



**DEFINIZIONE DELLA RISPOSTA DEL  
COMPARTO ITTICO ALLE DIFFERENTI  
TIPOLOGIE D'INTERVENTO IN ALVEO  
(bacini del Chisone e della Dora Riparia)**

**Torino, gennaio 2005**



**Area Ambiente, Parchi, Risorse Idriche  
e Tutela della Fauna**

**Servizio Tutela della Fauna e della Flora**

**DEFINIZIONE DELLA RISPOSTA DEL  
COMPARTO ITTICO ALLE DIFFERENTI  
TIPOLOGIE D'INTERVENTO IN ALVEO  
(bacini del Chisone e della Dora Riparia)**

Coordinamento tecnico - scientifico ed organizzativo di <b>Gilberto Forneris</b> <sup>1</sup> .	
<i>Gruppo di lavoro</i>	<b>Farncesco CIASCA</b> <sup>2</sup> (opere di sistemazione idraulica), <b>Alessio Degioanni</b> <sup>2</sup> (opere di sistemazione idraulica), <b>Franco FININO</b> <sup>2</sup> (opere di sistemazione idraulica), <b>Gilberto Forneris</b> <sup>1</sup> (elaborazione, redazione e verifica testi), <b>Fabrizio MERATI</b> <sup>3</sup> (qualità chimica e biologica delle acque, ittiofauna e redazione testi), <b>Massimo PASCALE</b> <sup>4</sup> (ittiofauna e redazione testi) e <b>Gian Carlo PEROSINO</b> <sup>4</sup> (redazione testi ed editing).
<b>1 -</b> Dipartimento Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia ( <b>Università di Torino</b> ).	
<b>2 -</b> <b>PROTER</b> - Studio associato agronomico e forestale (Torino).	
<b>3 -</b> <b>Centro Idrobiologico Lombardo</b> di Gaggiano (Milano).	
<b>4 -</b> <b>C.R.E.S.T.</b> - Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio (Torino).	

**Torino, gennaio 2005**

# INDICE

<b>1</b>	<b>- INTRODUZIONE .....</b>	<b>pag.</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>- I BACINI DEL CHISONE E DELLA DORA RIPARIA .....</b>	<b>pag.</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>- Morfometria .....</b>	<b>pag.</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>- Elementi pluviometrici ed idrologici .....</b>	<b>pag.</b>	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>- Carico antropico .....</b>	<b>pag.</b>	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>- Qualità delle acque .....</b>	<b>pag.</b>	<b>26</b>
<b>2.5</b>	<b>- Ittiofauna .....</b>	<b>pag.</b>	<b>31</b>
<b>2.6</b>	<b>- Monitoraggi A.R.P.A. ....</b>	<b>pag.</b>	<b>36</b>
<b>3</b>	<b>- TIPOLOGIE DI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEGLI ALVEI FLUVIALI .....</b>	<b>pag.</b>	<b>42</b>
<b>3.1</b>	<b>- Tipologia “A” (scogliere) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>42</b>
<b>3.2</b>	<b>- Tipologia “B” (mantellate) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>45</b>
<b>3.3</b>	<b>- Tipologia “C” (prismate) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>47</b>
<b>3.4</b>	<b>- Tipologia “D” (gabbioni) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>48</b>
<b>3.5</b>	<b>- Tipologia “E” (muri di sponda) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>50</b>
<b>3.6</b>	<b>- Tipologia “F” (ricalibrature di alvei) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>52</b>
<b>3.7</b>	<b>- Tipologia “G” (opere trasversali) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>53</b>
<b>3.8</b>	<b>- Scheda di rilevamento morfologico .....</b>	<b>pag.</b>	<b>57</b>
<b>4</b>	<b>- METODOLOGIE DI INDAGINE .....</b>	<b>pag.</b>	<b>60</b>
<b>4.1</b>	<b>- Qualità fisico - chimica e microbiologica delle acque .....</b>	<b>pag.</b>	<b>60</b>
<b>4.2</b>	<b>- Qualità biologica delle acque .....</b>	<b>pag.</b>	<b>62</b>
<b>4.3</b>	<b>- Funzionalità fluviale .....</b>	<b>pag.</b>	<b>68</b>
<b>4.4</b>	<b>- Struttura delle popolazioni ittiche .....</b>	<b>pag.</b>	<b>71</b>
<b>4.5</b>	<b>- Siti di campionamento .....</b>	<b>pag.</b>	<b>75</b>
<b>5</b>	<b>- INDICE ITTICO (I.I.) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>77</b>
<b>5.1</b>	<b>- Caratteristiche dell’I.I. e valore naturalistico delle specie ittiche ....</b>	<b>pag.</b>	<b>78</b>
<b>5.2</b>	<b>- Descrizione della metodologia .....</b>	<b>pag.</b>	<b>84</b>
<b>5.3</b>	<b>- Valori dell’I.I. e classi di qualità .....</b>	<b>pag.</b>	<b>94</b>
<b>6</b>	<b>- CHISONE A CHAMBONS (CH01 - Fenestrelle) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>96</b>
<b>7</b>	<b>- CHISONE A RORETO (CH02 - Roure) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>100</b>
<b>8</b>	<b>- CHISONE A RORETO (CH03 - Roure) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>103</b>
<b>9</b>	<b>- CHISONE A PONTE DI MALAN (CH04 - PORTE) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>107</b>
<b>10</b>	<b>- CHISONE A PONTE DI MALAN (CH05 - PORTE) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>112</b>
<b>11</b>	<b>- CHISONE A MALANAGGIO (CH06 - PORTE) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>116</b>
<b>12</b>	<b>- CHISONE A CENTRALE COLOMBINI (CH07 - PINEROLO) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>121</b>
<b>13</b>	<b>- CHISONE A MIRADOLO (CH08 - PINEROLO) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>126</b>

<b>14</b>	<b>- DORA DI BARDONECCHIA A PONT VENTOUX (DO01 - ULZIO)</b>	<b>pag.</b>	<b>130</b>
<b>15</b>	<b>- DORA DI BARDONECCHIA A PONT VENTOUX (DO02 - ULZIO)</b>	<b>pag.</b>	<b>133</b>
<b>16</b>	<b>- DORA RIPARIA A SALBERTRAND (DO03 - SALBERTRAND)</b>	<b>pag.</b>	<b>137</b>
<b>17</b>	<b>- DORA RIPARIA A BUSSOLENO (DO04 - BUSSOLENO) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>141</b>
<b>18</b>	<b>- DORA RIPARIA A BORGONE (DO05 - BORGONE) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>145</b>
<b>19</b>	<b>- DORA RIPARIA A BORGONE (DO06 - BORGONE) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>149</b>
<b>20</b>	<b>- DORA RIPARIA A BORGONE (DO07 - BORGONE) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>153</b>
<b>21</b>	<b>- CONCLUSIONI .....</b>	<b>pag.</b>	<b>157</b>
<b>22</b>	<b>- PROPOSTE OPERATIVE E SUGGERIMENTI TECNICI .....</b>	<b>pag.</b>	<b>166</b>
<b>22.1</b>	<b>I corsi d'acqua naturali .....</b>	<b>pag.</b>	<b>166</b>
<b>22.2</b>	<b>Impatti derivanti dagli interventi in alveo .....</b>	<b>pag.</b>	<b>168</b>
<b>22.3</b>	<b>Opere longitudinali .....</b>	<b>pag.</b>	<b>170</b>
<b>22.4</b>	<b>Opere trasversali .....</b>	<b>pag.</b>	<b>175</b>
<b>22.5</b>	<b>Ripristino della morfologia naturale dei corsi d'acqua .....</b>	<b>pag.</b>	<b>179</b>
<b>22.6</b>	<b>Creazione di zone di rifugio per l'ittiofauna .....</b>	<b>pag.</b>	<b>186</b>
<b>23</b>	<b>- BIBLIOGRAFIA (Autori citati) .....</b>	<b>pag.</b>	<b>188</b>



# 1 - INTRODUZIONE

Le problematiche dei corpi idrici, generalmente riassunte sotto il termine “fisiche”, rappresentano un elemento cardine nel processo di riqualificazione dei corsi idrici in molti casi sottovalutate. A titolo d’esempio è possibile rilevare come gli obiettivi di qualità ambientale definiti nella tab. 2 del D.L. 152/99 evidenziano come lo stato di “buono” possa essere raggiunto a prescindere dalle alterazioni delle caratteristiche fisiche degli ecosistemi fluviali, in particolare quelle inerenti l’assetto idraulico e geomorfologico (profilo trasversale, composizione granulometrica dei fondali, presenza di manufatti utili al controllo del rischio idrogeologico, regime idrologico,...). Particolare importanza viene inoltre assegnata alla scelta degli organismi bersaglio (bioindicatori) utilizzati nelle analisi biologiche, rappresentati da macroinvertebrati che, se da un lato risultano particolarmente adatti ad individuare alterazioni idroqualitative, riescono meno efficacemente a descrivere e a “pesare” alterazioni di tipo fisico, in particolare quelle connesse con gli interventi di sistemazione idraulica. Anzi talora succede che non si riescano ad individuare le cause che determinano risultati poco confortanti dalle analisi biologiche, in quanto non connessi ad alterazioni qualitative delle caratteristiche dell’acqua e ciò perché non si pone sufficiente attenzione alle modificazioni degli ambienti fisici.

A seguito degli eventi alluvionali dell’ultimo decennio, che hanno innescato un notevole incremento degli interventi sugli alvei fluviali finalizzati al tentativo di ridurre il rischio idrogeologico, tale problema è emerso in tutta la sua evidenza. In particolare da studi preliminari effettuati in tale direzione nei primi mesi del 2000, si è evidenziato il consistente e progressivo impatto dei lavori di sistemazione idraulica sulle comunità ittiche. Si è constatato che gli effetti negativi coinvolgono sia la capacità portante complessiva, sia la struttura dimensionale, sfavorendo in maniera più consistente le specie a maggior accrescimento. Sotto tale aspetto, un’analisi integrativa della comunità ittica rappresenta un importante elemento conoscitivo nell’interpretazione dell’effettivo stato qualitativo del reticolo idrografico superficiale naturale, contribuendo ad una migliore interpretazione dei risultati ottenibili dalle analisi della qualità fisico-chimica e biologica delle acque.

L’obiettivo della presente ricerca è un’analisi approfondita e/o integrativa rispetto alle metodologie fin qui utilizzate per una più completa valutazione dell’effettivo stato di conservazione dell’ambiente fluviale, mediante correlazioni tra le diverse tipologie di intervento sugli alvei fluviali e le risposte delle biocenosi acquatiche, con particolare riferimento all’ittiofauna anche allo scopo di produrre ipotesi di interventi in alveo compatibili con la normale sopravvivenza delle biocenosi acquatiche.

Il programma di lavoro ha coperto un periodo di circa un biennio e ha previsto l’analisi su due bacini campione: **Chisone** e **Dora Riparia**. Tale scelta è stata effettuata in base alle conoscenze pregresse e alla possibilità di poter verificare gli effetti del maggior numero possibile di differenti tipologie d’intervento. Inoltre, fra i diversi bacini tributari del Po, in provincia di Torino, sono quelli che sembrano sottoposti a maggiori impatti in seguito a numerosi interventi negli alvei. Infine si tratta dei principali bacini interessati direttamente od indirettamente da probabili futuri interventi in vista dei giochi olimpici del 2006. Il programma di lavoro è articolato in diverse fasi.

- 1 - Fase preliminare.** La fase preliminare è risultata fondamentale per descrivere gli ambienti fluviali in oggetto e per caratterizzare il problema, per individuare la porzione di reticolo idrografico più idonea ai fini degli obiettivi che si vogliono conseguire e soprattutto per programmare le azioni successive.
- 1.1 - *Descrizione delle caratteristiche ambientali dei reticoli idrografici dei bacini considerati.* Si tratta di un'analisi basata sugli studi pregressi, con particolare riferimento alla qualità delle acque ed all'ittiofauna.
  - 1.2 - *Individuazione e descrizione delle tipologie d'intervento sui corsi d'acqua sotto il profilo ingegneristico.* Tale fase prevede un'indagine di quanto riportato in bibliografia relativamente alle principali tipologie d'intervento sugli alvei dei corsi d'acqua. Vengono considerati gli aspetti tecnici legati ai normali protocolli d'intervento in alveo.
  - 1.3 - *Definizione della fase di campagna.* È stata pianificata in base a ricognizioni sul territorio, mirate ad evidenziare tratti soggetti ad alterazione degli alvei di tipo antropico e tratti non condizionati da interventi: tratti con alterazioni e portate naturali, tratti con alterazioni e portate condizionate da prelievi idrici, tratti non alterati con portate naturali e tratti non alterati con portate ridotte per prelievi idrici. In base all'esito delle ricognizioni si sono definite le stazioni fisse di monitoraggio su cui sono state effettuate le indagini nel seguito descritte.
- 2 - Fase di campagna.** Raccolta di informazioni sulle comunità ittiche in occasione delle condizioni idrologiche critiche (magra ed eventualmente morbida) e normali, nei siti individuati interessati dagli interventi in alveo od integri da questo punto di vista (così come definito al precedente punto 1.3). Ogni sito individuato è stato oggetto di analisi di dettaglio attraverso ripetute campagne di rilevamento nelle quali sono state svolte le seguenti attività:
- 2.1 - *Caratterizzazione del tipo di alterazione fisica,* con descrizioni del tipo di opere strutturali dal punto di vista fisico, considerando superficie e volume della struttura, materiali utilizzati, presenza od assenza di interstizi non occlusi,... La descrizione del livello di alterazione dell'opera di sistemazione idraulica considerata viene anche effettuata con l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.).
  - 2.2 - *Verifica qualitativa da un punto di vista fisico/chimico/microbiologico.* Nei siti si sono rilevati i principali parametri chimici (essenzialmente gli stessi parametri di base e/o macrodescrittori indicati dalla Tabella 4 di cui all'Allegato 1 del D.L. 152/99), al fine di evidenziare eventuali alterazioni indotte dalla presenza di manufatti.
  - 2.3 - *Analisi quali-quantitativa dei macroinvertebrati,* con campionamenti quali-quantitativi del macrobenthos (I.B.E.) in tutti i siti individuati nella fase preliminare. Così come per l'ittiofauna, è stata evidenziata, per ciascuna stazione, la struttura delle singole comunità, la biomassa e la densità specifica e complessiva.
  - 2.4 - *Campionamento quantitativo e analisi dimensionale della struttura del popolamento ittico,* con prelievi quantitativi dell'ittiofauna con la tecnica dei passaggi ripetuti in tutti i siti individuati nella fase preliminare. I dati quantitativi sono stati rilevati non solo per le specie d'interesse alieutico, ma per tutte quelle costituenti le comunità nel loro complesso. Per ciascuna stazione è stata evidenziata la struttura delle singole popolazioni costituenti le comunità, in termini di classi dimensionali e classi di età, biomassa e densità specifica e

complessiva, al fine di segnalare eventuali alterazioni assolute o nei rapporti tra le diverse popolazioni determinate dalla presenza di manufatti in alveo.

**3 - Elaborazione dati.** Elaborazione del materiale raccolto nella fase di campagna.

- 3.1 - *Analisi della risposta del popolamento ittico alle differenti tipologie di intervento ed applicazione di uno specifico Indice Ittico (I.I.).*
- 3.2 - *Analisi della risposta del popolamento macrobentonico alle differenti tipologie di intervento.*
- 3.3 - *Confronto tra le risposte del popolamento ittico e di quello macrobentonico ed i parametri chimico-fisici.*
- 3.4 - *Classificazione degli impatti delle differenti tipologie di intervento in alveo.*
- 3.5 - *Individuazione degli elementi di mitigazione e proposta di sistemi di interventi di sistemazioni idrauliche maggiormente cautelativi per gli ecosistemi acquatici.*

## 2 - I BACINI DEL CHISONE E DELLA DORA RIPARIA

Il Chisone è il principale affluente del torrente Pellice, con un bacino sotteso (prevalentemente montano) con superficie totale di 603 km<sup>2</sup>. Quasi tutti gli affluenti sono in destra orografica, fra i quali soprattutto il Germanasca (che, da solo, è alimentato da un territorio tributario di 200 km<sup>2</sup>). La testata del bacino ha orientamento SW - NE (val Troncea) cui segue un'ampia curvatura che, all'altezza di Fenestrelle, porta ad un orientamento definitivo in direzione SE, verso la pianura. Le fasce altimetriche più elevate superano di poco i 3.000 m s.l.m. e i litotipi predominanti sono quelli caratterizzanti il massiccio della Dora Maira nella bassa valle e dal complesso dei calcescisti con pietre vedri nell'alta valle ed in val Germanasca. Complessivamente il bacino del Chisone interessa i seguenti settori ecogeografici: 1120 (*Alte valli di Susa e Chisone*), 1180 (*Bassa val Chisone - val Germanasca - val Pellice - valle Po*) e 2160 (*Prealpi torinesi*) individuati, codificati e descritti da De Biaggi *et Al.* (1990).

La Dora Riparia, ad esclusione della Dora Baltea, principalmente alimentata dalla Valle d'Aosta, è il più importante bacino tributario del Po in Provincia di Torino, con una superficie di 1.250 km<sup>2</sup>. A valle della confluenza con il Cenischia (affluente di sinistra presso Susa) il bacino è caratterizzato da un tratto vallivo, allungato in direzione W - E, con vallate laterali brevi. A monte si aprono importanti bacini tributari, come quello del Cenischia, della Dora di Cesana e di quella di Bardonecchia. Gli spartiacque raggiungono altitudini piuttosto elevate: Rocciamelone (3.538 m s.l.m.), Roncia (3.570 m s.l.m.), Pierre Menù (3.505 m s.l.m.),... Dal punto di vista geologico, la valle di Susa attraversa un ampio tratto dell'arco alpino, andando ad intersecare molte unità strutturali. Prevale il complesso dei calcescisti con pietre verdi nell'alto e medio bacino; affiorano le peridotiti del massiccio ultrabasico di Lanzo nella zona del Musinè e le unità del massiccio cristallino Dora Maira presso Bussoleno. Nel bacino della Dora Riparia sono presenti litotipi calcarei, talora profondamente incisi a formare orridi quali quelli di Foresto e di Chianocco o formanti imponenti sistemi anche dolomitici (valle Stretta ed area dello Chaberton). Complessivamente il bacino della Dora Riparia interessa i seguenti settori ecogeografici: 1120 (*Alte valli di Susa e Chisone*), 1130 (*media e bassa val di Susa*), 2160 (*Prealpi torinesi*) e 5353 (*piana di Torino*).

La descrizione dei bacini della Dora Riparia e del Chisone fa riferimento agli studi promossi dalla Provincia di Torino, nell'ambito della subdelega della Regione Piemonte (Legge Regionale 5 del 13/04/1994) sulle “...*funzioni amministrative relative all'utilizzazione delle risorse idriche concernenti l'istruttoria ed il rilascio delle concessioni di piccole derivazioni di acque pubbliche, le licenze di attingimento...*”, e finalizzati “... *alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici... tributari del fiume Po...*” (Delibere della Giunta Provinciale 128-182882/96 del 30/12/1996 e 61-55455/97 del 08/05/1997). Tali studi sono stati coordinati da una commissione tecnica (come previsto dalla Delibera della Giunta Provinciale 28 - 235678/97 del 04/12/1997) costituita da esperti del Politecnico e dell'Università di Torino e da consulenti dell'Amministrazione. Gli studi hanno fornito una serie di dati sullo stato dei corsi d'acqua della provincia ed hanno integrato quelli ottenuti con la “*Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese*” (Regione Piemonte, 1991) per i fiumi Po e Dora Baltea (unitamente a quelli desunti da altri progetti regionali quali “*Censimenti dei Corpi Idrici*”, “*M.A.R.I.U.S.*”,....). L'insieme

delle informazioni così ottenute ha consentito di ottenere un quadro di conoscenze sufficientemente dettagliato ai fini dell'obiettivo più generale circa l'individuazione di metodi e criteri per la gestione delle risorse idriche superficiali e per la tutela idrologica degli ecosistemi acquatici.

Le caratteristiche ambientali di un corso d'acqua sono molto diverse, in rapido cambiamento verso valle. Lungo un fiume occorre quindi individuare delle sezioni di riferimento, in corrispondenza delle quali effettuare tutte le analisi, da quelle legate all'ambiente fisico (morfometria e idrologia) a quelle legate al carico antropico, alla qualità delle acque ed all'ittiofauna. Ogni sezione va individuata in posizioni immediatamente a monte di confluenze significative, oppure in corrispondenza di confini inferiori di territori comunali ed infine in base ad incrementi sostanziali degli areali dei bacini imbriferi, in ogni caso tenendo conto di precedenti studi, quali la Carta Ittica Regionale (Regione Piemonte, 1991), il Censimento dei Corpi Idrici (Regione Piemonte, 1980, 1988 e 1992), il MARIUS (Regione Piemonte, 1988), il programma di monitoraggio della Provincia di Torino (1978) e della rete meteoidrografica del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (Servizio Idrografico Nazionale, 1913 ÷ 1977). Ogni sezione è rappresentativa del tratto di asta fluviale a monte, fino alla precedente sezione; mentre per i corsi d'acqua di limitata lunghezza è prevista una sola in corrispondenza della foce. Sui reticoli idrografici dei principali bacini della Provincia di Torino si sono individuate 154 sezioni, alle quali occorre aggiungerne 3 sulla Dora Baltea e 12 sull'asta fluviale del Po (individuate nell'ambito della Carta Ittica Regionale). Ciò significa 169 sezioni di riferimento su tutto il territorio provinciale e quindi una densità vicina ad una sezione per 40 km<sup>2</sup>. Per quanto attiene specificatamente i bacini in oggetto risultano 54 sezioni di riferimento (**tab. 2.1**).

## 2.1 - Morfometria

La **tab. 2.2** riporta, per i bacini sottesi a ciascuna sezione di riferimento, le distribuzioni percentuali delle superfici delle fasce altimetriche comprese entro limiti altitudinali di particolare significato climatico; essi sono i seguenti (Durio *et Al.*, 1982):

- 600 m s.l.m., *limite climatico dello zero termico medio mensile di gennaio*; nei territori posti a quote inferiori la neve caduta in quel mese fonde nel giro di pochi giorni; non vi sono le condizioni climatiche per l'accumulo di neve al suolo;
- 1.700 m s.l.m., *limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale*; al di sopra di quella altitudine la neve si accumula durante il periodo dicembre - gennaio - febbraio; nella fascia 600 ÷ 1.700 m s.l.m. le condizioni climatiche per l'accumulo sono intermedie;
- 2.700 m s.l.m., *limite climatico dello zero termico medio annuo*; la temperatura media annua è pari a 0 °C; vi sono le condizioni climatiche adatte all'accumulo di neve al suolo per un semestre;
- 3.100 m s.l.m., *limite delle nevi persistenti*; al di sopra di tale altitudine vi sono le condizioni climatiche adatte per la formazione di ghiacciai.

**Tab. 2.1** - Elenco delle sezioni di riferimento nei bacini del Chisone e della Dora Riparia.

codice sezione	bacino	corso d'acqua	località	comune	area del bacino	alt. massima del bacino	alt. media del bacino	altitudine sezione
					<b>S</b>	<b>H<sub>max</sub></b>	<b>H<sub>med</sub></b>	<b>H<sub>sez</sub></b>
					km <sup>2</sup>	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.
<b>CHS01</b>	Chisone	<b>Chisone</b>	confluenza Chisonetto	Pragelato	39,8	3.280	2.345	1.590
<b>CHS02</b>	Chisone	<b>Chisonetto</b>	confluenza Chisone	Pragelato	18,7	3.280	2.235	1.600
<b>CHS03</b>	Chisone	<b>Chisone</b>	Doucher Basses	Pragelato	93,8	3.280	2.219	1.400
<b>CHS04</b>	Chisone	<b>Chisone</b>	Pourrieres	Usseaux	113,9	3.280	2.179	1.390
<b>CHS05</b>	Chisone	<b>Chisone</b>	Usseaux	Usseaux	130,7	3.280	2.161	1.210
<b>CHS06</b>	Chisone	<b>Chisone</b>	Fenestrelle centrale	Fenestrelle	171,3	3.280	2.132	1.100
<b>CHS07</b>	Chisone	<b>Chisone</b>	Villaretto	Roure	192,2	3.280	2.075	960
<b>CHS08</b>	Chisone	<b>Chisone</b>	confluenza Germanasca	Perosa Argentina	271,5	3.280	1.934	630
<b>CHS09</b>	Chisone	<b>Chisone</b>	Pinasca	Pinasca	490,3	3.280	1.865	540
<b>CHS10</b>	Chisone	<b>Chisone</b>	S. Martino	Porte	581,1	3.280	1.729	411
<b>CHS11</b>	Chisone	<b>Chisone</b>	Pinerolo	Pinerolo	587,0	3.280	1.717	363
<b>CHS12</b>	Chisone	<b>Chisone</b>	Paschetti	Garzigliana	598,8	3.280	1.690	296
<b>CHS13</b>	Chisone	<b>Chisone</b>	confl. Pellice	Garzigliana	603,0	3.280	1.680	283
<b>CHS14</b>	Chisone	<b>Germanasca</b>	Perrero	Perrero	78,1	3.060	2.046	900
<b>CHS15</b>	Chisone	<b>Germanasca</b>	confluenza Chisone	Pomaretto	194,4	3.060	1.871	615
<b>CHS16</b>	Chisone	<b>Germanasca</b>	Prali	Prali	45,8	3.060	2.166	1.380
<b>CHS17</b>	Chisone	<b>Germanasca Mas.</b>	confluenza Germanasca	Perrero	63,2	3.037	1.964	880
<b>DRI01</b>	Dora Riparia	<b>Valle Stretta</b>	confluenza Rochemolles	Bardonecchia	83,9	3.181	2.184	1.256
<b>DRI01.1</b>	Dora Riparia	<b>Valle Stretta</b>	confine di Stato	Bardonecchia	44,9	3.181	2.384	1.500
<b>DRI02</b>	Dora Riparia	<b>Dora Bardonecchia</b>	Beaulard	Beaulard	203,6	3.505	2.202	1.140
<b>DRI03</b>	Dora Riparia	<b>Dora Bardonecchia</b>	confluenza Ripa	Oulx	240,8	3.505	2.129	1.075
<b>DRI04</b>	Dora Riparia	<b>Rochemolles</b>	confluenza Valle Stretta	Bardonecchia	68,7	3.505	2.428	1.250
<b>DRI05</b>	Dora Riparia	<b>Dora Piccola</b>	Claviere	Claviere	26,5	3.130	2.235	1.750
<b>DRI06</b>	Dora Riparia	<b>Thuras</b>	confluenza Ripa	Sauze di Cesana	55,8	3.303	2.361	1.515
<b>DRI06.1</b>	Dora Riparia	<b>Thuras</b>	Thuras	Sauze di Cesana	26,2	3.303	2.640	1.948
<b>DRI07</b>	Dora Riparia	<b>Ripa</b>	Sauze di Cesana	Sauze di Cesana	71,4	3.303	2.445	1.550
<b>DRI08</b>	Dora Riparia	<b>Ripa</b>	Planes	Sauze di Cesana	25,6	3.303	2.554	1.910
<b>DRI09</b>	Dora Riparia	<b>Ripa</b>	confluenza Thuras	Sauze di Cesana	87,4	3.303	2.353	1.448

codice sezione	bacino	corso d'acqua	località	comune	area bacino	altitudine massima	altitudine media	altitudine sezione
					<b>S</b>	<b>H<sub>max</sub></b>	<b>H<sub>med</sub></b>	<b>H<sub>sez</sub></b>
					km <sup>2</sup>	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.
<b>DRI10</b>	Dora Riparia	<b>Ripa</b>	Cesana Torinese	Cesana Torinese	153,5	3.303	2.317	1.380
<b>DRI11</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	confluenza Dora Piccola	Cesana Torinese	193,3	3.303	2.272	1.360
<b>DRI12</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	confl. Dora Bardonecchia	Oulx	259,7	3.303	2.164	1.070
<b>DRI13</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	Pont Ventoux	Oulx	517,2	3.505	2.137	1.042
<b>DRI14</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	Exilles	Exilles	599,9	3.505	2.098	900
<b>DRI15</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	confluenza Clarea	Chiomonte	633,0	3.505	2.069	720
<b>DRI16</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	confluenza Cenischia	Susa	694,2	3.505	2.035	500
<b>DRI17</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	Susa	Susa	841,5	3.570	2.029	480
<b>DRI18</b>	Dora Riparia	<b>Cenischia</b>	confine di Stato	Moncenisio	64,6	3.570	2.343	1.720
<b>DRI19</b>	Dora Riparia	<b>Cenischia</b>	confluenza Dora Riparia	Susa	145,1	3.570	2.019	490
<b>DRI20</b>	Dora Riparia	<b>Galambra</b>	confluenza Dora Riparia	Exilles	15,6	3.365	2.280	880
<b>DRI21</b>	Dora Riparia	<b>Clarea</b>	confluenza Dora Riparia	Chiomonte	29,8	3.378	2.155	730
<b>DRI21.1</b>	Dora Riparia	<b>Clarea</b>	Moraretto	Chiomonte	15,8	3.378	2.279	1.135
<b>DRI22</b>	Dora Riparia	<b>Mattie</b>	confluenza Dora Riparia	Mattie	10,8	2.770	1.338	450
<b>DRI23</b>	Dora Riparia	<b>Gravio</b>	confluenza Dora Riparia	Condove	36,6	2.772	1.529	380
<b>DRI24</b>	Dora Riparia	<b>Gravio Villarfocch.</b>	confluenza Dora Riparia	Villarfocchiardo	22,1	2.801	1.614	408
<b>DRI25</b>	Dora Riparia	<b>Rocciamelone</b>	confluenza Dora Riparia	Bussoleno	16,1	3.538	1.950	450
<b>DRI26</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	confluenza Rocciamelone	Mattie	896,2	3.570	1.990	450
<b>DRI27</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	Bussoleno	Bussoleno	915,0	3.570	1.985	445
<b>DRI28</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	confl. Gravio	S. Antonino	1.040,4	3.570	1.888	380
<b>DRI29</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	Condove	Condove	1.088,5	3.570	1.865	365
<b>DRI30</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	confl. Messa Vecchia	Avigliana	1.176,8	3.570	1.786	330
<b>DRI31</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	Alpignano	Alpignano	1.244,0	3.570	1.727	307
<b>DRI32</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	Collegno	Collegno	1.245,3	3.570	1.725	280
<b>DRI33</b>	Dora Riparia	<b>Dora Riparia</b>	confl. Po	Torino	1.250,7	3.570	1.719	221
<b>DRI34</b>	Dora Riparia	<b>Messa vecchia</b>	confluenza Dora Riparia	Avigliana	30,3	2.234	1.012	338

L'analisi della distribuzione delle fasce altimetriche è utile per meglio interpretare le modalità di formazione dei deflussi dei corsi d'acqua. Bacini con superficie poco estesa sopra i 600 m s.l.m. presentano regimi idrologici poco influenzati dalla fusione delle nevi, in quanto sono insufficienti le aree elevate da presentare condizioni climatiche adatte per l'accumulo al suolo. Questo aspetto è importante, in quanto solitamente viene sopravvalutata la disponibilità di risorse idriche per effetto delle riserve glaciali. In Provincia di Torino sono pochi i bacini con porzioni significative poste ad altitudini superiori a 3.100 m s.l.m. e fra essi spicca quello della Dora Riparia, ma con appena l'1% dell'intero areale sotteso alla sezione di confluenza con il Po; solo un suo affluente Galambra presenta una significativa fascia altimetrica superiore al limite delle nevi persistenti (quasi il 7 % del bacino chiuso alla confluenza con la Dora). Per il Chisone, alla sua sezione terminale, la percentuale di superficie posta sopra il limite delle nevi persistenti è inferiore allo 0,1 % (neppure segnalata in **tab. 2.1**).

Molti bacini della Provincia di Torino presentano altitudini massime superiori al limite climatico delle nevi persistenti ed in particolare 3.280 m s.l.m. per il Chisone e 3.538 m s.l.m. per la Dora Riparia. Ma se consideriamo le altitudini mediane (cioè quelle che dividono i relativi bacini in due metà areali poste al di sopra e al di sotto di tali quote) rileviamo valori relativamente modesti: 1.726 m s.l.m. per il Chisone e 1.812 per la Dora Riparia, cioè altitudini di poco superiori allo zero termico medio invernale. Ciò conferma che, nonostante la presenza di "picchi" elevati, sono relativamente ridotte le fasce altimetriche superiori al limite climatico dello zero termico medio annuo. Infatti, per entrambi i bacini (considerati alla loro sezione di confluenza con il Po) la fascia altimetrica più estesa risulta quella inferiore al limite dello zero termico medio annuo, mentre poco meno estesa risulta la fascia intermedia (600 ÷ 1.700 m s.l.m.).

Anche la forma del bacino è importante; tanto più essa tende ad essere simile a quella circolare, tanto più breve è il tempo di concentrazione delle acque di ruscellamento. In un bacino allungato i deflussi derivati da un rovescio temporalesco sono più diluiti nel tempo. La forma del bacino può essere espressa con un indice numerico (**I**) detto indice di sinuosità. Esso indica il rapporto tra il perimetro **L** del bacino e quello di una circonferenza racchiudente un'area **A** di uguale estensione:

$$I = \frac{L}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}}$$

Se il bacino avesse una forma perfettamente circolare, sarebbe  $I = 1$ ; tanto più la forma è lontana da quella circolare, tanto più  $I$  è superiore ad uno. Comparando i dati in **tab. 2.2** si osserva che, in generale, gli indici relativi ai bacini sottesi alle diverse sezioni di riferimento, procedendo verso valle, tendono ad aumentare, fino ad arrivare al valore massimo di 1,62 per il Chisone e a 2,59 per la Dora (il cui bacino, sotteso alla sezione di Torino presenta una forma molto allungata).

L'asta fluviale della Dora Baltea, dalle origini alla confluenza con il PO, si sviluppa per quasi 154 km e risulta l'affluente più lungo del Piemonte Nord occidentale. Ma se consideriamo esclusivamente i fiumi interamente compresi entro il territorio della Provincia di Torino, il primato spetta alla Dora Riparia, con oltre 124 km e d'altra parte il bacino sotteso (1.251 km<sup>2</sup>) risulta quello di maggiori dimensioni. La lunghezza totale dell'asta fluviale del Chisone è pari a circa 70 km.



**Tab. 2.2** - Caratteristiche morfometriche delle sezioni di riferimento.

codice sezione	fasce altimetriche (%)					perimetro (km)	indice di forma	altitudine mediana (m s.l.m.)	lunghezza asta fluviale (km)		pendenza media asta fluviale (%)		Ip <sub>f</sub>
	> 3.100	3.100 - 2.700	2.700 - 1.700	1.700 - 600	< 600				parziale	totale	parziale	totale	
CHS01	0,2	14,2	83,7	2,1	0,0	28,0	1,24	2.375	11,8	11,8	6,9	6,9	1,2
CHS02	0,3	4,9	94,1	0,6	0,0	20,3	1,32	2.211	8,7	8,7	10,6	10,6	0,9
CHS03	0,2	8,0	84,4	7,5	0,0	47,3	1,37	2.226	6,0	17,7	2,2	4,3	1,6
CHS04	0,1	6,9	82,2	10,7	0,0	53,2	1,40	2.189	4,2	22,0	2,4	3,8	1,7
CHS05	0,1	6,2	81,1	12,6	0,0	58,8	1,44	2.180	2,7	24,6	4,3	3,9	1,7
CHS06	0,1	6,2	78,1	15,6	0,0	74,2	1,59	2.157	3,1	27,7	4,1	3,9	1,8
CHS07	0,1	5,5	73,9	20,5	0,0	74,4	1,50	2.105	4,1	31,8	3,2	3,8	1,8
CHS08	0,1	4,0	64,0	31,9	0,0	93,7	1,59	1.975	10,5	42,3	3,2	3,7	2,0
CHS09	0,0	4,1	58,4	37,1	0,4	100,7	1,27	1.900	4,4	46,7	1,8	3,4	2,2
CHS10	0,0	3,4	49,9	44,1	2,6	118,5	1,38	1.761	9,9	56,7	1,3	2,8	2,5
CHS11	0,0	3,4	49,4	43,9	3,3	126,3	1,46	1.752	4,9	61,5	1,0	2,5	2,5
CHS12	0,0	3,3	48,4	43,0	5,2	138,8	1,59	1.733	6,7	68,2	1,0	2,3	2,6
CHS13	0,0	3,3	48,1	42,7	5,9	142,4	1,62	1.726	2,0	70,2	0,6	2,3	2,6
CHS14	0,0	5,3	71,7	23,0	0,0	42,6	1,35	2.051	6,4	17,8	7,5	7,1	1,4
CHS15	0,0	4,6	57,3	38,1	0,0	65,1	1,31	1.882	9,3	27,1	3,1	5,1	1,8
CHS16	0,0	6,4	80,5	13,1	0,0	29,2	1,21	2.196	11,4	11,4	6,9	6,9	1,3
CHS17	0,0	7,1	60,0	32,9	0,0	36,4	1,28	1.951	14,6	14,6	9,2	9,2	1,2
DRI01	0,2	11,4	72,8	15,6	0,0	45,3	1,39	2.235	5,3	17,3	4,0	6,9	1,4
DRI01.1	0,3	17,8	79,3	2,6	0,0	32,1	1,34	2.418	12,0	12,0	9,2	9,2	1,1
DRI02	0,8	14,5	67,7	17,1	0,0	73,5	1,44	2.247	5,6	22,9	2,1	4,7	1,7
DRI03	0,6	12,3	65,0	22,0	0,0	77,2	1,39	2.164	5,0	27,9	2,3	4,1	1,8
DRI04	2,0	25,1	66,7	6,3	0,0	35,2	1,19	2.489	17,0	17,0	8,6	8,6	1,2
DRI05	0,0	4,8	95,0	0,2	0,0	25,3	1,38	2.229	7,6	7,6	13,9	13,9	0,9
DRI06	2,2	21,4	71,9	4,5	0,0	35,7	1,34	2.331	6,3	14,7	7,4	9,1	1,2
DRI06.1	4,3	40,6	55,1	0,0	0,0	22,7	1,24	2.660	8,4	8,4	10,8	10,8	1,0
DRI07	1,5	24,1	73,1	1,4	0,0	38,7	1,28	2.484	9,5	16,8	2,7	4,5	1,5
DRI08	0,5	28,0	71,4	0,0	0,0	21,6	1,19	2.577	7,3	7,3	11,3	11,3	1,0
DRI09	1,2	19,7	73,7	5,4	0,0	48,1	1,44	2.382	3,0	19,7	3,5	4,3	1,6
DRI10	1,5	19,0	71,6	7,9	0,0	60,2	1,36	2.318	3,5	23,3	2,8	4,0	1,8
DRI11	1,2	15,8	73,8	9,2	0,0	74,5	1,50	2.263	1,1	24,4	2,8	3,9	1,8

codice sezione	fasce altimetriche (%)					perimetro (km)	indice di forma	altitudine mediana (m s.l.m.)	lunghezza asta fluviale (km)		pendenza media asta fluviale (%)		Ipf
	> 3.100	3.100 - 2.700	2.700 - 1.700	1.700 - 600	< 600				parziale	totale	parziale	totale	
DRI12	0,9	12,6	69,0	17,5	0,0	83,1	1,44	2.167	10,4	34,7	2,2	3,3	2,0
DRI13	0,7	12,4	66,3	20,6	0,0	141,8	1,75	2.159	2,8	37,5	1,2	3,0	2,2
DRI14	0,9	11,5	64,2	23,4	0,0	148,1	1,69	2.123	9,4	46,9	2,1	2,7	2,3
DRI15	0,8	10,9	62,9	25,3	0,0	158,8	1,77	2.009	5,4	52,3	2,5	2,7	2,4
DRI16	1,0	10,7	60,5	27,4	0,3	172,0	1,83	2.075	5,9	58,1	2,1	2,6	2,4
DRI17	1,4	10,6	60,0	27,3	0,7	204,8	1,98	2.076	0,8	58,9	0,7	2,6	2,5
DRI18	3,7	10,4	86,0	0,0	0,0	35,5	1,24	2.295	13,5	13,5	5,8	5,8	1,4
DRI19	3,6	9,9	58,3	26,4	1,8	53,1	1,24	2.096	12,5	26,0	6,3	6,0	1,5
DRI20	6,6	18,6	58,7	16,0	0,0	17,9	1,27	2.294	8,2	8,2	23,5	23,5	0,7
DRI21	4,9	17,9	50,4	26,9	0,0	24,4	1,25	2.255	3,2	11,3	9,9	14,4	0,9
DRI21.1	7,0	19,8	52,9	20,3	0,0	19,0	1,34	2.394	8,1	8,1	17,0	17,0	0,8
DRI22	0,0	0,1	24,9	72,9	2,1	16,4	1,40	1.344	7,9	7,9	20,7	20,7	0,7
DRI23	0,0	0,0	38,0	60,4	1,6	28,7	1,33	1.516	13,8	13,8	12,4	12,4	1,1
DRI24	0,0	0,3	44,5	51,5	3,7	23,7	1,41	1.617	12,2	12,2	17,1	17,1	0,9
DRI25	1,9	12,4	51,3	32,6	1,8	19,8	1,38	2.011	9,2	9,2	28,0	28,0	0,7
DRI26	1,3	10,0	58,5	28,6	1,6	213,6	2,00	2.047	4,2	63,1	0,7	2,3	2,6
DRI27	1,3	10,0	58,2	28,7	1,7	215,6	2,00	2.044	1,3	64,4	0,7	2,2	2,6
DRI28	1,2	8,8	53,9	31,4	4,7	238,9	2,07	1.969	13,4	77,8	0,5	1,5	3,0
DRI29	1,1	8,4	52,9	32,7	4,9	245,0	2,09	1.943	2,1	79,9	0,3	1,4	3,1
DRI30	1,0	7,8	49,3	33,9	8,0	271,9	2,22	1.876	9,6	89,5	0,3	1,1	3,4
DRI31	1,0	7,4	46,8	34,6	10,3	292,8	2,3	1.818	13,4	102,9	0,3	0,9	3,7
DRI32	1,0	7,4	46,7	34,5	10,4	300,4	2,38	1.817	5,0	107,9	0,5	0,9	3,8
DRI33	1,0	7,3	46,5	34,4	10,8	327,2	2,59	1.812	16,4	124,2	0,5	0,8	3,9
DRI34	0,0	0,0	3,7	85,5	10,8	30,2	1,54	992	13,6	13,6	11,2	11,2	1,3

Un elemento morfometrico di interesse è la pendenza delle aste fluviali, dalla quale dipende direttamente la velocità delle acque negli alvei, fattore fisico di particolare importanza nel condizionare lo sviluppo delle cenosi acquatiche. I valori relativi alle sezioni di riferimento (cioè la pendenza delle aste comprese fra due sezioni consecutive; **tab. 2.2**) risultano piuttosto elevati per quelle in corrispondenza delle testate dei bacini ed in particolare intorno a  $10 \div 15$  %. Verso valle esse decrescono piuttosto rapidamente a valori inferiori al 5 % per diminuire ancora, ma gradualmente, fino a pendenze anche inferiori all'1 % verso la confluenza con il Po.

Le pendenze complessive delle aste fluviali, cioè le medie rappresentative degli interi sviluppi longitudinali dei corsi d'acqua, dalle origini alle sezioni di riferimento, hanno un significato minore dal punto di vista biologico, ma sono dati importanti per l'interpretazione delle modalità di formazione dei deflussi, soprattutto per quanto attiene i fenomeni di piena.

La determinazione della produttività ittica costituisce oggi un obiettivo importante per la gestione del patrimonio idrofaunistico. Per linee molto generali si osserva quanto segue:

- la produttività aumenta con la disponibilità del volume d'acqua e quindi della portata media annua,  $f(Q)$ ;
- la produttività diminuisce al crescere della altitudine mediana del bacino imbrifero (**H**), in conseguenza del gradiente climatico termico di diminuzione della temperatura con la quota,  $f(1/H)$ ;
- la produttività è in funzione della pendenza media **K** del corso d'acqua in quanto all'aumentare di quest'ultima aumenta la velocità della corrente,  $f(1/K)$ .

Diventa allora possibile, secondo quanto proposto da Perosino e Spina (1988) calcolare degli indici di produttività per mezzo dei quali si cerca non tanto di fornire stime sulla produzione di biomassa ittica ma, piuttosto, di fornire valori numerici quali sintesi delle situazioni morfometriche ed idrologiche dei diversi corsi d'acqua da correlare con i dati relativi ad altre variabili ambientali in generale e con quelli forniti dagli studi di distribuzione dell'ittiofauna in particolare. Pertanto si definisce l'indice fisico di produttività  $I_{pf}$  con la seguente espressione:

$$I_{pf} = 10 \cdot \frac{3 + \text{Log} Q}{\sqrt[3]{K \cdot H}}$$

Esso, tenendo conto delle caratteristiche del reticolo idrografico provinciale, può variare entro i limiti  $0,5 \div 20$  circa che, grosso modo, rappresentano i rapporti reali tra le produttività di un piccolo torrente di alta montagna e di un grande fiume di pianura. Forneris e Perosino (1992) hanno constatato che, in linea generale, gli ambienti caratterizzati da indici inferiori a 6 sono, quasi sempre, zone ittiche a salmonidi. Per tutte le sezioni sui bacini del Chisone e della Dora Riparia sono risultati valori inferiori a 5 (con un massimo di 2,6 per il primo presso la confluenza con il Pellice e di 3,9 per la Dora presso Torino).

## 2.2 - Elementi pluviometrici ed idrologici

Un aspetto fondamentale dei succitati studi promossi dalla Provincia di Torino sui principali bacini della Provincia di Torino ha riguardato la disponibilità delle risorse idriche. In particolare è stata effettuata la caratterizzazione idrologica delle sezioni di riferimento a partire da una conoscenza generale del clima (con particolare riferimento alle precipitazioni) e dei parametri morfometrici principali. Si sono quindi considerati diversi parametri, tra i quali si citano i più significativi (**tab. 2.3**):

- afflussi meteorici medi annui;
- deflussi medi annui;
- coefficienti di deflusso medi annui;
- portata media annua ;
- portate medie di durata caratteristica (10, 91, 182, 274, 355 giorni);
- portate di magra per assegnati tempi di ritorno (5, 10 e 20 anni).

In Provincia di Torino, vi sono aree poste sopra il limite climatico delle nevi persistenti (quindi con clima molto rigido), ad una ventina di chilometri di distanza da aree (praticamente adiacenti) in prossimità della pianura e sufficientemente “calde” da permettere la coltivazione di vigneti. Il M.te Rosa, con i suoi 4.633 m s.l.m., si trova ad appena 40 km di distanza dalla serra morenica di Ivrea, dove è possibile rinvenire gli olivi fra le piante coltivate ed addirittura i fichi d’India che crescono spontanei fra betulle, castagni e vigne.

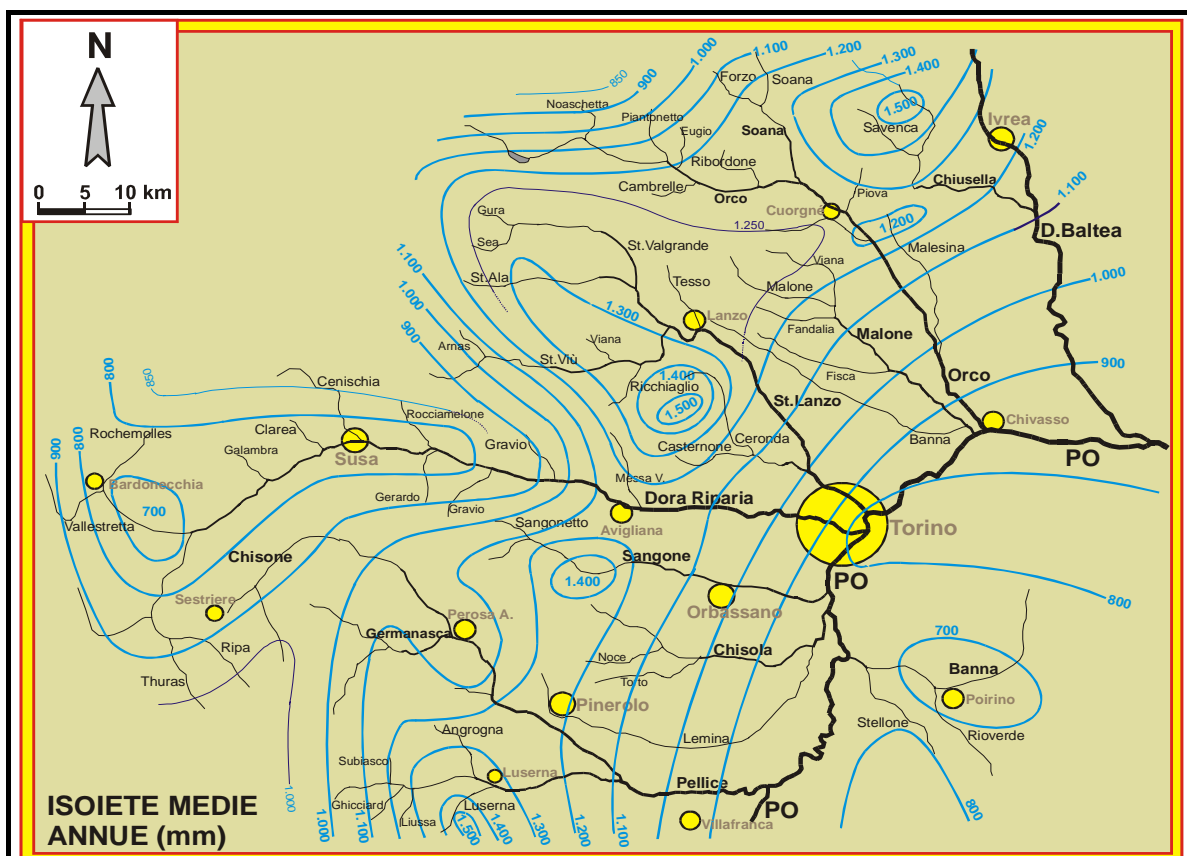
Il bacino della Dora Riparia, per esempio, comprende, in testata, massimi altitudinali che superano i 3.500 m s.l.m., con significative fasce altimetriche poste sopra il limite delle nevi persistenti e verso valle ampi territori tipicamente di pianura fino alla sezione di confluenza con il Po posta poco sopra i 200 m di quota e con una fascia altimetrica inferiore a 600 m s.l.m. di quasi l’11 % rispetto all’intero areale. Sono quindi presenti diversi ambienti, da quelli dominati dalla presenza di ghiacciai (seppure poco estesi) a quelli climaticamente molto meno rigidi o addirittura decisamente più caldi, in grado di garantire addirittura la presenza di specie mediterranee (es. il leccio nell’area protetta dell’Orrido di Chianocco).

Le più basse precipitazioni medie annue, per la Provincia di Torino (**fig. 2.1**), sono comprese intorno a 700 mm della zona collinare e di alta pianura Sud orientale, inferiore alla media italiana di 970 mm e vicina al valore di 760 mm rappresentativo della pianura Padana, valori indicati dal Mennella (1967). Casi a parte sono rappresentati dalle ampie valli Chisone e Susa, con direzione Ovest - Est, parallele alle umide correnti occidentali e quindi, poco esposte alle perturbazioni atlantiche apportatrici, in genere, di abbondanti precipitazioni nelle regioni Nordoccidentali. In effetti l’alta val Chisone ed un po’ tutta la val di Susa presentano precipitazioni medie annue relativamente basse rispetto a quanto è segnalato dalla letteratura per l’arco alpino occidentale e paragonabili al minimo sopra segnalato per la Provincia di Torino.

**Tab. 2.3** - Caratteristiche idrologiche delle sezioni di riferimento.

codice sezione	afflusso medio annuo	deflusso medio annuo	coeff. di deflusso	portata media annua			portate medie di durata caratteristica							portate di magra tempi di ritorno Tr = 5, 10 e 20 anni		
	A	D	D/A	Q <sub>med</sub>		q <sub>med</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>91</sub>	Q <sub>182</sub>	Q <sub>274</sub>	Q <sub>355</sub>	Q <sub>355</sub>	q <sub>355</sub>	Tr <sub>5</sub>	Tr <sub>10</sub>	Tr <sub>20</sub>
	mm	mm		m <sup>3</sup> /s	l/s	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	l/s	l/s/km <sup>2</sup>	l/s	l/s	l/s
CHS01	964	900	0,93	1,13	1.130	28,4	4,79	1,28	0,63	0,39	0,23	230	5,78	170	157	153
CHS02	912	813	0,89	0,48	480	25,7	2,13	0,54	0,26	0,15	0,09	90	4,81	80	74	72
CHS03	910	817	0,90	2,43	2.430	25,9	9,80	2,77	1,42	0,87	0,51	510	5,44	440	430	420
CHS04	899	817	0,91	2,95	2.950	25,9	11,90	3,36	1,72	1,06	0,62	619	5,43	535	523	511
CHS05	892	817	0,92	3,39	3.390	25,9	13,66	3,86	1,98	1,21	0,71	711	5,44	614	600	586
CHS06	893	654	0,73	3,55	3.550	20,7	14,17	3,85	2,06	1,36	0,74	742	4,33	731	642	549
CHS07	899	654	0,73	3,99	3.990	20,7	15,90	4,32	2,31	1,53	0,83	833	4,33	820	721	616
CHS08	933	754	0,81	5,63	5.630	20,7	22,46	6,11	3,26	2,16	1,18	1.176	4,33	1.158	1.018	869
CHS09	977	695	0,71	10,81	10.810	22,1	43,14	12,24	6,20	3,87	2,41	2.414	4,92	2.092	1.838	1.570
CHS10	1.009	695	0,69	12,80	12.800	22,0	51,10	14,50	7,35	4,59	2,86	2.860	4,92	2.251	2.021	1.861
CHS11	1.011	695	0,69	12,94	12.940	22,0	51,64	14,65	7,43	4,64	2,89	2.890	4,92	2.274	2.042	1.880
CHS12	1.014	695	0,69	13,20	13.200	22,0	52,68	14,95	7,58	5,73	2,95	2.949	4,92	2.320	2.083	1.918
CHS13	1.014	695	0,69	13,29	13.290	22,0	53,05	15,05	7,63	4,77	2,97	2.969	4,92	2.336	2.097	1.931
CHS14	1.007	864	0,86	2,14	2.140	27,4	8,79	2,29	1,19	0,81	0,46	455	5,83	334	308	300
CHS15	1.032	844	0,82	5,20	5.200	26,8	20,29	5,62	3,03	2,08	1,17	1.171	6,02	832	766	747
CHS16	1.008	898	0,89	1,30	1.300	28,4	5,51	1,39	0,71	0,48	0,27	270	5,90	196	180	176
CHS17	981	815	0,83	1,63	1.630	25,8	6,80	1,75	0,90	0,60	0,34	337	5,33	270	249	243
DRI01	876	669	0,76	1,78	1.780	21,2	6,75	2,02	1,09	0,77	0,52	552	6,58	474	451	435
DRI01.1	932	669	0,72	0,95	950	21,2	3,61	1,08	0,58	0,41	0,30	296	6,58	254	242	233
DRI02	833	669	0,80	4,32	4.320	21,2	16,39	4,90	2,64	1,87	1,34	1.341	6,58	1.150	1.095	1.056
DRI03	817	669	0,82	5,11	5.110	21,2	19,38	5,80	3,13	2,21	1,59	1.586	6,58	1.360	1.296	1.250
DRI04	839	669	0,80	1,46	1.460	21,2	5,53	1,65	0,89	0,63	0,45	452	6,58	388	370	356
DRI05	950	669	0,70	0,56	560	21,2	2,13	0,64	0,34	0,24	0,17	174	6,58	149	142	137
DRI06	974	669	0,69	1,18	1.180	21,2	4,49	1,34	0,72	0,51	0,37	368	6,58	315	300	290
DRI06.1	975	669	0,69	0,55	550	21,2	2,10	0,63	0,34	0,24	0,17	172	6,58	148	141	136
DRI07	974	669	0,69	1,52	1.520	21,2	5,75	1,72	0,93	0,65	0,47	470	6,58	403	384	371
DRI08	975	669	0,69	0,54	540	21,2	2,06	0,62	0,33	0,23	0,17	169	6,58	145	138	133
DRI09	959	669	0,70	1,85	1.850	21,2	7,03	2,10	1,13	0,80	0,58	576	6,58	494	470	454
DRI10	962	669	0,70	3,26	3.260	21,2	12,35	3,69	1,99	1,41	1,01	1.010	6,58	867	826	796

codice sezione	afflusso medio annuo	deflusso medio annuo	coeff. di deflusso	portata media annua			portate medie di durata caratteristica							portate di magra tempi di ritorno Tr = 5, 10 e 20 anni		
	A	D	D/A	Q <sub>med</sub>		q <sub>med</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>91</sub>	Q <sub>182</sub>	Q <sub>274</sub>	Q <sub>355</sub>	Q <sub>355</sub>	q <sub>355</sub>	Tr <sub>5</sub>	Tr <sub>10</sub>	Tr <sub>20</sub>
	mm	mm		m <sup>3</sup> /s	l/s	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	l/s	l/s/km <sup>2</sup>	l/s	l/s	l/s
DRI11	952	669	0,70	4,10	4.100	21,2	15,55	4,65	2,51	1,77	1,27	1.273	6,58	1.091	1.040	1.003
DRI12	910	669	0,74	5,51	5.510	21,2	20,90	6,25	3,37	2,38	1,71	1.710	6,58	1.466	1.397	1.348
DRI13	862	733	0,85	12,02	12.020	23,3	42,05	13,76	8,25	5,85	4,05	4.046	7,82	2.921	2.782	2.684
DRI14	853	714	0,84	13,57	13.570	22,6	47,11	15,56	9,39	6,66	4,58	4.584	7,64	3.387	3.227	3.113
DRI15	850	702	0,83	14,10	14.100	22,3	48,80	16,18	9,78	6,93	4,76	4.760	7,52	3.574	3.405	3.284
DRI16	846	689	0,81	15,16	15.160	21,8	52,23	17,42	10,57	7,48	5,13	5.127	7,38	3.920	3.735	3.602
DRI17	843	632	0,75	16,85	16.850	20,0	57,23	18,64	12,08	8,98	6,25	6.253	7,43	4.752	4.527	4.366
DRI18	865	792	0,92	1,62	1.620	25,1	6,34	1,74	1,02	0,74	0,53	532	8,25	365	347	335
DRI19	829	666	0,80	3,06	3.060	21,1	11,50	3,33	2,01	1,45	1,02	1.021	7,04	819	781	753
DRI20	823	730	0,89	0,36	360	23,2	1,54	0,38	0,21	0,15	0,11	106	6,77	88	84	81
DRI21	807	679	0,84	0,64	640	21,5	2,63	0,69	0,39	0,27	0,19	192	6,47	168	160	154
DRI21.1	820	726	0,89	0,36	360	23,0	1,55	0,39	0,21	0,15	0,11	106	6,73	89	85	82
DRI22	810	461	0,57	0,16	160	14,6	0,70	0,17	0,09	0,06	0,04	40	3,74	40	25	22
DRI23	990	707	0,71	0,82	820	22,4	3,33	0,88	0,50	0,36	0,25	252	6,89	207	197	190
DRI24	980	718	0,73	0,50	500	22,8	2,10	0,54	0,30	0,21	0,15	150	6,79	125	119	115
DRI25	794	609	0,77	0,31	310	19,3	1,33	0,33	0,18	0,13	0,09	87	5,43	61	38	34
DRI26	841	632	0,75	17,95	17.950	20,0	60,72	19,87	12,91	9,60	6,69	6.690	7,46	5.984	5.500	4.997
DRI27	840	632	0,75	18,32	18.320	20,0	61,92	20,29	13,19	9,82	6,84	6.840	7,47	6.109	5.616	5.102
DRI28	842	594	0,71	19,60	19.600	18,8	65,88	21,76	14,22	10,53	7,27	7.270	6,99	6.947	6.386	5.801
DRI29	849	594	0,70	20,51	20.510	18,8	68,93	22,76	14,87	11,01	7,61	7.610	6,99	7.268	6.681	6.070
DRI30	869	613	0,71	22,88	22.880	19,4	76,90	25,40	16,60	12,29	8,49	8.490	7,21	7.857	7.222	6.561
DRI31	891	629	0,71	24,80	24.800	19,9	83,35	27,52	17,99	13,32	9,20	9.200	7,40	8.306	7.635	6.936
DRI32	891	629	0,71	24,82	24.820	19,9	83,44	27,55	18,01	13,33	9,21	9.210	7,40	8.315	7.643	6.944
DRI33	891	629	0,71	24,93	24.930	19,9	83,79	27,67	18,08	13,39	9,25	9.250	7,40	8.351	7.676	6.974
DRI34	1.378	984	0,71	0,94	940	31,2	3,48	1,17	0,57	0,32	0,20	200	6,68	118	76	67



**Fig. 2.1** - Isoiete medie annue (mm) caratteristiche del territorio della Provincia di Torino. Le precipitazioni medie annue più elevate si riscontrano nei bacini del Luserna e del Savenca (Chiusella). Mentre quelle più modeste si riscontrano in pianura e nella testata del bacino della Dora Riparia. In: Perosino (2001).

Dall'esame dei regimi pluviometrici delle stazioni meteorologiche situate nei bacini in oggetto (Regione Piemonte, 1980), si riscontra che un po' tutte rientrano nel tipo sublitoraneo, con massimi annuali più o meno equivalenti, uno praticamente stabile nel maggio, l'altro che si verifica in ottobre o in novembre, ma che saltuariamente può manifestarsi nel settembre. La collocazione nell'anno e l'entità rispettiva di detti massimi e dei minimi interposti, concorrono a definire due sottotipi:

- sublitoraneo alpino (generalmente sopra i 600 m s.l.m.) con due massimi nelle stagioni primaverile ed autunnale, di cui è moderatamente prevalente il primo e due minimi, di cui quello invernale nettamente inferiore a quello estivo;
- sublitoraneo occidentale (porzione territoriale di pianura); con massimi nelle stagioni primaverile ed autunnale, con il primo molto evidente e due minimi interposti, di cui quello invernale nettamente inferiore.

Si riscontrano quindi due stagioni umide (primavera ed autunno) e due stagioni più asciutte (estate e inverno). Ma in linea di massima si osserva che le precipitazioni sono sufficienti, sia come quantità, sia come distribuzione nell'anno, tanto che assai raramente si hanno situazioni di pronunciato deficit idrico.

I bacini idrologici italiani sono stati classificati in relazione al coefficiente di deflusso medio annuo (Pallucchini, 1934). I principali corsi d'acqua dei due bacini in oggetto si possono definire di tipo alpino, in quanto quasi tutti caratterizzati da un coefficiente di deflusso (D/A in **tab. 2.3**) pari o superiore a 0,7. I corsi d'acqua possono anche essere classificati in funzione del regime idrologico medio e di altre caratteristiche idrologiche. I criteri sono essenzialmente:

- permanenza dell'acqua (*permanenti*, cioè con acqua sempre presente in alveo; *semipermanenti* e *temporanei* con l'acqua presente in alveo rispettivamente per oltre e meno di metà anno);
- regime idrologico (*nivoglaciale*, *nivopluviale* e *pluviale* a seconda delle “forme” dei regimi degli afflussi e deflussi; i regimi pluviali possono essere ulteriormente suddivisi in funzione della classificazione climatica dei regimi pluviometrici).

Sulla base di tali criteri, nell'ambito del progetto della “Banca Dati delle Zone Umide” della Regione Piemonte (De Biaggi *et Al.*, 1987; C.R.E.S.T., 1988), è stata proposta una classificazione e codificazione degli ambienti acquatici, successivamente adottata per la “*Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese*” (Regione Piemonte, 1991); le tipologie considerate sono le seguenti:

- **103101** - acque correnti a regime nivoglaciali permanenti (l'unico ambiente di questo tipo individuato nei due bacini considerati è quello relativo al Galambra, tributario della Dora);
- **103201** - acque correnti a regime nivopluviali permanenti (quasi tutti i corsi d'acqua costituenti i reticoli idrografici dei due bacini considerati);
- **103311** - acque correnti a regime pluviale tipo sub-litoraneo occidentale permanenti (bacino del Mattie, tributario della Dora).

Il dato idrologico che bisogna considerare con attenzione è la portata specifica media annua; essa si esprime in litri per secondo per chilometro quadrato (l/s/km<sup>2</sup>) e rappresenta la quantità d'acqua (litri) che, nell'unità di tempo (secondo), viene “espressa” dall'unità di superficie (chilometro quadrato) di bacino sotteso. I bacini caratterizzati da ampie estensioni delle fasce altimetriche più elevate (quindi con scarse perdite per evapotraspirazione per le rigide condizioni climatiche) e da abbondanti precipitazioni, presentano maggiori potenzialità idriche. Il valore medio del contributo annuo caratteristico dell'intero territorio provinciale è pari a quasi 20 l/s/km<sup>2</sup>. La maggior parte dei bacini della Provincia di Torino presenta potenzialità idriche superiori, mentre le porzioni territoriali collinari e di pianura sono caratterizzate da maggiori perdite per evapotraspirazione e da minori precipitazioni. Risultano contributi di 20 ÷ 25 l/s/km<sup>2</sup> per il bacino del Chisone e di 19 ÷ 22 l/s/km<sup>2</sup> per quello della Dora Riparia (**tab. 2.3**).

La caratterizzazione idrologica delle sezioni di riferimento è stata effettuata mediante le formule di regionalizzazione sviluppate in studi pregressi con copertura sull'intero bacino del Po (SIMPO, 1980), ma ricalibrate sui singoli bacini, anche e soprattutto con particolare riguardo ai regimi di magra, secondo quanto acquisito in recenti esperienze (Regione Piemonte, 1989). In sostanza si è proceduto al metodo del confronto fra le superfici dei bacini sottesi per quelle sezioni di riferimento vicine alle stazioni idrometriche del Servizio Idrografico Italiano (1913 ÷ 1977), mentre si è proceduto



all'applicazione delle formule di regionalizzazione succitate, seppure con correzioni ed opportune tarature per le sezioni più distanti, ma entro gli stessi bacini (**tab. 2.3**).

Oltre i parametri idrologici medi (valori degli afflussi, deflussi, coefficienti di deflusso e portate medie mensili ed annue), si sono determinate le portate caratteristiche di durata. Un particolare significato assume la portata di durata di 355 giorni; per tale periodo di tempo in alveo è disponibile una portata pari o superiore; usando un linguaggio meno ortodosso si potrebbe anche affermare che mediamente per una decina di giorni all'anno è presente una portata inferiore. Studiando le serie idrologiche delle stazioni idrometriche di Pont Canavese (Orco), di Lanzo (Stura di Lanzo), di Oulx e di S. Antonino di Susa (Dora Riparia), di Soucheres Basses e di Fenestrelle (Chisone) nel territorio della Provincia di Torino e di altre stazioni idrometriche piemontesi, tutte caratterizzate da periodi di osservazione significativi (C.R.E.S.T., 1988 - 1993; Forneris *et al.*, 1991; Perosino, 1997; Perosino e Scarpinato, 1982), si è osservato che la portata media di durata pari a 355 giorni è molto simile (talora addirittura quasi coincide) alla portata minima annuale con tempo di ritorno di due anni ed a quella ottenuta dalla media aritmetica dei minimi assoluti annuali delle serie di osservazione. Pertanto tale portata può essere assunta come "portata di magra normale" (Perosino, 1989) e rappresenta un valore di riferimento importante per descrivere le situazioni idrologiche critiche, sia dal punto di vista della conservazione della qualità degli ecosistemi fluviali, sia per quanto riguarda l'utilizzazione delle risorse idriche superficiali per diversi fini.

La **tab. 2.3** riporta, per ciascuna sezione di riferimento, la portata di durata di 355 giorni. I problemi relativi alla gestione ed utilizzazione delle risorse idriche e ad alla tutela delle acque superficiali dipendono in modo importante dalle potenzialità idriche medie dei bacini, come già precedentemente sottolineato, ma ancora di più dalle disponibilità nei periodi di magra. In linea di massima i bacini segnalati per l'abbondanza delle disponibilità idriche presentano anche i più elevati valori di portate specifiche di magra. In provincia di Torino, se si considerano le principali vallate alpine, si segnalano valori relativamente modesti per il bacino del Chisone (dove prevalgono valori intorno a  $5 \text{ l/s/km}^2$ ) e di alcune aree di quello della Dora Riparia ( $5 \div 6 \text{ l/s/km}^2$ ), contro una media di  $6 \div 7 \text{ l/s/km}^2$  (ed anche superiori). Tali portate di magra si manifestano solitamente nella stagione invernale, quando minori sono le esigenze idriche per fini irrigui, mentre qualche problema si manifesta per le produzioni idroelettriche. Il valore della portata media di durata di 355 giorni, che può essere considerato come magra con tempo di ritorno di due anni, può essere un interessante elemento di confronto con le portate di magra caratterizzate da maggiori eccezionalità. In particolare la **tab. 2.3** riporta anche le magre con tempi di ritorno di 5, 10 e 20 anni. Le prime risultano di circa il  $10 \div 15 \%$  inferiori a quelle di magra normale. Le minime con tempo di ritorno di 10 anni risultano inferiori del  $20 \div 30 \%$  della portata di durata di 355 giorni. Le magre con tempo di ritorno di 20 anni rappresentano situazioni di stress idrologico naturali piuttosto delicate.

## 2.3 - Carico antropico

Il sistema di valutazione approssimativo (ma comodo e rapido) per stimare i carichi di nutrienti provenienti dai bacini è quello di considerare un solo elemento, il fosforo,

come rappresentativo dell'insieme di tutti i nutrienti in virtù del fatto che esso è quasi sempre l'elemento limitante non solo negli ambienti acquatici (Dixon, 1968; Chiaudani, Vighi, 1974 - 1982; IRSA, 1977, 1980). Negli studi sull'eutrofizzazione viene normalmente considerato il **"fosforo totale"**, cioè la somma di quello legato in composti chimici inorganici (sali più o meno solubili come essenzialmente fosfati) con quello legato in composti organici (perché potenzialmente disponibile con la decomposizione delle sostanze organiche in cui è compreso). Per i succitati studi relativi ai bacini della Provincia di Torino, per la stima del carico naturale ed antropico sul bacino, è stato utilizzato il metodo della valutazione del **carico di fosforo totale** (C.R.E.S.T., 1990 - 1997).

Calderoni *et Al.* (1976 e 1978) hanno stabilito a  $0,07 \div 0,11$  kg/ha/anno il rilascio dei suoli naturali nelle zone montane italiane. In uno studio sull'eutrofizzazione dei bacini lacustri italiani Chiaudani e Vighi (1982) hanno stabilito un valore di cessione pari a  $0,1$  kg/ha/anno del suolo indipendentemente dal tipo e grado di utilizzazione e ritenuto valido per terreni incolti; tale valore è stato ritenuto rappresentativo anche della situazione del bacino imbrifero del Lago di Candia in uno studio sull'eutrofizzazione dello stesso (Durio *et al.*, 1983). Pertanto anche **per i suoli naturali** compresi entro i bacini del Chisone e della Dora Riparia **si è considerata una cessione di fosforo totale pari a  $0,1$  kg/ha/anno.**

Per il suolo coltivato alcuni Autori sostengono che solo il 50 % dei fertilizzanti sia utilizzato dai vegetali coltivati; la parte restante viene perso dal terreno per lo scorrimento delle acque (fenomeno ampiamente facilitato dal sistema di irrigazione a spargimento) e per infiltrazione. Per la situazione italiana è stato valutato dall'I.R.S.A (Istituto di Ricerca Sulle Acque) un rilascio teorico medio nazionale pari a circa  $0,2 \div 1$  kg/ha/anno. Sulla base di ricerche successive lo stesso IRSA, in considerazione delle notevoli diversità tra le situazioni che si presentano in Italia e quindi delle difficoltà nelle stime dei carichi, ha ritenuto ragionevole proporre una **cessione dai suoli coltivati pari a  $0,6$  kg/ha/anno**, valore che è stato applicato anche per i bacini considerati.

Il contributo procapite di fosforo totale attribuibile alla popolazione residente, in accordo con vari Autori (Vollenweider, 1969  $\div$  1979; Oglesby *et al.* 1973; IRSA, 1977) veniva considerato, fino alla fine degli anni '70, pari a  $1,28$  kg/anno così ripartito:  $0,58$  metabolico più  $0,70$  da detersivi; quest'ultimo valore è successivamente diminuito per le leggi in materia che limitano l'uso di tale composto (Marchetti, 1987). Oggi pertanto il **carico procapite di fosforo totale viene valutato pari a  $0,8$  kg/ha/anno**, di cui solo il 50 % raggiunge le acque superficiali (Chiaudani, Vighi, 1982; Marchetti 1987). Ad esso va aggiunto un valore di  **$0,5$  kg/ha/anno di fosforo totale per ciascuno degli addetti nell'industria** (Marchetti, 1987) del quale la metà raggiunge le acque superficiali.

Il carico dovuto alle attività zootecniche è stato stimato tenendo conto delle quantità di fosforo totale mediamente contenuto nelle deiezioni degli animali considerati secondo il loro peso medio (Marchetti, 1987). Di esso il 95 % circa viene utilizzato come concime sui suoli coltivati (e quindi rientra nel dato relativo alla loro cessione di fosforo totale), mentre il restante 5 % giunge direttamente nelle acque superficiali (Marchetti, 1987).

Il carico totale è quindi dovuto alla seguente somma:

- **Cv - carico civile** (50 % di  $0,8$  kg/anno procapite); rappresenta l'impatto dell'insieme degli scarichi civili dovuti alla presenza di persone che vivono e producono rifiuti

(scarichi domestici) su un determinato territorio; ai residenti bisogna aggiungere le presenze turistiche;

- **Ci - carico industriale** (50 % di 0,5 kg/anno per addetto industriale); buona parte dei prodotti di rifiuto delle attività industriali sono riconducibili ad una equivalente quantità di fosforo totale;
- **Cz - carico zootecnico** (5 % del fosforo totale prodotto con le deiezioni); rappresenta l'impatto dovuto agli allevamenti; ovviamente esso dipende dalla qualità e quantità degli animali;
- **Ca - carico dovuto all'agricoltura** (0,6 kg/ha/anno); è la cessione di fosforo totale dovuto ai suoli coltivati;
- **Cn - carico naturale** (0,1 kg/ha/anno); è la cessione di fosforo totale dovuto ai suoli naturali; teoricamente se il bacino del Po fosse per nulla antropizzato, questo dato risulterebbe l'unico di cui tenere conto.

La stima del carico antropico richiede quindi un'analisi territoriale di tipo socio - economico utile a fornire i dati relativi alle variabili sopra descritte. Il metodo della stima del carico di fosforo totale tiene conto dell'insieme delle caratteristiche naturali ed antropiche del territorio comprendendo non solo quelle naturali, ma anche le principali attività umane, oltre che del peso dovuto alle popolazioni residente e fluttuante con il turismo. Le analisi socio - economiche dei bacini della Provincia di Torino sono state effettuate con l'elaborazione di dati disponibili su base comunale. Si è fatto essenzialmente riferimento al S.I.T.A. (Sistema Informatico Territoriale Ambientale - Pianificazione Territoriale della Regione Piemonte - C.S.I./Piemonte) con integrazioni ottenute dal *“Progetto per la Pianificazione delle Risorse Idriche del Territorio Piemontese”* (Regione Piemonte, 1980). La maggior parte dei dati sono riferiti al 1981 ed ai successivi aggiornamenti. Per il censimento generale dell'agricoltura l'aggiornamento del S.I.T.A. è del 1990, mentre per i dati demografici è stata compiuta una indagine presso tutti i comuni interessati dalla ricerca per avere a disposizione il numero di residenti come risulta dalle ultime anagrafi. Per quanto attiene infine alle presenze turistiche si è fatto riferimento anche ai dati elaborati dalla Regione Piemonte (1984).

I diversi valori parziali di carico di fosforo sono stati stimati per i territori costituenti i bacini imbriferi sottesi alle diverse sezioni di riferimento (**tab. 2.4**). Questo lavoro è stato finalizzato alla determinazione del livello di qualità delle acque del reticolo idrografico provinciale; pertanto i valori di carico totale di fosforo si sono riferiti in funzione delle portate medie annue stimate in corrispondenza delle diverse sezioni di riferimento; in pratica il rapporto tra il carico totale annuo (**Ct**, espresso in mg o in  $\mu\text{g}$ ) e il volume medio annuo d'acqua (**Q**, espresso in  $\text{m}^3$  o in litri) che attraversa la sezione di riferimento (la portata media annua moltiplicata per il numero di secondi in un anno). Il rapporto **Ct/Q** ( $\mu\text{g/l}$ ) che così si ottiene esprime la *“teorica”* concentrazione media annua di fosforo totale che si dovrebbe riscontrare nelle acque in corrispondenza delle sezioni.

Occorre precisare che il rapporto **Ct/Q** non è un valore che ha la pretesa di rappresentare realmente il livello di eutrofizzazione delle acque. Le concentrazioni reali di fosforo totale e di altri nutrienti sono il risultato dell'interazione di un insieme molto complesso di fattori ambientali naturali ed antropici che non può essere rappresentato da un modello molto semplice come quello adottato. Tuttavia il **CT/Q** si rivela utile perché permette un confronto fra diverse porzioni di territorio fondato su un solo tipo di espressione.

