

## INDICE ITTICO

**Gian Carlo PEROSINO**

<b>1 - INTRODUZIONE (ambito di applicazione) .....</b>	<b>pag. 1</b>
<b>2 - DESCRIZIONE DELLE AREE OMOGENEE .....</b>	<b>pag. 3</b>
<b>3 - DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE AMBIENTALI .....</b>	<b>pag. 17</b>
<b>4 - MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO E VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI BIOLOGICHE DELLE POPOLAZIONI (Ir) .....</b>	<b>pag. 22</b>
<b>7 - CALCOLO DEL VALORE DELL'I.I .....</b>	<b>pag. 24</b>
<b>APPENDICE UNO (granulometria dei fondali) .....</b>	<b>pag. 26</b>
<b>APPENDICE DUE (parametri morfometrici della stazione di campionamento) .....</b>	<b>pag. 27</b>
<b>AUTORI CITATI .....</b>	<b>pag. 30</b>

**Torino, dicembre 2017**

## 1 - INTRODUZIONE (ambito di applicazione)

L'**Indice Ittico (I.I.)** è una metodologia utile per la valutazione della qualità naturalistica delle comunità ittiche proposta, nella sua prima versione, da FORNERIS *et al.* (2005a,b, 2006a,b) per la porzione occidentale del bacino del Po. Dopo ampia sperimentazione esso venne rielaborato e riproposto, dagli stessi Autori (2007, 2008 e 2010), per i Distretti zoogeografici padano-veneto (**Dpv**) e tosco-laziale (**Dtl**) individuati da BIANCO (1987, 1996). Ad oltre sette anni dalla prima elaborazione e sulla base di altre esperienze e proposte (ZERUNIAN, 2004a, 2005, 2007; ZERUNIAN *et al.*, 2009; AA.VV., 2006; SCARDI *et al.*, 2004, 2005, 2006; SCARDI, TANCIONI, 2007; TANCIONI *et al.*, 2005, 2006; PUCCI *et al.*, 2009), si è ritenuta opportuna una revisione in modo da adeguare il metodo al fine di offrire “anche” indicazioni sullo stato delle comunità ittiche più direttamente connesso alle condizioni ecologiche degli ambienti fluviali.

In particolare la versione dell'Indice Ittico che si propone in questa sede considera unicamente le specie della comunità di riferimento e le condizioni biologiche delle rispettive popolazioni, quale semplice confronto tra l'insieme di quelle risultate dal campionamento e quello costituente la comunità di riferimento stessa; utile per la qualificazione dello stato ecologico dei fiumi, ma anche con evidente significato naturalistico

L'I.I. si applica alle tipologie di zone umide naturali ad acque correnti (ZU 1) classificate e codificate nel seguente modo (FORNERIS *et al.*, 2008):

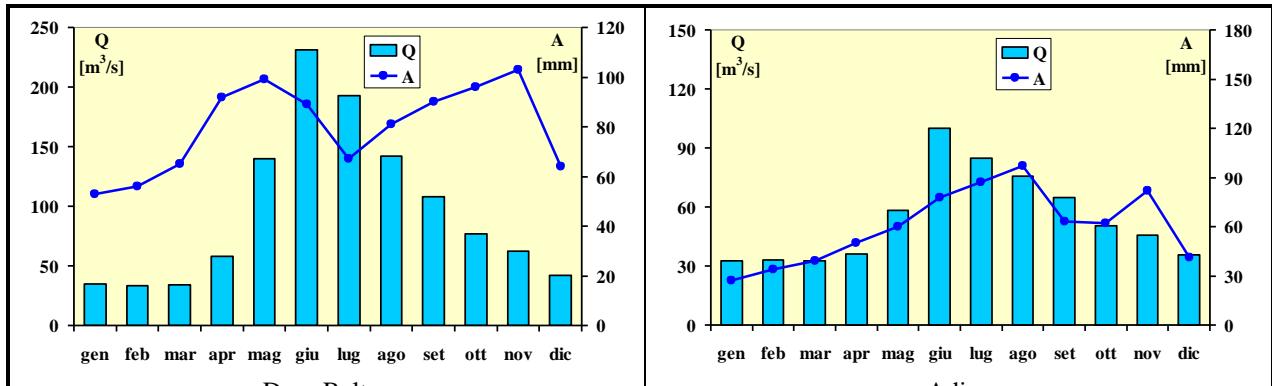
**ZU 1.1 - Sorgenti e risorgive.** Fuoriuscite di acqua dalla superficie del terreno o risorgive acquifere naturali nei terreni alluvionali (o in altri substrati permeabili) quando uno strato impermeabile interseca la superficie. Quando esse sono perenni (presenti per tutto l'anno) possono costituire ambienti adatti per l'ittiofauna, in genere per piccoli ciprinidi e/o per la riproduzione di specie particolari (es. luccio); quando la temperatura delle acque è bassa possono ospitare anche salmonidi. Anche se temporanee sono indicate (specie in primavera ed inizio estate) per la riproduzione di Anfibi (fra le specie rare di questi ambienti si citano, quali esempi, *Salamandra lanzai*, endemica delle alpi Cozie e *Pelobates fuscus insubricus* nelle zone umide a substrato sabbioso di pianura, prioritarie secondo la direttiva Habitat della CEE). Interessanti anche da un punto di vista floristico per la presenza di specie rare tipiche di questi ambienti, soprattutto nella fascia montana e pedemontana, quali *Carex atrofusca*, *Corthusa matthioli*, *Menyanthes trifoliata*, *Caltha palustris*, *Drosera rotundifolia*, *Pinguicula* sp., *Orchidaceae* (*Orchis cruenta*,....). Alcuni corsi d'acqua hanno regime idrologico prevalentemente alimentato da risorgive; si tratta di ambienti solitamente caratterizzati da condizioni idriche e termiche relativamente costanti o almeno decisamente meno fluttuanti rispetto ai fiumi e canali veri e propri.

