

**IDROALP VALLE DORA s.r.l.**

# **IMPIANTO IDROELETTRICO SULLA DORA RIPARIA A CESANA**



G · R · A · I · A



GRAIA Srl  
Via Repubblica, 1  
21020 Varano Borghi (VA) Italia  
email: [info@graia.eu](mailto:info@graia.eu)  
PEC: [graia@pec.it](mailto:graia@pec.it)

Dott. Gaetano Gentili



Dott. Andrea Romanò



**ELABORATO**

***Monitoraggio Ambientale 2021***

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima stesura	06/2022	Romanò A.	Gentili G.	Gentili G.

## Indice

1	PREMESSA.....	3
2	CARATTERISTICHE DEL SITO INTERESSATO DALL'IMPIANTO .....	4
3	RISULTATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	8
3.1	Stazione di monte .....	9
3.1.1	Misure di portata.....	10
3.1.2	Qualità chimico – fisica - microbiologica delle acque.....	10
3.1.3	Qualità biologica – macroinvertebrati e indice STAR_ICMi .....	11
3.1.4	Fauna ittica .....	13
3.2	Stazione di intermedia .....	15
3.2.1	Misure di portata.....	17
3.2.2	Qualità chimico – fisica - microbiologica delle acque.....	17
3.2.3	Qualità biologica – macroinvertebrati e indice STAR_ICMi .....	18
3.2.4	Fauna ittica .....	20
3.3	Stazione di valle .....	22
3.3.1	Qualità chimico – fisica - microbiologica delle acque.....	24
3.3.2	Qualità biologica – macroinvertebrati e indice STAR_ICMi .....	25
3.3.3	Fauna ittica .....	27
4	CONCLUSIONI.....	29
5	ALLEGATO METODOLOGICO.....	30
5.1	Misure di portata mediante metodo correntometrico .....	30
5.1.1	Bibliografia.....	33
5.2	Monitoraggio della qualità chimico-fisica delle acque.....	33
5.2.1	Misurazioni in campo.....	33
5.2.2	Prelievo del campione di acqua e analisi chimico-fisiche delle acque.....	33
5.2.3	Bibliografia.....	35
5.3	Coliformi totali e <i>Escherichia coli</i> .....	35
5.4	Monitoraggio della qualità biologica mediante i macroinvertebrati .....	36
5.4.1	Bibliografia.....	40
5.5	Studio della comunità ittica .....	41

## 1 PREMESSA

La Città Metropolitana di Torino con Determinazione Dirigenziale n. 798-27898/2016 del 24 ottobre 2016 ha assentito la concessione alla Società Idroalp Valle Dora Srl ed ha approvato il relativo disciplinare per la derivazione d'acqua dal torrente Dora Riparia in comune di Cesana Torinese, nella misura di 2600 l/s massimi e 1369 l/s medi ad uso energetico, per produrre sul salto di 58,80 m la potenza media di kW 789.

L'impianto ha ottenuto un giudizio positivo di compatibilità ambientale con Decreto della Sindaca della Città Metropolitana di Torino n. 412 – 27369/2016 del 21/01/2016.

Con ulteriore Decreto del Dirigente del Servizio Risorse Idriche della Città Metropolitana di Torino n. 808 – 27968 del 25/10/2016 il Concessionario, ai sensi del D. Lgs. 387/2003, è stato autorizzato alla costruzione dell'impianto; la fase di cantiere ha avuto inizio a fine agosto 2020.

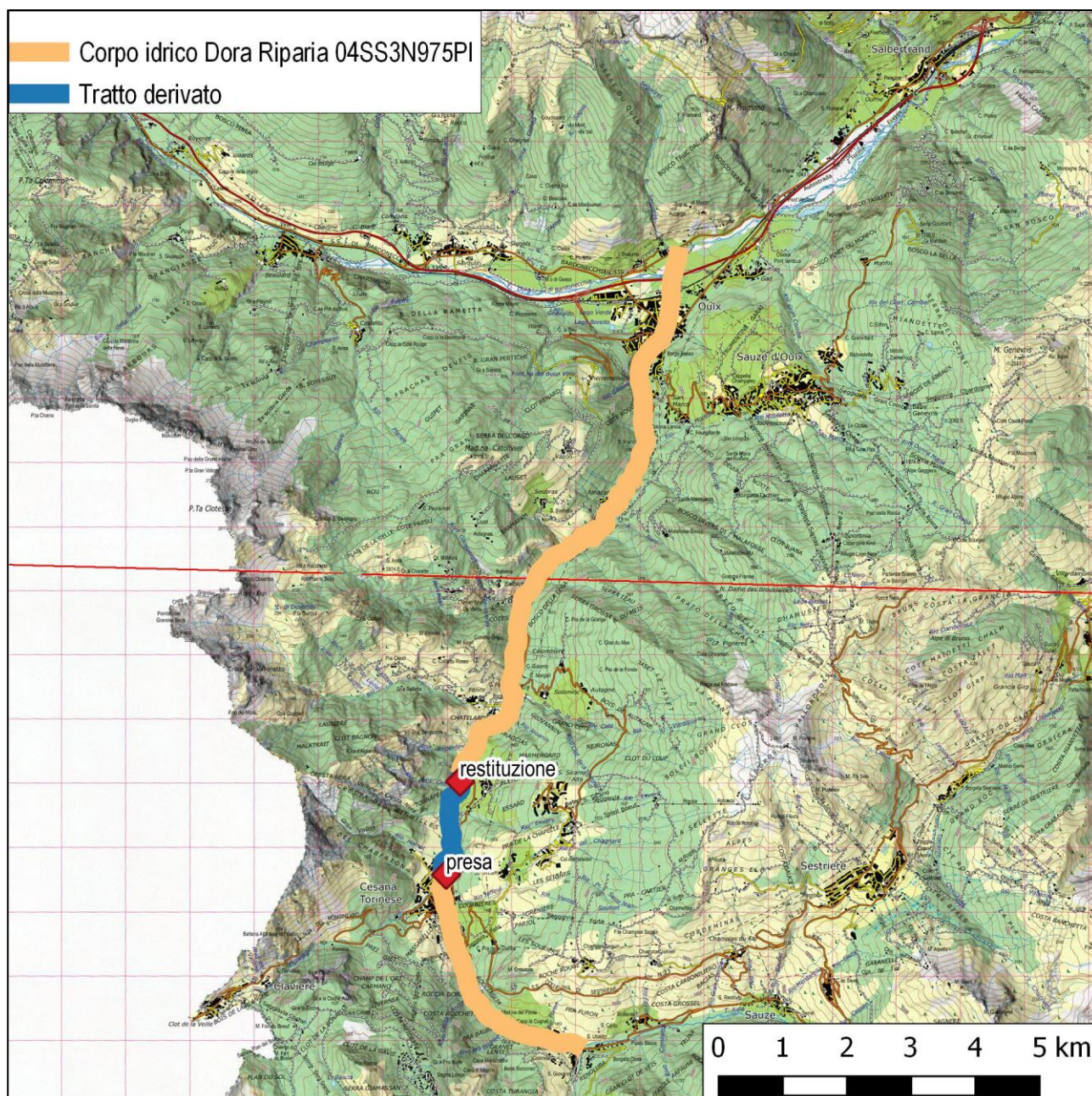
In coerenza con il parere di ARPA Piemonte, allegato all'autorizzazione a costruire sopracitata, il presente documento illustra i risultati delle campagne di monitoraggio ambientale effettuate nel 2021, del tutto analoghe per tipologia, frequenza e localizzazione a quelle già effettuate nel 2019-2020 e trasmesse all'inizio dello scorso anno. L'impianto è entrato in servizio all'inizio del mese di luglio 2021, per cui i campionamenti del mese di marzo si riferiscono alla fase in corso d'opera, mentre quelli dei mesi di settembre e dicembre sono relativi alla fase post-operam.



## 2 CARATTERISTICHE DEL SITO INTERESSATO DALL'IMPIANTO

Il torrente Dora è il primo corpo idrico (tipologia “naturale”, codice “04SS3N975PI”) individuato sul fiume Dora Riparia, compreso tra la confluenza dei torrenti Ripa e Thuras e la confluenza con la Dora di Bardonecchia, per una lunghezza pari a 16 km.

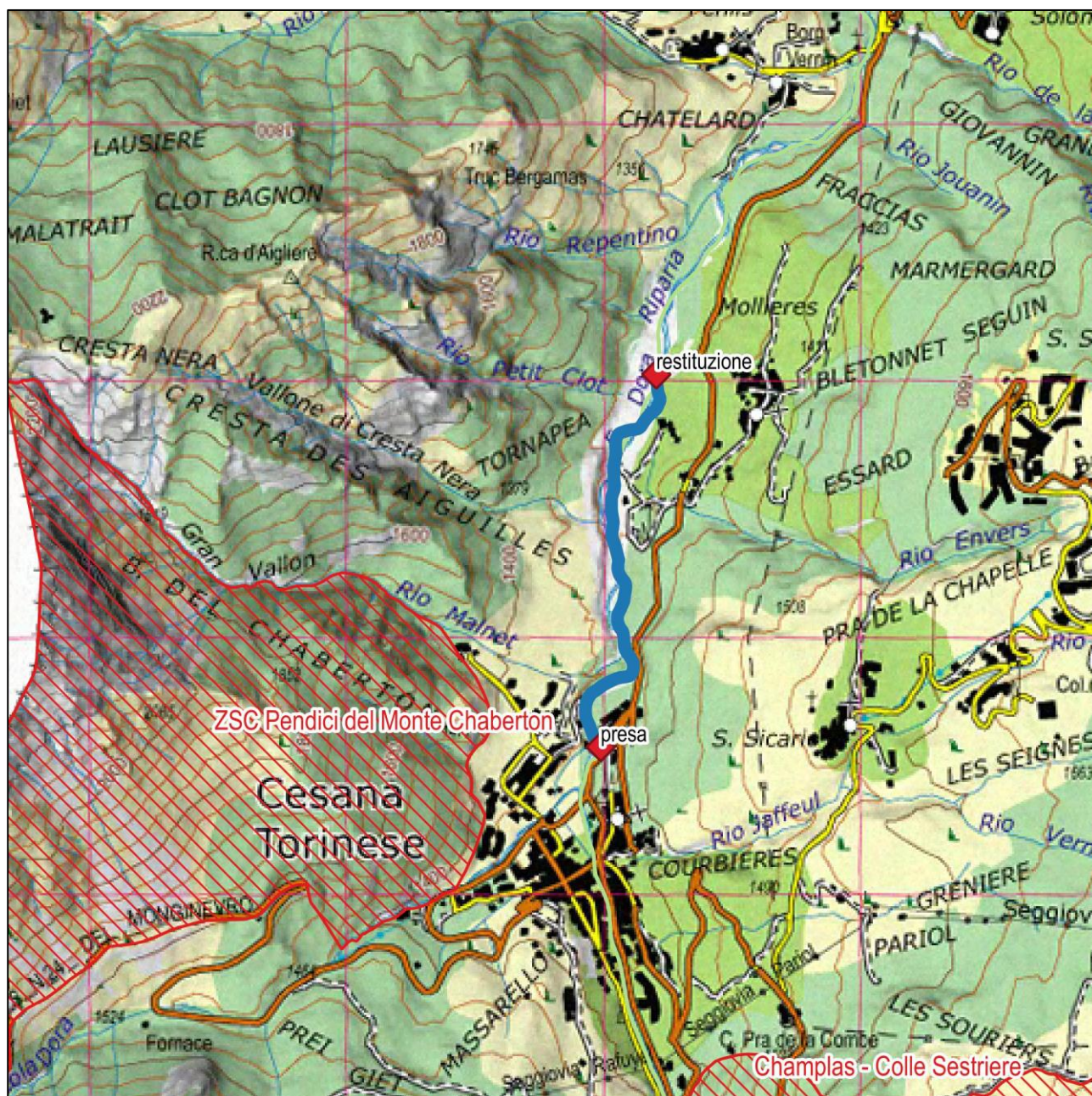
Il tratto interessato dall'impianto in esame è lungo circa 1,7 km, con una pendenza media pari al 3,5%; la presa è posta a quota 1330,30 m s.l.m. presso Cesana, mentre la restituzione avviene a quota 1271,50 m s.l.m. presso Mollières.



**Figura 2-1: collocazione del tratto interessato dall'impianto rispetto all'asta del torrente Dora**

Come si evince dalla carta di seguito riportata, le opere realizzate e il tratto derivato non interferiscono con aree protette, la più vicina delle quali è il sito della Rete Natura 2000 ZSC “Pendici del Monte Chaberton”.