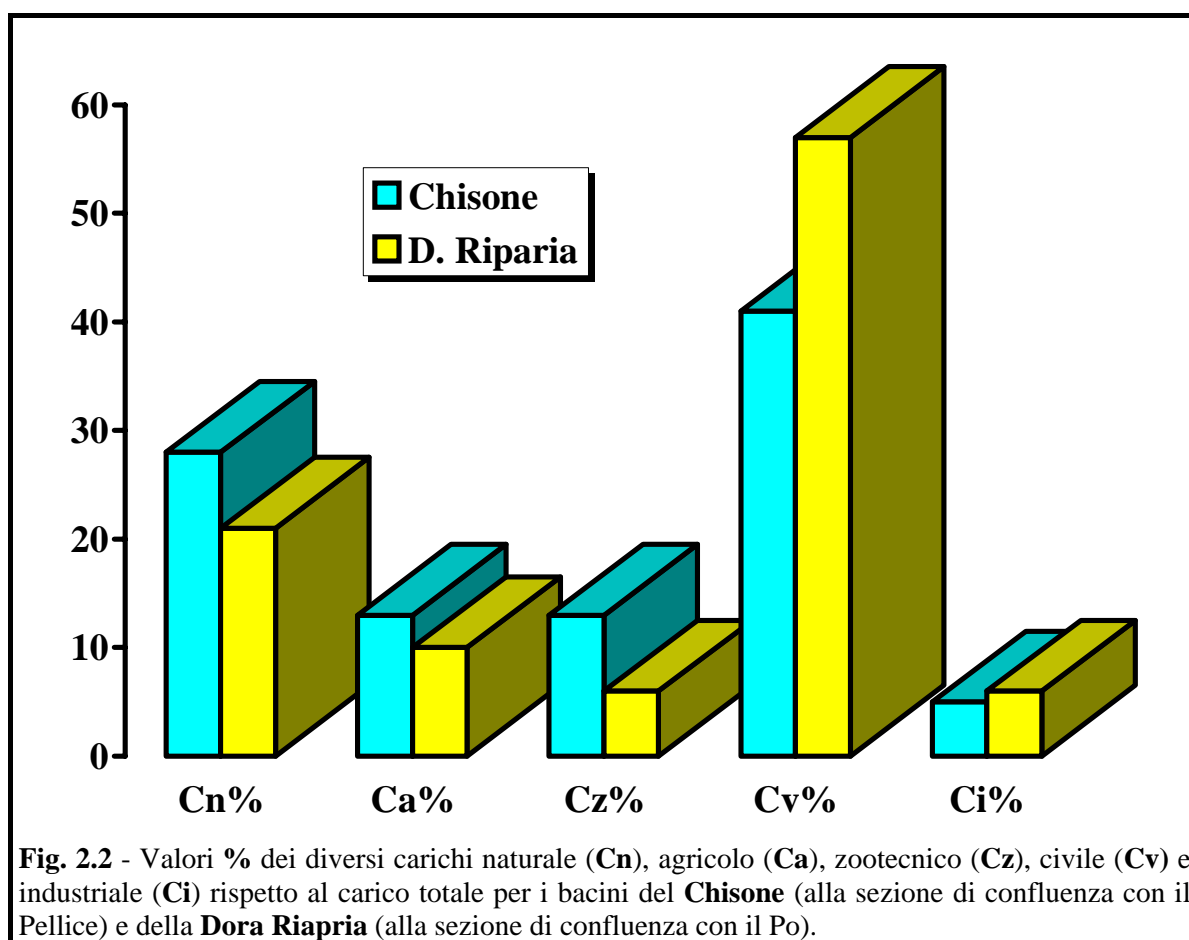
**Tab. 2.4 - Qualità degli ambienti relativi alle sezioni di riferimento.**

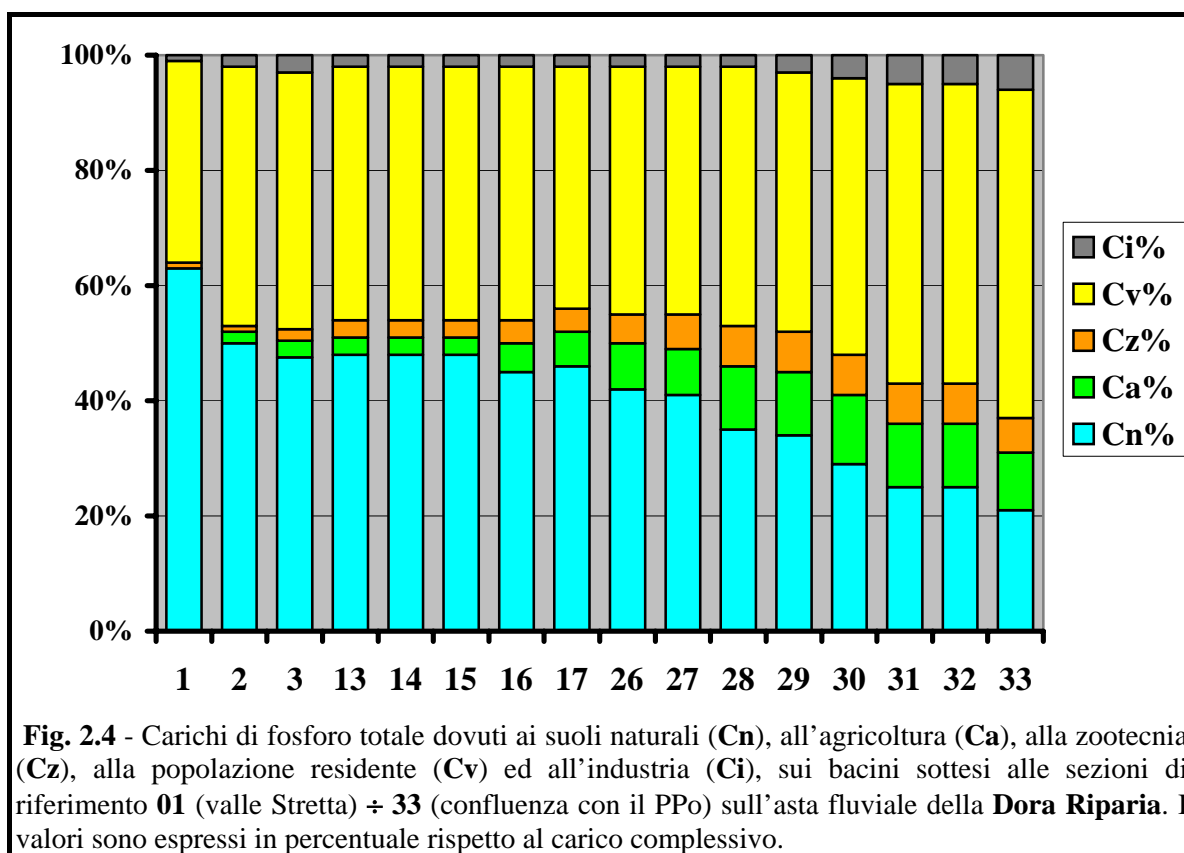
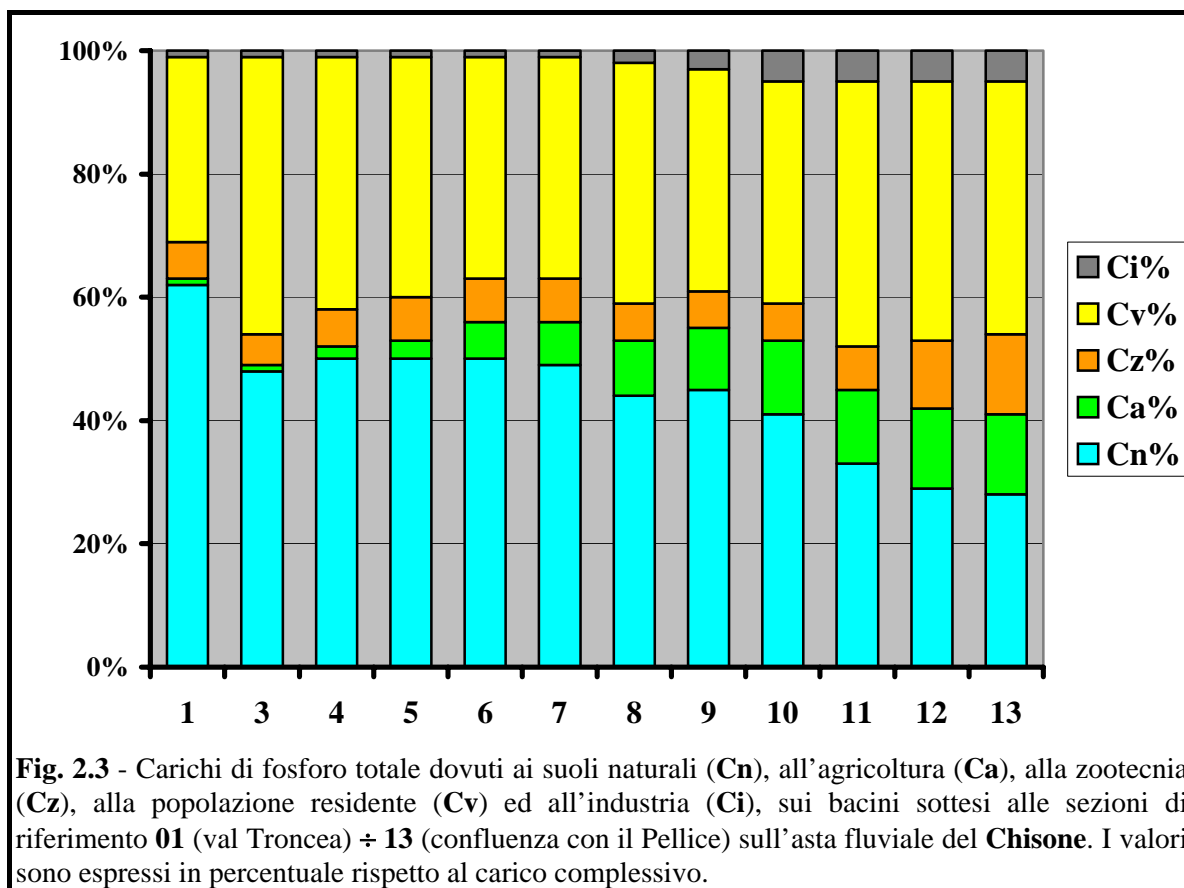
codice sezione	classifica zione D.L. 130/92 Salmonico le/Ciprini- cole (S/C)	carico di fosforo totale							qualità biologica delle acque (I.B.E.)			zona ittica
		carico tota le su unità areale	concentra- zione teori ca media	carico naturale percentuale	carico agricolo percentuale	carico zootecnico percentuale	carico civile percentuale	carico industriale percentuale	numero Unità Siste matiche	indice numerico I.B.E.	classe di qualità biologica	
		Ct/S	Ct/Q	Cn	Ca	Cz	Cv	Ci				
		kg/y/km <sup>2</sup>	µg/l	%	%	%	%	%	U.S.	1 ÷ 12	I ÷ V	
CHS01	S	23	26	62	1	6	30	1	17	10	I	1
CHS02	S	58	71	25	1	4	69	1	8	7	III	1
CHS03	S	31	38	48	1	5	45	1	12	9	II	1
CHS04	S	30	36	50	2	6	41	1	13	9	II	1
CHS05	S	29	35	50	3	7	39	1	16	10	I-II	1
CHS06	S	29	44	50	6	7	36	1	18	10	I	1
CHS07	S	29	44	49	7	7	36	1	12	9	II	1
CHS08	S	33	50	44	9	6	39	2	19	10	I	1
CHS09	S	31	44	45	10	6	36	3	20	10-11	I	2
CHS10	S	39	56	41	12	6	36	5	21	10-11	I	2
CHS11	S	42	60	33	12	7	43	5	19	9	II	2
CHS12	nc	47	67	29	13	11	42	5	nc	nc	nc	2
CHS13	nc	48	68	28	13	13	41	5	nc	nc	nc	2
CHS14	S	22	25	67	2	4	23	4	20	10	I	1
CHS15	S	24	28	60	11	4	23	2	18	9	II	2
CHS16	S	22	24	67	1	4	23	5	21	11	I	1
CHS17	S	20	24	72	11	3	13	1	23	11	I	1
DRI01	S	24	36	63	0	1	35	1	12	9	II	1
DRI02	S	30	45	50	2	1	45	2	10	8-9	II	1
DRI03	S	31	46	48	3	2	45	3	13	9	II	1
DRI04	S	34	51	43	1	1	53	2	9	9	II	1
DRI05	S	30	45	48	0	1	50	1	14	9	II	1
DRI06	S	26	39	56	0	3	39	2	2	nc	nc	1
DRI07	S	21	31	72	0	14	13	1	12	9	II	1
DRI08	S	21	31	72	0	14	14	0	19	10	I	1
DRI09	S	25	37	59	0	12	28	1	16	9-10	II	1
DRI10	S	26	39	58	0	8	33	1	12	9	II	1

codice sezione	classifica zione D.L. 130/92 Salmonico le/Ciprinico le (S/C)	carico di fosforo totale							qualità biologica delle acque (I.B.E.)			zona ittica
		carico tota le su unità areale	concentra- zione teori ca media	carico naturale percentuale	carico agricolo percentuale	carico zootecnico percentuale	carico civile percentuale	carico industriale percentuale	numero Unità Siste matiche	indice numerico I.B.E.	classe di qualità biologica	
		Ct/S kg/y/km <sup>2</sup>	Ct/Q µg/l	Cn %	Ca %	Cz %	Cv %	Ci %	U.S.	1 ÷ 12	I ÷ V	
DRI11	S	26	39	57	0	6	36	1	14	9	II	1
DRI12	S	30	45	50	2	5	42	1	10	6	III	1
DRI13	S	31	42	48	3	3	44	2	9	8	II	1
DRI14	S	31	43	48	3	3	44	2	13	9	II	1
DRI15	S	31	44	48	3	3	44	2	11	7	III	1
DRI16	S	32	46	45	5	4	44	2	8	7	III	1
DRI17	S	31	49	46	6	4	42	2	11	6-7	III	1
DRI18	S	15	19	100	0	0	0	0	15	9-10	I-II	1
DRI19	S	25	38	58	13	6	22	1	5	5-6	III-IV	1
DRI20	S	20	27	74	0	2	23	1	24	11	I	1
DRI21	S	26	38	54	13	2	30	1	18	10	I	1
DRI22	S	44	95	28	33	6	32	1	20	10-11	I	1
DRI23	S	51	72	27	12	11	45	5	19	10	I	1
DRI24	S	58	81	22	21	11	44	1	17	10	I	1
DRI25	S	49	80	27	15	8	48	2	17	10	I	1
DRI26	S	34	54	42	8	5	43	2	13	7	III	2
DRI27	S	35	55	41	8	6	43	2	13	8	II	2
DRI28	S	40	67	35	11	7	45	2	15	8-9	II	2
DRI29	S	41	69	34	11	7	45	3	17	9	II	2
DRI30	S	48	78	29	12	7	48	4	17	8	II	2
DRI31	S	54	86	25	11	7	52	5	8	6	III	2
DRI32	S	55	88	25	11	7	52	5	10	6-7	III	2
DRI33	S	64	105	21	10	6	57	6	6	5-6	III-IV	2/3
DRI34	S	64	65	22	5	4	66	3	26	10-11	I	1

Il **carico unitario** ( $Ct/S$ ;  $kg/y/km^2$ ) è il rapporto tra il carico totale annuo ( $Ct$ ;  $kg/y$ ) e la superficie ( $S$ ;  $km^2$ ) del territorio interessato espressa in  $km^2$ . Esso permette un confronto fra i bacini più corretto rispetto all'esame dei valori assoluti dei carichi. Più interessante risulta l'esame dei valori dei rapporti  $Ct/Q$ . In particolare merita segnalare i bacini con forte sviluppo delle fasce altimetriche più elevate. Essi risultano i meno antropizzati e, date le caratteristiche climatiche, anche quelli con maggiori potenzialità idriche. Risultano pertanto valori inferiori a  $40 \mu g/l$  ed in particolare spicca il valore di appena  $26 \mu g/l$  per l'alto Chisone (val Troncea).

La **tab. 2.4** riporta anche, per ciascuna sezione di riferimento, i valori percentuali dei singoli carichi rispetto a quello totale. Pertanto è possibile, per i diversi bacini, evidenziare i principali fattori di alterazione delle acque in funzione delle diverse tipologie di carichi. Le **figg. 2.2, 2.3 e 2.4** illustrano i contributi dei diversi tipi di carichi alla formazione di quello complessivo dei due bacini considerati (sottesi alle sezioni terminali). I carichi naturale, agricolo e zootecnico sono più importanti per il bacino del Chisone, mentre quelli civile ed industriale risultano più significativi per quello della Dora Riparia. Inoltre si osserva una evidente diminuzione del carico naturale dalle sezioni più a monte verso le sezioni terminali dei bacini, cui fa riscontro l'incremento del carico zootecnico e di quello agricolo e, in misura maggiore, di quello civile, mentre quello industriale, pur aumentando, rimane tuttavia relativamente modesto.





Forneris *et al.* (1990) affermano che i contributi medi annui su unità di superficie “S” dei bacini piemontesi variano, grosso modo, da  $5 \cdot 10^8$  l/anno/km<sup>2</sup> (pianura orientale) a  $1,5 \cdot 10^9$  l/anno/km<sup>2</sup> (Alpi Nord-orientali). La situazione ipotetica naturale con impatti antropici praticamente nulli prevede un carico di fosforo totale “Ct” dovuto unicamente alla cessione dei terreni incolti che, come sopra citato, è stata valutata in 0,1 kg/ha/anno =  $10^{10}$  µg/km<sup>2</sup>/anno. Pertanto il rapporto “Ct/Q” può variare da minimi di 5 a massimi di 20 µg/l di concentrazione media annua teorica di fosforo totale nelle acque in ecosistemi fluviali i cui bacini non sono sottoposti ad impatti antropici significativi. Secondo i suddetti Autori potrebbero essere ritenuti bacini soggetti a carichi antropici di una certa rilevanza quelli che risultano con rapporto “Ct/Q” entro lo stesso ordine di grandezza e comunque non superiore a 100 µg/l.

Tutti i bacini per i quali vengono stimati valori di ordine di grandezza superiori sono da ritenere soggetti ad un elevato carico antropico; all’interno di questa ultima categoria potrebbero essere distinti quelli con rapporti “Ct/Q” leggermente superiori al valore rappresentativo del bacino del Po (assunto come medio di una situazione ambientale mediamente alterata). In linea di massima per i bacini maggiormente antropizzati, caratterizzati dai massimi livelli di alterazione della qualità delle acque, si potrebbero riscontrare concentrazioni teoriche medio annue di fosforo totale dell’ordine delle migliaia di µg/l.

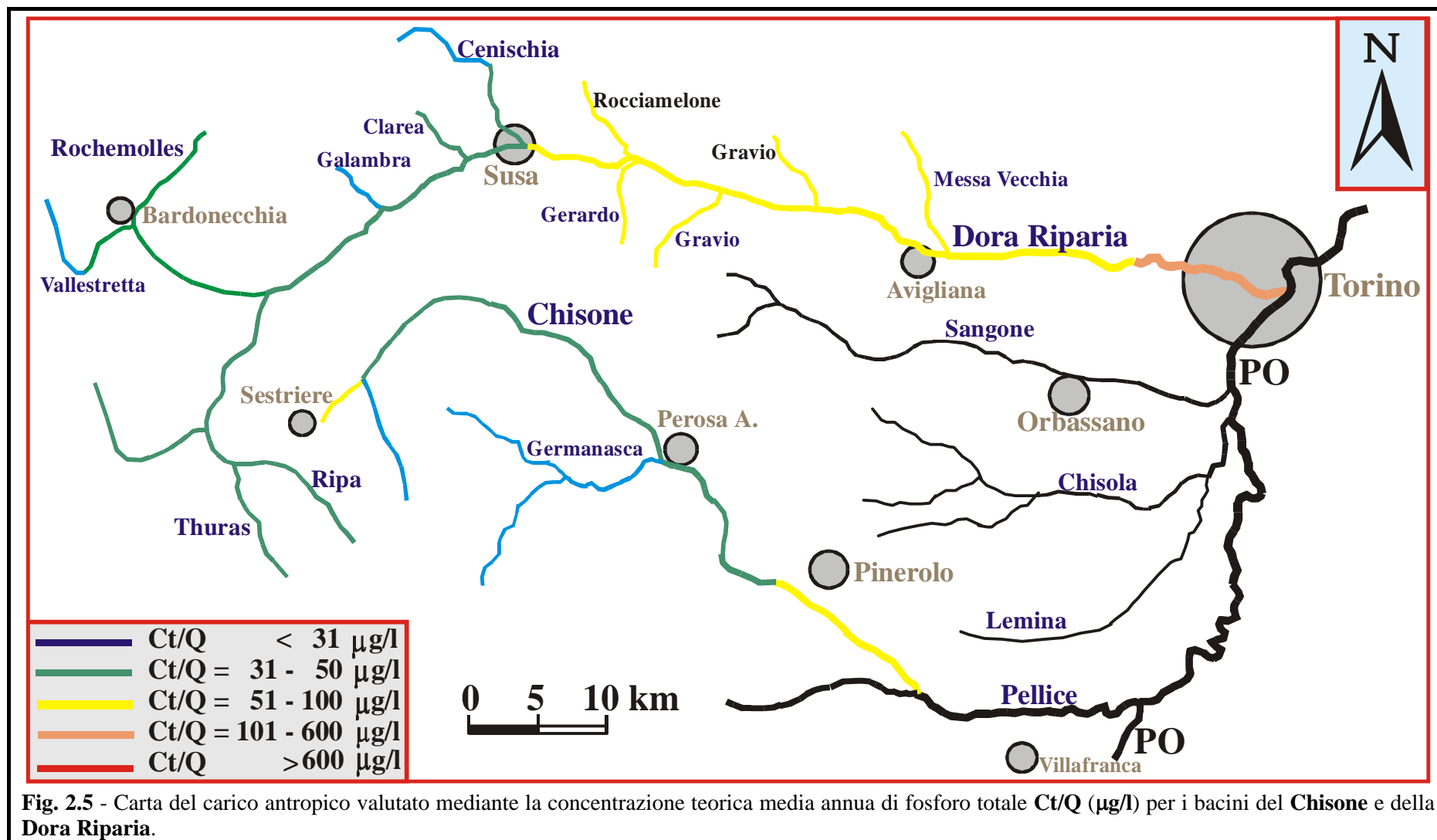
Quindi, sulla base di quanto proposto da Forneris *et al.* (1990), si può formulare un giudizio “D” di qualità fondata sul carico antropico basata su cinque valori (1 ÷ 5):

<b>D<sub>1</sub></b>	=	<b>Ct/Q</b>	=	<b>&lt; 30</b>	<b>µg/l</b>	<b>bacino poco o nulla antropizzato</b>					
<b>D<sub>2</sub></b>	=	<b>Ct/Q</b>	=	<b>31 ÷ 50</b>	<b>µg/l</b>						
<b>D<sub>3</sub></b>	=	<b>Ct/Q</b>	=	<b>51 ÷ 100</b>	<b>µg/l</b>	↓	↓	↓	↓	↓	↓
<b>D<sub>4</sub></b>	=	<b>Ct/Q</b>	=	<b>101 ÷ 600</b>	<b>µg/l</b>						
<b>D<sub>5</sub></b>	=	<b>Ct/Q</b>	=	<b>&gt; 600</b>	<b>µg/l</b>	<b>bacino fortemente antropizzato</b>					

Sulla base della classificazione sopra proposta, i bacini sottesi alle sezioni di riferimento individuate reticoliidrografici del Chisone e della Dora Riparia (**tab. 2.4** e **fig. 2.5**) possono essere raggruppati nei seguenti insiemi:

- **classe D<sub>1</sub> (Ct/Q < 30 µg/l)**; bacini dell’alto Chisone in val Tronca e del Germanasca, dell’alto Cenischia, di Valle Stretta e del Galambra nel bacino della Dora Riparia;
- **classe D<sub>2</sub> (Ct/Q = 31 ÷ 50 µg/l)**; caratterizza il Chisone dalla confluenza con il Chisonetto fin quasi a Pinerolo, la Dora Riparia da Bardonecchia a Susa ed i relativi affluenti (Ripa, Dora di Cesana, Dora Piccola e Clarea);
- **classe D<sub>3</sub> (Ct/Q = 51 ÷ 100 µg/l)**; è fra le categorie più diffuse in Provincia di Torino; caratterizza il Chisone fino alla confluenza con il pellice e la Dora Riparia fino alle porte di Torino, oltre al Rocciamelone, il Gerardo, il Gravio ed il Messa vecchia);
- **classe D<sub>4</sub> (Ct/Q = 101 ÷ 600 µg/l)**; riguarda unicamente il tratto della Dora Riparia scorrente nell’area metropolitata torinese.





## 2.4 - Qualità delle acque

In corrispondenza delle sezioni di riferimento considerate, in particolare quelle elencate in **tab. 2.1**, sono stati effettuati campionamenti relativi alla qualità chimica e biologica delle acque. Per quanto attiene le caratteristiche fisiche e chimiche, sono stati effettuati due campionamenti, durante le stagioni di magra estiva ed invernale, con determinazione dei parametri relativi a pH, temperatura, conducibilità, ossigeno, BOD e COD, bilancio ionico, composti dell'azoto (ammoniaca, nitriti, nitrati ed organico), fosforo (solubile e totale) e metalli pesanti. La qualità biologica delle acque è stata valutata sulla base di una prima campagna (in periodo di magra) con il **metodo I.B.E. (*Indice Biotico Esteso*)**; Ghetti, 1986 - 1997; Ghetti, Bonazzi, 1977, 1980) di tipo qualitativo e mediante una seconda campagna (nella stagione di magra successiva) su alcune sezioni ritenute significative per analisi di tipo quantitativo (con valutazioni di biomassa di macrobenthos), oppure utili per eventuali ripetizioni dei precedenti campionamenti caratterizzati da esiti incerti o difficilmente interpretabili (**tab. 2.4** e **fig. 2.6**).

I campionamenti estivi (nei mesi luglio e agosto 1998/99) hanno permesso di determinare i massimi valori della temperatura dell'acqua. La temperatura di 21,5 °C è considerata (Decreti Legislativi 130/1991 e 152/1999) come limite superiore tra le acque definibili salmonicole e ciprinicole; in **tab. 2.4** sono distinte con le sigle “S” per le prime e “C” per le seconde. Tale distinzione non corrisponde ad una classificazione di carattere biologico in funzione delle popolazioni ittiche presenti. È vero, in generale, che acque più fresche sono più adatte per i Salmonidi; tuttavia sono ben più numerosi i fattori ambientali caratteristici dei corsi d'acqua che condizionano la distribuzione delle popolazioni e quindi la zonazione ittica (ed infatti non vi è esatta corrispondenza con le indicazioni riportate nell'ultima colonna nella stessa **tab. 2.4**). La distinzione delle acque tra “salmonicole” e “ciprinicole” risponde ad una esigenza oggettiva (cioè rappresentabile con una grandezza fisica e facilmente misurabile) di classificazione ai fini legislativi. Infatti il giudizio di qualità delle acque sulla base dei parametri fisici e chimici è diverso (cioè è basato su valori soglia differenziati) a seconda della temperatura dell'acqua, più severi (con soglie inferiori) per le acque salmonicole, quelle che, in linea di massima, dovrebbero risultare dal contributo di bacini sottesi con maggiore sviluppo di fasce altimetriche più elevate, solitamente meno antropizzate, più interessanti per gli usi umani e spesso caratterizzate da cenosi più sensibili alle alterazioni ambientali. Le acque dei reticoli idrografici dei bacini del Chisone e della Dora Riparia, risultano prevalentemente salmonicole. La situazione riguardante la qualità chimica delle acque nei due bacini considerati è stata descritta dagli Autori dei succitati studi promossi dalla Provincia di Torino ed in particolare:

**CHISONE.** Risultano valori di conducibilità molto diversi ( $150 \div 450 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), sia lungo il corso d'acqua principale, sia a seconda delle stagioni, probabilmente anche a causa dei notevoli spostamenti dei volumi idrici per fini idroelettrici. Per quanto riguarda gli altri parametri fisici e chimici non risultano situazioni particolari, ma con due evidenti eccezioni. La prima riguarda il corso principale dalla confluenza con il Germanasca fino all'abitato di Pinerolo (per es. 0,48 mg/l dell'azoto ammoniacale in occasione del campionamento estivo), per il quale si registrano incrementi dei parametri considerati, in qualche caso anche decisamente superiori a quelli medi riscontrati per tutto il bacino. Ma la situazione più eclatante riguarda il Chisonetto per il quale risultano picchi invernali, per esempio, dell'azoto ammoniacale di 2,65 mg/l e del fosforo solubile di 0,35 mg/l; d'altra

parte il carico antropico del Chisonetto risulta il più elevato in Provincia di Torino, se confrontato con bacini spiccatamente montani e simili per caratteristiche morfometriche ed idrologiche. Tale situazione è da attribuire al forte carico antropico (con elevata percentuale di quello turistico).

**DORA RIPARIA.** Non è facile individuare degli andamenti definiti nelle caratteristiche fisiche e chimiche del bacino, poiché il regime idrico è alterato da numerose derivazioni idriche che alterano la normale dinamica dei singoli parametri considerati. I torrenti laterali contribuiscono con acque di qualità molto variabile, determinando cambiamenti più o meno rilevanti a seconda delle relazioni di grandezza tra le portate. Ulteriori elementi di criticità sono rappresentati da scarichi fognari che entrano liberamente in alveo senza trattamenti o con sistemi depurativi spesso insufficienti. Inoltre la natura geologica del bacino favorisce fenomeni erosivi e quindi di trasporto solido (torbidità) superiori a quelli degli altri bacini della provincia. In linea di massima comunque non si segnalano situazioni particolari nel medio e alto bacino; invece merita segnalare la Dora Riparia presso Collegno con 1,67 mg/l per l'azoto ammoniacale e presso Torino con 8,0 mg/l per il BOD<sub>5</sub>. Come si avrà occasione di rilevare, buona parte del corso principale risulta con condizioni ambientali negative per le cenosi acquatiche, peggiori rispetto a quanto ci possa aspettare sulla base delle analisi fisiche e chimiche. Una ragione di tale situazione potrebbe essere ricercata nell'elevata torbidità delle acque; a questo proposito si è frequentemente citata la particolare struttura geologica del bacino, ma forse si tratta di una causa sopravvalutata. Non è da escludere infatti che tale torbidità sia dovuta, in realtà, prevalentemente alle attività di lavorazione di sabbia e ghiaia che comportano lo scarico di notevoli quantità di materiali detritici fini; inoltre la Dora è, ormai da molto tempo, interessata da cantieri diversi (sistemazioni idrauliche, realizzazione di strutture annesse alla realizzazione dell'autostrada, impianto idroelettrico di Pont Ventoux,....) che contribuiscono in modo, talora rilevante, all'intorbidimento delle acque e che persiste anche nelle situazioni di magra idrologica, con gravi stress a carico delle cenosi acquatiche.

La **tab. 2.4** riporta, per ciascuna sezione di riferimento, i risultati delle analisi biologiche ed in particolare il numero di Unità Sistematiche (**U.S.**) rinvenute nei campionamenti, l'indice biologico numerico (**I.B.E.**) e la **classe di qualità**. La **fig. 2.6** rappresenta la carta della qualità biologica delle acque dei reticoli idrografici dei bacini del Chisone e della Dora Riparia. È possibile quindi, seppure per sommi capi, proporre brevi descrizioni relative alle situazioni riscontrate per tali bacini:

**CHISONE.** Lungo il corso principale sono localizzati numerosi centri abitati che apportano reflui fognari con carichi differenziati e che aumentano sensibilmente nei periodi di maggiore afflusso turistico. Tali scarichi, unitamente alle attività agrozootecniche, artigianali e legate alla piccola industria, contribuiscono a determinare impatti che si manifestano con maggiore evidenza nei periodi di magra idrologica invernale, quando il metabolismo autodepurativo è meno efficace. Un fenomeno pesante di alterazione ecosistemica risulta nel tratto terminale per la completa mancanza d'acqua nel periodo estivo, a causa di derivazioni idriche per fini irrigui (in particolare a monte della confluenza con il Pellice). Il Germanasca (principale affluente) attraversa aree poco antropizzate e la qualità biologica delle acque si mantiene ottima nei tratti superiore e medio, mentre si riscontra un certo peggioramento verso valle, con diminuzione del numero di Plecotteri.

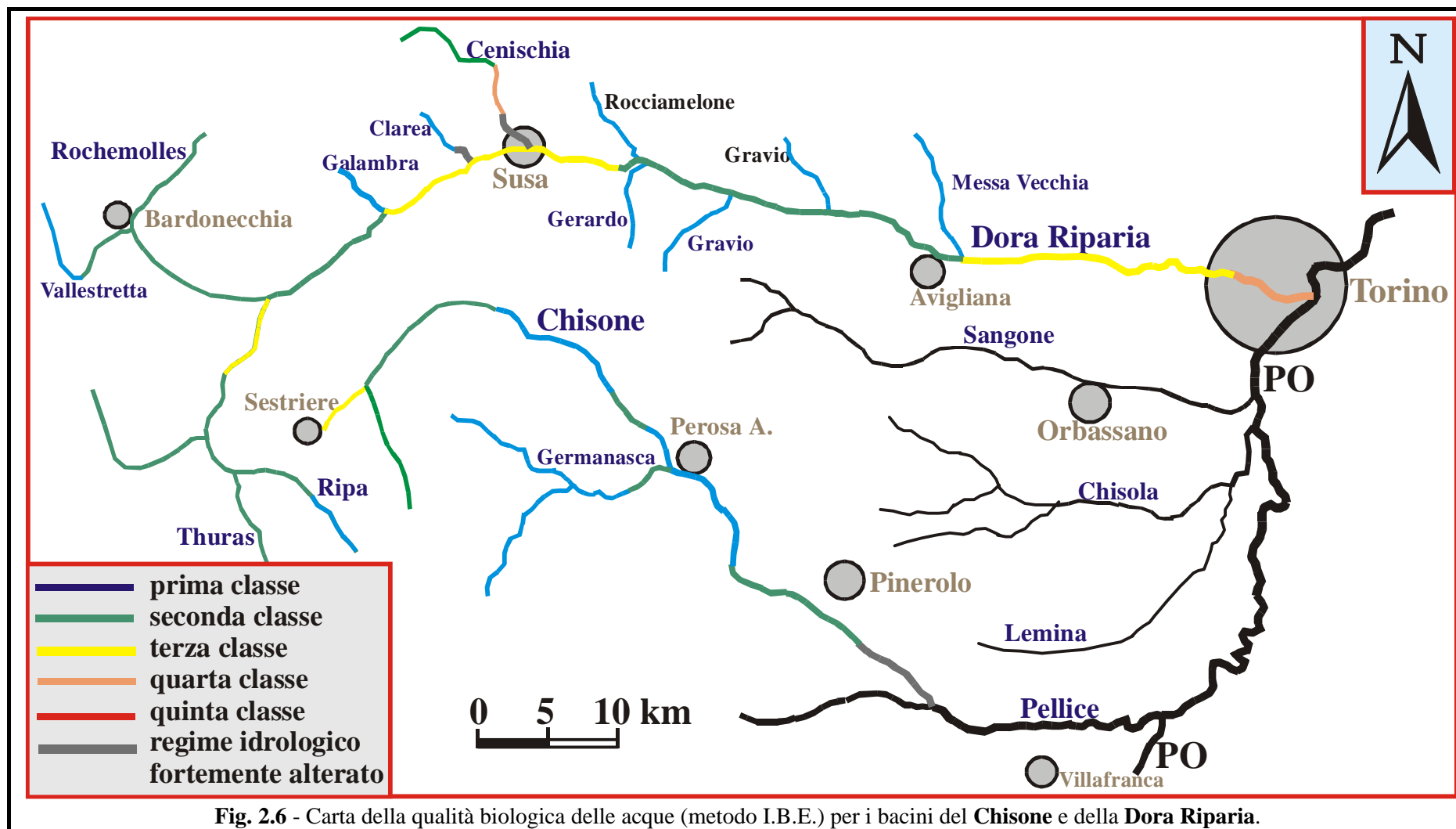


Fig. 2.6 - Carta della qualità biologica delle acque (metodo I.B.E.) per i bacini del **Chisone** e della **Dora Riparia**.

**DORA RIPARIA.** Nel complesso la maggior parte delle acque è descritta dalla seconda classe di qualità. Il 27 % delle sezioni considerate si trova in prima classe ed il 6 % presenta condizioni intermedie tra la prima e la seconda classe. Una buona porzione del reticolo idrografico (21 %) presenta condizioni di evidente alterazione (terza classe), mentre il 4 % fortemente inquinate (quarta classe). Le situazioni critiche sono rappresentate dal tratto terminale della Ripa di Cesana e della Dora Riparia nell'area di Susa ed a valle di Avigliana; ma le peggiori condizioni sono risultate presso Torino con una quarta classe di qualità. Le motivazioni circa tale stato sono riconducibili a quanto già descritto per tale bacino a proposito delle succitate analisi fisiche e chimiche. Migliore risulta la situazione degli affluenti con eccezioni per il Cenischia (interessato da frequenti asciutte per usi idroelettrici) e per il Clarea (direttamente interessato dai cantieri per la realizzazione dell'impianto idroelettrico di Pont Ventoux).

È interessante l'esame dei risultati ottenuti con i campionamenti (effettuati nelle campagne 1989/90) per 6 sezioni di riferimento nel bacino del Chisone e per 19 sezioni di riferimento nel bacino della Dora Riparia nell'ambito della *"Carta Ittica Relativa al territorio della Regione Piemontese"* (Regione Piemonte, 1991). In particolare vale la pena citare il commento dei biologi che, a proposito di tali bacini, riportano quanto segue.

**CHISONE.** *Nel bacino del Chisone sono stati esaminati il torrente Germanasca, in due punti (uno alla località Fontane e l'altro presso Pomaretto) e il Chisone in quattro punti, nel tratto compreso tra Usseaux e Garzigliana. Tutti i campionamenti sono stati eseguiti nel periodo compreso tra il 1/02/89 e il 9/03/89. Nel Chisone si possono individuare due diverse situazioni, quella del tratto compreso tra Usseaux e Perosa Argentina (prima classe di qualità) e quella del tratto tra Perosa Argentina e Garzigliana presso la confluenza con il Pellice (classe di qualità da seconda a quarta). Nel primo tratto (montano) i campionamenti hanno rivelato la presenza di una fauna di fondo ricca, esigente e ben diversificata.<sup>1</sup> L'andamento dell'E.B.I. indica un miglioramento dalla stazione 00/0700/0301 alla stazione 00/0700/0302, con l'indice che sale da 10 a 11, per l'aumento di ben sei Unità Sistematiche. Per quanto l'indice biotico sia molto simile e la classe di qualità la stessa (prima), l'aumento di U. S. è notevole e sta ad indicare che molto probabilmente la stazione più a monte non è un vero e proprio "bianco", poichè rispetto ad essa la qualità ambientale può essere, come è, migliore anche più a valle; il che suggerisce l'ipotesi della presenza di impatti ambientali più a monte, che riducono "il valore ecologico" del corso d'acqua. Nel secondo tratto (vallivo) la qualità delle acque peggiora gradualmente sino a raggiungere uno stato di grave compromissione. Da Perosa Argentina a Porte, l'E.B.I. passa da 11 a 7, a seguito della diminuzione di 13 U.S., e di conseguenza si passa dalla prima classe di qualità ad una classe di transizione seconda-terza. La situazione si aggrava poi più a valle fino alla stazione di Garzigliana (E.B.I. = 6; U.S. = 8; classe terza-quarta). Questo risultato conferma l'ipotesi della presenza, lungo il tratto vallivo del Chisone, di notevoli impatti ambientali dovuti agli scarichi urbani dei numerosi centri abitati, che compromettono anche la capacità autodepurativa del torrente.*

---

<sup>1</sup> In uno studio condotto dal C.R.E.S.T. (2002), a proposito dell'alto Chisone ed in particolare in val Tronca, si conclude che l'ambiente acquatico "gode di buona qualità biologica (I classe di qualità) seppure, a causa della propria naturale oligotrofia, sia da considerarsi un ecosistema sensibile e fragile e pertanto condizionato a variazioni anche minime della portata, della qualità idrica e delle caratteristiche morfologiche e litologiche dei fondali e delle sponde". Sono le stesse conclusioni di un precedente studio del C.R.E.S.T. (1998) di Bouvet (1996/97) e della verifica di impatto ambientale relativa agli Impianti per lo sci di fondo e opere di sistemazione idraulica su un tratto di asta fluviale del torrente Chisone nel Comune di Pragelato (C.R.E.S.T., 2003).

*Il vantaggioso contributo del Germanasca, non inquinato, non è sufficiente ai fini della diluizione degli inquinanti e della mitigazione dell'impatto sul Chisone. Tutto il corso d'acqua del Germanasca si può ascrivere alla prima classe di qualità, come testimoniano i risultati dei due campionamenti eseguiti l'uno nel primissimo tratto e l'altro al termine del corso, poco a monte della confluenza con il Chisone.*

**DORA RIPARIA.** *Il bacino della Dora Riparia (val di Susa) è interessato da intenso turismo (sia invernale che estivo), attività industriali e di estrazione di inerti (anche in alveo). Questa situazione comporta un elevato impatto antropico, che si ripercuote negativamente sulla qualità delle acque del reticolo idrografico. La Dora Riparia, corpo idrico principale, si presenta già alterata nella zona di Cesana (seconda classe di qualità) e subito a valle (Oulx) è addirittura in terza classe. Nella zona di Exilles vi è una situazione di grave impatto in conseguenza dell'immissione di materiali inerti (limo finissimo) prodotti a seguito dei lavori di costruzione della autostrada del Frejus (ad opera della S.I.T.A.F.). Inoltre, immediatamente a valle, la Dora attraversa l'abitato di Susa (il maggiore centro della valle); la qualità delle acque, quindi, peggiora ulteriormente denunciando una quarta classe. Verso valle si registra dapprima un miglioramento (fino alla seconda classe di qualità presso S. Antonino di Susa e Almese) e un definitivo peggioramento scendendo verso Torino. Situazione analoga si riscontra per i maggiori tributari della Dora anche nei tratti montani, per l'impatto dovuto al turismo. In tutto il bacino soltanto nel Thuras (oltre che in minori tributari come il Galambra e il Clarea) vi sono acque in prima classe di qualità; si tratta di situazioni corrispondenti a territori contribuenti molto limitati come estensione e poco antropizzati (non ancora raggiunti dal turismo di massa). È doveroso mettere in evidenza anche gli interventi di regolazione idraulica che alterano in modo sensibile i regimi idrologici (le risorse idriche della val Susa sono già intensamente sfruttate per fini idroelettrici) e le attività estrattive (oltre alle opere di sistemazione degli alvei, quasi mai veramente necessarie). Questi fenomeni caratterizzano un po' tutto il bacino e sono responsabili, più che l'ablazione dei nevai e dei ghiacciai (in realtà poco estesi), dell'intorbidamento delle acque con gravi ripercussioni per l'idrofauna. Per esempio, nel torrente Rochemolles, nell'alta val Susa (Comune di Bardonecchia), la seconda classe di qualità delle acque (contro la prima classe potenziale) è, senza dubbio, attribuibile alla presenza di finissima polvere da inerti riscontrabile non solo nel periodo estivo (durante lo scioglimento dei ghiacci). In sintesi la situazione del bacino della Dora Riparia, dal punto di vista della qualità delle acque, è la peggiore di tutta la Provincia di Torino e ha pochi riscontri anche in Piemonte.*

Il commento relativo al III Censimento dei Corpi Idrici (Regione Piemonte, 1992) è il seguente: "La Dora Riparia presenta già nell'alto corso situazioni di spiccata alterazione nei pressi di Cesana; infatti è stata individuata una III classe di qualità. Il fiume dimostra però una certa capacità autodepurativa passando in II classe a Oulx. Una situazione simile si rinviene nella Dora di Bardonecchia dove l'inquinamento a valle dell'abitato diminuisce fino ad arrivare in seconda classe prima della confluenza con il ramo principale. Il motivo è da ricercarsi nella forte pressione turistica dell'alta valle. Dopo Salbeltrand fino a Chiomonte e Susa si verifica un marcato peggioramento delle acque che si presentano in IV classe. Verso valle si rileva un graduale miglioramento (classe II a S. Antonino e Condove) per arrivare ad un definitivo peggioramento a Collegno dove, sia a monte sia a valle del depuratore, il fiume è in classe V. In sintesi le comunità biologiche presenti nel bacino risultano essere fortemente alterate. I fattori di pressione sono da attribuirsi ad un insieme di elementi che vanno dai lavori di costruzione

dell'autostrada all'estrazione di inerti dall'alveo del fiume, dalla costante presenza turistica ai prelievi di acqua per uso idroelettrico, alle attività industriali. Questo fiume risulta il peggiore della Provincia di Torino anche secondo i dati della Carta Ittica (Regione Piemonte, 1991)". Lo studio di impatto ambientale sull'impianto idroelettrico di Ponte Ventoux, condotto da ECOPLAN (1993) ha evidenziato una situazione migliore, rispetto a quanto descritto nella pubblicazione relativa al III Censimento, nel tratto compreso tra Oulx e Susa, ove si sono evidenziate classi di qualità comprese tra la seconda e la terza (con prime classi per il Falambra ed il Clarea). Anche rispetto al tratto di Dora nell'area di Cesana (III classe secondo il III Censimento) è stata segnalata recentemente una classe di qualità migliore e precisamente di transizione tra la seconda e la terza (C.R.E.S.T., 2003) ed addirittura una seconda piena sulla base dei risultati ottenuti nell'ambito dei succitati studi promossi dalla Provincia di Torino.

## 2.5 - Ittiofauna

In corrispondenza di un più elevato numero di stazioni, nell'ambito dei succitati studi promossi dalla Provincia di Torino, sono stati effettuati i campionamenti relativi all'ittiofauna; si è trattato di un monitoraggio molto accurato, con 28 stazioni per il bacino del Chisone e con 40 stazioni per il bacino della Dora Riparia (**tab. 2.5**). I risultati dei campionamenti sono stati successivamente validati ed elaborati nell'ambito di uno studio di Badino *et Al.* (1002); essi sono riportati nelle **tabb. 2.6 e 2.7**.

**Tab. 2.5** - Elenco delle stazioni di campionamento dell'ittiofauna definite nell'ambito degli ".... studi e ricerche finalizzate alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici ..... della Provincia di Torino" (Provincia di Torino).

N	corso d'acqua	località	comune	m s.l.m.
bacino del CHISONE				
1	Chisone	Borgata	Sestriere	1.890
2	Chisone	confl. Chisonetto	Pragelato	1.590
3	Chisonetto	confl. Chisone	Pragelato	1.600
4	Chisone	valle confl. Chisonetto	Pragelato	1.550
5	Chisone	Fraisse	Pragelato	1.510
6	Chisone	Doucher Basses	Pragelato	1.400
7	Chisone	Pourrieres	Usseaux	1.390
8	Chisone	ponte Laoux	Usseaux	1.210
9	Chisone	ponte campeggio	Fenestrelle	1.100
10	Chisone	scarico bacino	Roure	960
11	Chisone	confl. Germanasca	Perosa Argentina	630
12	Chisone	Fleccia	Pinasca	540
13	Chisone	Malanaggio	Porte	411
14	Chisone	Cardonata	Pinerolo	363
15	Chisone	Torrione	Pinerolo	345
16	Germanasca	Villa	Prali	1.480
17	Germanasca	Gianna	Perrero	940
18	Germanasca	Cordone	Perrero	815
19	Germanasca	Pomaretto	Pomaretto	615

20	Germanasca Massel	Massello	Massello	1.182
21	Germanasca Massel	ponte S.P.	Perrero	880
22	Laoux	presa centr. Pourrieres	Fenestrelle	1.510
23	Villaretto	Villaretto	Roure	1.010
24	Roussa	Balma	Roure	870
25	Gran Dubbione	Dubbione	Pinasca	550
26	Risagliardo	Pramollo	S. Germano	685
27	Faetto	confl. Germanasca	Perrero	810
28	Riclarretto	rilascio centrale	Perrero	750
bacino della <b>DORA RIPARIA</b>				
1	Rochemolles	Rochemolles	Bardonecchia	1.630
2	Rochemolles	Melezet	Bardonecchia	1.370
3	Rochemolles	Bardonecchia	Bardonecchia	1302
4	Dora Bardonecchia	Beaulard	Beaulard	1.140
5	Dora Bardonecchia	confl. Ripa	Oulx	1.075
6	Dora Riparia	Pont Ventoux	Oulx	1.042
7	Dora Riparia	ponte autostrada	Salbertrand	1.010
8	Dora Riparia	Exilles	Exilles	900
9	Dora Riparia	confl. Clarea	Chiomonte	720
10	Dora Riparia	confl. Cenischia	Susa	500
11	Dora Riparia	Susa	Susa	480
12	Dora Riparia	confl. Rocciamelone	Mattie	450
13	Dora Riparia	Bussoleno	Bussoleno	445
14	Dora Riparia	confl. Gravio	S. Antonino	380
15	Dora Riparia	confl. Sessi	Condove	365
16	Dora Riparia	confl. Messa Vecchia	Avigliana	330
17	Dora Riparia	Alpignano	Alpignano	307
18	Dora Riparia	Collegno	Collegno	280
19	Dora Riparia	confl. Po	Torino	221
20	Valle Stretta	confine di Stato	Bardonecchia	1.500
21	Valle Stretta	confl. Rochemolles	Bardonecchia	1.256
22	Ripa	valle Argentera	Sauze di Cesana	1.700
23	Ripa	ponte Alben	Sauze di Cesana	1.560
24	Ripa	Rollieres	Sauze di Cesana	1.460
25	Ripa	Cesana Torinese	Cesana Torinese	1.380
26	Ripa (Dora Riparia)	circonvallazione	Oulx	1.150
27	Thuras	Rhuilles	Sauze di Cesana	1.670
28	Thuras	confl Ripa	Sauze di Cesana	1.420
29	Dora Piccola	Cesana Torinese	Cesana Torinese	1.350
30	Galambra	confl. Dora Riparia	Exilles	880
31	Clarea	Val Clarea	Chiomonte	1.030
32	Cenischia	Novalesa	Novalesa	820
33	Cenischia	confl. Dora Riparia	Susa	490
34	Gerardo (Mattie)	Mattie	Mattie	680
35	Rocciamelone	Orrido di Foresto	Bussoleno	500
36	Gravio Villarfocch.	centrale	Villarfocchiardo	580
37	Gravio	centrale	Condove	880
38	Messa Vecchia	Mago	Rubiana	570
39	Messa Vecchia	Almese	Almese	380
40	Sessi	lavatoio	Caprie	370



Tab. 2.6a - Specie ittiche rinvenute nelle stazioni del bacino del CHISONE (asta principale 1 - 15).															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
trota fario	3B	2B	2A	2A	2C	3A	1B	3A	2A	3A	3A	4A	3A	3A	2A
trota marmorata												1B	1C	2A	1C
ibrido far. X mar.													1B	2A	1C
trota iridea														1B	
temolo														2A	
barbo														2C	
barbo canino												2A	2A	3A	2A
cavedano														2A	1C
vairone												3A	2A	3A	3A
sanguinerola														3A	3A
scazzone												2A	2A	2A	

Tab. 2.6b - Specie ittiche rinvenute nelle stazioni del bacino del CHISONE (affluenti 16 - 28).														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
trota fario	2A	2B	3A	3A	3A	3A	1B	3A	4A	3A	2A	3A	3A	
trota marmorata			2A	2A										
ibrido far. X mar.			2A	2A				1B			2C		2A	
vairone				2A										
scazzone				2A						3A	3A			

Per ogni specie (relativamente alle stazioni elencate in **tab. 1.5**) è indicato l'indice di abbondanza (sporadica, **1**; presente, **2**; abbondante, **3**; molto abbondante, **4**) e la struttura di popolazione (strutturata, **A**; assenza di adulti, **B**; assenza di giovani, **C**). Campionamenti del 1998/99.

I dati di cui alle tabelle precedenti sono desunti dai campionamenti effettuati nel 1998/99 nell'ambito dei succitati studi promossi dalla Provincia di Torino. In particolari i commenti relativi allo stato dell'ittiofauna nei due bacini considerati e riportati negli specifici rapporti di sintesi, sono nel seguito sintetizzati (Autori Vari, 2000).

**CHISONE.** La specie caratterizzante è la trota fario. È stata verificata una certa eterogeneità dei fenotipi, con numerosi individui con livree attribuibili alla forma mediterranea (Forneris *et al.*, 1996). Nel corso principale la percentuale degli individui con tali caratteristiche risulta elevata; negli affluenti la presenza di individui con fenotipo mediterraneo è sporadica e nel solo Germanasca sono ben affermati. In tutte le situazioni si sono rinvenuti individui con fenotipo atlantico, derivanti dalle immissioni di soggetti di allevamento o da riproduzione spontanea di soggetti rinselvaticiti. Numerosi gli individui con livrea intermedia. La presenza di trota marmorata è ridotta e limitata al corso pedemontano principale del Chisone e al basso Germanasca. Si è osservato un incremento della popolazione in aree dove non era stata precedentemente segnalata. In alcuni affluenti sono presenti ibridi, seppure non frequenti. Il Temolo è presente nel basso Chisone (zona Pinerolo), un tempo mai segnalato in tale bacino. I valori di densità dei salmonidi risultano piuttosto bassi (ad esclusione del Germanasca e del Ricalaretto), ad indicare una modesta produttività naturale. Le popolazioni di trota fario sono caratterizzate da popolazioni con classi giovanili ben rappresentate, con presenze significative di individui con taglia ampiamente superiore alla minima legale di cattura; ciò è importante per garantire la riproduzione naturale. I ciprinidi costituiscono una componente poco rappresentata nel bacino in oggetto e sono relegati nella sua porzione di valle. Il vairone mostra una distribuzione limitata, ma talora con popolazioni abbondanti ed appare in contrazione rispetto al recente passato. Il barbo canino è abbastanza ben rappresentato, ma manca nel

Germanasca. Il limite superiore di distribuzione degli altri ciprinidi può essere individuato nella travessa di Miradolo (Pinerolo). La loro scarsa presenza trova spiegazione nelle pesanti alterazioni del tratto pianiziale del chisone, ma anche del suo recettore Pellice (soprattutto totale prosciugamento dell'alveo a causa di captazioni idriche per fini irrigui). Questo fenomeno risulta evidente soprattutto per il cavedano e per il barbo, specie che dovrebbero risultare ben più abbondanti rispetto a quanto campionato. La *“Carta Ittica Relativa al territorio della Regione Piemontese”* riporta quanto segue: *“Nel Pellice e nei suoi tributari (Angrogna e Luserna) sono state in genere riscontrate situazioni ambientali migliori di quelle che caratterizzano alcuni tratti dei torrenti Germanasca e Chisone, per i quali sono evidenti fenomeni di eutrofizzazione. Questi ultimi corpi idrici infatti sono alimentati da bacini maggiormente antropizzati (presenza di industrie a valle e pressione turistica a monte) oltre che soggetti a notevoli captazioni idriche. È molto probabile che il maggior carico antropico abbia condizionato la composizione qualitativa della fauna ittica del bacino Chisone-Germanasca; in tal senso si potrebbe spiegare la pressoché totale sparizione di Salmo marmoratus in questo settore, rispetto all'analogo tratto montano del Pellice dove invece tale specie risulta abbondante”*.

**DORA RIPARIA.** La specie più rappresentata è la trota fario. La trota marmorata è stata rinvenuta in sole 4 stazioni di campionamento, tutte nell'asta principale della Dora, mentre l'ibrido in 5 stazioni, di cui 4 negli affluenti. Trota iridea e salmerino di fonte sono stati rinvenuti in una sola stazione. I ciprinidi reofili (vairone, barbo canino, barbo e cavedano) presentano, nella zona di fondo valle e di pianura, una distribuzione piuttosto irregolare. Da mettere in evidenza l'assenza della sanguinerola e della lasca. Lo scazzone, dopo la fario, è la specie più abbondante. Gli esemplari di trota fario catturati presentano una certa eterogeneità di fenotipi, con alcuni individui attribuibili alla forma mediterranea (Forneris *et Al.*, 1996), in particolare sull'alto corso del Ripa, ma anche nella Dora di Bardonecchia, Melezet, Thuras e Clarea; alcune presenze si segnalano nel gerardo, Rociamelone e Gravio di Villarfocchiardo. La trota marmorata risulta presente nella Dora a valle di Susa e soprattutto nel tratto scorrente nell'area metropolitana torinese; interessante è il rinvenimento di esemplari in ambienti non segnalati dalla Carta Ittica. I valori di densità dei salmonidi risultano molto bassi nella porzione alta del bacino<sup>2</sup> (quindi caratterizzata da una bassa produttività) ed intorno ai valori medi indicati dalla letteratura nella porzione di bacino a valle di Susa<sup>3</sup>. L'esame delle strutture della trota fario mettono in evidenza popolazioni in genere modeste, poco strutturate e con scarse presenze di giovani, mentre i soggetti con dimensioni superiori alla taglia minima legale di cattura, condizionati dall'attività alieutica, presentano una distribuzione assai irregolare. La distribuzione dei ciprinidi nella porzione medio bassa del bacino potrebbe essere migliore, ma una serie di alterazioni (alterazione del regime idrologico per la presenza di numerose captazioni idriche, interruzioni della continuità longitudinali, frequenti interventi di sistemazione idraulica, attività di lavorazione di inerti che comportano un elevato intralimento delle acque,...) limitano fortemente le popolazioni. La situazione generale della fauna ittica del bacino della Dora Riparia appare tra le più critiche rispetto a tutti gli altri bacini in provincia di Torino (situazioni peggiori si riscontrano soltanto nei bacini del Banna e del Sangone). Ciò risulta evidente soprattutto per il cavedano, il barbo canino ed il barbo comune.

<sup>2</sup> Addirittura nella Dora scorrente nell'area di Cesana, come anche recentemente segnalato dal C.R.E.S.T. (2003), alcuni brevi tratti sono risultati del tutto privi di ittiofauna.

<sup>3</sup> Situazione già evidenziata in seguito ai campionamenti effettuati nell'ambito dello studio di V.I.A. condotto per l'impianto idroelettrico di Pont Ventoux (ECOPLAN, 1993) e in occasione dei successivi monitoraggi.

Tab. 2.7a - Specie ittiche rinvenute nelle stazioni del bacino della DORA RIPARIA (asta principale 1 - 19).																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
trota fario	2B	2B	2C	2B	3C	2B	3A	2C	3A	2B	3C	2B	2B	3A	2B	3A		1B	2C
trota marmorata														2C	1B	1C			1C
ibrido far. X mar.														2C					
barbo														2C	2A	2C	3A		2C
barbo canino															2A	2C	2C		
cavedano																2C	2C		2C
vairone														2A	2A	3A	2A	2A	3A
scazzone										1C	1C	2C	2A	3A	1C	2A			

Tab. 2.7b - Specie ittiche rinvenute nelle stazioni del bacino della DORA RIPARIA (affluenti 20 - 42).																					
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
trota fario	1B	1B	2A	2A	2B	2C	1B	2B	2A	1C	3B	2A	2C	1C	3A	3A	3A	3A	3A	3A	3A
ibrido far. X mar.																		2A	2A	1A	2C
trota iridea						1C															
salmerino di fonte																1C					
barbo canino																					1C
vairone																				3A	2A
scazzone														1C					2A	2A	3A
ghiozzo padano																				3A	

Per ogni specie (relativamente alle stazioni elencate in **tab. 1.5**) è indicato l'indice di abbondanza (sporadica, **1**; presente, **2**; abbondante, **3**; molto abbondante, **4**) e la struttura di popolazione (strutturata, **A**; assenza di adulti, **B**; assenza di giovani, **C**). Campionamenti del 1998/99.

La “Carta Ittica Relativa al territorio della Regione Piemontese” riporta quanto segue: “La Dora Riparia è talmente alterata che le sue condizioni ambientali possono essere forse considerate le peggiori fra quelle dei corsi d’acqua alpini in Provincia di Torino (e forse in tutta la regione). Questa situazione risulta ancor più grave se si pensa che tale bacino è uno dei più importanti ed estesi in Piemonte. Sin dal corso superiore della Dora la fauna ittica appare assai rarefatta, talora in pessimo stato di salute o è, in taluni casi, addirittura assente; molto sporadici sono i tratti nei quali si è rilevata una buona o quanto meno accettabile situazione ambientale (come a valle di Gad e presso S. Ambrogio, dove sono state individuate delle aree di frega di Salmo trutta ). Vari fattori, essenzialmente riferibili ad attività antropiche, sono la causa di un così preoccupante degrado ambientale: i frequenti sbarramenti, che precludono all’ittiofauna gli spostamenti longitudinali; gli eccessivi e molto variabili prelievi idrici che stravolgono il regime naturale delle portate; i gravi e diffusi inquinamenti dovuti a scarichi fognari e, nel basso corso, industriali; le attività estrattive e lavori di cementificazione lungo il fiume che determinano anomali intorbidimenti. In alcuni tributari dell’alto corso, come il Ripa e il Thuras, le basse densità di Salmonidi riscontrate, sembrano essere un fenomeno attribuibile alla loro naturale oligotrofia. Generalmente più ricchi e meglio conservati appaiono altri tributari che confluiscono nel tratto medio del fiume (Rio del Forte, Rocciamelone, Gravio, Messa Vecchia). Di notevole interesse naturalistico e scientifico è la presenza, attualmente molto ridotta e limitata all’alto bacino della Dora, di una varietà locale di Salmo trutta caratterizzata da una bella ed insolita pigmentazione; sarebbero assolutamente necessari immediati interventi atti alla tutela e valorizzazione di questa popolazione autoctona.

## 2.6 - Monitoraggi A.R.P.A.

Sono disponibili anche i dati rilevati dall’ARPA nell’ambito dei monitoraggi previsti dal D. Legs. 152/99<sup>4</sup> per diverse stazioni sul Chisone e sulla Dora Riparia (**tab. 2.8**). Essi sono il risultato delle elaborazioni di sintesi dei dati ottenuti tramite campionamenti con cadenza mensile per i parametri fisici e chimici e stagionale per la qualità biologica delle acque (I.B.E.). Pertanto, le stazioni considerate, sono disponibili:

- **Indice biotico esteso (I.B.E.).** Analisi della fauna macrobentonica (Ghetti, 1986, 1995, 1997 e Ghetti, Bonazzi, 1977, 1980, 1981) sulla base di più campionamenti stagionali. Il valore risultante è una media che si ritiene rappresentativa di un periodo di osservazione caratterizzato dalla successione delle diverse situazioni idrometeorologiche stagionali condizionanti il regime idrologico, ma che dipende anche dalla variabilità delle attività umane che insistono sul bacino sotteso. È quasi sempre risultata una terza classe di qualità biologica delle acque per gli ambienti monitorati del Bacino della Dora Riparia (ad esclusione di un caso in seconda classe per la Dora di Bardonecchia nel 2001). Per l’asta fluviale del Chisone risultano valori assai variabili, dalla seconda alla quarta classe, mentre per il basso Germanasca risulta una seconda classe di qualità biologica delle acque.

---

<sup>4</sup> Dati resi disponibili per gentile concessione della “Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche” della Regione Piemonte.

- Livello di inquinamento dei macrodescrittori (**LIM**). Esso viene espresso sulla base di un punteggio attribuito in funzione del 75° percentile del periodo di rilevamento (campionamenti con frequenza mensile) dei parametri “macrodescrittori” ed in particolare: ossigeno disciolto (% saturazione), BOD<sub>5</sub> (O<sub>2</sub>, mg/l), COD (O<sub>2</sub>, mg/l), NH<sub>4</sub> (N, mg/l), NO<sub>3</sub> (N, mg/l), fosforo totale (P, mg/l) ed *Escherichia coli* (UFC/100 ml). I punteggi ottenuti per le stazioni in oggetto rientrano quasi tutti nell’intervallo 240 ÷ 475, corrispondente al livello LIM = 2; esso, considerato da solo, contribuirebbe alla classe seconda dello stato ecologico del fiume (SECA) pari al livello 2. In due anni su tre soltanto la Dora Riparia a Torini risulta con LIM = 3.
- Stato chimico (metalli; < V.S.). Per tutte le stazioni i valori del 75° percentile relativi ai metalli pesanti e ai solventi clorurati sono risultati inferiori ai valori soglia riportati nel D. Lgs. 152/99.
- Stato chimico (solventi clorurati; < V.S.). Per tutte le stazioni i valori del 75° percentile sono risultati inferiori ai valori soglia riportati nel D. Lgs. 152/99.
- Prodotti fitosanitari (75° percentile; NR). L’indicazione “NR” (rappresentativo di tutte le stazioni) significa che il valore del 75° percentile relativo alla somma dei prodotti fitosanitari è uguale a zero, assumendo per ogni singolo composto un valore uguale a zero se non rilevato alle analisi.
- Stato ecologico del corso d’acqua (**SECA**). È una valutazione che si ottiene incrociando il dato risultante dai macrodescrittori (LIM) con il risultato dell’IBE, attribuendo alla sezione in oggetto il risultato peggiore dei due considerati. In questo caso i risultati delle analisi biologiche e fisico - chimiche coincidono per il livello 3 soltanto per due casi su tre per la Dora Riparia a Torino. Per tutti gli altri casi (31/33) e per entrambi i bacini in oggetto il SECA è sempre risultato condizionato dal risultato peggiore docuto alla qualità biologica (IBE).
- Stato ambientale del corso d’acqua (**SACA**). Ai fini dell’attribuzione dello stato ambientale i dati relativi allo stato ecologico vanno rapportati con quelli relativi alla presenza degli inquinanti chimici indicati in una apposita tabella. Per tutte le stazioni si verifica una evidente corrispondenza tra il SACA e la classe di qualità biologica delle acque, a conferma di quanto commentato al punto precedente<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Alla classe seconda del SECA corrisponde il giudizio “buono”; Ad esso, secondo il D. Lgs. 152/99, corrisponde la seguente descrizione: “I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico mostrano bassi livelli di alterazione derivanti dall’attività umana e si discostano solo leggermente da quelli normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento”. Alla classe terza del SECA (la maggior parte delle situazioni) corrisponde il giudizio “sufficiente”: “I valori degli elementi della qualità biologica delle acque per quel tipo di corpo idrico si discostano moderatamente da quelli di norma associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. I valori mostrano segni di alterazione derivanti dall’attività umana e sono sensibilmente più disturbati che nella condizione di buono stato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento”. Alla classe quarta del SECA corrisponde il giudizio di “scadente”: “Si rilevano alterazioni considerevoli dei valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale e le comunità biologiche interessate si discostano sostanzialmente da quelle di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da comportare effetti a medio e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento”.

**Tab. 2.8** - Risultati dei campionamenti effettuati dall'ARPA nei bacini del Chisone e della Dora Riparia negli anni 2000, 2001 e 2002. Per ciascuna stazione (individuata da un codice, località e comune) è indicato lo *stato ambientale (SACA)*, lo *stato ecologico (SECA)*, il *livello di inquinamento dei macrodescrittori (LIM)* e l'*Indice Biotico Esteso (IBE)*.

FIUME	Comune		Località		codice	
DORA RIPARIA	Cesana Torinese		Fenils		038001	
DORA RIPARIA	Susa		Piscina comunale		038004	
DORA RIPARIA	Sant'antonino Di Susa		Ponte quota 383 m s.l.m.		038005	
DORA RIPARIA	Salbertrand		50 m dopo linea ferroviaria		038330	
DORA RIPARIA	Avigliana		Monte ponte per Almese		038430	
DORA RIPARIA	Torino		Parco Pellerina Passerella Pedonale		038490	
DORA BARDONECCHIA	Oulx		Beaume (monte confl. Dora Riparia)		236020	
CHISONE	Pragelato		Souchers Basses		029002	
CHISONE	Pinerolo		S. Martino		029005	
CHISONE	Garzigliana		Paschetti		029010	
GERMANASCA	Pomaretto		Monte confluenza Chisone		462010	

	2000				2001				2002			
cod	SACA	SECA	LIM	IBE	SACA	SECA	LIM	IBE	SACA	SECA	LIM	IBE
038001	sufficiente	III	2	6	sufficiente	III	2	7	sufficiente	III	2	7
038004	sufficiente	III	2	6	sufficiente	III	2	6	sufficiente	III	2	6
038005	sufficiente	III	2	7	sufficiente	III	2	6	sufficiente	III	2	6
038330	sufficiente	III	2	6	sufficiente	III	2	7	sufficiente	III	2	6
038430	sufficiente	III	2	6	sufficiente	III	2	6	sufficiente	III	2	6
038490	sufficiente	III	3	6	sufficiente	III	2	6	sufficiente	III	3	6
236020	sufficiente	III	2	6	buono	II	2	8	sufficiente	III	2	7
029002	sufficiente	III	2	7	sufficiente	III	2	7	buono	II	2	8
029005	sufficiente	III	2	7	sufficiente	III	2	7	sufficiente	III	2	7
029010	scadente	IV	2	5	sufficiente	III	2	6	scadente	IV	2	5
462010	buono	II	2	9	buono	II	2	9	buono	II	2	9

I risultati ottenuti dai campionamenti ARPA possono essere confrontati con quelli ottenuti nell'ambito della *“Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese”* (1991) ed in occasione della predisposizione dei Piani d'Uso delle Acque della Provincia di Torino (Perosino, 2001), in particolare per quanto riguarda la qualità biologica delle acque, oggetto di valutazione comune.

Il raffronto tra i dati IBE (**tabb. 2.4 e 2.8, fig. 2.6**) mette in evidenza alcune marcate differenze ed in particolare risulta predominare nettamente la classe terza secondo l'ARPA, contro una alternanza seconda/terza secondo i Piani d'Uso delle acque della Provincia di Torino per la Dora Riparia. Tali differenze (ad esclusione del Germanasca e del Chisonetto) risultano più evidenti per il Chisone, con una terza classe dominante per l'ARPA (e addirittura una quarta per una stazione) e con una seconda classe dominante secondo i Piani d'Uso della Provincia (e addirittura con alcuni tratti fluviali in prima classe). È difficile ipotizzare un così marcato peggioramento tra il 1998/99 (campionamenti Provincia) ed il successivo intervallo 2001/2003 (campionamenti ARPA). Tra l'altro mentre l'ARPA assegna la terza classe alla Dora Riparia presso Cesana, il succitato studio del C.R.E.S.T. (2003) attribuisce, allo stesso tratto fluviale, la classe seconda.

Diversamente da quanto considerato dall'ARPA, secondo Buffo *et al.* (1999), la Dora di Cesana risulta in condizioni relativamente buone, in quanto predomina la seconda classe di qualità biologica delle acque, salvo un peggioramento (passaggio alla terza classe) nel tratto terminale, presso Oulx. Tale risultato è apprezzabile tenendo conto delle condizioni naturali del corso d'acqua, oligotrofico e caratterizzato da un notevole trasporto solido. Tale situazione comporta normalmente alcune difficoltà in sede di campionamento; infatti le popolazioni di macroinvertebrati sono spesso poco abbondanti, ma senza che ciò significhi necessariamente una cattiva qualità delle acque. La cattura degli organismi, numericamente poco rappresentati, non è facile e ciò comporta, al fine di evitare sottostime dell'indice I.B.E., un'azione di campionamento insistita, ponendo particolare attenzione a quelle unità sistematiche che, in una prima fase, non sono state catturate con l'apposito retino, ma delle quali si "sospetta" la presenza in base alla tipologia ambientale indagata. È importante osservare che sia il dato della Carta Ittica, sia quello dei Piani d'Uso della Provincia di Torino, alla distanza temporale di circa 10 anni, coincidono per la Dora Piccola, con una seconda classe di qualità. Tale torrente confluisce nella Dora di Cesana, probabilmente con un apporto vantaggioso per il corpo idrico principale. In effetti si riscontra una situazione relativamente buona a valle di Cesana, con una conferma della seconda classe (indice I.B.E. = 9), sostenuta da un buon numero (14) di unità sistematiche rinvenute. Eppure, nello stesso tratto fluviale (intorno a Fenils) risulta, secondo l'ARPA, una situazione peggiore, con una perdita di due punti I.B.E. ed una terza classe di qualità.

Si tratta di un risultato dubbio e non sono da escludere sottostime a causa delle difficoltà di campionamento prima descritte. Ciò anche in considerazione del fatto che, secondo l'ARPA (2002), la qualità chimica delle acque risulta, a Fenils, caratterizzata da un secondo livello dei macrodescrittori (LIM = 2), quindi una situazione poco coerente con una classe terza di qualità biologica<sup>6</sup>. Tale dubbio emerge anche in considerazione del fatto che i livelli di carico antropico (**tab. 2.4**) sono relativamente bassi (o almeno non sembrano tali da giustificare evidenti alterazioni) ed inoltre, per quasi tutte le stazioni per entrambi i bacini (**tab. 2.8**), risulta un LIM = 2 contro una terza classe di qualità biologica. In sintesi risultano alcune contraddizioni fra i dati ottenuti dagli studi e dai monitoraggi fin qui eseguiti. Si ritengono più attendibili quelli relativi ai campionamenti effettuati nell'ambito dei Piani d'Uso delle Acque della Provincia, ma permangono ragionevoli dubbi.

Ma a questo punto emerge un altro problema, legato alle necessità di coerenza con le linee programmatiche di intervento e di gestione del territorio e soprattutto delle risorse idriche previste ai diversi livelli. Il D.Lgs 152/99 indica, quale obiettivo da conseguire entro l'anno 2008, il raggiungimento della condizione "*sufficiente*"; entro il 2016 dovrà essere raggiunta la condizione di "*stato ecologico buono*". Il conseguimento di tali obiettivi dovrà essere il risultato dell'applicazione di azioni di governo del territorio che, su scala di bacino, saranno descritte dai cosiddetti "Piani di Tutela" previsti dal suddetto Decreto ed in fase di redazione da parte della Regione. Rimane dunque da stabilire se, a fronte dei risultati ottenuti dalle analisi e prevedendo l'incremento delle attività turistiche e la realizzazione di nuove opere nei bacini del Chisone e della Dora Riparia finalizzati all'evento olimpionico del 2006, sarà possibile comunque conseguire tali obiettivi.

---

<sup>6</sup> Anche se bisogna considerare che non ci si deve attendere una esatta coincidenza tra i risultati ottenuti dalle analisi fisico - chimiche e biologiche. In ogni caso quando tali risultati sono diversi, sarebbero necessarie alcune verifiche per una migliore interpretazione.

Il Chisone e soprattutto la Dora Riparia sono ecosistemi fluviali alimentati da bacini caratterizzati da potenzialità idriche tra le più modeste dell'arco alpino occidentale (**par. 2.2**) e ciò comporta un minor effetto di capacità di diluizione offerto dalle portate idriche naturalmente disponibili in alveo. Le fasce climatiche altitudinali dei bacini sottesi sono relativamente elevate (**par. 2.1**); ciò condiziona notevolmente il clima e quindi le temperature dell'acqua che, essendo relativamente rigide, influenzano negativamente lo sviluppo del macrobenthos, tanto che ben difficilmente, anche in assenza di impatti, si raggiunge una prima classe di qualità biologica (e ciò spiega i rischi di sottostima dei campionamenti relativi alla qualità biologica delle acque di cui si è sopra discusso). La struttura geomorfologica delle alti valli Chisone e Susa è causa del facile intorbidimento delle acque; rispetto alle altre vallate delle Alpi occidentali, in occasione di piogge intense, il carico solido è decisamente maggiore (le acque si intorbidiscono più facilmente ed impiegano tempi sensibilmente più lunghi per tornare limpide); ciò costituisce un ulteriore limite allo sviluppo delle cenosi acquatiche. Questi elementi contribuiscono a determinare una minore capacità di autodepurazione e quindi a conferire ai corsi d'acqua una maggiore sensibilità rispetto alle alterazioni di qualunque tipo. L'obiettivo fondamentale, ai fini del recupero e del conseguimento degli obiettivi sopra citati, consiste soprattutto nell'evitare di "indebolire" ulteriormente i fiumi, in altri termini, di *"aiutare gli ecosistemi fluviali a difendersi da soli"*, cioè restituire ad essi le loro limitate capacità di autodepurazione.

Naturalmente si possono prevedere altre azioni che possono contribuire al risanamento ambientale, fino anche ad annullare gli effetti indotti dal maggiore carico antropico che si verrà a determinare nel prossimo futuro, ma l'azione più importante consiste nel restituire, per quanto possibile, un minimo di "naturalità fisica" ai fiumi. Attualmente gran parte dei reticoli idrografici dei bacini del Chisone e della Dora Riparia sono sottoposti a fenomeni di intorbidimento delle acque a causa delle lavorazioni di sabbia e ghiaia lungo le fasce fluviali e soprattutto da continui interventi di sistemazione idraulica condotti con scarsa attenzione. L'artificializzazione degli alvei fluviali inoltre condiziona pesantemente le cenosi acquatiche, soprattutto quando condotto con le tecniche dell'ingegneria idraulica tradizionale e con la riduzione della diversificazione dei microhabitat (caratteristici degli alvei naturali).

In sintesi, il risanamento dei reticoli idrografici dei bacini del Chisone e della Dora Riparia costituisce un insieme di problemi che da tempo richiede una risoluzione. La rimozione delle principali cause di impatto non riguarda tanto la pressione del carico antropico e/o la depurazione (che rimangono comunque questioni da non trascurare), ma passa soprattutto attraverso obiettivi di rinaturalizzazione degli alvei (prevedendo, per quanto possibile, tecniche di ingegneria naturalistica e/o miste) e di controllo attento e serrato delle attività di trattamento di inertici, allo scopo di ridurre il carico detrito solido, attualmente eccessivo e principale fonte di alterazione delle capacità autodepurative. Contemporaneamente, ai fini di una corretta interpretazione dei risultati ottenuti con i monitoraggi previsti dal D. Lgs. 152/99, occorre forse prestare maggiore attenzione ai campionamenti relativi alla qualità biologica delle acque; altrimenti eventuali sottostime, assai probabili per quanto prima illustrato, potrebbero risultare fuorvianti rispetto alla verifica degli obiettivi di risanamento. Da questo punto di vista importante potrebbe essere il contributo derivante dalle analisi sullo stato delle comunità ittiche e del livello di incidenza sulle stesse indotte dalla realizzazione di interventi di sistemazione idraulica, sopra definite tra le principali cause di alterazione ambientale del Chisone e della Dora Riparia.