**ZU 1.2.1.1 - Acque correnti a regime glaciale permanenti** (alpino). Buona percentuale del bacino sopra il limite delle nevi persistenti (occupato da ghiacciai); i deflussi risentono essenzialmente del regime delle temperature; magre invernali e portate elevate in tarda primavera - inizio estate. In Italia sono poco frequenti, alimentati esclusivamente dalle Alpi e spesso limitate alle testate dei principali bacini. Specie erbacea pioniera legata a questi ambienti, con acqua presente per tutto o quasi l'anno, è *Ranunculus glacialis*. 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 torpidità estiva; sono eccezioni, per esempio, i bassi corsi della Dora Baltea e dell'Adige che, in pianura, presentano cenosi acquatiche più ricche ed articolate (es. in **fig. 1**)

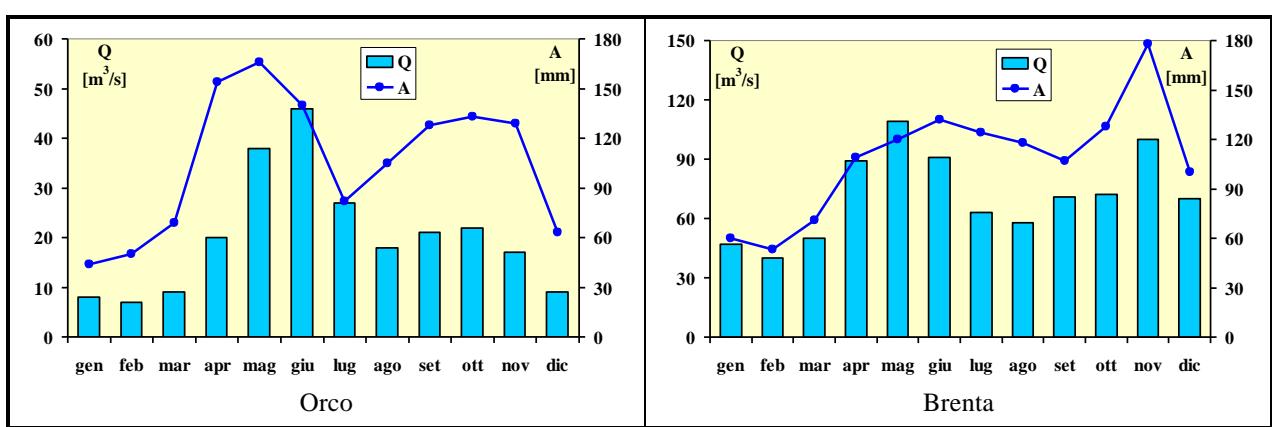
**ZU 1.2.2.1 - Acque correnti a regime pluvionivale permanenti** (prealpino). Massimo idrologico medio tra primavera ed estate quando, alle piogge di stagione, si aggiungono le acque di fusione delle nevi che mantengono elevati deflussi anche all'inizio dell'estate; spesso si ha un massimo secondario autunnale dovuto alle sole piogge; il periodo di magra è ancora nell'inverno, con un minimo secondario in tarda estate. Sono le zone umide più frequenti (e le più tipiche) del versante sinistro del Po e delle porzioni più elevate del triveneto. Nell'Appennino sono quasi assenti o limitate alle testate dei bacini più elevati. Nella maggior parte dei casi sono “zone ittiche a salmonidi” (es. in **fig. 2**).