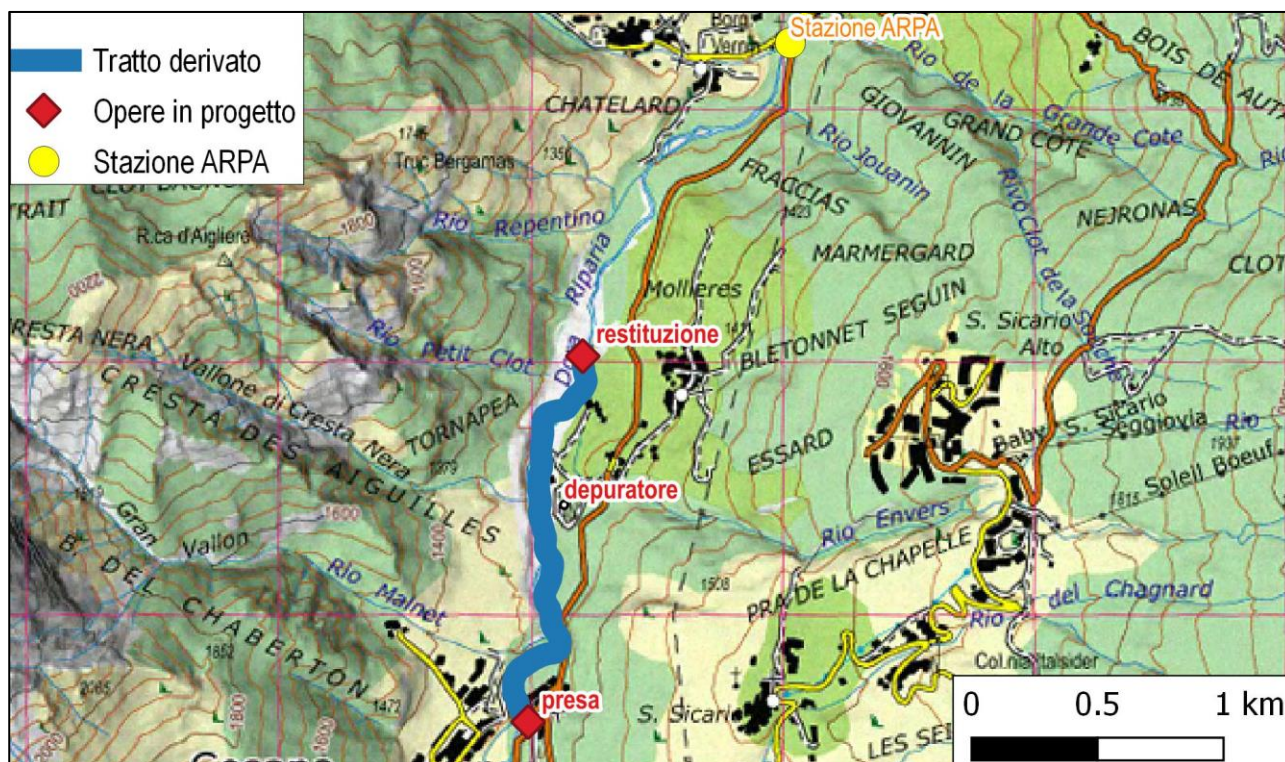




**Figura 2-2: collocazione del tratto interessato dall'impianto rispetto alle aree protette presenti nella zona**

Il tratto di studio appartiene al primo dei corpi idrici in cui è suddivisa la Dora, avente codice IT0104SS3N975PI (compreso tra la stazione di Bousson a Cesana e la confluenza con la Dora di Bardonecchia) e rientra nella tipologia 04SS3N dei corsi d'acqua naturali. È oggetto di monitoraggio operativo da parte di ARPA Piemonte, con la stazione codice "038001" ubicata in località Fenils in comune di Cesana Torinese, circa 2 km a valle del punto previsto per la centrale in progetto.





**Figura 2-3: ubicazione della stazione ARPA Piemonte codice "038001" ubicata in località Fenils**

Il principale elemento di pressione qualitativa presente nel corpo idrico è il depuratore di Mollieres, che si trova all'interno del tratto in cui è prevista la derivazione idrica.

Dal momento che la stazione ARPA non ricade in prossimità del tratto interessato dal progetto di derivazione, per valutare in modo più sitospecifico lo stato ambientale di quest'ultimo sono state scelte, sino dall'avvio delle attività nel 2019 e secondo il piano di monitoraggio, 3 stazioni di monitoraggio ubicate come indicato nella seguente cartografia, che permettono di valutare lo stato di qualità del corso d'acqua in corrispondenza del tratto derivato, distinguendo la condizione a monte e a valle del tratto derivato con quella al suo interno.

Le indagini hanno riguardato tre punti (Figura 2-4):

- uno poco a monte del punto previsto di captazione (quindi a monte del depuratore di Mollieres);
- uno nel tratto intermedio tra captazione e restituzione (a valle del depuratore);
- uno presso il punto previsto per la restituzione delle acque (sempre a valle del depuratore).





### 3 RISULTATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Nel presente capitolo sono riportati i dati degli indici sintetici di qualità ambientale relativi a 3 campionamenti svolti nel terzo anno di monitoraggio (2021); i risultati del mese di marzo sono relativi alla fase in corso d'opera, mentre quelli di settembre e dicembre alla fase di esercizio. I dati si riferiscono alle 3 stazioni indagate già valutate nel precedente biennio 2019-2020, la cui ubicazione è stata riportata nella carta in Figura 2-4.

La portata è stata misurata in tutte le occasioni nella stazione di monte (dove la conformazione dell'alveo relativamente regolare permette una misura affidabile); la stazione intermedia presenta una conformazione dell'alveo a massi eccessivamente irregolare per consentire una misurazione precisa con la portata naturale, mentre è stato possibile il rilievo in presenza del DMV nei mesi di settembre e dicembre. Nella stazione di valle (la cui conformazione non è ideale ma comunque tale da consentire la misura) la misura è stata possibile in tutte e tre le date.

Le indagini per la valutazione della qualità chimico-fisica delle acque sono state eseguite al fine di applicare l'indice sintetico LIMeco, in coerenza con il parere di ARPA Piemonte di settembre 2016, allegato all'Autorizzazione Unica. Sono inoltre stati monitorati alcuni parametri aggiuntivi (BOD<sub>5</sub>, COD ed Coliformi totali ed *Escherichia coli*) e misurati in campo mediante sonda multiparametrica il pH, la conducibilità e la temperatura.

Per quanto riguarda il campionamento dei macroinvertebrati per applicazione dell'indice STAR\_ICMi, il tratto di studio del torrente Dora rientra nell'idroecoregione HER-03 "Alpi Meridionali", con codice tipizzazione "04SS3" e macrotipo "A2"; il codice Macroper di riferimento è N\_123 con punteggio di riferimento STAR\_ICMi pari a 1,009 e il mesohabitat da indagare rientra nel tipo "riffle".



### 3.1 Stazione di monte

In questo paragrafo sono presentati i risultati del monitoraggio nella stazione di monte.



**Figura 3-1: il tratto di monte nel marzo 2021**



**Figura 3-2: il tratto di monte nel settembre 2021**

### 3.1.1 Misure di portata

La portata è stata misurata direttamente in campo nella campagna di marzo quando l'impianto non era ancora in funzione.

La misura il giorno 8 marzo è risultata pari a 2059 l/s.

A partire dal mese di luglio, con l'entrata in funzione dell'impianto, le portate, sia derivate che rilasciate, sono state misurate direttamente all'opera di presa; nella tabella che segue si riportano i valori medi mensili.

**Tabella 3-1: risultati delle misure di portata**

Mese	lug	ago	set	ott	nov	dic	lug
Portata media (m³/s)	3,88	2,92	2,67	2,70	2,22	2,09	3,88

### 3.1.2 Qualità chimico – fisica - microbiologica delle acque

Come si evince dai risultati presentati nelle tabelle seguenti, lo stato chimico - fisico delle acque è ottimale in tutti e 3 i campionamenti, con una classe LIMeco "elevata". Nel campione di dicembre si osserva un marcato incremento della concentrazione di Coliformi totali e di *Escherichia coli*.

**Tabella 3-2: risultati delle analisi sulla qualità chimico – fisica nella stazione di monte**

Data	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
Temperatura acqua (°C)	3,0	5,7	1,6
pH	8,10	8,48	8,20
Conducibilità (µS/cm)	524	637	691
Ossigeno disciolto (mg/l)	12,0	11,2	13,2
Saturazione ossigeno (%)	101,4	101,7	104,5
Deficit saturazione ossigeno (%)	-1,4	-1,7	-4,5
BOD <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> )	0,97	1,72	0,94
COD (mg/l O <sub>2</sub> )	<5,0	<5,0	<5,0
Azoto ammoniacale (N - mg/l)	<0,015	<0,015	0,056
Azoto nitrico (N - mg/l)	<0,230	<0,230	0,370
Fosforo totale (P - mg/l)	<0,010	<0,010	0,018
Coliformi totali (MPN/100ml)	880	3873	17329
<i>Escherichia coli</i> (MPN/100ml)	495	1935	6488

**Tabella 3-3: risultati dell'applicazione dell'Indice LIMeco nella stazione di monte**

Data	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
LIMeco Deficit saturazione O <sub>2</sub>	1,000	1,000	1,000
LIMeco Azoto ammoniacale	1,000	1,000	0,500
LIMeco Azoto nitrico	1,000	1,000	1,000
LIMeco Fosforo totale	1,000	1,000	1,000
LIMeco punteggio	1,000	1,000	0,875
LIMeco giudizio	elevato	elevato	elevato
LIMeco punteggio medio annuo	0,958		
LIMeco giudizio medio annuo	elevato		



### 3.1.3 Qualità biologica – macroinvertebrati e indice STAR\_ICMi

Dai risultati dei campionamenti si evince che il tratto di monte si classifica con un giudizio STAR\_ICMi “buono” in tutte e 3 i mesi indagati.

**Tabella 3-4: substrati e flussi per le repliche dei campionamenti STAR\_ICMi nella stazione di monte**

08-mar-21		30-set-21		21-dic-21	
substrato	flusso	substrato	flusso	substrato	flusso
MAC	BW	MAC	UW	MAC	UW
MES	BW	MAC	UW	MES	UW
MES	BW	MES	RP	MES	UW
MES	UW	MES	UW	MES	UW
MES	UW	MES	BW	MES	RP
MES	UW	MES	UW	MES	RP
MES	RP	MES	UW	MES	RP
MES	RP	MIC	UW	MES	RP
MIC	UW	MIC	RP	MIC	RP
GHI	RP	MIC	RP	MIC	SM

**Tabella 3-5: risultati dell'applicazione delle metriche dell'Indice STAR\_ICMi nella stazione di monte**

Metrica	Valori di riferimento	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
Indice ASPT	6,974	6,700	6,727	6,700
Indice EPTD	2,583	1,580	1,415	1,724
Indice GOLD	0,792	0,944	0,614	0,853
N° famiglie	18	10	13	11
Indice EPT	10	7	7	7
Indice di Shannon	1,662	0,888	1,679	1,471

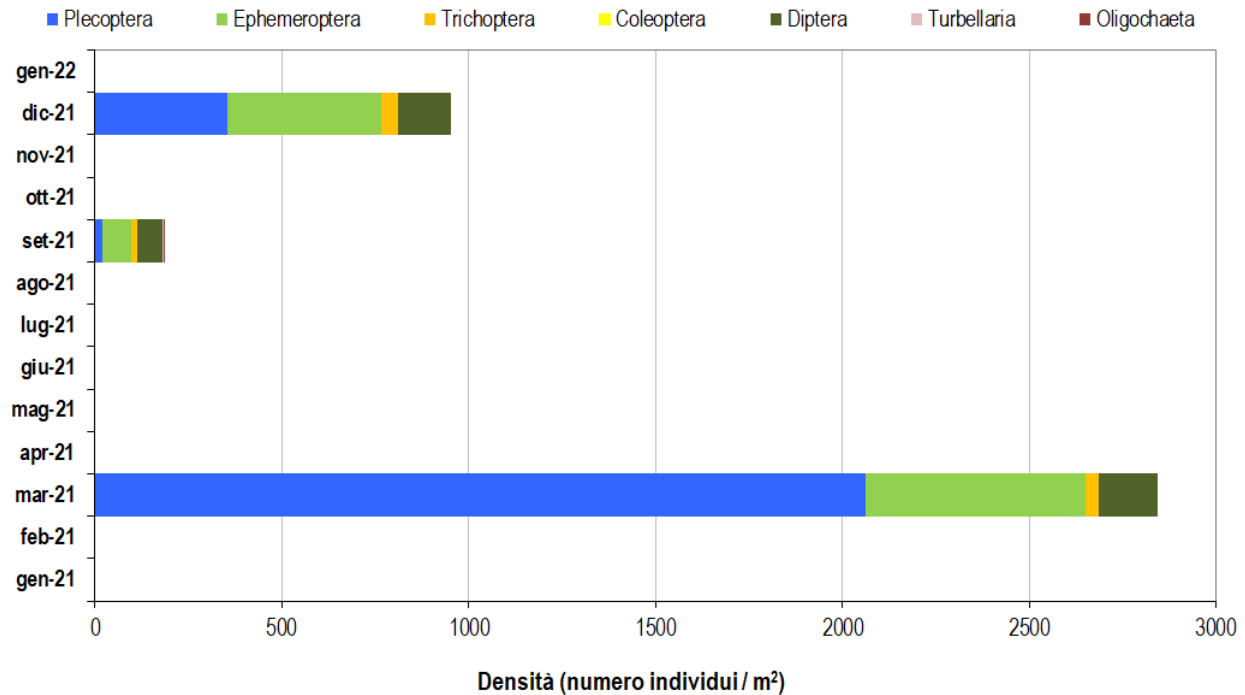
**Tabella 3-6: risultati dell'applicazione dell'Indice STAR\_ICMi nella stazione di monte**

STAR_ICMi	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
Punteggio	0,747	0,771	0,792
Giudizio	buono	buono	buono
Punteggio medio	0,770		
Giudizio medio	buono		

Nel campionamento di marzo la comunità è risultata formata da 11 *taxa* dei quali 3 di Plecotteri, 3 di Efemerotteri, 2 di Tricotteri e 3 di Ditteri; la densità della comunità macrobentonica è pari a 2845 individui/m<sup>2</sup>. Numericamente dominano i Plecotteri del genere *Leuctra* con il 72,1 % degli individui totali, seguiti dagli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 20,0% e dai Ditteri Chironomidae con il 3,3%.

Nel campionamento di settembre la comunità è risultata formata da 13 *taxa* dei quali 4 di Plecotteri, 2 di Efemerotteri, uno di Tricotteri, 4 di Ditteri e uno di Turbellari e di Oligocheti; la densità della comunità macrobentonica scende a 184 individui/m<sup>2</sup>. Numericamente prevalgono gli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 41,3% degli individui totali, seguiti dai Ditteri della famiglia Simuliidae con il 25,0% e dai Ditteri Limoniidae con il 9,2%.