I risultati delle campagne effettuate negli anni 2001 e 2002 hanno costituito il riferimento fondamentale per la classificazione dello stato dei corsi d'acqua piemontesi. In pratica si sono utilizzate le procedure di classificazione prima descritte sulla base dei dati rilevati in un biennio, quindi circa 24 campionamenti relativi allo stato fisico - chimico delle acque e 8 campionamenti relativi alla qualità biologica. Tale classificazione è stata adottata con D.G.R. 14-11519 del 19 gennaio 2004 “Decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152, art. 5. Individuazione dei corpi idrici sotterranei significativi e approvazione della classificazione dello stato ambientale delle acque superficiali e sotterranee” (**tab. 2.9**).

Il giudizio di qualità ambientale per la Dora Riparia e per il corso del Chisone, risulta SACA = “sufficiente”, quindi già entro l’obiettivo previsto dal D. Lgs. 152/99, da conseguire entro il 31 dicembre 2008. Entro tale data quindi tale situazione va almeno preservata. Occorre osservare, in coerenza con quanto sopra espresso, che il fattore limitante risulta la qualità biologica delle acque, con valori I.B.E. pari a 6 o 7 e quindi corrispondenti alla terza classe di qualità biologica. Solo per la sezione più a valle della Dora Riparia tale risultato coincide con il LIM pari a 3. Pertanto, al fine di conseguire l’obiettivo SACA = “buono” entro il 31 dicembre 2016, occorre passare ad un valore minimo dell’I.B.E. pari ad 8 (seconda classe di qualità biologica), risultato che si potrebbe conseguire fondamentalmente garantendo i deflussi minimi vitali ed una maggiore attenzione alle alterazioni della naturalità degli elvei fluviali. Proprio sotto questo profilo il presente studio assume un significato particolare.

**Fig. 2.9** - Classificazione delle acque dei fiumi Chisone e Dora Riparia secondo i criteri del D.Lgs 152/99 (art. 5) approvata con D.G.R. 14-11519 del 19/01/2004, sulla base dei dati rilevati dall’A.R.P.A. per il biennio di riferimento 2001/2002.

<b>DORA RIPARIA</b>							
Comune	Località	Codice		SECA	SACA	LIM	IBE
Cesana T.se	Fenils	038	001	3	Sufficiente	2	7
Susa	Piscina Comunale	038	004	3	Sufficiente	2	6
S.Antonino Susa	Ponte Quota 383	038	005	3	Sufficiente	2	6
Salbertrand	50 M Dopo FS	038	330	3	Sufficiente	2	7
Avigliana	A Monte PT Per Almese	038	430	3	Sufficiente	2	6
Torino	Parco Pellerina Passerella	038	490	3	Sufficiente	3	6
<b>CHISONE</b>							
Pragelato	Souchers Basses	029	002	3	Sufficiente	2	7
Pinerolo	S.Martino	029	005	3	Sufficiente	2	7
Garzigliana	Paschetti	029	010	3	Sufficiente	2	6

### **3 - TIPOLOGIE DI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEGLI ALVEI FLUVIALI**

I siti di campionamento sui corsi d'acqua Chisone e Dora Riparia riguardano situazioni significativamente influenzate dalla presenza di opere di sistemazione idraulica, considerando le comunità ittiche come sistemi “bersaglio” dell'analisi biologica, comunque confortata da rilevamenti sulla qualità fisico - chimica e biologica delle acque. I campionamenti quindi hanno quindi comportato:

1. la descrizione morfologica del tratto di alveo oggetto di campionamento, con particolare riferimento alle caratteristiche dell'opera di sistemazione idraulica;
2. determinazione del livello di qualità fisica - chimica delle acque al momento del campionamento;
3. determinazione del livello di qualità biologica delle acque (I.B.E.) al momento del campionamento;
4. struttura delle popolazioni ittiche presenti nel tratto oggetto di analisi al momento di campionamento.

Prima di procedere alla descrizione della scheda di rilevamento di cui al primo punto, si è ritenuto opportuno procedere ad una analisi<sup>1</sup>, seppure per sommi capi, delle principali tipologie di interventi di sistemazione idrauliche, assegnando a ciascuna una lettera di riferimento che compare nella scheda di cui al precedente punto 1. Inoltre i parametri di descrizione considerati sono stabiliti sulla base delle caratteristiche comuni alle diverse tipologie; queste sono:

- A. scogliere;**
- B. mantellate;**
- C. primate;**
- D. gabbioni;**
- E. muri di sponde;**
- F. ricalibrature di alvei;**
- G. opere trasversali.**

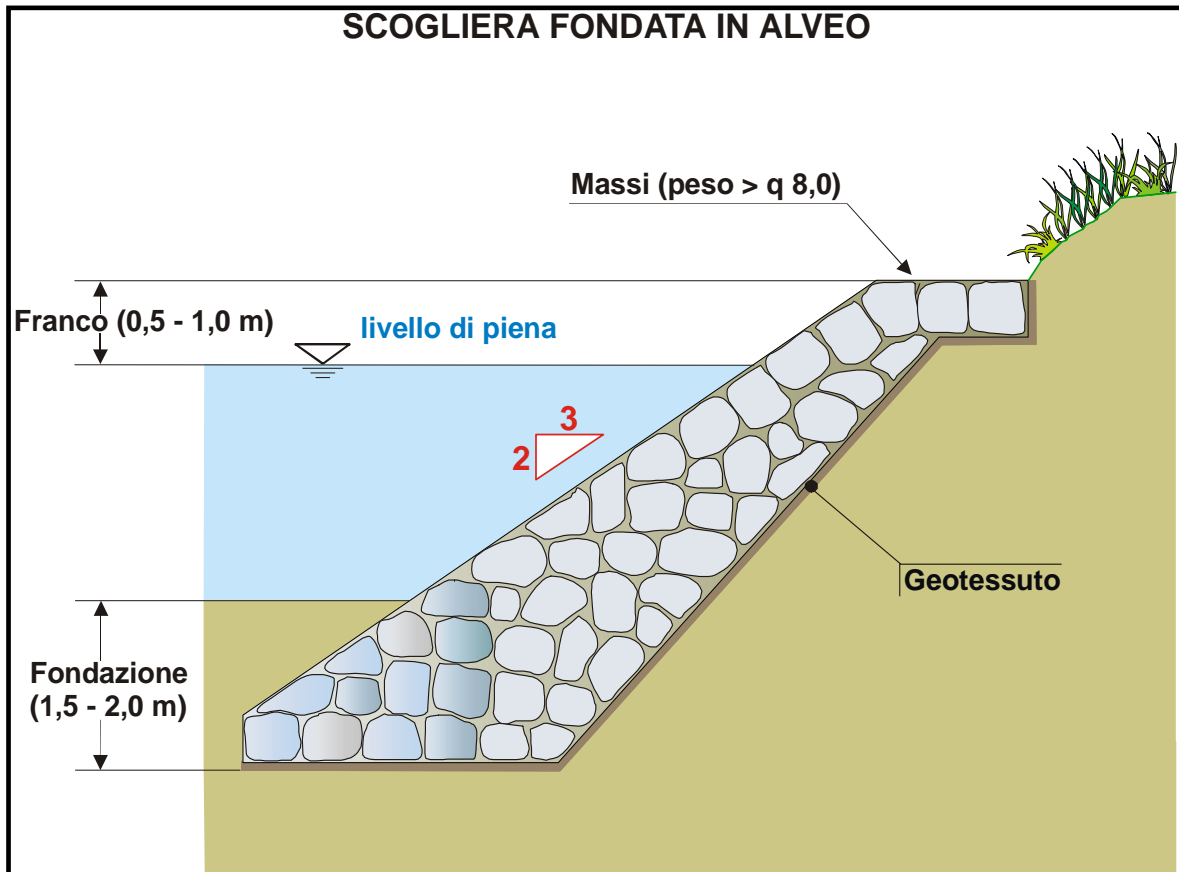
#### **3.1 - Tipologia “A” (scogliere)**

**DESCRIZIONE DELL'OPERA.** Opere di difesa longitudinale o radente, a gravità, con funzione di protezione delle sponde dall'erosione della corrente idrica o ricostituzione spondale, realizzate con massi di varia pezzatura. In particolare servono per consolidare la linea di sponda da mantenere a torrente sistemato. La sommità della difesa dovrebbe arrivare ad interessare la quota della massima piena, con un franco variabile, rispetto a questa, di almeno 0,5 ÷ 1,0 m. Il piede della difesa (fondazione) viene immorsato per

---

<sup>1</sup> Dalla letteratura esistente ed in particolare: Autorità di Bacino del Fiume Po (1999, 2001); Benini (1990); Da Deppo *et al.* (1997); Maione, Brath (1995, 1997)

almeno  $1,5 \div 2,0$  m rispetto alla quota di fondo alveo (linea di talweg) e comunque ad una profondità compatibile con gli effetti di scalzamento prevedibili. Normalmente lo spessore dell'opera è intorno a  $1,5 \div 2,0$  m, con diminuzione progressiva di tale valore al fine di dare una pendenza alla faccia anteriore non superiore a  $2/3$ . Le tipologie costruttive classiche sono essenzialmente due, distinte in funzione del tipo di fondazione: **scogliera fondata in alveo** (con fondazione in massi) e **scogliera con protezione al piede** (con taglione al piede in conglomerato cementizio, con funzione di fondazione).



**CAMPI DI APPLICAZIONE.** Corsi d'acqua con alvei a sponde irregolari e fortemente sollecitate dalla corrente, con abbondante trasporto solido, di materiale anche di grossa pezzatura. Corsi d'acqua a regime fluviale o torrentizio, anche con notevoli oscillazioni di portata. Generalmente si ricorre a tale tipologia quando sia necessario proteggere strutture ed infrastrutture importanti (nuclei abitati, strade, ferrovie) e sia richiesta una difesa di sponda in grado di resistere a sollecitazioni elevate.

**MATERIALI IMPIEGATI.** Si utilizzano massi di pietra granitica o silicea (non geliva). Rifacendosi alla classificazione dei massi naturali utilizzati nelle opere marittime, senza che esista una specifica normalizzazione, possiamo distinguere:<sup>2</sup>

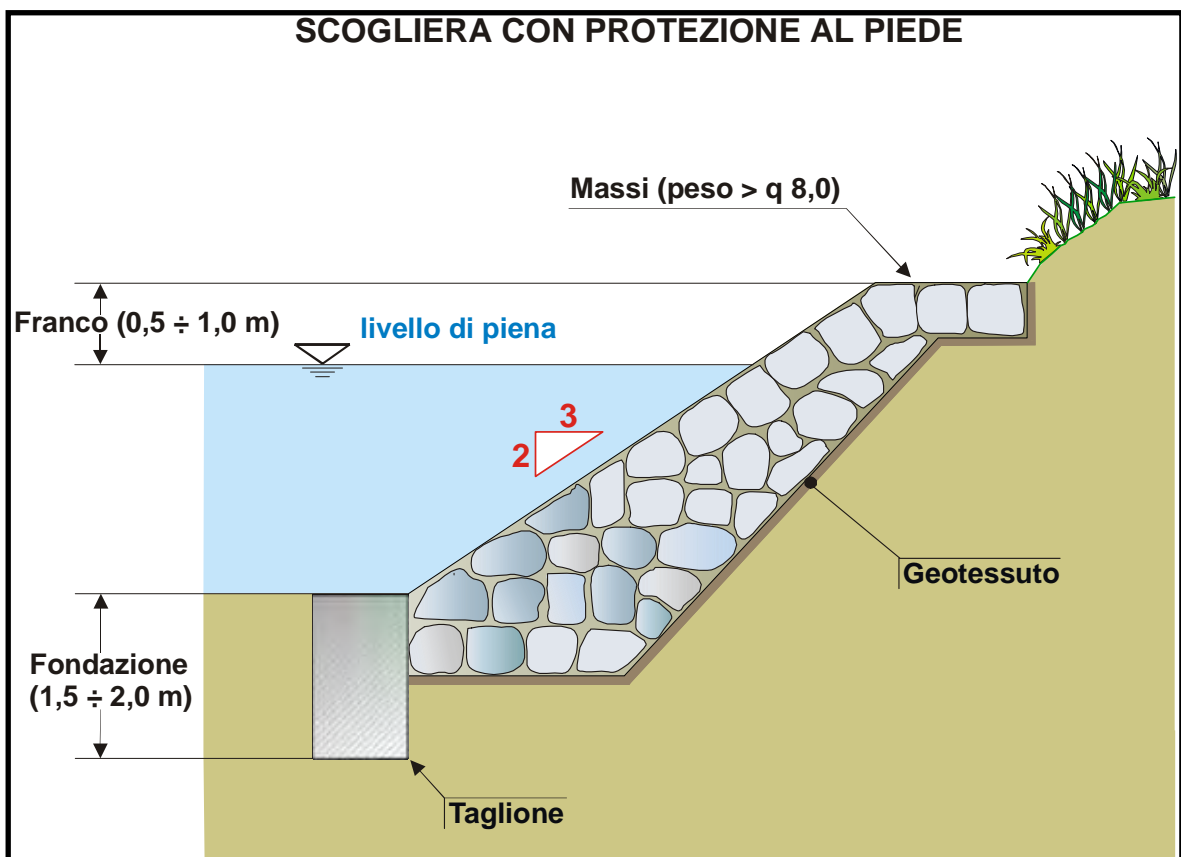
- *tout venant* (peso dei massi compreso tra 0 e 1 kN);
- massi di 1<sup>a</sup> categoria (peso tra 1 e 10 kN);

<sup>2</sup> Il Newton (N) è l'unità di misura internazionale di forza. Il kiloNewton (KN) equivale circa all'unità poco ortodossa di 1 quintale (100 kg). Per es. i massi di 3<sup>o</sup> categoria hanno un peso tra 30 e 70 q.

- massi di 2<sup>a</sup> categoria (peso tra 10 e 30 kN);
- massi di 3<sup>a</sup> categoria (peso tra 30 e 70 kN);
- massi di 4<sup>a</sup> categoria (peso tra 70 e 150 kN).

Oltre la 4<sup>a</sup> categoria si utilizzano massi artificiali in conglomerato cementizio. Le dimensioni e, quindi, il peso dei massi utilizzati, devono essere tali da garantire la stabilità dell'opera e la resistenza alla forza di trascinamento della corrente; di solito si utilizza materiale che non supera il metro di diametro (peso circa 10 ÷ 15 kN). In Regione Piemonte, così come previsto dal "Prezzario per Opere e Lavori Pubblici", all'interno della sezione n. 18 "Pronto Intervento", vengono normalmente realizzate scogliere con massi di pietra naturale provenienti da cave, solitamente a spigoli vivi, o reperiti in alveo, provenienti da disalvei, di forma normalmente più arrotondata. In entrambi i casi il volume deve essere almeno pari a 0,30 m<sup>3</sup> ed il peso superiore a 8,0 kN (nel caso di massi isodiametrici, il diametro è pari a circa 0,65 ÷ 0,70 m). Inoltre andrebbe utilizzato del geotessile, con funzione strutturale di ripartizione dei carichi e di protezione dall'azione erosiva del materiale più fine, sottostante.

**MODALITÀ DI ESECUZIONE.** L'opera viene realizzata, previa la predisposizione del piano di appoggio regolarizzato e la stesa del geotessile, con la posa dei singoli massi, in modo da ottenere la forma e le dimensioni desiderate (di progetto). Gli interstizi fra i massi, a seconda della tipologia costruttiva adottata, potranno essere lasciati vuoti oppure intasati con calcestruzzo nella porzione interrata (fondazione) mentre, nella porzione in elevazione, potranno anche essere intasati con terra agraria al fine di una loro successiva rivegetazione (inerbimento o infissione di talee e messa a dimora di piantine radicate di specie idonee).



**PARAMETRI E MODALITÀ DI CALCOLO.** Sono opere staticamente reagenti per il loro peso (opere a gravità), per le quali, in fase di progettazione, è necessario procedere alle verifiche di stabilità tipiche di un'opera in pietrame: scorrimento, ribaltamento, stabilità d'insieme, tensioni interne e sul terreno. Per la determinazione della dimensione media dei massi esistono diversi sistemi, basati sull'analisi delle forze agenti sull'elemento solido in condizioni di equilibrio limite.

**NOTE.** La realizzazione di sistemazioni di questo tipo comporta solitamente un restringimento ed una regolarizzazione dell'alveo e, di conseguenza, un approfondimento dello stesso. Particolare attenzione va prestata al fatto che queste opere, quanto più regolare e liscia rendono la sponda, tanto maggiore sarà la velocità della corrente nelle loro vicinanze e nei tratti immediatamente a valle. Nei corsi d'acqua a fondo mobile ed aventi tendenza all'escavazione, non è sufficiente difendere le sponde, i cui rivestimenti potrebbero subire scalzamento al piede, ma occorre consolidare il fondo con opportune opere trasversali quali soglie a raso, poste all'inizio, alla fine e lungo il tratto sistemato.

### 3.2 - Tipologia “B” (mantellate)

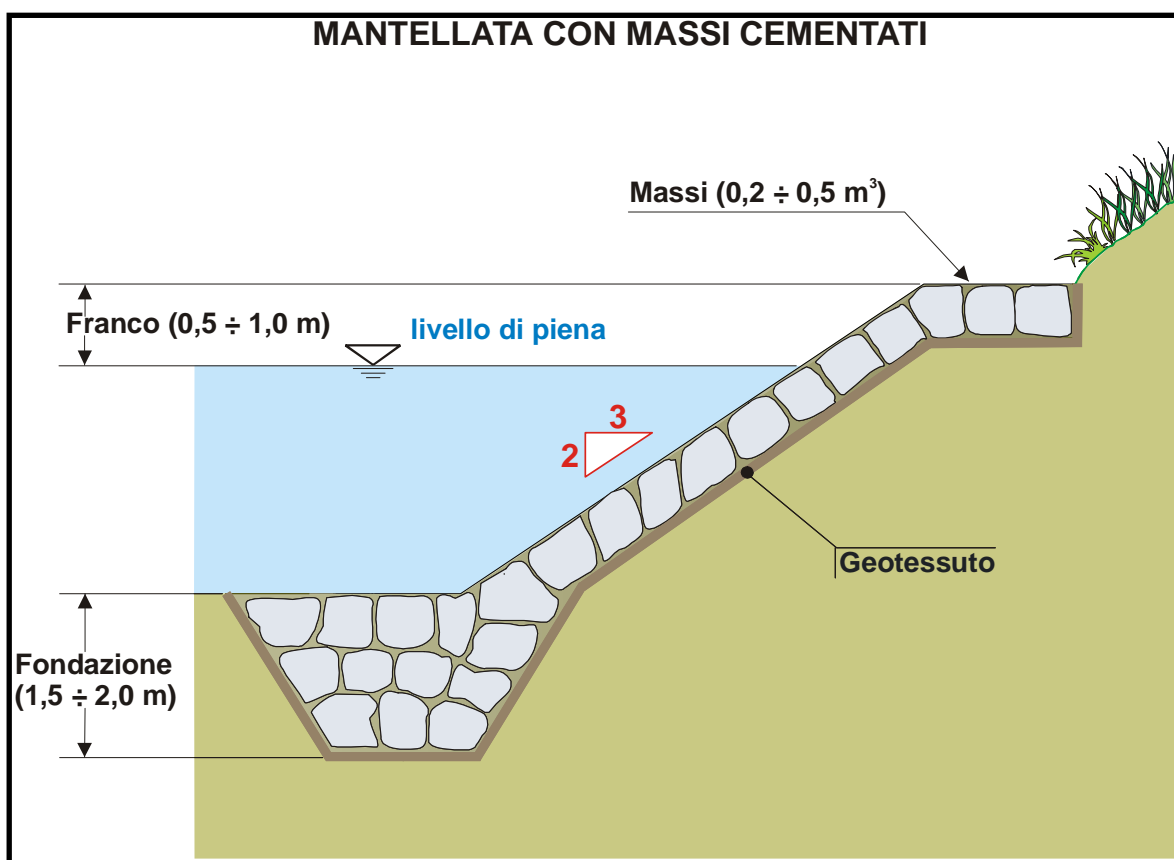
**DESCRIZIONE DELL'OPERA.** Opere di difesa longitudinale o radente, a gravità, con funzione di protezione delle sponde e delle arginature dall'erosione e dall'infiltrazione della corrente idrica e delle acque meteoriche. L'opera è realizzata con massi di forma parallelepipedica più o meno regolare, di varia pezzatura. Anche per questo tipo di opera, come per le scogliere, la sommità della difesa dovrebbe arrivare ad interessare la quota della massima piena, con un franco variabile, rispetto a questa, di almeno  $0,5 \div 1,0$  m. Se si tratta di difesa spondale, il piede dell'opera (fondazione) viene immorsato per almeno  $1,5 \div 2,0$  m rispetto alla quota di fondo alveo (linea di talweg) e, in ogni caso, anche per quanto riguarda i rivestimenti di argini, la profondità del piede deve essere compatibile con gli effetti di scalzamento prevedibili. Lo spessore dell'opera è normalmente pari a  $0,30 \div 0,50$  m, e varia in funzione dello spessore dei massi impiegati e della modalità costruttiva adottata: a secco o con massi affogati in un letto di malta cementizia.

**CAMPI DI APPLICAZIONE.** Arginature e tratti di corsi d'acqua in curva o esposti a moto ondoso (es. corsi d'acqua navigabili), sotto i ponti e nelle immediate vicinanze degli stessi, dove la vegetazione non ha possibilità di svilupparsi, a causa della copertura artificiale.

**MATERIALI IMPIEGATI.** Si utilizzano massi di pietra granitica o silicea (non geliva) di forma parallelepipedica, con le facce a vista a “spacco di cava”. In Regione Piemonte il “*Prezzario per Opere e Lavori Pubblici*”, all'interno della sezione n. 18 “*Pronto Intervento*”, stabilisce che per questo tipo di opere si devono utilizzare massi di dimensioni medie  $0,2 \div 0,5$  m<sup>3</sup> e spessore medio di  $20 \div 25$  cm, definiti “scapoli di granito”.

**MODALITÀ DI ESECUZIONE.** L'opera viene realizzata, previa la predisposizione del piano di appoggio regolarizzato e, a seconda della tipologia costruttiva adottata, con la formazione di un letto di malta cementizia, quando previsto, su cui posare i massi, a rivestimento della scarpata, oppure, nel caso di opera a secco, al fine di impedire lo

spfondamento dei massi, questi andrebbero posati su un filtro rovescio (tipo vespaio) o, meglio, su geotessuto. Nel caso di opera cementata, si dovrà infine provvedere alla stilatura e sigillatura dei giunti, ovvero alla regolarizzazione ed al livellamento della superficie del riempimento in cemento tra un masso e l'altro (le cosiddette *fughe*).

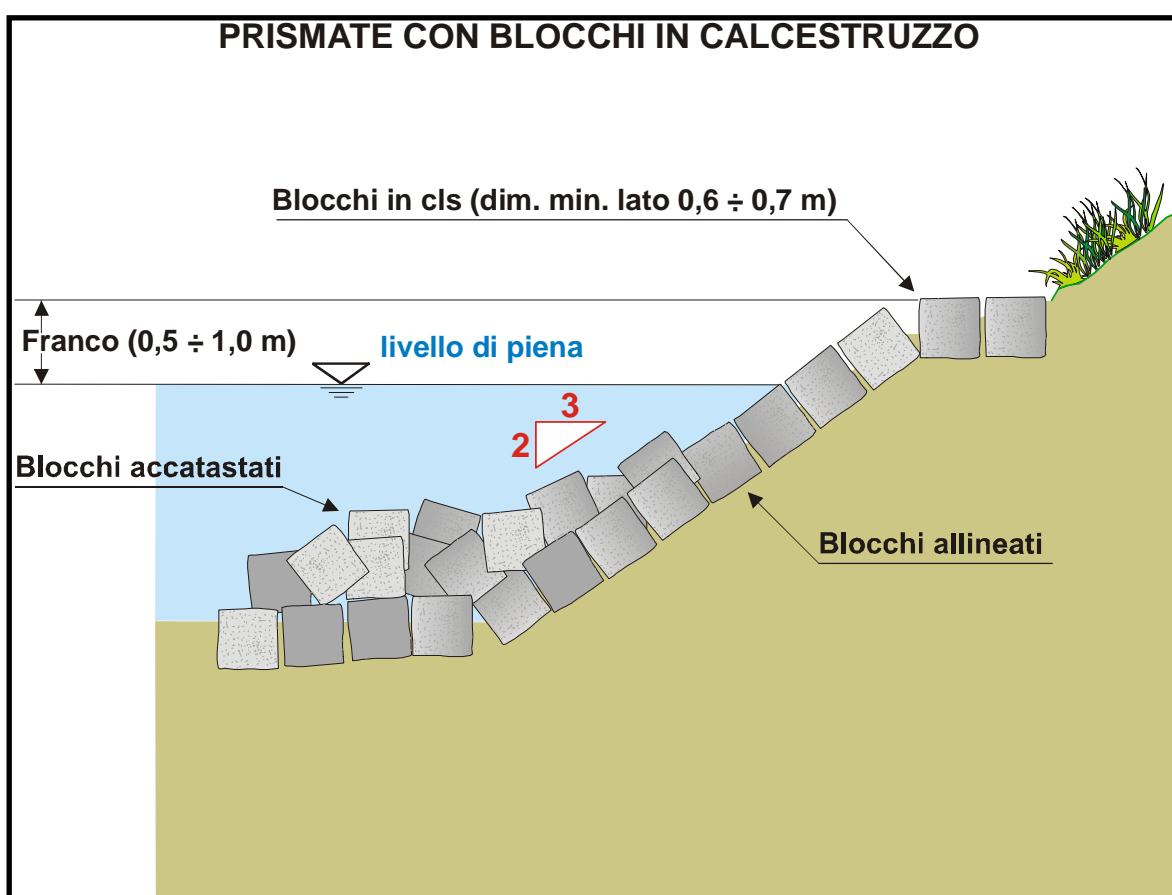


**PARAMETRI E MODALITÀ DI CALCOLO.** Così come per le scogliere, anche per questo tipo di opera è necessario determinare la dimensione media dei massi: esistono diversi sistemi, basati sull'analisi delle forze agenti sull'elemento solido in condizioni di equilibrio limite.

**NOTE.** Quando realizzate in alveo, particolare attenzione va prestata al fatto che queste opere, rendendo la sponda estremamente regolare e liscia, fanno aumentare notevolmente la velocità di scorrimento dell'acqua, sia nelle loro vicinanze che nei tratti a valle. Inoltre, sempre in questo tipo di situazioni, bisogna assolutamente evitare che si verifichi un aggiramento della testa dell'opera nella sua sezione iniziale, ovvero che l'acqua si infili posteriormente. A tal fine è buona norma immergere adeguatamente il rivestimento stesso nella sponda nel punto più di monte. Infine, nel caso di rivestimenti di sponde, in corsi d'acqua con portate importanti, sarebbe opportuno prevedere la realizzazione di una trincea al piede della sponda e parallela alla stessa, riempita con massi gettati alla rinfusa a formare una scogliera che dovrebbe elevarsi fino pressoché al livello della piena ordinaria. Quindi, al di sopra di questa, poggiare la mantellata. In tal modo, la banca al piede stabilizza il pendio ed impedisce lo scivolamento del materiale di rivestimento.

### 3.3 - Tipologia “C” (prismate)

**DESCRIZIONE DELL’OPERA.** Anche in questo caso, come già descritto per scogliere e mantellate, si tratta di opere di difesa longitudinale o radente, a gravità, con funzione di protezione delle sponde e, talvolta, anche delle arginature, dall’erosione e dall’infiltrazione della corrente idrica e delle acque meteoriche. L’opera è realizzata, anziché con massi naturali, con prismi (cubi) di calcestruzzo prefabbricati, di dimensione variabile (di solito lato minimo  $60 \div 70$  cm) disposti o in maniera ordinata o alla rinfusa, a rivestimento delle sponde. Anche per questo tipo di opera, come per quelle già viste, la sommità della difesa dovrebbe arrivare ad interessare la quota della massima piena (più eventuale relativo franco), ed il piede dell’opera (fondazione) deve essere immorsato per almeno  $1,5 \div 2,0$  m rispetto alla quota di fondo alveo (linea di talweg). L’opera può essere costituita da prismi semplicemente appoggiati, a secco, oppure cementati fra loro.



**CAMPI DI APPLICAZIONE.** Si tratta in ogni caso di una tipologia costruttiva non più utilizzata e nei confronti della quale si tende ad intervenire al fine di smantellare l'esistente sostituendolo con opere ad impatto ambientale/paesaggistico più contenuto. In tal senso si pronuncia anche l'Autorità di Bacino del Fiume Po che, all'interno del "Quaderno delle Opere Tipo del Piano di Assetto Idrogeologico", in più occasioni sottolinea il fatto che per la realizzazione delle fondazioni di diversi tipi di opere, o comunque per porzioni non in vista, si possono utilizzare prismi di calcestruzzo provenienti dallo smantellamento di vecchie prismate. Un tempo questo tipo di opera

veniva utilizzato, in alternativa alle scogliere, laddove risultava maggiormente difficoltoso ed oneroso l'approvvigionamento di grossi massi.

**MATERIALI IMPIEGATI.** Come già detto sopra, si utilizzano prismi di calcestruzzo prefabbricati, di dimensione variabile (di solito lato minimo  $60 \div 70$  cm).

**MODALITÀ DI ESECUZIONE.** L'opera viene realizzata, previa la predisposizione del piano di appoggio regolarizzato, a seconda della tipologia costruttiva adottata, con la posa dei prismi disposti ordinatamente o con la loro disposizione alla rinfusa. Una tipologia classica prevedeva la realizzazione di una base di blocchi disposti casualmente, fino al livello di piena ordinaria, al di sopra del quale veniva poggiato uno strato di prismi disposti ordinatamente, a rivestimento del tratto sommitale della sponda.

**PARAMETRI E MODALITÀ DI CALCOLO.** Così come per le scogliere, anche per questo tipo di opera è necessario determinare la dimensione media dei blocchi: esistono diversi sistemi, basati sull'analisi delle forze agenti sull'elemento solido in condizioni di equilibrio limite.

### 3.4 - Tipologia “D” (gabbioni)

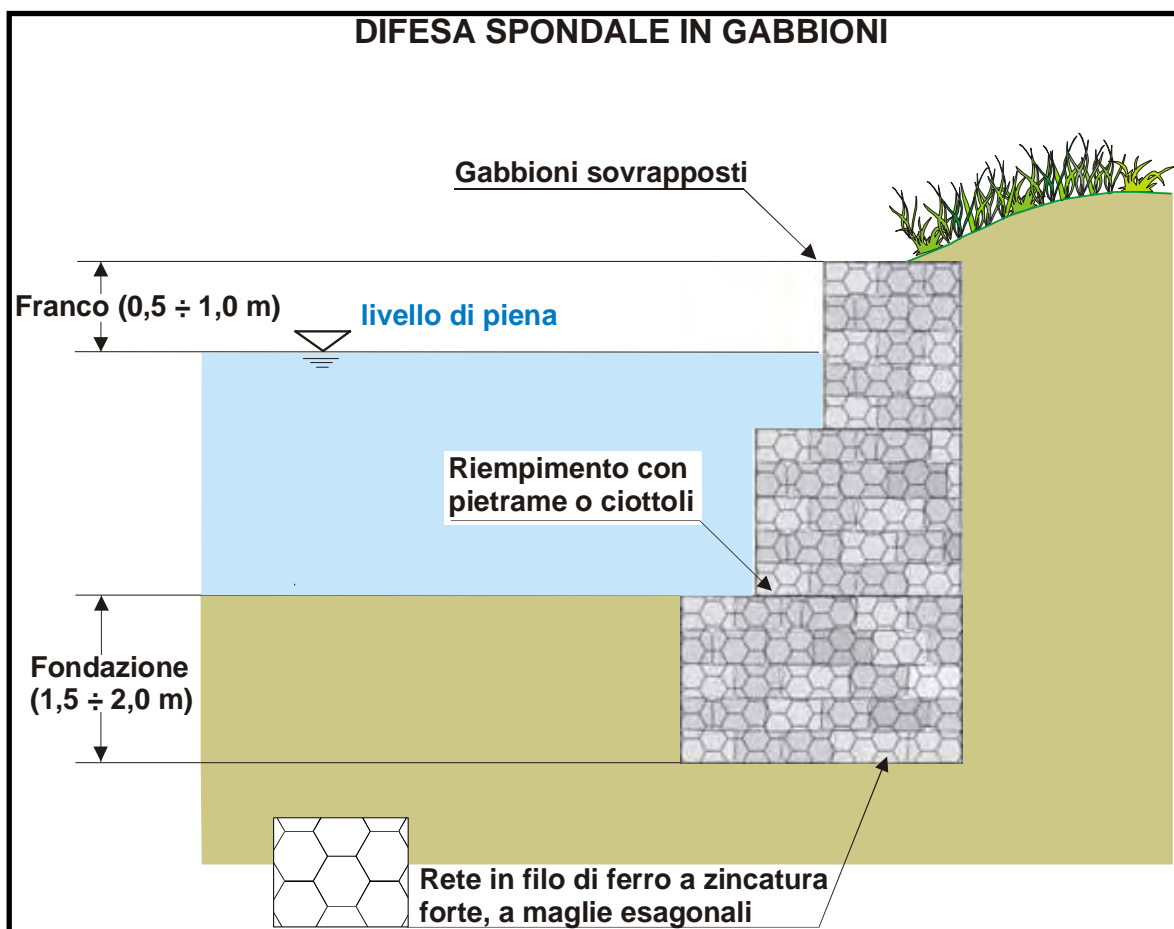
**DESCRIZIONE DELL'OPERA.** Analogamente alle scogliere, anche in questo caso si tratta di opere di difesa longitudinale, a gravità, con funzione di protezione delle sponde. L'opera consiste in una struttura formata da “gabbie” di rete metallica riempite con pietrame di varia forma e pezzatura. La forma dei singoli elementi è parallelepipedica, a sezione quadrata, normalmente di dimensione 1 m x 1 m, mentre la lunghezza può variare da 2 m a 3 m. Alcuni modelli presentano, al loro interno, dei setti per meglio gestire la distribuzione del materiale di riempimento in fase di messa in opera. Le tipologie costruttive sono essenzialmente due, esse prevedono la sistemazione dei gabbioni a formare un muro pressoché verticale oppure una gradinata per parziale sovrapposizione degli elementi, con arretramento progressivo di quelli sovrastanti. In generale, relativamente a dimensioni e collocazione dell'opera, valgono le stesse regole riportate per le scogliere.

**CAMPI DI APPLICAZIONE.** Corsi d'acqua con alvei a sponde irregolari, a regime fluviale o torrentizio, anche con ampie oscillazioni di portata. Si ricorre a tale tipologia quando sia necessario proteggere strutture ed infrastrutture importanti (nuclei abitati, strade, ferrovie) e sia richiesta una difesa di sponda in grado di resistere a notevoli sollecitazioni e caratterizzata da discreta elasticità. In particolare l'utilizzo di questa tipologia è indicato in quelle situazioni in cui si ha buona disponibilità in loco di materiale lapideo adatto al riempimento e risulta altresì difficoltoso ed eccessivamente oneroso il trasporto di materiale grossolano (massi da cava).

**MATERIALI IMPIEGATI.** I gabbioni sono di rete metallica a doppia torsione, a maglia esagonale, la cui misura più comune è 8 cm x 10 cm. Il filo è d'acciaio zincato, talvolta ricoperto in PVC, a sezione variabile normalmente da 2,7 mm a 3,7 mm. I singoli fogli di rete costituenti il gabbione dovrebbero essere rinforzati alle estremità con un filo di



diametro maggiore rispetto a quello usato per la rete. Il pietrame più idoneo al riempimento ha elevato peso specifico, non è gelivo o friabile ed è di buona durezza; la pezzatura più adatta è quella variabile tra le 1 e 2 volte la dimensione della maglia della rete, tale cioè da evitare fuoriuscite del pietrame.



**MODALITÀ DI ESECUZIONE.** L'opera viene realizzata, previa la predisposizione del piano di appoggio regolarizzato, con la posa dei singoli elementi partendo dalla base, procedendo quindi al riempimento per strati successivi, eventualmente compattati, di spessore non superiore a 0,25 ÷ 0,30 m. Si posano successivamente gli altri elementi in modo da ottenere le dimensioni e le forme di progetto. Gli interstizi nella porzione in elevazione, possono anche essere intasati con terra agraria al fine di favorire una loro successiva rivegetazione.

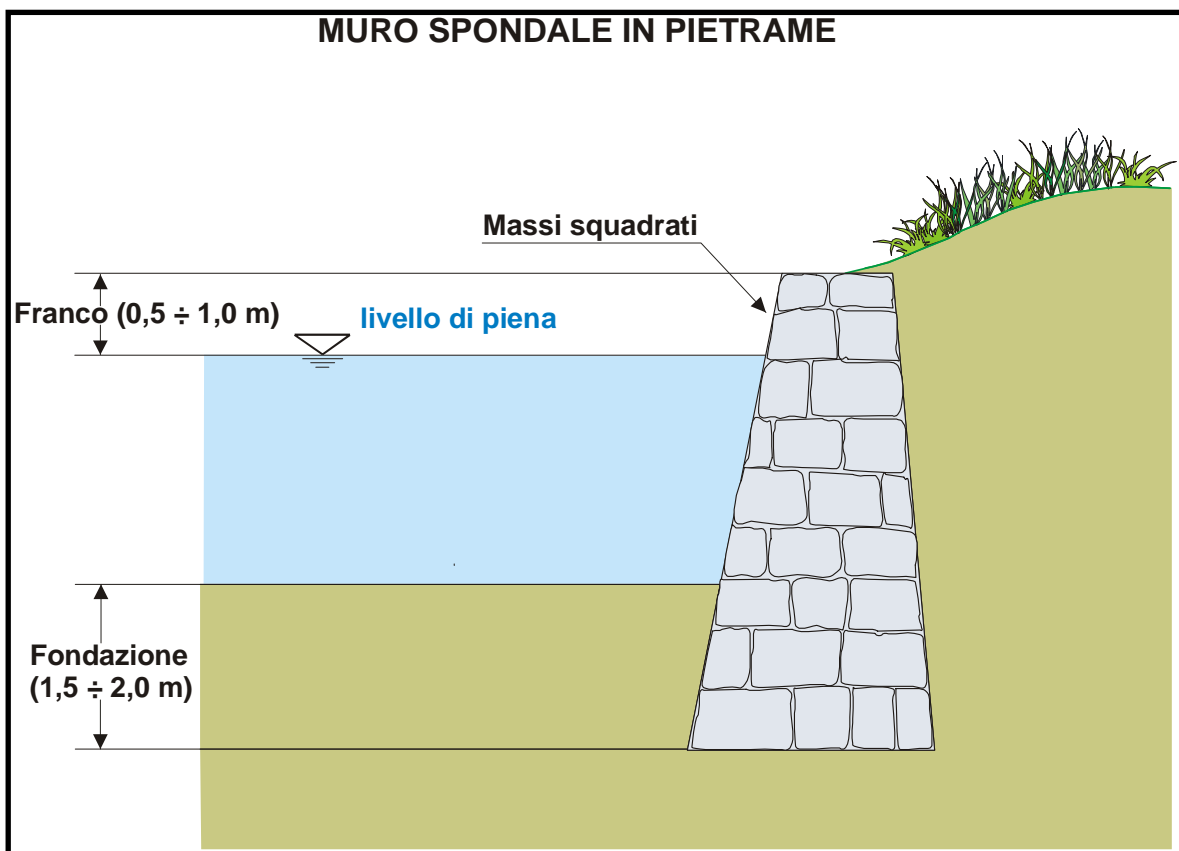
**PARAMETRI E MODALITÀ DI CALCOLO.** Anche in questo caso, come per le scogliere, si tratta di opere a gravità, per le quali, in fase di progettazione, è necessario procedere alle tipiche verifiche di stabilità: scorrimento, ribaltamento, stabilità d'insieme, tensioni interne e sul terreno.

**NOTE.** Particolare attenzione va prestata al fatto che il filo costituente la rete può andare incontro a lesioni, o addirittura tranciatura, in situazioni di forte trasporto solido ed elevate velocità di scorrimento della corrente idraulica; in tali situazioni sarebbe opportuno evitare l'utilizzo di questa tipologia costruttiva, preferendone altre in grado di garantire maggiore resistenza agli urti.

### 3.5 - Tipologia “E” (muri di sponda)

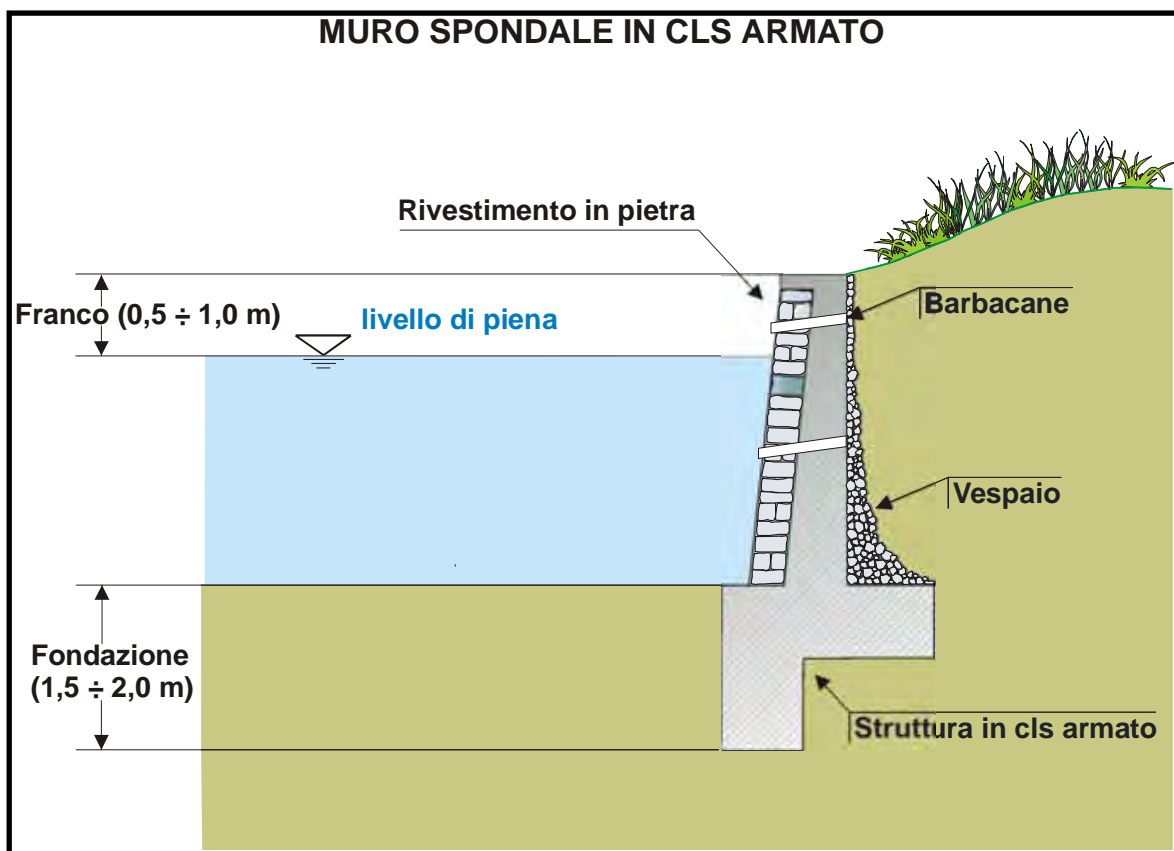
**DESCRIZIONE DELL’OPERA.** Opere di difesa longitudinale o radente con funzione di protezione delle sponde dall’erosione della corrente idrica. Anche in questo caso l’opera va fondata per non meno di  $1,5 \div 2,0$  m sotto la quota di fondo alveo (linea di talweg) e, se necessario, protetta al piede, solitamente con massi gettati alla rinfusa o, meno frequentemente, con la creazione di pennelli (repellenti) atti ad allontanare dalle sponde il filone di corrente a maggiore velocità.

**CAMPI DI APPLICAZIONE.** Generalmente si ricorre a questa tipologia quando sono da contenere al minimo gli spazi occupati dal corso d’acqua, a causa della presenza di manufatti (strade, fabbricati, etc.) o di situazioni topografiche e/o geotecniche particolari (sponde particolarmente ripide, etc.).



**MATERIALI IMPIEGATI.** Più frequentemente lungo i corsi d’acqua minori e, quindi, su aste fluviali o torrentizie senza livelli d’acqua semipermanenti, si possono riscontrare muri di sponda realizzati in pietrame a secco o semplicemente cementato con malta, che un tempo rappresentavano la tipologia costruttiva più impiegata, progressivamente sostituita da murature in calcestruzzo semplice o, più spesso, armato. I muri di questo tipo possono anche essere rivestiti in pietrame. Una più recente tipologia costruttiva prevede l’impiego di moduli (“pannelli”) prefabbricati in calcestruzzo già rivestito in pietrame e provvisto di armatura, da posizionarsi, in sostituzione delle cassetture, lungo la faccia esterna della muratura da realizzare. In generale, con la sola esclusione dei muri a secco, queste opere sono dotate di fori di drenaggio, detti barbacani, che hanno la funzione di drenare le acque

eventualmente presenti alle spalle del muro, al fine di evitare che si venga ad esercitare su di esso una spinta di tipo idrostatico.

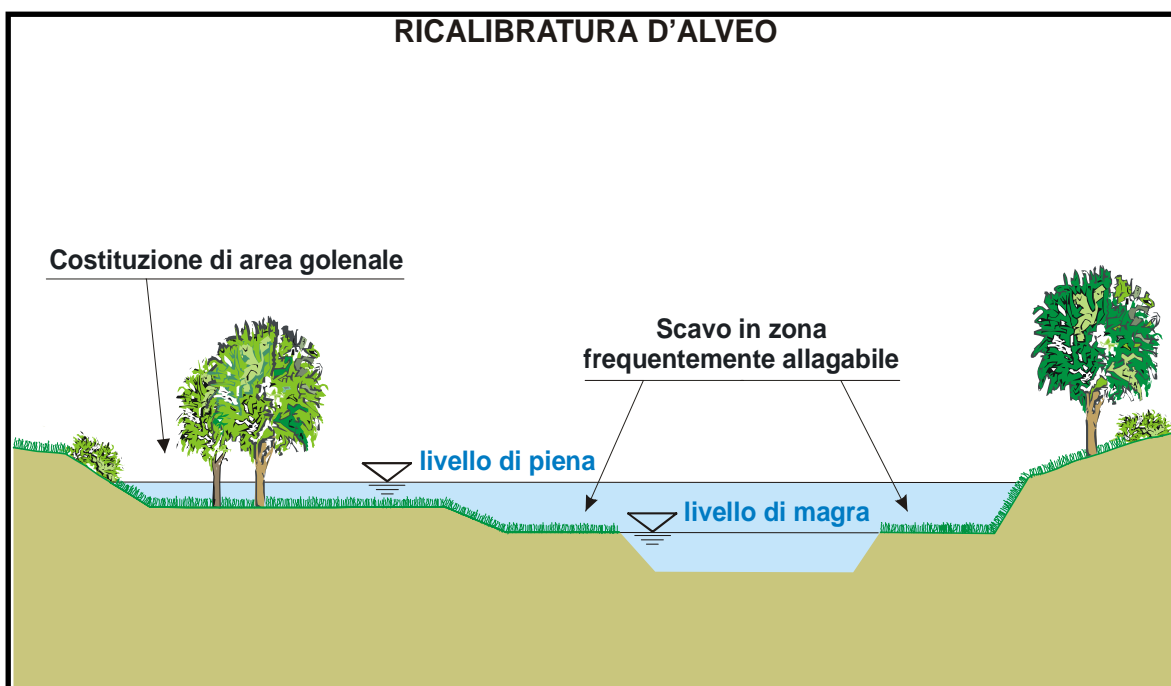


**MODALITÀ DI ESECUZIONE.** In generale, poiché i muri di sponda, in quanto strutture rigide, sono sensibilissimi ai cedimenti provocati da scalzamenti o dalla scarsa resistenza del terreno su cui poggiano o da movimenti franosi, particolare attenzione deve essere posta nella realizzazione delle strutture di fondazione, che dovranno essere sufficientemente profonde ed estese. I migliori risultati si ottengono infatti in alvei con limitato trasporto solido e privi o quasi di attività erosiva a carico del fondo o, vieppiù, quando la muratura venga impostata direttamente su roccia non erodibile. I muri a secco, eseguito l'eventuale scavo di fondazione, vengono realizzati semplicemente mediante la posa di pietrame appressato, fino all'ottenimento della sezione stabilita. Il materiale lapideo è in genere rappresentato da massi di ridotta dimensione, idonei alla movimentazione manuale, che possono essere grossolanamente squadriati in forma prismatica o più raramente, quando reperibile in loco, da pietrame di fiume, di forma tondeggiante. Del tutto analoga è la modalità costruttiva dei muri in pietrame cementati con malta, che viene distribuita negli spazi tra il pietrame durante l'elevazione della struttura muraria. Per le murature in calcestruzzo semplice o armato si procede dapprima con lo scavo, poi con l'eventuale armatura e la casseratura della fondazione, nella quale verrà successivamente gettato il calcestruzzo. Successivamente verrà predisposta la casseratura per la struttura in elevazione, che dovrà essere dotata di fori di drenaggio di dimensioni ed in numero adeguati. La faccia a vista del muro potrà infine essere rivestita con pietrame.

**PARAMETRI E MODALITÀ DI CALCOLO.** Sono opere staticamente reagenti per il loro peso (opere a gravità), per le quali, in fase di progettazione, è necessario procedere alle canoniche verifiche di stabilità: scorrimento, ribaltamento, stabilità d'insieme, tensioni interne e sul terreno. Per le opere in cemento armato, oltre alle verifiche di stabilità suddette è necessario procedere ad un attento progetto dell'armatura, comprendente dimensionamento, posizionamento e quantificazione dei ferri.

### 3.6 - Tipologia “F” (ricalibrature di alvei)

**DESCRIZIONE DELL'OPERA.** Si tratta di interventi finalizzati ad accrescere la capacità di portata di un corso d'acqua senza operare sulle arginature preesistenti. Esso si impiega quando è necessario asportare il materiale depositato e accumulato in alveo, al fine di ampliare la sezione libera di deflusso e consentire il passaggio delle piene all'interno della sezione d'alveo. L'intervento può consistere anche nella creazione di fasce golenali adatte a far defluire le portate di piena, mentre in condizioni ordinarie il deflusso continua ad avvenire all'interno della sezione preesistente.



**CAMPI DI APPLICAZIONE.** Tratti fluviali a debole pendenza e quindi a bassa velocità di corrente, dove risulti necessario incrementare la capacità di portata della sezione di deflusso.

**MODALITÀ DI ESECUZIONE.** I lavori consistono, sostanzialmente, nell'asportazione del materiale depositato e accumulato in alveo al fine di aumentare la sezione, possibilmente allargandola a spese dei terreni circostanti, senza intaccare e compromettere

gli argini esistenti. L'intervento va effettuato adottando i seguenti accorgimenti nel corso delle operazioni:

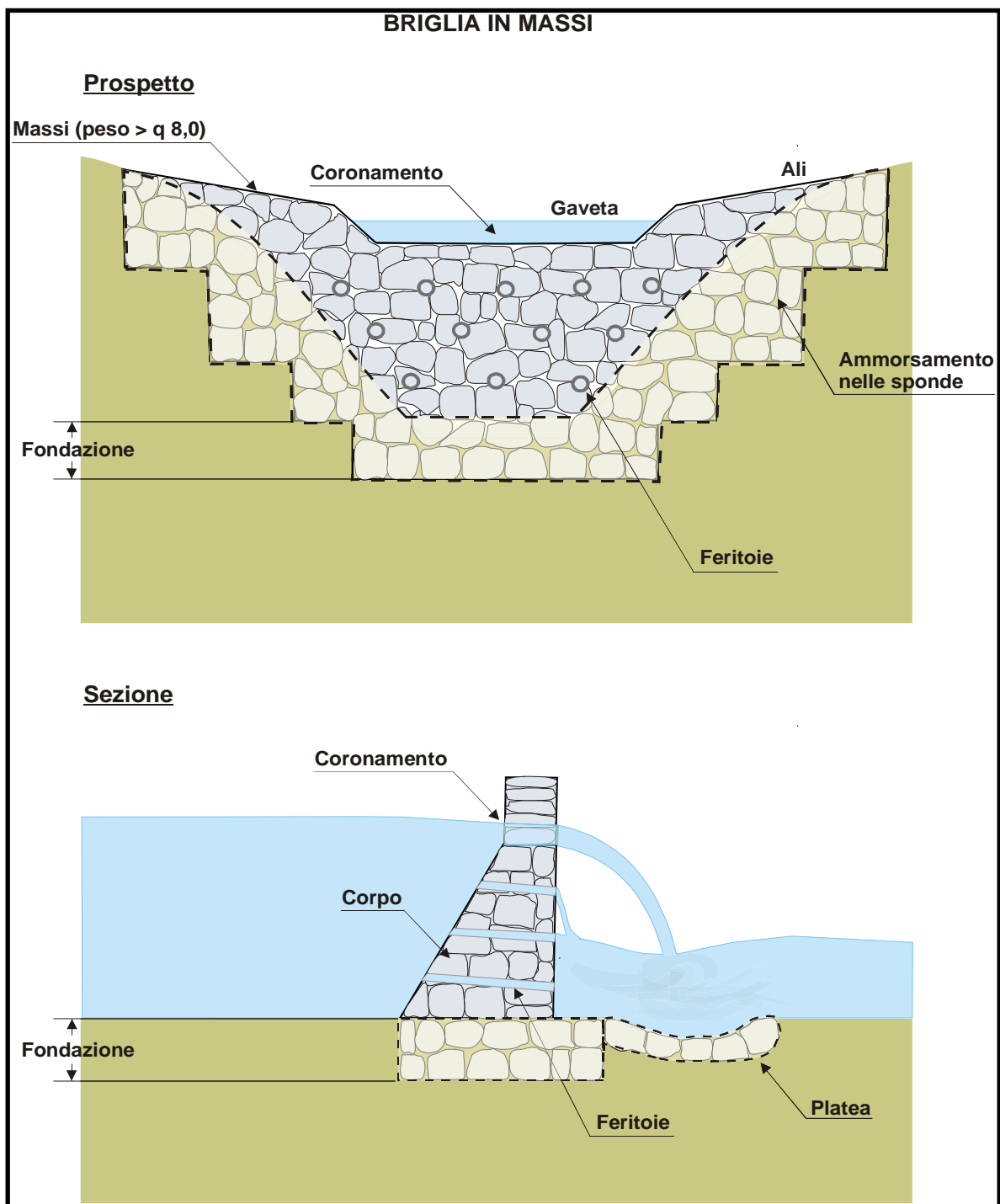
- caratterizzazione dei biotopi prevalenti al fine di stabilire il periodo e le modalità di realizzazione della ricalibratura;
- realizzazione dell'intervento su un solo lato, o sui due lati in fasi distinte, affinché la sponda non interessata dai lavori rappresenti il riferimento per le opere di rinaturalizzazione e vi possa essere mantenuto integro l'ambiente naturale;
- creazione di tracciati sinuosi e "naturaliformi", evitando soluzioni particolarmente regolari che darebbero luogo a vere e proprie canalizzazioni;
- raccordi con le sponde naturali con inclinazioni molto dolci che non definiscano linee nette di separazione;
- a fine lavori ricollocazione, sulle aree golenali o sulle sponde riprofilate, del terreno vegetale preesistente e preventivamente scoticato ed accantonato;
- se ritenuto necessario rivestimento delle sponde adottando tipologie di protezione e materiali che possano facilmente inserirsi nell'ambiente fluviale.

**PARAMETRI E MODALITÀ DI CALCOLO.** In funzione della portata di progetto considerata, attraverso opportuni calcoli e simulazioni, andrà adeguatamente dimensionata la sezione di deflusso atta a contenere la piena considerata. Considerando la velocità di deflusso delle acque e le caratteristiche dei materiali che costituiscono il fondo e le sponde andrà definita anche la pendenza da dare a queste.

### 3.7 - Tipologia "G" (opere trasversali)

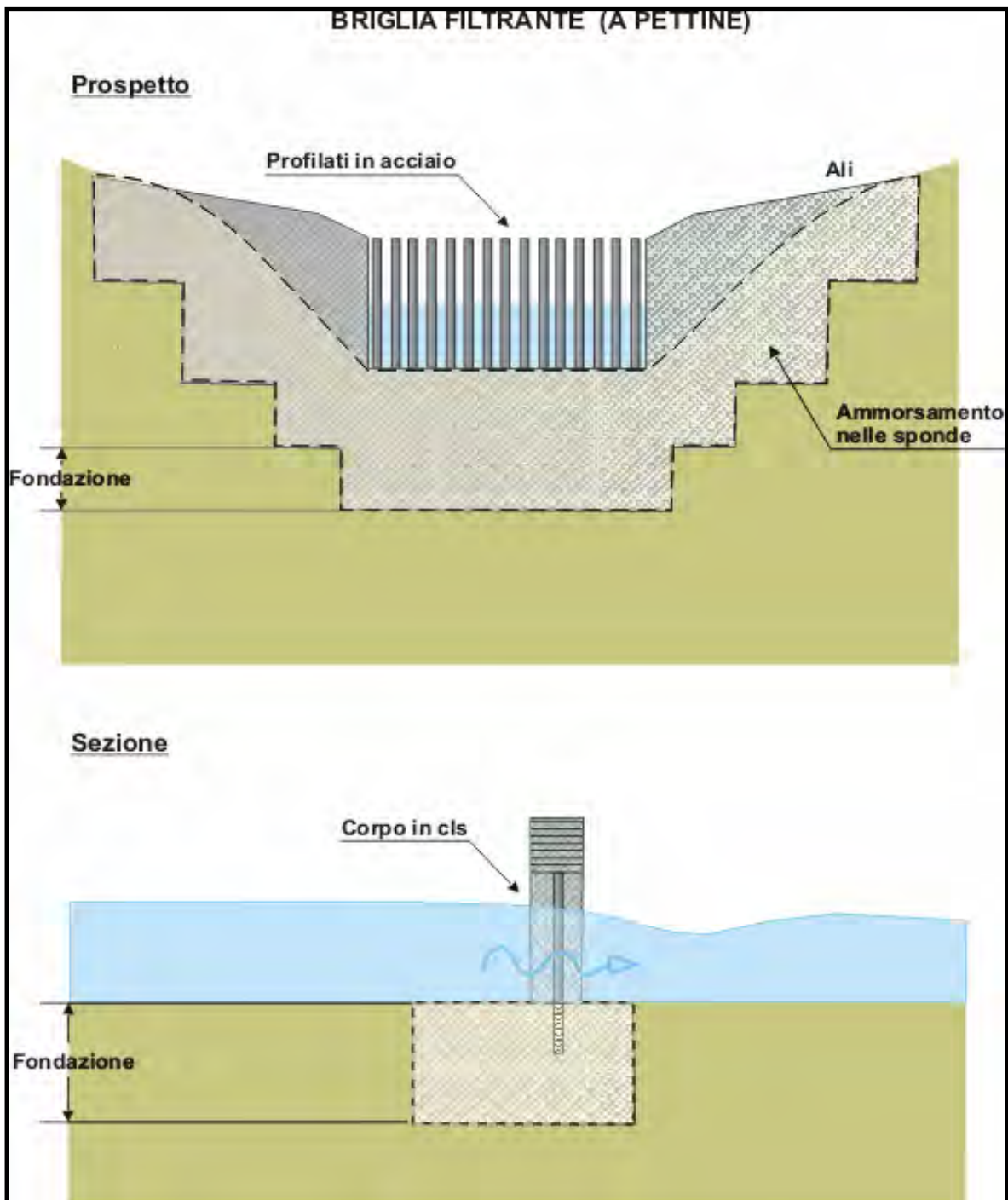
**DESCRIZIONE DELL'OPERA.** Opere trasversali sporgenti dall'alveo nel quale sono fondate, costruite per poter modificare la pendenza originale del torrente. L'obiettivo è la riduzione del trasporto solido e, di conseguenza, la protezione delle sponde e dell'alveo dall'erosione. La struttura delle briglie può essere realizzata con varie modalità, sia per quanto riguarda la forma, sia per i materiali utilizzati ed il modo di resistere alle sollecitazioni. Una briglia classica è costituita da un muro a sezione generalmente trapezia, con adeguate fondazioni, sia in alveo sia sulle sponde, nelle quali il muro stesso è immorsato. La struttura della briglia è costituita da un corpo centrale su cui poggiano due porzioni laterali che si immorsano nelle sponde, dette ali, tra le quali è presente un'apertura, vista frontalmente a sezione trapezia, detta gàveta, orizzontale o leggermente concava. Tale apertura si chiude sulle ali con due raccordi generalmente a 45°. La gaveta deve essere di dimensioni tali da consentire, al proprio interno, il deflusso della portata di progetto. In termini generali le briglie vengono utilizzate in due tipologie distinte di intervento, assumendo, a seconda dei casi, forma e caratteristiche diverse:

- sistemazioni a gradinata, tramite serie di briglie dette "di consolidamento";
- sistemazione con creazione di zone di deposito, mediante briglie dette di "trattenuta".



Nel primo caso le briglie non hanno lo scopo di trattenere materiale, che è un effetto derivato, ma quello di ridurre la pendenza dell'alveo e, quindi, la velocità dell'acqua a valori tali da limitare o, al limite, da impedire l'erosione. Tali briglie non esauriscono il loro scopo nel momento in cui sono colmate dal materiale proveniente da monte, come avviene per quelle di trattenuta, bensì proprio allora iniziano ad esplicare in maniera normale la loro funzione. Si tratta quindi normalmente di opere chiuse, cioè a parete continua, di modeste dimensioni (altezza contenuta), realizzate in serie, lungo tratti più o meno ampi di corsi d'acqua. Nel secondo caso invece la sistemazione è ottenuta grazie alla realizzazione di una sola opera di grosse dimensioni, caratterizzata dal fatto di poter fermare a monte di questa il materiale trasportato dalla corrente. Di solito si tratta di briglie

“aperte”, dette selettive o filtranti, per le quali deve essere prevista la possibilità di accesso a monte con mezzi in grado di eseguire periodicamente l’asportazione del materiale depositatosi, al fine di garantirne la funzionalità nel tempo.



**CAMPI DI APPLICAZIONE.** Corsi d’acqua caratterizzati da un elevato trasporto solido che necessitano di correzioni della pendenza e riduzione locale o generale della velocità e, quindi, dell’energia cinetica dell’acqua. In genere si utilizzano in corsi d’acqua a regime prevalentemente torrentizio, distinguendo tra situazioni in cui prevale l’attività di trasporto della corrente, in cui si interviene con briglie di consolidamento, e situazioni in cui prevale

il trasporto (es. immediatamente a monte o nelle prime porzioni sommitali delle conoidi), dove si realizzano briglie di trattenuta.

**MATERIALI IMPIEGATI.** Le diverse tipologie di briglia possono essere costruite con differenti tipi di materiale. Possiamo avere briglie a gravità realizzate in muratura di pietrame a secco o cementato o in conglomerato di cemento semplice oppure briglie in cemento armato (a soletta o a mensola, di tipo autostabile). In particolari situazioni si possono anche realizzare briglie in terra o in gabbioni.

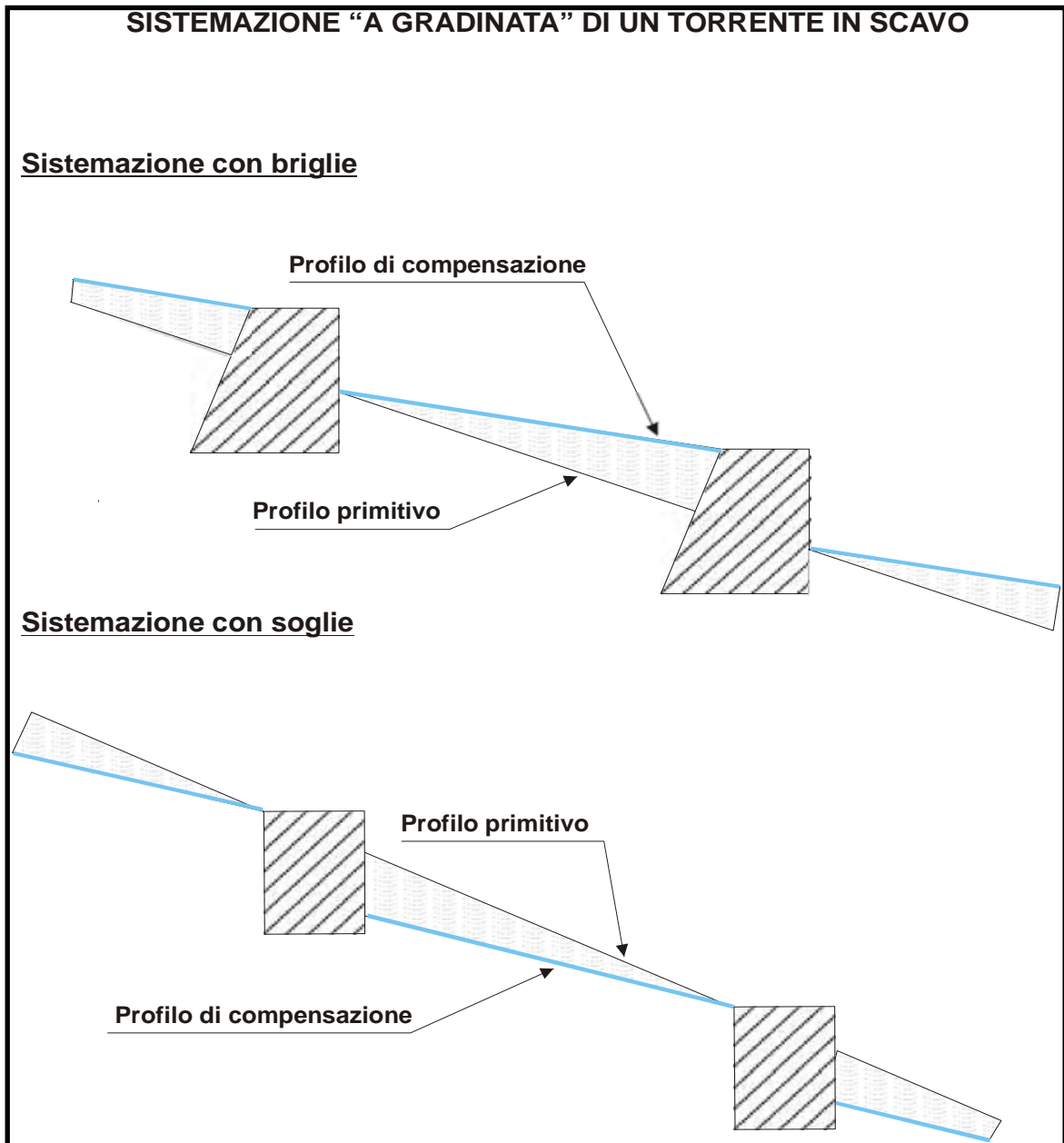
**MODALITÀ DI ESECUZIONE.** L'opera è realizzata predisponendo il piano d'appoggio regolarizzato e preparando le sponde per l'ammorsamento delle ali della briglia. Le fondamenta, specie nella parte centrale devono essere affondate in modo da evitare lo scalzamento che può essere provocato dal getto d'acqua proveniente dalla gàveta. Per ridurre ulteriormente questo rischio occorre utilizzare semplici accorgimenti: prolungare verso valle con una mensola il bordo della gàveta in modo da allontanare il getto d'acqua dalla base della briglia; provvedere alla realizzazione di una platea in massi cementati immediatamente a valle della briglia, costruire una controbriglia a valle per favorire la formazione di una pozza d'acqua utile per dissipare l'energia dell'acqua in caduta dalla gaveta. Quindi si procede alla realizzazione del corpo della briglia secondo la tipologia in progetto, predisponendo un adeguato numero di fori di drenaggio (barbacani) il cui compito è quello di ridurre la spinta idrostatica. Poiché la gàveta ha lo scopo di mantenere il deflusso della piena nella parte centrale del torrente, è esposta alle azioni d'urto del materiale solido trasportato; perciò si dispongono, per la sua protezione, dei laminati d'acciaio oppure, meglio ancora, dei masselli o bolognini di pietra dura, detti massi di copertina, sostituibili quando irrimediabilmente danneggiati dall'usura.

**PARAMETRI E MODALITÀ DI CALCOLO.** Le briglie possono operare sia staticamente, grazie al loro peso (opere a gravità), sia grazie all'utilizzo del cemento armato. In entrambi i casi, in fase di progettazione, è necessario procedere alle consuetudinarie verifiche: scorrimento, ribaltamento, stabilità d'insieme, tensioni interne e sul terreno. L'approfondimento del blocco di fondazione verso monte con un piccolo dente di ancoraggio è spesso adottato per migliorare la condizione di stabilità allo scorrimento. Inoltre bisogna tenere presente che l'improvviso e forte dislivello del torrente creato dalla presenza della briglia genera instabilità dovute alla sottospinta dell'acqua. I problemi connessi a questo genere di situazione riguardano essenzialmente: il galleggiamento dell'opera, la stabilità allo scorrimento e al ribaltamento ed infine il cosiddetto sifonamento. Per quanto riguarda le briglie di consolidamento, le loro dimensioni nonché la posizione, deve essere definita sulla base di valutazioni atte a definire, per il corso d'acqua in oggetto, la sua pendenza di compensazione, ovvero quella pendenza teorica tale per cui, in ogni suo tratto, la quantità di materiale asportata dall'alveo, ad opera della corrente, sia uguale a quella che arriva da monte e si deposita.

**NOTE.** Dal punto di vista legislativo un'opera di sbarramento la cui altezza superi i 10 m o determini un invaso superiore ai 100.000 m<sup>3</sup> è disciplinata dal regolamento n.1363 del 1 novembre 1959, modificato ed aggiornato da D.M. 24 marzo 1982. Tali norme sono molto severe e per questo motivo si cerca sempre di non eccedere le suddette misure, specialmente per quanto riguarda l'altezza dell'opera. Se nella sistemazione del torrente a gradinata, per varie ragioni, non è possibile o conveniente rialzare il fondo dell'alveo, si può fare ricorso alle cosiddette soglie, che sono analogamente alle briglie, opere



trasversali, caratterizzate da altezza più contenuta (al massimo un paio di metri), costruite in modo da non sporgere dal fondo. Tali opere servono per creare dei punti fissi, inderodabili dalla corrente e, al contrario della briglia che lavora per accumulo di materiale, ottenere il raggiungimento della pendenza di compensazione tramite l'erosione del materiale a valle della stessa e quindi creando ugualmente una successione di salti raccordati tra loro da livellette a pendenza contenuta.



### 3.8 - Scheda di rilevamento morfologico

La scheda di rilevamento morfologico, debitamente compilata, per ogni sito di campionamento, riporta le seguenti caratteristiche (**tab. 3.1**):

- esposizione (**Es**) superficie **S** dell'opera in esame; **N**, **NE**, **E**, **SE**, **S**, **SW**, **W** e **NW**;
- collocazione (**Cl**) rispetto alla situazione erosionale, su sponda lineare (**sl**), su sponda esterna (**se**), su sponda interna (**sl**);
- lunghezza (**Lo**; m) dell'opera in esame nel suo sviluppo longitudinale;
- altezza massima (**Ho<sub>max</sub>**; m) dell'opera in esame dal piede (substrato di alveo) alla sommità;
- altezza minima (**Ho<sub>min</sub>**; m) dell'opera in esame dal piede (substrato di alveo) alla sommità;
- altezza media (**Ho<sub>med</sub>**; m) dell'opera in esame dal piede (substrato di alveo) alla sommità, sulla base del calcolo della media di misure effettuate con equidistanza pari a  $5 \div 10$  m, a seconda del valore **Lo**;
- altezza massima (**ho<sub>max</sub>**; m) dell'opera in esame dal piede (substrato di alveo) al pelo libero durante la fase di campionamento;
- altezza media (**ho<sub>med</sub>**; m) dell'opera in esame dal piede (substrato di alveo) al pelo libero durante la fase di campionamento, sulla base del calcolo della media di misure effettuate con equidistanza pari a  $5 \div 10$  m, a seconda del valore **Lo**;
- penetrabilità massima (**P<sub>max</sub>**; cm), in caso di opere spondali con interstizi non occlusi, valutata sulla massima lunghezza di penetrazione orizzontale con inserimento di un'asta graduata;
- penetrabilità media (**P<sub>med</sub>**; cm), in caso di opere spondali con interstizi non occlusi, valutata sulla media delle penetrazioni effettuate con equidistanza pari a  $5 \div 10$  m, a seconda del valore **Lo**, con inserimento di un'asta graduata;
- superficie totale dell'opera che si affaccia sull'alveo **Sot** = **Lo**·**Ho<sub>med</sub>**;
- superficie bagnata dell'opera **Sob** = **Lo**·**ho<sub>med</sub>**;
- pendenza (**P**; gradi) della superficie **S** rispetto al piano orizzontale;
- materiali impiegati (**Tp**) per la realizzazione dell'opera: *clasti naturali* (**cl** suddivisibili in: **gcm** = ghiaia con ciottoli medi,  $4 \div 64$  mm; **gcg** = ghiaia con ciottoli grossolani,  $64 \div 256$  mm; **gcs** = ghiaia con massi,  $256 \div 1.000$  mm; **gmm** = massi metrici), *prismi* (**pr**), *cemento* (**ct**), *mattoni* (**mt**), *legni* (**lg**);
- materiale cementante (**Mc**) eventualmente presente negli interstizi tra clasti, prismi e mattoni quali cemento o conglomerato cementizio (**cc**), limo ÷ ghiaia media (**cl**);
- protezione al piede (**Pp**) dell'opera in esame assente (**N**) o presente (**Y**) in materiale naturale con interstizi liberi (**n**) o in cemento e/o con interstizi occlusi (**c**);
- vita media (**Vm**) dell'opera in esame stimata; nel caso in cui siano disponibili i riferimenti progettuali occorre aggiungere il simbolo (\*);
- presenza di vegetazione (**Pv**) presso la sommità dell'opera in esame assente (**N**) o presente (**Y**) erbacea (**er**), arbustiva (**ar**), arborea (**ab**);

Tab. 3.1 - Scheda di rilevamento morfologico delle caratteristiche delle opere in alveo.					
Corso d'acqua:		Località:		Stazione:	
Comune:		Altitudine: 9.999 m s.l.m.		Data:	
TIPOLOGIA DELL'OPERA:					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es				
Lunghezza	Lo		m		
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>		m		
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>		m		
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>		m		
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>		m		
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>		m		
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>		m		
Superficie totale	Sot		m <sup>2</sup>		
Superficie bagnata	Sob		m <sup>2</sup>		
Pendenza	P		%		
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>		cm		
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>		cm		
Collocazione su sponda	Cl	sl			
		se			
		si			
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	
			gcg	%	
			gcs	%	
			gmm	%	
		pr		%	
		ct		%	
		mt		%	
		lg		%	
Materiale cementante	MC	cc			
		cl			
Protezione al piede	Pp	N			
		Y	n		
			c		
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	
		6-12		mesi	
		1-5		anni	
		5-30		anni	
		> 30		anni	
Presenza di vegetazione	Pv	N			
		Y	er	%	
			ar	%	
			ab	%	

## 4 - METODOLOGIE DI INDAGINE

Riprendendo quanto anticipato nell'introduzione, in corrispondenza dei siti individuati per i rilevamenti delle caratteristiche delle tipologie più rappresentative di interventi di sistemazioni idrauliche, si sono previsti campionamenti relativi alla qualità fisico - chimica e microbiologica delle acque, alla qualità biologica delle acque sulla base delle comunità macrobentoniche ed alla struttura delle popolazioni ittiche.

### 4.1 - Qualità fisico - chimica e microbiologica delle acque

Le analisi fisico-chimiche e microbiologiche effettuate nel presente lavoro hanno avuto lo scopo di delineare il contorno più squisitamente idroqualitativo delle stazioni di campionamento. Si è ritenuto opportuno utilizzare i parametri previsti dal D. Lgs. 152/99 con riferimento all'allegato 2: *“Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale, tab. 7 - livello di inquinamento espresso dai macrodescrittori”*.

Per ciascun sito di campionamento i parametri temperatura e concentrazione di ossigeno, sono stati determinati sul posto mediante elettrosonde. I prelievi di acqua sono stati effettuati in corrispondenza della vena principale della corrente. I campioni sono stati raccolti mediante bottiglia a circa 20 cm sotto il pelo dell'acqua posta a monte dell'operatore per impedire interferenze di eventuali sospensioni e/o risospensioni di sedimento causate dall'accesso al punto di prelievo. I campioni destinati alle analisi microbiologiche sono stati raccolti in contenitori sterili con tutte le prescrizioni del caso e conservati alla temperatura di 4 °C fino al laboratorio. Per la valutazione dei parametri microbiologici per l'*Escherichia coli* sono stati utilizzati i terreni di coltura EC X-gluc e Agar, mentre i parametri fisici e chimici (e le relative metodiche di analisi) sono indicati in **tab. 4.1**.

**Tab. 4.1** - Elenco dei parametri macrodescrittori indicati dalla “Tabella 4” dell’Allegato 1 del D. Lgs. 152/99 e considerati per i campionamenti nelle stazioni previste per il presente studio.