**ZU 1.2.3.1 - Acque correnti a regime pluviale permanenti** (di pianura e di collina). Interessano i bacini nei quali le precipitazioni invernali sono liquide oppure quando la neve fonde poco dopo le precipitazioni (non si accumula); l'andamento dei deflussi è, grosso modo, parallelo a quello delle precipitazioni. la classificazione può essere arricchita considerando i diversi tipi di regimi pluviometrici. Quasi sempre “zone ittiche a ciprinidi”. Cenosi acquatiche ricche e diversificate. Caratterizzano le aree collinari e di pianura del bacino del Po e del triveneto e sono nettamente prevalenti nei bacini appenninici (es. in **fig. 3**).

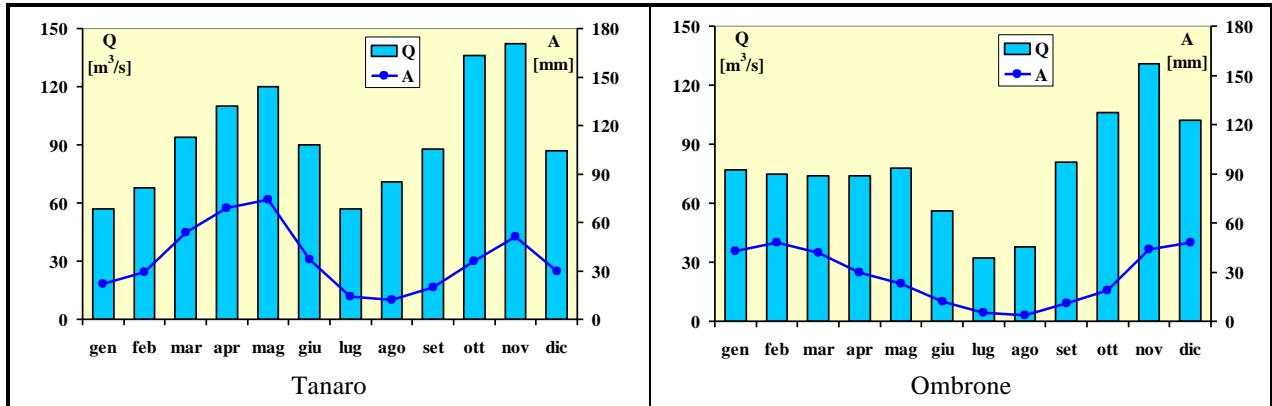
Sono escluse le ZU ad acque correnti naturali non permanenti, le ZU ad acque stagnanti (lanche, laghi, stagni, paludi), le ZU artificiali e le ZU di transizione (ai limiti tra bacini marini ed aree emerse, quali quelli lagunari, palustri, deltizi, di estuario,...) la cui fauna ittica è costituita anche o solo da specie eurialine migratrici facoltative, lagunari ed estuariali e/o a diversa ecologia intraspecifica.



**Fig. 1** - Esempi di regimi idrologici nivoglaciali (ZU 1.2.1.1). Valori medi mensili degli afflussi meteorici “A” e delle portate (Q). **Dora Baltea** a Tavagnasco (263 m s.l.m.); superficie bacino sotteso pari a 3.313 km<sup>2</sup>. **Adige** a Ponte d’Adige (238 m s.l.m.); superficie bacino sotteso pari a 2.642 km<sup>2</sup>.



**Fig. 2** - Esempi di regimi idrologici nivopluviali (ZU 1.2.2.1). Valori medi mensili degli afflussi meteorici “A” e delle portate (Q). **Orco** a Pont Canavese (430 m s.l.m.); superficie bacino sotteso pari a 617 km<sup>2</sup>. **Brenta** a Bassano (106 m s.l.m.); superficie bacino sotteso pari a 1.567 km<sup>2</sup>.



**Fig. 3** - Esempi di regimi idrologici pluviali (ZU 1.2.3.1). Valori medi mensili degli afflussi meteorici “A” e delle portate (Q). **Tanaro** a Farigliano (235 m s.l.m.); superficie bacino sotteso pari a 1.522 km<sup>2</sup>. **Ombrone** a Sasso d’Ombrone (364 m s.l.m.); superficie bacino sotteso pari a 2.657 km<sup>2</sup>.

