Annual Meeting of the Soil Conservation Society of America, (Plants, Animals and Man)*, Hot Springs, Arkansas, pp. 61-79.
- Zerunian S., 2004.** Proposta di un Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche viventi nelle acque interne italiane. *Biologia Ambientale*, 18 (2): 25-30.
- Zerunian S., 2007.** Primo aggiornamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche. *Biologia Ambientale*, 21 (2): 43-47.
- Zerunian S., Goltara A., Schilpani I, Boz B., 2009.** Adeguamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE. *Biologia Ambientale*, 23 (2): 15-30.