Parametro	Metodo di determinazione
ossigeno (% sat.)	Elettrosonda
BOD5 (mg/l)	Elettrometria
COD (mg/l)	Spettrofotometria
N-NH3 (mg/l)	Spettrofotometria
N-NO3Ptot (mg/l)	Spettrofotometria
Ptot (mg/l)	Spettrofotometria
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 ml)	Coltura EC X-gluc

Il D. Lgs. 152/99 prevede una rete di monitoraggio, costituita da numerose stazioni di campionamento distribuite sul reticolo idrografico superficiale secondo quanto previsto

dalla Regione Piemonte<sup>1</sup> (l'inizio del monitoraggio è avvenuto nell'anno 2000). Per ogni stazione sono previsti 12 campionamenti inerenti i parametri fisico - chimici (uno al mese) e quattro campionamenti relativi alla qualità biologica delle acque (uno per stagione). Il monitoraggio è utile per la definizione dello “*stato iniziale*” dei corpi idrici, quale riferimento essenziale per la redazione dei Piani di Tutela che devono prevedere determinati obiettivi di qualità entro il 2008 ed il 2016. I parametri fisico - chimici considerati sono, tra gli altri, quelli definiti “*macrodescrittori*” (**tab. 4.1**). Sulla base della serie di risultati ottenuti dalle analisi di laboratorio di più campioni prelevati per ogni stazione (in un determinato periodo di osservazione), per ciascuno dei parametri considerati, si attribuisce un punteggio in funzione del valore relativo al 75° percentile della serie stessa (**tab. 4.2**). Sommando i singoli punteggi ottenuti per ciascun parametro all'interno della stazione, si ottiene un valore complessivo al fine di individuare il cosiddetto **Livello di Inquinamento** relativo ai parametri **Macrodescrittori** (**LIM = 1 ÷ 5**).

**Tab. 4.2** - Parametri macrodescrittori relativi alla determinazione del livello di inquinamento (**LIM = 1 ÷ 5**), ottenuto dalla somma dei punteggi attribuiti per ciascuno dei parametri stessi (metodologia indicata dal D.Lgs. 152/99)

Punteggi attribuiti per ogni parametro (75° percentile del periodo di rilevamento).					
Parametro	Valore 1	Valore 2	Valore 3	Valore 4	Valore 5
100 - OD (%)	≤10	11 ÷ 20	21 ÷ 30	31 ÷ 50	> 50
BOD (mg/l)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (mg/l)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
N-NH <sub>4</sub> (mg/l)	< 0,03	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,5	> 1,5
N-NO <sub>3</sub> (mg/l)	< 0,3	≤ 1,5	≤ 5	≤ 10	> 10
Ptot. (mg/l)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,3	≤ 0,6	> 0,6
E.coli (UFC/100 ml)	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio	80	40	20	10	5
Somma punteggi	480 ÷ 560	240 ÷ 475	120 ÷ 235	60 ÷ 115	< 60
<b>Livello LIM</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

È bene sottolineare che tale procedura è il risultato di un preciso algoritmo che utilizza i dati ottenuti dalle analisi su numerosi campioni, almeno quelli (12) relativi ad un anno di campionamenti. In effetti sono già attualmente disponibili i dati rilevati dall'ARPA per gli anni 2000, 2001 e 2002, ma in realtà lo “*stato iniziale*”, a cui si è prima accennato, viene caratterizzato sulla base dei valori di sintesi ottenuti nell'intervallo 2001/2002, quindi sulla base di ben 24 campionamenti (cfr. **tab. 2.9**). D'altra parte l'idea di riferimento per tale procedura consiste nel riconoscere che **un solo campionamento relativo ai parametri fisico - chimici non è assolutamente sufficiente per caratterizzare la qualità di un corpo idrico**; anzi può portare a risultati fuorvianti. La determinazione della qualità fisico - chimica delle acque è invece tanto più attendibile quanto maggiore è il numero di campionamenti, in quanto cresce la probabilità di “intercettare” situazioni particolari che, anche se episodiche, condizionano comunque lo stato dell'ecosistema fluviale nel suo complesso. Non solo, la procedura sopra descritta prevede di utilizzare il dato corrispondente al 75° della serie (di 24) valori, al fine di conferire un peso maggiore alle situazioni di criticità.

<sup>1</sup> **Regione Piemonte, 2002.** *Monitoraggio ambientale dei corsi d'acqua in Piemonte (atlante dei punti di campionamento)*. Direzione Pianificazione Risorse Idriche. Torino.

Per i campionamenti relativi a ciascuna delle stazioni considerate nel presente studio, è stato effettuato un solo campionamento, contemporaneo a quelli relativi alla qualità biologica delle acque ed all'ittiofauna. Pertanto, mentre per la caratterizzazione generale dello stato chimico dell'acqua si fa riferimento ai dati ARPA (**par. 2.6**), **i valori dei parametri fisico - chimici ottenuti nelle presenti indagini costituiscono semplicemente una sorta di “fotografia” dello stato chimico puntuale dei siti oggetto di campionamenti biologici ed i relativi valori del LIM** (ottenuti sulla base di un solo dato per parametro, invece di quello corrispondente al 75° percentile) **vanno considerati unicamente al fine di utilizzare un “numero” rappresentativo di una situazione “istantanea” da correlare con le altre variabili ambientali.**

## 4.2 - Qualità biologica delle acque

L'I.B.E., ovvero “**Indice Biotico Esteso**” (*Extended Biotic System* - Ghetti, 1986 - 1997; Ghetti, Bonazzi, 1977, 1980), derivato da uno dei primi indici biotici utilizzati (*Trent Biotic Index* - T.B.I.), è un metodo che permette di determinare il grado di purezza di un corso d'acqua mediante il riconoscimento tassonomico degli organismi che affollano la comunità degli invertebrati bentonici. Con questa definizione intendiamo gli organismi con dimensione superiore al millimetro, visibili a occhio nudo, che vivono a contatto con il fondo. La comunità di macroinvertebrati, cambia al variare delle caratteristiche dell'ambiente acquatico e si modifica in conseguenza di fenomeni di inquinamento.

L'I.B.E. si basa, da una parte, sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici e dall'altra, sulla diversità biologica presente nella comunità dei macroinvertebrati bentonici; la qualità biologica di un corso d'acqua viene sintetizzata da valori numerici convenzionali mediante l'utilizzo di una specifica tabella a doppia entrata (**tab. 4.3**). Gli organismi che vivono in un corso d'acqua, sono condizionati dalla qualità dell'acqua stessa, in particolare modo i macroinvertebrati che vivono sui fondali, i quali, avendo una capacità di spostamento molto limitata, risentono facilmente degli effetti di un eventuale inquinamento. Quindi dallo stato di qualità dell'acqua dipende il tipo di comunità di macroinvertebrati che la popolano.

Le ragioni che hanno spinto a ritenere i macroinvertebrati come gli organismi più adatti a rilevare la qualità di un corso d'acqua sono diverse:

- numerose specie sono sensibili all'inquinamento e reagiscono prontamente;
- esiste una conoscenza approfondita dell'autoecologia di numerose specie;
- questi organismi vivono preferenzialmente sul fondo dei corsi d'acqua senza grandi migrazioni, per cui rispondono bene alle variazioni della qualità dell'acqua del luogo in cui vivono;
- hanno cicli di vita raramente inferiori ad un anno, per cui sono presenti stabilmente nel corso d'acqua;
- sono facilmente campionabili e il loro riconoscimento e classificazione risultano più semplici rispetto a quello di altri gruppi faunistici;
- gli indici basati sui macroinvertebrati hanno avuto una più ampia diffusione rispetto ad altri indici, quindi risultano meglio “sperimentati” sul campo.

<b>Tab. 4.3 - Tabella a doppia entrata per la determinazione dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.)</b>										
Chiave taxa		Numero totale delle U.S. presenti								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	>35
<b>Plecotteri</b>	più di una US			8	9	10	11	12		
	una sola US			7	8	9	10	11	12	
<b>Efemerotteri</b>	più di una US			7	8	9	10	11	12	
	una sola US			6	7	8	9	10	11	12
<b>Tricotteri</b>	più di una US		5	6	7	8	9	10	11	12
	una sola US		4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Gammaridi - Atilidi - Paulemonidi</b> (as. taxa preced.)			4	5	6	7	8	9	10	
<b>Asellidi - Niphargidi</b> (as. senza taxa precedenti)			3	4	5	6	7	8	9	
<b>Oligocheti - Chironomidi</b> (assenza taxa precedenti)		1	2	3	4	5				
<b>Altri organismi</b> (assenza taxa precedenti)		0	1							
<b>Classi qualità</b>	<b>prima</b>	<b>seconda</b>		<b>terza</b>		<b>quarta</b>		<b>quinta</b>		
<b>Valore I.B.E.</b>	<b>≥ 10</b>	<b>8 - 9</b>		<b>6 - 7</b>		<b>4 - 5</b>		<b>≤ 3</b>		
<b>Giudizio</b>	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione		Ambiente inquinato o comunque alterato		Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato		Ambiente eccezionalmente inquinato o alterato		

L'applicazione dell'I.B.E. consente di:

- fornire un giudizio sintetico e di facile interpretazione sulla qualità complessiva dell'ambiente fluviale;
- esprimere un giudizio complementare al controllo fisico e chimico verificando l'effetto d'insieme prodotto dalle cause inquinanti;
- individuare e quantificare gli effetti di scarichi saltuari o accidentali di sostanze inquinanti difficilmente rilevabili con altri metodi se non si campiona nel momento dello sversamento;
- suddividere i corsi d'acqua in classi di qualità contraddistinte da diversi colori, che si alternano per tutta la lunghezza del corpo idrico, dalla sorgente alla foce.

I campionamenti sono stati preceduti dalla compilazione di una scheda di campagna, in cui sono state annotate una serie di osservazioni e notizie sul corso d'acqua (es. vegetazione acquatica, presenza di odori e di schiume,...). I campionamenti per ogni

stazione e sono stati successivamente realizzati sul corso d'acqua in senso trasversale, cioè da sponda a sponda, tracciando un transetto ideale ricadente in un'area rappresentativa della zona di quel corso d'acqua, sondando tutti i microhabitat presenti. La cattura degli organismi è stata eseguita mediante l'ausilio di un retino rettangolare con manico costituito da un telaio in acciaio dalle dimensioni di circa 25 cm di larghezza e 22 cm di altezza, con bordo di 10 cm, cui è fissato il manico ed una rete di nylon di forma conica (21 maglie/cm); in fondo alla rete di nylon è avvitato un bicchiere di plexiglass, in cui si raccolgono e si accumulano i macroinvertebrati insieme al detrito. L'operazione di campionamento si è protratta fino alla cattura o alla certezza dell'assenza degli organismi costituenti la specifica struttura di popolazione dell'ambiente esaminato. La determinazione degli esemplari, è stata effettuata preliminarmente sul posto. Gli organismi raccolti sono stati conservati in una bottiglia in polietilene contenente una soluzione di alcool al 70 %, al fine di effettuare le successive indagini di laboratorio, mediante il microscopio stereoscopico a luce riflessa.

L'I.B.E. consente di classificare le acque secondo una scala di valori compresi tra 1 (indice di estremo inquinamento) a 12 (indice di acque non inquinate) in base alla succitata tabella a doppia entrata che utilizza i dati trascritti sulla scheda di rilevazione dati. La scheda (**tab. 4.3**) è strutturata nel modo seguente:

- nella colonna a sinistra, dall'alto verso il basso, sono segnalati i gruppi di macroinvertebrati che presentano una decrescente sensibilità al grado di inquinamento;
- nella riga di destra sono indicati i numeri complessivi delle unità sistematiche (**U.S.**) rinvenute nel campionamento;
- l'intersezione delle due entrate permette di individuare un numero che rappresenta il valore IBE raggiunto nella stazione di campionamento.

Il valore I.B.E. permette successivamente di determinare la relativa classe di qualità biologica della stazione secondo lo schema rappresentato in basso nella stessa **tab. 4.3**. Ad ogni classe è attribuito un determinato colore per evidenziare in cartografia la qualità delle acque campionate.

**L'Indice Quantitativo di Sensibilità (I.Q.S.; Rossi, Luchelli, 2000)** è un recente metodo di interpretazione delle condizioni qualitative di un corso d'acqua attraverso un'analisi qualitativa e quantitativa dei macroinvertebrati presenti. Il metodo, finora testato su una serie di corsi idrici (montani, vallivi e planiziali) del territorio piemontese e lombardo, rappresenta uno strumento particolarmente raffinato nell'interpretazione delle condizioni ambientali del corso idrico attraverso l'incrocio dei dati quantitativi delle presenze di differenti unità sistematiche e delle specifiche sensibilità.

I metodi di raccolta, ed in particolare di laboratorio, utilizzati dal protocollo I.Q.S. sono notevolmente più laboriosi di quelli previsti dall'I.B.E. I campionamenti vengono realizzati all'interno della stazione attraverso l'impiego di retino "surber" (**fig. 4.1**). Si tratta di un campionatore costituito da una struttura cilindrica alta 60 cm, di diametro pari a circa 36 cm (e quindi di superficie corrispondente a 10 dm<sup>2</sup>), chiusa sul lato anteriore da una rete metallica con luce di 1 mm e sul lato posteriore (lato di raccolta degli organismi) da una rete in nylon con maglie da 0,5 mm, strutturata nella tipica forma a cono e terminante con una bottiglia raccogliitrice. Il Surber è aperto sopra e sotto per consentire

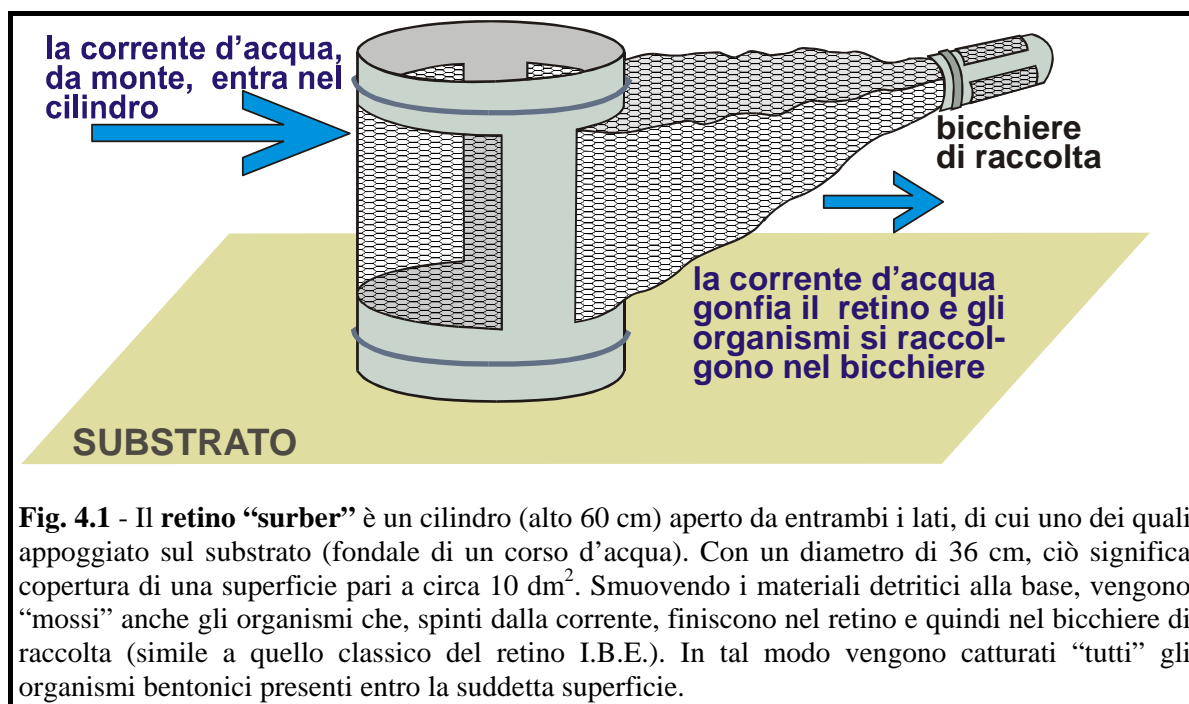


all'operatore di "scuotere" il substrato e presenta un telaio metallico che risulta fondamentale per la penetrazione dello strumento all'interno del substrato stesso.

L'operazione di campionamento, che fa riferimento al lavoro di Bosco Imbert e Stanford (1996) opportunamente modificato, prevede in primo luogo l'adesione del Surber al substrato. Segue lo scuotimento del substrato ruotando gli stivali per 20 volte (per un totale di circa 20 secondi). La rotazione viene effettuata, intervallata da piccole pause, per un totale di tre cicli (e di 60 secondi di movimento). Il campione raccolto nella bottiglia è poi versato in un colino e successivamente trasferito, mediante cucchiaio, pinzette e imbuto in un barattolo che viene riempito di alcool e siglato. Non sono consigliabili operazioni di separazione in loco del campione dal detrito perché ciò comporta il rischio di perdere un considerevole numero di macroinvertebrati, con conseguente sottostima della densità di organismi presenti.

Il numero di sottocampioni prelevati per stazione risulta un compromesso tra le indicazioni espresse da Chutter (1972) e Hellawell (1977, 1978), che evidenziano come, a seguito della distribuzione contagiosa dei macroinvertebrati acquatici, sia necessario effettuare un elevato numero di prelievi per arrivare a stimare, con margine di errore relativamente basso, le densità di organismi presenti nel corso d'acqua in questione nella stazione considerata e lo sforzo di campionamento richiesto, che non deve risultare eccessivo. Il protocollo di lavoro ha previsto quindi la raccolta di 3 sottocampioni per stazione su superfici appartenenti al substrato dominante.

Per ogni stazione si raccolgono tre campioni di macroinvertebrati, ciascuno dei quali fissato in soluzione di alcool al 70 %, al fine di effettuare le successive indagini di laboratorio, mediante il microscopio stereoscopico a luce riflessa. In laboratorio si è provvede alla separazione dei macroinvertebrati dal detrito ed al loro conteggio per singola U.S. Le U.S. individuate nel protocollo I.Q.S. sono le stesse previste nel protocollo I.B.E. ad esclusione degli Oligocheti.



L'analisi dei campioni raccolti si è svolta in laboratorio. La prima fase del lavoro è consiste nel versare il contenuto di ogni barattolo in una bacinella. Porzioni del contenuto della bacinella sono poi prelevate e opportunamente diluite per permettere la separazione degli organismi dal detrito e il loro conteggio. L'operazione viene ripetuta più volte fino al completo svuotamento della bacinella. Si rilevano le densità di organismi per U.S. (come numero per  $10 \text{ dm}^2 = 0,1 \text{ m}^2$  di superficie), la cui somma fornisce il dato di densità relativo al campione visionato. Il dato finale relativo ad ogni stazione viene calcolato mediante media (per U.S. e totale) dei valori dei tre sottocampioni.

Nei casi in cui si rinvenivano nei barattoli relativi all'analisi quantitativa organismi viceversa non riscontrati o reperiti in numero esiguo nella metodica qualitativa, questi sono ugualmente inseriti nella tabella I.B.E., o come organismi di drift (se presenti in numero molto limitato) o come U.S. valide per il calcolo dell'I.B.E. (se in grado di soddisfare i requisiti numerici richiesti dal protocollo di applicazione dell'indice). Anche per l'analisi quantitativa, la determinazione delle Unità Sistematiche è stata effettuata secondo quanto detto da GHETTI (1997) per il calcolo dell'Indice Biotico Esteso.

L'elaborazione della formula di calcolo dell'I.Q.S. si basa sulle seguenti considerazioni teoriche:

- la presenza di macroinvertebrati nel campione viene sempre considerata in termini positivi, per cui, anche i Taxa molto tolleranti contribuiscono all'aumento del valore dell'indice;
- l'IQS è un indice di diversità poiché il suo valore tende ad aumentare anche in modo sensibile all'aumentare delle UU.SS. presenti nel campione, in particolare quando nella comunità macrobentonica non esistono Taxa dominanti ma viceversa;
- tutti i gruppi sistematici rinvenuti sono presenti con un discreto numero di esemplari.
- il coefficiente di sensibilità ha il compito di attribuire maggior peso nel calcolo dell'indice a quelle UU.SS. ritenute particolarmente sensibili; si è ritenuto necessario amplificare il peso dei gruppi sensibili elevando il coefficiente di sensibilità al quadrato;
- l'utilizzo del logaritmo naturale è necessario per evitare il problema delle esplosioni demografiche di pochi gruppi sistematici che potrebbero viceversa determinare un eccessivo valore dell'IQS, che porterebbe a una sopravvalutazione della situazione idroqualitativa del corso d'acqua nella stazione campionata.

L'indice I.Q.S. viene quindi calcolato attraverso la seguente formula:

$$\text{I.Q.S.} = (C_1)^2 \cdot \ln(N_1 + 1) + (C_2)^2 \cdot \ln(N_2 + 1) + \dots + (C_n)^2 \cdot \ln(N_n + 1)$$

dove:  $C_1, C_2, \dots, C_n$  sono i coefficienti di sensibilità (**tab. 4.4**), pari a un decimo dei valori della procedura di calcolo BMWP' (Alba-Tercedor, Sanchez-Ortega, 1988); si fa riferimento alla famiglia quale Unità Sistematica, per cui organismi per i quali è richiesta (ai fini dell'applicazione del protocollo IQS) la determinazione a livello generico e appartenenti alla stessa famiglia presenteranno coefficienti di sensibilità uguali

$N_1, N_2, \dots, N_n$  sono i numeri di individui per ogni U.S. per  $0,1 \text{ m}^2$  di superficie campionata.

Come sopra accennato, è importante limitare al massimo l'effetto amplificante di eventuali esplosioni demografiche di una (o poche) Unità Sistematiche per cui, oltre al ricorso al logaritmo naturale, si ritiene necessario, nei casi in cui la numerosità (N) degli organismi di un Taxon superi il valore di 100, inserire nella formula di calcolo il valore di 100 e non la numerosità reale osservata. Questa correzione presenta anche un'utilità pratica in termini di risparmio di tempo nelle operazioni di separazione degli organismi dal campione grezzo da parte dell'operatore.

L'IQS, nella sua forma originale, è difficilmente applicabile alle stazioni oligotrofe di alta montagna, poiché in queste zone per cause naturali il numero di organismi presenti è alquanto limitato. Risulta anche in questo caso necessario ricorrere ad una correzione che, per stazioni situate ad altitudini superiori a 1.200 m s.l.m. e che presentano un numero complessivo di organismi (N) per 0,1 m<sup>2</sup> inferiore a 100, consiste nella moltiplicazione del valore di numerosità medio (N) di ogni singola U.S. per il rapporto (100/N). Non rientrano nel calcolo dell'indice gli Oligocheti, a causa della loro tendenza alla frammentazione che falsa il numero reale di individui presenti nel campione (Allen, Binns, 1982) e del loro scarso peso indicatore attribuito a questi ultimi dal protocollo BMW<sup>P</sup>'.

**Tab. 4.4** - Punteggi (C) assegnati alle diverse famiglie di macroinvertebrati (Da: Alba-Tercedor e Sanchez-Ortega, 1988).

<b>Famiglie</b>	<b>C</b>
<i>Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Athericidae, Blephariceridae.</i>	<b>10</b>
<i>Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyidae, Philopotamidae, Glossosomatidae.</i>	<b>8</b>
<i>Ephemerellidae, Nemouridae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae.</i>	<b>7</b>
<i>Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Hydroptilidae, Unionidae, Corophiidae, Gammaridae, Plactynemididae, Coenagrionidae.</i>	<b>6</b>
<i>Oligoneuriidae, Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydreanidae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae.</i>	<b>5</b>
<i>Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sialidae, Piscicolidae, Hidracarina.</i>	<b>4</b>
<i>Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bithinellidae, Sphaeriidae, Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda.</i>	<b>3</b>
<i>Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephydriidae.</i>	<b>2</b>
<i>Oligochaeta (tutte le classi).</i>	<b>1</b>

In sintesi, una volta effettuato il campionamento e prelevato il materiale pescato, in laboratorio, si effettua il conteggio degli esemplari per ciascuna Unità Sistematica (N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>,...) e si procede al calcolo dell'I.Q.S. con la formula succitata considerando i fattori C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>,... (**tab. 4.4**). Al valore dell'I.Q.S. è infine assegnata una classe di qualità sulla base di quanto riportato in **tab. 4.5**.

**Tab. 4.5** - Classi di qualità biologica delle acque espresse in funzione dell'Indice Quantitativo di Sensibilità (I.Q.S.).

Classe di qualità	I.Q.S.	Giudizio di qualità	Colore
I	18,0-32,0	Ambiente non alterato in modo sensibile	azzurro
I/II	16,0-18,0	Ambiente non alterato in modo sensibile	azzurro-verde
II/I	14,0-16,0	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	verde-azzurro
II	9,0-14,0	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	verde
II/III	8,0-9,0	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	verde-giallo
III/II	7,0-8,0	Ambiente alterato	giallo-verde
III	4,5-7,0	Ambiente alterato	giallo
III/IV	4,0-4,5	Ambiente alterato	giallo-arancione
IV/III	3,5-4,0	Ambiente molto alterato	arancione-giallo
IV	2,3-3,5	Ambiente molto alterato	arancione
IV/V	2,0-2,3	Ambiente molto alterato	arancione-rosso
V/IV	1,7-2,0	Ambiente fortemente alterato	rosso-arancione
V	0,0-1,7	Ambiente fortemente alterato	rosso

Si tratta quindi di una valutazione più approfondita rispetto alla metodologia I.B.E., in quanto il giudizio di qualità ambientale dipende non soltanto dalla presenza dei vari gruppi sistematici, ma anche da una valutazione quantitativa della composizione e struttura della comunità macrobentonica nel suo complesso.

### 4.3 - Funzionalità fluviale

Un giudizio riassuntivo sull'ambiente fluviale è ottenibile con l'**indice di funzionalità fluviale (I.F.F.; AA.vv., 2000)**. Esso deriva dall'RCE-I (Riparian Channel Environmental Inventory), ideato da Petersen alla fine degli anni '80 e successivamente modificato in RCE-II. Si basa sulla considerazione che la funzionalità e le dinamiche fluviali sono condizionate dalle caratteristiche dell'ambiente circostante. Il metodo si basa sulla compilazione di una scheda composta da 14 domande. Ad ogni risposta fornita corrisponde un punteggio che premia o penalizza caratteristiche ritenute efficaci o deprimenti la funzionalità dell'ecosistema fluviale. Il valore totale, ottenuto sommando i singoli punteggi, può essere compreso fra un minimo di 14 ed un massimo di 300. I valori di I.F.F. ottenuti vengono tradotti in 5 livelli di Funzionalità (**tab. 4.6**). Per la valutazione della funzionalità fluviale, sulla base delle osservazioni effettuate in campo, sono state compilate le schede I.F.F. (**tab. 4.7**) che definiscono il livello di funzionalità fluviale degli ambienti nell'intorno delle stazioni in studio. La metodologia I.F.F. è stata applicata per tutte le stazioni indagate, ma limitatamente alle sponde interessate dalla presenza di opere di sistemazione idraulica. Sono state invece considerate entrambe le sponde per un paio di stazioni rappresentative di situazioni non alterate dalla presenza di opere e che hanno costituito il cosiddetto "bianco" di riferimento.

<b>Tab. 4.6 - Giudizi di funzionalità espressi sulla base del valore dell'I.F.F.</b>		
<b>Valore di I.F.F.</b>	<b>Livello di funzionalità</b>	<b>Giudizio di funzionalità</b>
261 - 300	I	Elevato
251 - 260	I - II	Elevato - buono
201 - 250	II	Buono
181 - 200	II - III	Buono - mediocre
121 - 180	III	Mediocre
101 - 120	III - IV	Mediocre-scadente
61 - 100	IV	Scadente
51 - 60	IV - V	Scadente - pessimo
14 - 50	V	Pessimo

<b>Tab. 4.7 - Scheda relativa alla valutazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.).</b>			
Sponda	Sx		Dx
<b>1) Stato del territorio circostante</b>			
a) Foreste e boschi	25		25
b) Prati, pascoli, boschi, pochi arativi ed incolti	20		20
c) Colture stagionali in prevalenza e/o arativi misti e/o colture permanenti; urbanizzazione rada	5		5
d) Aree urbanizzate	1		1
<b>2) Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria</b>			
a) Formazioni arboree riparie	30		30
b) Formazioni arbustive riparie (saliceti arbustivi) e o canneto	25		25
c) Formazioni arboree non riparie	10		10
d) Vegetazione arbustiva non riparia o erbacea o assente	1		1
<b>2bis) Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria</b>			
a) Formazioni arboree riparie	20		20
b) Formazioni arbustive riparie (saliceti arbustivi) e o canneto	15		15
c) Formazioni arboree non riparie	5		5
d) Vegetazione arbustiva non riparia o erbacea o assente	1		1
<b>3) Ampiezza della fascia di vegetazione perifluviale arborea ed arbustiva</b>			
a) Fascia di vegetazione perifluviale > 30 m	20		20
b) Fascia di vegetazione perifluviale 5-30 m	15		15
c) Fascia di vegetazione perifluviale 1-5 m	5		5
d) Fascia di vegetazione perifluviale assente	1		1
<b>4) Continuità della fascia di vegetazione perifluviale arborea ed arbustiva</b>			
a) Senza interruzioni	20		20
b) Con interruzioni	10		10
c) Interruzioni frequenti o solo erbacea continua e consolidata	5		5
d) Suolo nudo o vegetazione erbacea rada	1		1
<b>5) Condizioni idriche dell'alveo</b>			
a) Larghezza dell'alveo di morbida inferiore al triplo dell'alveo bagnato		20	
b) Alveo di morbida maggiore del triplo dell'alveo bagnato (fluttuazioni stagionali)		15	
c) Alveo di morbida maggiore del triplo dell'alveo bagnato (fluttuazioni frequenti)		5	

d) Alveo bagnato molto ridotto o quasi inesistente (o impermeabilizzazioni del fondo)		1	
<b>6) Conformazione delle rive</b>			
a) Con vegetazione arborea e o massi	25		25
b) Con erbe e arbusti	15		15
c) Con sottile strato erboso	5		5
d) Rive nude	1		1
<b>7) Strutture di ritenzione degli apporti trofici</b>			
a) Alveo con grossi massi e o vecchi tronchi stabilmente incassati o presenza di fasce di canneto o idrofite		25	
b) Massi e o rami presenti con deposito di sedimento (o canneto o idrofite rade e poco estese)		15	
c) Strutture di ritenzione libere e mobili con le piene (o assenza di canneto o idrofite)		5	
d) Alveo di sedimenti sabbiosi privo di alghe, o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme		1	
<b>8) Erosione</b>			
a) Poco evidente e non rilevante	20		20
b) Solamente nelle curve e o nelle strettoie	15		15
c) Frequente con scavo delle rive e delle radici	5		5
d) Molto evidente con rive scavate e franate o presenza di interventi artificiali	1		1
<b>9) Sezione trasversale</b>			
a) Naturale		15	
b) Naturale con lievi interventi artificiali		10	
c) Artificiale con qualche elemento naturale		5	
d) Artificiale		1	
<b>10) Strutture del fondo dell'alveo</b>			
a) Diversificato e stabile		25	
b) A tratti mobile		15	
c) Facilmente mobile		5	
d) Artificiale o cementato		1	
<b>11) Raschi, pozze o meandri</b>			
a) Ben distinti, ricorrenti		25	
b) Presenti a distanze diverse e con successione irregolare		20	
c) Lunghe pozze che separano corti raschi o viceversa, pochi meandri		5	
d) Meandri, raschi e pozze assenti, percorso raddrizzato		1	
<b>12) Componente vegetale in alveo bagnato in acque a flusso turbolento</b>			
a) Periphyton rilevabile solo al tatto e scarsa copertura di macrofite		15	
b) Periphyton scarsamente sviluppato e copertura macrofita limitata		10	
c) Periphyton discreto, o scarsamente sviluppato con elevata copertura di macrofite		5	
d) Periphyton spesso, o discreto con elevata copertura di macrofite		1	
<b>12 bis) Componente vegetale in alveo bagnato in acque a flusso laminare</b>			
a) Periphyton poco sviluppato e scarsa copertura di macrophyte tolleranti		15	
b) Periphyton discreto, con scarsa copertura di macrophyte tolleranti o scarsamente sviluppato con limitata copertura di macrophyte tolleranti		10	
c) Periphyton discreto o poco sviluppato con significativa copertura di macrophyte tolleranti		5	
d) Periphyton spesso e/o elevata copertura di macrophyte tolleranti		1	
<b>13) Detrito</b>			
a) Frammenti vegetali riconoscibili e fibrosi		15	

b) Frammenti vegetali fibrosi e polposi		10	
c) Frammenti polposi		5	
d) Detrito anaerobico		1	
<b>14) Comunità macrobentonica</b>			
a) Ben strutturata e diversificata, adeguata alla tipologia fluviale		20	
b) Sufficientemente diversificata ma con struttura alterata rispetto a quanto atteso		10	
c) Poco equilibrata e diversificata con prevalenza di taxa tolleranti all'inquinamento		5	
d) Assenza di una comunità strutturata; di pochi taxa, tutti piuttosto tolleranti all'inquinamento		1	
<b>Punteggio totale</b>			
<b>Livello di funzionalità</b>			

## 4.4 - Struttura delle popolazioni ittiche

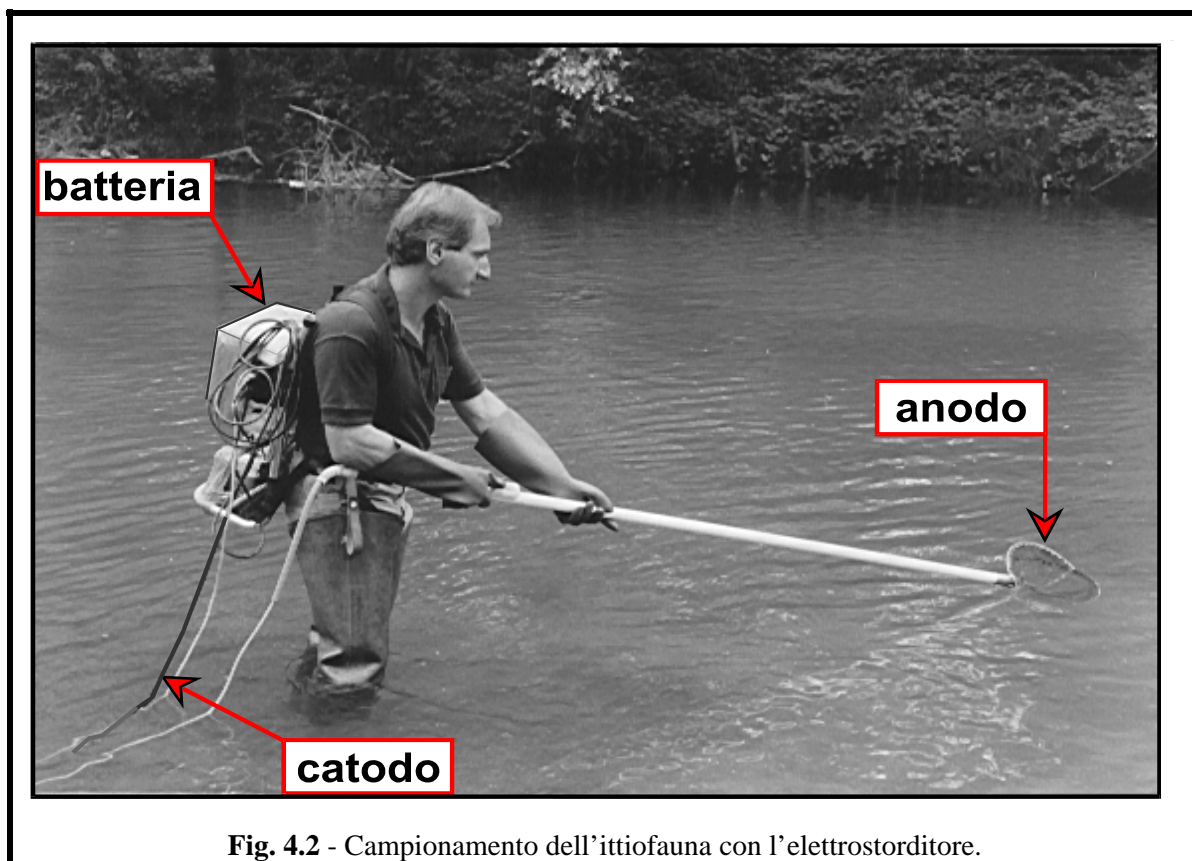
I campionamenti dell'ittiofauna sono stati condotti con il sistema della pesca elettrica. Questa tecnica consente di pescare efficacemente in un ampio tratto di fiume ed in tempi brevi, senza nuocere al pesce, che viene rilasciato dopo le operazioni di riconoscimento sistematico e di misurazione. L'apparecchiatura per la pesca elettrica (**fig. 4.2**) è costituita da una batteria, da un generatore, da una parte elettronica di comando e regolazione e da due elettrodi, l'anodo, positivo ed il catodo, negativo, posti in acqua. L'anodo è costituito da un'asta di materiale isolante recante all'estremità un anello metallico ( $\varnothing$  40 cm), munito di rete e manovrato dall'operatore. Il catodo è costituito da una treccia di rame o altro metallo immerso in acqua. Applicando una differenza di potenziale tra i due elettrodi si genera un campo elettrico; qualunque oggetto che si trova all'interno del campo elettrico viene sottoposto ad una differenza di potenziale che dipende dal punto del campo in cui si trova. La tensione a cui è sottoposto dipende:

- dalla sua lunghezza;
- dall'orientamento e dalla posizione nel campo elettrico;
- dalla vicinanza con gli elettrodi;
- dalla tensione tra gli elettrodi.

Applicando in acqua una differenza di potenziale, ogni pesce che viene in contatto con il campo elettrico generato va incontro alle seguenti reazioni:

- ai limiti del campo elettrico il pesce si allarma e fugge;
- se la differenza di potenziale cresce rapidamente nel corpo del pesce la fuga non è più possibile e quando supera i 0,4 volt comincia a vibrare;
- dopo questa fase vibratoria il pesce nuota attivamente verso l'elettrodo positivo (galvanotassi);
- quando, nuotando verso l'anodo, il potenziale corporeo raggiunge valori critici (2 volt per la trota), il pesce rimane paralizzato (galvanonarcosi), si capovolge o si pone su un fianco;

- in presenza di un campo elettrico troppo elevato o a causa di una eccessiva permanenza al suo interno il pesce viene ucciso.
- se un pesce si trova trasversalmente alle linee di forza aumentano le sue possibilità di fuga, perché viene attraversato da una minore differenza di potenziale;
- i pesci di maggiori dimensioni “assorbono” più corrente rispetto a quelli più piccoli e possono ricevere uno shock elettrico molto forte.



**Fig. 4.2** - Campionamento dell'ittiofauna con l'elettrostorditore.

Ai fini dell'efficacia della cattura, è importante la velocità con cui si instaura la differenza di potenziale corporea sufficiente ad indurre il fenomeno della galvanotassi; se viene impiegato troppo tempo il pesce ha modo di sfuggire ed uscire dal campo elettrico. Un altro fattore che influisce notevolmente sull'efficacia della pesca elettrica è la conducibilità dell'acqua. Se l'acqua è troppo povera o troppo ricca di sali la pesca elettrica perde di efficacia. Condizioni limite, in questo senso, sono i tratti iposorgentizi, oligotrofici, e le acque marine e salmastre. La condizione migliore si verifica quando l'acqua ed il pesce presentano la stessa conducibilità. In queste condizioni è massima la quantità di corrente che attraversa il pesce.

Durante le fasi di pesca elettrica è necessario osservare attentamente le reazioni del pesce per catturarlo durante la fase di galvanotassi ed interrompere il campo elettrico quando si verifica la galvanonarcosi. Durante i campionamenti deve essere inoltre posta la massima attenzione a non toccare il pesci con l'anodo a campo elettrico inserito perchè ciò potrebbe provocare lesioni superficiali e traumi interni. I più moderni apparecchi per elettropesca funzionano a corrente continua, pulsata ed hanno voltaggio ed amperaggio modulabile (tipicamente  $300 \div 600$  V;  $0,5 \div 15$  A); lo strumento viene utilizzato a tensioni e correnti differenti in funzione della tipologia ambientale e delle specie potenzialmente



presenti, al fine di catturare anche gli individui di taglia minore, sui quali l'effetto della corrente è inferiore (Peduzzi, Meng, 1976).

I campionamenti dell'ittiofauna vengono distinti in due tipi: qualitativo e quantitativo. I primi coprono distanze e superfici ampie di un corso d'acqua, prevedono la raccolta di un numero ridotto di parametri biologici, quali le specie presenti ed eventualmente l'applicazione di un indice di abbondanza relativo alle singole specie rinvenute. Vengono effettuati con un solo passaggio con elettrostorditore. I campionamenti di tipo quantitativo, più complessi, vengono condotti, di norma, su corpi idrici di piccole dimensioni quali i torrenti montani, su distanze non inferiori a 10 volte la larghezza media del corso d'acqua (solitamente inferiore a 5 m).

I parametri biologici raccolti vengono ricavati da un "esame clinico" più accurato di ciascun pesce catturato. I soggetti appartenenti alle varie specie vengono pesati, misurati e vengono prelevate alcune scaglie per la determinazione dell'età. Alcuni esemplari possono essere trattenuti per indagini di laboratorio. I campionamenti vengono condotti effettuando almeno due passaggi con elettrostorditore sulla stessa superficie di campionamento, applicando il cosiddetto "removal method"; i pesci catturati nel primo passaggio vengono reimmessi in acqua solo dopo il termine della seconda pescata. I due gruppi (pesci catturati nel primo e nel secondo passaggio) vengono misurati e pesati separatamente.

Le sezioni considerate per la presente indagine sono state campionate in regime di magra idrologica, invernale od estiva, periodo in cui è possibile svolgere una più efficace azione di pesca e sono meglio evidenziabili eventuali criticità ambientali. Ogni stazione di campionamento è stata caratterizzata dal punto di vista idromorfologico, utilizzando una serie di variabili utilizzate correntemente per la descrizione ambientale dei micro e macro habitat colonizzati dalla fauna ittica. È stata quindi compilata una scheda riportante alcune valutazioni sulla tipologia del corso d'acqua ed alcuni parametri idrobiologici di interesse statistico:

- 1) % di "raschi" - percentuale dell'area campionata in cui la superficie del corso d'acqua presenta forti increspature e turbolenze;
- 2) % di "buche" - percentuale dell'area campionata in cui sono presenti buche, cioè zone più profonde del resto del corso d'acqua e con velocità di corrente ridotta;
- 3) % di "piane" - percentuale dell'area campionata con profondità e velocità di corrente abbastanza omogenee e costanti in cui la superficie non presenta increspature;
- 4) profondità massima del tratto campionato (cm);
- 5) profondità media del tratto campionato (cm);
- 6) profondità media di raschi (cm) - ottenuta dalla media di una serie di misurazioni effettuate lungo dei transetti trasversali al corso d'acqua;
- 7) profondità media buche (cm) - ottenuta dalla media delle profondità di tutte le buche osservate nel tratto campionato;
- 8) profondità media piane (cm) - ottenuta in analogia a quella dei raschi;
- 9) larghezza media dell'alveo bagnato, del tratto campionato (m) - approssimata al metro e rappresentativa del tratto esaminato;
- 10) larghezza massima del tratto campionato (m) - approssimata al metro;
- 11) lunghezza del tratto campionato (m) - approssimata al metro;

- 12) % di roccia - percentuale del fondo coperto da materiale con diametro superiore a 1000 mm e/o alveo impostato su fondali o sponde in roccia compatta;
- 13) % di ghiaia/massi - percentuale di fondo coperto da materiale con diametro compreso tra 1.000 e 350 mm;
- 14) % di ghiaia grossolana - percentuale di fondo coperto da materiale con diametro compreso tra 35 e 350 mm;
- 15) % di ghiaia media-fine - percentuale di fondo coperto da materiale con diametro compreso tra 2 e 35 mm;
- 16) % di sabbia, argilla e limo - percentuale di fondo coperto da grani con diametro compreso tra 0 e 2 mm;
- 17) rifugi (0 ÷ 5) - superficie di alveo bagnato adatta al rifugio per l'ittiofauna; il valore aumenta con l'aumentare delle zone di rifugio;
- 18) omogeneità in larghezza (0 ÷ 5) - il valore aumenta con l'aumentare della costanza della larghezza del tratto esaminato;
- 19) velocità di corrente (m/sec);
- 20) % di copertura vegetale del fondo - percentuale di superficie del letto del corso d'acqua coperta da macrofite acquatiche o alghe;
- 21) ombreggiatura (0 ÷ 5) - indica la parte di superficie del corpo d'acqua in ombra per la maggior parte della giornata; il valore aumenta con l'aumentare della porzione di superficie in ombra;
- 22) antropizzazione (0 ÷ 5) - indica l'impatto antropico sul corso d'acqua sia per quanto riguarda gli scarichi che per le varie opere di regimazione (briglie, arginature,...); il valore aumenta con l'aumentare dell'alterazione di origine antropica;
- 23) torbidità (0 ÷ 5) - presenza di materiale in sospensione (minerale ed organico) che riduce la trasparenza; da un massimo di trasparenza pari a 0 ad un massimo di torbidità pari a 5.

Le sezioni, di lunghezza e larghezza variabili in funzione delle caratteristiche ambientali, sono state chiuse a monte con una rete tipo tramaglio con maglie di 4 mm. I prelievi, di tipo quantitativo, sono stati condotti con la tecnica dei passaggi ripetuti, con due pesche consecutive, utilizzando un elettrostorditore A.G.K. IG 200 a corrente pulsata ed a voltaggio modulabile (300 ÷ 800 V); lo strumento è stato utilizzato a voltaggi differenti in funzione della tipologia ambientale e delle specie potenzialmente presenti, al fine di catturare anche gli individui di taglia minore, su cui l'effetto della corrente è inferiore (Peduzzi e Meng, 1976).

Per ogni stazione di campionamento sono stati rilevati i parametri lunghezza alla furca e peso relativamente ad ogni singolo pesce presente. I dati raccolti sono stati poi elaborati secondo la formula proposta da De Lury (1947) per la pesca elettrica condotta con due passaggi ripetuti:

$$P = \frac{m^2}{m - n}$$

dove **P** è il popolamento ittico stimato,  
**m** è il numero di pesci catturati nel primo passaggio,  
**n** è numero di pesci catturati nel secondo passaggio.

Sono stati quindi ricavati i valori di densità, biomassa e costruiti i grafici relativi alla distribuzione delle classi di lunghezza. Da questi ultimi sono stati valutati gli accrescimenti.

In fase di campionamento è stato utilizzato l'Indice Ittico proposto da Forneris *et al.*, (in stampa), utilizzando la scheda rappresentata in **tab. 5.6**, nella quale sono indicate le specie presenti ed i relativi *valori intrinseci* ( $V = OR \cdot EN \cdot DC$ ) identificati dagli Autori, assegnando a ciascuna l'*indice di abbondanza* (Ia), che rappresenta l'abbondanza relativa delle specie e la struttura delle singole popolazioni, e l'*indice di rappresentatività* (Ir); quindi è stata attribuita la zona ittica (ZP - zona potenziale e ZR - zona reale) all'ambiente campionato.

Per ogni specie è stato quindi calcolato, come richiesto dalla metodologia (cfr. capitolo successivo), il punteggio parziale (P) dato dal prodotto  $P = V \cdot Ir$ , dove Ir = 1 o 2 secondo i criteri descritti nel protocollo operativo. Dalla somma dei punteggi parziali si ottiene quindi l'indice ittico (I.I.) relativo alla comunità presente nel tratto fluviale oggetto di campionamento, e da questo la classe di qualità ittologica del tratto di corpo idrico in esame.

L'indice esprime una valutazione della qualità naturalistica relativa alla comunità ittica che popola un ecosistema ad acque correnti. Esso non fornisce espressamente indicazioni sulla qualità delle acque, obiettivo questo di altre metodologie quali, per esempio, l'Indice Biotico Esteso, o sul livello di alterazione fisica, anche se risultano, in generale, più o meno evidenti connessioni tra lo stato dell'ambiente acquatico e quello delle popolazioni ittiche. Pur riconoscendo tali limiti, si sottolinea l'importanza di una valutazione sugli aspetti prevalentemente naturalistici di un'importante componente delle cenosi acquatiche qual è l'ittiofauna.

## 4.5 - Siti di campionamento

Complessivamente sono state individuate **15 stazioni** di campionamento e precisamente (**fig. 4.2**):

- **otto stazioni (CH01 ÷ CH07)** sull'asta fluviale del **Chisone**;
- **sette stazioni (DO01 ÷ DO08)** sull'asta fluviale della **Dora Riparia**.

Di esse due stazioni, una per bacino, non presentano alterazioni di tipo geomorfologico (assenza di opere di sistemazione idraulica) e costituiscono situazioni teoricamente non disturbate alle quali riferirsi come "bianco" (CH02 e DO05). Le altre tredici stazioni sono state scelte in funzione della presenza di tipologie di opere strutturali o di intervento per la cosiddetta "sicurezza idraulica" tra le più diffuse nel reticolo idrografico naturale. Esse sono state individuate nei tratti medi e medi - superiori delle aste principali dei bacini considerati e precisamente entro la fascia altimetrica 350 ÷ 1.100 m s.l.m., quindi comprendenti le porzioni inferiori della zona ittica a trota fario e la zona ittica a trota marmorata e/o temolo.

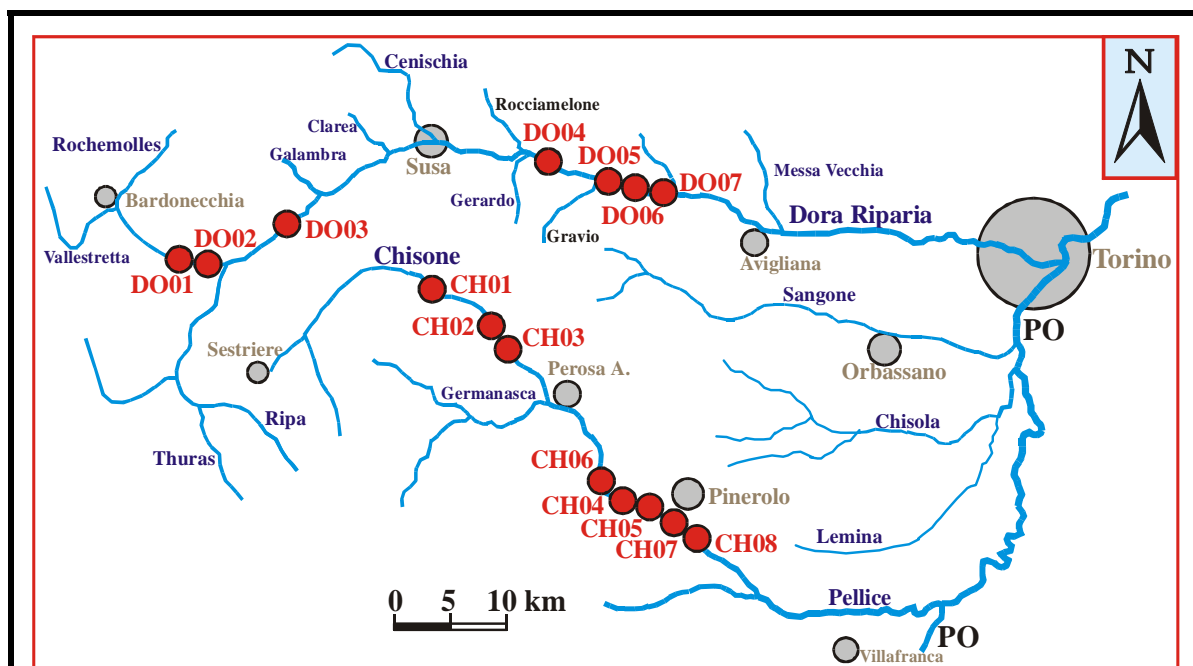


Fig. 4.2 - Stazioni di campionamento.

fiume	codice	comune	località	m s.l.m.
Chisone	CH01	Fenestrelle	Chambons	1.065
	CH02	Roure	Roreto	850
	CH03	Roure	Roreto	845
	CH04	Porte	Ponte di Malan	465
	CH05	Porte	Ponte di Malan	464
	CH06	Porte	Malanaggio	467
	CH07	Pinerolo	Centrale Colombini	380
	CH08	Miradolo	Miradolo	370
Dora Riparia	DO01	Oulx	Pont Ventoux	1.070
	DO02	Oulx	Pont Ventoux	1.068
	DO03	Salbertrand	Salbertrand	1.002
	DO04	Bussoleno	Bussoleno	440
	DO05	Borgone	viadotto autostradale	400
	DO06	Borgone	Borgone	395
	DO07	Borgone	Ponte SS 25	390

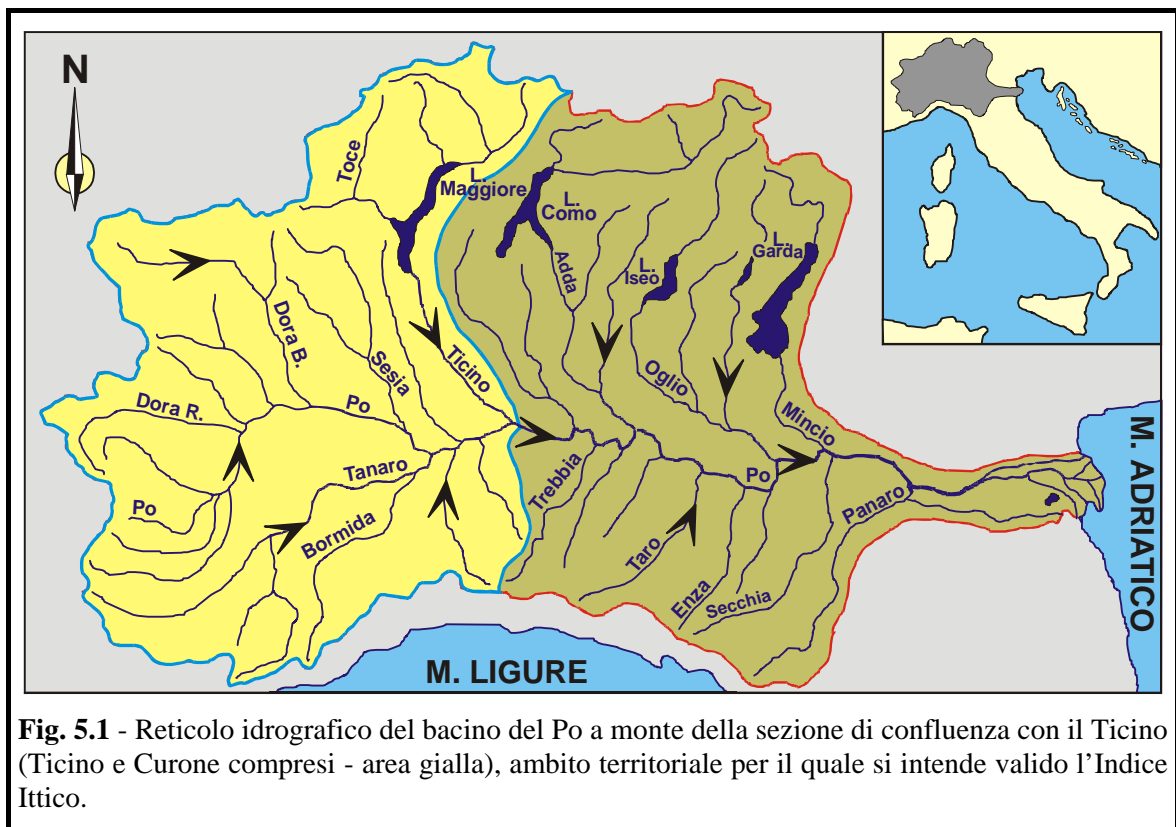
## 5 - INDICE ITTICO (I.I.)

L'indice ittico (**I.I.**) si applica alle seguenti tipologie ambientali, presenti nel bacino occidentale del Po (**fig. 5.1**), codificate secondo quanto proposto da De Biaggi *et al.* (1987):

**Z.U. 1.2.1.1 - Acque correnti naturali a regime glaciale permanenti** (alpino). Presenza d'acqua per tutto l'anno. Sono “*zone ittiche a salmonidi*”, generalmente poco adatte alle cenosi acquatiche e biologicamente poco produttive per i forti limiti dovuti alle basse temperature delle acque ed alla loro torbidità estiva.

**Z.U. 1.2.2.1 - Acque correnti naturali a regime pluvionivale permanenti** (prealpino). Presenza d'acqua per tutto l'anno. Sono fra le zone umide più frequenti del bacino occidentale del Po. Nella maggior parte dei casi sono “*zone ittiche a salmonidi*” lungo i fondovalle dei principali bacini ed allo sbocco in pianura (compresi la maggior parte dei tributari) e di transizione con le “*zone ittiche a ciprinidi*” (anche alla confluenza con il Po).

**Z.U. 1.2.3.1 - Acque correnti naturali a regime pluviale permanenti** (di pianura e/o collinari). Presenza d'acqua per tutto l'anno. Sono, quasi sempre, “*zone ittiche a ciprinidi*” (prevalentemente reofili). Cenosi acquatiche ricche e diversificate.



**Fig. 5.1** - Reticolo idrografico del bacino del Po a monte della sezione di confluenza con il Ticino (Ticino e Curone compresi - area gialla), ambito territoriale per il quale si intende valido l'Indice Ittico.

È da verificare l'applicabilità per le **Z.U. 1.1 (Sorgenti e risorgive - fuoriuscite d'acqua dalla superficie del terreno, quando perenni)**<sup>1</sup> e per le **2.3.1 e Z.U. 2.3.2 (acque correnti artificiali permanenti)**. Sono ambienti classificati con i codici 24 per i fiumi,

<sup>1</sup> Possono costituire ambienti adatti per l'ittiofauna, in genere per piccoli ciprinidi e/o per la riproduzione di specie particolari (es. luccio).

54.1 per le sorgenti e 89 per i canali nell'ambito del sistema Corine (European Communities Commission, 1991). Risultano esclusi gli ambienti ad acque stagnanti (laghi, stagni, paludi, naturali ed artificiali).

## **5.1 - Caratteristiche dell'I.I. e valore naturalistico delle specie ittiche**

L'indice fornisce una valutazione del livello di qualità naturalistica relativa alla comunità ittica che popola un ecosistema ad acque correnti. Esso non fornisce espressamente indicazioni sulla qualità delle acque (che invece costituisce l'obiettivo di altre metodologie quali, per esempio, l'Indice Biotico Esteso) o sul livello di alterazione fisica, anche se risultano, in generale, più o meno evidenti connessioni tra lo stato dell'ambiente acquatico e quello delle popolazioni ittiche. Pur riconoscendo tali limiti, si sottolinea l'importanza di una valutazione capace di evidenziare gli aspetti prevalentemente naturalistici di una importante componente delle cenosi acquatiche quale è l'ittiofauna.

Un alto livello di differenziazione, in termini di ricchezza di specie (biodiversità), con particolare riferimento a quelle rare<sup>2</sup> e/o endemiche<sup>3</sup> e/o che destano preoccupazione per il loro stato di conservazione<sup>4</sup>, comporta un elevato livello di attenzione per quanto riguarda la tutela della fauna. Viceversa, la presenza di situazioni caratterizzate da evidenti alterazioni della composizione della fauna ittica (per esempio scomparsa di una o più specie e/o presenza di forme alloctone) e quindi da un basso livello di qualità, comporta l'adozione di strategie di recupero ambientale, volte a ristabilire migliori condizioni di qualità delle acque e di rinaturalizzazione degli alvei fluviali ed a prevedere forme più corrette di gestione per fini alieutici.

---

<sup>2</sup> Si considera rara una specie rappresentata da una popolazione composta da pochi individui, con rischio di densità inferiore a quella necessaria per garantire il successo riproduttivo. La densità degli individui può anche risultare sufficiente o buona, ma in presenza di una restrizione e/o frammentazione dell'areale di distribuzione. Al limite si potrebbe considerare rara anche quella specie (solitamente caratteristica del livello trofico più elevato) i cui singoli individui necessitano di territori molto ampi per cui, anche in condizioni di buona conservazione dell'ambiente, la popolazione risulta comunque caratterizzata da uno scarso numero di individui e quindi potenzialmente molto sensibile alla riduzione e/o frammentazione dell'areale di distribuzione, soprattutto per fenomeni di alterazione dell'ambiente fisico (sistemazioni idrauliche ed interruzioni della continuità longitudinale dei corsi d'acqua).

<sup>3</sup> L'endemismo è una categoria tassonomica (in genere la specie) peculiare di un'area circoscritta e più o meno limitata come estensione.

<sup>4</sup> Lo stato di specie "*che desta preoccupazione per il suo stato di conservazione*" è assegnato sulla base di documentazioni e ricerche disponibili in letteratura. Le definizioni "*rara*", "*endemica*" e "*che desta preoccupazione per il suo stato di conservazione*" possono essere utilizzate in combinazione per una singola specie. D'altra parte, in molti casi, una specie sull'orlo di estinzione è caratterizzata da una popolazione numericamente molto impoverita. Inoltre le specie endemiche, caratteristiche di un areale di distribuzione piuttosto limitato sono, proprio per tale ragione, maggiormente sensibili alle alterazioni ambientali; quindi possono diventare facilmente rare, fino al rischio di estinzione. Occorre considerare infine che lo stato delle diverse specie viene anche descritto da provvedimenti legislativi regionali, nazionali ed europei; essi sono considerati quali documentazioni imprescindibili.

D'altra parte vi sono situazioni con ittiofauna scarsamente rappresentata (alte zone dei salmonidi) o assente per cause naturali (torrenti montani alimentati direttamente dall'ablazione di ghiacciai o corsi d'acqua con portate eccessivamente ridotte), per cui risulta una scarsa qualità, ma senza che ciò significhi presenza di alterazioni ambientali; in questi casi l'I.I. esprime una valutazione esclusivamente in termini di valori assoluti della ricchezza naturalistica. In altri casi (soprattutto nei corsi d'acqua principali) l'indice fornisce anche indicazioni sullo stato ambientale.

La stessa Direttiva Comunitaria 2000/60/CE, che istituisce un quadro per la protezione delle acque, si pone come scopo, all'art. 1, la protezione e il miglioramento degli ecosistemi acquatici. A tal fine prevede, nell'allegato V, un'analisi approfondita dell'ecosistema fluviale mediante rilevamenti dello stato delle cenosi acquatiche presenti ed in particolare macroinvertebrati bentonici, **fauna ittica** e flora acquatica.

Viene quindi riconosciuto che gli ecosistemi devono essere studiati in tutte le loro componenti principali e, come già anticipato dal D. Lgs. 130/1992 (ed in parte confermato dal D. Lgs 152/1999), la fauna ittica ne costituisce elemento fondamentale.

L'indice ittico deriva dall'applicazione di una procedura fondata sul prodotto di alcuni fattori moltiplicativi valutati per le singole specie ittiche:

**OR - origine della specie;** considera l'autoctonia delle specie presenti nell'ambiente in studio mediante un fattore moltiplicativo positivo (+1) per le specie autoctone e negativo (-1 o -2) per quelle alloctone (**tab. 5.1**);

**EN - distribuzione e consistenza delle popolazioni delle specie autoctone;** considera la distribuzione areale delle specie autoctone con un fattore moltiplicativo tanto più elevato quanto meno esteso è l'areale stesso (endemismi), anche considerando la consistenza delle popolazioni (**tab. 5.2**).

**DC - segnalazioni della Direttiva CEE 92/43 "HABITAT" e della Convenzione di Berna;** tiene conto di provvedimenti a livello europeo fondati sulla necessità di tutela di alcune specie ritenute di interesse naturalistico e/o gestionale (**tab. 5.3**).

Per ogni specie si ottiene un valore intrinseco "**V**" ottenuto dal prodotto dei precedenti fattori ( $V = OR \cdot EN \cdot DC$ )<sup>5</sup>. La **tab. 5.4** riporta la lista delle specie con indicazioni dei valori "**V**" ottenuti per ciascuna.

<b>Tab. 5.1 - Fattore OR (Origine delle specie).</b> Il simbolo (*) indica che la specie è introdotta da tempi storici in acque altrimenti inospitali per l'ittiofauna, o che ha occupato nicchie ecologiche scoperte, o che non ha prodotto conseguenze negative rilevanti per la fauna autoctona, o è di particolare importanza ai fini della pesca professionale e sportiva. Per essa viene meno il segno negativo del fattore moltiplicativo (OR = +1).	<b>AU1</b>	<b>Autoctone</b> - fattore moltiplicativo <b>Or = +1</b>
	<b>AL1</b>	<b>Alloctone</b> - non si riproducono in natura; non formano popolazioni strutturate e permanenti (fattore moltiplicativo <b>OR = -1</b> )
	<b>AL2</b>	<b>Alloctone</b> - si riproducono in natura; formano popolazioni strutturate e permanenti (fattore moltiplicativo <b>OR = -2</b> ).

<sup>5</sup> "OR" determina il segno (+/-), mentre il prodotto "EN·DC" determina il valore assoluto (1 ÷ 9).

<b>Tab. 5.2 - Fattore EN. Dimensioni dell'areale di distribuzione e consistenza delle popolazioni.</b> Valutazione espressa per le specie autoctone (AU) in ambito italiano ed europeo.			
<b>EN1 (fattore moltiplicativo 1)</b>		Ampia distribuzione territoriale (gran parte dell'Europa).	
<b>EN2 (fattore moltiplicativo 2)</b>		Distribuzione limitata ad una porzione ristretta dell'Europa e/o alla fascia mediterranea e/o su tutta (o quasi) la penisola italiana, con popolazioni ben rappresentate, spesso anche abbondanti.	
<b>EN3 (fattore moltiplicativo 3)</b>		Fascia mediterranea e/o tutta (o quasi) la penisola italiana, con popolazioni frammentate, incerte, numericamente esigue e/o nei tributari dell'alto Adriatico (bacino del Po in epoche glaciali).	
<i>Genere specie sottospecie</i>	<b>Den. volgare</b>	<b>Distribuzione in Europa</b>	<b>EN</b>
<i>Acipenser sturio</i>	<b>Storione comune</b>	Europa, dalla penisola scandinava al mar Nero e Mediterraneo. Raro nel Po, fino poco a monte della confluenza con il Ticino (un tempo fino a Torino).	<b>EN1</b>
<i>Acipenser naccarii</i>	<b>Storione cobice</b>	Endemico dell'alto Adriatico; risale il Po, ed i corsi d'acqua alto adriatici fino al Tagliamento. Distribuzione nel bacino del Po simile a quella dello storione comune.	<b>EN3</b>
<i>Huso huso</i>	<b>Storione ladano</b>	Mar Nero e d'Azov, Mar Caspio e Mare Adriatico. Risale i fiumi con ampio delta, tra i quali il Po, nel quale è segnalata qualche cattura nel tratto inferiore (poco frequente un tempo, oggi sembra scomparso o molto raro in Italia).	<b>EN1</b>
<i>Alosa fallax lacustris</i>	<b>Agone</b>	Endemico dei maggiori laghi prealpini (Maggiore, Lugano, Como, Iseo) ed anche in alcuni laghi laziali.	<b>EN3</b>
<i>Alosa fallax nilotica</i>	<b>Cheppia</b>	Europa, dal Mediterraneo orientale (foce del Nilo), lungo le coste europee fino al fiordo di Oslo; coste di Bergen e Baltico fino alle insenature finniche. Nel Po sino alla confluenza con il Taro, ma con riduzione delle popolazioni.	<b>EN1</b>
<i>Salmo [trutta] marmoratus</i>	<b>Trota marmorata</b>	Italia settentrionale. Istria, Narenta, bacino dello Scutari. Po e suoi affluenti di sinistra e di destra fino al Tanaro.	<b>EN3</b>
<i>Salvelinus alpinus</i>	<b>Salmerino alpino</b>	Distribuzione circumpolare. In Italia è presente originariamente nelle regioni Nord - Orientali.	<b>EN1</b>
<i>Thymallus thymallus</i>	<b>Temolo</b>	Europa, dal Galles e Francia fino al mar Bianco. Regioni del Danubio, Volga e Dnestr. Iregolare in Germania. Italia settentrionale, soprattutto nel bacino del Po.	<b>EN1</b>
<i>Esox lucius</i>	<b>Luccio</b>	Dall'Irlanda al Kolyma; tributari del Mare del Nord e del Baltico, dei mari Nero, d'Azov e Caspio e del lago d'Aral. Europa centrale ed orientale. In Norvegia fino al 66° parallelo e nel Baltico. Italia settentrionale e centrale.	<b>EN1</b>
<i>Alburnus alburnus alborella</i>	<b>Alborella</b>	Italia settentrionale (soprattutto nel bacino del Po e nei laghi), Dalmazia, Albania. L'estensione dell'areale di distribuzione verso Sud è dovuta ad immissioni.	<b>EN3</b>
<i>Barbus plebejus</i>	<b>Barbo</b>	Italia (isole escluse), Dalmazia, Zermagna e Kerla.	<b>EN2</b>
<i>Barbus meridionalis</i>	<b>Barbo Canino</b>	Francia meridionale, Spagna centro settentrionale, regione danubiana, Grecia. In Italia centro settentrionale è presente la sottospecie <i>Barbus m. caninus</i> . Secondo alcuni Autori le popolazioni liguri e toscane sono frutto di introduzioni.	<b>EN2</b>
<i>Chondrostoma genei</i>	<b>Lasca</b>	Italia settentrionale e centrale; nel Var presso Nizza; Rodano; raramente nell'Inn e nel Reno superiore. Risulta introdotta in alcuni fiumi del versante tirrenico.	<b>EN2</b>
<i>Leuciscus cephalus</i>	<b>Cavedano</b>	Tutta l'Europa (escluse Scozia e porzione settentrionale della penisola scandinava).	<b>EN1</b>



<i>Leuciscus souffia</i>	<b>Vairone</b>	In Italia (setentrionale e centrale) è presente la sottospecie <i>Leuciscus s. muticellus</i> . Altre segnalazioni in Italia sembrano dovute ad immissioni.	<b>EN2</b>
<i>Rutilus pigus</i>	<b>Pigo</b>	Specie endemica dell'Italia settentrionale. Rare segnalazioni in alcuni fiumi del versante tirrenico dovute ad immissioni.	<b>EN3</b>
<i>Chondrostoma soetta</i>	<b>Savetta</b>	Italia settentrionale. L'areale è stato ampliato in seguito ad immissioni in alcuni fiumi del versante tirrenico.	<b>EN3</b>
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	<b>Scardola</b>	Europa ad esclusione della penisola balcanica centrale e settentrionale, Scozia e Spagna.	<b>EN1</b>
<i>Phoxinus phoxinus</i>	<b>Sanguinerola</b>	Europa ad esclusione della penisola balcanica settentrionale, Scozia, Spagna centrale e occidentale, Italia centrale e meridionale.	<b>EN1</b>
<i>Tinca tinca</i>	<b>Tinca</b>	Europa ad esclusione della penisola balcanica settentrionale e centrale, Scozia, coste orientali dell'Adriatico e Grecia.	<b>EN1</b>
<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	<b>Triotto</b>	In Italia settentrionale, nel distretto padano-veneto. Recentemente immesso in alcuni ambienti dell'Italia centro - meridionale. Dalmazia fino all'Aspropotamo.	<b>EN2</b>
<i>Gobio gobio</i>	<b>Gobione</b>	Europa ad esclusione della penisola balcanica settentrionale e centrale, Scozia, Spagna e Grecia. Recenti segnalazioni a seguito di immissioni in Italia centrale e meridionale.	<b>EN1</b>
<i>Cobitis taenia bilineata</i>	<b>Cobite comune</b>	Il gruppo <i>Cobitis taenia</i> è presente in quasi tutta Europa. In Italia settentrionale è presente <i>Cobitis t. bilineata</i> , ma si riscontrano transfaunazioni dalla Liguria alla Sila.	<b>EN1</b>
<i>Sabanejewia larvata</i>	<b>Cobite mascherato</b>	Italia settentrionale, soprattutto orientale, ma con distribuzione frammentata ed incerta.	<b>EN3</b>
<i>Anguilla anguilla</i>	<b>Anguilla</b>	Tutta Europa.	<b>EN1</b>
<i>Lota lota</i>	<b>Bottatrice</b>	Distribuzione circumpolare. Quasi tutta l'Europa a Nord dei Balcani e dei Pirenei. In Italia è presente nel bacino del Po (soprattutto grandi laghi). Secondo alcuni Autori si tratta di una specie alloctona, introdotta in tempi storici.	<b>EN1</b>
<i>Perca fluviatilis</i>	<b>Pesce persico</b>	Europa ad esclusione della penisola scandinava settentrionale, Scozia, Spagna, Adriatico orientale e Grecia. In Italia è presente nel bacino del Po. Inserito in alcuni ambienti dell'Italia centro - meridionale con incerti risultati.	<b>EN1</b>
<i>Salaria fluviatilis</i>	<b>Cagnetta</b>	Mediterraneo: soprattutto Francia meridionale, Spagna meridionale e orientale, Marocco, Algeria. Distribuzione in Italia molto frammentata ed incerta; sembra più frequente nelle aree lacuali del Nord Italia occidentale e centrale.	<b>EN2</b>
<i>Padogobius martensii</i>	<b>Ghiozzo padano</b>	Bacino del Po, Triveneto fino all'Isonzo. Emilia Romagna e Marche. Introdotto in Liguria e nel Lazio.	<b>EN2</b>
<i>Orsinigobius punctatissimus</i>	<b>Panzarolo</b>	Specie endemica dell'Italia settentrionale. Distribuzione estremamente rarefatta, con popolazioni isolate	<b>EN3</b>
<i>Cottus gobio</i>	<b>Scazzone</b>	Europa, ad esclusione della penisola scandinava settentrionale e centrale, Spagna, Grecia, Italia meridionale.	<b>EN1</b>
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	<b>Spinarello</b>	Europa dal mar Nero, Italia, penisola iberica, fino alle coste settentrionali della Norvegia (assente in Spagna centrale); in Europa orientale manca nel Volga e a Sud dei Balcani.	<b>EN1</b>
Desunto da: Bruno, 1987; Delmastro, 1982; Forneris <i>et Al.</i> , 1990; Gandolfi <i>et Al.</i> (1991); Grimaldi, 1980; Grimaldi, Manzoni, 1990; Ladiges, Vogt, 1965; Mariani, 1988; Mariani, Bianchi, 1991; Muus, Dahlström, 1970; Tortonese, 1970, 1975; Vostradovsky, 1975; Zerunian, 2002.			

<b>Tab. 5.3 - Fattore DC</b> - Specie segnalate dalla Direttiva CEE 92/43 “HABITAT” ( <b>HAB</b> ), dalla Convenzione di Berna ( <b>BER</b> ) e segnalate nella lista rossa dei pesci d’acqua dolce indigeni d’Italia secondo i criteri <b>IUCN</b> . Valutazione espressa esclusivamente per le specie autoctone (AU).						
<b>DCI</b> (fattore moltiplicativo 1)		specie non segnalate o a basso rischio (Lr secondo IUCN).				
<b>DC2</b> (fattore moltiplicativo 2)		specie segnalate negli allegati II e V della Direttiva Habitat o vulnerabili od in pericolo (Vu o En secondo IUCN).				
<b>DC3</b> (fattore moltiplicativo 3)		specie segnalate negli allegati II e IV della direttiva Habitat e dalla Convenzione di Berna o in pericolo critico (Ce secondo IUCN).				
<b>Allegato II Direttiva CEE 92/43.</b> Specie d’interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione.						
<b>Allegato IV Direttiva CEE 92/43.</b> Specie di interesse comunitario che richiedono protezione rigorosa.						
<b>Allegato V Direttiva CEE 92/43.</b> Specie di interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione.						
<b>Appendice II Convenzione di Berna.</b> Specie strettamente protette (protezione dell’habitat).						
<b>Appendice III Convenzione di Berna.</b> Specie Protette.						
<b>Distribuzione (DIS)</b>		<b>IT:</b> specie rinvenibile in modo non sporadico o occasionale in tutta Italia; <b>S:</b> specie presente nell’Italia appenninica; <b>N:</b> specie presente solo a nord della Toscana.				
Specie classificate secondo le categorie <b>IUCN</b> (“ <i>International Union for the Conservation of Nature</i> ” - oggi “ <i>World Conservation Union</i> ”) per la redazione delle cosiddette “ <i>Red Lists</i> ”		<b>Ce</b>	<i>Critically Endangered</i> (in pericolo critico)			
		<b>En</b>	<i>Endangered</i> (in pericolo)			
		<b>Vu</b>	<i>Vulnerable</i> (vulnerabile)			
		<b>Lr</b>	<i>Lower Risk</i> (a più basso rischio)			
<i>Famiglia</i>	<i>Genere specie sottospecie</i>	<b>Nome volgare</b>	<b>HAB</b>	<b>BER</b>	<b>IUCN</b>	<b>DIS</b>
<i>Acipenseridae</i>	<i>Acipenser sturio</i>	Storione comune	II e IV	III	Ce	NS
	<i>Acipenser naccarii</i>	Storione cobice	II e IV	II	Ce	N
	<i>Huso huso</i>	Storione ladano	V	III	Ce	N
<i>Clupeidae</i>	<i>Alosa fallax lacustris</i>	Agone	II e V	III	En	NS
	<i>Alosa fallax nilotica</i>	Cheppia	II e V	III	Vu	NS
<i>Salmonidae</i>	<i>Salmo [trutta] marmoratus</i>	Trota marmorata	II		En	N
	<i>Salvelinus alpinus</i>	Salmerino alpino	?	?	En	N
<i>Thymallidae</i>	<i>Thymallus thymallus</i>	Temolo	V	III	En	N
<i>Esocidae</i>	<i>Esox lucius</i>	Luccio	?	?	Vu	IT
<i>Cyprinidae</i>	<i>Barbus plebejus</i>	Barbo	II e V	III	Lr	NS
	<i>Barbus meridionalis</i>	Barbo Canino	II e V	III	Vu	NS
	<i>Chondrostoma genei</i>	Lasca	II	III	Vu	NS
	<i>Leuciscus souffia</i>	Vairone	II	III	Lr	NS
	<i>Rutilus pigus</i>	Pigo	II	III	Vu	N
	<i>Chondrostoma soetta</i>	Savetta	II	III	Vu	NS
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Sanguinerola			Vu	
	<i>Gobio gobio</i>	Gobione			Lr	
<i>Cobitidae</i>	<i>Cobitis taenia bilineata</i>	Cobite comune	II	III	Lr	IT
	<i>Sabanejewia larvata</i>	Cobite mascherato	II	III	Vu	NS
<i>Blenniidae</i>	<i>Salaria fluviatilis</i>	Cagnetta		III	Vu	IT
<i>Gobiidae</i>	<i>Padogobius martensii</i>	Ghiozzo padano		III	Vu	NS
	<i>Orsinigobius punctatissimus</i>	Panzarolo	?	?	En	N
<i>Percidae</i>	<i>Perca fluviatilis</i>	Pesce persico	?	?	Lr	IT
<i>Cottidae</i>	<i>Cottus gobio</i>	Scazzone	II	III	Vu	NS
<i>Gasterosteidae</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Spinarello	?	?	Vu	IT

**Tab. 5.4 - Elenco specie ittiche.** OR: origine delle specie, autoctone (AU1) ed alloctone che si riproducono (AL2) e che non si riproducono (AL1) in natura. DC: specie segnalate dalla Direttiva CEE "HABITAT", dalla Convenzione di Berna e secondo le categorie IUCN. EN: dimensioni dell'areale di distribuzione. V (OR·DC·EN): valore intrinseco.