## 2 - DESCRIZIONE DELLE AREE OMOGENEE

Il territorio italiano è suddiviso in distretti (BIANCO, 1987, 1996), aree e sub-aree omogenee sulla base di criteri fisiogeografici e zoogeografici, secondo lo schema illustrato in **fig. 4**. Nel seguito vengono descritte le principali caratteristiche ambientali di tali aree e le ragioni che hanno portato alla loro identificazione, mentre in **tab. 1** vengono riportati i rispettivi elenchi delle specie autoctone.

**A - Distretto padano-veneto**

**A1 - Area di pertinenza alpina**

**A1.1** - Subarea di pertinenza alpina occidentale sul versante padano

**A1.2** - Subarea di pertinenza alpina centrale sul versante padano

**A1.3** - Subarea di pertinenza alpina orientale sul versante adriatico

**A2 - Area di pertinenza appenninica**

**A2.1** - Subarea di pertinenza appenninica sul versante padano

**A2.2** - Subarea di pertinenza appenninica sul versante alto adriatico

**B - Distretto ligure**

**C - Distretto tosco-laziale**

**D - Distretto appenninico sul versante medio adriatico**

**D1 - Area di pertinenza del Gran Sasso e Maiella**

**D2 - Area di pertinenza del Molise**

**E - Distretto adriatico meridionale**

**F - Distretto tirreno centrale e campano**

**G - Distretto ionico**

**H - Distretto calabrese**

**Sr** - Sardegna

**Sc** - Sicilia

**A - Distretto padano - veneto.** Territorio costituito dai tributari dell'alto e medio Adriatico; in Italia dal Po fino all'Isonzo, porzione occidentale della Slovenia e la penisola istriana per l'alto Adriatico; in Italia dal Reno al Vomano e in Croazia verso Sud fino al Krka sul medio Adriatico. Comprende l'intero bacino del Po nella fase di massima regressione marina in periodo glaciale (in particolare Mindel/Riss), esteso fino al margine della fossa meso-adriatica (con limite meridionale costituito dal Vomano sulla sponda italiana e dal Krka su quella croata).

**A1 - Area di pertinenza alpina.** Fiume Po dalle origini fino alla confluenza con il Panaro (delta escluso), tributari di sinistra e tributari di destra dalle origini alla sezione di confluenza con il Ricchiardo (escluso). Tanaro a monte della sezione di confluenza con il Ridone (escluso), suoi tributari di sinistra a monte di detta confluenza e suoi tributari di destra dalle origini al bacino del Rea (compreso). Intero reticolo idrografico del triveneto. La maggior parte dei bacini presentano, sulle testate, fasce altimetriche superiori al limite climatico dello zero termico medio annuo, spesso anche superiori al limite climatico delle nevi persistenti, con presenze di isole glaciali. Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie (primavera ed autunno) e quasi sempre con minimo principale invernale e secondario estivo; afflussi meteorici generalmente crescenti verso Est. Regime idrologico prevalente nivopluviale, ma sono frequenti anche i regimi pluviali verso la pianura; nelle testate dei bacini più elevati risultano regimi nivoglaciali, talora fino alla pianura (es. Dora Baltea e Adige). La portata specifica di magra normale è mai inferiore a  $2 \text{ L/s/km}^2$ , quasi sempre superiore a  $5 \text{ L/s/km}^2$ , talora molto più elevata, fino a superare  $10 \text{ L/s/km}^2$ .

**A1.1 - Subarea di pertinenza alpina occidentale sul versante padano.** Fiume Po dalle origini fino alla sezione di confluenza con lo Scrivia, tributari di destra dalle origini a monte della confluenza con il Ricchiardo (escluso). Tanaro a monte della confluenza con il Ridone (escluso), suoi tributari di sinistra a monte di detta confluenza e suoi tributari di destra dalle origini al bacino del Rea (compreso). Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie, più spesso con quello primaverile prevalente su quello autunnale o più o meno equivalenti nelle aree montane più elevate nella porzione occidentale, in Valle d'Aosta e nel medio e alto bacino del Sesia; minimo invernale decisamente inferiore a quello secondario estivo. A causa della notevole disimmetria della catena alpina (molto stretta e ripida nel versante italiano) risultano corsi d'acqua

in fase fortemente erosiva e caratterizzati da notevole trasporto solido in occasione delle manifestazioni di piena. Litotipi predominanti costituiti da rocce cristalline con conseguente limitazione della torbidità delle acque. Zonazione ittica significativamente compressa verso valle. Il limite che separa questa subarea da quella di pertinenza appenninica A2.1 coincide con il passaggio tra le rocce metamorfiche delle alpi occidentali a quelle sedimentarie silicee sciolte delle Langhe; tale aspetto è ben visibile lungo il medio corso del Tanaro.