Nel campionamento di dicembre la comunità è risultata formata ancora da 13 *taxa* dei quali 3 di Plecotteri, 4 di Efemerotteri, 2 di Tricotteri e 4 di Ditteri; la densità della comunità macrobentonica è pari a 952 individui/m<sup>2</sup>. Numericamente prevalgono gli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 42,0% degli individui totali, seguiti dai Plecotteri del genere *Leuctra* con il 35,2% e dai Ditteri della famiglia Chironomidae con il 9,5%.



**Figura 3-3: composizione della comunità macrobentonica del tratto di studio nel torrente Dora nella stazione di monte**

**Tabella 3-7: risultati dei campionamenti di macroinvertebrati del tratto di studio nella stazione di monte**

Data			08-mar-21	30-set-21	21-dic-21	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	N° individui			%		
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	2050	1	335	72,1	0,5	35,2
Plecoptera	Nemouridae	<i>Protonemura</i>	5	16	15	0,2	8,7	1,6
Plecoptera	Perlidae	<i>Perla</i>	0	1	3	0,0	0,5	0,3
Plecoptera	Perlodidae	<i>Perlodes</i>	7	1	0	0,2	0,5	0,0
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i>	569	76	400	20,0	41,3	42,0
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	4	2	1	0,1	1,1	0,1
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	0	0	3	0,0	0,0	0,3
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Rhithrogena</i>	17	0	8	0,6	0,0	0,8
Trichoptera	Limnephilidae	-	11	0	25	0,4	0,0	2,6
Trichoptera	Rhyacophilidae	-	22	15	22	0,8	8,2	2,3
Diptera	Athericidae	-	0	1	0	0,0	0,5	0,0
Diptera	Chironomidae	-	95	0	90	3,3	0,0	9,5
Diptera	Empididae	-	0	6	0	0,0	3,3	0,0
Diptera	Limoniidae	-	57	17	28	2,0	9,2	2,9
Diptera	Simuliidae	-	8	46	21	0,3	25,0	2,2
Diptera	Tabanidae	-	0	0	1	0,0	0,0	0,1
Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia</i>	0	1	0	0,0	0,5	0,0
Oligochaeta	Lumbricidae	-	0	1	0	0,0	0,5	0,0
<b>TOTALE</b>			<b>2845</b>	<b>184</b>	<b>952</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



### 3.1.4 Fauna ittica

Il censimento effettuato nel mese di settembre 2021 ha riguardato un tratto lungo 90 m e largo 11,7 m. L'unica specie presente è risultata la trota fario, con una densità di popolazione non particolarmente alta, pari a 712 individui/ha e una biomassa pari a 77,6 kg/ha. La struttura di popolazione è equilibrata, con una buona proporzione tra le diverse classi di età.

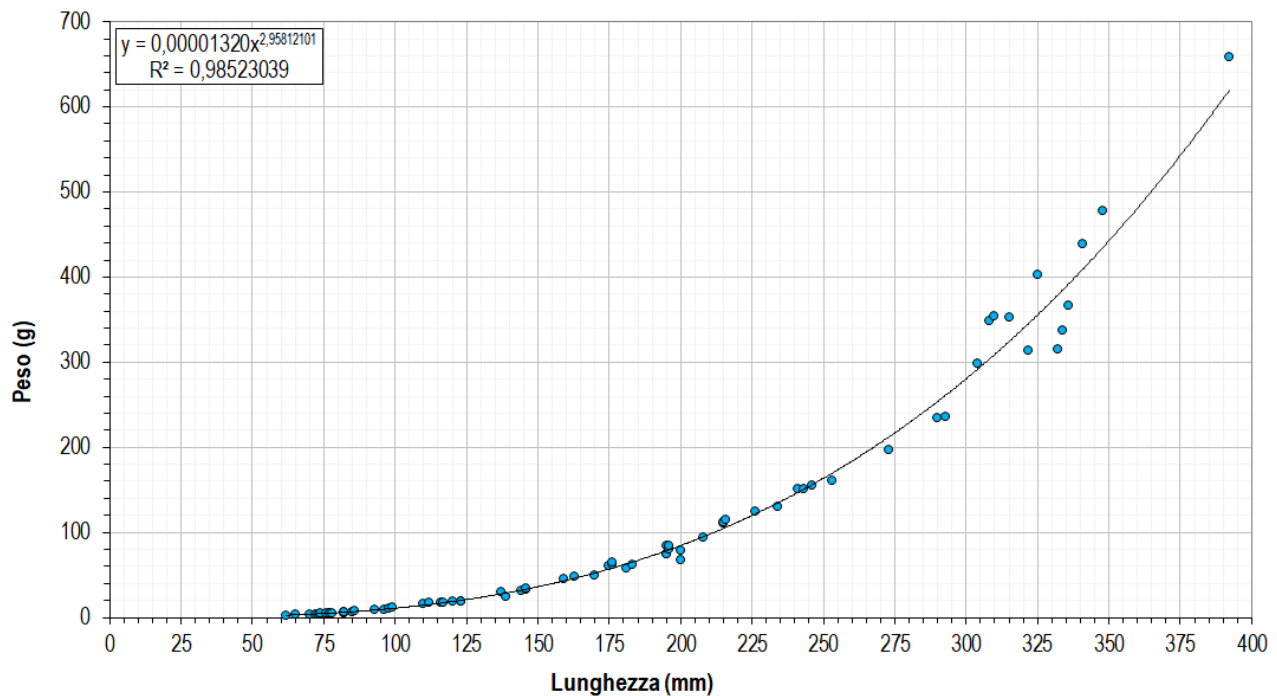


Figura 3-4: relazione lunghezza – peso per la trota fario nella stazione di monte

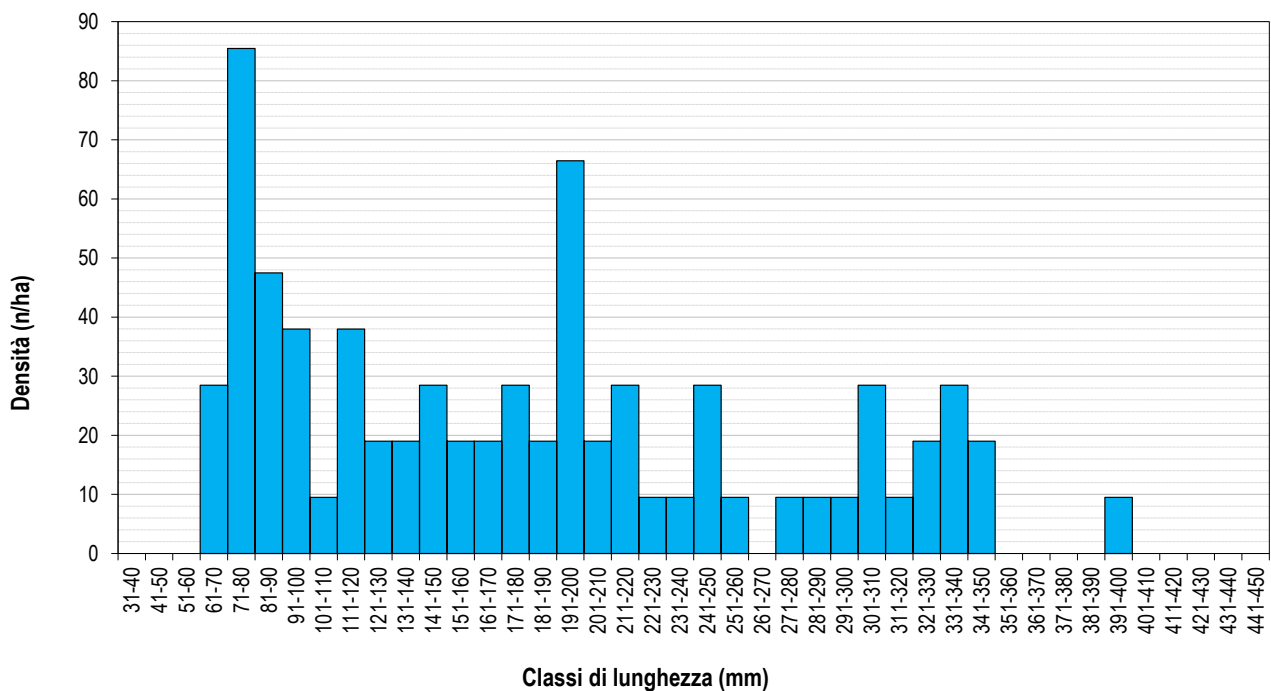


Figura 3-5: struttura di popolazione della trota fario nella stazione di monte



**Figura 3-6: trote fario catturate nel campionamento ittico a monte della presa**



### 3.2 Stazione di intermedia

In questo paragrafo sono presentati i risultati del monitoraggio nella stazione intermedia a valle della presa.



**Figura 3-7: il tratto intermedio nel marzo 2021**



**Figura 3-8: il tratto intermedio nel settembre 2021**





**Figura 3-9: il tratto intermedio nel dicembre 2021**



### 3.2.1 Misure di portata

La portata è stata misurata direttamente in campo nella campagna di marzo quando l'impianto non era ancora in funzione. La misura il giorno 8 marzo è risultata a monte dell'impianto pari a 2059 l/s.

A partire dal mese di luglio, con l'entrata in funzione dell'impianto, le portate, sia derivate che rilasciate, sono state misurate direttamente all'opera di presa; nella tabella che segue si riportano i valori medi mensili delle portate rilasciate nel fiume a valle della presa.

**Tabella 3-8: risultati delle misure di portata**

Mese	lug	ago	set	ott	nov	dic	lug
Portata media (m³/s)	1,60	1,46	1,42	1,43	1,35	1,33	1,60

### 3.2.2 Qualità chimico – fisica - microbiologica delle acque

Come si evince dai risultati presentati nelle tabelle seguenti, anche in questo tratto lo stato chimico - fisico delle acque è ottimale in tutti e 3 i campionamenti, con una classe LIMeco "elevata". Come a monte della presa, nel campione di dicembre si osserva un marcato incremento della concentrazione di Coliformi totali e di *Escherichia coli*.

**Tabella 3-9: risultati delle analisi sulla qualità chimico – fisica nella stazione intermedia**

Data	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
Temperatura acqua (°C)	4,1	10,4	1,7
pH	8,03	8,43	8,43
Conducibilità (µS/cm)	706	634	704
Ossigeno disciolto (mg/l)	12,1	9,7	12,9
Saturazione ossigeno (%)	101,8	98,2	103,1
Deficit saturazione ossigeno (%)	-1,8	1,8	-3,1
BOD <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> )	0,83	2,07	2,41
COD (mg/l O <sub>2</sub> )	<5,0	6,8	<5,0
Azoto ammoniacale (N - mg/l)	0,026	<0,015	0,083
Azoto nitrico (N - mg/l)	0,446	<0,230	0,449
Fosforo totale (P - mg/l)	0,042	0,027	0,031
Coliformi totali (MPN/100ml)	2851	1515	>24196
<i>Escherichia coli</i> (MPN/100ml)	1317	504	6867

**Tabella 3-10: risultati dell'applicazione dell'Indice LIMeco nella stazione intermedia**

Data	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
LIMeco Deficit saturazione O <sub>2</sub>	1,000	1,000	1,000
LIMeco Azoto ammoniacale	1,000	1,000	0,250
LIMeco Azoto nitrico	1,000	1,000	1,000
LIMeco Fosforo totale	1,000	1,000	1,000
LIMeco punteggio	1,000	1,000	0,813
LIMeco giudizio	elevato	elevato	elevato
LIMeco punteggio medio annuo	0,938		
LIMeco giudizio medio annuo	elevato		

### 3.2.3 Qualità biologica – macroinvertebrati e indice STAR\_ICMi

Dai risultati dei campionamenti si evince che il tratto di monte si classifica con un giudizio STAR\_ICMi “buono” a marzo e “sufficiente” a settembre e dicembre; la media dei punteggi si colloca in uno stato “sufficiente”.

**Tabella 3-11: substrati e flussi per le repliche dei campionamenti STAR\_ICMi nella stazione intermedia**

08-mar-21		30-set-21		21-dic-21	
substrato	flusso	substrato	flusso	substrato	flusso
MGL	UW	MGL	CH	MGL	CH
MGL	BW	MGL	CH	MGL	CH
MAC	BW	MGL	CH	MGL	UW
MES	BW	MAC	BW	MAC	UW
MES	BW	MAC	BW	MAC	BW
MES	BW	MAC	BW	MAC	BW
MES	UW	MAC	C	MES	BW
MES	UW	MES	BW	MES	UW
GHI	RP	MES	UW	MES	UW
GHI	UW	MES	RP	MIC	RP

**Tabella 3-12: risultati dell'applicazione delle metriche dell'Indice STAR\_ICMi nella stazione intermedia**

Metrica	Valori di riferimento	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
Indice ASPT	6,974	6,667	6,125	6,667
Indice EPTD	2,583	1,362	1,255	1,000
Indice GOLD	0,792	0,832	0,902	0,477
N° famiglie	18	9	8	10
Indice EPT	10	6	5	6
Indice di Shannon	1,662	1,199	0,969	1,212

**Tabella 3-13: risultati dell'applicazione dell'Indice STAR\_ICMi nella stazione intermedia**

STAR_ICMi	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
Punteggio	0,711	0,641	0,654
Giudizio	buono	sufficiente	sufficiente
Punteggio medio	0,669		
Giudizio medio	sufficiente		

Nel campionamento di marzo la comunità è risultata formata da 11 *taxa* dei quali 2 di Plecotteri, 4 di Efemerotteri, uno di Tricotteri e 3 di Ditteri; la densità della comunità macrobentonica è pari a 3028 individui/m<sup>2</sup>. Numericamente dominano Efemerotteri del genere *Baetis* con il 58,7% degli individui totali, seguiti dai Plecotteri del genere *Leuctra* con il 22,2%, e dai Ditteri Chironomidae con il 10,9%.