Famiglia	Genere specie sottospecie	Nome volgare	OR	DC	EN	V
Acipenseridae	<i>Acipenser sturio</i>	Storione comune	AU1	DC3	EN1	3
	<i>Acipenser naccarii</i>	Storione cobice	AU1	DC3	EN3	9
	<i>Huso huso</i>	Storione ladano	AU1	DC3	EN1	3
Clupeidae	<i>Alosa fallax lacustris</i>	Agone	AU1	DC2	EN3	6
	<i>Alosa fallax nilotica</i>	Cheppia	AU1	DC2	EN1	2
Salmonidae	<i>Salmo [trutta] trutta</i>	Trota fario	AL2*			1
	<i>Salmo [trutta] marmoratus</i>	Trota marmorata	AU1	DC2	EN3	6
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trota iridea	AL1			-1
	<i>Salvelinus alpinus</i>	Salmerino alpino	AU1	DC2	EN1	2
	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Salmerino di fonte	AL2			-2
Thymallidae	<i>Thymallus thymallus</i>	Temolo	AU1	DC2	EN1	2
Coregonidae	<i>Coregonus lavaretus</i>	Lavarello	AL2*			1
	<i>Coregonus macrophthalmus</i>	Bondella	AL2*			1
Esocidae	<i>Esox lucius</i>	Luccio	AU1	DC2	EN1	2
Cyprinidae	<i>Alburnus alburnus alborella</i>	Alborella	AU1	DC1	EN3	3
	<i>Aspius aspius</i>	Aspio	AL2			-2
	<i>Barbus plebejus</i>	Barbo	AU1	DC2	EN2	4
	<i>Barbus meridionalis</i>	Barbo Canino	AU1	DC2	EN2	4
	<i>Abramis brama</i>	Brema	AL2			-2
	<i>Carassius carassius</i>	Carassio	AL2			-2
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	AL2*			1
	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Carpa erbivora	AL1			-1
	<i>Leuciscus cephalus</i>	Cavedano	AU1	DC1	EN1	1
	<i>Rutilus rutilus</i>	Gardon	AL2			-2
	<i>Gobio gobio</i>	Gobione	AU1	DC1	EN1	1
	<i>Chondrostoma genei</i>	Lasca	AU1	DC2	EN2	4
	<i>Carassius auratus</i>	Pesce rosso	AL2			-2
	<i>Rutilus pigus</i>	Pigo	AU1	DC2	EN3	6
	<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorasbora	AL2			-2
	<i>Rhodeus sericeus</i>	Rodeo amaro	AL2			-2
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Sanguinerola	AU1	DC2	EN1	2
	<i>Chondrostoma soetta</i>	Savetta	AU1	DC2	EN3	6
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Scardola	AU1	DC1	EN1	1
	<i>Tinca tinca</i>	Tinca	AU1	DC1	EN1	1
	<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	Triotto	AU1	DC1	EN2	2
	<i>Leuciscus souffia</i>	Vairone	AU1	DC2	EN2	4
Cobitidae	<i>Cobitis taenia bilineata</i>	Cobite comune	AU1	DC2	EN1	2
	<i>Sabanejewia larvata</i>	Cobite mascherato	AU1	DC2	EN3	6
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	Siluro	AL2			-2
Ictaluridae	<i>Ictalurus melas</i>	Pesce Gatto	AL2			-2
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguilla	AU1	DC1	EN1	1
Cyprinodontidae	<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambusia	AL2			-2
Gadidae	<i>Lota lota</i>	Bottatrice	AU1	DC1	EN1	1
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	Persico sole	AL2			-2
	<i>Micropterus salmoides</i>	Persico trota	AL2			-2

<i>Percidae</i>	<i>Perca fluviatilis</i>	<b>Pesce persico</b>	<b>AU1</b>	<b>DC1</b>	<b>EN1</b>	<b>1</b>
	<i>Acerina cernua</i>	<b>Acerina</b>	<b>AL1</b>			<b>-2</b>
	<i>Stizostedion lucioperca</i>	<b>Lucioperca</b>	<b>AL2</b>			<b>-2</b>
<i>Blenniidae</i>	<i>Salapia fluviatilis</i>	<b>Cagnetta</b>	<b>AU1</b>	<b>DC2</b>	<b>EN2</b>	<b>4</b>
<i>Gobiidae</i>	<i>Padogobius martensi</i>	<b>Ghiozzo padano</b>	<b>AU1</b>	<b>DC2</b>	<b>EN2</b>	<b>4</b>
	<i>Orsinigobius punctatissimus</i>	<b>Panzarolo</b>	<b>AU1</b>	<b>DC2</b>	<b>EN3</b>	<b>6</b>
<i>Cottidae</i>	<i>Cottus gobio</i>	<b>Scazzone</b>	<b>AU1</b>	<b>DC2</b>	<b>EN1</b>	<b>2</b>
<i>Gasterosteidae</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	<b>Spinarello</b>	<b>AU1</b>	<b>DC2</b>	<b>EN1</b>	<b>2</b>
<b>V</b>	<b>n</b>	Specie raggruppate in funzione del valore intrinseco “V” con indicazione del numero totale “n” per ciascun gruppo.				
<b>≥ 6</b>	<b>7</b>	<b>Storione cobice</b>	<b>Trota marmorata</b>	<b>Agone</b>	<b>Pigo</b>	
		<b>Savetta</b>	<b>Cobite mascherato</b>	<b>Panzarolo</b>		
<b>4</b>	<b>6</b>	<b>Vairone</b>	<b>Barbo canino</b>	<b>Barbo</b>	<b>Lasca</b>	
		<b>Ghiozzo padano</b>	<b>Cagnetta</b>			
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>Storione comune</b>	<b>Storione ladano</b>	<b>Alborella</b>		
<b>2</b>	<b>9</b>	<b>Cheppia</b>	<b>Salmerino alpino</b>	<b>Temolo</b>	<b>Luccio</b>	
		<b>Sanguinerola</b>	<b>Triotto</b>	<b>Cobite comune</b>	<b>Scazzone</b>	
		<b>Spinarello</b>				
<b>1</b>	<b>11</b>	<b>Trota fario</b>	<b>Lavarello</b>	<b>Bondella</b>	<b>Cavedano</b>	
		<b>Carpa</b>	<b>Gobione</b>	<b>Scardola</b>	<b>Tinca</b>	
		<b>Anguilla</b>	<b>Bottatrice</b>	<b>Pesce persico</b>		
<b>-1</b>	<b>2</b>	<b>Trota iridea</b>	<b>Carpa erbivora</b>			
<b>- 2</b>	<b>15</b>	<b>Salmerino di fonte</b>	<b>Aspio</b>	<b>Brema</b>	<b>Carassio</b>	
		<b>Gambusia</b>	<b>Gardon</b>	<b>Pesce rosso</b>	<b>Pseudorasbora</b>	
		<b>Rodeo amaro</b>	<b>Pesce gatto</b>	<b>Siluro</b>	<b>Persico sole</b>	
		<b>Persico trota</b>	<b>Lucioperca</b>	<b>Acerina</b>		

## 5.2 - Descrizione della metodologia

I campionamenti vanno effettuati con il metodo della pesca elettrica e/o con l'ausilio di reti o con il cosiddetto “visual-census”. Con l'elettropesca, tecnica che consente di pescare efficacemente in un ampio tratto di fiume ed in tempi brevi, senza nuocere al pesce che viene rilasciato dopo le operazioni di riconoscimento sistematico, i migliori risultati si ottengono nel periodo estivo ed all'inizio dell'autunno (giugno ÷ settembre), ma non si esclude la possibilità di campionamenti significativi in primavera e nel tardo autunno, quando le situazioni idrometeorologiche lo permettano.

In inverno è possibile effettuare campionamenti soltanto in particolari condizioni, molto variabili e oggetto di analisi e di giudizio da parte dei tecnici ittologi impegnati nei campionamenti. Questi, ai fini della determinazione dell'indice ittico (**I.I.**), sono di tipo qualitativo e semiquantitativo<sup>6</sup>, con copertura di ampie distanze e superfici sottese alla stazione e con un solo passaggio con elettrostorditore.

<sup>6</sup> Non sono previsti campionamenti di tipo quantitativo, con analisi di dinamica e struttura di popolazione. Questi infatti sono attendibili solo in alcuni ambienti, in genere caratterizzati da scarse estensioni areali e modeste portate. Si preferiscono invece metodologie di campionamento facilmente applicabili in “tutte” le situazioni, al fine di ottenere dati omogenei e di favorire al meglio i confronti fra i diversi ecosistemi. Il metodo è comunque applicabile anche in caso di campionamenti quantitativi.

L'azione di pesca deve essere accurata ed insistita, avendo cura di “sondare” accuratamente i diversi microambienti, allo scopo di garantire la massima probabilità di cattura di tutte le specie presenti e la massima attendibilità sulla stima dell'entità delle popolazioni.

I parametri utili ad ottenere indicazioni sull'estensione dell'ambiente soggetto a campionamento sono essenzialmente la larghezza dell'alveo bagnato (**I**; metri) e la lunghezza (**L**; metri) del tratto indagato di corso d'acqua, ovviamente tenendo ben conto dei limiti dell'azione dell'elettropesca nei maggiori fiumi (spesso limitata agli ambienti in prossimità delle rive, più facilmente accessibili). In linea molto generale vale la semplice relazione:

$$L \geq 10 \cdot I$$

Conviene sottolineare che l'opportunità di indicare un limite inferiore dipende sostanzialmente dalla necessità di evitare eventuali sottostime (in termini di specie e di numero di individui per specie) ed è coerente con quanto succitato a proposito dell'azione di pesca accurata ed insistita.

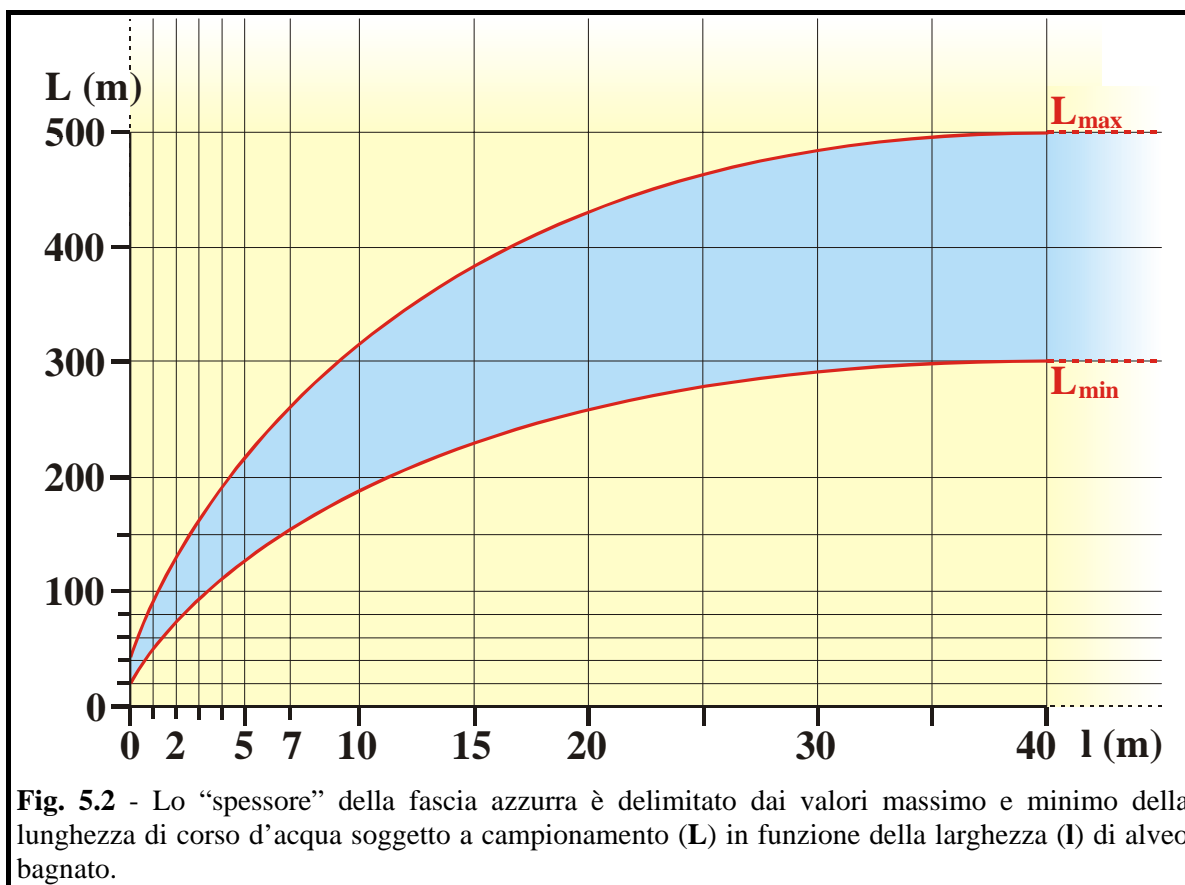
D'altra parte è necessario porre anche dei limiti superiori; è infatti ovvio che due campionamenti su uno stesso corso d'acqua ottenuti dall'azione di pesca su tratti di lunghezze (**L**) molto diverse possono portare a risultati non confrontabili e ciò non tanto per il numero di specie individuate (che non dovrebbe risultare diverso), ma per il numero di individui per ciascuna specie (aspetto questo che incide sul valore dell'indice ittico).

In linea di massima si prevede una lunghezza (**L**) di tratto campionato decisamente superiore a  $10 \cdot I$  per i piccoli fiumi, per decrescere gradualmente (più o meno sempre entro il limite medio  $10 \cdot I$ ) verso larghezze (**I**) superiori di alveo bagnato. Per  $I > 40$  m non si ritiene utile campionare per una lunghezza (**L**) superiore a 500 m. In ogni caso deve essere lasciata agli ittiologi un margine di scelta (tuttavia entro determinati limiti e questi neppure troppo rigorosi), al fine di consentire l'azione di pesca su tutti i possibili microambienti (**fig. 5.2**).

La scheda di campionamento prevede indicazioni sulla consistenza, sulla struttura delle popolazioni e sulla zona ittica. A questo proposito viene proposto lo schema di **tab. 5.5**. Per ogni specie si ottiene un **indice di abbondanza (Ia)** 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”.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> In realtà occorre considerare che, nel caso di indice di abbondanza “1”, risulta difficile descrivere la struttura di popolazione; pertanto, 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 (o di pochissimi) individui.



**Tab. 5.5** - Indici di abbondanza ( $I_a = 1 \div 4$ ) e di struttura di popolazione ( $A \div B$ ) e classificazione della zona ittica potenziale ( $ZP$ ) e reale ( $ZR$ ) di cui ai criteri indicati in **tab. 5.7**.

$I_a$	descrizione
1	<b>Specie sporadica</b> (cattura di pochissimi individui, anche di un solo esemplare).
2	<b>Specie presente</b> (cattura di pochi individui).
3	<b>Specie abbondante</b> (cattura di molti individui, senza risultare dominante).
4	<b>Specie molto abbondante</b> (cattura di molti individui, spesso dominante).
A	<b>Popolazione strutturata</b> (cattura di individui sia i giovani, sia in età riproduttiva).
B	<b>Popolazione non strutturata</b> (assenza, o quasi, di adulti; prevalenti o esclusivi individui giovani).
C	<b>Popolazione non strutturata</b> (assenza, o quasi, di giovani; prevalenti o esclusivi individui adulti).
ZP1	<b>Zona ittica potenziale a salmonidi</b> (criteri per la definizione delle zone ittiche 1 e 2 descritte in <b>tab. 7</b> ed in funzione delle caratteristiche ambientali naturali del sito indagato).
ZP2	<b>Zona ittica potenziale a ciprinidi</b> (criteri per la definizione delle zone ittiche 3 e 4 descritte in <b>tab. 7</b> ed in funzione delle caratteristiche ambientali naturali del sito indagato).
ZR1	<b>Zona ittica reale a salmonidi</b> (criteri per la definizione delle zone ittiche 1 e 2 descritte in <b>tab. 7</b> ed in funzione dell’analisi delle popolazioni ittiche effettivamente presenti nel sito indagato).
ZR2	<b>Zona ittica reale a ciprinidi</b> (criteri per la definizione delle zone ittiche 3 e 4 descritte in <b>tab. 7</b> ed in funzione dell’analisi delle popolazioni ittiche effettivamente presenti nel sito indagato).

Le indicazioni “**ZP**” (*zona ittica potenziale*) e “**ZR**” (*zona ittica reale*), descritte in **tab 5.5** e riportate nella scheda di campionamento (**tab. 5.6**), vengono quindi utilizzate per

la semplice distinzione binomia fra “zona a salmonidi” e “zona a ciprinidi”, rispettivamente corrispondenti a quelle “1” e “2” ed a quelle “3” e “4”, secondo i criteri generali definiti dalla “Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese” (Regione Piemonte, 1991) e illustrati in **tab. 5.7**. In tal modo, diventa possibile un confronto fra le acque “salmonicole” e “ciprinicole” (definite su basi chimiche secondo quanto previsto dal D. Lgs. 152/99) e le zone ittiche ZR (definite sulla presenza delle popolazioni ittiche effettivamente riscontrate).

Tab. 5.6 - Scheda di campionamento.									
Corso d'acqua:					Codice stazione:				
Data:					Località:				
Comune:					Altitudine (m s.l.m.):				
Valore intrinseco (V), indici di abbondanza (Ia) e di rappresentatività (Ir) e punteggio (P)									
specie	V	Ia	Ir	P	specie	V	Ia	Ir	P
Storione cobice	9				Pigo	6			
Storione comune	3				Pseudorasbora	-2			
Storione ladano	3				Rodeo amaro	-2			
Agone	6				Sanguinerola	2			
Cheppia	2				Savetta	6			
Salmerino alpino	2				Scardola	1			
Salmerino di fonte	-2				Tinca	1			
Trota fario	1/-1				Triotto	2			
Trota iridea	-1				Vairone	4			
Trota marmorata	6				Cobite comune	2			
Temolo	2				Cobite mascherato	6			
Bondella	1				Pesce Gatto	-2			
Lavarello	1				Siluro	-2			
Luccio	2				Anguilla	1			
Alborella	3				Gambusia	-2			
Aspio	-2				Bottatrice	1			
Barbo	4				Persico sole	-2			
Barbo Canino	4				Persico trota	-2			
Brema	-2				Pesce persico	1			
Carassio	-2				Lucioperca	-2			
Carpa	1				Acerina	-2			
Carpa erbivora	-1				Cagnetta	4			
Cavedano	1				Ghiozzo padano	4			
Gardon	-2				Panzarolo	6			
Gobione	1				Scazzone	2			
Lasca	4				Spinarello	2			
Pesce rosso	-2								

**Indice di abbondanza (Ia):** specie sporadica/accidentale (1), specie presente (2), specie abbondante (3), specie molto abbondante (4), struttura bilanciata (A), prevalenti o esclusivi individui giovani (B), prevalenti o esclusivi individui adulti (C). **Indice di rappresentatività Ir = 1 per Ia = 1 e Ir = 2 per Ia > 1. Punteggio P = V·Ir.**

ZR (Zona Ittica Reale)		ZP (Zona Ittica Potenziale)	
Numero totale specie		Numero totale specie AU	
Indice Ittico		Classe di qualità	

**Tab. 5.7 - Zone ittiche del Piemonte (Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese - Regione Piemonte, 1991).**

o assente; + presente; ++ abbondante; +++ molto abbondante		
<b>ZONA 1 - TROTA FARIO</b>		
trota fario	<i>Salmo [trutta] trutta</i>	(++/+++)
trota marmorata	<i>Salmo [trutta] marmoratus</i>	(o/+)
temolo	<i>Thymallus thymallus</i>	(o/+)
scazzone	<i>Cottus gobio</i>	(o/+/++/+++)
vairone	<i>Leuciscus souffia muticellus</i>	(o/+)
barbo canino	<i>Barbus meridionalis</i>	(o/+)
Trota fario abbondante. Presenza di altre specie poco importante (marmorata e temolo solo presenti).		
<b>ZONA 2 - TROTA MARMORATA E/O TEMOLO</b>		
trota fario	<i>Salmo [trutta] trutta</i>	(o/+/++)
trota marmorata	<i>Salmo [trutta] marmoratus</i>	(o/+/++/+++)
temolo	<i>Thymallus thymallus</i>	(o/+/++/+++)
scazzone	<i>Cottus gobio</i>	(o/+/++/+++)
vairone	<i>Leuciscus souffia</i>	(o/+/++/+++)
barbo canino	<i>Barbus meridionalis</i>	(o/+/++/+++)
barbo comune	<i>Barbus plebejus</i>	(o/+)
cavedano	<i>Leuciscus cephalus</i>	(o/+)
lasca	<i>Chondrostoma genei</i>	(o/+)
anguilla	<i>Anguilla anguilla</i>	(o/+)
Trota marmorata e/o temolo abbondanti. Presenza di altre specie poco importante (purché trota fario non sia molto abbondante).		
<b>ZONA 3 - CIPRINIDI REOFILI</b>		
trota fario	<i>Salmo [trutta] trutta</i>	(o/+)
trota marmorata	<i>Salmo [trutta] marmoratus</i>	(o/+)
temolo	<i>Thymallus thymallus</i>	(o/+)
vairone	<i>Leuciscus souffia</i>	(+/++/+++)
barbo canino	<i>Barbus meridionalis</i>	(o/+/++/+++)
barbo comune	<i>Barbus plebejus</i>	(o/+/++/+++)
cavedano	<i>Leuciscus cephalus</i>	(+/++/+++)
lasca	<i>Chondrostoma genei</i>	(o/+/++/+++)
scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	(o/+)
anguilla	<i>Anguilla anguilla</i>	(o/+)
Temolo, salmonidi e ciprinidi limnofili assenti o presenti. Vairone dominante insieme a ciprinidi reofili (barbo e lasca).		
<b>ZONA 4 - CIPRINIDI LIMNOFILI</b>		
barbo comune	<i>Barbus plebejus</i>	(o/+/++)
cavedano	<i>Leuciscus cephalus</i>	(++/+++)
lasca	<i>Chondrostoma genei</i>	(o/+)
alborella	<i>Alburnus alburnus alborella</i>	(+/++/+++)
scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	(o/+/++/+++)
carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	(o/+/++)
tinca	<i>Tinca tinca</i>	(o/+/++)
anguilla	<i>Anguilla anguilla</i>	(o/+/++)
Temolo e salmonidi assenti. Specie tipica è l'alborella (spesso accompagnata dal cavedano). Importanti i ciprinidi limnofili.		



Le zone ittiche potenziali sono “definizioni” delle caratteristiche ambientali dei corsi d’acqua in funzione delle condizioni potenziali adatte alle comunità dei pesci, pertanto non mutabili nel tempo. L’assenza di determinate specie caratteristiche in una zona, o l’insediamento di altre tipiche di zone diverse, è imputabile ad alterazioni ambientali dovute a fattori antropici. Ciò non presuppone una riclassificazione, ma il riscontro di popolazioni diverse da quelle tipiche della zona implica la revisione delle modalità di gestione della fauna ittica o interventi di recupero ambientale. Tali situazioni, qualora si riscontrassero, vanno segnalate in sede di relazione tecnica allegata alla scheda di campionamento. La mancata corrispondenza tra zona ittica potenziale e reale va interpretata e commentata nella relazione, in quanto possibile effetto di alterazioni ambientali. L’Indice Ittico (I.I.), come illustrato più avanti, viene valutato in funzione delle classificazione della zona ittica potenziale (ZP).

La zona ittica potenziale (ZP) è individuata secondo uno o più dei seguenti criteri:

- ambienti definiti dalle carte ittiche regionali<sup>8</sup> e/o provinciali,<sup>9</sup> da studi di settore su scala di bacino<sup>10</sup>, da altri studi, ricerche e monitoraggi<sup>11</sup> su aree più o meno vaste e, più in generale, dalla letteratura specialistica, quando disponibile;
- determinazione dell’*indice fisico di produttività* ( $I_{pf}$  - **par. 2.1**); con  $I_{pf} > 5$  risultano zone ittiche potenziali a ciprinidi;
- l’altitudine della stazione di campionamento; in particolare si fa riferimento ai limiti altitudinali climatici individuati da Durio *et al.* (1982) e descritti per le Alpi occidentali al **par. 2.1**; inoltre è importante considerare le fasce altimetriche del bacino sotteso alla stazione indagata; pertanto si possono considerare ZP1 gli ambienti posti ad altitudini superiori alle seguenti:
  - 600 m s.l.m. per le stazioni che sottendono un bacino con altitudine massima inferiore a 1.700 m s.l.m.;
  - 400 m s.l.m. per le stazioni che sottendono un bacino con altitudine massima compresa nella fascia altimetrica 1.700 ÷ 2.700 m s.l.m.;
  - 300 m s.l.m. per le stazioni che sottendono un bacino con altitudine massima compresa nella fascia altimetrica 2.700 ÷ 3.100 m s.l.m.;
  - 250 m s.l.m. per le stazioni che sottendono un bacino con altitudine massima superiore a 3.100 m s.l.m.

Tali criteri sono utili per distinguere le zone ittiche potenziali (ZP) a salmonidi (ZP1) e a ciprinidi (ZP2). Le zone ZP1 possono ancora essere distinte in tre categorie:

**ZP1.1** - Ambienti posti in fasce altimetriche pari o superiori ai limiti precedentemente indicati per l’individuazione delle ZP1 ed appartenenti ai reticoli idrografici delle testate dei bacini tributari di destra del fiume Po a valle di quello del Tanaro. Sono ambienti appartenenti a buona parte dell’area 6 (*bacini compresi tra il Curone e il Tanaro, esclusa la Stura di Demonte*, ma con esclusione anche per quanto riguarda “tutto” il bacino del Tanaro) individuate dall’Autorità del Bacino del Fiume Po nell’ambito delle “azioni per la predisposizione di una normativa riguardante il minimo deflusso vitale negli alvei”

<sup>8</sup> Per esempio la “*Carta Ittica Relativa al territorio della Regione Piemontese*” (Regione Piemonte, 1991).

<sup>9</sup> Per esempio la “*Carta ittica della Provincia di Alessandria. La zona montuosa*” (Forneris, Pascale, 2003).

<sup>10</sup> Per esempio gli “*Studi e ricerche finalizzate alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici... tributari del fiume Po...*” della Provincia di Torino (2000).

<sup>11</sup> Per esempio il piano MARIUS (Regione Piemonte, 1988).

(Progetto Speciale PS 2.5), in applicazione della lettera i) del comma 1) dell'art. 3 della Legge 183 del 18 gennaio 1989 (Allegato "B" - *"criteri di regolazione delle portate in alveo"* - Parma, 21/11/2001).

Regime idrologico nivopluviale per gli ambienti posti alle maggiori altitudini, con areali delle fasce altimetriche superiori al limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale (1.700 m s.l.m.) di almeno 1/4 delle superfici totali dei bacini sottesi. Regime idrologico di transizione tra il nivopluviale ed il pluviale con altitudini massime dei relativi spartiacque superiori al precedente limite e con areali delle fasce altimetriche superiori al limite climatico dello zero termico medio di gennaio (600 m s.l.m.) di almeno 1/4 delle superfici totali dei bacini sottesi. Regimi idrologici pluviali con altitudini massime dei relativi spartiacque superiori all'altitudine di 600 m s.l.m. o comunque tipici dei corsi d'acqua della fascia pedemontana su versanti acclivi e ben ombreggiati per la buona copertura forestale. Acque salmonicole secondo i criteri di cui al D.Lgs. 152/1999. Indice fisico di produttività  $I_{pf} \leq 3$  (ma più frequentemente  $I_{pf} \leq 2$ ).

Nella maggior parte dei casi si tratta dei corsi d'acqua principali scorrenti nelle maggiori vallate dell'Appennino e dei relativi affluenti. Per i primi gli alvei sono interessati da prevalenti situazioni di erosione (pendenze intorno a  $1 \div 5$  %), con dominanza di ghiaia grossolana e media (pur non mancando depositi a granulometria più fine); portate medie annue di alcuni  $m^3/s$ , con minime annue invernali di poche decine di l/s in corrispondenza dei tratti più spiccatamente montani e minime annue estive verso valle, generalmente di un ordine di grandezza superiori. Gli affluenti presentano pendenze talora anche molto più accentuate (fino al 15 %), dominati quasi unicamente da forte erosione e con alvei caratterizzati da materiale grossolano, fino a massi e a roccia in posto; difficilmente le portate medie annue superano  $1 m^3/s$ , mentre le minime annue estive risultano molto ridotte, qualche decina di l/s ed anche meno. In generale il rapporto tra le portate massime e minime è significativamente superiore a quello relativo alle altre tipologie ambientali, come è tipico dei corsi d'acqua a carattere spiccatamente torrentizio. Si tratta di ambienti classificati come *"zone ittiche a trota fario"* secondo la *"Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese"* (Regione Piemonte, 1991), analogamente alla successiva tipologia ambientale (ZP1.2), ma con limiti ambientali più accentuati (soprattutto per la maggiore variabilità del regime idrologico e per le minori potenzialità idriche dei bacini sottesi). Ciò comporta una minore diversificazione biologica in termini di specie ittiche ecocompatibili.

**ZP1.2** - Tanaro, Maira e Varaita e tributari di sinistra del fiume Po (fiume Po compreso), in corrispondenza delle sezioni a monte dei rispettivi bacini imbriferi sottesi con superficie inferiore a  $100 km^2$ . Affluenti dei corsi d'acqua appartenenti alla successiva categoria ZP1.3. Sono ambienti appartenenti all'area 2 (*bacini della Dora Baltea, del Sesia, del Sarca, dell'Oglio prelacuale, del Toce, dell'Adda prelacuale e bacini affluenti dell'area 4*)<sup>12</sup>, all'area 3 (*bacini dell'Agogna, del Terdoppio e del Lambro - Olona*) ed all'area 7 (*bacini compresi tra la Stura di Demonte e l'Orco*; ma compreso "tutto" il bacino del Tanaro) individuate dall'Autorità del Bacino del Fiume Po nell'ambito delle *"azioni per la predisposizione di una normativa riguardante il minimo deflusso vitale negli alvei"* (Progetto Speciale PS 2.5), in applicazione della lettera i) del comma 1) dell'art. 3 della Legge 183 del 18 gennaio 1989 (Allegato "B" - *"criteri di regolazione delle portate in alveo"* - Parma, 21/11/2001).

---

<sup>12</sup> All'area 4 appartengono il *"Ticino, Adda sottolacuale, Oglio sottolacuale, Chiese sottolacuale e Mincio"*.

Regime idrologico frequentemente nivoglaciale o nivopluviale (in qualche raro caso anche pluviale). Acque salmonicole secondo i criteri di cui al D.Lgs. 152/1999. Indice fisico di produttività  $I_{pf} \leq 3$ . Generalmente torrenti di alta montagna e/o affluenti dei corpi idrici principali delle maggiori vallate alpine, caratterizzati da elevate pendenze (con valori intorno al 5 %, ma anche fino al 10 % ed al 15 % e più) e con granulometria degli alvei caratterizzati da ghiaia grossolana, massi e roccia in posto (con netta prevalenza dell'erosione sui processi sedimentari). Possono appartenere a questa categoria torrenti della fascia prealpina o di alta collina, generalmente con altitudine massima del bacino sotteso compresa tra i limiti climatici dello zero termico medio di gennaio (600 m s.l.m.) e dello zero termico medio del trimestre invernale (1.700 m s.l.m.), in genere su versanti acclivi e frequentemente caratterizzati da una copertura forestale in grado di garantire una buona "ombreggiatura" (che limita il riscaldamento estivo delle acque). Portate idriche piuttosto limitate, per le ridotte dimensioni dei bacini sottesi, in genere con valori medi annui inferiori a  $2 \div 3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Portate di magra (solitamente invernali) intorno a poche centinaia di l/s, ma anche decisamente minori, fino a qualche l/s per i più piccoli torrenti, solitamente quelli "alimentati" da versanti collinari e pedemontani (caratterizzati da minori potenzialità idriche) che, soprattutto in estate, garantiscono appena la presenza dell'acqua. Tali ambienti sono spesso tra quelli caratterizzati da condizioni limite per la sopravvivenza di fauna acquatica: acque naturalmente torbide e molto fredde anche in estate per i torrentelli alimentati dai nevai e dai ghiacci in alta montagna, pendenze talora eccessivamente elevate costituenti ambiti invalicabili per gli spostamenti longitudinali dei pesci, forti variazioni di portata,... Talvolta accade l'opposto, come nel caso di piccoli corsi d'acqua scorrenti in boschi collinari caratterizzati da una elevata copertura e da una buona produttività biologica, per i quali il limite principale è rappresentato dalle modeste portate in fase di magra estiva. Si tratta di ambienti classificati come "*zone ittiche a trota fario*" secondo la "*Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese*" (Regione Piemonte, 1991).

**ZP1.3** - Bacini del Tanaro, del Maira e del Varaita e dei tributari di sinistra del fiume Po (fiume Po compreso), in corrispondenza delle sezioni con superfici dei bacini imbriferi sottesi pari o superiori a  $100 \text{ km}^2$ . Sono ambienti appartenenti alle stesse aree individuate dall'Autorità del Bacino del Fiume Po e sopra indicate per ZP1.2.

Regime idrologico nivoglaciale o nivopluviale o di transizione con quello pluviale (quasi mai francamente pluviale). Acque salmonicole secondo i criteri di cui al D.Lgs. 152/1999. Indice fisico di produttività  $I_{pf} \leq 6$ . Generalmente i corsi d'acqua principali delle maggiori vallate alpine (ed i loro affluenti più importanti), caratterizzati da buone pendenze, quasi mai elevate (con valori generalmente compresi tra 1 e 5 %) e con granulometria degli alvei nettamente dominata dalla ghiaia grossolana, accompagnata da qualche masso e, verso valle, da banchi di ghiaia fine e di sabbia. I bacini sottesi presentano una buona porzione di fasce altimetriche elevate, quindi con caratteristiche climatiche rigide e relativamente rigide; ciò comporta modesti processi evapotraspirativi che, unitamente all'incremento delle precipitazioni che solitamente caratterizza le zone montuose, comporta maggiori potenzialità idriche. In sintesi si hanno buone portate (con valori medi annui anche di alcune decine di  $\text{m}^3/\text{s}$ ) che, in molti casi, consentono alle acque di mantenere valori termici estivi relativamente bassi anche nelle fasce di alta pianura, poco a monte della confluenza con il Po. Le portate di magra sono quasi sempre invernali e relativamente cospicue (diversi  $\text{m}^3/\text{s}$  verso valle). Si tratta di ambienti generalmente più produttivi e caratterizzati da una fauna ittica più diversificata rispetto alla precedente tipologia e sono classificati

come “zone ittiche a trota marmorata e/o temolo” secondo la “Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese” (Regione Piemonte, 1991).

Va precisato che le modalità per la determinazione degli indici di abbondanza (**Ia**) descritti in **tab. 5.5** sono molto generiche; in altri termini non sono forniti con precisione i criteri che permettono l’attribuzione dei valori  $Ia = 1 \div 4$ . Si tratta di una questione piuttosto complessa e non ancora risolta, anche e soprattutto perchè, per quanto riguarda l’indice ittico, come precedentemente accennato, si vogliono evitare campionamenti di tipo quantitativo, solitamente onerosi e non sempre affidabili. In linea di massima si ammette una eccessiva concessione alla soggettività dell’ittologo che effettua i campionamenti e ciò rappresenta una impostazione metodologica che ha caratterizzato molti studi fin qui effettuati.

Non ci si pone ora l’obiettivo di risolvere questo problema, ma è fondamentale stabilire almeno i criteri che individuano il passaggio dall’indice **Ia** ad un altro indice **Ir** (indice di rappresentatività) utile ai fini dell’I.I. (pertanto indicato nella scheda di campionamento; **tab. 5.6**). In particolare si pone  $Ir = 1$  per  $Ia = 1$  e  $Ir = 2$  per  $Ia = 2 \div 4$ . In altri termini si tratta di stabilire, con un minimo di precisione, che cosa si intende per “specie sporadica” da una parte ( $Ir = 1$ ) e “specie presente o abbondante o molto abbondante” ( $Ir = 2$ ) dall’altra. Tale distinzione permette, con la procedura descritta più avanti, l’applicazione dell’indice ittico, mentre l’annotazione sulla scheda di campionamento per tutti i valori **Ia** fornisce indicazioni di carattere molto generale sulla consistenza delle popolazioni ittiche riscontrate. I criteri per la determinazione del passaggio dell’indice **Ir** dal valore 1 al valore 2 sono descritti in **tab. 5.8**.

In fase di campionamento si compila la scheda rappresentata in **tab. 5.6**; in essa sono indicate le specie della lista di **tab. 5.4** ed i relativi valori intrinseci ( $V = OR \cdot EN \cdot DC$ ), assegnando a ciascuna l’indice **Ir** ed attribuendo la zona ittica (**ZP** e **ZR**) all’ambiente campionato. Per ogni specie si calcola un punteggio (**P**) dato dal prodotto  $P = V \cdot I$ , dove  $Ir = 1$  o  $2$  secondo i criteri sopra descritti. Per ciascuna specie può risultare  $P = V$  se sporadica, oppure  $P = 2V$  se presente o abbondante o molto abbondante. Dalla somma dei punteggi si ottiene l’indice ittico (**I.I.**).

Le specie esotiche non sono molto importanti nel condizionare il risultato finale, ma lo influenzano abbassandolo un poco. Tale influenza è significativa se sono presenti più specie alloctone e con buone popolazioni; tratti fluviali o i canali “invasi” da popolazioni numerose di Persico sole, Persico trota e Carassio (situazione non rara), essendo per ciascuna  $P = V \cdot I = -2 \cdot 2 = -4$ , risulta un abbassamento dell’I.I. di ben 12 punti.

Per quanto riguarda la superspecie *Salmo trutta* occorre precisare quanto segue:

- vengono considerate alloctone le sottospecie *Salmo [trutta] trutta* (fario di ceppo atlantico) e *Salmo [trutta] macrostigma* (trota sarda e/o fario di ceppo mediterraneo);
- *Salmo [trutta] marmoratus* è considerato l’unico salmonide autoctono.

La contemporanea presenza di trote fario (di ceppo atlantico e/o mediterraneo) e di trote marmorate (e loro ibridi) in sede di campionamento finalizzato alla determinazione dell’I.I., fa variare il valore “V” relativo alla trota fario da +1 (presenza di sole fario) a -1

(contemporanea presenza di fario e di marmorate e/o loro ibridi). Ai fini dell'attribuzione del valore "V" e del calcolo dell'I.I., valgono quindi le seguenti considerazioni:

- nei casi di cattura di sole trote fario si conferma il fattore  $V = +1$  come indicato in **tab. 5.4**;
- nei casi di cattura di sole trote marmorate e/o loro ibridi si considera il fattore  $V = 6$  (dove Ir è determinato dalla somma della presenza delle due forme);
- nei casi di cattura di trote fario e di trote marmorate e/o loro ibridi, si pone  $V = -1$  per le prime e  $V = 6$  per le seconde.

<b>Tab. 5.8</b> - Indicazione del numero minimo di individui (N) catturati in fase di campionamento affinché una determinata specie possa considerarsi almeno presente ( <b>Ir = 2</b> )		
Gruppi	specie (denominazione scientifica e volgare)	N
<i>Acipenseridae</i>	<i>Acipenser sturio</i> ( <b>Storione comune</b> ), <i>Acipenser naccarii</i> ( <b>Storione cobice</b> ), <i>Huso huso</i> ( <b>Storione ladano</b> ).	2
<i>Clupeidae</i>	<i>Alosa fallax lacustris</i> ( <b>Agone</b> ), <i>Alosa fallax nilotica</i> ( <b>Cheppia</b> ).	10
<i>Salmonidae</i>	<i>Salmo</i> [trutta] <i>trutta</i> ( <b>Trota fario</b> ), <i>Salmo</i> [trutta] <i>marmoratus</i> ( <b>Trota marmorata</b> ), <i>Oncorhynchus mykiss</i> ( <b>Trota iridea</b> ), <i>Salvelinus alpinus</i> ( <b>Salmerino alpino</b> ), <i>Salvelinus fontinalis</i> ( <b>Salmerino di fonte</b> ).	5
<i>Thymallidae</i>	<i>Thymallus thymallus</i> ( <b>Temolo</b> ).	10
<i>Coregonidae</i>	<i>Coregonus lavaretus</i> ( <b>Lavarello</b> ), <i>Coregonus macrophthalmus</i> ( <b>Bondella</b> ).	10
<i>Esocidae</i>	<i>Esox lucius</i> ( <b>Luccio</b> ).	2
<i>Cyprinidae</i> (specie AU)	<i>Barbus plebejus</i> ( <b>Barbo</b> ), <i>Chondrostoma genei</i> ( <b>Lasca</b> ), <i>Leuciscus cephalus</i> ( <b>Cavedano</b> ), <i>Alburnus alburnus alborella</i> ( <b>Alborella</b> ), <i>Leuciscus souffia</i> ( <b>Vairone</b> ).	20
	<i>Barbus meridionalis</i> ( <b>Barbo Canino</b> ), <i>Scardinius erythrophthalmus</i> ( <b>Scardola</b> ), <i>Phoxinus phoxinus</i> ( <b>Sanguinerola</b> ), <i>Rutilus erythrophthalmus</i> ( <b>Triotto</b> ), <i>Gobio gobio</i> ( <b>Gobione</b> ), <i>Chondrostoma soetta</i> ( <b>Savetta</b> ).	15
	<i>Rutilus pigus</i> ( <b>Pigo</b> ), <i>Tinca tinca</i> ( <b>Tinca</b> ).	5
<i>Cyprinidae</i> (specie AL)	<i>Cyprinus carpio</i> ( <b>Carpa</b> ), <i>Ctenopharyngodon idella</i> ( <b>Carpa erbivora</b> ), <i>Carassius carassius</i> ( <b>Carassio</b> ), <i>Carassius auratus</i> ( <b>Pesce rosso</b> ), <i>Pseudorasbora parva</i> ( <b>Pseudorasbora</b> ), <i>Aspius aspius</i> ( <b>Aspio</b> ), <i>Rutilus rutilus</i> ( <b>Gardon</b> ), <i>Rhodeus sericeus</i> ( <b>Rodeo amaro</b> ), <i>Abramis brama</i> ( <b>Brema</b> ).	5
<i>Cobitidae</i>	<i>Cobitis taenia bilineata</i> ( <b>Cobite comune</b> ).	5
	<i>Sabanejewia larvata</i> ( <b>Cobite mascherato</b> ).	2
<i>Siluridae</i>	<i>Silurus glanis</i> ( <b>Siluro</b> ).	2
<i>Ictaluridae</i>	<i>Ictalurus melas</i> ( <b>Pesce Gatto</b> ).	5
<i>Anguillidae</i>	<i>Anguilla anguilla</i> ( <b>Anguilla</b> ).	5
<i>Cyprinodontidae</i>	<i>Gambusia holbrooki</i> ( <b>Gambusia</b> ).	5
<i>Gadidae</i>	<i>Lota lota</i> ( <b>Bottatrice</b> ).	2
<i>Centrarchidae</i>	<i>Lepomis gibbosus</i> ( <b>Persico sole</b> ).	5
	<i>Micropterus salmoides</i> ( <b>Persico trota</b> ).	5
<i>Percidae</i>	<i>Perca fluviatilis</i> ( <b>Pesce persico</b> ).	5
	<i>Stizostedion lucioperca</i> ( <b>Lucioperca</b> ), <i>Acerina cernua</i> ( <b>Acerina</b> ).	2
<i>Blenniidae</i>	<i>Salaria fluviatilis</i> ( <b>Cagnetta</b> ).	5
<i>Gobiidae</i>	<i>Padogobius martensi</i> ( <b>Ghiozzo padano</b> ).	20
<i>Cottidae</i>	<i>Cottus gobio</i> ( <b>Scazzone</b> ).	5
<i>Gasterosteidae</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i> ( <b>Spinarello</b> ).	2
<b>Specie autoctone limnofile rinvenute in ambienti chiaramente classificabili in ZP1.</b>		<b>0</b>

La trota fario è stata classificata nel gruppo delle specie con  $V = +1$  nonostante sia considerata alloctona ( $OR = AL2^*$ ), attribuendole  $V = -1$  solo nei casi in cui essa viene rinvenuta in condizione simpatica rispetto alla trota marmorata ed ai suoi ibridi. È stato assegnato l'asterisco in quanto specie di interesse alieutico, evitando quindi l'inserimento nel gruppo con  $V = -2$ .

### 5.3 - Valori dell'I.I. e classi di qualità

L'Indice Ittico così proposto porta a valori bassi o molto bassi per i corsi d'acqua nelle testate dei bacini, popolati quasi sempre da trote fario, spesso per immissioni più meno frequenti, talora insieme a una o poche specie di "accompagnamento". D'altra parte occorre osservare che, dal punto di vista strettamente naturalistico, in funzione della ricchezza biologica (diversità  $\equiv$  numero di specie) e della presenza di specie rare e/o endemiche e/o che destano preoccupazione per il loro stato di conservazione, tali ambienti presentano comunità ittiche poco interessanti, spesso presenti solo perchè sostenute da immissioni ai fini alieutici ( $OR = AL2^*$ ). L'interesse naturalistico aumenta verso valle, dove le condizioni ambientali permettono la presenza di un numero crescente di specie.

Questo aspetto non è in contraddizione rispetto a quanto normalmente atteso dalle consuetudini che generalmente prevedono le acque montane come "pregiate"; tale espressione deriva dalle seguenti considerazioni: le acque montane presentano generalmente una migliore qualità chimica e biologica, sono in ambienti caratterizzati da elevata qualità paesaggistica e sono interessanti dal punto di vista della pesca sportiva.

Questi aspetti sono relativi a valori antropici che, seppure importanti e meritevoli di essere valutati ed attentamente considerati in funzione di modelli gestionali del territorio, non sono coerenti con una oggettiva qualificazione del valore naturalistico che, in questa proposta, tiene invece conto soprattutto della ricchezza biologica. Verso valle, in zone ZP1.3 e ZP2, gli indici I.I. teorici sono ben più elevati.; in tali situazioni il riscontro di indici bassi, oltre a denunciare uno scarso pregio naturalistico, sono probabile conseguenza di alterazioni e pertanto, seppure con cautela, possono essere utilizzati anche come indici di qualità ambientale.

La **tab. 5.9** esprime i possibili valori massimi dell'Indice Ittico in funzione di ipotetiche condizioni ideali che si possono riscontrare nel reticolo idrografico del bacino occidentale del PO, considerando le tipologie ambientali più diffuse e con assenza di specie esotiche.

Si osserva che gli indici più elevati risultano quelli relativi alla zona a ciprinidi, ma altrettanto buono risulta quello relativo al tratto inferiore della zona a salmonidi (ZP1.3). Come atteso risulta invece un indice basso per i tratti a monte della zona a salmonidi (ZP1.1 e ZP1.2), dove sono probabili poche specie. Considerando quindi un indice ittico (I.I.) massimo pari a 45 per la zona a salmonidi e pari a 60 per la zona a ciprinidi, si propone la divisione in classi secondo quanto proposto in **tab. 5.10**.

**Tab. 5.9** - Simulazioni relative alle tipologie ambientali ideali tra le più frequenti nel bacino occidentale del Po con indicazioni, per ciascuna specie, del valore intrinseco (**V**), dell'indice di abbondanza (**Ia**) e del punteggio (**p**). Sono anche indicati il numero totale delle specie (**N**), l'indice ittico (**I.I.**) e la **classe di qualità**.

		Zone ittiche a salmonidi						Zone ittiche a ciprinidi			
		ZP1.1		ZP1.2		ZP1.3		ZP2 superiore		ZP2 inferiore	
Nome volgare	V	Ia	P	Ia	P	Ia	P	Ia	P	P	Ia
Trota fario	1	3	2								
Trota marmorata	6			2	12	3	12	1	6		
Temolo	2					3	4	1	2		
Luccio	2							1	2	2	4
Alborella	3							1	3	3	6
Barbo	4					1	4	3	8	2	8
Barbo Canino	4					2	8	1	4		
Lasca	4					1	4	3	8	2	8
Cavedano	1					1	1	3	2	3	2
Vairone	4	4	8	1	4	2	8	3	8	1	4
Scardola	1									2	2
Sanguinerola	2					1	2	1	2		
Tinca	1									1	1
Triotto	2									2	4
Gobione	1							1	1	3	2
Carpa	1									1	1
Cobite comune	2							1	2	2	4
Anguilla	1							1	1	2	2
Pesce persico	1									1	1
Ghiozzo padano	4							1	4	2	8
Scazzone	2			2	4	2	4	1	2		
N totale specie AU		2		3		9		15		15	
I.I. (Indice Ittico)		10		20		47		55		57	
Classe di qualità		III		II		I		I		I	

**Tab. 5.10** - Attribuzione **classi di qualità (I ÷ V)** in funzione dell'indice **I.I.** e delle **zone ittiche**.

Tipologia ambientale		Classi di qualità ( <b>Q</b> ) in funzione dell'indice ittico ( <b>I.I.</b> )				
		V	IV	III	II	I
Zona ittica potenziale a salmonidi (ZP1)	ZP1.1	≤ 2	3 ÷ 5	6 ÷ 10	11 ÷ 15	≥ 16
	ZP1.2	≤ 3	4 ÷ 7	8 ÷ 15	16 ÷ 25	≥ 26
	ZP1.3	≤ 5	6 ÷ 10	11 ÷ 20	21 ÷ 40	≥ 41
Zona ittica potenziale a ciprinidi ZP2		≤ 10	11 ÷ 20	21 ÷ 35	36 ÷ 50	≥ 51

## 6 - CHISONE A CHAMBONS (CH01 - Fenestrelle)

Il campionamento è stato effettuato in località Chambons, poco a valle dell'abitato ed a valle dell'invaso idroelettrico di Pourrieres. Il tratto in oggetto è interessato dalla presenza di una prismata di recente costruzione, ubicata in sponda destra, lambita a tratti dall'acqua.

SCHEDA DI RILEVAMENTO CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN ALVEO					
Corso d'acqua: Chisone		Località: Chambons		Stazione: CH01	
Comune: Fenestrelle		Altitudine: 1065 m s.l.m.		Data: 28/06/03	
TIPOLOGIA DELL'OPERA: prismata in tratto disalveato e ricalibrato					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es				
Lunghezza	Lo		m	500	
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>		m	3	
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>		m	2,7	
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>		m	2,8	
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>		m	0,6	
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>		m	0,1	
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>		m	0,4	
Superficie totale	Sot		m <sup>2</sup>	1400	
Superficie bagnata	Sob		m <sup>2</sup>	200	
Pendenza	P		°	85	
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>		cm	70	
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>		cm	50	
Collocazione su sponda	Cl	sl		X	
		se			
		si			
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	
			gcg	%	
			gcs	%	
			gmm	%	100
		pr		%	
		ct		%	
		mt		%	
		lg		%	
Materiale cementante	MC	cc			
		cl		X	
Protezione al piede	Pp	N		X	
		Y	n		
			c		
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	
		6-12		mesi	
		1-5		anni	X
		5-30		anni	
		> 30		anni	
Presenza di vegetazione	Pv	N		X	
		Y	er	%	
			ar	%	
			ab	%	



La prismata protegge un tratto lineare, poco meandrizzato. L'alveo è stato rimodellato ed è stato asportato gran parte del materiale a maggiore granulometria. L'opera ha, nel complesso, uno sviluppo longitudinale superiore ai 500 m, presenta una forte pendenza ed è caratterizzata dall'utilizzo di massi metrici con interstizi occlusi da materiale ghiaioso. È assente una protezione al piede. Il tratto bagnato ha una penetrabilità media di circa 50 cm.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - eseguito sulla sponda destra), hanno totalizzato un punteggio di 110 corrispondenti ad una III - IV classe (mediocre scadente). Le condizioni maggiormente penalizzanti sono rappresentate dallo stato del territorio circostante, della vegetazione riparia e della riva.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 440, corrispondente al livello 2. I parametri più penalizzanti (comunque sempre compresi nella II classe di qualità), sono rappresentati dal tenore di fosforo totale e nitrati e dalle concentrazioni di *E. coli*.

100-OD (%sat)	5
BOD5 (O2 mg/l)	2,2
COD (O2 mg/l)	2
NH4 (N mg/l)	0,027
NO3 (N mg/l)	0,425
Fosforo tot (P mg/l)	0,092
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	120

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) nel tratto in esame hanno permesso di rilevare la presenza di 15 Unità Sistematiche di cui 14 non

dubbie (3 taxa di plecoteri, 4 di efemeroteri, 2 di tricoteri, 1 di coleoteri, 3 di ditteri e 1 di tricladi. L'indice è risultato pari **IBE = 9** corrispondente ad una **II classe** di qualità (ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Leuctra</i>	X	<i>Baetis</i>	XXX
<i>Isoperla</i>	(*)	<i>Ecdyonurus</i>	X
<i>Protonemura</i>	X	<i>Epeorus</i>	X
<i>Siphonoperla</i>	X	<i>Rhithrogena</i>	X
TRICOTTERI		TRICLADI	
<i>Rhyacophilidae</i>	X	<i>Crenobia</i>	X
<i>Limnephilidae</i>	X	COLEOTTERI	
DITTERI		<i>Elmidae</i>	X
<i>Chironomidae</i>	X		
<i>Limonidae</i>	X		
<i>Simulidae</i>	X		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 22 e 58 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 38,7 - sd = 23,8). Il gruppo dominante è rappresentato dai Betidi che rappresentano circa il 90 % del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 2,03 corrispondente ad una IV - V classe di qualità (ambiente molto alterato).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	0	1	1	0,7	0,6	0,51	1	0,51
<i>Baetis</i>	55	20	30	35,0	18,0	3,58	0,4	0,57
<i>Epeorus</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	1	0,29
<i>Rhithrogena</i>	1	0	0	0,3	0,6	0,29	1	0,29
<i>Rhyacophilidae</i>	0	0	1	0,3	0,6	0,29	0,7	0,14
<i>Limnephilidae</i>	0	0	0	0,0	0,0	0,00	0,5	0,00
<i>Elmidae</i>	0	0	0	0,0	0,0	0,00	0,2	0,00
<i>Chironomidae</i>	0	0	2	0,7	1,2	0,51	0,2	0,02
<i>Limonidae</i>	0	0	2	0,7	1,2	0,51	0,4	0,08
<i>Simulidae</i>	2	0	0	0,7	1,2	0,51	0,5	0,13
<b>TOTALI</b>	<b>58</b>	<b>22</b>	<b>36</b>	<b>38,7</b>	<b>23,8</b>			<b>2,03</b>

Il campionamento dell'**ittiofauna** è stato effettuato su un transetto di 35 m, a ridosso della prismata per una larghezza media di 5 m. La profondità media è di 40 cm, la massima non supera i 60 cm. L'unico macrohabitat rappresentato è il raschio. L'ombreggiatura sull'alveo bagnato è assente. I rifugi per l'ittiofauna sono scarsi, vista la scarsità di massi e sassi e la scarsa penetrabilità tra i clasti. Durante il campionamento si è osservato un repentino innalzamento della portata con intorbidimento dell'acqua per presumibili interventi idraulici effettuati a monte.

lunghezza	m	35
larghezza max	m	6,5
larghezza media	m	5
profondità media	cm	40
profondità max	cm	60
omogeneità	0÷5	3
antropizzazione	0÷5	2
velocità corrente	m/s	1,1
ombreggiatura	0÷5	0
torbidità	0÷5	2
copertura vegetale del fondo	%	-
rifugi	0÷5	1
raschi	%	100
profondità dei raschi	cm	40
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	-
profondità delle piane	cm	-
roccia	%	-
ghiaia - massi	%	10
ghiaia grossolana	%	60
ghiaia media - fine	%	30
sabbia, limo ed argilla	%	-

La comunità ittica è composta dalla trota fario. La popolazione di *Salmo [trutta] trutta* è numericamente ridotta e non strutturata, per assenza totale delle classi giovanili. Sono stati catturati cinque soli esemplari, di taglia compresa tra 17 e 22 cm. Due dei soggetti catturati hanno fenotipo “mediterraneo”. Il valore dell’indice ittico e la relativa quinta classe di qualità ittiologica riflettono la naturale scarsa produttività del tratto di corso d’acqua indagato, classificabile come “zona a salmonidi superiore” (“zona a trota fario” della Carta Ittica Regionale; Regione Piemonte, 1991).

Specie campionate	Numero individui per classi di lunghezza								Densità Ind./m²	Biomassa g/m²
	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
Trota fario				3	2				0,03	2,95
<b>Totale</b>									0,03	2,95
<b>Indice Ittico: 2</b>					<b>Classe di qualità: V</b>					

## 7 - CHISONE A RORETO (CH02 - Roure)

Il campionamento è stato effettuato in località Roreto, poco a monte del nucleo abitato e della confluenza con il rio di Bourcet. L'altitudine è di 850 m. Le osservazioni sono state condotte il 27/06/03. Il tratto oggetto dell'indagine è caratterizzato da buona naturalità, essendo tuttavia sotteso alla presa di una centrale idroelettrica situata circa un chilometro a monte. La portata è scarsa per la derivazione sopra citata. In questo tratto sono segnalati frequenti cambiamenti di portata per le manovre idrauliche effettuate a monte.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - eseguito sulla sponda destra), hanno totalizzato un punteggio di 250 (sponda sinistra) e di 270 (sponda destra) corrispondenti ad II classe (buona) ed a una I classe (elevata). Le condizioni maggiormente penalizzanti la sponda sinistra sono rappresentate dallo stato del territorio circostante.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 440, corrispondente al livello 2. I parametri più penalizzanti (comunque sempre compresi nella II classe di qualità), sono rappresentati dal BOD5 e dal tenore di ammoniaca e nitrati.

100-OD (%sat)	4
BOD5 (O2 mg/l)	3,8
COD (O2 mg/l)	1
NH4 (N mg/l)	0,038
NO3 (N mg/l)	0,605
Fosforo tot (P mg/l)	0,012
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	20

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) nel tratto in esame hanno rilevato la presenza di 18 Unità Sistematiche di cui 18 non dubbie (4 taxa di plecoteri, 4 di efemeroteri, 2 di tricoteri, 1 di coleoteri, 4 di ditteri, 1 di tricladi e 2 di oligocheti). L'indice è risultato **IBE = 10** corrispondente ad una **I classe** di qualità (ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Leuctra</i>	X	<i>Baetis</i>	XXX
<i>Dinocras</i>	X	<i>Ecdyonurus</i>	X
<i>Protonemura</i>	X	<i>Habroleptoides</i>	XX
<i>Siphonoperla</i>	X	<i>Rhithrogena</i>	X
TRICOTTERI		TRICLADI	
<i>Rhyacophilidae</i>	XX	<i>Crenobia</i>	X
<i>Limnephilidae</i>	X	OLIGOCHETI	
COLEOTTERI		<i>Lumbricidae</i>	X
<i>Elmidae</i>	X	<i>Lumbriculidae</i>	X
DITTERI			
<i>Chironomidae</i>	X		
<i>Limonidae</i>	X		
<i>Athericidae</i>	X		
<i>Simulidae</i>	X		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 48 e 90 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 70,7 sd = 40,6). Il gruppo dominante è rappresentato dai betidi che rappresentano circa il 57 % del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 9,59 corrispondente ad una II classe di qualità (ambiente con moderati sintomi di alterazione).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	12	18	19	16,3	3,8	2,85	1	2,85
<i>Dinocras</i>	0	2	0	0,7	1,2	0,51	1	0,51
<i>Protonemura</i>	2	0	0	0,7	1,2	0,51	0,7	0,25
<i>Siphonoperla</i>	5	3	2	3,3	1,5	1,47	1	1,47
<i>Baetis</i>	41	46	11	32,7	18,9	3,52	0,4	0,56
<i>Habroleptoides</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	1	0,29
<i>Rhithrogena</i>	6	4	9	6,3	2,5	1,99	1	1,99
<i>Rhyacophilidae</i>	1	3	7	3,7	3,1	1,54	0,7	0,75
<i>Limnephilidae</i>	2	4	0	2,0	2,0	1,10	0,7	0,54
<i>Elmidae</i>	2	0	0	0,7	1,2	0,51	0,5	0,13
<i>Chironomidae</i>	0	3	0	1,0	1,7	0,69	0,2	0,03
<i>Limonidae</i>	3	6	0	3,0	3,0	1,39	0,4	0,22
<b>TOTALI</b>	<b>74</b>	<b>90</b>	<b>48</b>	<b>70,7</b>	<b>40,6</b>			<b>9,59</b>

Il campionamento dell'**ittiofauna** è stato effettuato su un transetto di 52 m, su tutta la larghezza del corso d'acqua, mediamente di 5 m in questo tratto. La profondità media è di 27 cm, la massima non supera i 60 cm. Sono rappresentati i tre macrohabitat caratteristici: buca, raschio e piana. Quest'ultima è la tipologia dominante. Il substrato vede la dominanza della ghiaia media e fine sulla ghiaia grossolana, sui sassi ed i massi. L'ombreggiatura sull'alveo bagnato è assente. I rifugi per l'ittiofauna sono ridotti e sono costituiti dagli elementi del substrato di maggiore granulometria.

lunghezza	m	52
larghezza max	m	7,9
larghezza media	m	5,1
profondità media	cm	27
profondità max	cm	60
omogeneità	0÷5	3
antropizzazione	0÷5	0
velocità corrente	m/s	0,38
ombreggiatura	0÷5	0
torbidità	0÷5	0
copertura vegetale del fondo	%	
rifugi	0÷5	2
raschi	%	30
profondità dei raschi	cm	15
buche	%	20
profondità delle buche	cm	45
piane	%	50
profondità delle piane	cm	40
roccia	%	-
ghiaia - massi	%	15
ghiaia grossolana	%	30
ghiaia media - fine	%	55
sabbia, limo ed argilla	%	-

La comunità ittica è composta dalla trota fario. La popolazione di *Salmo [trutta] trutta* rinvenuta in 265 m<sup>2</sup> è composta da 19 pesci, di taglia compresa tra 12 e 24 cm: si rileva quindi l'assenza dei giovani dell'anno; sono viceversa ben rappresentati i soggetti superiori alla taglia minima legale di cattura. Densità e biomassa riscontrati possono essere considerati come buoni per un ambiente con simili caratteristiche e si pongono in prossimità dei limiti superiori rispetto a quanto osservato, in passato, nel bacino del Chisone (Pascale, 1999). Otto dei soggetti catturati (42 % della popolazione) hanno fenotipo "mediterraneo". Il valore dell'indice ittico e la relativa quinta classe di qualità ittologica riflettono la naturale scarsa produttività del tratto di corso d'acqua indagato, classificabile come "zona a salmonidi superiore" ("zona a trota fario" della Carta Ittica Regionale; Regione Piemonte, 1991).

	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
<b>Specie campionate</b>	<b>Numero individui per classi di lunghezza</b>								<b>Densità</b>	<b>Biomassa</b>
Trota fario			4	8	7				0,08	6,26
<b>Totale</b>									0,08	6,26
<b>Indice Ittico: 2</b>					<b>Classe di qualità: V</b>					

## 8 - CHISONE A RORETO (CH03 - Roure)

Il campionamento è stato effettuato nel nucleo abitato di Roreto, circa 300 m a valle della stazione CH02. È presente un muro di vecchia costruzione, in sponda sinistra, a protezione di un gruppo di case. La struttura è lambita solo a tratti dall'acqua.

SCHEMA DI RILEVAMENTO CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN ALVEO					
Corso d'acqua: Chisone		Località: Roreto		Stazione: CH03	
Comune: Roure		Altitudine: 845 m s.l.m.		Data: 27/06/03	
TIPOLOGIA DELL'OPERA: muro composito					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es			NO	
Lunghezza	Lo		m	>300	
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>		m	5,3	
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>		m	4,1	
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>		m	4,8	
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>		m	0,3	
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>		m		
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>		m	0,2	
Superficie totale	Sot		m <sup>2</sup>	1500	
Superficie bagnata	Sob		m <sup>2</sup>	>300	
Pendenza	P		°	88	
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>		cm	0	
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>		cm	0	
Collocazione su sponda	Cl	sl			
		se		X	
		si			
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	
			gcg	%	50
			gcs	%	
			gmm	%	
		pr		%	
		ct		%	50
		mt		%	
		lg		%	
Materiale cementante	MC	cc		X	
		cl			
Protezione al piede	Pp	N			
		Y	n		
c			X		
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	
		6-12		mesi	
		1-5		anni	
		5-30		anni	X
		> 30		anni	
Presenza di vegetazione	Pv	N			
		Y	er	%	5
			ar	%	
			ab	%	



L'alveo antistante è stato rimodellato, senza tuttavia evidenti segni di asportazione del materiale a maggiore granulometria. In sponda destra è presente una prismata di recente costruzione, attualmente non bagnata dall'acqua. È presente inoltre una soglia trasversale in massi, superabile dall'ittiofauna. L'opera ha, nel complesso, uno sviluppo longitudinale superiore ai 300 m ed è caratterizzata dall'utilizzo di cemento e, a tratti, ghiaia con ciottoli grossolani. È presente una protezione al piede in cemento. Il tratto bagnato non mostra segni di cedimenti strutturali con zone di penetrabilità.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - eseguito sulla sponda sinistra), hanno totalizzato un punteggio di 151 corrispondenti ad una III classe (mediocre). Le condizioni maggiormente penalizzanti la sponda sinistra sono rappresentate dallo stato del territorio circostante, della vegetazione riparia e della riva.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 440, corrispondente al livello 2. I parametri più penalizzanti (comunque sempre compresi nella 2a classe di qualità), sono rappresentati dal BOD5 e dal tenore di ammoniaca e nitrati.



100-OD (%sat)	4
BOD5 (O2 mg/l)	3,8
COD (O2 mg/l)	1
NH4 (N mg/l)	0,038
NO3 (N mg/l)	0,605
Fosforo tot (P mg/l)	0,012
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	20

Le analisi sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) hanno rilevato la presenza di 18 Unità Sistematiche di cui 18 non dubbie (4 taxa di plecoteri, 4 di efemerotteri, 2 di tricoteri, 1 di coleotteri, 4 di ditteri, 1 di tricladi e 2 di oligocheti). È risultato **IBE = 10**, corrispondente ad una **I classe** di qualità (ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Leuctra</i>	X	<i>Baetis</i>	XXX
<i>Dinocras</i>	X	<i>Ecdyonurus</i>	X
<i>Protonemura</i>	X	<i>Habroleptoides</i>	XX
<i>Siphonoperla</i>	X	<i>Rhithrogena</i>	X
TRICOTTERI		TRICLADI	
<i>Rhyacophilidae</i>	XX	<i>Crenobia</i>	X
<i>Limnephilidae</i>	X	DITTERI	
COLEOTTERI		<i>Chironomidae</i>	X
<i>Elmidae</i>	X	<i>Limonidae</i>	X
OLIGOCHETI		<i>Athericidae</i>	X
<i>Lumbricidae</i>	X	<i>Simulidae</i>	X
<i>Lumbriculidae</i>	X		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 48 e 90 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 70,7 sd = 40,6).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	8	4	11	7,7	3,5	2,16	1	2,16
<i>Dinocras</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	1	0,29
<i>Baetis</i>	47	85	64	65,3	19,0	4,19	0,4	0,67
<i>Ecdyonurus</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	1	0,29
<i>Hydropsychidae</i>	1	0	0	0,3	0,6	0,29	0,5	0,07
<i>Rhyacophilidae</i>	5	1	1	2,3	2,3	1,20	0,7	0,59
<i>Limnephilidae</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	0,7	0,14
<i>Elmidae</i>	0	6	2	2,7	3,1	1,30	0,5	0,32
<i>Chironomidae</i>	107	104	127	112,7	12,5	4,73	0,2	0,19
<i>Limonidae</i>	0	2	3	1,7	1,5	0,98	0,4	0,16
<i>Athericidae</i>	7	8	3	6,0	2,6	1,95	1	1,95
<i>Tipulidae</i>	0	0	1	0,3	0,6	0,29	0,5	0,07
<b>TOTALI</b>	<b>175</b>	<b>213</b>	<b>212</b>	<b>200</b>	<b>47,5</b>			<b>6,90</b>

Il gruppo dominante è rappresentato dai betidi che rappresentano circa il 57 % del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 9,59 corrispondente ad una II classe di qualità (ambiente con moderati sintomi di alterazione).

Il campionamento dell'**ittiofauna** è stato effettuato su un transetto di 49 m, a ridosso del muro per una larghezza media di 5 m. Il corso d'acqua è largo mediamente 12 m. La profondità media è di 20 cm, la massima di 45 cm. Il substrato vede la dominanza della ghiaia media e fine sulla ghiaia grossolana, sui sassi ed i massi. L'unico macrohabitat rappresentato è il raschio. L'ombreggiatura interessa circa il 40 % dell'alveo bagnato. I rifugi per l'ittiofauna sono ridotti e sono costituiti dagli elementi del substrato di maggiore granulometria.

lunghezza	m	49
larghezza max	m	5,8
larghezza media	m	5
profondità media	cm	20
profondità max	cm	45
omogeneità	0÷5	3
antropizzazione	0÷5	2
velocità corrente	m/s	0,6
ombreggiatura	0÷5	2
torbidità	0÷5	0
copertura vegetale del fondo	%	
rifugi	0÷5	2
raschi	%	100
profondità dei raschi	cm	20
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	-
profondità delle piane	cm	-
roccia	%	5
ghiaia - massi	%	15
ghiaia grossolana	%	30
ghiaia media - fine	%	50
sabbia, limo ed argilla	%	-

La comunità ittica è composta dalla trota fario. La popolazione di *Salmo [trutta] trutta* rinvenuta in 245 m<sup>2</sup> è ridotta e non strutturata, composta da quattro pesci, con taglia tra 4 e 22 cm. Densità e biomassa sono molto bassi, al di sotto dei limiti inferiori osservati, in passato, nel bacino del Chisone (Pascale, 1999). Due dei soggetti hanno fenotipo "mediterraneo". L'indice ittico e la relativa quinta classe di qualità ittologica riflettono la naturale scarsa produttività del tratto indagato, classificabile come "zona a salmonidi superiore" ("zona a trota fario" della Carta Ittica Regionale; Regione Piemonte, 1991).

Specie campionate	Numero individui per classi di lunghezza								Densità Ind./m <sup>2</sup>	Biomassa g/m <sup>2</sup>
	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
Trota fario	1		2		1				0,02	0,82
<b>Totale</b>									0,02	0,82
<b>Indice Ittico: 1</b>					<b>Classe di qualità: V</b>					

## 9 - CHISONE A PONTE DI MALAN (CH04 - PORTE)

Il campionamento è stato effettuato in località Malanaggio, poco a monte del ponte del ristorante Malan. Il tratto oggetto dell'indagine è interessato dalla presenza di una struttura in massi disordinati di recente costruzione, ubicata in sponda sinistra.

SCHEDA DI RILEVAMENTO CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN ALVEO					
Corso d'acqua: Chisone		Località: ponte di Malan		Stazione: CH04	
Comune: Porte		Altitudine: 465 m s.l.m.		Data: 18/04/03	
TIPOLOGIA DELL'OPERA: scogliera con massi disordinati					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es			NO	
Lunghezza	Lo		m	78	
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>		m	7,8	
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>		m	7,4	
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>		m	7,5	
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>		m	0,4	
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>		m	-	
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>		m	0,2	
Superficie totale	Sot		m <sup>2</sup>	632	
Superficie bagnata	Sob		m <sup>2</sup>	15,6	
Pendenza	P		°	40	
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>		cm	-	
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>		cm	-	
Collocazione su sponda	Cl	sl			
		se		X	
		si			
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	
			gcg	%	5
			gcs	%	93
			gmm	%	2
		pr		%	
		ct		%	
		mt		%	
		lg		%	
Materiale cementante	MC	cc			
		cl			
Protezione al piede	Pp	N		X	
		Y	n		
			c		
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	
		6-12		mesi	X
		1-5		anni	
		5-30		anni	
		> 30		anni	
Presenza di vegetazione	Pv	N		X	
		Y	er	%	
			ar	%	
			ab	%	

La scogliera protegge un tratto di sponda esterna su cui è collocato un campo sportivo ed una zona di ricreazione attrezzata. L'alveo è stato in parte rimodellato ed è stata asportata una porzione del materiale a maggiore granulometria. L'opera ha, nel complesso, uno sviluppo longitudinale di 72 m, presenta una modesta pendenza ed è caratterizzata dall'utilizzo di massi e sassi metrici con interstizi occlusi da materiale ghiaioso. È assente una protezione al piede.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - eseguito sulla sponda sinistra), hanno totalizzato un punteggio di 130, corrispondenti ad una III classe di funzionalità fluviale (mediocre). Le condizioni maggiormente penalizzanti sono rappresentate dallo stato del territorio circostante, della vegetazione riparia e della riva.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 340, corrispondente al livello 2. I parametri più penalizzanti sono rappresentati dal tenore di ammoniaca e dalle densità di *E. coli*.

100-OD (%sat)	9
BOD5 (O2 mg/l)	2,0
COD (O2 mg/l)	6
NH4 (N mg/l)	0,210
NO3 (N mg/l)	1,045
Fosforo tot (P mg/l)	0,064
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	1500

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) nel tratto in esame hanno permesso di rilevare la presenza di 20 Unità Sistematiche di cui 19 non dubbie (2 taxa di plecoteri, 3 di efemeroteri, 4 di tricoteri, 1 di coleoteri, 4 di ditteri, 1 di gasteropodi, 1 di tricladi, 1 di irudinei, 2 di oligocheti). L'indice è risultato **IBE = 10**

corrispondente ad una **I classe** di qualità (ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Leuctra</i>	X	<i>Baetis</i>	XXX
<i>Dinocras</i>	X	<i>Epeorus</i>	X
GASTEROPODI		<i>Ecdyonurus</i>	XX
<i>Physidae</i>	X	<i>Habroleptoides</i>	(*)
TRICOTTERI		TRICLADI	
<i>Hydropsychidae</i>	XX	<i>Crenobia</i>	X
<i>Rhyacophilidae</i>	X	IRUDINEI	
<i>Limnephilidae</i>	X	<i>Dina</i>	X
<i>Sericostomatidae</i>	X	OLIGOCHETI	
COLEOTTERI		<i>Lumbricidae</i>	X
<i>Elmidae</i>	X	<i>Tubificidae</i>	X
DITTERI			
<i>Chironomidae</i>	X		
<i>Limonidae</i>	X		
<i>Athericidae</i>	X		
<i>Tipulidae</i>	X		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 175 e 213 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 200 sd = 47,5). Il gruppo dominante è rappresentato dai chironomidi che rappresentano circa il 56% del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 6,90 corrispondente ad una III classe di qualità (ambiente alterato).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	8	4	11	7,7	3,5	2,16	1	2,16
<i>Dinocras</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	1	0,29
<i>Baetis</i>	47	85	64	65,3	19,0	4,19	0,4	0,67
<i>Ecdyonurus</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	1	0,29
<i>Hydropsychidae</i>	1	0	0	0,3	0,6	0,29	0,5	0,07
<i>Rhyacophilidae</i>	5	1	1	2,3	2,3	1,20	0,7	0,59
<i>Limnephilidae</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	0,7	0,14
<i>Elmidae</i>	0	6	2	2,7	3,1	1,30	0,5	0,32
<i>Chironomidae</i>	107	104	127	112,7	12,5	4,73	0,2	0,19
<i>Limonidae</i>	0	2	3	1,7	1,5	0,98	0,4	0,16
<i>Athericidae</i>	7	8	3	6,0	2,6	1,95	1	1,95
<i>Tipulidae</i>	0	0	1	0,3	0,6	0,29	0,5	0,07
<b>TOTALI</b>	<b>175</b>	<b>213</b>	<b>212</b>	<b>200</b>	<b>47,5</b>			<b>6,90</b>

Il campionamento dell'ittiofauna è stato effettuato su un tutta la lunghezza dell'opera, a ridosso di essa per una larghezza media di 3 m. Il corso d'acqua è largo mediamente 22 m. La profondità media nel tratto indagato è di 30 cm, la massima non supera i 60 cm. Il substrato vede la dominanza della ghiaia con massi e grossolana, con inferiori percentuali di ghiaia media, sabbia e roccia. L'unico macrohabitat rappresentato è il raschio. L'ombreggiatura sull'alveo bagnato è assente. I rifugi per l'ittiofauna sono costituiti dagli elementi del substrato di maggiore granulometria e sono ben rappresentati.

lunghezza	m	72
larghezza max	m	3
larghezza media	m	3
profondità media	cm	30
profondità max	cm	60
omogeneità	0÷5	3
antropizzazione	0÷5	2
velocità corrente	m/s	0,67
ombreggiatura	0÷5	0
torbidità	0÷5	0
copertura vegetale del fondo	%	70
rifugi	0÷5	3
raschi	%	100
profondità dei raschi	cm	30
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	-
profondità delle piane	cm	-
roccia	%	5
ghiaia - massi	%	40
ghiaia grossolana	%	30
ghiaia media - fine	%	15
sabbia, limo ed argilla	%	10

Specie campionate	Numero individui per classi di lunghezza								Densità Ind./m <sup>2</sup>	Biomassa g/m <sup>2</sup>
	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
Trota fario			6	4					0,05	1,89
Trota marmor.	32		1	1					0,16	0,46
Scazzone		2	1						0,01	0,21
Vairone	11	20							0,16	0,81
<b>Totale</b>									<b>0,38</b>	<b>3,37</b>
<b>Indice Ittico: 20</b>					<b>Classe di qualità: II</b>					

La comunità ittica è composta dalla trota fario, dalla trota marmorata, dallo scazzone e dal vairone. La popolazione di *Salmo [trutta] trutta* rinvenuta in 216 m<sup>2</sup> non è ben strutturata, essendo composta da 10 pesci, di taglia compresa tra 11 e 17 cm; sono assenti i giovani dell'anno ed i soggetti superiori alla taglia minima legale di cattura. La popolazione di *Salmo [trutta] marmoratus* non è strutturata, essendo composta quasi completamente da giovani dell'anno, immessi da pochi giorni dalla Provincia di Torino, e da due pesci di 13 e 17 cm. *Cottus gobio* è presente con tre soli soggetti adulti, mentre *Leuciscus souffia* è ben rappresentato, con 31 individui, tra i quali appaiono dominanti quelli di taglia maggiore. I

parametri quantitativi delle specie presenti sono molto elevati per trota marmorata e vaironi, bassi per trota fario e scazzone. Per *Salmo [trutta] marmoratus* il valore densitario è ampiamente sovrastimato e condizionato dal recente ripopolamento effettuato. Il parametro “biomassa” di questa specie è viceversa basso. Il valore dell’indice ittico e la relativa seconda classe di qualità ittiologica riflettono la discreta situazione ittiofaunistica del tratto di corso d’acqua indagato, classificabile come “zona a salmonidi inferiore” (“zona a trota marmorata/temolo” della Carta Ittica Regionale; Regione Piemonte, 1991).