Nel campionamento di settembre la comunità è risultata formata sempre da 11 *taxa* dei quali 2 di Plecotteri, 4 di Efemerotteri, uno di Tricotteri, 2 di Ditteri e uno di Oligocheti; la densità della comunità macrobentonica si riduce a 328 individui/m<sup>2</sup>. Numericamente dominano Efemerotteri del genere *Baetis* con il 75,0% degli individui totali, seguiti dai Tricotteri Rhyacophilidae con il 9,1%.

Nel campionamento di dicembre la comunità è risultata ancora formata da 11 *taxa* dei quali 3 di Plecotteri, 3 di Efemerotteri, uno di Tricotteri e 4 di Ditteri; la densità della comunità macrobentonica risale a 1451 individui/m<sup>2</sup>. Numericamente prevalgono dai Ditteri della famiglia Chironomidae con il 49,2% degli individui totali, seguiti dagli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 31,6% e dai Plecotteri del genere *Leuctra* con il 14,1%.



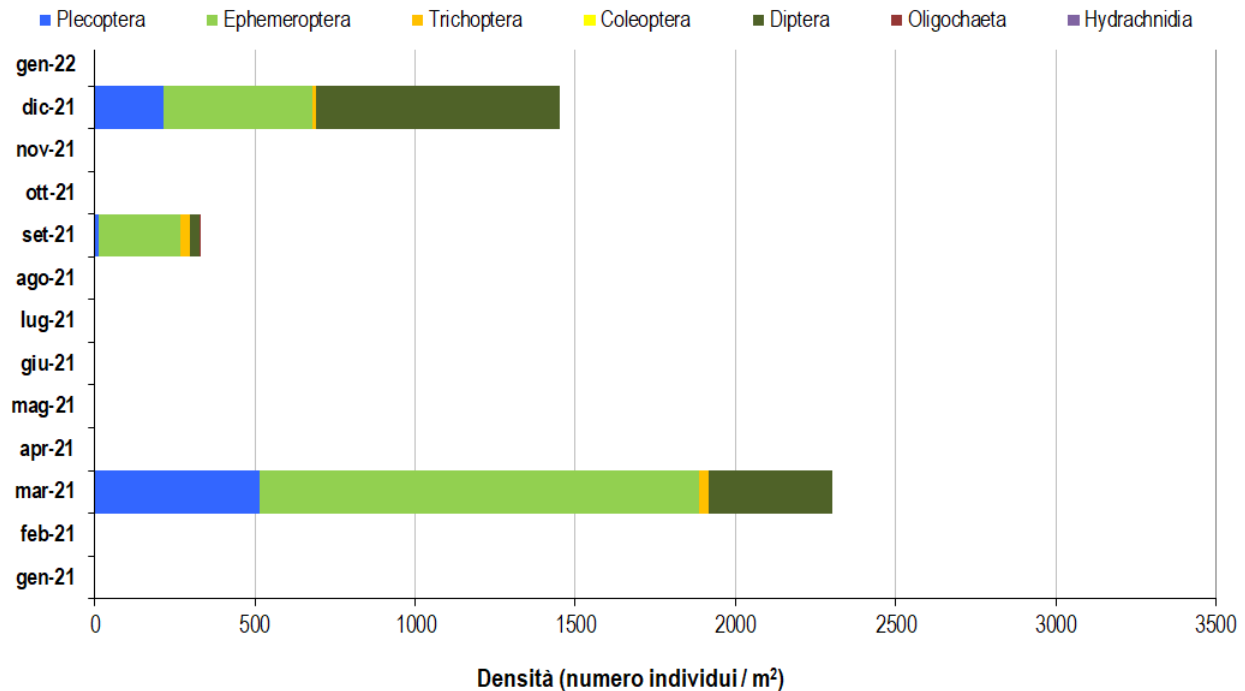


Figura 3-10: composizione della comunità macrobentonica del tratto di studio nella stazione intermedia

Tabella 3-14: risultati dei campionamenti di macroinvertebrati del tratto di studio nella stazione intermedia

Data			08-mar-21	30-set-21	21-dic-21	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	N° individui			%		
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	511	0	205	22,2	0,0	14,1
Plecoptera	Nemouridae	<i>Nemoura</i>	1	0	0	0,0	0,0	0,0
Plecoptera	Nemouridae	<i>Protonemura</i>	0	8	5	0,0	2,4	0,3
Plecoptera	Perlidae	<i>Perla</i>	0	3	6	0,0	0,9	0,4
Plecoptera	Taeniopterygidae	<i>Brachyptera</i>	2	0	0	0,1	0,0	0,0
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i>	1352	246	458	58,7	75,0	31,6
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	1	6	0	0,0	1,8	0,0
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	6	2	2	0,3	0,6	0,1
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Rhithrogena</i>	14	1	2	0,6	0,3	0,1
Trichoptera	Rhyacophilidae	-	29	30	14	1,3	9,1	1,0
Diptera	Chironomidae	-	251	0	714	10,9	0,0	49,2
Diptera	Limoniidae	-	39	11	41	1,7	3,4	2,8
Diptera	Simuliidae	-	98	20	2	4,3	6,1	0,1
Diptera	Tipulidae	-	0	0	2	0,0	0,0	0,1
Oligochaeta	Lumbriculidae	-	0	1	0	0,0	0,3	0,0
<b>TOTALE</b>			<b>2304</b>	<b>328</b>	<b>1451</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### 3.2.4 Fauna ittica

Il censimento effettuato nel mese di settembre 2021 ha riguardato un tratto lungo 100 m e largo 14,6 m. Come a monte, l'unica specie presente è risultata la trota fario, con una densità di popolazione non particolarmente elevata pari a 699 individui/ha e una biomassa pari a 32,0 kg/ha. La struttura di popolazione è abbastanza equilibrata, con una buona proporzione tra le classi di età giovanili; sono scarsi gli adulti di media taglia, presumibilmente per via del prelievo aleutico.

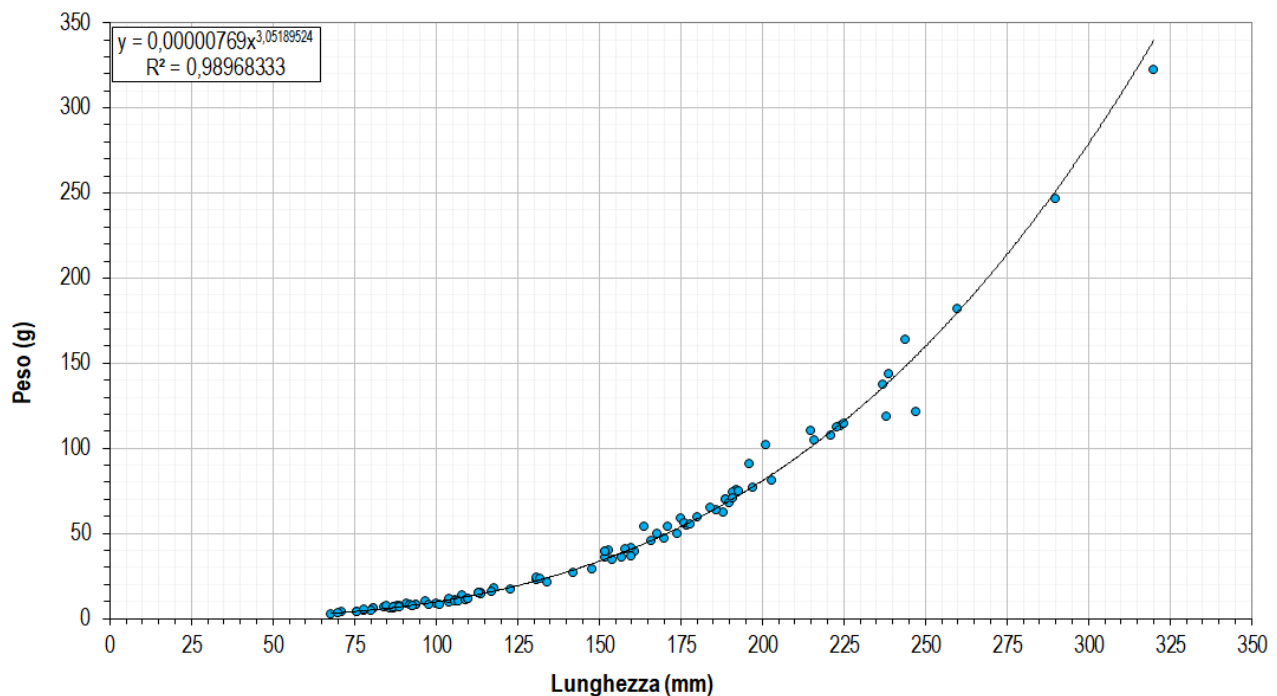


Figura 3-11: relazione lunghezza – peso per la trota fario nella stazione intermedia

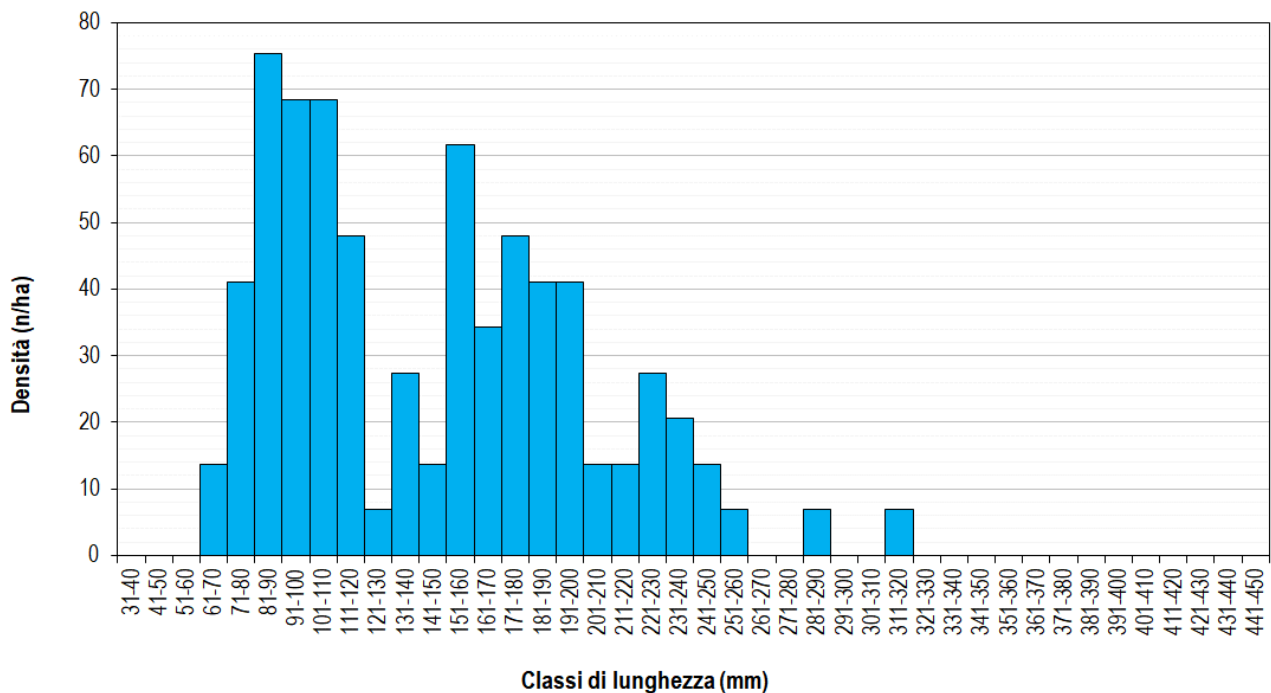


Figura 3-12: struttura di popolazione della trota fario nella stazione intermedia





**Figura 3-13: trote fario catturate nel campionamento ittico nel tratto intermedio**



### 3.3 Stazione di valle

In questo paragrafo sono presentati i risultati del monitoraggio nella stazione di valle.



Figura 3-14: il tratto di valle nel marzo 2021



Figura 3-15: il tratto di valle nel settembre 2021





**Figura 3-16: il tratto di valle nel dicembre 2021**

### 3.3.1 Qualità chimico – fisica - microbiologica delle acque

Come si evince dai risultati presentati nelle tabelle seguenti, lo stato chimico - fisico delle acque è ottimale in tutti e 3 i campionamenti, con una classe LIMeco “elevata”, confermando quanto già osservato nei tratti precedenti; rispetto a questi l'incremento a dicembre di Coliformi totali e di *Escherichia coli* è assai meno marcato.

**Tabella 3-15: risultati delle analisi sulla qualità chimico – fisica nella stazione di valle**

Data	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
Temperatura acqua (°C)	4,5	8,4	1,7
pH	8,05	8,49	8,52
Conducibilità (µS/cm)	694	636	963
Ossigeno disciolto (mg/l)	12,2	10,6	12,2
Saturazione ossigeno (%)	102,2	101,1	99,1
Deficit saturazione ossigeno (%)	-2,2	-1,1	0,9
BOD <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> )	1,38	1,27	2,5
COD (mg/l O <sub>2</sub> )	<5,0	<5,0	<5,0
Azoto ammoniacale (N - mg/l)	0,060	<0,015	0,018
Azoto nitrico (N - mg/l)	0,253	<0,230	0,430
Fosforo totale (P - mg/l)	0,015	0,010	0,035
Coliformi totali (MPN/100ml)	1565	2495	10462
<i>Escherichia coli</i> (MPN/100ml)	683	888	1296

**Tabella 3-16: risultati dell'applicazione dell'Indice LIMeco nella stazione di valle**

Data	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
LIMeco Deficit saturazione O <sub>2</sub>	1,000	1,000	1,000
LIMeco Azoto ammoniacale	0,500	1,000	1,000
LIMeco Azoto nitrico	1,000	1,000	1,000
LIMeco Fosforo totale	1,000	1,000	1,000
LIMeco punteggio	0,875	1,000	1,000
LIMeco giudizio	elevato	elevato	elevato
LIMeco punteggio medio annuo	0,958		
LIMeco giudizio medio annuo	elevato		



### 3.3.2 Qualità biologica – macroinvertebrati e indice STAR\_ICMi

Dai risultati dei campionamenti si evince che il tratto di monte si classifica con un giudizio STAR\_ICMi “buono” il mese di marzo, “elevato” a settembre e “sufficiente” a dicembre; il valore medio si colloca in uno stato “buono”.