## 10 - CHISONE A PONTE DI MALAN (CH05 - PORTE)

Il campionamento è stato effettuato in località Malanaggio, poco a monte del ponte del ristorante Malan. La stazione è in contiguità con CH04. Il tratto indagato è interessato dalla presenza di una massicciata di recente costruzione, ubicata in sponda sinistra.

SCHEDA DI RILEVAMENTO CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN ALVEO					
Corso d'acqua: Chisone		Località: ponte di Malan		Stazione: CH05	
Comune: Porte		Altitudine: 464 m s.l.m.		Data: 18/04/03	
TIPOLOGIA DELL'OPERA: massicciata					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es			NO	
Lunghezza	Lo		m	152	
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>		m	4,2	
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>		m	4	
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>		m	3,8	
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>		m	0,2	
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>		m	0	
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>		m	0,1	
Superficie totale	Sot		m <sup>2</sup>	730	
Superficie bagnata	Sob		m <sup>2</sup>	15,2	
Pendenza	P		°		
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>		cm	30	
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>		cm	5	
Collocazione su sponda	Cl	sl			
		se		X	
		si			
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	
			gcg	%	10
			gcs	%	
			gmm	%	90
		pr		%	
		ct		%	50
		mt		%	
		lg		%	
Materiale cementante	MC	cc			
		cl		X	
Protezione al piede	Pp	N		X	
		Y	n		
			c		X
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	
		6-12		mesi	
		1-5		anni	X
		5-30		anni	
		> 30		anni	
Presenza di vegetazione	Pv	N			
		Y	er	%	10
			ar	%	1
			ab	%	



La massicciata protegge un tratto di sponda esterna su cui è collocato un campo sportivo ed una zona di ricreazione attrezzata. L'alveo è stato in parte rimodellato ed è stata asportata parte del materiale a maggiore granulometria. L'opera ha, nel complesso, uno sviluppo longitudinale di 152 m, presenta una forte pendenza ed è caratterizzata dall'utilizzo di massi metrici e ciottoli con interstizi occlusi da materiale ghiaioso. È assente una protezione al piede. Il tratto bagnato ha una penetrabilità media di 5 cm.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - eseguito sulla sponda sinistra), hanno totalizzato un punteggio di 130, corrispondenti ad una III classe di funzionalità fluviale (mediocre). Le condizioni maggiormente penalizzanti sono rappresentate dallo stato del territorio circostante, della vegetazione riparia e della riva.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 360, corrispondente al livello 2. I parametri più penalizzanti sono rappresentati dal tenore di ammoniaca e dalle densità di *E. coli*.

100-OD (%sat)	12
BOD5 (O2 mg/l)	2,0
COD (O2 mg/l)	6
NH4 (N mg/l)	0,210
NO3 (N mg/l)	1,045
Fosforo tot (P mg/l)	0,064
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	1500

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) nel tratto in esame hanno permesso di rilevare la presenza di 20 Unità Sistematiche di cui 19 non dubbie (2 taxa di plecoteri, 3 di efemerotteri, 4 di tricoteri, 1 di coleotteri, 4 di ditteri, 1 di gasteropodi, 1 di tricladi, 1 di irudinei, 2 di oligocheti). L'indice è risultato **IBE = 10** corrispondente ad una **I classe** di qualità (ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Leuctra</i>	X	<i>Baetis</i>	XXX
<i>Dinocras</i>	X	<i>Epeorus</i>	X
GASTEROPODI		<i>Ecdyonurus</i>	XX
<i>Physidae</i>	X	<i>Habroleptoides</i>	(*)
TRICOTTERI		TRICLADI	
<i>Hydropsychidae</i>	XX	<i>Crenobia</i>	X
<i>Rhyacophilidae</i>	X	IRUDINEI	
<i>Limnephilidae</i>	X	<i>Dina</i>	X
<i>Sericostomatidae</i>	X	COLEOTTERI	
OLIGOCHETI		<i>Elmidae</i>	X
<i>Lumbricidae</i>	X	DITTERI	
<i>Tubificidae</i>	X	<i>Chironomidae</i>	X
		<i>Limonidae</i>	X
		<i>Athericidae</i>	X
		<i>Tipulidae</i>	X
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 175 e 213 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 200 sd = 47,5). Il gruppo dominante è rappresentato dai chironomidi che rappresentano circa il 56% del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 6,90 corrispondente ad una III classe di qualità (ambiente alterato).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	8	4	11	7,7	3,5	2,16	1	2,16
<i>Dinocras</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	1	0,29
<i>Baetis</i>	47	85	64	65,3	19,0	4,19	0,4	0,67
<i>Ecdyonurus</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	1	0,29
<i>Hydropsychidae</i>	1	0	0	0,3	0,6	0,29	0,5	0,07
<i>Rhyacophilidae</i>	5	1	1	2,3	2,3	1,20	0,7	0,59
<i>Limnephilidae</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	0,7	0,14
<i>Elmidae</i>	0	6	2	2,7	3,1	1,30	0,5	0,32
<i>Chironomidae</i>	107	104	127	112,7	12,5	4,73	0,2	0,19
<i>Limonidae</i>	0	2	3	1,7	1,5	0,98	0,4	0,16
<i>Athericidae</i>	7	8	3	6,0	2,6	1,95	1	1,95
<i>Tipulidae</i>	0	0	1	0,3	0,6	0,29	0,5	0,07
<b>TOTALI</b>	<b>175</b>	<b>213</b>	<b>212</b>	<b>200</b>	<b>47,5</b>			<b>6,90</b>

Il campionamento dell'**ittiofauna** è stato effettuato su un transetto di 70 m, per una larghezza media di 3 m. Il corso d'acqua è largo mediamente 28 m. La profondità media

nel tratto indagato è di 15 cm, la massima non supera i 30 cm. Il substrato vede la dominanza della ghiaia grossolana e medio-fine, con inferiori percentuali di massi e sabbia. L'unico macrohabitat rappresentato è il raschio. L'ombreggiatura sull'alveo bagnato è assente. I rifugi per l'ittiofauna sono costituiti dagli elementi del substrato di maggiore granulometria e sono ben rappresentati.

lunghezza	m	70
larghezza max	m	3
larghezza media	m	3
profondità media	cm	15
profondità max	cm	30
omogeneità	0÷5	3
antropizzazione	0÷5	2
velocità corrente	m/s	0,3
ombreggiatura	0÷5	0
torbidità	0÷5	0
copertura vegetale del fondo	%	70
rifugi	0÷5	3
raschi	%	100
profondità dei raschi	cm	15
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	-
profondità delle piane	cm	-
roccia	%	-
ghiaia - massi	%	5
ghiaia grossolana	%	40
ghiaia media - fine	%	35
sabbia, limo ed argilla	%	20

La comunità ittica è composta dalla trota marmorata. La popolazione di *Salmo [trutta] marmoratus* rinvenuta in 210 m<sup>2</sup> è composta da due soli pesci; sono giovani dell'anno, frutto di una recente immissione effettuata dalla Provincia di Torino. Densità e biomassa riscontrati sono molto bassi per un ambiente con simili caratteristiche e sono al di sotto dei limiti inferiori rispetto a quanto osservato, in passato, nel bacino del Chisone (Pascale, 1999). Sono inoltre assenti le altre specie caratteristiche, rinvenute peraltro poche decine di metri a monte, nella stazione CH04. Il valore dell'indice ittico e la relativa quarta classe di qualità ittologica evidenziano una situazione di forte compromissione del tratto di corso d'acqua indagato, classificabile come "zona a salmonidi inferiore" ("zona a trota marmorata/temolo" della Carta Ittica Regionale; Regione Piemonte, 1991).

Specie campionate	Numero individui per classi di lunghezza								Densità ind./m <sup>2</sup>	Biomassa g/m <sup>2</sup>
	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
Trota marmorata	2								0,01	<0,01
<b>Totale</b>									0,01	<0,01
<b>Indice Ittico: 6</b>					<b>Classe di qualità: IV</b>					

## 11 - CHISONE A MALANAGGIO (CH06 - PORTE)

Il campionamento è stato effettuato presso lo stabilimento Luzenac, in località Malanaggio. Il tratto indagato è interessato dalla presenza di un vecchio muro, ubicato in sponda sinistra, in contiguità con la struttura produttiva. Il muro è lambito solo a tratti dall'acqua.

SCHEDA DI RILEVAMENTO CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN ALVEO					
Corso d'acqua: Chisone		Località: Luzenac		Stazione: CH06	
Comune: Porte		Altitudine: 467 m s.l.m.		Data: 18/04/03	
TIPOLOGIA DELL'OPERA: muro					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es			SO	
Lunghezza	Lo		m	234	
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>		m	5,25	
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>		m	3,40	
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>		m	4,20	
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>		m	0,85	
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>		m	-	
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>		m	0,20	
Superficie totale	Sot		m <sup>2</sup>	983	
Superficie bagnata	Sob		m <sup>2</sup>	47	
Pendenza	P		°	90	
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>		cm	120	
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>		cm	20	
Collocazione su sponda	Cl	sl		X	
		se			
		si			
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	
			gcg	%	
			gcs	%	
			gmm	%	
		pr		%	
		ct		%	20
		mt		%	80
lg		%			
Materiale cementante	MC	cc		X	
		cl			
Protezione al piede	Pp	N			
		Y	n	X	
			c	X	
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	
		6-12		mesi	
		1-5		anni	
		5-30		anni	
		> 30		anni	X
Presenza di vegetazione	Pv	N		X	
		Y	er	%	
			ar	%	
			ab	%	

L'alveo antistante è naturale, senza segni pregressi di asportazione del materiale a maggiore granulometria. E' presente in sponda sinistra, poco a monte dell'area indagata, un "troppo pieno" del canale di servizio della Luzenac. L'opera ha, nel complesso, uno sviluppo longitudinale superiore di 234 m ed è caratterizzata dall'utilizzo di mattoni e cemento, con interstizi occlusi da cemento. È presente una protezione al piede in cemento con interstizi occlusi da ghiaia. Il tratto bagnato mostra alcune zone di erosione strutturale, con zone di penetrabilità, mediamente non superiori ai 20 cm.

Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - sulla sponda destra), hanno totalizzato un punteggio di 131, corrispondenti ad una III/IV classe di funzionalità fluviale (mediocre - scadente). Le condizioni maggiormente penalizzanti sono rappresentate dallo stato del territorio circostante, della vegetazione riparia e della riva.



Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 290, corrispondente al livello 2. I parametri più penalizzanti sono rappresentati dal tenore di ammoniaca e dalle densità di *E. coli*.

100-OD (%sat)	15
BOD5 (O2 mg/l)	2,5
COD (O2 mg/l)	2
NH4 (N mg/l)	0,170
NO3 (N mg/l)	1,065
Fosforo tot (P mg/l)	0,098
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	5100

Le analisi sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) hanno permesso di rilevare la presenza di 25 Unità Sistematiche di cui 22 non dubbie (3 taxa di plecoteri, 4 di efemeroteri, 4 di tricoteri, 1 di coleotteri, 2 di crostacei, 3 di ditteri, 1 di gasteropodi, 1 di tricladi, 1 di irudinei, 2 di oligocheti ed 1 di gordidi). L'indice è risultato **IBE = 11**, quindi una **I classe** di qualità (ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Leuctra</i>	XX	<i>Baetis</i>	XX
<i>Dinocras</i>	X	<i>Epeorus</i>	(*)
<i>Perla</i>	(*)	<i>Ecdyonurus</i>	XX
<i>Perlodes</i>	X	<i>Rhithrogena</i>	X
CROSTACEI		<i>Habroleptoides</i>	X
<i>Gammaridae</i>	X	GASTEROPODI	
<i>Asellidae</i>	X	<i>Physidae</i>	X
TRICOTTERI		TRICLADI	
<i>Hydropsychidae</i>	X	<i>Crenobia</i>	X
<i>Rhyacophilidae</i>	X	IRUDINEI	
<i>Limnephilidae</i>	X	<i>Dina</i>	X
<i>Sericostomatidae</i>	X	COLEOTTERI	
OLIGOCHETI		<i>Elmidae</i>	X
<i>Lumbricidae</i>	X	ALTRI	
<i>Tubificidae</i>	X	<i>Gordidae</i>	X
DITTERI			
<i>Chironomidae</i>	XXX		
<i>Limonidae</i>	X		
<i>Athericidae</i>	X		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	25	10	32	22,3	11,2	3,15	1	3,15
<i>Dinocras</i>	1	0	0	0,3	0,6	0,29	1	0,29
<i>Perlodes</i>	2	0	2	1,3	1,2	0,85	1	0,85
<i>Baetis</i>	124	84	165	124,3	40,5	4,83	0,4	0,77
<i>Ecdyonurus</i>	0	0	2	0,7	1,2	0,51	1	0,51
<i>Rhithrogena</i>	2	2	0	1,3	1,2	0,85	1	0,85
<i>Habroleptoides</i>	1	0	0	0,3	0,6	0,29	1	0,29
<i>Hydropsychidae</i>	0	3	0	1,0	1,7	0,69	0,5	0,17
<i>Rhyacophilidae</i>	4	8	11	7,7	3,5	2,16	0,7	1,06
<i>Sericostomatidae</i>	0	0	1	0,3	0,6	0,29	0,4	0,05
<i>Elmidae</i>	1	0	3	1,3	1,5	0,85	0,5	0,21
<i>Chironomidae</i>	184	305	460	316,3	138,3	5,76	0,2	0,23
<i>Limonidae</i>	1	0	1	0,7	0,6	0,51	0,4	0,08
<i>Athericidae</i>	8	0	7	5,0	4,4	1,79	1	1,79
<b>TOTALI</b>	<b>353</b>	<b>412</b>	<b>684</b>	<b>483,0</b>	<b>207,0</b>			<b>10,30</b>

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 358 e 684 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 483 sd = 207). Il gruppo dominante è rappresentato dai chironomidi che rappresentano circa il 65% del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 10,3 corrispondente ad una II classe di qualità (ambiente con moderati sintomi di alterazione).

Il campionamento dell'**ittiofauna** è stato effettuato su un transetto di lunghezza pari a 120 m, largo mediamente 3 m, a ridosso del muro. Il corso d'acqua è largo mediamente 14,4 m. La profondità media nel tratto indagato è di 40 cm, la massima raggiunge 120 cm. Il substrato vede la dominanza di roccia e ghiaia grossolana, con inferiori percentuali di massi, ghiaia media e sabbia. Sono rappresentati i tre macrohabitat caratteristici: buca, raschio e piana. Il raschio è la tipologia dominante. L'ombreggiatura sull'alveo bagnato è assente. I rifugi per l'ittiofauna sono costituiti dagli elementi del substrato di maggiore granulometria e sono discretamente rappresentati.

lunghezza	m	120
larghezza max	m	5
larghezza media	m	3
profondità media	cm	40
profondità max	cm	120
omogeneità	0÷5	2
antropizzazione	0÷5	2
velocità corrente	m/s	0.4
ombreggiatura	0÷5	0
torbidità	0÷5	0
copertura vegetale del fondo	%	10
rifugi	0÷5	2
raschi	%	60
profondità dei raschi	cm	25
buche	%	10
profondità delle buche	cm	70
piane	%	30
profondità delle piane	cm	40
roccia	%	35
ghiaia - massi	%	5
ghiaia grossolana	%	30
ghiaia media - fine	%	10
sabbia, limo ed argilla	%	20

La comunità ittica è composta dalla trota fario, dalla trota marmorata, dal barbo canino, dallo scazzone e dal vairone. La popolazione di *Salmo [trutta] trutta* rinvenuta in 360 m<sup>2</sup> non è ben strutturata, essendo composta da sedici pesci, di taglia compresa tra 12 e 26 cm; sono assenti i giovani dell'anno, mentre sono discretamente rappresentati i soggetti superiori alla taglia minima legale di cattura. Alcuni dei soggetti catturati hanno fenotipo "mediterraneo". La popolazione di *Salmo [trutta] marmoratus* ed ibridi non è strutturata, essendo composta quasi completamente da soggetti di due classi di età, assenza di giovani dell'anno e di adulti superiori alla taglia minima legale di cattura. *Barbus meridionalis* è sporadico, essendo stato catturato un solo esemplare di 13,5 cm. *Cottus gobio* è presente con 10 soggetti adulti, mentre *Leuciscus souffia* è la specie più rappresentata, con 46

individui, con popolazione, nel complesso, sufficientemente strutturata. I parametri quantitativi delle specie presenti sono molto elevati il vairone, medio-bassi per le altre specie. Il valore dell'indice ittico e la relativa prima classe di qualità ittologica riflettono la buona situazione ittiofaunistica del tratto di corso d'acqua indagato, soprattutto quanto a numero e tipo di specie presenti, classificabile come “zona a salmonidi inferiore” (“zona a trota marmorata/temolo” della Carta Ittica Regionale; Regione Piemonte, 1991).

Specie campionate	Numero individui per classi di lunghezza								Densità Ind./m <sup>2</sup>	Biomassa g/m <sup>2</sup>
	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
Trota fario			5	7	3	1			0,05	4,23
Trota marmorata			4	3	1				0,03	2,19
Barbo canino			1						<0,01	0,09
Scazzone			10						0,03	0,83
Vairone	4	24	18						0,18	2,15
<b>Totale</b>									0,30	9,49
<b>Indice Ittico: 26</b>					<b>Classe di qualità: I</b>					



## 12 - CHISONE A CENTRALE COLOMBINI (CH07 - PINEROLO)

Il campionamento è stato effettuato poco a monte dello scarico della centrale Colombini, in territorio comunale di Pinerolo.

SCHEDA DI RILEVAMENTO CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN ALVEO					
Corso d'acqua: Chisone		Località: centrale Colombini		Stazione: CH07	
Comune: Pinerolo		Altitudine: 380 m s.l.m.		Data: 28/03/03	
TIPOLOGIA DELL'OPERA: tratto disalveato e ricalibrato					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es			SO	
Lunghezza	Lo		m	>500	
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>		m	-	
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>		m	-	
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>		m	-	
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>		m	-	
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>		m	-	
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>		m	-	
Superficie totale	Sot		m <sup>2</sup>	-	
Superficie bagnata	Sob		m <sup>2</sup>	-	
Pendenza	P		°	-	
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>		cm	-	
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>		cm	-	
Collocazione su sponda	Cl	sl		X	
		se		-	
		si		-	
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	-
			gcg	%	-
			gcs	%	-
			gmm	%	-
		pr		%	-
		ct		%	-
		mt		%	-
		lg		%	-
Materiale cementante	MC	cc		-	
		cl		-	
Protezione al piede	Pp	N		-	
		Y	n		-
			c		-
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	-
		6-12		mesi	-
		1-5		anni	X
		5-30		anni	-
		> 30		anni	-
Presenza di vegetazione	Pv	N		-	
		Y	er	%	-
			ar	%	-
			ab	%	-

Il tratto oggetto dell'indagine è stato oggetto di disalveo a seguito degli eventi alluvionali del 2000. Il disalveo ha comportato ricalibratura ed asportazione di materiale litoide di dimensioni medio-grandi (massi e sassi). L'area disalveata ha, nel complesso, uno sviluppo longitudinale superiore di circa 1000 m, interessando il Chisone dal ponte di Miradolo fino alla zona oggetto dell'indagine. Contestualmente all'asportazione di materiale ed alla riprofilatura sono state messe in opera prismate e scogliere in doppia sponda, alcune delle quali esterne rispetto all'attuale alveo bagnato. La zona campionata è sottesa ad una derivazione idroelettrica che ne condiziona fortemente la portata.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.** - sulla sponda destra), hanno totalizzato un punteggio di 91, corrispondenti ad una IV classe di funzionalità fluviale (scadente). Le condizioni maggiormente penalizzanti sono rappresentate dallo stato del territorio circostante, della vegetazione riparia e della riva.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 440, corrispondente al **livello 2**. Tutti i parametri considerati risultano compresi tra il primo ed il secondo livello.

100-OD (%sat)	25
BOD5 (O2 mg/l)	2,3
COD (O2 mg/l)	5
NH4 (N mg/l)	0,012
NO3 (N mg/l)	0,904
Fosforo tot (P mg/l)	0,033
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	7

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) hanno permesso di rilevare la presenza di 18 Unità Sistematiche di cui 17 non dubbie (4 taxa di plecoteri, 2 di efemeroteri, 3 di tricoteri, 1 di coleoteri, 3 di ditteri, 1 di gasteropodi, 2 di oligocheti ed 1 di gordidi). L'indice è risultato **IBE = 10** corrispondente ad una **I classe** di qualità (ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Leuctra</i>	X	<i>Baetis</i>	XXX
<i>Dinocras</i>	X	<i>Epeorus</i>	X
<i>Brachyptera</i>	X	GASTEROPODI	
<i>Perla</i>	(*)	<i>Ancylidae</i>	X
<i>Perlodes</i>	X	COLEOTTERI	
TRICOTTERI		<i>Elmidae</i>	X
<i>Hydropsychidae</i>	X	OLIGOCHETI	
<i>Rhyacophilidae</i>	X	<i>Lumbricidae</i>	X
<i>Limnephilidae</i>	X	<i>Tubificidae</i>	X
DITTERI		ALTRI	
<i>Chironomidae</i>	X	<i>Gordidae</i>	X
<i>Tabanidae</i>	X		
<i>Athericidae</i>	X		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 291 e 516 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 388,3 sd = 121,8). Il gruppo dominante è rappresentato dai betidi che rappresentano circa il 31 % del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 6,59 corrispondente ad una III classe di qualità (ambiente alterato).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	14	12	11	12,3	1,5	2,59	1	2,59
<i>Baetis</i>	179	246	169	198,0	41,9	5,29	0,4	0,85
<i>Hydropsychidae</i>	2	19	4	8,3	9,3	2,23	0,5	0,56
<i>Rhyacophilidae</i>	11	29	12	17,3	10,1	2,91	0,5	0,73
<i>Limnephilidae</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	0,7	0,14
<i>Elmidae</i>	2	2	1	1,7	0,6	0,98	0,5	0,25
<i>Chironomidae</i>	147	201	94	147,3	53,5	5,00	0,2	0,20
<i>Tabanidae</i>	2	0	0	0,7	1,2	0,51	0,4	0,08
<i>Athericidae</i>	1	6	0	2,3	3,2	1,20	1	1,20
<b>TOTALI</b>	<b>358</b>	<b>516</b>	<b>291</b>	<b>388,3</b>	<b>121,8</b>			<b>6,59</b>

Il campionamento dell'ittiofauna è stato effettuato su un transetto di lunghezza di 92 m, largo mediamente oltre 10 m. Il corso d'acqua, a tratti pluricorsale, è largo mediamente

oltre 20 m. La profondità media nel tratto indagato è di 20 cm, la massima raggiunge 40cm. Il substrato è costituito da ghiaia di differente granulometria. Il raschio è l'unico macrohabitat rappresentato. L'ombreggiatura sull'alveo bagnato è assente. I rifugi per l'ittiofauna sono costituiti dagli elementi del substrato di maggiore granulometria e sono numerosi. Durante il prelievo si è assistito ad un repentino innalzamento dei livelli (circa 20 cm) ed ad un conseguente intorbidimento dell'acqua. Il fenomeno è cessato dopo circa 20 minuti, con il ristabilimento delle condizioni iniziali.

lunghezza	m	92
larghezza max	m	11,3
larghezza media	m	10,9
profondità media	cm	20
profondità max	cm	40
omogeneità	0÷5	1
antropizzazione	0÷5	2
velocità corrente	m/s	0,5
ombreggiatura	0÷5	0
torbidità	0÷5	1
copertura vegetale del fondo	%	90
rifugi	0÷5	3
raschi	%	100
profondità dei raschi	cm	20
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	-
profondità delle piane	cm	-
roccia	%	-
ghiaia - massi	%	70
ghiaia grossolana	%	15
ghiaia media - fine	%	15
sabbia, limo ed argilla	%	-

Specie campionate	Numero individui per classi di lunghezza								Densità Ind./m <sup>2</sup>	Biomassa g/m <sup>2</sup>
	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
Trota fario		1	12	6	4				0,02	1,15
Trota marmorata			13	4	2				0,02	0,67
Barbo canino		4	8	3					0,01	0,42
Vairone	12	76	25						0,14	1,28
<b>Totale</b>									<b>0,19</b>	<b>3,52</b>
<b>Indice Ittico: 26</b>					<b>Classe di qualità: I</b>					

La comunità ittica è composta dalla trota fario, dalla trota marmorata, dal barbo canino e dal vairone. La popolazione di *Salmo [trutta] trutta* rinvenuta in poco più di 1000 m<sup>2</sup> è composta da 23 pesci, di taglia compresa tra 8 e 23 cm; sono assenti i giovani dell'anno, mentre sono discretamente rappresentati i soggetti superiori alla taglia minima legale di cattura. Alcuni dei soggetti catturati hanno fenotipo "mediterraneo". La popolazione di *Salmo [trutta] marmoratus* ed ibridi è composta in prevalenza da soggetti della seconda classe di età; si rileva l'assenza di giovani dell'anno e di adulti superiori alla taglia minima legale di cattura. *Barbus meridionalis* è poco più che sporadico; sono presenti 15

esemplari, appartenenti però a differenti classi di età. *Leuciscus souffia* è di gran lunga la specie più rappresentata, con 113 individui; la popolazione è complessivamente sufficientemente strutturata. I parametri quantitativi delle specie presenti sono molto elevati il vairone, bassi per le altre specie. Il valore dell'indice ittico e la relativa prima classe di qualità ittologica riflettono la buona situazione ittiofaunistica del tratto di corso d'acqua indagato, soprattutto per il numero ed il tipo di specie rinvenute, classificabile come "zona a salmonidi inferiore" ("zona a trota marmorata/temolo" della Carta Ittica Regionale; regione Piemonte, 1991).

## 13 - CHISONE A MIRADOLO (CH08 - PINEROLO)

Il campionamento è stato effettuato in località Miradolo, immediatamente a valle del ponte presso la piscina. Il tratto oggetto dell'indagine è interessato dalla presenza di una prismata di vecchia costruzione, a tratti con caratteristiche di gabbionata, ubicata in sponda destra.

SCHEDA DI RILEVAMENTO CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN ALVEO					
Corso d'acqua: Chisone		Località: ponte di Miradolo		Stazione: CH08	
Comune: Pinerolo		Altitudine: 370 m s.l.m.		Data: 28/03/03	
TIPOLOGIA DELL'OPERA: scogliera/gabbionata					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es			SO	
Lunghezza	Lo		m	51	
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>		m	5	
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>		m	3,7	
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>		m	4,3	
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>		m	0,9	
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>		m	0,2	
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>		m	0,55	
Superficie totale	Sot		m <sup>2</sup>	444	
Superficie bagnata	Sob		m <sup>2</sup>	28	
Pendenza	P		°		
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>		cm	110	
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>		cm	45	
Collocazione su sponda	Cl	sl			
		se		X	
		si			
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	
			gcg	%	
			gcs	%	20
			gmm	%	80
		pr		%	
		ct		%	
		mt		%	
		lg		%	
Materiale cementante	MC	cc			
		cl		X	
Protezione al piede	Pp	N		X	
		Y	n		
			c		
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	
		6-12		mesi	
		1-5		anni	
		5-30		anni	
		> 30		anni	X
Presenza di vegetazione	Pv	N			
		Y	er	%	10
			ar	%	1
			ab	%	

La prismata protegge un tratto di sponda esterna. L'alveo antistante è stato in parte ricalibrato a seguito della piena del 2000. L'opera ha, nel complesso, uno sviluppo longitudinale superiore di 51 m, una pendenza di ed è caratterizzata dall'utilizzo di massi metrici con interstizi parzialmente occlusi da materiale ghiaioso. È assente una protezione al piede. Il tratto bagnato ha una penetrabilità media di 45 cm. La zona campionata è sottesa ad una derivazione idroelettrica che ne condiziona la portata.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - sulla sponda destra), hanno totalizzato un punteggio di 100, corrispondenti ad una IV classe di funzionalità fluviale (scadente). Le condizioni maggiormente penalizzanti sono rappresentate dalle condizioni della vegetazione riparia e dello stato della riva.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 440, corrispondente al **livello 2**. Tutti i parametri considerati risultano compresi tra il primo ed il secondo livello.

100-OD (%sat)	23
BOD5 (O2 mg/l)	1,5
COD (O2 mg/l)	8
NH4 (N mg/l)	0,017
NO3 (N mg/l)	0,897
Fosforo tot (P mg/l)	0,052
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	5

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) hanno permesso di rilevare la presenza di 14 Unità Sistematiche di cui 12 non dubbie (2 taxa di plecoteri, 2 di efemeroteri, 1 di tricoteri, 4 di ditteri, 2 di oligocheti ed 1 di gordidi). L'indice è risultato **IBE = 8**, corrispondente ad una **II classe** di qualità (ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Dinocras</i>	X	<i>Baetis</i>	XXX
<i>Leuctra</i>	X	<i>Ecdyonurus</i>	(*)
<i>Nemura</i>	(*)	<i>Epeorus</i>	X
TRICOTTERI		OLIGOCHETI	
<i>Rhyacophilidae</i>	X	<i>Lumbricidae</i>	X
DITTERI		<i>Tubificidae</i>	X
<i>Simulidae</i>	X	ALTRI	
<i>Limonidae</i>	X	<i>Gordidae</i>	X
<i>Athericidae</i>	X		
<i>Chironomidae</i>	X		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 173 e 346 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 258, sd = 86,5). Il gruppo dominante è rappresentato dai betidi che rappresentano circa il 25 % del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 5,1 corrispondente ad una III classe di qualità (ambiente alterato).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	3	3	2	2,7	0,6	1,30	1	1,30
<i>Nemura</i>	0	1	0	0,3	0,6	0,29	0,7	0,14
<i>Baetis</i>	142	86	214	147,3	64,2	5,00	0,4	0,80
<i>Ecdyonurus</i>	1	0	2	1,0	1,0	0,69	1	0,69
<i>Rhyacophilidae</i>	13	7	15	11,7	4,2	2,54	0,7	1,24
<i>Limonidae</i>	1	0	0	0,3	0,6	0,29	0,4	0,05
<i>Athericidae</i>	2	1	0	1,0	1,0	0,69	1	0,69
<i>Chironomidae</i>	93	75	113	93,7	19,0	4,55	0,2	0,18
<b>TOTALI</b>	<b>255</b>	<b>173</b>	<b>346</b>	258,0	86,5			<b>5,10</b>

Il campionamento dell'ittiofauna è stato effettuato su un transetto di 51 m, a ridosso della prismata, per una larghezza media di 3,2 m. La profondità media è di 45 cm, la massima di 100 cm. Il macrohabitat dominante è la piana, con un breve raschio iniziale. L'ombreggiatura interessa il 40 % dell'alveo bagnato. I rifugi per l'ittiofauna sono ben rappresentati, vista la buona presenza di massi e sassi e la diffusa penetrabilità tra i clasti. Durante il prelievo si è assistito ad un abbassamento dei livelli (circa 15 cm).

La **comunità ittica** è composta dalla trota fario, dalla trota marmorata, dal barbo canino, dallo scazzone e dal vairone. La popolazione di *Salmo [trutta] trutta* rinvenuta in poco più di 150 m<sup>2</sup> è composta da 11 pesci, di taglia compresa tra 12 e 27 cm; sono assenti i giovani dell'anno; sono ben rappresentati i soggetti superiori alla taglia minima legale di cattura. Alcuni dei soggetti catturati hanno fenotipo "mediterraneo". La popolazione di *Salmo [trutta] marmoratus* ed ibridi è composta da soggetti di due differenti di età; si rileva



l'assenza di giovani dell'anno e di adulti superiori alla taglia minima legale di cattura. *Barbus meridionalis* è sporadico; sono presenti tre soli esemplari adulti. Sporadico è anche *Cottus gobio*, con un solo soggetto di 11 cm. *Leuciscus souffia* è la specie numericamente dominante, seppur non abbondante, con 18 individui; la popolazione non appare ben bilanciata. I parametri quantitativi delle specie presenti sono buoni per i salmonidi ed il vairone, bassi per le altre due specie. Il valore dell'indice ittico e la relativa seconda classe di qualità ittologica indicano una discreta situazione ittiofaunistica del tratto di corso d'acqua indagato, soprattutto per il numero ed il tipo di specie rinvenute; la prima classe non viene ottenuta per lo scarso "peso numerico" delle specie di accompagnamento di trota marmorata e trota fario; il tratto è classificabile come "zona a salmonidi inferiore" ("zona a trota marmorata/temolo" della Carta Ittica Regionale).

lunghezza	m	51
larghezza max	m	3,5
larghezza media	m	3,2
profondità media	cm	45
profondità max	cm	100
omogeneità	0÷5	4
antropizzazione	0÷5	3
velocità corrente	m/s	0,43
ombreggiatura	0÷5	2
torbidità	0÷5	2
copertura vegetale del fondo	%	80
rifugi	0÷5	3
raschi	%	20
profondità dei raschi	cm	30
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	80
profondità delle piane	cm	50
roccia	%	2
ghiaia - massi	%	28
ghiaia grossolana	%	40
ghiaia media - fine	%	20
sabbia, limo ed argilla	%	10

Specie campionate	Numero individui per classi di lunghezza								Densità ind./m <sup>2</sup>	Biomassa g/m <sup>2</sup>
	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
Trota fario			4	2	3	2			0,08	9,22
Trota marmorata			7	4					0,08	3,54
Barbo canino			2	1					0,02	0,84
Vairone		17	1						0,12	0,73
Scazzone			1						<0,01	0,08
<b>Totale</b>									0,30	14,41
<b>Indice Ittico: 20</b>					<b>Classe di qualità: II</b>					

## 14 - DORA DI BARDONECCHIA A PONT VENTOUX (DO01 - ULZIO)

Il campionamento è stato effettuato in località Ulzio, poco a monte della derivazione idroelettrica di Pont Ventoux e della confluenza con la Dora Riparia di Cesana. L'altitudine è di 1070 m. Le osservazioni sono state condotte l'11/03/04. Il tratto oggetto dell'indagine è caratterizzato da evidenti segni di pregressi disalvei, avendo tuttavia riacquisito caratteristiche di discreta naturalità, ad essere condizionata è soprattutto la natura del substrato, privo di roccia, massi e di ghiaie di granulometria più elevata. Sono presenti arginature in sponda sinistra, non lambite dall'acqua. In questo tratto sono segnalati frequenti cambiamenti di portata per le manovre idrauliche effettuate a monte.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - sulla sponda sinistra), hanno totalizzato un punteggio di 220, corrispondenti ad una II classe di funzionalità fluviale (buono). Le condizioni maggiormente penalizzanti sono rappresentate dalle condizioni della vegetazione riparia e dello stato della riva.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 420, corrispondente al **livello 2**. Tutti i parametri considerati risultano compresi tra il primo ed il secondo livello ad esclusione dell'ammonica in terzo livello.

100-OD  (%sat)	6
BOD5 (O2 mg/l)	1,6
COD (O2 mg/l)	1
NH4 (N mg/l)	0,141
NO3 (N mg/l)	0,319
Fosforo tot (P mg/l)	0,056
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	290

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) hanno permesso di rilevare la presenza di 14 Unità Sistematiche di cui 14 non dubbie (4 taxa di plecoteri, 3 di efemeroteri, 1 di tricoteri, 1 di coleoteri, 4 di ditteri, ed 1 di nematomorfi). L'indice è risultato pari a **IBE = 9**, corrispondente ad una **II classe** di qualità (ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Leuctra</i>	XX	<i>Baetis</i>	XXX
<i>Protonemura</i>	X	<i>Ecdyonurus</i>	X
<i>Nemoura</i>	X	<i>Rhithrogena</i>	X
<i>Perlodes</i>	X	DITTERI	
TRICOTTERI		<i>Chironomidae</i>	X
<i>Rhyacophilidae</i>	XX	<i>Limonidae</i>	X
COLEOTTERI		<i>Athericidae</i>	X
<i>Halipidae</i>	X	<i>Simulidae</i>	X
ALTRI			
<i>Nematomorfa</i>	X		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti, hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 301 e 391 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 337,3 sd = 47,4). Il gruppo dominante è rappresentato dai betidi che rappresentano circa il 51 % del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 9,77 corrispondente ad una II classe di qualità (ambiente con moderati sintomi di alterazione).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	99	96	87	94,0	6,2	4,55	1	4,55
<i>Nemoura</i>	0	1	3	1,3	1,5	0,85	0,7	0,42
<i>Baetis</i>	233	132	154	173,0	53,1	5,16	0,4	0,83
<i>Rhyacophilidae</i>	4	1	5	3,3	2,1	1,47	0,7	0,72
<i>Limonidae</i>	9	9	7	8,3	1,2	2,23	0,4	0,36
<i>Athericidae</i>	11	20	13	14,7	4,7	2,75	1	2,75
<i>Chironomidae</i>	35	42	51	42,7	8,0	3,78	0,2	0,15
<b>TOTALI</b>	<b>391</b>	<b>301</b>	<b>320</b>	337,3	47,4			<b>9,77</b>

Il campionamento dell'**ittiofauna** è stato effettuato su un transetto di 160 m, a ridosso della sponda sinistra per una larghezza media di 3 m. La profondità media è di 40 cm, la massima non supera i 100 cm. Il substrato ha dominanza di ghiaie a medio-piccola granulometria. Sono presenti raschi e piane. L'ombreggiatura sull'alveo bagnato è scarsa, non oltre il 10 %. I rifugi per l'ittiofauna sono poco frequenti, vista la scarsità di massi e sassi; i rifugi più importanti sono costituiti da radici di vegetali

lunghezza	m	160
larghezza max	m	12
larghezza media	m	3
profondità media	cm	40
profondità max	cm	100
omogeneità	0÷5	1
antropizzazione	0÷5	1
velocità corrente	m/s	0,80
ombreggiatura	0÷5	1
torbidità	0÷5	1
copertura vegetale del fondo	%	60
rifugi	0÷5	2
raschi	%	70
profondità dei raschi	cm	35
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	30
profondità delle piane	cm	45
roccia	%	-
ghiaia - massi	%	5
ghiaia grossolana	%	50
ghiaia media - fine	%	35
sabbia, limo ed argilla	%	10

La comunità ittica è composta dalla trota fario. La popolazione di *Salmo [trutta] trutta* è numericamente ridotta e non strutturata, con carenza delle classi giovanili. Sono stati catturati complessivamente dieci esemplari, di taglia compresa tra 9 e 33 cm. Nessuno dei soggetti catturati ha fenotipo “mediterraneo”. Due individui mostrano lesioni riferibili ad attacchi e tentativi di predazione da parte di uccelli ittiofagi (ardeidi). Densità e biomassa sono bassi, ma possono essere considerati tipici di ambienti con simili caratteristiche, ponendosi nella media rispetto a quanto osservato, in passato, nel bacino della Dora Riparia (Pascale, 1999). Il valore dell’indice ittico e la relativa quinta classe di qualità ittologica riflettono la naturale scarsa produttività del tratto di corso d’acqua indagato, classificabile come “zona a salmonidi superiore” (“zona a trota fario” della Carta Ittica Regionale; Regione Piemonte, 1991).

Specie campionate	Numero individui per classi di lunghezza								Densità ind./m <sup>2</sup>	Biomassa g/m <sup>2</sup>
	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
Trota fario		1	2	3	1	2	1		0,025	2,82
<b>Totale</b>									0,025	2,82
<b>Indice Ittico: 2</b>					<b>Classe di qualità: V</b>					

## 15 - DORA DI BARDONECCHIA A PONT VENTOUX (DO02 - ULZIO)

Il campionamento è stato effettuato in località Ulzio, poco a monte della derivazione idroelettrica di Pont Ventoux e della confluenza con la Dora Riparia di Cesana.

SCHEDA DI RILEVAMENTO CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN ALVEO					
Corso d'acqua: Dora di Bardonecchia		Località: Pont Ventoux		Stazione: DO02	
Comune: Ulzio		Altitudine: 1069 m s.l.m.		Data: 11/03/04	
TIPOLOGIA DELL'OPERA: tratto disalveato e ricalibrato					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es				SO
Lunghezza	Lo			m	>300
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>			m	-
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>			m	-
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>			m	-
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>			m	-
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>			m	-
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>			m	-
Superficie totale	Sot			m <sup>2</sup>	-
Superficie bagnata	Sob			m <sup>2</sup>	-
Pendenza	P			°	-
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>			cm	-
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>			cm	-
Collocazione su sponda	Cl	sl			X
		se			X
		si			-
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	-
			gcg	%	-
			gcs	%	-
			gmm	%	-
		pr		%	-
		ct		%	-
		mt		%	-
		lg		%	-
Materiale cementante	MC	cc			-
		cl			-
Protezione al piede	Pp	N			-
		Y	n		-
			c		-
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	-
		6-12		mesi	-
		1-5		anni	X
		5-30		anni	-
		> 30		anni	-
Presenza di vegetazione	Pv	N			-
		Y	er	%	-
			ar	%	-
			ab	%	-

Il tratto campionato è in contiguità, a valle, rispetto a CH01; è caratterizzato da evidenti segni di recente disalveo, con ricalibratura ed asportazione del materiale litoide di maggiore granulometria. Sono presenti arginature in doppia sponda sinistra costituite da ghiaia. In questo tratto sono segnalati frequenti cambiamenti di portata per le manovre idrauliche effettuate a monte.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - sulla sponda sinistra), hanno totalizzato un punteggio di 62, corrispondenti ad una IV classe di funzionalità fluviale (scadente). Le condizioni maggiormente penalizzanti coinvolgono la maggior parte dei parametri analizzati.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 420, corrispondente al **livello 2**. Tutti i parametri considerati risultano compresi tra il primo ed il secondo livello ad esclusione dell'ammonica in terzo livello.

100-OD  (% sat)	8
BOD5 (O2 mg/l)	1,1
COD (O2 mg/l)	3
NH4 (N mg/l)	0,266
NO3 (N mg/l)	0,365
Fosforo tot (P mg/l)	0,054
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	300

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) hanno permesso di rilevare la presenza di 13 Unità Sistematiche di cui 13 non dubbie (3 taxa di plecoteri, 3 di efemeroteri, 1 di tricoteri, 1 di coleoteri, 4 di ditteri, e 1 di oligocheti). L'indice è risultato **IBE = 9** corrispondente ad una **II classe** di qualità (ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Leuctra</i>	XX	<i>Baetis</i>	XXX
<i>Protonemura</i>	X	<i>Ecdyonurus</i>	X
<i>Nemoura</i>	X	<i>Rhithrogena</i>	X
TRICOTTERI		COLEOTTERI	
<i>Rhyacophilidae</i>	XX	<i>Haliplidae</i>	X
DITTERI		OLIGOCHETI	
<i>Chironomidae</i>	X	<i>Tubificidae</i>	X
<i>Limonidae</i>	X		
<i>Athericidae</i>	X		
<i>Simulidae</i>	X		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti, hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 303 e 329 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 320,0 sd = 14,7). Il gruppo dominante è rappresentato dai betidi che rappresentano circa il 60,4 % del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 6,59 corrispondente ad una III classe di qualità (ambiente con moderati sintomi di alterazione).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	72	81	76	76,3	4,5	4,35	1	4,35
<i>Nemoura</i>	2	1	1	1,3	0,6	0,85	0,7	0,42
<i>Baetis</i>	195	184	201	193,3	8,6	5,27	0,4	0,84
<i>Ecdyonurus</i>	1	0	2	1,0	1,0	0,69	1	0,69
<i>Rhyacophilidae</i>	2	6	4	4,0	2,0	1,61	0,7	0,79
<i>Limonidae</i>	7	3	6	5,3	2,1	1,85	0,4	0,30
<i>Athericidae</i>	8	5	3	5,3	2,5	1,85	1	1,85
<i>Chironomidae</i>	41	23	36	33,3	9,3	3,54	0,2	0,14
<b>TOTALI</b>	<b>328</b>	<b>303</b>	<b>329</b>	320,0	14,7			<b>9,37</b>

Il campionamento dell'**ittiofauna** è stato effettuato su un transetto di 140 m, a ridosso della sponda sinistra per una larghezza media di 3,7 m. La profondità media è di 35 cm, la massima di 40 cm. Il substrato ha dominanza di ghiaie a medio-piccola granulometria. L'unica tipologia presente è il raschio, con elevata turbolenza. Non vi è ombreggiatura sull'alveo bagnato. I rifugi per l'ittiofauna sono molto scarsi, vista la quasi totale assenza di massi e sassi. Durante il campionamento si è osservato un repentino innalzamento della portata con intorbidimento dell'acqua per presumibili interventi idraulici effettuati a monte. **L'ittiofauna è assente.** Di conseguenza la classe di qualità ittologica è la quinta. Il tratto di corso d'acqua indagato è classificabile come "zona a salmonidi superiore" ("zona a trota fario" della Carta Ittica Regionale; Regione Piemonte, 1991).

lunghezza	m	140
larghezza max	m	10
larghezza media	m	3,7
profondità media	cm	35
profondità max	cm	40
omogeneità	0÷5	3
antropizzazione	0÷5	2
velocità corrente	m/s	0,77
ombreggiatura	0÷5	0
torbidità	0÷5	1
copertura vegetale del fondo	%	60
rifugi	0÷5	1
raschi	%	100
profondità dei raschi	cm	35
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	-
profondità delle piane	cm	-
roccia	%	-
ghiaia - massi	%	1
ghiaia grossolana	%	40
ghiaia media - fine	%	50
sabbia, limo ed argilla	%	9



## 16 - DORA RIPARIA A SALBERTRAND (DO03 - SALBERTRAND)

Il campionamento è stato effettuato in località Salbertrand, in corrispondenza della stazione ferroviaria.

SCHEDA DI RILEVAMENTO CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN ALVEO					
Corso d'acqua: Dora Riparia		Località: Salbertand		Stazione: DO03	
Comune: Salbertand		Altitudine: 1002 m s.l.m.		Data: 11/03/04	
TIPOLOGIA DELL'OPERA: tratto di massiciata					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es				
Lunghezza	Lo		m		140
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>		m		2
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>		m		1,6
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>		m		1,8
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>		m		0,6
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>		m		0,1
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>		m		0,4
Superficie totale	Sot		m <sup>2</sup>		490
Superficie bagnata	Sob		m <sup>2</sup>		56
Pendenza	P		°		45
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>		cm		140
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>		cm		25
Collocazione su sponda	Cl	sl			
		se			X
		si			
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	
			gcg	%	
			gcs	%	10
			gmm	%	90
		pr		%	
		ct		%	
		mt		%	
		lg		%	
Materiale cementante	MC	cc			
		cl			
Protezione al piede	Pp	N			X
		Y	n		
			c		
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	
		6-12		mesi	
		1-5		anni	
		5-30		anni	X
		> 30		anni	
Presenza di vegetazione	Pv	N			X
		Y	er	%	
			ar	%	
			ab	%	

Il tratto oggetto dell'indagine è interessato dalla presenza di una prismata di vecchia costruzione, ubicata in sponda destra, sulla sponda esterna. La prismata protegge una strada in terra battuta e, a pochi metri di distanza, il tracciato autostradale. L'alveo mostra segni di pregressi rimodellamenti con asportazione di gran parte del materiale a maggiore granulometria. L'opera ha, nel complesso, uno sviluppo longitudinale superiore ai 400 m, mostra una pendenza contenuta ed è caratterizzata dall'utilizzo di massi metrici con interstizi non occlusi. È assente una protezione al piede. La penetrabilità media è pari a circa 25 cm.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - sulla sponda destra), hanno totalizzato un punteggio di 108, corrispondenti ad una III/IV classe di funzionalità fluviale (mediocre - scadente). Le condizioni maggiormente penalizzanti sono rappresentate dallo stato del territorio circostante, della vegetazione riparia e della riva e dalla scarsa alternanza dei mesohabitat.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 420, corrispondente al **livello 2**. Tutti i parametri considerati risultano compresi tra il primo ed il secondo livello ad esclusione dell'ammonica in terzo livello.

100-OD  (%sat)	13
BOD5 (O2 mg/l)	1,3
COD (O2 mg/l)	2
NH4 (N mg/l)	0,138
NO3 (N mg/l)	0,344
Fosforo tot (P mg/l)	0,053
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	32

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) hanno permesso di rilevare la presenza di 10 Unità Sistematiche di cui 10 non dubbie (1 taxa di plecoteri, 2 di efemeroteri, 1 di tricoteri, 4 di ditteri, 1 di oligocheti e 1 di nematomorfi). L'indice è risultato **IBE = 7/8** corrispondente ad una **III - II classe** di qualità (condizione intermedia tra ambiente inquinato e ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		TRICOTTERI	
<i>Leuctra</i>	XX	<i>Rhyacophilidae</i>	X
EFEMEROTTERI		OLIGOCHETI	
<i>Baetis</i>	XXX	<i>Tubificidae</i>	X
<i>Ecdyonurus</i>	X	DITTERI	
ALTRI		<i>Chironomidae</i>	X
<i>Nematomorfi</i>	X	<i>Tipulidae</i>	X
		<i>Athericidae</i>	X
		<i>Limonidae</i>	X
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti, hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 183 e 218 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 196,0 sd = 33,2). Il gruppo dominante è rappresentato dai chironomidi che rappresentano circa il 37 % del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 8,08 corrispondente ad una 2a – 3a classe di qualità (condizione intermedia tra ambiente con moderati sintomi di alterazione ed ambiente alterato).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	43	33	29	35,0	7,2	3,58	1	3,58
<i>Baetis</i>	78	64	59	67,0	9,8	4,22	0,4	0,68
<i>Ecdyonurus</i>	2	1	0	1,0	1,0	0,69	1	0,69
<i>Rhyacophilidae</i>	9	10	7	8,7	1,5	2,27	0,7	1,11
<i>Tipulidae</i>	8	7	4	6,3	2,1	1,99	0,5	0,50
<i>Chironomidae</i>	73	63	81	72,3	9,0	4,30	0,2	0,17
<i>Limonidae</i>	2	4	5	3,7	1,5	1,54	0,4	0,25
<i>Athericidae</i>	3	1	2	2,0	1,0	1,10	1	1,10
<b>TOTALI</b>	<b>218</b>	<b>183</b>	<b>187</b>	<b>196,0</b>	<b>33,2</b>			<b>8,08</b>

Il campionamento dell'**ittiofauna** è stato effettuato su un transetto di 83 m, a ridosso della prismata, per una larghezza media di 2,5 m. La profondità media è di 40 cm, la massima di 63 cm. Il substrato ha dominanza di ghiaie a media granulometria. Sono presenti raschi e piane. L'ombreggiatura sull'alveo bagnato è assente. I rifugi per l'ittiofauna sono poco frequenti, vista la scarsità di massi e sassi; i rifugi più importanti sono costituiti dagli spazi tra i clasti.

lunghezza	m	83
larghezza max	m	4
larghezza media	m	2,5
profondità media	cm	40
profondità max	cm	63
omogeneità	0÷5	1
antropizzazione	0÷5	1
velocità corrente	m/s	0,68
ombreggiatura	0÷5	0
torbidità	0÷5	2
copertura vegetale del fondo	%	70
rifugi	0÷5	2
raschi	%	30
profondità dei raschi	cm	30
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	70
profondità delle piane	cm	45
roccia	%	-
ghiaia - massi	%	-
ghiaia grossolana	%	70
ghiaia media - fine	%	20
sabbia, limo ed argilla	%	10

La comunità ittica è composta dalla trota fario. La popolazione di *Salmo [trutta] trutta* è composta da 16 esemplari, di taglia compresa tra 9 e 24 cm ed appare discretamente strutturata. Due dei soggetti catturati hanno fenotipo “mediterraneo”. Densità e biomassa sono superiori alla media riferendosi a quanto osservato, in passato, nel bacino della Dora Riparia (Pascale, 1999). Il valore dell’indice ittico e la relativa quinta classe di qualità ittologica riflettono la naturale scarsa produttività del tratto di corso d’acqua indagato, classificabile come “zona a salmonidi superiore” (“zona a trota fario” della Carta Ittica Regionale; Regione Piemonte, 1991).

Specie campionate	Numero individui per classi di lunghezza								Densità ind./m <sup>2</sup>	Biomassa g/m <sup>2</sup>
	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
Trota fario		2	10	3	1				0,12	3,40
<b>Totale</b>									0,12	3,40
<b>Indice Ittico: 2</b>					<b>Classe di qualità: V</b>					

## 17 - DORA RIPARIA A BUSSOLENO (DO04 - BUSSOLENO)

Il campionamento è stato effettuato in località Bussoleno, in corrispondenza del ponte pedonale, all'interno dell'abitato. Il tratto oggetto dell'indagine è interessato dalla presenza di una prismata di non recente costruzione, ubicata in sponda sinistra, sulla sponda esterna.

SCHEDA DI RILEVAMENTO CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN ALVEO					
Corso d'acqua: Dora Riparia		Località: Bussoleno		Stazione: DO04	
Comune: Bussoleno		Altitudine: 440 m s.l.m.		Data: 15/04/04	
TIPOLOGIA DELL'OPERA: massicciata					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es			O	
Lunghezza	Lo		m	220	
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>		m	3,4	
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>		m	3	
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>		m	3,1	
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>		m	0,4	
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>		m	0,2	
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>		m	0,27	
Superficie totale	Sot		m <sup>2</sup>	814	
Superficie bagnata	Sob		m <sup>2</sup>	59,4	
Pendenza	P		°	58	
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>		cm	80	
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>		cm	10	
Collocazione su sponda	Cl	sl			
		se		X	
		si			
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	
			gcg	%	
			gcs	%	
			gmm	%	100
		pr		%	
		ct		%	
		mt		%	
		lg		%	
Materiale cementante	MC	cc			
		cl		X	
Protezione al piede	Pp	N		X	
		Y	n		
			c		
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	
		6-12		mesi	
		1-5		anni	X
		5-30		anni	
		> 30		anni	
Presenza di vegetazione	Pv	N			
		Y	er	%	5
			ar	%	1
			ab	%	

La prismata protegge un parcheggio ed alcuni caseggiati. L'alveo antistante mostra segni di pregressi rimodellamenti con asportazione di gran parte del materiale a maggiore granulometria. L'opera ha, nel complesso, uno sviluppo longitudinale di 220 m, mostra una pendenza di circa 60 gradi ed è caratterizzata dall'utilizzo di massi metrici con interstizi occlusi da ghiaia. È assente una protezione al piede. La penetrabilità media di circa 10 cm. Il tratto di fiume è sotteso ad un'opera di derivazione e risente dei frequenti cambiamenti di livello determinati da interventi idraulici. La restituzione della derivazione è situata poche decine di metri a valle della prismata.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.** - sulla sponda sinistra), hanno totalizzato un punteggio di 86, corrispondenti ad una IV classe di funzionalità fluviale (scadente). Le condizioni maggiormente penalizzanti sono rappresentate dallo stato del territorio circostante, della vegetazione riparia e della riva e lo stato dei macroinvertebrati.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 340, corrispondente al **livello 2**. I parametri più penalizzanti sono rappresentati dal BOD5, dal tenore di ammoniaca e dalle densità di *E.coli*, tutti in 3° livello.

100-OD  (%sat)	1
BOD5 (O2 mg/l)	4,6
COD (O2 mg/l)	1
NH4 (N mg/l)	0,23
NO3 (N mg/l)	0,614
Fosforo tot (P mg/l)	0,028
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	3200

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) hanno permesso di rilevare la presenza di 7 Unità Sistematiche di cui 7 non dubbie (1 taxa di plecoteri, 1 di efemeroteri, 1 di tricoteri, 2 di ditteri, 1 di oligocheti). L'indice è risultato **IBE = 6/5** corrispondente ad una **III/IV classe** di qualità (condizioni intermedie tra ambiente inquinato e molto inquinato).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Leuctra</i>	XX	<i>Baetis</i>	XXX
TRICOTTERI		<i>Ecdyonurus</i>	(*)
<i>Rhyacophilidae</i>	X	OLIGOCHETI	
DITTERI		<i>Tubificidae</i>	XX
<i>Chironomidae</i>	X		
<i>Limonidae</i>	X		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti, hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 15 e 68 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 38 sd = 28). Il gruppo dominante è rappresentato dai chironomidi che rappresentano circa l'82 % del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 1,03 corrispondente ad una 5a classe di qualità (ambiente fortemente alterato).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	1	1	0	0,7	0,6	0,51	1	0,51
<i>Baetis</i>	13	2	1	5,3	6,7	1,85	0,4	0,30
<i>Chironomidae</i>	53	28	13	31,3	20,2	3,48	0,2	0,14
<i>Limonidae</i>	1	0	1	0,7	0,6	0,51	0,4	0,08
<b>TOTALI</b>	<b>68</b>	<b>31</b>	<b>15</b>	<b>38</b>	<b>28,0</b>			<b>1,03</b>

Il campionamento dell'**ittiofauna** è stato effettuato su un transetto di 150 m, a ridosso della prismata, per una larghezza media di 4 m. L'alveo è bicornale. La profondità media è di 40 cm, la massima di 60 cm. Il substrato ha dominanza di ghiaie a media granulometria. Sono presenti raschi (dominanti) e piane. L'ombreggiatura sull'alveo bagnato è assente. I rifugi per l'ittiofauna sono molto scarsi, vista la carenza di massi e sassi; i rifugi più importanti

sono costituiti dai pochi spazi tra i clasti. **L'ittiofauna è assente.** Di conseguenza la classe di qualità ittiologica è la quinta. Il tratto di corso d'acqua indagato è classificabile come “zona a salmonidi inferiore” (“zona a trota marmorata/temolo” della Carta Ittica Regionale; Regione Piemonte, 1991). Un campionamento supplementare effettuato poco a valle ha evidenziato la presenza di una comunità ittica costituita da scazzoni e trote fario, non abbondante.

lunghezza	m	150
larghezza max	m	6
larghezza media	m	4
profondità media	cm	40
profondità max	cm	60
omogeneità	0÷5	3
antropizzazione	0÷5	2
velocità corrente	m/s	0,99
ombreggiatura	0÷5	0
torbidità	0÷5	1
copertura vegetale del fondo	%	-
rifugi	0÷5	1
raschi	%	90
profondità dei raschi	cm	40
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	10
profondità delle piane	cm	35
roccia	%	-
ghiaia - massi	%	-
ghiaia grossolana	%	80
ghiaia media - fine	%	10
sabbia, limo ed argilla	%	10



## **18 - DORA RIPARIA A BORGONE (DO05 - BORGONE)**

Il campionamento è stato effettuato in località Borgone, in corrispondenza del viadotto autostradale ed a monte della restituzione di una derivazione. L'altitudine è di 400 m. Le osservazioni sono state condotte il 26/02/04. Il tratto oggetto dell'indagine è interessato da condizioni di discreta naturalità, essendo tuttavia sotteso alla presa di una centrale idroelettrica situata a monte. La portata è scarsa per la derivazione sopra citata. In questo tratto sono segnalati frequenti cambiamenti di portata per le manovre idrauliche effettuate a monte.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - per entrambe le sponde), hanno totalizzato un punteggio di 180 per la sponda destra e di 190 per quella sinistra, corrispondenti ad una III (mediocre) e II/III (buona - mediocre).

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 340, corrispondente al **livello 2**. I parametri più penalizzanti sono rappresentati dal tenore di ammoniaca in IV livello.

100-OD  (%sat)	1
BOD5 (O2 mg/l)	2,7
COD (O2 mg/l)	4
NH4 (N mg/l)	0,67
NO3 (N mg/l)	0,804
Fosforo tot (P mg/l)	0,026
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	180

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) hanno permesso di rilevare la presenza di 9 Unità Sistematiche di cui 9 non dubbie (1 taxa di plecoteri, 1 di efemeroteri, 1 di tricoteri, 4 di ditteri, 1 di gasteropodi, 1 di oligocheti). L'indice è risultato **IBE = 6** corrispondente ad una **III classe** di qualità (ambiente inquinato).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Leuctra</i>	X	<i>Baetis</i>	XXX
TRICOTTERI		OLIGOCHETI	
Hydropsychidae	XX	<i>Lombriculidae</i>	X
DITTERI		<i>Chironomidae</i>	X
<i>Simulidae</i>	X		
<i>Limonidae</i>	X		
<i>Tabanidae</i>	X		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti, hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 24 e 33 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 27,7 sd = 4,7). Il gruppo dominante è rappresentato dai limonidi che rappresentano circa l'83 % del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 1,27 corrispondente ad una 5a classe di qualità (ambiente fortemente alterato).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	1		1	0,7	0,0	0,51	1	0,51
<i>Baetis</i>	4	1		1,7	2,1	0,98	0,4	0,16
<i>Chironomidae</i>	2		4	2,0	1,4	1,10	0,2	0,04
<i>Limonidae</i>	26	22	21	23,0	2,6	3,18	0,4	0,51
<i>Simulidae</i>		1		0,3		0,29	0,2	0,01
<b>TOTALI</b>	<b>33</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>27,7</b>	<b>4,7</b>			<b>1,23</b>

Il campionamento dell'**ittiofauna** è stato effettuato su un transetto di 68 m, a ridosso della sponda destra, per una larghezza media di 2 m. L'alveo è monocorsale e largo mediamente 11 m. La profondità media è di 60 cm, la massima di 110 cm. Il substrato ha dominanza di ghiaie a medio-piccola granulometria. Sono presenti raschi e piane in uguale proporzione. L'ombreggiatura sull'alveo bagnato è scarsa. I rifugi per l'ittiofauna sono costituiti soprattutto da zone del sottosponda, profondamente scavate, con radici e piante sommerse.

lunghezza	m	68
larghezza max	m	3
larghezza media	m	2
profondità media	cm	60
profondità max	cm	110
omogeneità	0÷5	2
antropizzazione	0÷5	1
velocità corrente	m/s	0,9
ombreggiatura	0÷5	1
torbidità	0÷5	1
copertura vegetale del fondo	%	60
rifugi	0÷5	3
raschi	%	50
profondità dei raschi	cm	40
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	50
profondità delle piane	cm	80
roccia	%	-
ghiaia - massi	%	-
ghiaia grossolana	%	50
ghiaia media - fine	%	40
sabbia, limo ed argilla	%	10

Specie campionate	Numero individui per classi di lunghezza								Densità ind./m <sup>2</sup>	Biomassa g/m <sup>2</sup>
	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
Trota fario			7	8		1			0,15	7,80
Vairone	9	31							0,33	4,30
Scazzone	1	9	2						0,12	0,88
<b>Totale</b>									0,60	12,98
<b>Indice Ittico: 14</b>					<b>Classe di qualità: III</b>					

La comunità ittica è composta dalla trota fario, dallo scazzone e dal vairone. La popolazione di *Salmo [trutta] trutta* rinvenuta in circa 140 m<sup>2</sup> è composta da 16 pesci, di taglia compresa tra 11 e 26 cm, presumibilmente appartenenti a due classi età; sono poco rappresentati i soggetti superiori alla taglia minima legale di cattura. Nessuno dei soggetti catturati ha fenotipo "mediterraneo". Non sono presenti trote marmorate od ibridi. *Cottus gobio* è ben rappresentato; sono presenti 12 esemplari, appartenenti a differenti classi di età. *Leuciscus souffia* è la specie numericamente dominante, con 40 individui; la popolazione è nel complesso strutturata. Circa il 50% dei vaironi presenta lesioni riferibili a predazione da parte di uccelli ittiofagi. I parametri quantitativi delle specie presenti sono

elevati per tutte le specie, soprattutto per il vairone. Il valore dell'indice ittico e la terza classe di qualità ittiologica riflettono una situazione ittiofaunistica parzialmente compromessa, soprattutto per l'assenza di importanti entità faunistiche quali *Salmo [trutta] marmoratus* e *Barbus meridionalis*. Il tratto di corso d'acqua indagato è classificabile come "zona a salmonidi inferiore" ("zona a trota marmorata/temolo" della Carta Ittica Regionale; Regione Piemonte, 1991).

## 19 - DORA RIPARIA A BORGONE (DO06 - BORGONE)

Il campionamento è stato effettuato in località Borgone, poche centinaia a valle della stazione DO05, in un tratto disalveato recentemente in corrispondenza di una prismata con interstizi occlusi in sponda sinistra.

SCHEDA DI RILEVAMENTO CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN ALVEO					
Corso d'acqua: Dora Riparia		Località: Borgone		Stazione: DO06	
Comune: Borgone		Altitudine: 395 m s.l.m.		Data: 26/02/2004	
TIPOLOGIA DELL'OPERA: tratto disalveato, con massicciata non lambita					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es			NE	
Lunghezza	Lo		m	>300	
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>		m	-	
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>		m	-	
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>		m	-	
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>		m	-	
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>		m	-	
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>		m	-	
Superficie totale	Sot		m <sup>2</sup>	-	
Superficie bagnata	Sob		m <sup>2</sup>	-	
Pendenza	P		°	-	
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>		cm	-	
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>		cm	-	
Collocazione su sponda	Cl	sl		X	
		se		X	
		si		-	
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	-
			gcg	%	-
			gcs	%	-
			gmm	%	-
		pr		%	-
		ct		%	-
		mt		%	-
		lg		%	-
Materiale cementante	MC	cc		-	
		cl		-	
Protezione al piede	Pp	N		-	
		Y	n		-
			c		-
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	-
		6-12		mesi	X
		1-5		anni	-
		5-30		anni	-
		> 30		anni	-
Presenza di vegetazione	Pv	N		-	
		Y	er	%	-
			ar	%	-
			ab	%	-

La prismata attualmente non è lambita dall'acqua, per la presenza di una pista di servizio per automezzi pesanti, a ridosso dell'acqua. Il corso d'acqua è bicorsale. Il tratto oggetto dell'indagine è sotteso alla presa di una centrale idroelettrica situata a monte. La portata è scarsa per la derivazione sopra citata. In questo tratto sono segnalati frequenti cambiamenti di portata per le manovre idrauliche effettuate a monte.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - per la sponda sinistra), hanno totalizzato un punteggio di 46, corrispondenti ad una V classe di funzionalità fluviale (pessima). Tutti i parametri analizzati si collocano attorno al minimo qualitativo.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 330, corrispondente al **livello 2**. I parametri più penalizzanti, sono rappresentati dal tenore di ammoniaca che si colloca al 4° livello.

100-OD  (%sat)	3
BOD5 (O2 mg/l)	2,5
COD (O2 mg/l)	6
NH4 (N mg/l)	0,78
NO3 (N mg/l)	0,862
Fosforo tot (P mg/l)	0,03
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	400

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) hanno permesso di rilevare la presenza di 8 Unità Sistematiche di cui 7 non dubbie (1 taxa di plecoteri, 1 di efemeroteri, 2 di tricoteri, 2 di ditteri, 1 di gasteropodi). L'indice è risultato **IBE = 6**, corrispondente ad una **III classe** di qualità (ambiente inquinato).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		EFEMEROTTERI	
<i>Leuctra</i>	X	<i>Baetis</i>	XXX
CROSTACEI		<i>Ecdyonurus</i>	(*)
<i>Gammaridae</i>	X	DITTERI	
TRICOTTERI		<i>Chironomidae</i>	X
<i>Rhyacophilidae</i>	XX	<i>Limonidae</i>	X
<i>Hydropsychidae</i>	XX		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 22 e 24 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 23 sd = 5,2). Il gruppo dominante è rappresentato dai betidi che rappresentano circa il 29 % del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 3,17 corrispondente ad una 4a classe di qualità (ambiente molto alterato).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	10	7	9	8,7	1,5	2,27	1	2,27
<i>Ecdyonurus</i>	1	0	0	0,3	0,6	0,29	1	0,29
<i>Baetis</i>	5	8	7	6,7	1,5	2,04	0,4	0,33
<i>Chironomidae</i>	4	4	5	4,3	0,6	1,67	0,2	0,07
<i>Limonidae</i>	4	3	2	3,0	1,0	1,39	0,4	0,22
<b>TOTALI</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>23,0</b>	<b>5,2</b>			<b>3,17</b>

Il campionamento dell'**ittiofauna** è stato effettuato sul ramo di sinistra, su una superficie lunga 115 m con una larghezza media di 7,7 m. La profondità media è di 40 cm, la massima di 70 cm. I componenti dominanti del substrato sono ghiaie a piccola granulometria, sabbia e limo. Sono presenti raschi e piane. Quest'ultima tipologia è dominante. L'ombreggiatura sull'alveo bagnato è assente. I rifugi per l'ittiofauna sono quasi assenti. Mancano infatti elementi di sufficiente granulometria, ad eccezione di brevi tratti ciottolosi in corrispondenza dei raschi.

La comunità ittica è composta dal barbo canino, dallo scazzone e dal vairone. La comunità di *Barbus meridionalis* è composta da due soli individui giovani, di taglia inferiore ai 5 cm. *Cottus gobio* è ben presente con sei esemplari adulti. *Leuciscus souffia* è la specie numericamente dominante, con 51 individui; la popolazione tuttavia non è strutturata, essendo composta totalmente da stadi giovanili. I parametri quantitativi delle specie presenti sono bassi per tutte le specie. Il valore dell'indice ittico e la seconda classe di qualità ittologica indicano una situazione ittiofaunistica non ottimale; si evidenzia l'assenza di salmonidi ed in particolare di un' importante entità faunistica quale *Salmo [trutta] marmoratus*. Il tratto di corso d'acqua indagato è classificabile come "zona a salmonidi inferiore" ("zona a trota marmorata/temolo" della Carta Ittica Regionale; Regione Piemonte, 1991).

lunghezza	m	115
larghezza max	m	12,2
larghezza media	m	7,7
profondità media	cm	40
profondità max	cm	70
omogeneità	0÷5	3
antropizzazione	0÷5	3
velocità corrente	m/s	0,5
ombreggiatura	0÷5	0
torbidità	0÷5	2
copertura vegetale del fondo	%	90
rifugi	0÷5	1
raschi	%	20
profondità dei raschi	cm	30
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	80
profondità delle piane	cm	50
roccia	%	-
ghiaia - massi	%	-
ghiaia grossolana	%	5
ghiaia media - fine	%	40
sabbia, limo ed argilla	%	50

Specie campionate	Numero individui per classi di lunghezza								Densità Ind./m <sup>2</sup>	Biomassa g/m <sup>2</sup>
	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
Barbo canino	2								<0,01	<0,01
Scazzone		6							<0,01	0,07
Vairone	51								0,08	0,03
<b>Totale</b>									0,09	0,10
<b>Indice Ittico: 16</b>					<b>Classe di qualità: II</b>					



## 20 - DORA RIPARIA A BORGONE (DO07 - BORGONE)

Il campionamento è stato effettuato in località Borgone, a valle del ponte della S.S.25. Il tratto oggetto dell'indagine, ricorsale, è interessato dalla presenza di una massicciata di vecchia costruzione ubicata in sponda sinistra.

SCHEDA DI RILEVAMENTO CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN ALVEO					
Corso d'acqua: Dora Riparia		Località: ponte S.S. 25		Stazione: DO07	
Comune: Borgone		Altitudine: 390 m s.l.m.		Data: 26/02/04	
TIPOLOGIA DELL'OPERA: massicciata					
Caratteristiche dell'opera					
Esposizione	Es			NE	
Lunghezza	Lo		m	540	
Altezza max piede - sommità	Ho <sub>max</sub>		m	3,1	
Altezza min. piede - sommità	Ho <sub>min</sub>		m	1,9	
Altezza med. piede - sommità	Ho <sub>med</sub>		m	2,5	
Altezza max piede - pelo libero	ho <sub>max</sub>		m	0,5	
Altezza min. piede - pelo libero	ho <sub>min</sub>		m	0,3	
Altezza med. piede - pelo libero	ho <sub>med</sub>		m	0,4	
Superficie totale	Sot		m <sup>2</sup>	1512	
Superficie bagnata	Sob		m <sup>2</sup>	216	
Pendenza	P		°		
Penetrabilità massima	P <sub>max</sub>		cm	70	
Penetrabilità media	P <sub>med</sub>		cm	40	
Collocazione su sponda	Cl	sl			
		se		X	
		si			
Tipologia materiali impiegati	Tp	cl	gcm	%	
			gcg	%	
			gcs	%	
			gmm	%	
		pr		%	100
		ct		%	
		mt		%	
		lg		%	
Materiale cementante	MC	cc			
		cl		X	
Protezione al piede	Pp	N		X	
		Y	n		
			c		
Vita media	Vm	≤ 6		mesi	
		6-12		mesi	
		1-5		anni	
		5-30		anni	X
		> 30		anni	
Presenza di vegetazione	Pv	N			
		Y	er	%	
			ar	%	X
			ab	%	

La prismata protegge un tratto di sponda esterna. L'opera ha, nel complesso, uno sviluppo longitudinale superiore di 540 m, una pendenza di ed è caratterizzata dall'utilizzo di massi metrici con interstizi parzialmente occlusi da materiale ghiaioso. È assente una protezione al piede. Il tratto bagnato ha una penetrabilità media di 40 cm. La zona campionata è sottesa ad una derivazione idroelettrica che ne condiziona la portata. In questo tratto sono segnalati frequenti cambiamenti di portata per le manovre idrauliche effettuate a monte.



Le analisi effettuate mediante l'**Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)** - per la sponda sinistra), hanno totalizzato un punteggio di 46, corrispondenti ad una 5a classe di funzionalità fluviale (pessima). Tutti i parametri analizzati si collocano attorno al minimo qualitativo.

Le **analisi chimiche e microbiologiche** hanno permesso di rilevare un valore **LIM** pari a 370, corrispondente al **livello 2**. I parametri più penalizzanti, sono rappresentati dal COD (terzo livello) e dal tenore di ammoniaca (quarto livello).

100-OD  (%sat)	0
BOD5 (O2 mg/l)	2,3
COD (O2 mg/l)	8
NH4 (N mg/l)	0,88
NO3 (N mg/l)	0,919
Fosforo tot (P mg/l)	0,034
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	730

Le analisi qualitative sui macroinvertebrati (**I.B.E. - Indice Biotico Esteso**) hanno permesso di rilevare la presenza di 11 Unità Sistematiche di cui 9 non dubbie (1 taxa di plecoteri, 1 di efemeroteri, 2 di tricoteri, 5 di ditteri e 2 di oligocheti). L'indice è risultato **IBE = 7/6** corrispondente ad una **III classe** di qualità (ambiente inquinato).

ORGANISMI	ABBOND.	ORGANISMI	ABBOND.
PLECOTTERI		TRICOTTERI	
<i>Leuctra</i>	(*)	<i>Rhyacophilidae</i>	XX
EFEMEROTTERI		<i>Hydropsychidae</i>	XX
<i>Baetis</i>	XXX	OLIGOCHETI	
<i>Rhithrogena</i>	(*)	<i>Lumbricidae</i>	X
DITTERI		<i>Lombriculidae</i>	X
<i>Simulidae</i>	X		
<i>Limonidae</i>	X		
<i>Tabanidae</i>	X		
<i>Chironomidae</i>	X		
presente	X	abbondante	XX
dominante	XXX	drift	(*)

Le analisi quantitative effettuate sui macroinvertebrati presenti hanno permesso di verificare una densità di organismi variabile tra 51 e 88 ind./0,1 m<sup>2</sup> (media 70,73sd = 27,4). Il gruppo dominante è rappresentato dai limonidi che rappresentano circa il 25 % del campione. Il punteggio dell'**Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)** risulta pari a 5,17, corrispondente ad una 3a classe di qualità (ambiente alterato).