**Tabella 3-17: substrati e flussi per le repliche dei campionamenti STAR\_ICMi nella stazione di valle**

08-mar-21		30-set-21		21-dic-21	
substrato	flusso	substrato	flusso	substrato	flusso
MGL	CH	MGL	CH	MGL	CH
MGL	UW	MGL	CH	MGL	CH
MAC	BW	MGL	CH	MAC	BW
MAC	UW	MAC	BW	MAC	UW
MES	UW	MAC	BW	MAC	BW
MES	UW	MAC	BW	MES	BW
MES	BW	MAC	UW	MES	RP
MES	BW	MES	BW	MES	RP
GHI	UW	MES	UW	MIC	UW
GHI	RP	MIC	RP	MIC	UW

**Tabella 3-18: risultati dell'applicazione delle metriche dell'Indice STAR\_ICMi nella stazione di valle**

Metrica	Valori di riferimento	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
Indice ASPT	6,974	6,667	6,471	5,714
Indice EPTD	2,583	1,255	2,127	0,602
Indice GOLD	0,792	0,769	0,845	0,386
N° famiglie	18	12	22	9
Indice EPT	10	6	10	4
Indice di Shannon	1,662	1,341	1,849	1,227

**Tabella 3-19: risultati dell'applicazione dell'Indice STAR\_ICMi nella stazione di valle**

STAR_ICMi	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
Punteggio	0,729	0,962	0,517
Giudizio	buono	elevato	sufficiente
Punteggio medio	0,736		
Giudizio medio	buono		

Nel campionamento di marzo la comunità è risultata formata da 13 *taxa* dei quali 2 di Plecotteri, 3 di Efemerotteri, 2 di Tricotteri, 5 di Ditteri e una di Nematomorfi; la densità della comunità macrobentonica è pari a 944 individui/m<sup>2</sup>. Numericamente dominano gli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 54,0% degli individui totali, seguiti dai Plecotteri del genere *Leuctra* con il 18,6% e dai Ditteri Chironomidae con il 16,7%.

Nel campionamento di settembre la comunità è risultata formata da ben 26 *taxa* dei quali 6 di Plecotteri, 4 di Efemerotteri, 4 di Tricotteri, 3 di Coleotteri, 7 di Ditteri, uno di Gasteropodi e uno di Nematodi; la densità della comunità macrobentonica è pari a 737 individui/m<sup>2</sup>. Numericamente gli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 47,5% degli individui totali, seguiti dai Plecotteri del genere *Protonemura* con il 12,8 e dai Tricotteri Rhyacophilidae con il 12,6%.

Nel campionamento di dicembre la comunità scende a soli 9 *taxa* dei quali 2 di Plecotteri, uno di Efemerotteri, uno di Tricotteri, 4 di Ditteri e uno di Idracarini; la densità della comunità macrobentonica è pari a 806

individui/m<sup>2</sup>. Numericamente prevalgono i Ditteri della famiglia Chironomidae con il 53,8% degli individui totali, seguiti dagli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 22,7% e dai Plecotteri del genere *Leuctra* con il 14,5%.

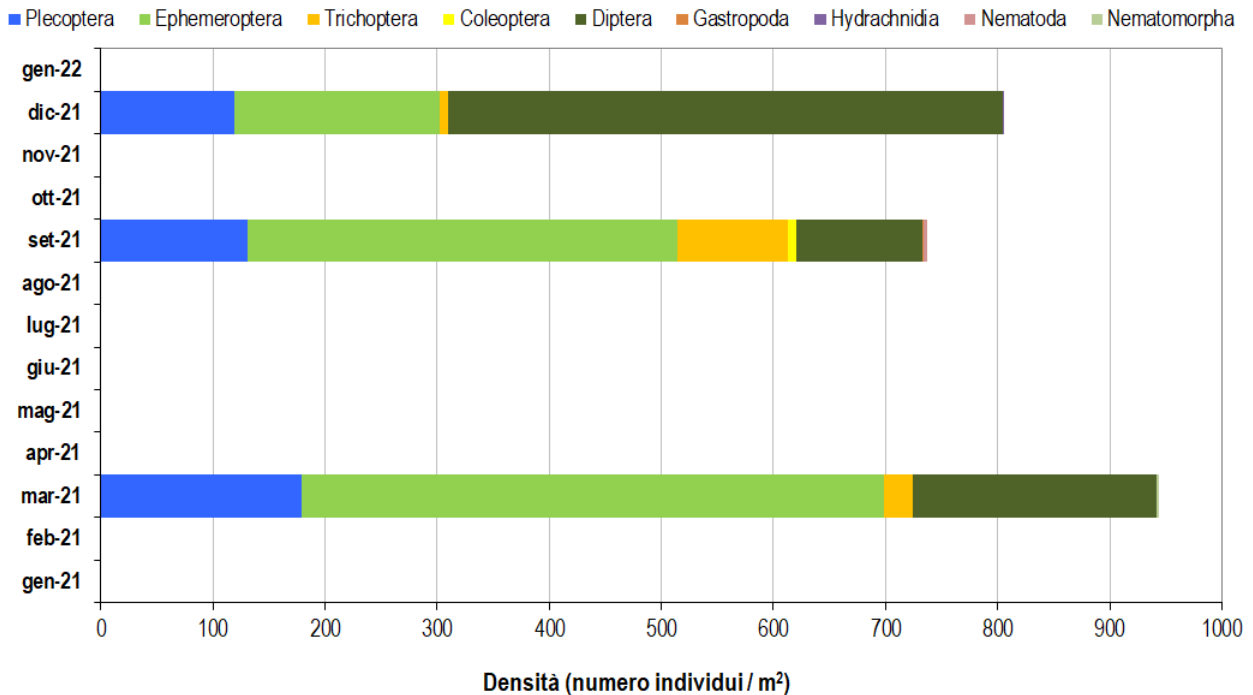


Figura 3-17: composizione della comunità macrobentonica del tratto di studio nella stazione di valle

Tabella 3-20: risultati dei campionamenti di macroinvertebrati del tratto di studio nella stazione di valle

Data			08-mar-21	30-set-21	21-dic-21	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	N° individui			%		
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	176	26	117	18,6	3,5	14,5
Plecoptera	Nemouridae	<i>Protonemura</i>	0	94	2	0,0	12,8	0,2
Plecoptera	Perlidae	<i>Dinocras</i>	0	1	0	0,00	0,14	0,00
Plecoptera	Perlidae	<i>Perla</i>	0	4	0	0,0	0,5	0,0
Plecoptera	Perlodidae	<i>Isoperla</i>	0	5	0	0,0	0,7	0,0
Plecoptera	Perlodidae	<i>Perlodes</i>	3	1	0	0,3	0,1	0,0
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i>	510	350	183	54,0	47,5	22,7
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	5	28	0	0,5	3,8	0,0
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	0	1	0	0,00	0,14	0,00
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Rhithrogena</i>	5	4	0	0,5	0,5	0,0
Trichoptera	Hydropsychidae	-	0	2	0	0,00	0,27	0,00
Trichoptera	Limnephilidae	-	6	3	0	0,6	0,4	0,0
Trichoptera	Rhyacophilidae	-	19	93	8	2,0	12,6	1,0
Trichoptera	Sericostomatidae	-	0	1	0	0,00	0,14	0,00
Coleoptera	Dytiscidae	-	0	1	0	0,0	0,1	0,0
Coleoptera	Elmidae	-	0	1	0	0,00	0,14	0,00
Coleoptera	Hydraenidae	-	0	5	0	0,00	0,68	0,00
Diptera	Chironomidae	-	158	28	434	16,7	3,8	53,8
Diptera	Empididae	-	1	2	1	0,1	0,3	0,1
Diptera	Limoniidae	-	53	27	59	5,6	3,7	7,3
Diptera	Muscidae	-	0	10	0	0,00	1,36	0,00
Diptera	Psychodidae	-	3	2	0	0,3	0,3	0,0



Data			08-mar-21	30-set-21	21-dic-21	08-mar-21	30-set-21	21-dic-21
GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	N° individui			%		
Diptera	Simuliidae	-	3	43	1	0,3	5,8	0,1
Diptera	Stratiomyidae	-	0	1	0	0,00	0,14	0,00
Gastropoda	Valvatidae	-	0	1	0	0,00	0,14	0,00
Hydrachnidia	Hydracarina	-	0	0	1	0,00	0,00	0,12
Nematoda	Mermithidae	-	0	3	0	0,00	0,41	0,00
Nematomorpha	Gordiidae	-	2	0	0	0,21	0,00	0,00
<b>TOTALE</b>			<b>944</b>	<b>737</b>	<b>806</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### 3.3.3 Fauna ittica

Il censimento effettuato nel mese di settembre 2021 ha riguardato un tratto lungo 100 m e largo 10,3 m. L'unica specie presente è risultata la trota fario, con una densità di popolazione modesta, pari a 408 individui/ha e una biomassa pari a 30,5 kg/ha. Anche in questo tratto, come nel precedente, la struttura di popolazione è abbastanza equilibrata, con una buona proporzione tra le classi di età giovanili e scarseggiano gli adulti di media taglia, presumibilmente per via del prelievo alieutico.