TAXON	Q1	Q2	Q3	Xm	dev.st.	ln(Xm)*	Ci	IQS
<i>Leuctra</i>	4	9	6	6,3	2,5	1,99	1	1,99
<i>Baetis</i>	20	12	15	15,7	4,0	2,81	0,4	0,45
<i>Hydropsychidae</i>	3	8	5	5,3	2,5	1,85	0,5	0,46
<i>Rhyacophilidae</i>	4	6	4	4,7	1,2	1,73	0,7	0,85
<i>Tabanidae</i>	1	2	2	1,7	0,6	0,98	0,4	0,16
<i>Limonidae</i>	14	21	17	17,3	3,5	2,91	0,5	0,73
<i>Chironomidae</i>	3	23	19	15,0	10,6	2,77	0,2	0,11
<i>Tipulidae</i>	2	7	4	4,3	2,5	1,67	0,5	0,42
<b>TOTALI</b>	<b>51</b>	<b>88</b>	<b>72</b>	<b>70,3</b>	<b>27,4</b>			<b>5,17</b>

Il campionamento dell'ittiofauna è stato effettuato sul ramo di sinistra, a ridosso dell'opera, su una superficie lunga 38 m con una larghezza media di 4 m. La profondità media è di 38 cm, la massima di 50 cm. I componenti dominanti del substrato sono sassi e ghiaie a media granulometria, con sabbia e limo nei tratti a minore corrente. Sono presenti raschi e piane. Quest'ultima tipologia è dominante. L'ombreggiatura sull'alveo bagnato è assente. I rifugi per l'ittiofauna sono costituiti da sassi e dagli interstizi tra i clasti. Nel complesso non sono numerosi. Durante il prelievo si è verificato un innalzamento di portata causato da movimenti idraulici a monte e conseguente intorbidimento.

lunghezza	m	38
larghezza max	m	4
larghezza media	m	3
profondità media	cm	38
profondità max	cm	50
omogeneità	0÷5	1
antropizzazione	0÷5	2
velocità corrente	m/s	0,5
ombreggiatura	0÷5	0
torbidità	0÷5	1
copertura vegetale del fondo	%	90
rifugi	0÷5	2
raschi	%	20
profondità dei raschi	cm	30
buche	%	-
profondità delle buche	cm	-
piane	%	80
profondità delle piane	cm	45
roccia	%	-
ghiaia - massi	%	5
ghiaia grossolana	%	40
ghiaia media - fine	%	35
sabbia, limo ed argilla	%	20

La comunità ittica è composta dalla trota fario, dal barbo canino, dallo scazzone e dal vairone. La popolazione di trote è scarsa e non strutturata. I cinque individui catturati sono d'immissione. La comunità di *Barbus meridionalis* è composta da un solo individuo adulto. *Cottus gobio* è ben presente con 26 esemplari. E' abbondante e la sua popolazione è strutturata. *Leuciscus souffia* ha popolazione poco consistente e non ben strutturata, essendo composta prevalentemente da stadi adulti. 10 dei 13 vaironi mostrano lesioni riferibili a predazione da parte di uccelli ittiofagi. I parametri quantitativi delle specie presenti sono contraddittori: molto bassi per il barbo canino, medio-bassi per trota fario e vairone, elevati nel caso dello scazzone. Il valore dell'indice ittico e la terza classe di qualità ittologica indicano una situazione ittiofaunistica compromessa; si evidenzia l'assenza di *Salmo [trutta] marmoratus*. Il tratto di corso d'acqua indagato è classificabile come "zona a salmonidi inferiore" ("zona a trota marmorata/temolo" della Carta Ittica Regionale; Rgione Piemonte, 1991).

Specie campionate	Numero individui per classi di lunghezza								Densità Ind./m <sup>2</sup>	Biomassa g/m <sup>2</sup>
	0÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25	26÷30	31÷40	>40		
Trota fario			2	3					0,06	3,43
Barbo canino			1						<0,01	0,13
Scazzone		20	6						0,26	2,84
Vairone	2	11							0,12	1,07
<b>Totale</b>									<b>0,44</b>	<b>7,47</b>
<b>Indice Ittico: 14</b>					<b>Classe di qualità: III</b>					

## 21 - CONCLUSIONI

La lettura complessiva dei parametri rilevati, riassunti in **tab. 21.1**, evidenzia quanto segue:

- il valore dell'IFF, ad eccezione di due stazioni di campionamento (CH02 - Chisone a Roreto; DO01 - Dora Riparia a Ulzio), dove si raggiunge una classe II (giudizio buono), si presenta sempre inferiore alla terza classe di qualità, ad indicare un forte stato di alterazione dei siti esaminati, sicuramente da correlare alla presenza di alterazioni spondali e/o del substrato; tutto sommato tale risultato corrisponde a quanto atteso, in quanto, come illustrato precedentemente, la metodologia I.F.F. è stata applicata limitatamente alle sponde interessate dalla presenza di opere di sistemazione idraulica; sono state invece considerate entrambe le sponde per un paio di stazioni rappresentative di situazioni non alterate dalla presenza di opere e che hanno costituito il cosiddetto "bianco" di riferimento; tali stazioni sono la CH02 succitata (II classe) e la DO05 per la quale, nonostante l'assenza di opere di sistemazione idraulica è stato verificato un ambiente fluviale mediocre (III classe); per quanto riguarda invece la DO01, si tratta di un tratto fluviale interessato da interventi di disalveo di antica data ed in buona parte rinaturalizzato.
- il valore del LIM si mantiene costante in tutti i siti campionati e pari al secondo livello, cioè un risultato coerente con quelli ottenuti dai campionamenti effettuati dall'ARPA nell'ambito dei monitoraggi previsti dal D. Lgs. 152/99 ai fini della predisposizione del Piano di Tutela delle Acque (**par. 2.6**);
- i valori dell'IBE indicano una buona condizione generale dei siti campionati sul torrente Chisone (I e II classe) ed una situazione più compromessa nel bacino della Dora Riparia, dove una stazione (DO04 - Dora Riparia a Bussoleno) è risultata tra la terza e la quarta classe di qualità; questa stazione è ubicata all'interno del nucleo abitato ed è in un tratto sotteso ad una importante derivazione idroelettrica; complessivamente si tratta di risultati migliori rispetto a quelli ottenuti dall'ARPA, in particolare per quanto riguarda il torrente Chisone; ma questo è un problema già ampiamente discusso al **par. 2.6**.
- il valore dell'IQS, ad esclusione di tre stazioni di campionamento in cui raggiunge un valore pari ad una classe II, si presenta sempre inferiore alla terza classe di qualità, indicando quindi quasi sempre una qualità inferiore rispetto a quanto ottenuto con l'IBE, ad evidenziare uno stato di alterazione delle comunità macrobentoniche esaminate; anche questo risultato non stupisce più di tanto; infatti l'IQS è una valutazione più approfondita rispetto alla metodologia I.B.E., in quanto il giudizio di qualità ambientale dipende non soltanto dalla presenza dei vari gruppi sistematici, ma anche dalla consistenza effettiva delle differenti unità sistematiche, in rapporto alla specifica sensibilità; questi elementi di valutazione permettono di meglio evidenziare con maggiore dettaglio eventuali fenomeni di alterazione ambientale.

**Tab. 21.1** - Sintesi dei risultati ottenuti dai campionamenti effettuati sul Chisone (CH01 ÷ CH08) e sulla Dora Riparia (DO01 ÷ DO07). Indice di Funzionalità Fluviale (**IFF**). Livello Inquinamento Macrodescriptors (**LIM**). Classe di qualità biologica delle acque mediante il metodo **IBE**. Classe di qualità biologica mediante la metodologia quantitativa **IQS**. Zona ittica potenziale (**ZP**). Classe di qualità naturalistica della comunità ittica secondo l'Indice Ittico (**I.I.**). Densità (**D**) e biomassa (**B**) relative all'intera comunità ittica.

		<b>CH01</b>	<b>CH02</b>	<b>CH03</b>	<b>CH04</b>	<b>CH05</b>	<b>CH06</b>	<b>CH07</b>	<b>CH08</b>	<b>DO01</b>	<b>DO02</b>	<b>DO03</b>	<b>DO04</b>	<b>DO05</b>	<b>DO06</b>	<b>DO07</b>
<b>IFF</b>		III-IV	II	III	III	III	III-IV	IV	IV	II	IV	III-IV	IV	III	V	V
<b>LIM</b>		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>IBE</b>	classe	II	I	I	I	I	I	I	II	II	II	III-II	III-IV	III	III	III
<b>IQS</b>	classe	IV-V	II	II	III	III	II	III	III	II	III	II-III	V	V	IV	III
<b>ZP</b>		1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3
<b>I.I.</b>	classe	V	V	V	II	IV	I	I	II	V	V	V	V	III	II	III
<b>D</b>	ind/m <sup>2</sup>	0,03	0,08	0,02	0,38	0,01	0,30	0,19	0,30	0,02	N.P.	0,12	N.P.	0,60	0,09	0,44
<b>B</b>	g/m <sup>2</sup>	2,95	6,26	0,82	3,37	0,01	9,49	3,52	14,41	2,82	N.P.	3,40	N.P.	12,98	0,10	7,47

- tutte le stazioni campionate si collocano tra gli ambienti a salmonidi, ed in particolare tra quelli indicati come Z.P.1.2 e ZP.1.3 dell'Indice Ittico (ex zone a trota fario e zone a trota marmorata/temolo; **par. 5.2**); nella Dora Riparia questa proposta di zonazione è solo potenziale; non sono stati infatti catturati, in nessuna stazione, individui riferibili a *Salmo [trutta] marmoratus* od a suoi ibridi con la trota fario; nessun esemplare di temolo è stato catturato in tutti i 15 siti esaminati;
- il valore dell'I.I. risulta sempre molto basso nelle zone Z.P.1.2, dove la comunità ittica è monospecifica e non si esprime un'elevata biodiversità; in questi ambienti la V classe di qualità è la norma, essendo popolati per lo più da salmonidi di immissione, in particolare da trote fario di ceppo atlantico. Nella stazione DO02 la V classe è dovuta all'assenza totale di ittiofauna. Nelle zone Z.P.1.3. l'indice ittico porta a classi di qualità oscillanti tra la I e la V, evidenziando, da una parte, la presenza di comunità ittiche articolate e composte dalle specie tipiche delle zone a salmonidi di fondovalle, dall'altra comunità molto alterate od assenza di ittiofauna.
- i valori densitari e di biomassa sono molto variabili; molto bassi nelle zone oligotrofiche dei tratti superiori della Dora Riparia e nei tratti più compromessi dal punto di vista idromorfologico; sono viceversa elevati in alcuni ambienti di fondovalle.

Da un esame più approfondito dei risultati ottenuti descritti nella **tab. 21.1** risultano ulteriori osservazioni.

I metodi "classici" utilizzati in idrobiologia per la definizione della qualità ambientale da un punto di vista chimico-biologico non sembrano rispondere efficacemente nel contesto esaminato; in particolare, escludendo l'IFF, sul quale non è possibile stilare un giudizio, in quanto applicato per scelta iniziale sulle sole rive interessate dalla presenza di opere di disturbo antropico, IBE, IQS e LIM non sembrano variare in modo significativo per la presenza di interventi di sistemazione idraulica di differente tipo. A questo proposito vale la pena di citare come esempi più significativi le due stazioni CH02 e CH03, contigue, la prima caratterizzata dall'assenza di alterazioni antropiche, la seconda dalla presenza di un muro e di una traversa; entrambe hanno gli stessi valori relativamente ai parametri sopra citati; le due stazioni DO01 e DO02, anch'esse vicine ma con caratteristiche molto differenti, presentano analoghi valori per quanto riguarda IBE e LIM, ed una minima variazione per quanto riguarda l'IQS.

L'utilizzo dell'indice ittico evidenzia come questo sembri rispondere meglio degli altri metodi sopra citati alla presenza di opere di disturbo antropico nelle sole zone di fondovalle, caratterizzate da una buona biodiversità, mentre la presenza di tratti disalveati, rimodellati ed arginati non lo influenza nei tratti montani superiori (Z.P.1.2). Peraltro, questo è stato già evidenziato nel **par. 5.3** come limite oggettivo della metodologia proposta.

I parametri quantitativi relativi all'ittiofauna sono quelli che meglio sembrano rispondere alle differenti alterazioni legate agli interventi di sistemazione idraulica. Considerando la ZP1.2 del torrente Chisone, cioè le stazioni CH01, CH02 e CH03, si

osserva come i parametri biomassa e densità siano decisamente superiori nella stazione CH02 contraddistinta dall'assenza di opere in alveo.

Rimanendo nella stessa tipologia ambientale (ZP1.2) nella Dora Riparia, le due stazioni DO01 e DO02, la prima caratterizzata da esiti di un vecchio disalveo con ampie zone naturalizzate, la seconda da evidenti segni di una ricalibratura molto recente, hanno parametri quantitativi differenti; nella seconda stazione l'ittiofauna è addirittura assente.

Anche nelle zone di fondovalle (ZP1.3) i parametri quantitativi relativi all'ittiofauna variano in presenza di significative alterazioni degli alvei fluviali. Considerando tutto il tratto di fondovalle del Chisone (CH04 ÷ CH08) la situazione più compromessa dal punto di vista idromorfologico (CH05) corrisponde a quella con i valori di biomassa e densità peggiori (ed anche dell'indice ittico). Le situazioni migliori sono viceversa ricollegabili ad interventi poco invasivi e/o di più antica data; la stazione CH08, ad esempio, con una densità di 0,30 ind/m<sup>2</sup> ed una biomassa di 14,41 g/m<sup>2</sup>, presenta valori superiori a quelli massimi citati per il bacino del Chisone (Pascale, 1999); questo sito è interessato dalla presenza di una massicciata, realizzata mediante posa di massi alla rinfusa, molto vecchia con interstizi non occlusi, frequenti, di ampie dimensioni e con un alveo antistante rinaturalizzato, assimilabile ad un ambiente naturale.

Per le analisi statistiche dei dati di campo è stato utilizzato il software SPSS 10.0, mediante il quale sono state condotte le elaborazioni descritte di seguito:

- **coefficiente di variazione;** il coefficiente di variazione (CV) è il rapporto fra la deviazione standard (s) e la media ( $\bar{x}$ ) moltiplicato per 100:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

Questo coefficiente è un numero adimensionale che, a differenza della deviazione standard, viene espressa nella stessa unità di misura della media. Consente pertanto di comparare la variabilità fra campioni con numerosità ed unità di misura differenti.

- **Coefficiente di correlazione di Spearman;** è una versione non parametrica del coefficiente di correlazione di Pearson, basata sui ranghi dei dati piuttosto che sui valori effettivi. È appropriata per dati ordinali o per dati su scala intervallare che non soddisfano l'assunzione di normalità.

Al fine di ridurre le dimensioni di alcune tabelle per esigenze di elaborazione sono state utilizzate abbreviazioni (**tab. 21.2**) per indicare ciascuno dei parametri analizzati.

Nella **tab. 21.3** sono riportati, per ogni stazione campionata, i valori dei parametri utilizzati per l'elaborazione statistica. Per quanto riguarda i punteggi dell'Indice Biotico Esteso sono stati utilizzati i criteri di calcolo definiti dal D.Lgs. 152/99.



<b>Tab. 2.1.2 - Abbreviazioni dei parametri utilizzati nelle elaborazioni statistiche.</b>	
Codice stazione	<b>COD</b>
Coefficiente di variazione della lunghezza dei soggetti catturati	<b>CV/L</b>
Coefficiente di variazione del peso dei soggetti catturati	<b>CV/W</b>
Frequenza relativa degli esemplari di Salmonidi	<b>SAL</b>
Frequenza relativa degli esemplari di Ciprinidi e/o Cottidi	<b>CIP</b>
Densità degli individui nel tratto campionato (ind./mq)	<b>D/I</b>
Biomassa degli individui nel tratto campionato (g/mq)	<b>B/G</b>
Valore Indice Biotico Esteso (IBE)	<b>IBE</b>
Valore Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori (LIM)	<b>LIM</b>
Valore Indice Quantitativo di Sensibilità (IQS)	<b>IQS</b>
Valore Indice di Funzionalità Fluviale (IFF)	<b>IFF</b>
Valore Indice Ittico	<b>I.I.</b>

<b>Tab. 21.3 - Valori dei parametri calcolati per ogni stazione di campionamento.</b>											
<b>COD</b>	<b>CV/L</b>	<b>CV/W</b>	<b>SAL</b>	<b>CIP</b>	<b>D/I</b>	<b>B/G</b>	<b>IBE</b>	<b>LIM</b>	<b>IFF</b>	<b>IQS</b>	<b>I.I.</b>
CH01	12,6	35,3	1,00	0,00	0,03	2,95	9	440	110	2,03	2
CH02	18,5	54,0	1,00	0,00	0,08	6,26	10	440	151	9,59	2
CH03	53,1	102,9	1,00	0,00	0,02	0,82	10	440	250	9,59	1
CH04	66,5	33,5	0,55	0,45	0,38	3,37	10	360	130	6,90	20
CH05	0,0	0,0	1,00	0,00	0,01	0,01	10	360	130	6,90	6
CH06	41,5	137,3	0,30	0,70	0,30	9,49	11	290	101	10,30	26
CH07	40,9	121,8	0,25	0,75	0,19	3,52	10	440	91	6,59	26
CH08	44,8	135,2	0,50	0,50	0,30	14,41	8	440	100	5,10	20
DO01	36,4	109,7	1,00	0,00	0,03	2,82	9	420	220	9,77	2
DO02	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	9	420	62	9,37	0
DO03	29,5	110,6	1,00	0,00	0,12	3,40	7	420	108	8,08	2
DO04	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	6	340	86	1,03	0
DO05	44,1	143,2	0,23	0,67	0,60	12,98	6	330	190	1,27	14
DO06	37,8	185,5	0,00	1,00	0,09	0,10	6	330	46	3,17	16
DO07	33,8	63,5	0,11	0,89	0,44	7,47	7	370	46	5,17	14

Al fine di investigare le relazioni tra i parametri definiti per ogni stazione di campionamento è stato calcolato il coefficiente di correlazione non parametrico  $\rho$  (rho) di Spearman (**tab. 21.4**). Per la trattazione seguente sono stati presi in considerazione i coefficienti con un livello di significatività statistica pari a 0,05 (significativo) e 0,01 (molto significativo). È risultato quanto segue:

- l'indice di Spearman ha evidenziato una correlazione significativa ( $p = 0.601$ ) tra il coefficiente di variazione delle lunghezze dei soggetti catturati e il coefficiente di variazione del loro peso, significativa risulta anche la correlazione con la frequenza relativa di ciprinidi ( $p = 0,531$ ) e quella con la biomassa di ittiofauna ( $p = 0,549$ ),

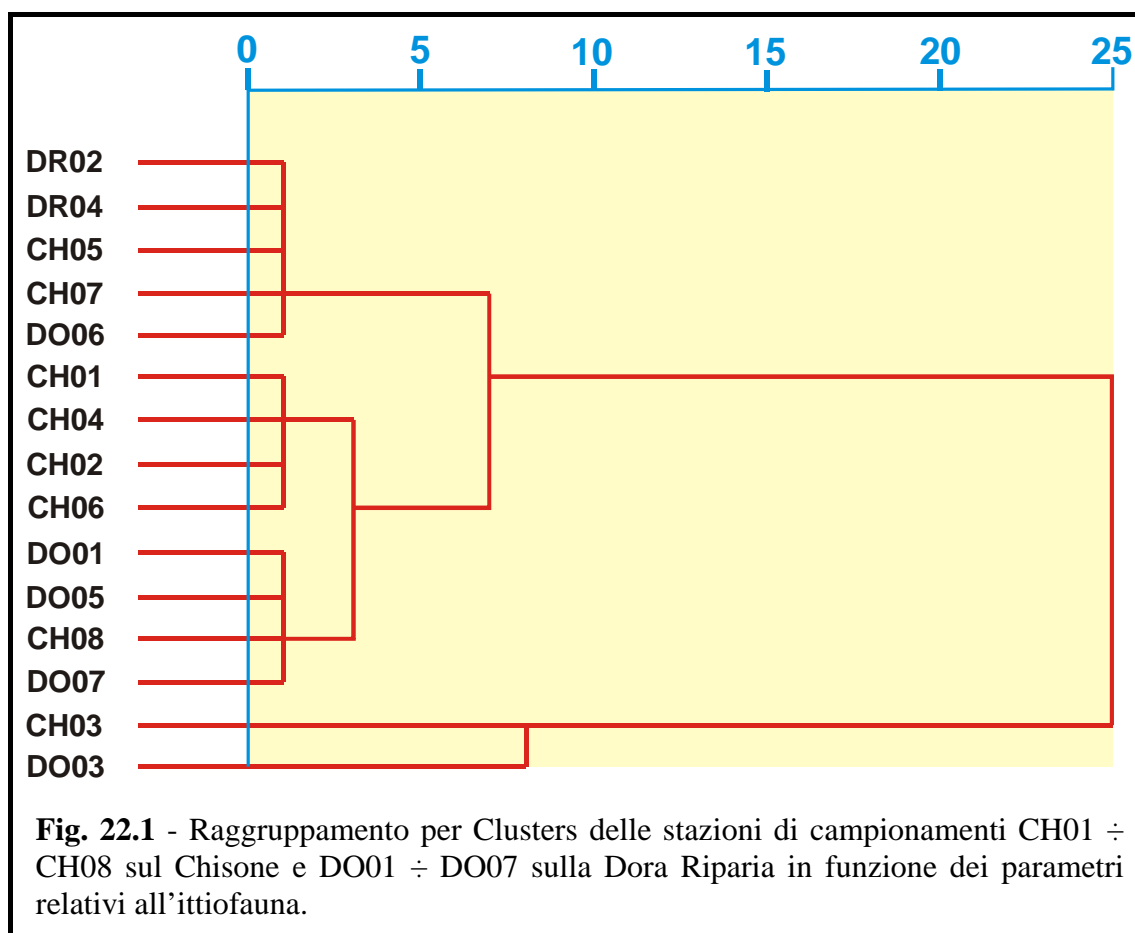
mentre è molto significativa quella con la densità di ittiofauna ( $\rho = 0,654$ ); anche l'indice ittico, infine, risulta significativamente correlato ( $\rho = 0,597$ ) con il coefficiente di variazione della lunghezza;

- il coefficiente di variazione del peso dei soggetti catturati presenta un livello di correlazione molto significativo ( $\rho = 0,700$ ) con la frequenza relativa di ciprinidi, mentre risulta significativa la sua correlazione con la densità di ittiofauna ( $\rho = 0,605$ ), quella con la biomassa di ittiofauna ( $\rho = 0,603$ ) e quella con l'Indice Ittico ( $\rho = 0,593$ );
- la frequenza relativa di salmonidi risulta correlata negativamente ( $\rho = -0,560$ ) con la frequenza relativa dei ciprinidi, mentre significativa è la correlazione con i valori di IBE ( $\rho = 0,519$ ); i valori di IFF presentano una correlazione molto significativa ( $\rho = 0,763$ ) con la frequenza relativa di salmonidi;
- la frequenza relativa di ciprinidi è correlata molto significativamente con la densità di ittiofauna ( $\rho = 0,792$ ) e con l'Indice Ittico ( $\rho = 0,757$ ), mentre significativa risulta la correlazione con la biomassa di ittiofauna ( $\rho = 0,562$ );
- la densità di ittiofauna presenta una correlazione molto significativa sia con la biomassa di ittiofauna ( $\rho = 0,858$ ) che con l'Indice Ittico ( $\rho = 0,763$ );
- la biomassa di ittiofauna è significativamente correlata con l'Indice Ittico ( $\rho = 0,641$ );
- infine presentano un legame altamente significativo i valori di IBE con quelli di IQS ( $\rho = 0,721$ ).

<b>Tab. 21.4 - Coefficienti di correlazione non parametrica</b>											
	<b>CV/L</b>	<b>CV/W</b>	<b>SAL</b>	<b>CIP</b>	<b>D/I</b>	<b>B/G</b>	<b>IBE</b>	<b>LIM</b>	<b>IFF</b>	<b>IQS</b>	<b>I.I.</b>
<b>CV/L</b>	1	*0,601	0,065	*0,531	**0,654	*0,549	0,218	-0,015	0,300	0,115	*0,597
<b>CV/W</b>	*0,601	1	-0,130	**0,700	*0,605	*0,603	-0,149	-0,182	-0,025	-0,025	*0,593
<b>SAL</b>	0,065	-0,130	1	*-0,560	-0,121	0,102	*0,519	0,498	*0,763	0,466	-0,124
<b>CIP</b>	*0,531	**0,700	*-0,560	1	**0,792	*0,562	-0,244	-0,437	-0,362	-0,366	**0,757
<b>D/I</b>	**0,654	*0,605	-0,121	**0,792	1	**0,858	-0,053	-0,216	-0,05	-0,159	**0,763
<b>B/G</b>	*0,549	*0,603	0,102	*0,562	**0,858	1	0,090	0,077	0,104	0,009	*0,641
<b>IBE</b>	0,218	-0,149	*0,519	-0,244	-0,053	0,090	1	0,264	0,407	*0,721	0,269
<b>LIM</b>	-0,015	-0,182	0,498	-0,437	-0,216	0,077	0,264	1	0,224	0,163	-0,235
<b>IFF</b>	0,300	-0,025	**0,763	-0,362	-0,050	0,104	0,407	0,224	1	0,384	-0,179
<b>IQS</b>	0,115	-0,025	0,466	-0,366	-0,159	0,009	*0,721	0,163	0,384	1	-0,042
<b>I.I.</b>	*0,597	*0,593	-0,124	**0,757	**0,763	*0,641	0,269	-0,235	-0,179	-0,042	1
*correlazione significativa (livello 5%)											
**correlazione molto significativa (livello 1%)											

In sintesi risulta un insieme di parametri legati all'ittiofauna separati da un sottoinsieme contenente gli indici bio-ecologici frequentemente utilizzati (IBE, IFF, IQS) e dal parametro LIM. L'elaborazione dei dati evidenzia come i parametri legati all'ittiofauna (lunghezza e peso degli individui catturati nelle differenti stazioni, densità e biomassa riscontrate, indice ittico) sono separati dai parametri bio-ecologici più frequentemente utilizzati in idrobiologia (IBE, IFF, IQS) e dal parametro LIM.

Infine l'analisi dei Cluster, condotta esclusivamente sul comparto ittiofaunistico, separato dalle analisi precedenti rispetto al comparto chimico-fisico e relativo ai macroinvertebrati, distingue un gruppo tendenzialmente omogeneo di stazioni caratterizzate da aree disalveate o con scogliere costipate (**fig. 22.1**), un gruppo costituito da tratti con ambienti naturali o con massi alla rinfusa (fra i quali compare anche un tratto con difesa sondale costituita da un muro: CH6, dove l'opera di difesa spondale, è molto degradata, tanto da ricostituire ambienti idonei per ittiofauna nel sottosponda. Fanno gruppo a se stante le stazioni DO03 e, soprattutto, CH03 dove, a nostro avviso, l'apparente assenza di collegamento andrebbe più ricercata nel numero di dati complessivamente disponibili.



Sulla base delle osservazioni sopra riportate, relativamente alla progettazione di opere di sistemazione idraulica ed alla presumibile risposta delle comunità ittiche alle differenti tipologie di interventi, è possibile fornire le seguenti indicazioni di carattere generale:

1. l'importanza e l'entità dell'opera è ovviamente essenziale ai fini della risposta della comunità ittica; tanto maggiore è l'estensione dell'opera, tanto più probabili sono le sue interazioni con uno o più componenti della comunità;
2. l'assunzione sopra esposta, apparentemente lapallissiana, induce a privilegiare, per le tipologie d'intervento, quelle meno invasive soprattutto per interventi di entità considerevole;
3. l'impatto delle opere è tanto maggiore quanto maggiore è la biodiversità dell'area interessata; ne consegue che, come evidenziato nel presente studio, le opere più devastanti sono quelle delle zone di fondovalle, caratterizzate da comunità relativamente complesse; gli interventi nei tratti montani superiori possono essere considerati, nel complesso, meno problematici;
4. l'impatto è ulteriormente acuito se le opere di difesa spondale sono realizzate su entrambe le sponde;
5. tra le opere di contenimento longitudinale sono senz'altro da privilegiare quelle che prevedono l'utilizzo di materiali naturali, quali essenzialmente massi di grosse dimensioni posti alla rinfusa;
6. in caso di utilizzo di materiali differenti da quelli naturali, quali ad esempio prismi di cemento, è importante una disposizione il più possibile casuale e non ordinata degli stessi;
7. le opere citate ai precedenti punti 5 e 6 devono essere progettate e realizzate in modo da consentire la buona presenza di rifugi per ittiofauna costituendo tra i massi e/o i prismi un consistente interspazio dimensionalmente diversificato, tale da consentire una facile colonizzazione da parte di pesci di taglia differente;
8. la presenza di interstizi tra i massi e/o i prismi anche nelle parti emerse delle scogliere, opportunamente riempiti di terriccio ammendato, favorisce la colonizzazione vegetale a vantaggio della funzionalità fluviale (maggiore ombreggiamento, depurazione, insediamento di cenosi diversificate), garantendo anche una maggiore stabilità delle opere;
9. le gabbionate costituiscono spesso buone alternative; presentano interstizi più numerosi, ma più piccoli rispetto alle opere di cui ai punti 5 e 6; sono facilmente colonizzabili dalla vegetazione nelle porzioni emerse, ma presentano limitazioni alla colonizzazione dei pesci di taglia maggiore; a tal proposito si suggerisce l'utilizzo di materiali a granulometria più differenziata possibile ed una collocazione non eccessivamente regolare dei gabbioni, in modo che tra di essi vi siano interstizi di maggiori dimensioni di quelli tra i clasti della ghiaia;
10. è assolutamente indispensabile evitare, per quanto possibile, l'occlusione degli interstizi tra massi e prismi con materiale cementante, soprattutto se questo è costituito da cemento;
11. è opportuno, soprattutto nelle zone di fondovalle, predisporre in corrispondenza delle difese spondali, strutture accessorie quali

- “pennelli” per modificare la dinamica fluviale e contrastare l’eccessiva monotonia dei mesohabitat dei tratti di riva costituiti da difese spondali;**
- 12. le primate e le massicciate con interstizi non occlusi hanno tempi di “recupero” relativamente brevi; in breve tempo (poche settimane) possono essere colonizzate dall’ittiofauna, soprattutto in aree con scarsa disponibilità di zone di rifugio;**
  - 13. l’effetto negativo delle opere di contenimento longitudinale viene notevolmente amplificato da eventuali ricalibramenti degli alvei antistanti, soprattutto se queste prevedono l’asportazione di materiale litoide;**
  - 14. le riprofilature e le risagomature degli alvei hanno effetto paragonabile e talvolta superiore a quello della messa in opera di scogliere e primate; ciò avviene soprattutto in occasione di asportazione di massi e ghiaia e di banalizzazione dell’habitat fluviale, con eliminazione delle zone di rifugio e trasformazione del tratto interessato in lama o in raschio a bassa profondità costante;**
  - 15. per gli interventi di cui al precedente punto risultano fondamentali la rivegetazione delle rive e la predisposizione nell’alveo bagnato di “pennelli”, “cunei frangicorrente” (con utilizzo di gabbioni e/o massi ancorati) e di ostacoli diversi al fine di diversificare l’insieme dei microambienti acquatici;**
  - 16. i muri (soprattutto in cemento) sono le strutture più problematiche, insieme alle scogliere con interstizi cementati; il loro “recupero” corrisponde alla perdita delle caratteristiche strutturali dell’opera; anche in questo caso l’effetto della presenza di un muro viene notevolmente amplificato da interventi nell’alveo antistante.**

## 22 - PROPOSTE OPERATIVE E SUGGERIMENTI TECNICI

Scopo di questo capitolo ed alla luce delle considerazioni espresse in seguito alle analisi descritte nei capitoli precedenti a proposito di sistemi di opere presenti lungo i corsi d'acqua Chisone e Dora Riparia (cfr. capitoli precedenti) è di fornire integrazioni circa la progettazione in ambito fluviale, tradizionalmente condotta con approccio pressoché esclusivamente idraulico, con elementi finalizzati al mantenimento dell'efficienza ecologica dei corsi d'acqua, nell'ottica di un più generale miglioramento della qualità del territorio. È possibile, infatti, adottare modalità di realizzazione ed accorgimenti costruttivi tali da preservare le comunità ittiche senza pregiudicare la funzionalità idraulica delle opere né aumentarne sensibilmente i costi.

### 22.1 - I corsi d'acqua naturali

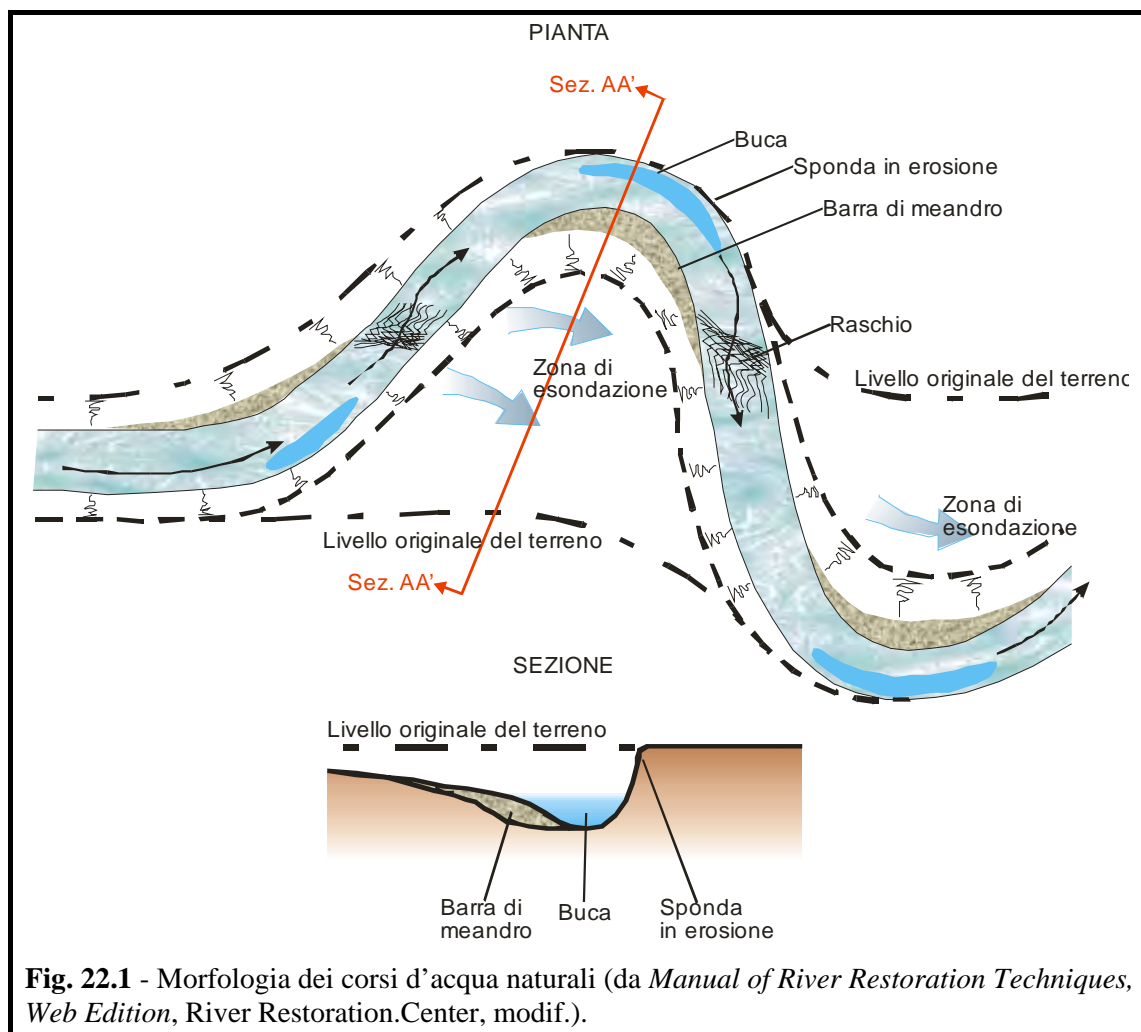
I fiumi sono naturalmente caratterizzati dalla successione di tratti a pendenza più elevata e profondità di flusso modeste, denominati raschi (*riffle*), con tratti profondi e battente idrico maggiore, detti buche (*pool*). I raschi sono aree rilevate, a sezione trasversale generalmente simmetrica, presenti nei rettilinei e con deposito grossolano. Nei tratti a pendenza sostenuta (pendenza  $i > 4\%$ ) i raschi si raccorciano, dando luogo ad una unità morfologica a gradino (*step*). Le buche, costituite da approfondimenti allungati si formano, per erosione del fondo, sul lato esterno delle anse. Adiacenti alle buche, nella parte interna della anse, si formano zone di sedimentazione, dette barre di meandro. Tali sequenze (**fig. 22.1**), pur stabili entro limitati tempi di ritorno, risultano dinamiche, poiché, in occasione di eventi di piena, si distruggono per riformandosi in tratti diversi dell'alveo o si aggregano formando strutture più ampie.

Le buche sono utilizzate dall'ittiofauna, come area di sosta e di rifugio e permettono ai pesci di superare le condizioni sfavorevoli dei periodi di asciutta. I raschi, nell'ambito dei quali si trova la maggior quantità di macroinvertebrati, hanno importante funzione trofica, mentre le aree di transizione tra buche e raschi forniscono un eccellente habitat per l'ovodeposizione. Gli interventi di riprofilatura dei corsi d'acqua, comportanti l'asportazione di tali elementi morfologici naturali, provocano un forte impatto a carico degli habitat acquatici. I danni più significativi derivano dalla regolarizzazione del moto e dall'alterazione dei biotopi fluviali.

La vegetazione è un elemento fondamentale degli habitat acquatici, essa assolve numerose funzioni, tra le più importanti si citano le seguenti (**fig. 22.2**):

- gli apparati radicali delle piante incrementano la stabilità delle sponde e, approfondendosi in alveo, formano rifugi per i pesci;
- il detrito organico che cade in acqua costituisce una delle componenti trofiche utilizzate dagli organismi acquatici invertebrati;
- la vegetazione di ripa limita lo sviluppo della vegetazione acquatica;
- l'ombreggiamento delle chiome, inoltre, protegge le acque dall'eccessiva illuminazione e dal riscaldamento, mantenendole fresche ed ossigenate;

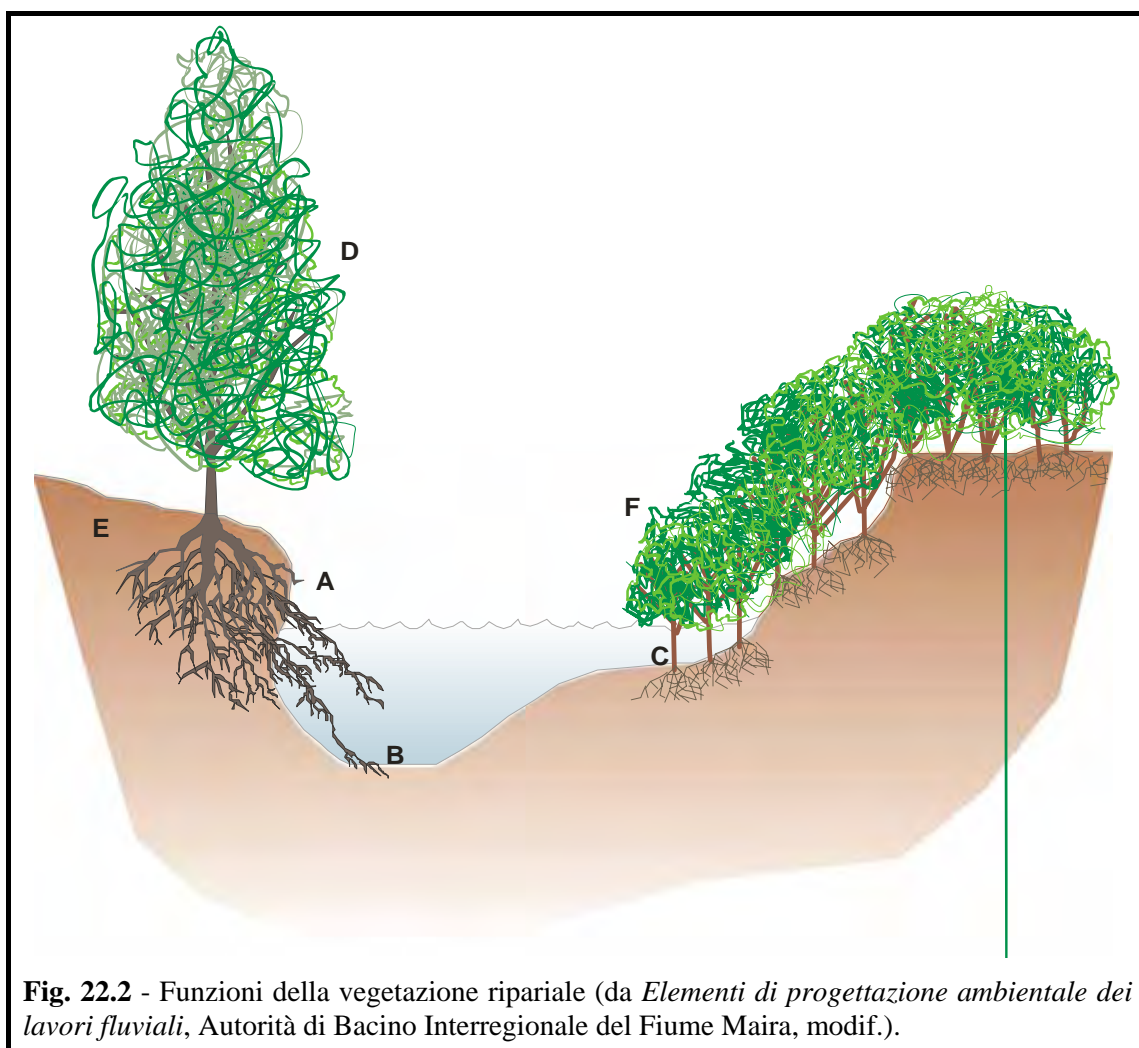
- le acque di dilavamento del suolo vengono filtrate e depurate;
- la vegetazione ripariale costituisce, infine, un habitat favorevole per insetti ed uccelli, nell'ambito del quale si creano le condizioni per la riproduzione e la nidificazione delle specie.



Le cenosi arboree autoctone, strettamente correlate ai corsi d'acqua sono le seguenti:

1. Saliceto arbustivo di greto, presente, dalla pianura al piano montano, sui greti ciottolosi dei fiumi; le branche dei salici arbustivi, salice ripaiolo, salice rosso e salice barbuto, in particolare, vengono impiegate, come talee ed astoni, nelle opere di ingegneria naturalistica;
2. Saliceto ripario di salice bianco, tipico di alvei e sponde fluviali della pianura e delle basse valli alpine, nelle aree soggette a piene ed esondazioni;
3. Pioppeti di pioppo bianco e pioppo nero, caratterizzanti i greti e le aree golenali delle aste fluviali di pianura e del piano montano;
4. Alneto di ontano nero, localizzato presso le lanche fluviali nelle aree planiziali ed i torrenti del piano montano;
5. Alneto di ontano bianco, presente sui greti ciottolosi dei corsi d'acqua nei fondovalle alpini;

6. Querco-carpineto, caratteristico nelle aree golenali di pianura soggette ad esondazioni.



## 22.2 - Impatti derivanti dagli interventi in alveo

I lavori di sistemazione in alveo non dovrebbero interferire con i cicli riproduttivi dell'ittiofauna, poiché la riproduzione stessa delle popolazioni verrebbe interdetta o, quantomeno, si causerebbe una diminuzione dell'efficacia riproduttiva. Nelle zone a salmonidi il periodo riproduttivo è compreso da novembre a marzo, in quelle a ciprinidi da marzo a luglio; in tali periodi è quindi opportuno operare adottando opportune misure di mitigazione degli impatti causati dalle attività di cantiere sull'ittiofauna.

Mesi	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Cicli riproduttivi dell'ittiofauna	Salmonidi		Ciprinidi								Salmonidi	



I lavori in alveo provocano un elevato impatto sulla comunità macrobentonica, per la scarsa possibilità di movimento degli organismi che non possono sottrarsi all'alterazione del proprio habitat. I danni derivano dalla movimentazione dei mezzi di cantiere che causano intorbidimento delle acque e deposito di materiale sul fondo. Tale fenomeno si ripercuote a valle per un tratto di ampiezza variabile in relazione alle caratteristiche del corso d'acqua ed alla granulometria del materiale movimentato. Il trasporto interessa tratti più ampi se viene mobilitato materiale fine che rimane più a lungo in sospensione. L'inerte di piccola granulometria provoca un danno sensibile, oltre che ai macroinvertebrati, anche alla fauna ittica. Le particelle in sospensione liquida, infatti, provocano danni agli organi respiratori degli organismi acquatici (branchie ed opercoli) che risultano particolarmente vulnerabili all'abrasione. L'intorbidimento delle acque, che pur si verifica naturalmente per brevi periodi, in concomitanza di eventi di piena, ha conseguenze più gravi nei cantieri in alveo dove l'intorbidimento è continuativo e prolungato.

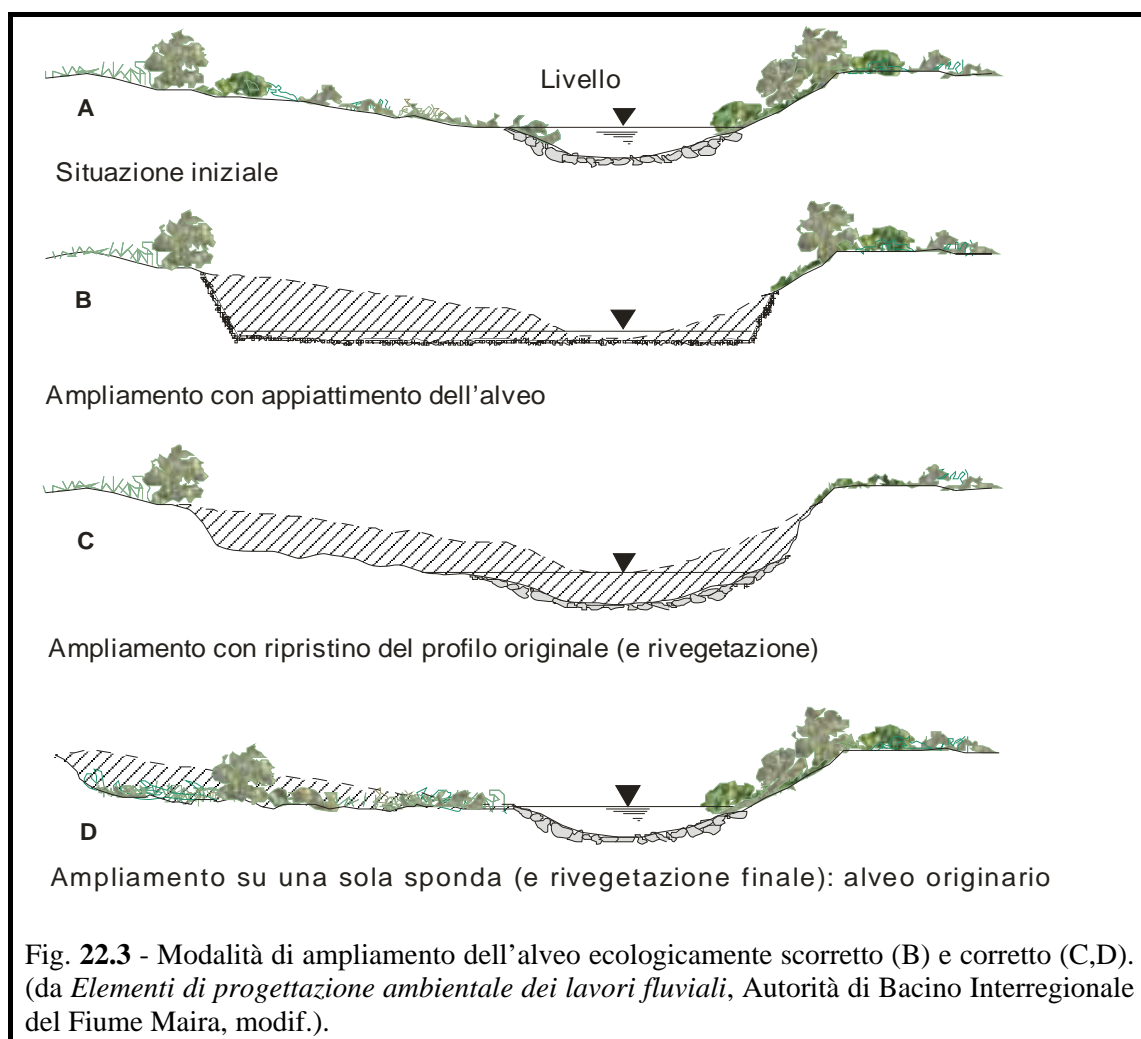
Le misure di mitigazione si effettuano, generalmente, operando le lavorazioni per quanto più possibile a secco, canalizzando preventivamente, mediante savanelle, la corrente verso la sponda opposta a quella oggetto di intervento. Per le attività di disalveo tale precauzione non è tuttavia sempre attuabile, a causa dell'impossibilità di lavorare su porzioni di alveo asciutto o dalle sponde. In tali casi l'unica misura di riduzione del danno, fermo restando quello ineliminabile arrecato alle comunità macrobentoniche, consiste nel prelievo e nello spostamento delle popolazioni ittiche in aree indisturbate. Tale accorgimento va effettuato immediatamente prima dell'inizio dei lavori e ripetuto, nel tempo, se il cantiere ha tempi lunghi di realizzazione.

Occorre infine considerare che gli impatti, di qualsivoglia natura, esercitano un danno tanto più elevato quanto maggiore è la biodiversità degli habitat interessati; le comunità ittiche di fondovalle, relativamente più complesse di quelle riscontrabili in ambito montano, risultano più sensibili e vulnerabili. Ne consegue che in tali ambiti è indispensabile adottare tutte le possibili forme di mitigazione degli effetti negativi sulle popolazioni ittiche.

I lavori di risagomatura e ricalibratura hanno, generalmente, lo scopo di adeguare la sezione di deflusso in base a tempi di ritorno prestabiliti. L'ampliamento dell'alveo, tuttavia, causa la dispersione dell'acqua su superfici più ampie e comporta riduzione di livello e rallentamento della corrente. Tali condizioni, nei periodi critici di bassa portata, limitano fortemente o, talora, impediscono del tutto le attività vitali dell'ittiofauna. I fondali piatti e uniformi, caratterizzati da granulometria monometrica, che si creano anche per sedimentazione di materiale fine, determinano, inoltre, un'ulteriore danno alle biocenosi ittiche. La scarsità di ricoveri per l'ittiofauna espone i pesci alla piena corrente e ad un eccessivo dispendio energetico. Gli eventi di piena, inoltre, in assenza di adeguati ripari la corrente ed il trasporto solido, possono risultare letali per i pesci.

Per evitare tali danni è necessario, pur ampliando la sezione del corso d'acqua, evitare di ricorrere a spianamenti dell'alveo, come riportato in **fig. 22.3**. Si potrà operare differenziando l'alveo in due stadi, rispettivamente di magra e di piena. Nel primo, che sarà ottenuto mantenendo per quanto possibile l'alveo naturale, le portate normali potranno defluire con sufficienti battenti idrici, capaci di mantenere le comunità acquatiche. L'alveo di piena, in grado di accogliere i deflussi di maggiore portata, dovrà

essere ricavato ad un quota più elevata rispetto a quello di magra. Le sponde potranno essere rinaturalizzate mediante la piantagione di vegetazione autoctona ripariale di tipo sia arboreo che arbustivo.



## 22.3 - Opere longitudinali

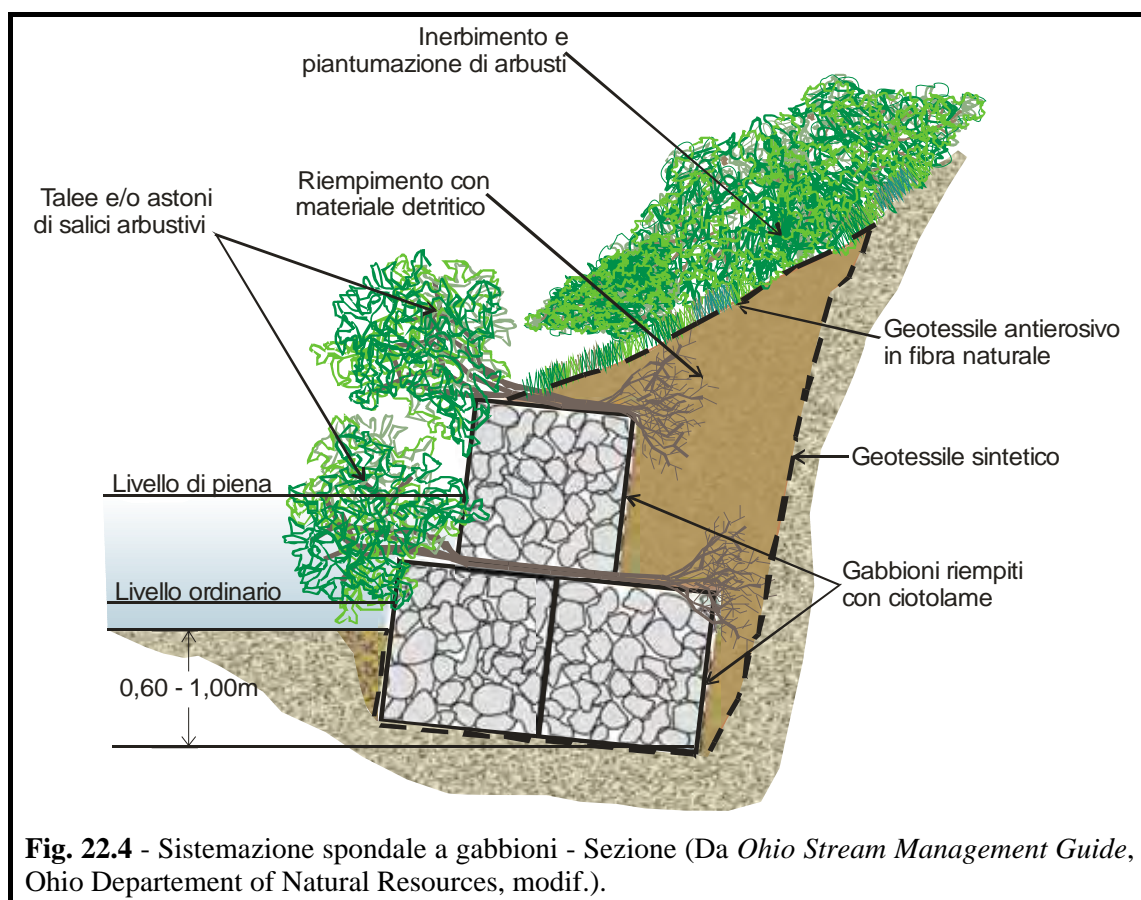
I manufatti che offrono scarsa penetrazione all'acqua determinano un danno elevato a carico delle comunità acquatiche. La riprofilatura delle scarpate elimina i ricoveri (che naturalmente si formano tra le sponde sottoescavate e le radici sommerse delle piante riparie) e rende indisponibili le nicchie di sosta e rifugio per i pesci. La realizzazione di paramenti uniformi contro alveo provoca anche interruzione di continuità tra vegetazione perifluviale e fiume impoverendo, quantitativamente e qualitativamente, le popolazioni ittiche. Le murature in calcestruzzo e le scogliere intasate con malta sono le strutture più problematiche per l'ittiofauna, provocando un danno persistente, valutabile pari alla durata dei materiali impiegati. Per le scogliere in massi, realizzate con fughe intasate con inerti, l'impatto ha un certo grado di

reversibilità. In tempi relativamente brevi, infatti, la corrente erode il materiale di riempimento creando interstizi utilizzabili dall'ittiofauna.

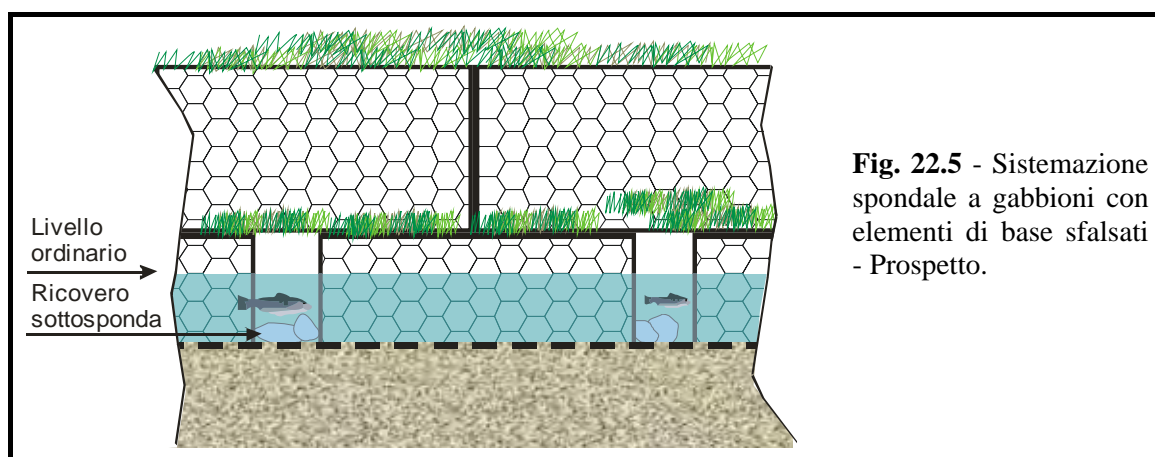
Nell'ambito delle opere permeabili assume rilevanza, per la conservazione dell'ittiofauna, la dimensione degli inerti costituenti la struttura. I gabbioni e le burghe, riempiti con pietrame di piccola e media pezzatura possono offrire rifugi per organismi acquatici di piccole dimensioni. Le scogliere e le primate, realizzate alla rinfusa con materiale lapideo o blocchi in calcestruzzo di grossa dimensione, permettono la formazione di tane di dimensioni eterogenee, favorendo la diversificazione dell'ittiofauna.

L'estensione delle opere contribuisce all'aggravamento del danno connesso alla tipologia costruttiva, influenzando fortemente sulla funzionalità fluviale. La naturale evoluzione dell'alveo si blocca e la biodiversità delle popolazioni acquatiche è destinata a ridursi. L'impatto è più gravoso se le arginature interessano entrambe le sponde.

L'effetto negativo delle opere di contenimento longitudinale viene notevolmente amplificato se risulta concomitante con la ricalibrazione dell'alveo e, particolarmente, nel caso di asportazione di materiale litoide. Risulta perciò opportuno, soprattutto nelle zone di fondovalle dove le comunità ittiche sono più complesse e vulnerabili, abbinare alle opere di contenimento massi e deflettori, così da diversificare la dinamica fluviale e favorire la creazione di microambienti più eterogenei.

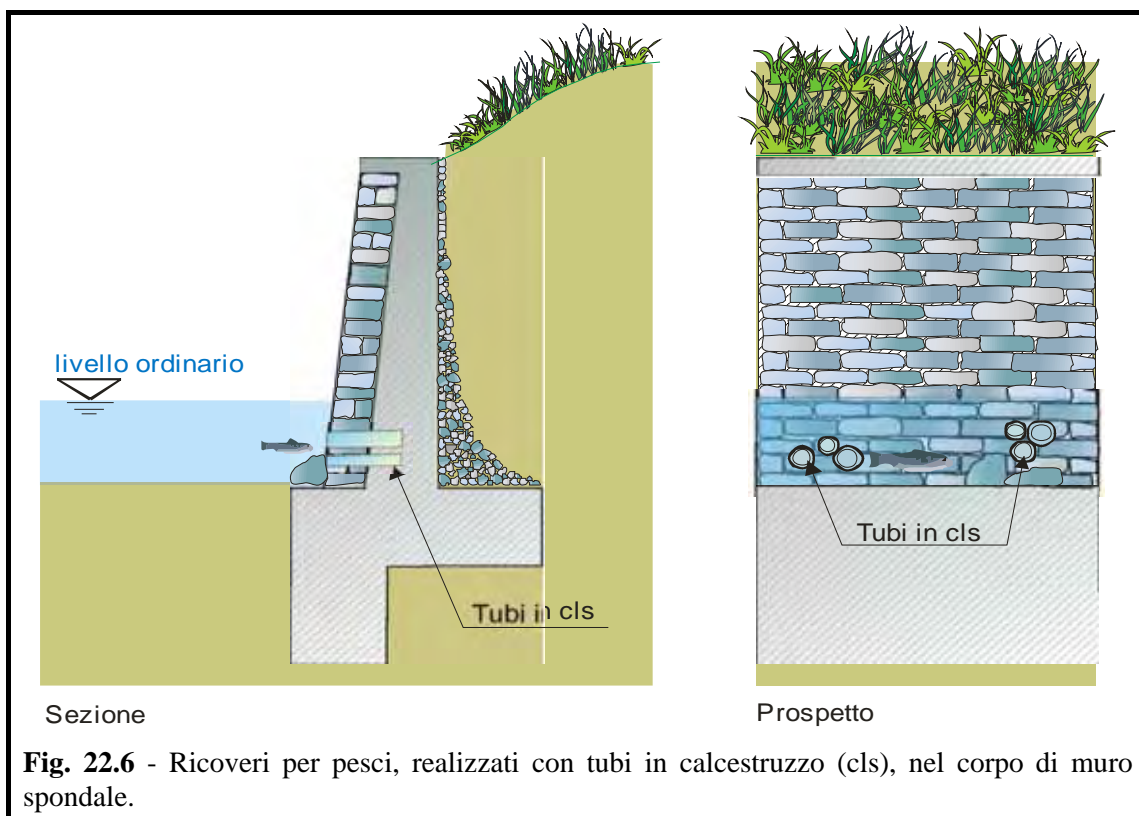


I **gabbioni**, elementi scatolari in rete metallica riempiti con ciottoli di fiume, vengono generalmente utilizzati come struttura di contenimento nei corsi d'acqua dove non si dispone di materiale lapideo di granulometria adeguata per la realizzazione di scogliere. Dal punto di vista paesaggistico l'inserimento di gabbioni in un corso d'acqua naturale non è gradevole, poiché l'opera di contenimento ha un aspetto artificiale. È quindi consigliabile procedere alla schermatura dell'opera mediante introduzione di talee di salici arbustivi tra gli elementi. Per ottenere un adeguato attecchimento occorre che il materiale di propagazione venga a contatto con il terreno retrostante l'opera. È buona norma inserire anche vegetazione igrofila arborea a monte dei gabbioni. Sotto l'aspetto naturalistico, ed in particolare per l'ittiofauna, è di notevole importanza la pezzatura dei massi impiegati per il riempimento. La dimensione dovrà essere quanto più possibile eterogenea, così da formare interstizi di dimensioni varie in grado di accogliere fauna ittica diversificata per specie e stadio di sviluppo (**fig. 22.4**). Poiché comunque gli interstizi che si creano nella struttura sono, nella maggior parte dei casi, di dimensioni limitate tali da impedire la penetrazione nella struttura dei pesci di grande taglia, sarà anche opportuno disporre, qualora le condizioni idrauliche lo permettano, i gabbioni sfalsando gli elementi di base (**fig. 22.5**). Si creeranno, in tal modo, anfratti artificiali che saranno utilizzati dai grossi pesci come ricoveri sottosponda.



**Fig. 22.5** - Sistemazione spondale a gabbioni con elementi di base sfalsati - Prospetto.

I **muri di contenimento spondale in calcestruzzo** provocano un forte impatto sull'ittiofauna, poiché, oltre ad eliminare le sponde naturali, interrompono anche la continuità tra vegetazione perifluviale e fiume. L'impatto è reversibile solo a lungo termine (quando, peraltro, il paramento murario, degradandosi, perde la sua funzionalità idraulica); quindi il danno può essere parzialmente mitigato solo in fase costruttiva, creando artificialmente dei ricoveri nel corpo murario. Possono efficacemente essere utilizzati tubi in calcestruzzo, aventi diametro eterogeneo, incorporati nella struttura alla stregua di barbacani (**fig. 22.6**). Queste tane artificiali, da crearsi nella fascia murale interessata dalla portata ordinaria, potranno essere utilizzati dai pesci come zone di sosta e di rifugio. È preferibile che i tubi siano sistemati con l'imboccatura verso valle, al fine di ridurre l'intasamento di materiale terroso-ghiaioso che si verifica durante le portate di piena. Nei tratti d'alveo interessati da opere di contenimento in calcestruzzo occorre, al fine di non ridurre ulteriormente il grado di naturalità del corso d'acqua, evitare di creare fondali piatti e uniformi. Sarà preferibile rivegetare le sponde con specie riparie e predisporre un alveo di deflusso di magra dotato di pennelli e frangicorrente in massi al fine di diversificare l'insieme dei microambienti acquatici.



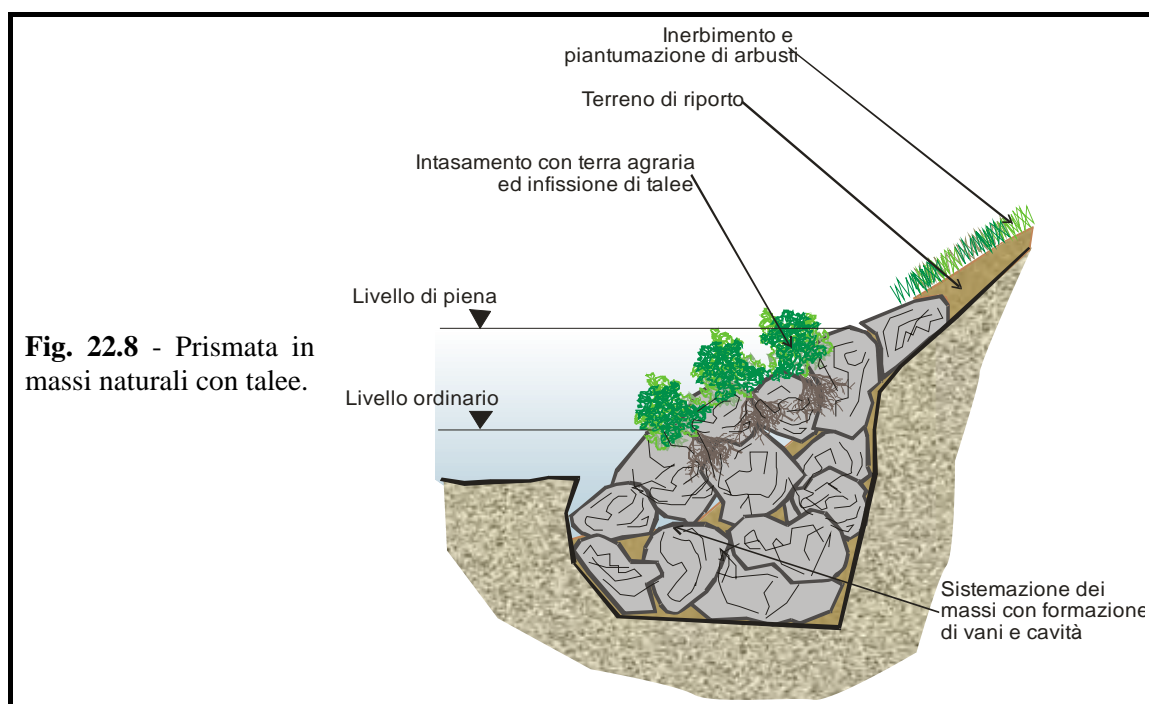
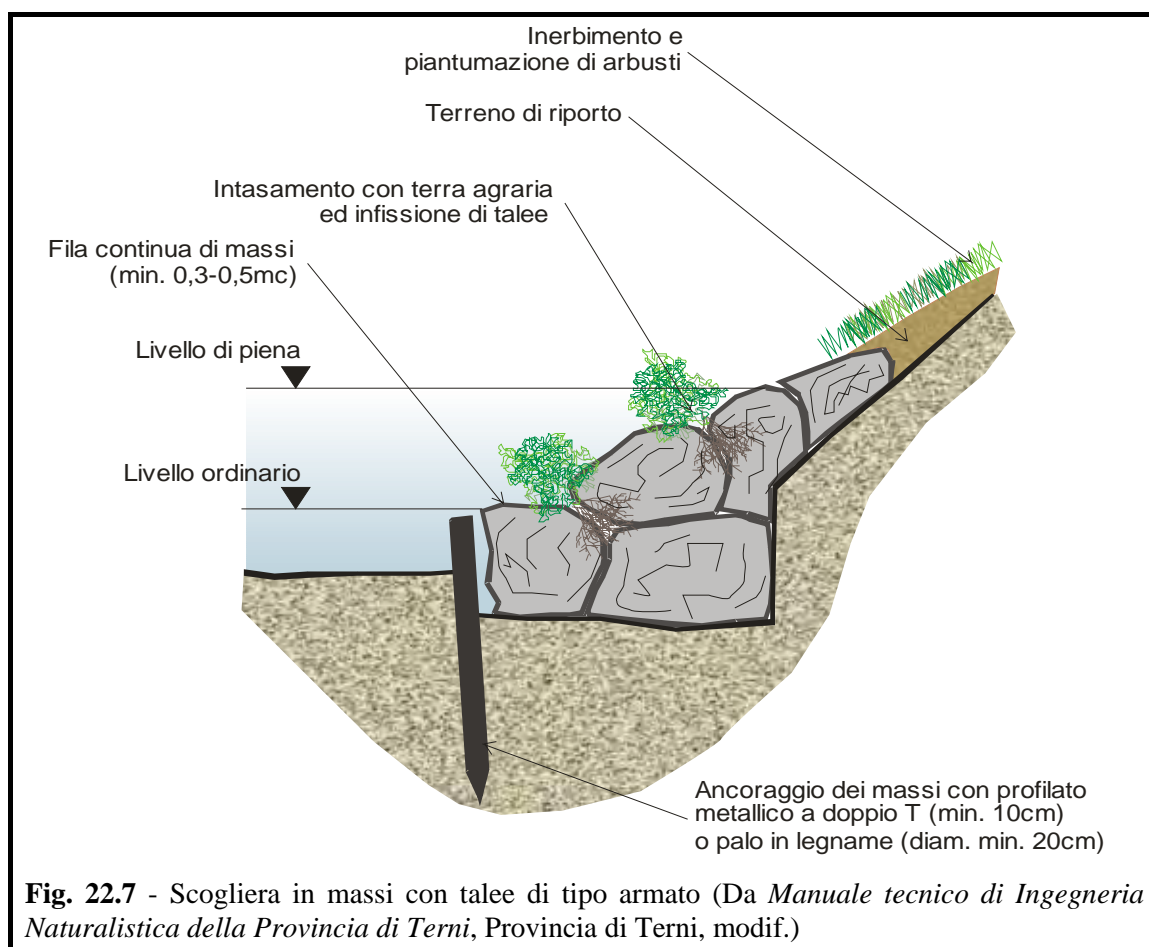
**Fig. 22.6** - Ricoveri per pesci, realizzati con tubi in calcestruzzo (cls), nel corpo di muro spondale.

Il grado di impatto delle **scogliere** varia in relazione alla tipologia costruttiva. Se gli interstizi tra i massi vengono cementati la struttura risulta scarsamente penetrabile dall'acqua ed inutilizzabile da parte dell'ittiofauna; in questo caso l'impatto, pur reversibile a lungo termine, è comparabile a quello provocato da una muratura in calcestruzzo. Se, al contrario, i massi, ed in particolare nella fascia bagnata dalle portate ordinarie, non vengono intasati, o viene utilizzato materiale ghiaioso-terroso dilavabile, la scogliera ha un impatto moderato e temporaneo nei confronti dell'ittiofauna. Poiché vengono generalmente impiegati massi di cava naturali, la sovrapposizione degli inerti favorisce la creazione di ricoveri di ampiezza eterogenea utilizzabile da specie diverse nei vari stadi di sviluppo. Per ottenere un maggior grado di naturalità si potranno impiantare, nelle fessure tra i massi, talee ed astoni di salici ed effettuare la piantagione di specie arboree ripariali a monte della difesa spondale (**fig. 22.7**).

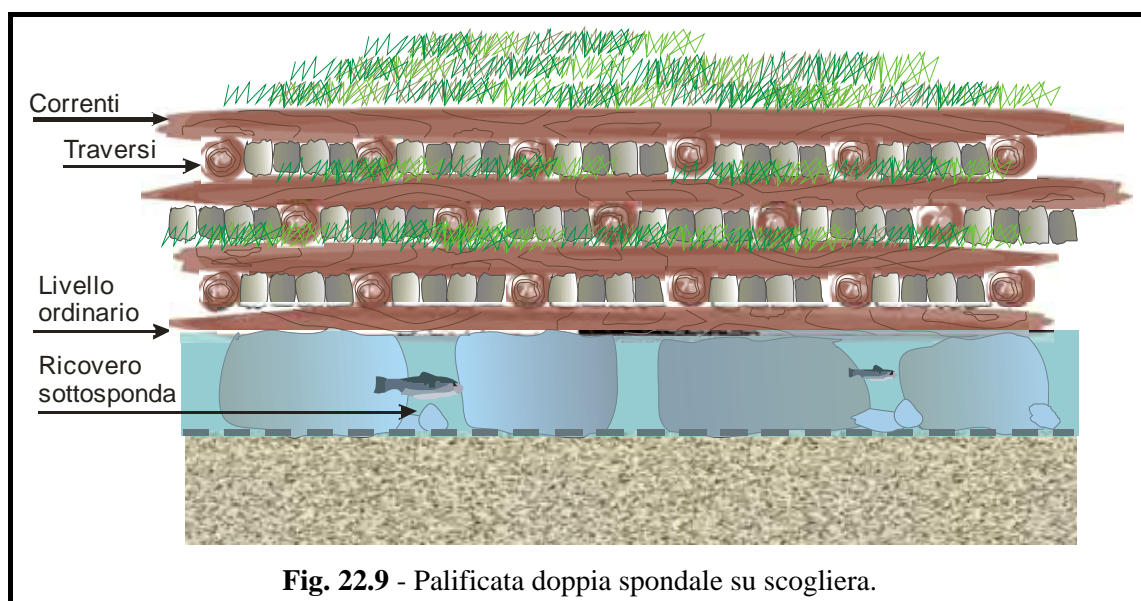
Le **prismate** e le **massicciate** Sono strutture di contenimento realizzate, generalmente alla rinfusa, distribuendo inerti naturali o artificiali, di grosse dimensioni sulle sponde. Le prismate sono state ampiamente utilizzate, in tempi recenti, ed hanno contribuito alla progressiva restrizione e rettificazione degli alvei ordinari, con la conseguente eliminazione di lanche e meandri. Tali opere hanno, tuttavia, un impatto limitato e reversibile nei confronti dell'ittiofauna. Le difese realizzate alla rinfusa possono infatti essere colonizzate in breve tempo (pochi anni), poiché si creano spazi di dimensioni eterogenee tra gli inerti che vengono utilizzati come zone di rifugio per i pesci. Ciò, in particolare, nei casi frequenti in cui si sia intervenuti anche con asportazione di materiale litoide in alveo e la conseguente eliminazione di tane ed anfratti naturali. È quindi indispensabile evitare, per quanto possibile, l'occlusione degli interstizi tra massi e prismi con materiale cementante. È altrettanto utile ripristinare la vegetazione spontanea, nella porzione superiore di massicciata non sommersa dal livello



ordinario di piena. Gli interstizi colmati di terreno vegetale saranno piantumati con talee e/o astoni di salici arbustivi; a monte della difesa si potrà effettuare la piantagione di specie arboree ripariali (**fig. 22.8**).



Le **palificate** a doppia parete sono strutture che ben si inseriscono in ambito fluviale anche dal punto di vista paesaggistico, perché vengono realizzate utilizzando materiali naturali e vegetazione autoctona, avente funzione di armatura e sostegno. L'alternanza di correnti e traversi in legname permette di ricavare agevolmente spazi vuoti di varia dimensione impiegando, per il riempimento, inerti di grosse dimensioni. Per tale ragione la struttura si presta anche alla costruzione di ricoveri sottosponda per pesci ricavando delle nicchie nella parte sommersa. La tipologia ha alcune limitazioni d'impiego e viene utilizzata nei corsi d'acqua dove la velocità della corrente non supera, generalmente, 4 m/s. Per ritardare la naturale degradazione del legname, che si verifica nel corso di alcuni decenni, è preferibile poggiare la palificata su di una scogliera, evitando così la sommersione del tondame al livello di piena ordinaria (**fig. 22.9**).



**Fig. 22.9** - Palificata doppia spondale su scogliera.

## 22.4 - Opere trasversali

Le opere trasversali, quali briglie e traverse per derivazioni e/o ritenzioni idriche, provocano l'interruzione della continuità longitudinale fisica e biologica dei corsi d'acqua. La morfologia fluviale viene modificata poiché, a monte degli sbarramenti, l'accumulo di sedimenti determinato dalla riduzione della pendenza, dà luogo ad un alveo piatto ed uniforme, sfavorevole per l'ittiofauna. Gli sbarramenti inoltre costituiscono un ostacolo insormontabile per le popolazioni ittiche, le quali vengono segregate in nuclei riproduttivamente isolati. Quali mitigazioni si impiegano passaggi artificiali che debbono, a prescindere dalla tipologia costruttiva, soddisfare i seguenti requisiti:

- consentire ai pesci, indipendentemente dalla specie e dallo stadio di sviluppo, il superamento delle barriere a fini trofici e riproduttivi;
- essere dotati di un deflusso idrico tale da indirizzare i pesci verso il suo ingresso, da monte e, soprattutto, da valle;

- la portata di deflusso deve costituire il filone di corrente principale in condizioni di magra e, nei casi di piccoli corsi d'acqua, non può essere inferiore a quella di deflusso minimo vitale; per i fiumi più grandi tale portata deve costituire una frazione significativa del deflusso minimo vitale;
- la velocità della corrente, in corrispondenza del passaggio, deve essere compresa entro 1,5 m/s, così da risultare compatibile con le capacità natatorie dall'ittiofauna; a tal fine è preferibile impiegare materiali da costruzione in grado di garantire la massima scabrezza, permettendo ai pesci di contenere, entro limiti accettabili, il consumo energetico necessario per superare l'ostacolo;
- la pendenza del passaggio, definita mediante il rapporto tra l'altezza, espressa come differenza di quota del pelo libero di monte e valle, e lo sviluppo planimetrico, deve essere  $\leq 0,15$ ;
- il canale deve essere a "pelo libero", evitando quindi l'impiego di bocche e condotte in pressione;
- è preferibile, infine, provvedere alla rinaturalizzazione della sponda, lungo il tratto che si affaccia sul canale di risalita, con specie arbustive ed arboree autoctone, ricreando, in tal modo, un habitat naturale idoneo all'ittiofauna.