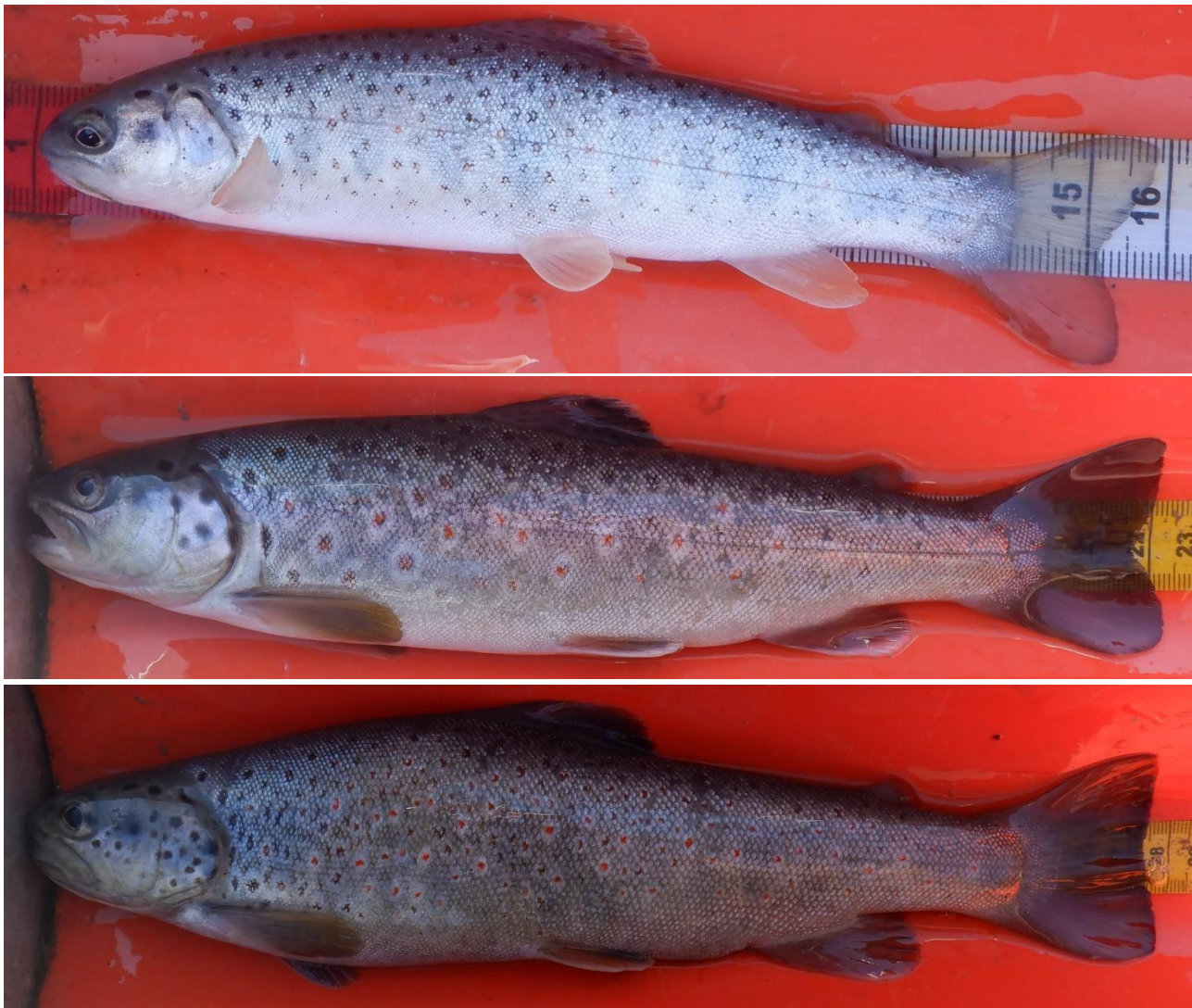


Figura 3-18: trote fario catturate nel campionamento ittico nel tratto di valle

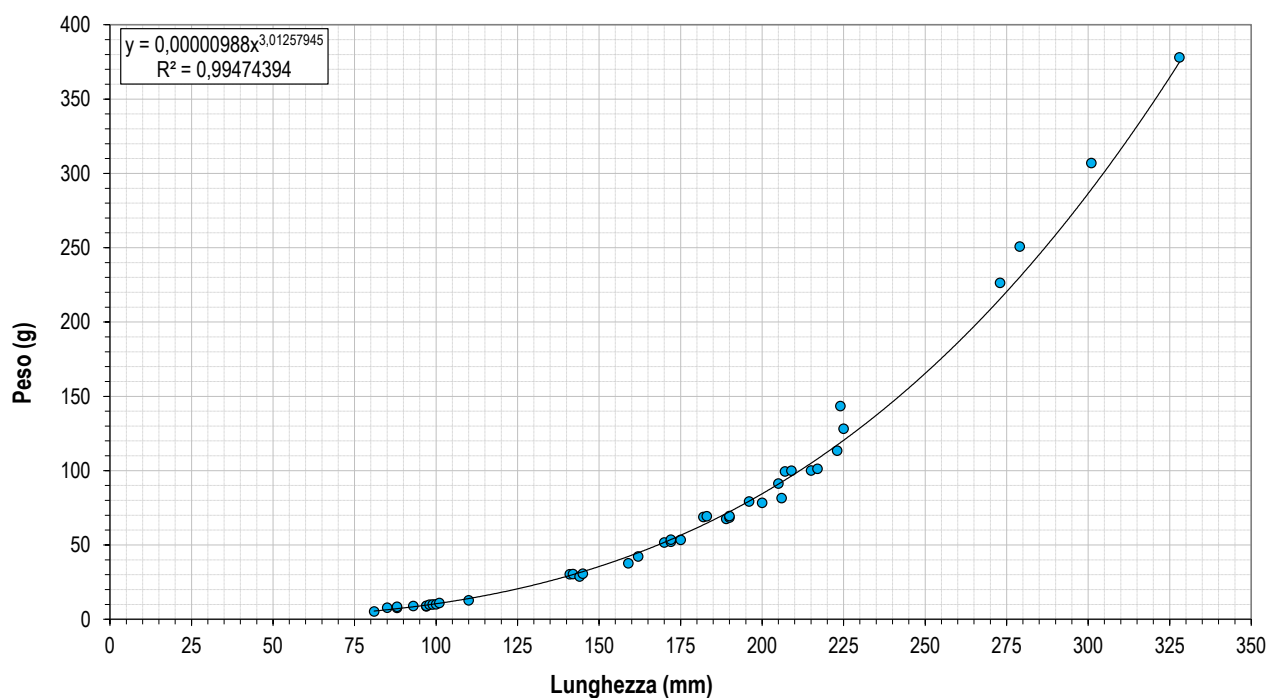


Figura 3-19: relazione lunghezza – peso per la trota fario nella stazione di valle

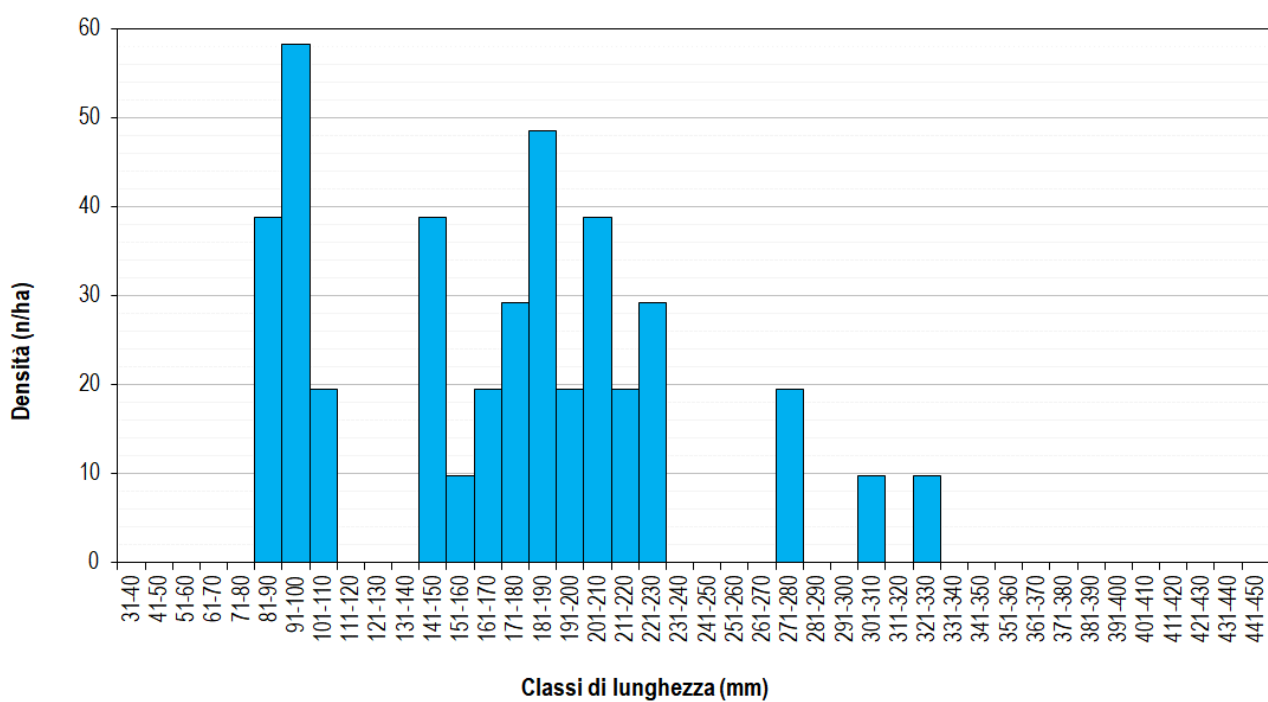


Figura 3-20: struttura di popolazione della trota fario nella stazione di valle



## 4 CONCLUSIONI

Le indagini ambientali effettuati nel 2021 hanno riguardato misure di portata fino all'avvio dell'impianto, campionamenti per il monitoraggio della qualità delle acque secondo l'indice LIMeco e, per quanto riguarda le componenti biologiche, campionamenti di macroinvertebrati per l'applicazione dell'indice STAR\_ICMi e di fauna ittica. Il primo monitoraggio, nel mese di marzo, si è svolto ancora in fase di corso d'opera, mentre quelli del mese di settembre e dicembre sono riferiti alla fase di esercizio, che ha avuto avvio nel mese di luglio 2021.

I risultati ottenuti si possono così sintetizzare:

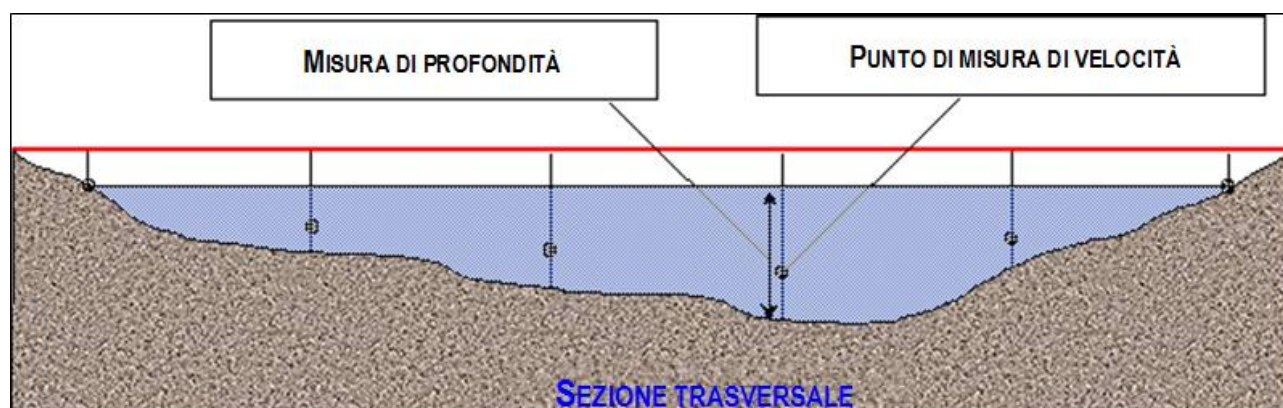
- Le misure di portate in alveo nel tratto derivato, in presenza di prelievo, hanno evidenziato valori nell'ordine di grandezza del DMV previsto.
- L'applicazione dell'indice LIMeco mostra il raggiungimento di una classe di qualità "elevata" in tutte le date di indagine e in tutte e 3 le stazioni.
- L'analisi microbiologica ha evidenziato picchi stagionali di *Escherichia coli* a fine dicembre, presumibilmente in corrispondenza dell'afflusso turistico per le vacanze invernali, nella stazione di monte e in quella intermedia.
- L'applicazione dell'indice STAR\_ICMi ha evidenziato uno stato "buono" in tutti i campionamenti del tratto di monte. Il tratto intermedio è risultato "buono" a marzo e "sufficiente" a settembre e dicembre, con giudizio medio "sufficiente". Il tratto a valle della centrale è risultato "buono" a marzo, "elevato" a settembre e "sufficiente" a dicembre, con un giudizio medio "buono". In termini di densità in tutte le stazioni i valori massimi sono stati osservati a marzo e quelli minimi a settembre. Il notevole trasporto solido e movimento della granulometria di fondo comporta una situazione di scarsa stabilità del popolamento bentonico.
- In tutti i tratti l'unica specie ittica presente è risultata la trota fario, specie alloctona di interesse esclusivamente alieutico, con densità non particolarmente elevate e strutture di popolazione abbastanza equilibrate.

## 5 ALLEGATO METODOLOGICO

Le attività di monitoraggio sono state effettuate secondo quanto previsto dalle metodiche di indagine delle acque correnti messe a punto e pubblicate a cura di APAT/ISPRA e disponibili nel sito <http://www.isprambiente.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-parte-i> e secondo le indicazioni riportate nel Decreto Ministeriale 260/2010.

### 5.1 Misure di portata mediante metodo correntometrico

I dati di portata sono stati ricavati sulla base del metodo correntometrico, che prevede la misurazione della velocità effettuata lungo le verticali all'interno dell'alveo bagnato mediante correntometro seguendo le indicazioni delle norme UNI EN ISO 748:2008.



**Figura 5-1. Punti di misurazione della velocità e profondità dell'acqua**

In acque poco profonde è possibile stimare il valore della velocità media sulla colonna d'acqua con una singola misura fatta alla profondità del 60% rispetto alla profondità totale. In acque a maggiore profondità si eseguono in genere due misure (una al 20% e un'altra all'80% della totale), che vengono poi mediate; nel caso di acque particolarmente turbolente e profonde è consigliabile fare tre misure (al 20%, al 60% e all'80% della profondità totale) e poi mediarle secondo la formula:

$$V_m = \frac{(v_{0.8} + 2v_{0.6} + v_{0.2})}{4}$$

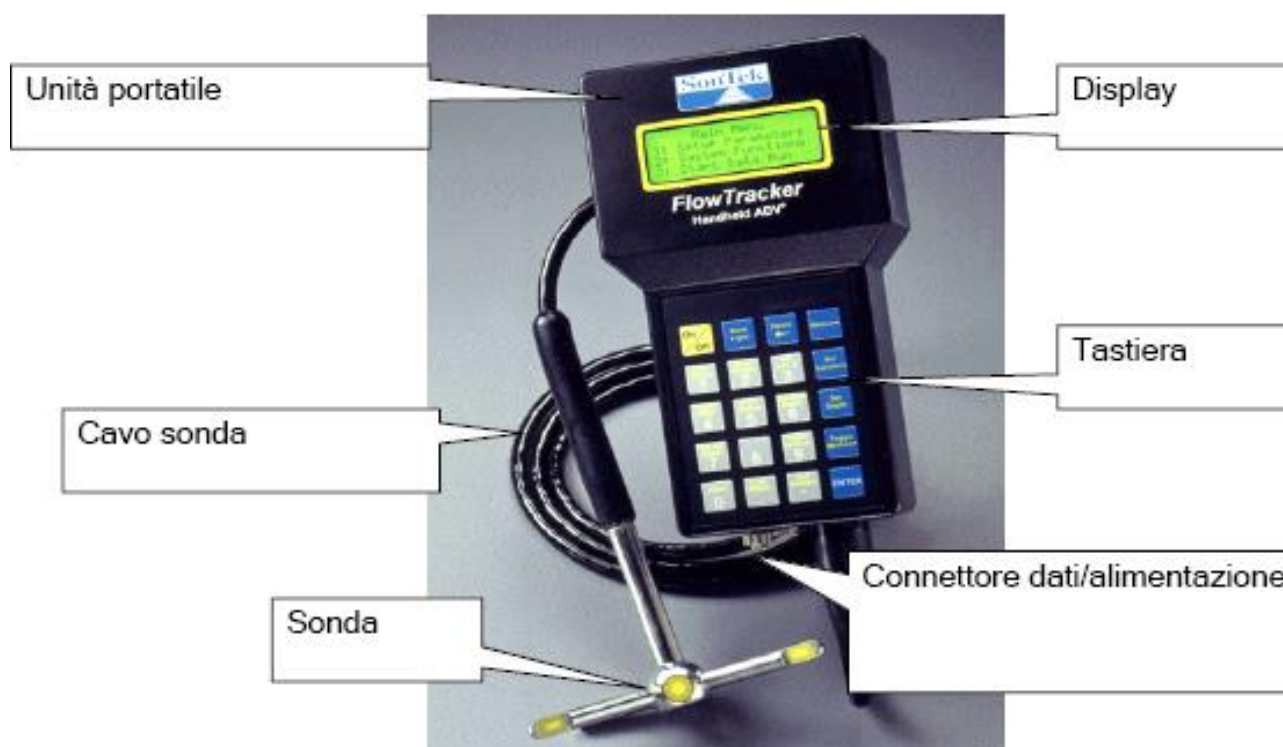
dove  $V_m$  = velocità media;

- $v_{0.8}$  = velocità misurata all'80% della distanza dalla superficie;
- $v_{0.6}$  = velocità misurata al 60% della distanza dalla superficie;
- $v_{0.2}$  = velocità misurata al 20% della distanza dalla superficie.

La rilevazione della velocità di corrente è stata effettuata utilizzando un **correntometro "Sonteck/YSI FlowTracker"**

Lo strumento, che utilizza la tecnologia Acoustic Doppler Velocimeter (ADV), usa il principio Doppler, misurando lo spostamento di frequenza del suono riflesso dalle particelle in sospensione (sostanza in sospensione, piccoli organismi, bollicine). Nella figura che segue viene raffigurata l'unità portatile utilizzata.

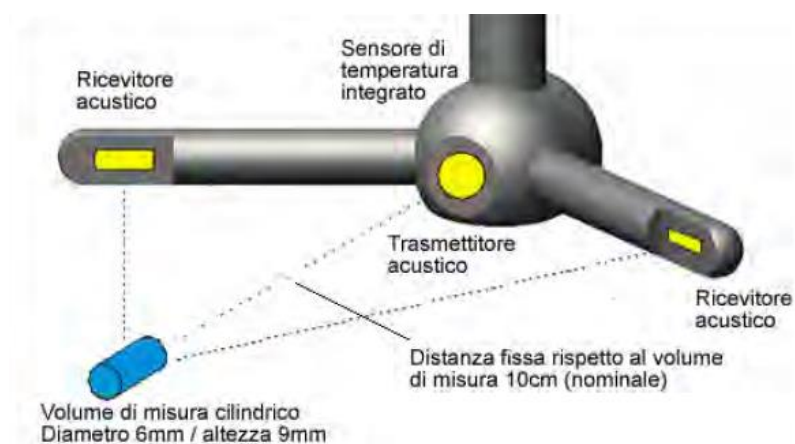




**Figura 5-2: unità portatile del misuratore di portata Sonteck/YSI FlowTracker**

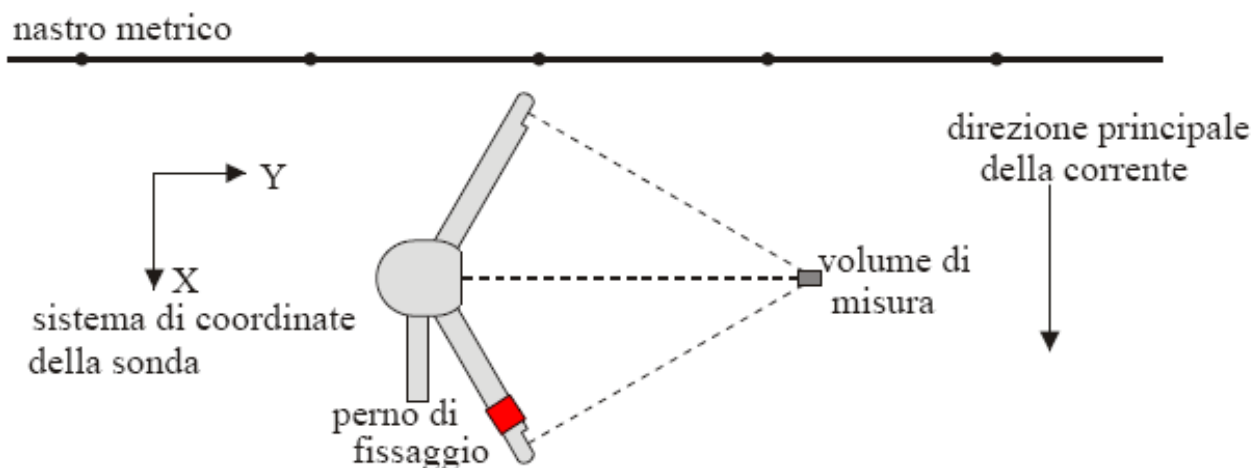
La sonda 2D (Figura 5-3) è composta da un trasmettitore acustico e da due ricevitori acustici e possiede un sensore di temperatura integrato.

Il trasmettitore genera un impulso sonoro breve a frequenza definita, che viene riflesso dalle particelle contenute nel volume di misura; i ricevitori acquisiscono il segnale riflesso e lo strumento misura, per ogni ricevente, il cambiamento di frequenza (effetto Doppler).



**Figura 5-3: sonda ad ultrasuoni del misuratore di portata Sonteck/YSI FlowTracker**

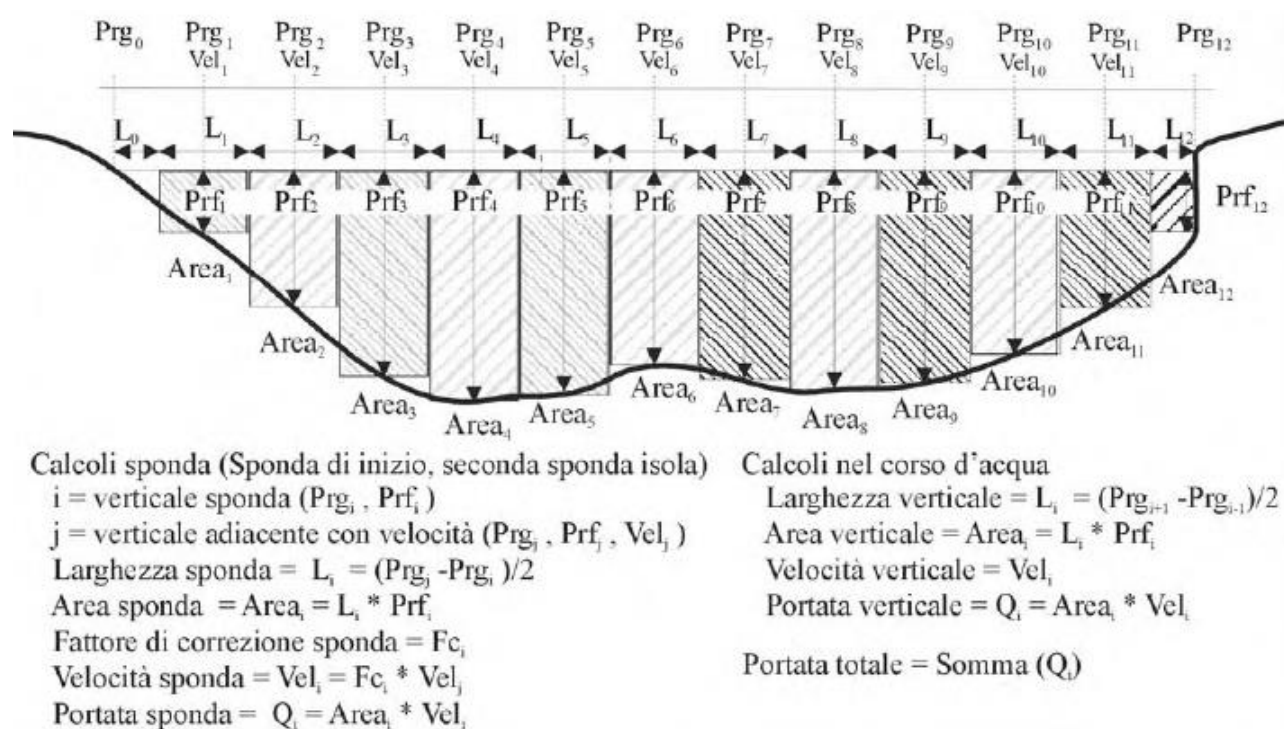
Per effettuare la misura la sonda deve essere posizionata in maniera corretta, come raffigurato di seguito.



**Figura 5-4: posizionamento dello strumento di misura lungo la sezione di misurazione**

Lo strumento, per ogni punto di misura, acquisisce la progressione orizzontale utilizzata per spostarsi da una sponda all'altra, la velocità, la profondità e una serie di dati (errore standard della velocità, rapporto segnale-rumore SNR, filtro picchi, angolo di flusso e monitoraggio condizioni CQ) per valutare la qualità delle informazioni registrate.

Il metodo utilizzato per il calcolo della portata è quello della Sezione Centrale (Mid-section methods), utilizzato dal *United States Geological Survey (USGS)*, rappresentato schematicamente in Figura 5-5.



**Figura 5-5: rappresentazione grafica del metodo della sezione centrale per il calcolo delle portate**



Lo strumento registra in campo tutti i dati immessi e rilevati ed elabora i risultati in sede di rilievo. Non è possibile, anche a garanzia della veridicità delle misurazioni svolte, modificare i dati immessi e criteri di calcolo in una fase successiva.

Lo strumento restituisce all'utente finale i dati rilevati sotto forma di:

- tabella delle misurazioni svolte su ciascuna verticale;
- grafico della velocità di corrente su ciascuna verticale;
- grafico dell'andamento della profondità e posizione del punto di misura lungo la verticale;
- grafico del contributo percentuale di ciascuna sottosezione alla portata totale.

Il programma diagnostico per verificare la qualità del dato acquisito e, di conseguenza, il risultato finale è BeamCheck. Esso fornisce una tabella di sintesi degli errori e delle anomalie rilevate in ciascuna misurazione ed un grafico che riporta la distribuzione di frequenza del rumore durante le misurazioni.

### 5.1.1 Bibliografia

Norme UNI EN ISO 748:2008: Misurazione della portata di liquidi in canali aperti mediante correntometri o galleggianti.

## 5.2 Monitoraggio della qualità chimico-fisica delle acque

La qualità chimico-fisica delle acque è valutata sia mediante misurazione con sonde portatili da campo sia a seguito di analisi di laboratorio dei campioni di acqua prelevati presso le stazioni di indagine.

### 5.2.1 Misurazioni in campo

La misura dei principali parametri chimico-fisici viene rilevata mediante sonda multiparametrica portatile da campo modello "*Hanna Instruments 9829*", dotata di sensore per la torbidità.

I parametri rilevati in campo sono i seguenti:

- Temperatura (°C);
- pH;
- Ossigeno (% di saturazione e concentrazione espressa in mg/l);
- Conducibilità (µS/cm).

### 5.2.2 Prelievo del campione di acqua e analisi chimico-fisiche delle acque

In corrispondenza di ciascuna stazione di indagine, viene prelevato un campione di acqua mediante utilizzo di apposita bottiglia in polietilene da 500 ml per l'analisi dei seguenti parametri:

- Azoto nitrico (N - mg/l);
- Azoto ammoniacale (N - mg/l);

- Fosforo totale (P - mg/l).

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

I campioni di acqua raccolti nelle bottiglie di polietilene, trattate con acido cloridrico, saranno conservati in frigorifero e sottoposti ad analisi entro 24 ore dal campionamento. In laboratorio, le metodiche analitiche utilizzate sono spettrofotometriche, mediante utilizzo di spettrofotometro marca HACH-LANGHE modello DR3900 con kit di analisi dedicati preconfezionati in cuvette "test in tube".

Le metodiche corrispondono a quelle previste dal manuale 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).



**Figura 5-6. Spettrofotometro Hach Lange DR3900**

I parametri relativi all'ossigeno disciolto e ai nutrienti sono stati utilizzati per calcolare il LIMeco.



Ai sensi del DM 260/2010, sarà applicato l'Indice **LIMeco** (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo Stato Ecologico), che 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.

La procedura prevede che sia calcolato un punteggio sulla base della concentrazione, osservata nel sito in esame, dei macrodescrittori N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, Fosforo totale e Ossigeno disciolto (100 - % di saturazione O<sub>2</sub>). Il LIMeco di ciascun campionamento viene ottenuto 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 5-1. Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco (Tab. 4.1.2/a DM 260/2010-AlI 1)**

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

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

### 5.2.3 Bibliografia

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

APAT, 2007. <http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/metodi-biologici-acque/metodi-corsi-acqua.pdf>.

### 5.3 Coliformi totali e *Escherichia coli*.

La procedura d'analisi avviene con impiego di Colilert®18/Quanti-Tray® per l'enumerazione in MPN e si basa su una tecnologia di substrato definito brevettata IDEXX® (DST\*). Quando i coliformi totali o fecali metabolizzano il nutriente indicatore ONPG di Colilert-18, il campione diventa giallo. Quando l'*E. coli* metabolizza il nutriente-indicatore MUG, il campione presenta anche fluorescenza. Il Colilert-18 è in grado di rilevare simultaneamente questi batteri in concentrazioni di 1 cfu/100 ml entro 18 ore anche se sono presenti addirittura 2 milioni di batteri eterotrofi per 100 ml. La miscela reagente/campione viene inserita in una sacca Quanti-Tray, chiusa mediante sigillatore e messa in incubatrice. Il metodo Quanti-Tray® permette una conta

batterica quantitativa: terminato il tempo di incubazione vengono contati i pozzetti positivi (di colore giallo e che mostrano fluorescenza ai raggi UV) e, con l'ausilio di un'apposita tabella, viene determinato l'MPN dei batteri coliformi e/o *E. coli*.

## 5.4 Monitoraggio della qualità biologica mediante i macroinvertebrati

I macroinvertebrati sono campionati con la metodica multihabitat proporzionale

Per la raccolta degli organismi macrobentonici viene indicato l'utilizzo di un retino immanicato tipo Surber con dimensioni del telaio, generalmente quadrato, di 32 x 32 cm, pari ad un'area di campionamento di 0,1 m<sup>2</sup>, con cono di rete lungo dai 60 agli 80 centimetri e con maglia di 500 µm, dotata di borchiere di raccolta terminale. Trattandosi di un campionamento quantitativo, viene campionata una superficie massima complessiva per ogni indagine pari a 1 m<sup>2</sup>, raggiunta compiendo in ogni stazione 10 repliche di prelievo.



**Figura 5-7: retino immanicato tipo Surber da 32 x 32 cm**

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%; 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. Nelle tabelle qui di seguito sono elencate e descritte le diverse tipologie di microhabitat e di flussi che si possono rinvenire in alveo.