Le tipologie di passaggi artificiali per l'ittiofauna sono numerose e variano in base alle caratteristiche del corso d'acqua e degli sbarramenti. Sinteticamente si possono individuare le seguenti:

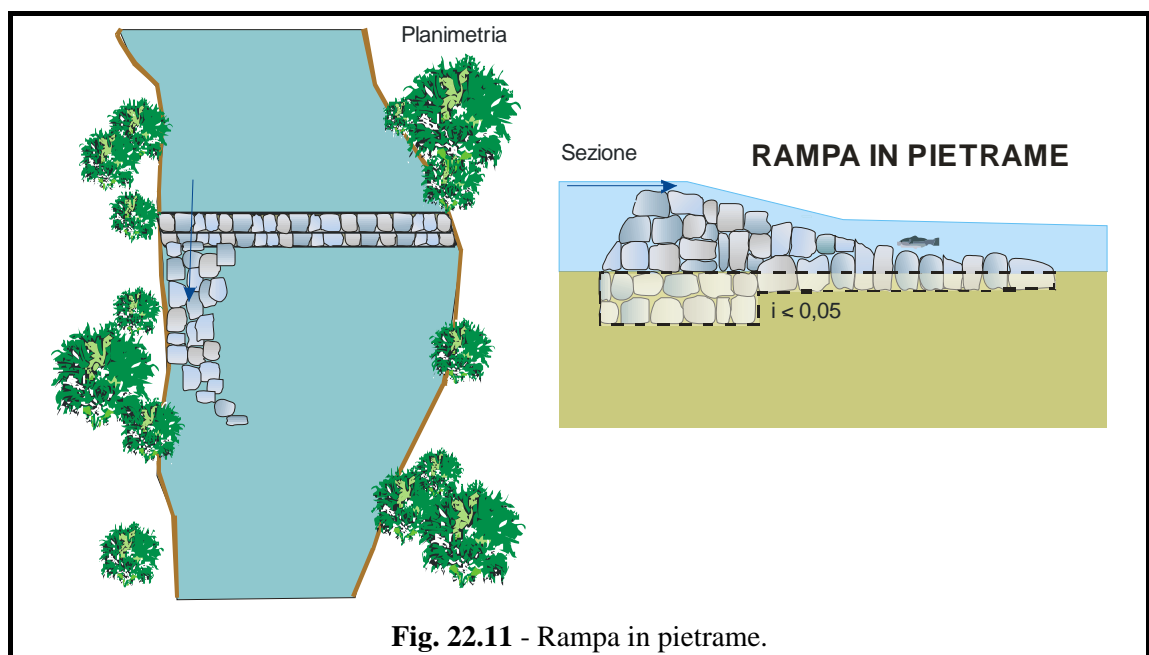
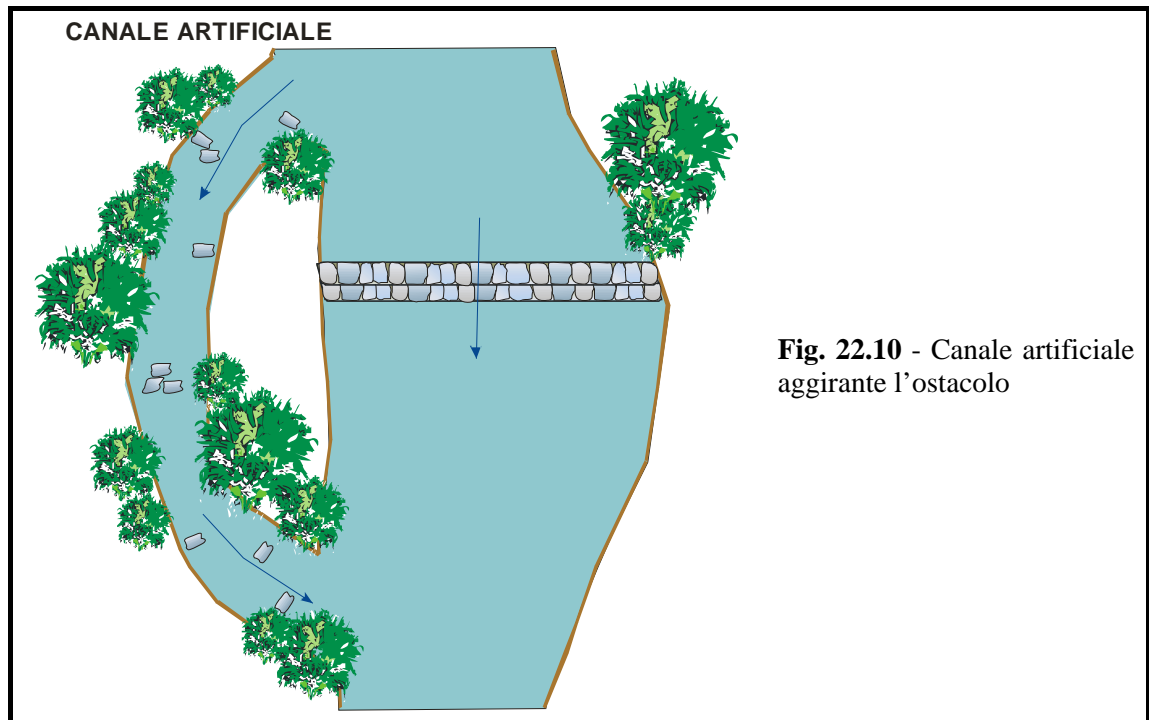
- canale artificiale aggirante l'ostacolo;
- canale artificiale sull'ostacolo;
- passaggio a rallentamento;
- passaggio a bacini;
- passaggio a chiuse.

Il **canale artificiale aggirante l'ostacolo** è un passaggio che unisce i due tronchi del corso d'acqua, a monte e a valle dello sbarramento, per mezzo di un canale artificiale scavato in corrispondenza di una delle due rive. È indispensabile che il ruscello sia quanto più possibile morfologicamente simile ad un corso d'acqua naturale, così da risultare "attraente" per l'ittiofauna. L'alveo dovrà essere caratterizzato da elevata rugosità e si impiegheranno massi e deflettori per diversificare il fondo e la corrente. La vegetazione a corredo delle sponde deve permettere di mantenere le acque mantenendole fresche ed ossigenate anche durante i periodi critici di magra, in concomitanza di estati calde e siccitose. È una tipologia costruttiva assai efficace poiché è possibile limitare la pendenza del tratto entro valori modesti, favorendo il trasferimento dell'ittiofauna. Il canale stesso può, inoltre, essere colonizzato dalle popolazioni ittiche (**fig. 22.10**).

Il **canale artificiale sull'ostacolo** rappresenta la soluzione possibile quando, per mancanza di spazio lateralmente le sponde, non è possibile realizzare un canale artificiale aggirante l'ostacolo. In tali casi, quando l'altezza dello sbarramento non è eccessiva, è possibile predisporre un semplice canale che attraversa lo sbarramento. Se la pendenza del tratto è contenuta entro il valore  $i = 0,05$  diventa relativamente facile rendere compatibili le condizioni di pendenza e di velocità della corrente con le esigenze dell'ittiofauna. Una tipologia costruttiva spesso impiegata è la rampa in massi (**fig. 22.11**), struttura di facile realizzazione e dai costi contenuti. La fugatura dei massi

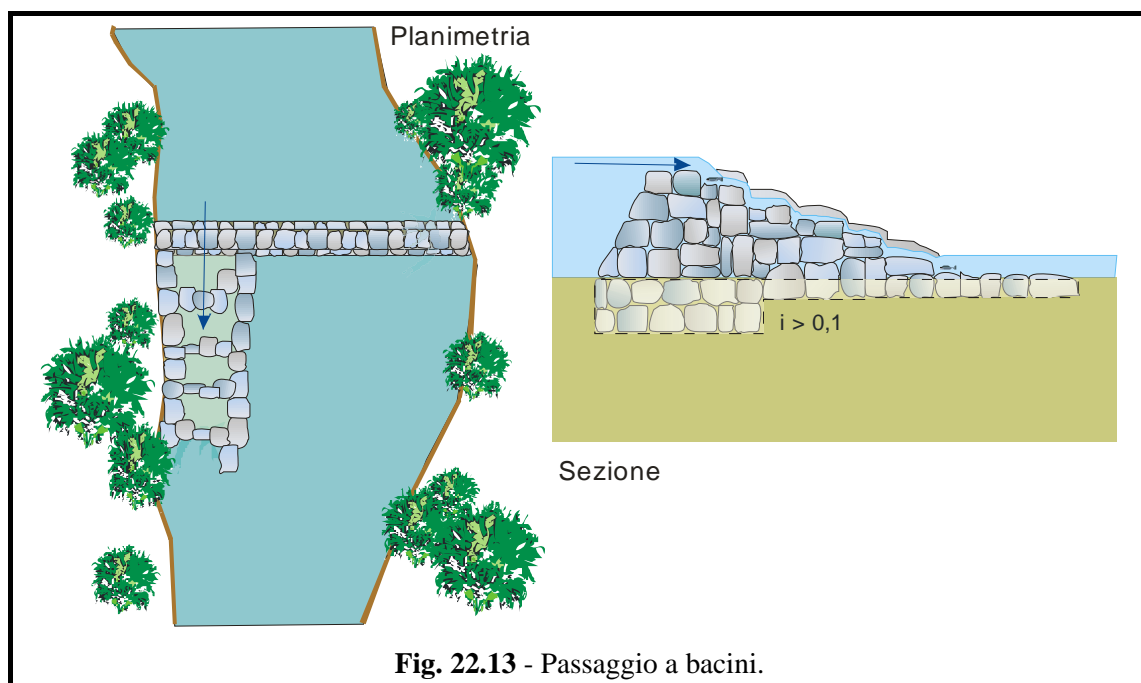
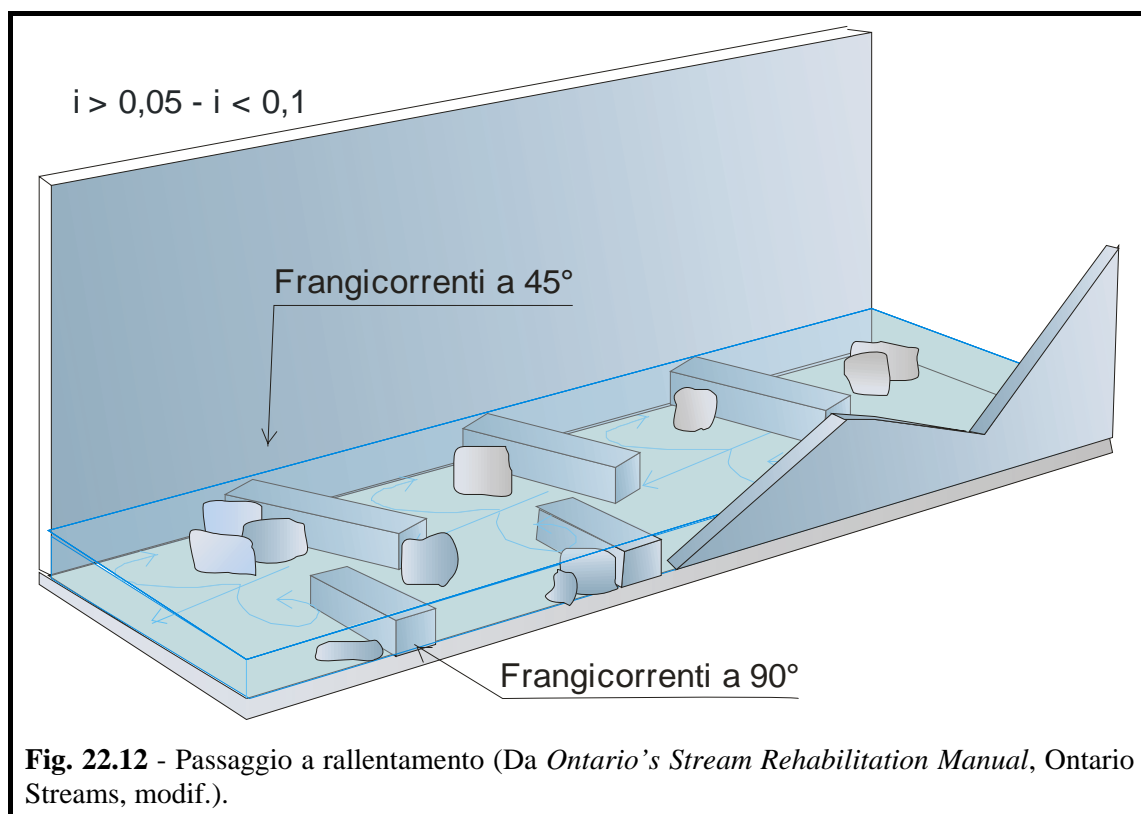


con calcestruzzo si rende, tuttavia, indispensabile quando, durante i periodi di magra, non si realizza un livello idrometrico tale da consentire il passaggio dei pesci



Per pendenze comprese tra  $i = 0,05$  e  $i = 0,1$  si utilizzano strutture più complesse, di quelle precedentemente descritte, al fine di rendere compatibile la velocità della corrente con le capacità natatorie dei pesci. Si tratta dei **passaggi a rallentamento**, che si dispongono sul fondo e/o sulle pareti del canale artificiale, cioè una serie di deflettori, di forme diverse, con lo scopo di ridurre le velocità di

scorrimento dell'acqua (**fig. 22.12**). È utile disporre massi nelle zone di rallentamento della corrente aventi funzione di rifugio dagli uccelli predatori.



Per pendenze superiori a  $i = 0,1$  le tipologie precedentemente descritte si rivelano, in genere, non compatibili con le esigenze dell'ittiofauna. In questi casi si ricorre spesso a scale di risalita costituite da vasche a stramazzi (**passaggi a bacini**). Il

dislivello da superare è suddiviso in una serie di piccoli bacini comunicanti per mezzo di stramazzi, di orifici o di fenditure verticali. I bacini formano zone per il riparo dei pesci ed assorbono l'energia dell'acqua lungo il passaggio (**fig. 22.13**). L'altezza delle cascatelle deve essere tale da consentire facilmente la risalita di tutti i pesci di qualunque dimensione e specie.

Il **Passaggio a chiuse** funziona quasi con lo stesso principio della chiusa per la navigazione. I pesci vengono catturati in un comparto e poi richiusi come avviene per i battelli. Vengono quindi trasportati a monte sia per via d'acqua, sia mediante veri e propri ascensori. Si tratta di un tipo di soluzione adottata per il superamento di ostacoli troppo elevati (es. dighe) utile per determinati ambienti caratterizzati dalla presenza di ittiofauna di elevato valore naturalistico ed economico (es. salmoni).

## **22.5 - Ripristino della morfologia naturale dei corsi d'acqua**

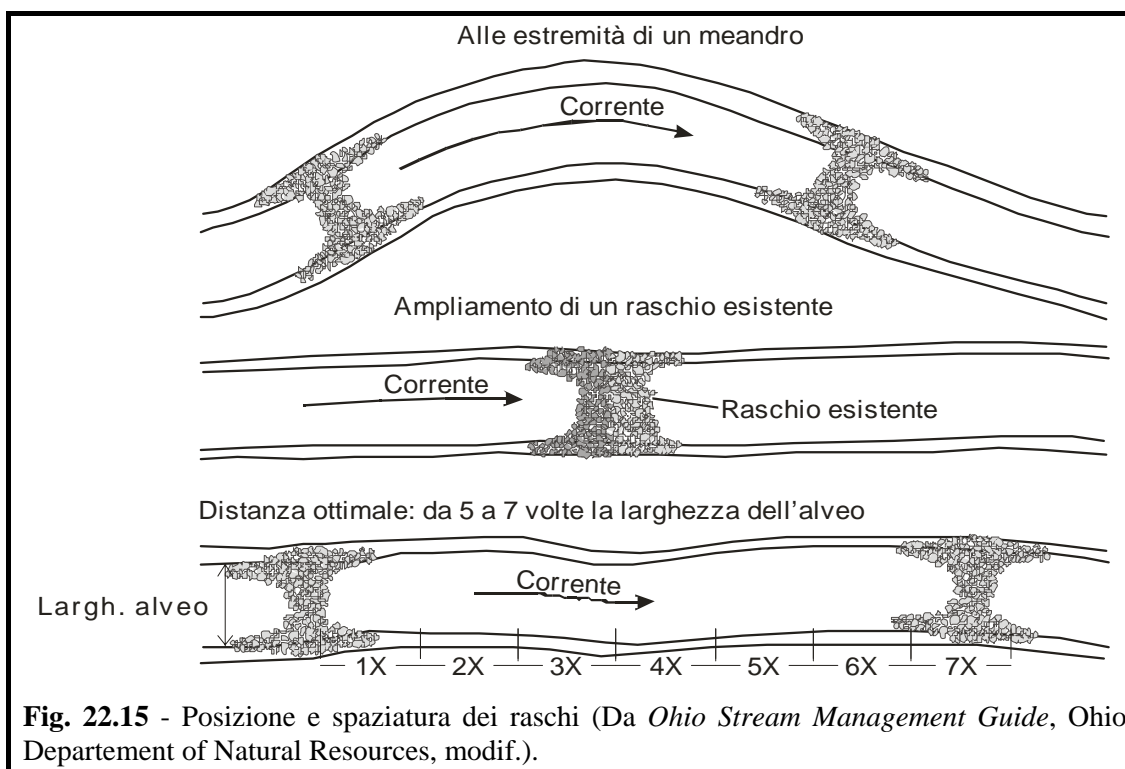
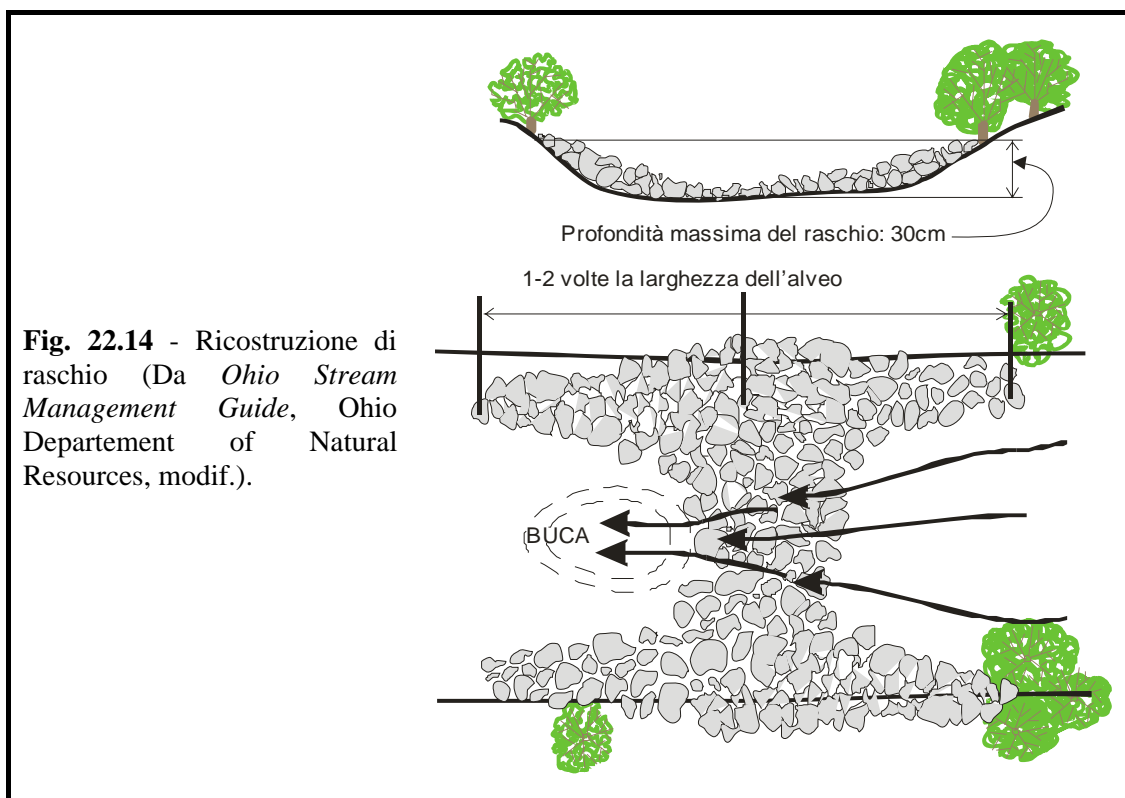
Qualora, per ragioni diverse, non fosse possibile mantenere il letto naturale o fosse già stato eliminato da pregressi interventi, occorre procedere alla sua ricostituzione. Il nuovo alveo, eseguito mediante sbancamento del piano di campagna, deve avere un tracciato sinuoso ed una sezione compatibile con il deflusso minimo vitale.

Il letto di magra così formato sarà morfologicamente diversificato con l'introduzione di massi, di dimensioni eterogenee, e di deflettori. Si creeranno, in tal modo, piccole rapide alternate a saltelli, buche e lame a decorso più lento, diversificando il corso d'acqua in microambienti favorevoli per il mantenimento e lo sviluppo del macrobenthos e delle popolazioni ittiche.

Per ovviare alla riduzione di scabrezza del fondo a seguito di disalvei, che comporta conseguenze negative per l'ittiofauna e la fauna macrobentonica, è possibile procedere, in particolare nei corsi d'acqua di ampiezza piccola e media, alla **ricostruzione dei raschi** (**fig. 22.14**).

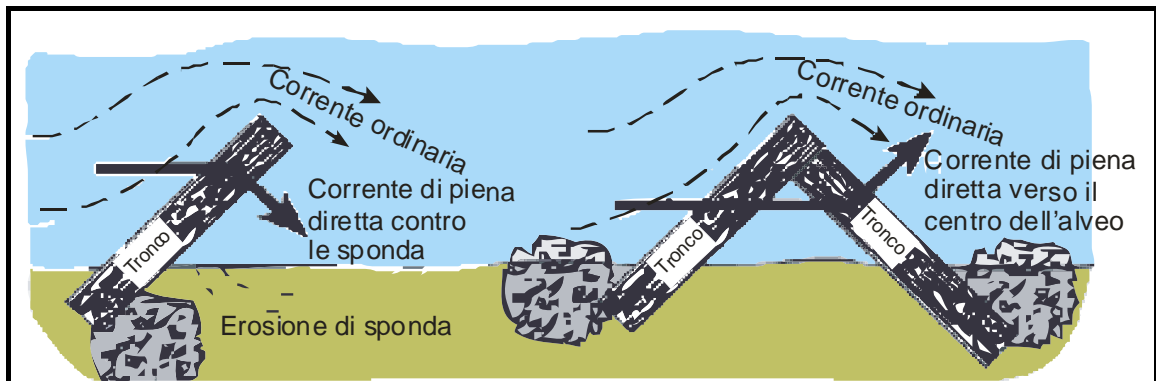
Questi vanno ripristinati con materiale di pezzatura media, quali grossi ciottoli e pietrame avente diametro medio minimo di 30 cm o comunque di dimensioni tali che ne sia garantita la stabilità nei confronti delle portate di media intensità. Nel corso delle ondate di piena tali strutture verranno erose e traslocate più a valle. Nella porzione centrale dei raschi, avente quota minore rispetto alle ali, il pietrame viene diradato così da convogliare il deflusso di magra ed evitare erosioni di sponda. A valle della parte centrale si crea una buca utilizzata dall'ittiofauna come area di rifugio e sosta.

La lunghezza dei raschi varia, generalmente, da 1 a 2 volte la larghezza dell'alveo mentre la distanza tra essi può essere compresa tra 5 e 7 volte l'ampiezza del corso d'acqua (**fig. 22.15**). Indicazioni utili per il dimensionamento e la spaziatura dei raschi derivano, in ogni caso, da osservazioni su tratti indisturbati di fiume nell'ambito dei quali è possibile osservare tali strutture.

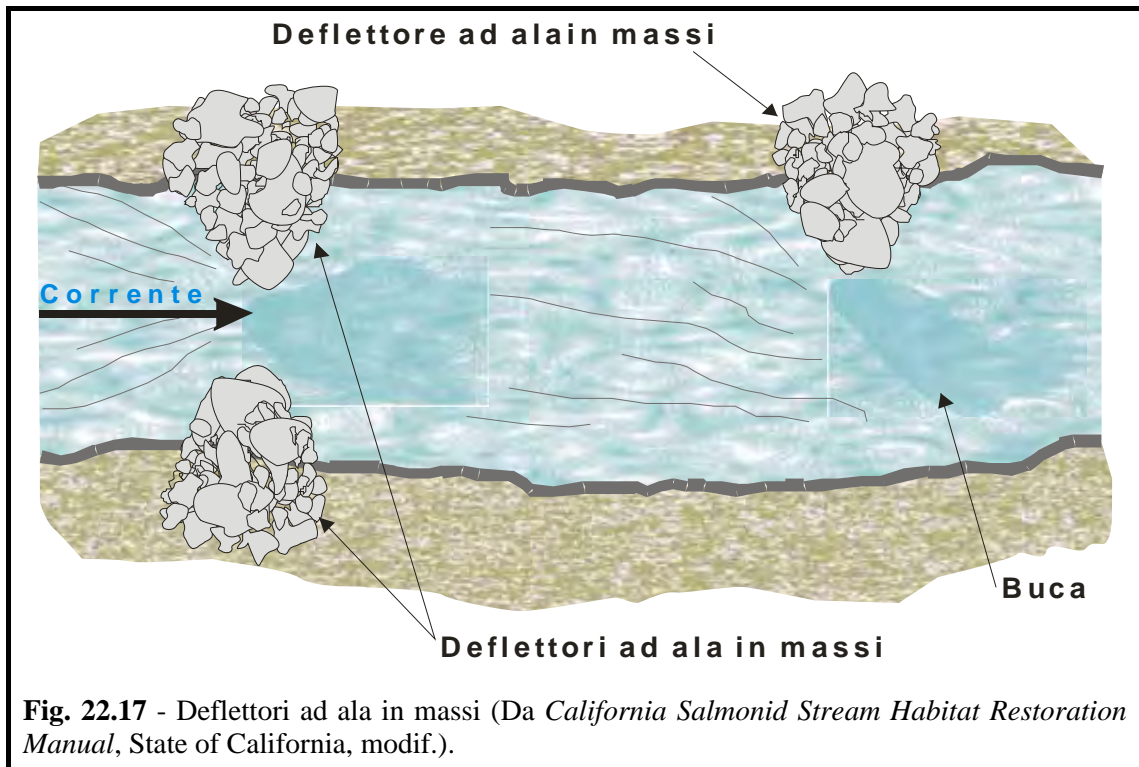


I **deflettori** Sono strutture trasversali, immorsate nella sponda, realizzate con tronchi (**fig. 22.16**) massi (**fig. 22.17**), e gabbioni, che vengono utilizzate, nei tratti d'alveo a modesta pendenza, per intercettare le portate ordinarie. I deflettori risultano particolarmente funzionali nei corsi d'acqua regolarizzati ed uniformi, perché

permettono di diversificare le caratteristiche dell'alveo senza modificarne ampiezza e tracciato. A monte della struttura si crea turbolenza, la corrente è allontanata dalla sponda e si incanala, acquistando velocità, a valle del restringimento, dove l'erosione del fondo dà luogo ad una buca stabile. Tali effetti possono essere calibrati realizzando il paramento superiore del deflettore inclinato verso il centro dell'alveo; aumentando l'inclinazione si riduce la turbolenza e si creano buche meno profonde. Occorre prestare attenzione alla forma dei deflettori, poiché le strutture a pianta rettangolare provocano, durante le piene, l'impatto delle corrente contro la sponda. In tali casi gli argini vanno protetti per evitare fenomeni erosivi. Le strutture a pianta triangolare (ali), aventi base immersa nelle sponde ed un vertice rivolto verso il centro dell'alveo, risultano più funzionali per la stabilità delle sponde, poiché, in concomitanza di portate elevate, la corrente è indirizzata a centro dell'alveo.



**Fig. 22.16** - Deflettori in legname (Da *Ohio Stream Management Guide*, Ohio Department of Natural Resources, modif.).



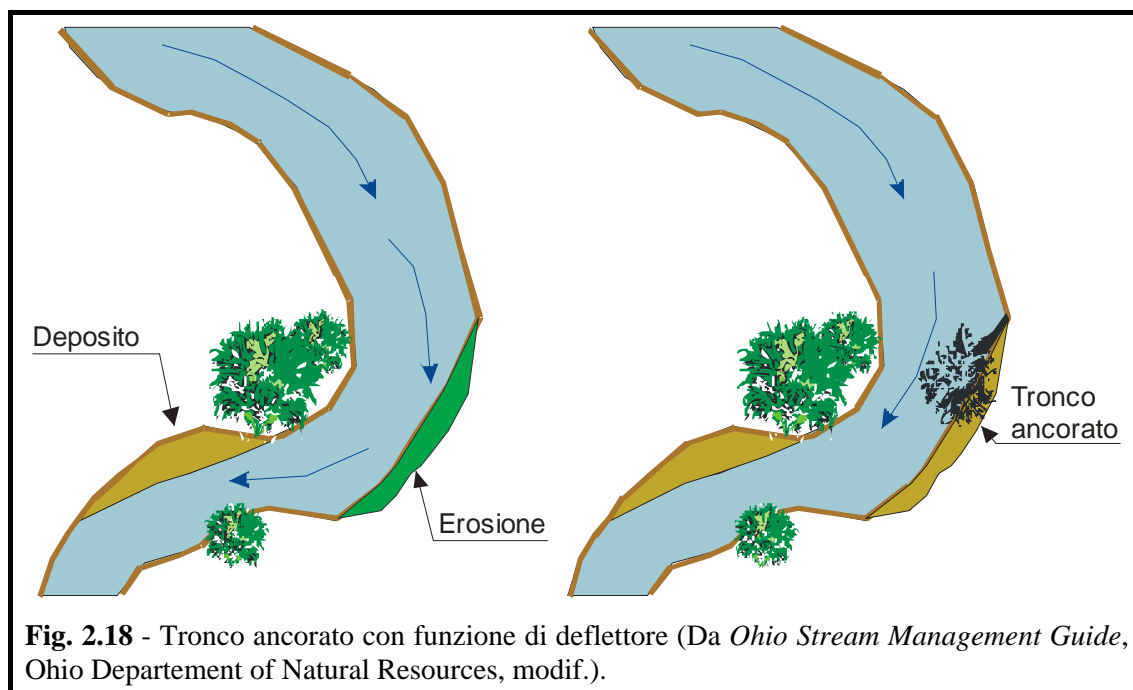
**Fig. 22.17** - Deflettori ad ala in massi (Da *California Salmonid Stream Habitat Restoration Manual*, State of California, modif.).

I deflettori, in relazione all'ampiezza dell'alveo possono essere realizzati su una o su entrambe le sponde. Nel primo caso la buca di valle risulta asimmetrica ed allungata verso la sponda opposta al deflettore, nel secondo caso si forma una cavità di fondo simmetrica a centro alveo.

Il materiale migliore per la costruzione dei deflettori sono massi di dimensione medio grande (**fig. 22.17**); i blocchi di roccia di maggiore dimensione vanno collocati all'apice della struttura. Gli inerti a spigoli vivi, da vincolarsi reciprocamente, permettono la realizzazione di incastri più stabili. La struttura può essere resa più resistente, nonché acquisire un aspetto più naturale, se si introducono talee ed astoni di salice tra gli interstizi dei massi.

L'estensione in acqua del deflettore varia da  $1/3$  ad  $1/5$  della larghezza dell'alveo, la struttura deve avere un'altezza tale da poter emergere al livello ordinario di deflusso ed essere sommersa durante le piene. Generalmente si prevede un immersionamento su sponda pari al 50 % della larghezza della struttura. La distanza tra deflettori, così come per i raschi, può essere compresa tra 5 e 7 volte l'ampiezza del corso d'acqua. Indicazioni utili per il dimensionamento e la spaziatura derivano, in ogni caso, da osservazioni su tratti indisturbati di fiume nell'ambito dei quali è possibile osservare strutture simili.

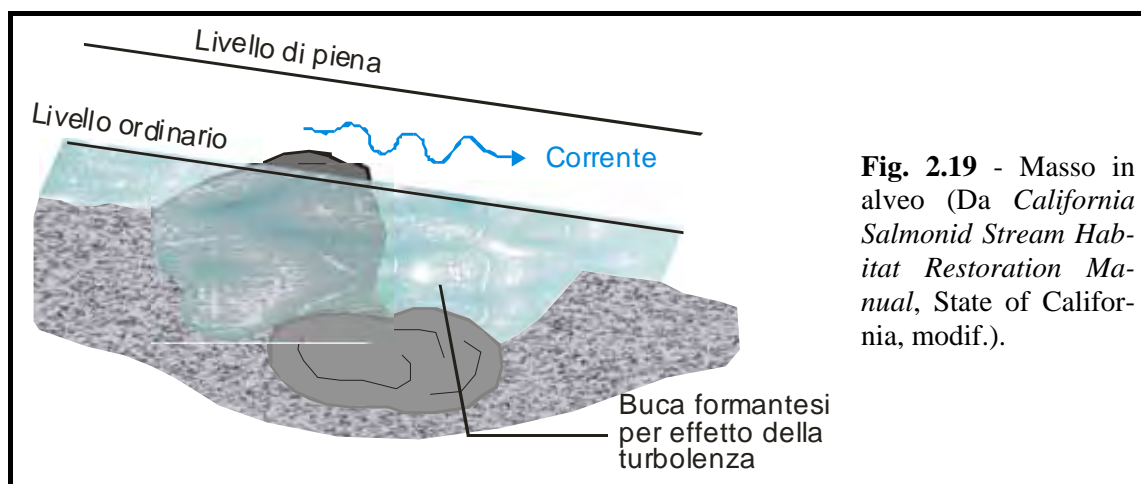
Una tipologia particolare di deflettore consiste nell'impiegare tronchi interi di alberi, con la base del fusto immersata in sponda e la chioma sdraiata in alveo, inclinata verso valle. Si tratta di un vero e proprio deflettore, che devia la corrente dirigendola sulla sponda opposta. La dimensione del tronco deve essere compatibile con la sezione dell'alveo. Occorre prestare molta attenzione nella realizzazione dell'ancoraggio, che generalmente viene effettuata per mezzo di piloti e cavi d'acciaio, per evitare che il tronco sia trascinato dalla corrente in occasione di eventi di piena (**fig. 2.18**).



**Fig. 2.18** - Tronco ancorato con funzione di deflettore (Da *Ohio Stream Management Guide*, Ohio Department of Natural Resources, modif.).



La **posa di massi in alveo** costituisce la pratica più semplice ed economica per diversificare e migliorare la funzionalità degli habitat acquatici, migliorando anche l'aspetto del corso d'acqua che assume una naturalità maggiore (**fig. 2.19**). A monte dei massi si crea turbolenza mentre a valle l'erosione dà luogo ad una buca; più a valle il materiale eroso si deposita formando barre ghiaiose.

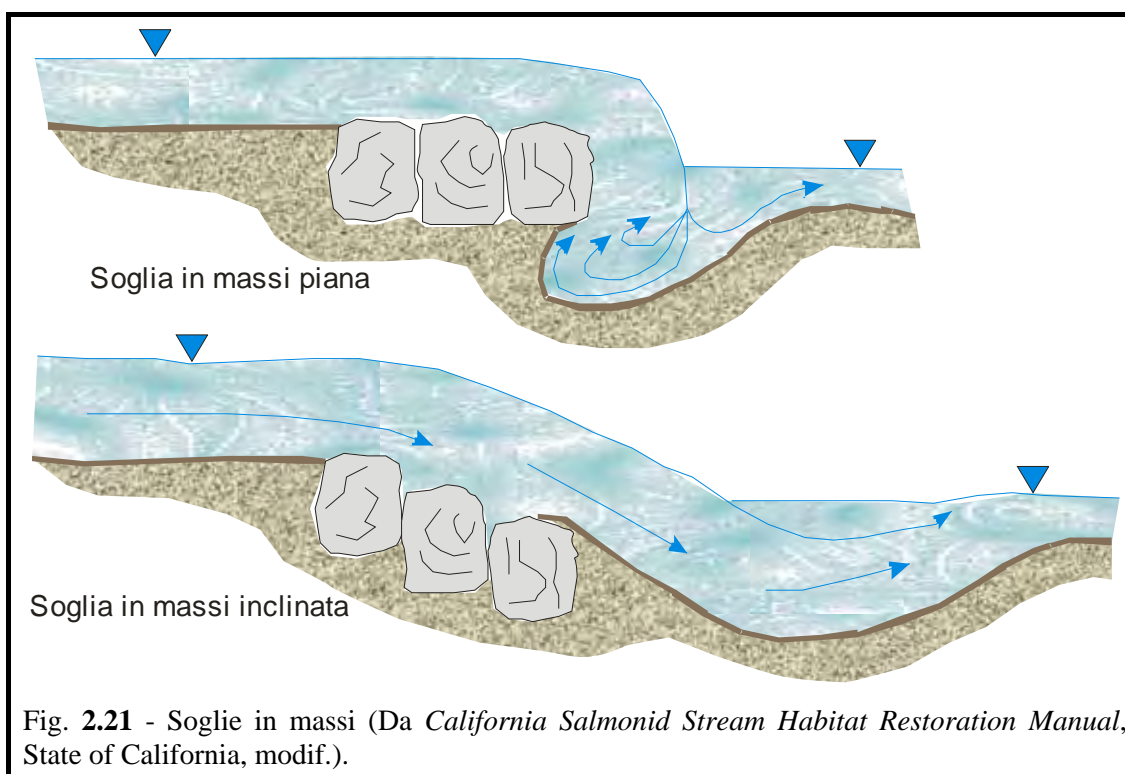
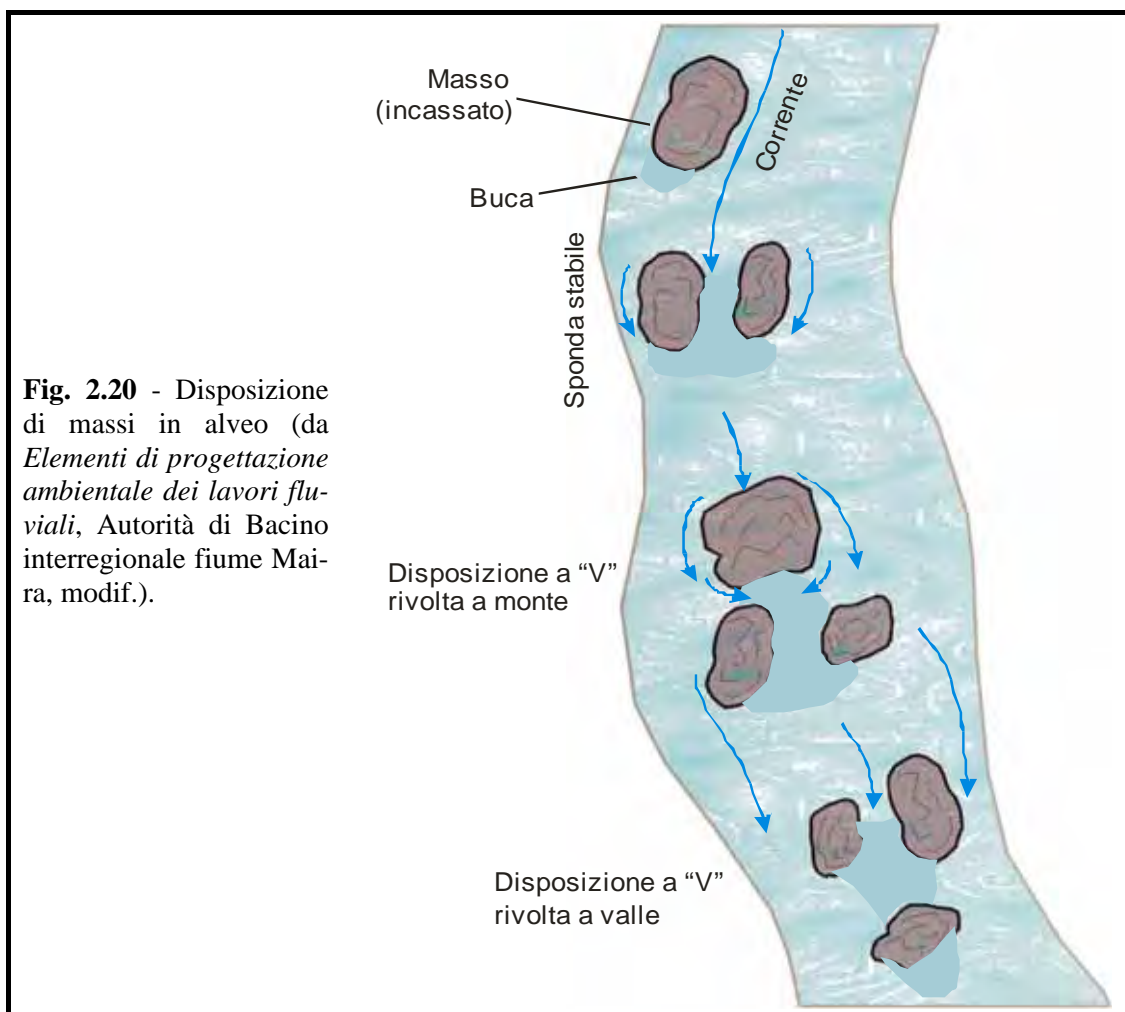


**Fig. 2.19** - Masso in alveo (Da *California Salmonid Stream Habitat Restoration Manual*, State of California, modif.).

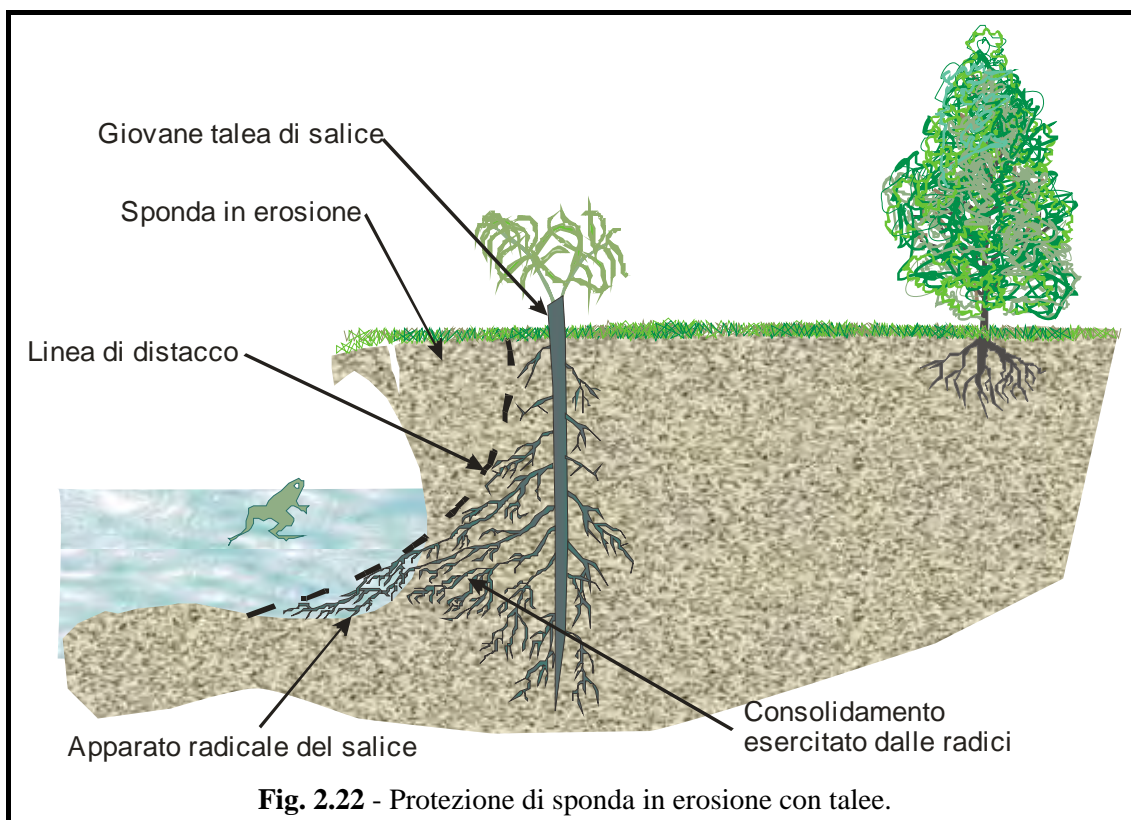
La dimensione degli inerti da impiegarsi dipende, oltre che dalla disponibilità in loco, anche dalle caratteristiche idrauliche del corso d'acqua. Generalmente si utilizzano massi ciclopici del diametro minimo di 0,7 m, incassati sul fondo o vincolati per garantire una maggiore stabilità. In mancanza di materiale di dimensioni adeguate è possibile anche utilizzare piccoli gabbioni, tale sistemazione, tuttavia, comporta un sensibile aumento dei costi di realizzazione.

I massi possono essere sistemati singolarmente o a gruppi. Generalmente si sistemano gruppi costituiti da 3 a 5 massi, a disposizione triangolare, scaglionati lungo i raschi e le secche (**fig. 2.20**). È buona norma non sistemare i massi in prossimità di argini cedevoli perché l'erosione può comprometterne la stabilità delle sponde. Per ottenere sufficiente turbolenza e buche di ampiezza adeguata, i massi vanno posti ad una distanza pari al loro diametro; i diversi gruppi, inoltre, per esercitare pienamente la loro azione, debbono essere intervallati ad una distanza tale da non risentire degli effetti esercitati sulla corrente dai massi a monte. Accoppiando più massi con il paramento superiore allineato al livello del letto del fiume si verifica un battente che dà luogo ad una buca profonda, estesa anche verso monte. Si forma, in tal modo, una nicchia ove il rigurgito attenua l'intensità della corrente e favorisce la sosta ed il riparo dei pesci. Quando i massi vengono posti con inclinazione a valle si forma una buca più allungata e di modesta profondità che risulta meno funzionale per l'ittiofauna (**fig. 2.21**).

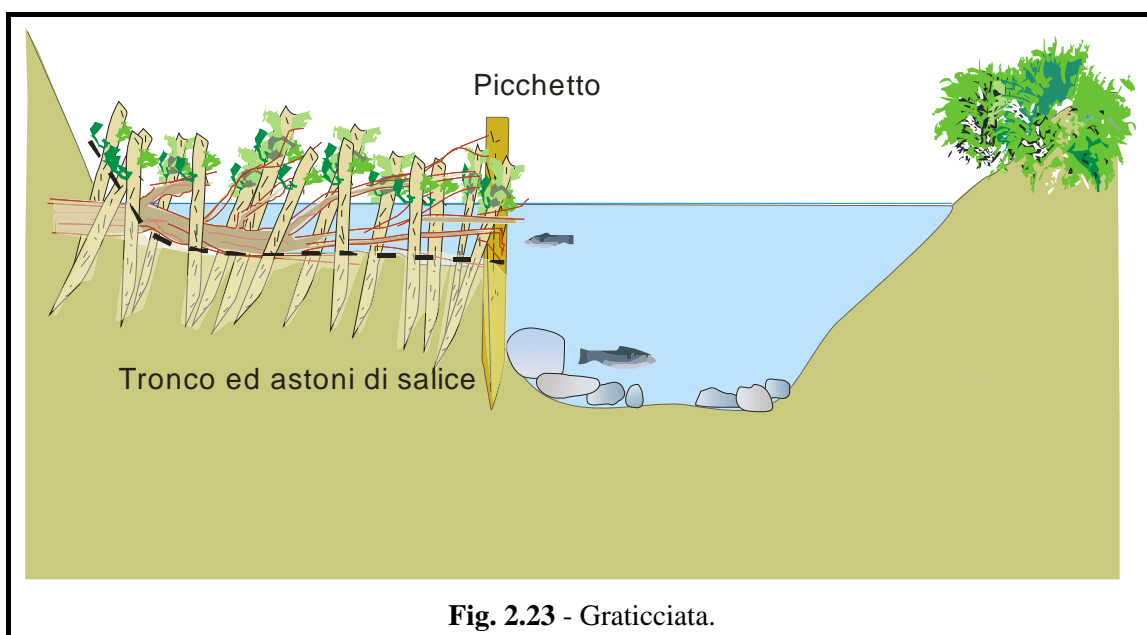
Nei corsi d'acqua ove si voglia mantenere la naturalità delle sponde e non sussistano pericoli diretti per le infrastrutture, è possibile preservare le sponde senza ricorrere ad opere longitudinali complesse. In tali casi può essere sufficiente impiegare talee ed astoni di salice, infissi in prossimità dell'alveo, che permettono di limitare l'erosione spondale mediante l'ampio apparato radicale della specie. Le radici stesse, una volta accresciute, costituiranno un ottimo rifugio per l'ittiofauna e gli animali acquatici (**fig. 2.22**).







Anche la ricostruzioni di tratti di sponda danneggiati può avvenire utilizzando semplici tecniche di ingegneria naturalistica, quali ad es. la graticciata (**fig. 2.23**). La sistemazione prevede l'impiego di materiali reperibili in loco quali picchetti, ramaglia e talee di salice. La corrente, intercettando la struttura, rallenta la propria velocità sedimentando materiale ed interrando gradualmente l'area erosa

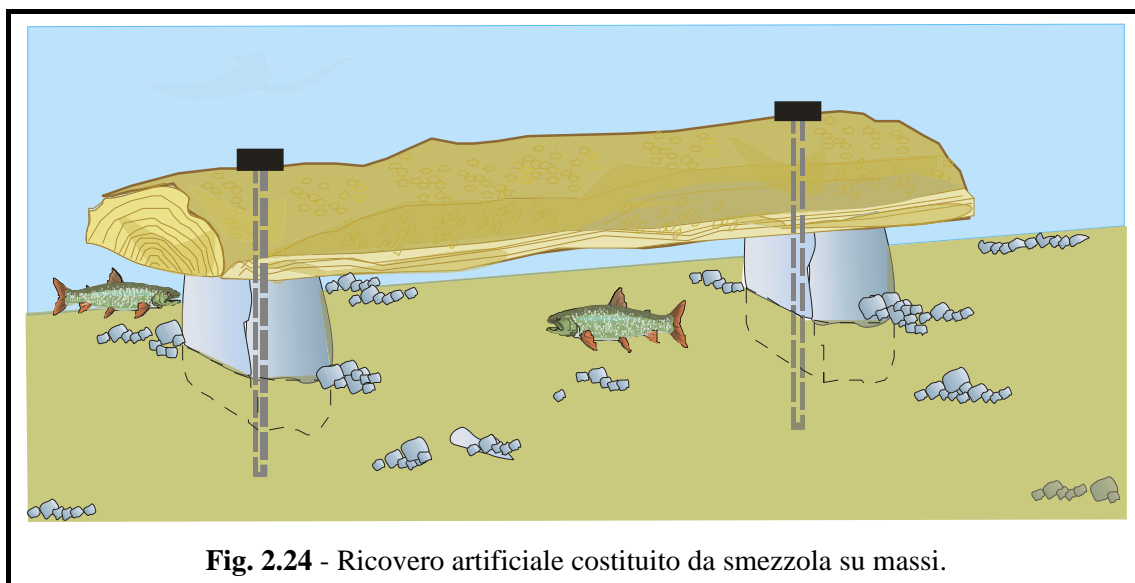


Ove le condizioni idrauliche lo permettano è quindi preferibile ricorrere a tecniche semplici, come quelle descritte, per le quali esistono numerose varianti ed adattamenti in relazione alle condizioni particolari d'impiego. Le due tipologie riportate, tra le tante utilizzate ed ampiamente descritte in letteratura, dimostrano che talora è possibile intervenire sfruttando le dinamiche naturali che caratterizzano gli habitat fluviali.

## 22.6 - Creazione di zone di rifugio per l'ittiofauna

Esistono numerose tipologie per la realizzazione di ricoveri per pesci. Alcune consistono in accorgimenti costruttivi di semplice realizzazione, che sono già state descritti nei paragrafi riguardanti le opere longitudinali ed hanno la finalità di creare buche ed anfratti nel corpo delle opere stesse. Vi sono tuttavia applicazioni specifiche dedicate alla creazione di biotopi favorevoli alla sosta dell'ittiofauna.

Un intervento di facile realizzazione è costituito dall'impiego di **smezzole**, (tronchi segati longitudinalmente) di grossa dimensione ancorati sul fondo con il lato piano rivolto verso l'alveo (**fig. 2.24**). Tale soluzione si applica in corsi d'acqua con trasporto solido limitato, ed è indicata, particolarmente, per proteggere l'ittiofauna dagli uccelli predatori.



Nel corpo dei deflettori è possibile ricavare ricoveri sottosponda per l'ittiofauna. Una delle possibili soluzioni costruttive è dotare la struttura di piloti e traversi costituiti da legname di specie durabile in acqua (es. ontano nero) così da formare una nicchia alla base del deflettore (**fig. 2.25**).

Tali interventi sono comunque da scrivere nella categoria trattata nel precedente paragrafo (22.5: *Ripristino della morfologia naturale dei corsi d'acqua*), in quanto contribuiscono a restituire naturalità agli ecosistemi fluviali non solo a vantaggio dell'ittiofauna.

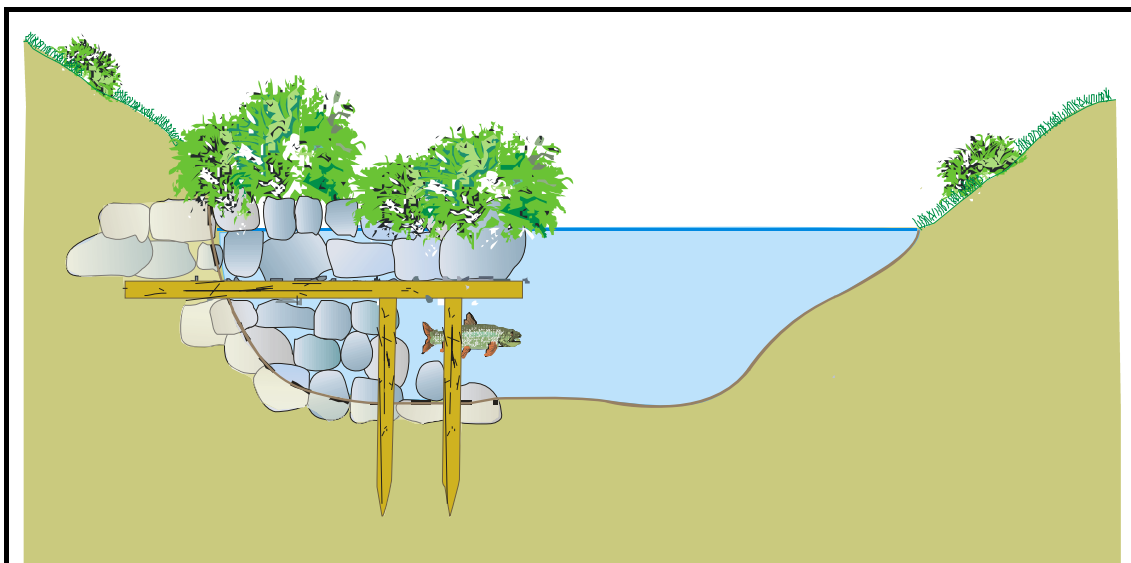


Fig. 2.25 - Ricovero sottosponda nel corpo di deflettore (da *Elementi di progettazione ambientale dei lavori fluviali*, Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Maira, modif.).

## 23 - BIBLIOGRAFIA (Autori citati)

- ALBA TERCEDOR J., SANCHEZ ORTEGA A., 1988.** *Un metodo rapido y simple para evaluar la calidad biologica de las aguas corrientes basado en el de Hellawuel.* Limnetica, 4: 51 - 56.
- ALLEN BINNS N., 1982.** *Habitat Quality Index: Procedures Manual.* Wyoming Game and Fish Department.
- AUTORITÀ DI BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME MAGRA, 1998.** *Elementi di progettazione ambientale dei lavori fluviali (Delibera n. 32 del 6.5.1998: allegato 4).* Biologia ambientale n. 2/1998 C.I.S.B.A. - Reggio Emilia
- AUTORI VARI, 2000.** *I.F.F. Indice di Funzionalità fluviale.* Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente. Roma.
- AUTORI VARI, 2000.** *Dora Riparia: Rapporto di Sintesi.* (studi e ricerche finalizzate alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici... tributari del fiume Po...). Provincia di Torino. HYDRODATA (To).
- AUTORI VARI, 2000.** *Chisone: Rapporto di Sintesi.* (studi e ricerche finalizzate alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici... tributari del fiume Po...). Provincia di Torino. HYDRODATA (To).
- AUTORI VARI., 2000.** *Criteri tecnici per la progettazione e realizzazione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna - All. 1.* Giunta Provinciale di Torino (Delibera G. Prov. di Torino n. 746 - 151363/2000 del 18 luglio 2000).
- AUTORI VARI., 2002.** *Manual of River Restoration Techniques, Web Edition.* The River Restoration Centre, Silsoe, Bedfordshire, U.K.
- AUTORI VARI, 2003.** *Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica della Provincia di Terni.* Provincia di Terni - Servizio Assetto del Territorio - Ufficio Urbanistica. Terni
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, 2001.** *Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti (art. 17, comma 6ter Legge 18 Maggio 1989, n. 183).* Gazzetta Ufficiale Supplemento Straordinario n. 166 del 19 luglio 2001. Parma.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, 1999.** *Progetto di piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti (art. 17, comma 6 ter e art. 18, comma 10, della legge 18 maggio 1989, n. 183).* Delibera Comitato Istituzionale n. 1/1999 pubblicata sul Supplemento n. 142 della G.U. del 28 luglio 1999. Parma.
- BADINO G., FORNERIS G., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2002.** *La fauna ittica della Provincia di Torino.* Riv. Piem. St. Nat. 23: 295 - 326. Carmagnola (To).
- BARTON, J.R., CRON, F.W., 1979.** *Restoration of Fish Habitat in Relocated Streams.* United States Department of Transportation - Federal Highway Administration - Water Quality and Stormwater Management Publications.
- BATES, k., et Al., 2003.** *Design of Road Culverts for Fish Passage.* Washington Department of Fish and Wildlife, 2003
- BENINI G., 1990.** *Sistemazioni idraulico - forestali .* UTET, Torino.
- BOSCO IMBERT J. e STANFORD J. A., 1996.** *An ecological study of a regulated prairie stream in Western Montana.* Regulated Rivers: Research & Management Vol. 12: 597 - 615.
- BUFFO M., MERATI F., SALVIATI S., 1999.** *Dora Riparia: Qualità biologica delle acque.* (studi e ricerche finalizzate alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici... tributari del fiume Po...). Provincia di Torino. HYDRODATA (To).
- BOUVET D., 1996/1997.** *Analisi della naturalità dell'ecosistema fluviale del torrente Chisone in Val Troncea (TO).* Tesi di Laurea inedita (a.a. 1996/1997). Università degli Studi di Torino.
- BRUNO S., 1987.** *Pesci e crostacei d'acqua dolce.* Giunti, Firenze.
- CALDERONI A., 1976.** *Valutazione degli apporti alloctoni ai laghi attraverso il calcolo dei carichi chimici.* Atti "Giornate di Studio SEP/POLLUTION: 249 - 258.
- CALDERONI A., MOSELLO R., TARTARI G., 1978.** *Phosphorus, nitrogen and silica in lago di Mergozzo.* Verh. Internat. Verein. Limnol., 20: 1033 - 1037.

- CHIAUDANI G., VIGHI M., 1974.** *The N/P ratio and test with Selenastrum to predict eutrophication in lakes.* Water research, 8: 1063 - 1069.
- CHIAUDANI G., VIGHI M., 1975.** *Dynamic of nutrient limitation in six small lakes.* Verh. Internat. Verein. Limnol., 19: 1319 - 1324.
- CHIAUDANI G., VIGHI M., 1978.** *Metodologia standard di saggio algale per lo studio della contaminazione delle acque marine.* Quaderni IRSA 39, Milano.
- CHIAUDANI G., VIGHI M., 1982.** *L'eutrofizzazione dei bacini lacustri italiani.* Sintesi Quad IRSA 43. Acqua Aria, 4 (1982): 361 - 378. Milano.
- CHUTTER F. M., 1972.** *An empirical biotic index of the quality of water in South frican treams and rivers.* Wat. Res. 6: 19 - 30.
- C.R.E.S.T., 1988.** *Banca Dati delle Zone Umide.* Assessorato Programmazione Economica e Parchi Naturali della Regione Piemonte - C.S.I., Torino.
- C.R.E.S.T., 1988.** *Analisi delle popolazioni ittiche del fiume Sesia interessato dal progetto ENEL degli impianti idroelettrici di Balmuccia e Doccia (valutazione della situazione attuale, stima degli impatti conseguenti alla realizzazione degli impianti e relative proposte di mitigazione.* ENEL - Centro Progettazione e Costruzione Idraulica ed Elettrica di Torino.
- C.R.E.S.T., 1989.** *Idrologia, idrobiologia, fauna dei bacini dello Stura di Ala e dello Stura di Valgrande (valli di Lanzo) per la valutazione di impatto ambientale dei progetti ENEL di utilizzazione idroelettrica.* Centro Progettazione e Costruzione Idraulica ed Elettrica dell'ENEL (TO).
- C.R.E.S.T., 1990.** *Valutazione di impatto ambientale su progetto di impianto idroelettrico di Pont Ventoux (Val Susa) - Settore idrobiologia.* Ecoplan/Azienda Energetica Municipale di Torino.
- C.R.E.S.T., 1990.** *Valutazione di impatto ambientale su progetto della diga di Stroppa (Val Maira - CN) - settore idrobiologia.* Amministrazione Provinciale di Cuneo.
- C.R.E.S.T., 1993.** *Fauna ed idrobiologia.* Valutazione di Impatto Ambientale relativa alla centrale idroelettrica di Villeneuve (AO). ENEL - Centro Progettazione e Costruzione Idraulica ed Elettrica di Torino.
- C.R.E.S.T., 1997.** *Carico antropico del bacino del fiume Po sotteso alla confluenza con il torrente Pellice (territorio della Provincia di Cuneo).* Sistema delle Aree Protette della Fascia Fluviale del Po - Tratto Cuneese. Saluzzo (CN).
- C.R.E.S.T., 1998.** *Analisi delle possibili interazioni fra gli ecosistemi fluviali (qualità delle acque e ittiofauna) ed il sistema di depurazione delle acque reflue in progetto per il bacino del pinerolese.* Consorzio ACEA (Energia e Ambiente) di Pinerolo (TO).
- C.R.E.S.T., 2002.** *Studio idrobiologico del bacino dell'alto Chisone finalizzato alla gestione delle risorse idriche (morfometria, climatologia, idrobiologia, qualità biologica delle acque, funzionalità fluviale e ittiofauna).* Parco Naturale Regionale Val Tronca (TO).
- C.R.E.S.T., 2003.** *Ambiente idrico (morfometria, idrologia, qualità delle acque ed ittiofauna). Verifica di compatibilità. Impianti per lo sci di fondo e opere di sistemazione idraulica su un tratto di asta fluviale del torrente Chisone nel Comune di Pragelato.* Olimpiadi Invernali Torino, 2006. ITACA (Torino).
- C.R.E.S.T., 2003.** *Studio di impatto ambientale per i lavori di adeguamento della viabilità e di aree a parcheggio nell'area di Cesana Tor.se. Flora, fauna terrestre ed idrobiologia (idrologia, qualità delle acque ed ittiofauna).* Agenzia per lo svolgimento dei XX Giochi Olimpici Invernali, Torino 2006.
- DA DEPPO L., DATEI C., SALANDIN P., 1997.** *Sistemazione dei corsi d'acqua.* Edizioni Libreria Cortina, Padova
- D'AGOSTINO, V., 1996.** *La rinaturalizzazione dei torrenti montani.* Quaderni del dipartimento territorio e sistemi agroforestali, n.33/1996.
- DE BIAGGI E., STOPPA T., SCOTTA M., 1990.** *Proposta per una suddivisione del Piemonte in settori eco-geografici.* Riv. Piem. St. Nat., 11: 2 - 40.
- DE BIAGGI E., PEROSINO G.C., FOIETTA F., SAINI R., STOPPA T., 1987.** *L'eutrofizzazione dei bacini lacustri piemontesi e il progetto regionale di Banca Dati delle Zone Umide.* Riv. Piem. St. Nat., 8: 3 ÷ 20. Carmagnola (TO).
- DELMASTRO G., 1982.** *I pesci del bacino del Po.* CLESASV, Milano.

- DE LURY D.B., 1947.** *On the estimation of biological populations.* Biometric, 3/4: 145 - 167.
- DIXON W.G., 1968.** *Biomedical computer programs.* University of California, Automatic Computation N. 2. Univ. California Press, Berkeley.
- DURIO P., MORI D., PEROSINO G.C., 1982.** *Le variazioni climatiche, le glaciazioni, la morfogenesi glaciale (particolari riferimenti al Piemonte e alla Valle d'Aosta).* Labor. Riforma (Ce.Se.Di.), Ass. Cult. Prov. Torino.
- DURIO P., MORI D., PEROSINO G.C., 1983.** *Aspetti limnologici del lago di Candia.* Riv. Piem. St. Nat., 4: 137 - 169. Carmagnola (TO).
- ECOPLAN, 1993.** *Studio di impatto ambientale dell'impianto idroelettrico di Pont Ventoux - Susa.* Azienda Energetica Municipale di Torino. Guerini e associati. Torino.
- EUROPEAN COMMUNITIES COMMISSION, 1991.** *Corine biotopes manual.* Vol. 3: Habitat of the European Community. Office for Official Publication of the European Communities, Luxemburg (EUR 12587).
- FLOSI G., DOWNIE S., HOPELAIN J., BIRD M., COEY R., COLLINS B., 1998.** *California Salmonid Stream Habitat Restoration Manual.* State of California - California Department of Fish and Game - Inland Fisheries Division.
- FORNERIS G., 1989.** *Piemonte, ambienti acquatici e ittiofauna.* Regione Piemonte. EDA, Torino.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., in stampa.** *Proposta di indice ittico (I.I.) per il bacino occidentale del Po.* Riv. Piem. St. Nat., XXVI - Carmagnola (To).
- FORNERIS G., PARADISI S., SPECCHI M., 1990.** *Pesci d'acqua dolce.* Carlo Lorenzini Editore, Udine.
- FORNERIS G., PASCALE M., 2003.** *La carta ittica della Provincia di Alessandria. Zona montana.* EDA (Torino). Provincia di Alessandria.
- FORNERIS G., PASCALE M., PALMEGIANO G.B., LODI E., BADINO G., 1996.** *Attuale distribuzione dell'ittiofauna in provincia di Torino.* Atti VI Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Varese Ligure).
- FORNERIS G., PASCALE M., PEROSINO G.C., 1996.** *Idrobiologia.* Ed. EDA. Torino.
- FORNERIS G., PEROSINO G.C., 1992.** *Indici fisici di produttività e zonazione ittica in Piemonte.* Riv. Piem. St. Nat., 13: 47 - 71. Carmagnola (TO).
- FORNERIS G., PEROSINO G.C., PINNA PINTOR N., 1990.** *Proposta di un modello di determinazione della qualità ambientale dei corsi d'acqua con parametri idrologici e biologici.* Assessorato Caccia e Pesca dell'Amministrazione Provinciale di Torino.
- FORNERIS G., PEROSINO G.C., PINNA PINTOR N., 1991.** *La gestione delle risorse idriche del bacino idrografico dello Stura di Lanzo.* Assessorato Caccia e Pesca della Provincia di Torino.
- GANDOLFI G., ZERUNIAN S., TORRICELLI P., MARCONATO A., 1991.** *I pesci delle acque interne italiane.* Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- GHETTI P.F., 1986.** *I macroinvertebrati nell'analisi biologica dei corsi d'acqua. Manuale di applicazione.* Stazione Sperimentale di Agraria Forestale, Servizio Protezione dell'Ambiente. Amministrazione Provinciale di Trento.
- GHETTI P.F. 1995.** *Indice biotico Esteso (I.B.E.)* Notiziario dei Metodi Analitici. IRSA (CNR), ISSN: 0333392-1425: 1-24.
- GHETTI P.F., 1997.** *Indice Biotico Esteso (i macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti).* Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente. Amministrazione Provinciale di Trento.
- GHETTI P.F., BONAZZI G. 1977.** *A comparison between various criteria for the interpretation of biological data in the analysis of the quality running waters.* Water research. 11: 819-831
- GHETTI P.F. & BONAZZI G., 1980.** *Biological water assessment methods: Torrente Parma, Torrente Stirone e Fiume Po, 3rd Technical Seminar.* Final Report. Commission of the European Communities.
- CRAIG FISCHENICH J., ALLEN, H., 2000.** *Stream Management.* U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg.
- GRIMALDI E., 1980.** *I pesci d'acqua dolce.* Fabbri, Milano.
- GRIMALDI E., MANZONI P., 1990.** *Specie ittiche d'acqua dolce.* Istituto Geografico De Agostini, Novara

- HANSEN, H.O., 1996.** *River Restoration - Danish experience and examples*. National Environmental Research Institute. Denmark.
- HEATON M.G., GRILLMAYER R., IMHOF, J.G., 2002.** *Ontario's Stream Rehabilitation Manual*. Ontario Streams, Belfountain. Ontario.
- HELLAWELL J. M., 1977.** *Biological surveillance and water quality monitoring*. In ALABASTER J. S.: "Biological monitoring of inland fisheries" - Applied Science Publ., London: 69 - 88.
- HELLAWELL J. M., 1978.** *Biological surveillance of rivers*. Water Research Centre, Stevenage (England).
- IRSA (Istituto di Ricerca Sulle Acque), 1977.** Indagine sulla qualità delle acque del fiume Po. Quaderni IRSA 32, Roma
- IRSA (Istituto di Ricerca Sulle Acque), 1980.** Indagine sulla qualità delle acque lacustri italiane. Quaderni IRSA 43, Roma.
- LADIGES W., VOGT D., 1965.** *Die Süßwasserfische Europas*. Hamburg und Stuttgart.
- MAIONE U., BRATH A. (a cura di), 1995.** *Moderni criteri di sistemazione degli alvei fluviali*. Atti del corso di aggiornamento, Politecnico di Milano - Editoriale Bios, Cosenza.
- MAIONE U., BRATH A. (a cura di), 1997.** *La difesa idraulica del territorio*. Atti del corso di aggiornamento, Politecnico di Milano - Editoriale Bios, Cosenza.
- MARCHETTI R., 1987.** *L'eutrofizzazione. Un processo degenerativo delle acque*. Franco Angeli Editore, Milano.
- MARIANI G., 1988.** *Pesci italiani d'acqua dolce*. Lucchetti, Milano.
- MARIANI G., BIANCHI I., 1991.** *Il grande libro dei pesci d'acqua dolce d'Italia e d'Europa*. De Vecchi, Milano.
- MENNELLA C., 1967.** *Il clima d'Italia nelle sue caratteristiche e varietà e quale fattore dinamico del paesaggio*. EDART, Napoli.
- MUUS B.J., DAHLSTRÖM P., 1970.** *Europas ferskvandsfisk*. G.E.C. Gads Forlag, Copenhagen.
- OGLESBY J., HAMILTON L.S., MILLS E.L., WILLING P., 1973.** *Owasco lake and its watershed*. Technical Report., Cornell University Water Resources and Marine Science Center, Ithaca, N.Y.
- PASCALE M., 1999.** *Dora Riparia: Ittiofauna* (studi e ricerche finalizzate alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici... tributari del fiume Po...). Provincia di Torino. HYDRODATA (To).
- PASCALE M., 1999.** *Chisone: Ittiofauna* (studi e ricerche finalizzate alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici... tributari del fiume Po...). Provincia di Torino. HYDRODATA (To).
- PEDUZZI R., MENG H., 1976.** *Introduzione alla pesca elettrica.2 - La reazione del pesce alla corrente elettrica*. Riv. It. Piscic. Ittiop. 11 (2): 55 - 63.
- PEROSINO G.C. (a cura di), 2001.** *Risorse idriche superficiali dei principali bacini della provincia di Torino*. Area Ambiente, Parchi, Risorse Idriche e Tutela della Fauna della Provincia di Torino.
- PEROSINO G.C., 1989.** *Portate minime per la conservazione dell'idrofauna dei corsi d'acqua soggetti a prelievi idrici*. Atti III Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Perugia). Riv. Idrobiol. 1 (XXIX): 425 - 436.
- PEROSINO G.C., 1997.** *Elementi climatici ed idrologici del bacino imbrifero del torrente Orco*. Riv. Piem. St. Nat., 18: 13 - 55. Carmagnola (TO).
- PEROSINO G.C., SCARPINATO T., 1982.** *Elementi pluviometrici ed idrologici del bacino idrografico del Torrente Cervo*. Riv. Piem. St. Nat., 3: 77 - 96. Carmagnola (TO).
- PEROSINO G.C., SPINA F., 1988.** *Ricerca di modelli semplici con variabili morfometriche ed idrologiche per analisi di sintesi degli ambienti delle acque correnti naturali e possibili applicazioni nei campi biologico e ittico*. Atti Secondo Conv. Naz. A.I.I.D. (Associazione Italiana Ittiologi Acque Dolci). Torino, 5 - 7 giugno 1987. Assessorato Caccia e Pesca della Provincia di Torino.

**PROVINCIA DI TORINO, 1978.** *Programma di rilevamento delle caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici superficiali della Provincia di Torino.* Ecotrol - Engineerig S.p.A. Assessorato all'Ecologia (Servizio Protezione Ambiente).

**PROVINCIA DI TORINO, 2000.** *Studi e ricerche finalizzate alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici... tributari del fiume Po...* Provincia di Torino - HYDRODATA (To).

**REGIONE PIEMONTE, 1980.** *Progetto per la pianificazione delle risorse idriche del territorio piemontese.* Assessorato all'Ambiente, Torino.

**REGIONE PIEMONTE, 1988.** *M.A.R.I.U.S. - Monitoraggio Ambientale Risorse Idriche, Utenze, Scarichi (integrazione e sviluppo di sistemi informativi e di monitoraggio di regioni ed enti locali).* Assessorato Ambiente della Regione Piemonte, Torino.

**REGIONE PIEMONTE, 1988.** *Secondo Censimento dei Corpi Idrici.* Assessorato all'Ambiente, Torino.

**REGIONE PIEMONTE, 1989.** *Indagine conoscitiva e progetto generale di fattibilità per un sistema di monitoraggio idrometrico inerente il reticolo idrografico superficiale piemontese.* ENEL/CRIS/Mestre - YDRODATA. Assessorato Tutela Ambiente. Torino.

**REGIONE PIEMONTE, 1991.** *Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese.* Assessorato Caccia e Pesca, Torino.

**REGIONE PIEMONTE, 1992.** *Terzo Censimento dei Corpi Idrici.* Collana Ambiente. Assessorato all'Ambiente, Settore Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche. Torino.

**REGIONE PIEMONTE, 2002.** *Monitoraggio ambientale dei corsi d'acqua in Piemonte (atlante dei punti di campionamento).* Direzione Pianificazione Risorse Idriche. Torino.

**ROSSI S., LUCHELLI M., 2000.** *Applicazione dei metodi di analisi delle comunità macrobentoniche in corsi d'acqua planiziali: esperienze di campo sui fiumi Adda e Ticino.* Lavoro inedito eseguito su commissione dello Studio Idrobiologico Lombardo. Milano.

**ROSSI S., MONTAGNA P., NARDI P., SIMONE V., 2002.** *Effetti delle asciutte sulle biocenosi macrobentoniche: confronto fra gli indici ecologici.* *Biologia Ambientale*, 16 (1): 1 - 6.

**SERVIZIO IDROGRAFICO ITALIANO, 1913 ÷ 1977.** *Annali idrologici.* Ministero LL.PP., Istituto Poligrafico dello Stato. Roma.

**SALDI - CAROMILE K., BATES K., SKIDMORE P., BARENTI J., PINEO D., 2004.** *Stream Habitat Restoration Guidelines: Final Draft.* Washington Departments of Fish and Wildlife and Ecology - U.S. Fish and Wildlife Service, Olympia. Washington.

**SCHIEFER M., et Al., 2004.** *Ohio Stream Management Guide.* Ohio Department of Natural Resources, Division of Water, Columbus. Ohio.

**SIMPO, S.p.A., 1980.** *Studio e progettazione di massima delle sistemazioni idrauliche dell'asta principale del Po, dalle sorgenti alla foce, finalizzata alla difesa ed alla conservazione del suolo e nella utilizzazione delle risorse idriche.* Magistrato del Po. Parma.

**TORTONESE E., 1970.** *Osteichthyes - Pesci ossei.* Fauna d'Italia, vol. X. Calderini Bologna.

**TORTONESE E., 1975.** *Osteichthyes - Pesci ossei.* Fauna d'Italia, vol. XI. Calderini Bologna.

**VOLLENWEIDER R.A., 1969.** *Möglichkeiten und Grenzen elementarer Modelle der Stoffblanz von Seen.* *Arch. Hydrobiol.*, 66: 1 - 36.

**VOLLENWEIDER R.A., 1977.** *Fonti di azoto e fosforo responsabili dei fenomeni di eutrofizzazione.* Seminario Internazionale sui fenomeni di eutrofizzazione lungo le coste dell'Emilia Romagna. Bologna, 25 - 26 febbraio 1977.

**VOLLENWEIDER R.A., 1979.** *Eutrofizzazione delle acque: carico nutritivo, capacità assimilativa e metodologie di riabilitazione dei laghi e dei serbatoi eutrofizzati.* CNR - Promozione della Qualità dell'Ambiente. Atti Convegno "Bacini lacustri artificiali" (Sassari, 4 - 6 ottobre 1977).

**VOSTRADOVSKY J., 1975.** *I pesci d'acqua dolce.* Teti, Milano.

**ZERUNIAN S., 2002.** *Condannati all'estinzione.* Edagricole. Bologna.