**Tabella 5-2: tipologia di microhabitat**

Microhabitat	Codice	Definizione substrato
Igropetrico	IGR	Igropetrico strato d'acqua su roccia spesso ricoperta da muschi



Microhabitat	Codice	Definizione substrato
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*
Microlithal	MIC	Microlithal ghiaia compresa tra 2 e 6 cm*
Ghiaia	GHI	Ghiaia fine (tra 2 mm e 2 cm)
Sabbia	SAB	Sabbia (tra 6 $\mu$ e 2 mm)
Argilla	ARG	Argilla (minore di 6 $\mu$ m)
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 (Thypha, Carex, Phragmites)
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

**Tabella 5-3: tipologia di flussi (Padmore, 1998 e Buffagni et al., 2004)**

Tipo	Codice	Definizione
Asciutto/No flow	DR	Assenza d'acqua. Ove si consideri un'intera sezione fluviale, (i.e. canale asciutto) essa può manifestarsi, ed è quindi da rilevare, sia in relazione a condizioni naturali sia in relazione all'intervento dell'uomo.
Non percettibile/ No perceptible flow	NP	È caratterizzato da assenza di movimento dell'acqua. È possibile osservarlo anche in fiumi con regime idrico regolamentato, a monte o valle di dighe, oppure in presenza di strutture naturali presenti in alveo, come grossi massi, in grado di rallentare l'acqua. In questi casi c'è il rischio di confondere questo flusso con il flow type "liscio". Se in dubbio, si può introdurre verticalmente un bastoncino in acqua ed osservare gli eventuali cambiamenti della superficie dell'acqua intorno al bastoncino stesso, che non devono manifestarsi se il flow type è "non percettibile".
Liscio/Smooth	SM	Si tratta di un flusso laminare, con superficie dell'acqua priva di turbolenze. Se in dubbio con "non percettibile", il riconoscimento può essere facilitato dall'uso di un bastoncino che, inserito verticalmente in acqua, determinerà, in presenza di questo tipo di flusso, la formazione di piccole onde ai suoi lati.
Increspato/Rippled	RP	La superficie dell'acqua mostra delle piccole increspature simmetriche, generalmente non più alte di un centimetro, che si muovono verso valle. Attenzione: in presenza di vento forte è possibile che i tipi di flusso "liscio" e talvolta anche "non percettibile" appaiano ad un'analisi superficiale come "increspato".
Unbroken standing Waves	UW	La superficie dell'acqua appare disturbata, con un tipico profilo a "schiena di drago". Il fronte dell'onda non è rotto, anche se a volte le creste mostrano la presenza di schiuma bianca.
Broken standing waves	BW	L'acqua sembra scorrere verso monte, contro corrente. Perché le onde possano essere definite "rotte" è necessario che ad esse siano associate creste bianche e disordinate.
Chute	CH	L'acqua scorre aderente al substrato, con una dolce curvatura
Flusso caotico/ Chaotic flow	CF	È un misto di tre tra i flussi più veloci (per esempio FF, CH, BW e UW), in cui nessuno sia predominante.
Upwelling	UP	Questo flow type è caratterizzato da acqua che sembra in ebollizione, con 'bolle' che arrivano in superficie da porzioni più profonde del fiume. Tale aspetto è dovuto spesso alla presenza di forti flussi che risalgono dal letto del fiume, disturbando la superficie dell'acqua. Si trova generalmente all'uscita di stretti meandri, dietro a strutture presenti nel canale (per esempio i piloni di sostegno dei ponti) o ai piedi di cascate, toboga, briglie o chiuse. Questo flow type è spesso associato alle "pool" presenti nel fiume; a volte, può determinare erosione laterale delle sponde e.g. in aree di meandro.

Tipo	Codice	Definizione
Cascata/Free fall	FF	L'acqua cade verticalmente, ed è visibilmente separata dal substrato sottostante o retrostante. Questo flow type è generalmente associato a cascate naturali.

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, sono operate 10 repliche, utilizzando il retino Surber avente come area di prelievo 0,1 m<sup>2</sup>, totalizzando una superficie complessiva di 1 m<sup>2</sup> per stazione. La metodica consente di riunire in un unico contenitore il risultato delle singole repliche, anche se, per semplificare le operazioni di smistamento degli organismi dalle parti vegetali e minerali più fini, è consentito trattare alcuni sub campioni raccolti (es. argilla sabbia, CPOM ecc.) separatamente.

Il campione viene sortato e riconosciuto in vivo; gli organismi che richiedono ausili ottici per la classificazione vengono fissati e portati in laboratorio.

Parallelamente al campionamento dei macroinvertebrati, al fine di una più precisa caratterizzazione della stazione, vengono 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).

**Tabella 5-4: limiti per la definizione delle "Unità Sistematiche"**

Gruppi tassonomici	Livelli di determinazione tassonomica a cui identificare le "Unità sistematiche"
Plecoteri	Genere
Efemeroteri	Genere
Tricotteri	Genere
Coleoteri	Famiglia
Odonati	Genere
Ditteri	Famiglia
Eteroteri	Famiglia
Crostacei	Famiglia
Gasteropodi	Famiglia
Bivalvi	Famiglia

Gruppi tassonomici	Livelli di determinazione tassonomica a cui identificare le "Unità sistematiche"
Tricladi	Genere
Irudinei	Genere
Oligocheti	Famiglia

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 *et al*, 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 ai 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 campo e viene informatizzato esprimendo, per ogni famiglia, l'abbondanza in termini di densità/m<sup>2</sup>.

È successivamente applicato a questi dati l'indice STAR\_ICMi (Indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione), che consente la classificazione dello stato di un corso d'acqua in base alla comunità macrobentonica rinvenuta. 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.

**L'indice ASPT** (Armitage *et al.*, 1983) è stato sviluppato per monitorare gli effetti dell'inquinamento di natura organica su un corso d'acqua. Esso considera una lista di 85 famiglie di organismi macrobentonici, cui assegna un punteggio da 1 (per organismi tolleranti) a 10 (per organismi sensibili) in base al loro livello di sensibilità agli inquinanti organici. Il punteggio finale è dato dalla somma dei punteggi delle famiglie presenti, diviso il numero totale delle famiglie campionate: più alto è il punteggio, migliore è la qualità dell'acqua del fiume.

**L'indice EPTD** valuta invece l'abbondanza di alcuni *taxa* di Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri e Ditteri, la cui presenza e quantità sono considerate indici di buona qualità ambientale.

**L'Indice GOLD** si basa invece sull'abbondanza relativa di Gasteropodi, Oligocheti, Ditteri, che nel complesso sono ritenuti indicatori di scarsa qualità ambientale; maggiore è la loro proporzione nel campione e minore è il valore di questo indice.

**Il numero di famiglie e il numero di famiglie EPT** si riferiscono rispettivamente al numero di famiglie complessivo del campione e al numero di famiglie di Efemerotteri, Plecotteri e Tricotteri; il primo è pertanto indicatore della diversità complessiva della comunità macrobentonica, il secondo è riferito più nello specifico ai gruppi considerati più esigenti in termini di qualità ambientale. In entrambi i casi, maggiore è il valore e maggiore è la qualità del sito monitorato.

**L'indice di diversità di Shannon-Wiener** valuta la proporzione di organismi che appartengono a ciascuno dei *taxa* che costituiscono la comunità. Il risultato è tanto più elevato tanto più essa si presenta diversificata (numero elevato di *taxa*) e bilanciata (assenza di *taxa* numericamente dominanti sugli altri), con un valore che va da 0 a infinito (in genere si colloca tra 1,5 e 3,5). Si basa infatti sul presupposto che un sito integro ospita una elevata diversità faunistica, senza *taxa* numericamente dominanti.



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), che assume valori compresi tra 0 e 1.

**Tabella 5-5: 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	$\log_{10}$ (Sel_EPTD +1)	$\log_{10}$ (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, 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

L'Indice STAR\_ICMi viene calcolato tramite il software MacrOper.ICM vers. 1.0.5.

I valori di riferimento utilizzati i corsi d'acqua indagati, desunti dal D.M. 260/2010, sono quelli relativi all'area geografica *Alpina (Alpi occidentali)*, macrotipo fluviale A2, i cui limiti di classe i seguenti.

Limiti classe	Giudizio
> 0,95	Elevato
0,71 – 0,95	Buono
0,48 – 0,71	Sufficiente
0,24 – 0,48	Scarso
< 0,24	Cattivo

#### 5.4.1 Bibliografia

**Buffagni A., Erba S., Armanini D., Demartini D. & Somarè S., 2004.** Aspetti idromorfologici e carattere lenticolo-lotico dei fiumi mediterranei: River Habitat Survey e descrittore LRD. Quad. Ist. Ric. Acque, Roma 122: 41-64.

**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).

**Buffagni A., Erba S., Aquilano G., Armanini D.G., Beccari di 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).

**Buffagni A., Erba S., Aste F., Mignuoli C., Scanu G., Sollazzo C. & Pagnotta R., 2008.** Criteri per la selezione di siti di riferimento fluviali per la Direttiva 2000/60/EC. *Notiziario dei Metodi Analitici numero speciale (2008)*, CNR-IRSA, Brugherio (MI).

**Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F., Furse, M.T., 1983.** The performance of a new biological water quality scores system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.*, 17, 333–347.

**ISPRA, 2014.** Metodi Biologici per le acque superficiali interne. *Manuali e Linee Guida* 111/2014.

**Padmore C.L., 1998.** The role of physical biotopes in determining the conservation status of flow requirements of British rivers. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 1: 25-35.

## 5.5 Studio della comunità ittica

La raccolta dei dati di campo sulla fauna ittica è svolta mediante pesca elettrica. Si tratta del 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 è 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 trasporta i pesci catturati nei contenitori per lo stoccaggio provvisorio in attesa degli esami.

Sono impiegati elettrostorditori spallabili con motore a scoppio modello "Ittiosanitaria ELT-IIE" da 1300 W.

I pesci catturati sono sottoposti alle seguenti determinazioni:

- Identificazione della specie di appartenenza.
- Misura della lunghezza totale - cioè dall'apice del muso all'estremità della coda tenuta distesa - mediante un apposito strumento, l'ittiometro, con un'approssimazione di  $\pm 1$  mm.
- Peso, mediante bilancia elettronica, con un'approssimazione di  $\pm 0.1$  g ( $\pm 1$  g per le specie di peso maggiore di 0.5 kg).

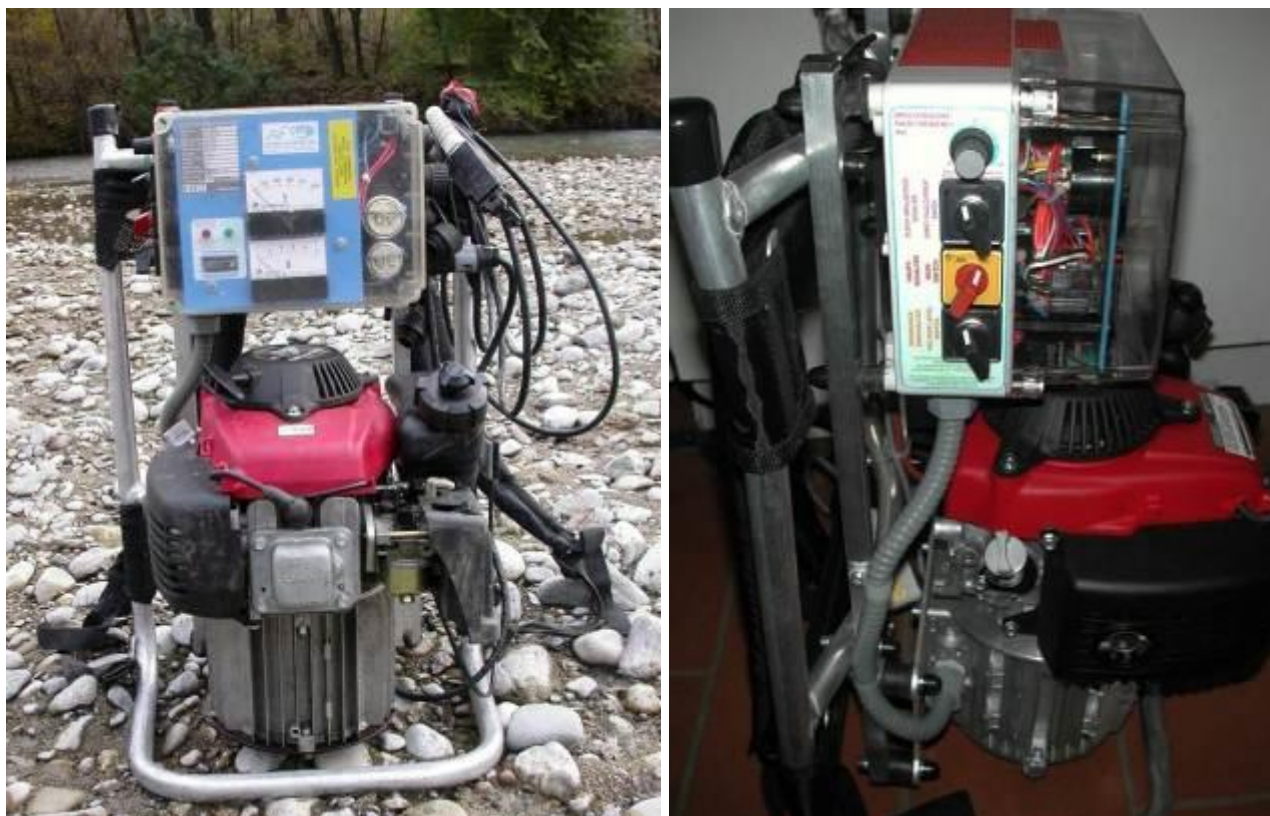


Figura 5-8: elettrostorditore spallabile da 1300 W

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.
- **Densità delle diverse specie ittiche**, calcolata come numero di pesci catturati rapportato alla superficie del tratto di corso d'acqua campionato. Questo parametro è un indice della quantità di pesci presenti;



confrontando le densità ittiche di vari tratti si può stabilire dove il numero di pesci è adeguato alle potenzialità ambientali e dove invece è inferiore.