**Fig. 4** - Suddivisione del territorio italiano in aree e subaree omogenee sotto il profilo fisiogeografico. Gli elementi considerati sono: origine geologica e composizione litologica prevalente dei bacini, storia morfologica del paesaggio del quaternario, morfometria dei rilievi e dei bacini, e regimi pluviometrici ed idrologici.

**A1.2 - Subarea di pertinenza alpina centrale sul versante padano.** Fiume Po dalla sezione di confluenza con lo Scrivia a quella di confluenza con il Panaro e tutti i bacini tributari di sinistra, prevalentemente in territorio lombardo. Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie, più o meno equivalenti o leggermente superiore quello autunnale. Nelle aree montane più elevate risulta una certa influenza del regime continentale, tipico dell'Europa centrale e con massimi di precipitazioni in estate; pertanto i regimi idrometrici, soprattutto quelli alimentati da bacini che si estendono più a Nord, presentano minimi secondari estivi più cospicui. Fascia pedemontana maggiormente estesa rispetto alla subarea occidentale, con passaggi più graduati tra le zone ittiche. Presenza significativa, nella transizione tra fascia pedemontana e pianura, dei più importanti laghi terminali Sud-alpini (Maggiore, Como, Garda,...), capaci di esercitare un evidente volano idrologico dei principali fiumi della Lombardia (Ticino, Adda, Oglio, Mincio,...). Importante è la presenza di ambienti di risorgiva. Presenza di litotipi con caratteri simili a quelli della subarea occidentale a Nord della linea insubrica, quindi con analoga riduzione della torbidità delle acque (seppure limitatamente alle porzioni medie ed alte dei bacini), ma anche una minore azione erosiva e di trasporto solido verso valle, pur rimanendo comunque cospicua come accade su tutto il versante alpino.

**A1.3 - Subarea di pertinenza alpina orientale sul versante adriatico.** Bacini ad oriente del Mincio (Garda), fino all'Isonzo (compreso), tributari dell'alto Adriatico (a Nord del delta del Po). Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie, ma con quello autunnale prevalente; il minimo principale si verifica nell'inverno, ma meno pronunciato rispetto a quanto accade per le porzioni centrale e occidentale dell'area di pertinenza alpina; anche il minimo estivo è condizionato da precipitazioni più abbondanti per l'influenza del regime continentale tipico dell'Europa centro-orientale; in certi casi addirittura costituisce il massimo secondario. Gli spartiacque delle testate dei principali bacini si sviluppano su fasce altimetriche meno elevate, ma i limiti climatici altimetrici sono leggermente inferiori per l'influenza, soprattutto nella stagione fredda, dei flussi d'aria aventi origine dall'anticiclone euro-siberiano. Presenza rilevante di litotipi calcarei nella cerchia alpina e pedemontana: parte dei regimi idrologici, seppure classificabili nei tipi dell'area di pertinenza alpina, sono influenzati dalla circolazione sotterranea carsica. Di una certa importanza è infine la presenza di risorgive, seppure in misura minore rispetto alla subarea alpina centrale. Altra caratteristica che distingue dall'area di pertinenza alpina è la sbocco diretto in mare di tutti i bacini, ma affluenti del Po fino a 15.000/20.000 anni fa al termine dell'ultima glaciazione quaternaria.

**A2 - Area di pertinenza appenninica.** Tributari di destra del fiume Po a valle della confluenza con il Ricchiardo (incluso) fino alla confluenza con il Panaro (incluso). Fiume Tanaro a valle della confluenza con il Ridone (incluso), suoi tributari di sinistra a valle di detta confluenza e suoi tributari di destra a valle del bacino del Rea (escluso). Dal bacino del Reno (tributario dell'Adriatico a Sud del Po) compresi i suoi affluenti di destra verso Sud fino a quello del Vomano (compreso; quale tributario più meridionale del Po nella massima espansione glaciale Mindel/Riss) nella porzione meridionale della Provincia di Teramo (Marche). Lo spartiacque che separa i bacini del Reno (ancora affluente del Po fino a poco più di 6.000 anni fa) e del Lamone segna il limite tra le subaree A2.1 e A2.2

**A2.1 - Subarea di pertinenza appenninica sul versante padano.** Tributari di destra del fiume Po a valle della confluenza con il Ricchiardo (incluso) fino alla confluenza con il bacino del Panaro (incluso). Fiume Tanaro a valle della confluenza con il Ridone (incluso), suoi tributari di sinistra a valle di detta confluenza e suoi tributari di destra a valle del bacino del Rea (escluso). Bacino del Reno (tributario dell'alto Adriatico a Sud del Po) compresi i suoi affluenti di destra (Idice, Sillaro, Santerno, Senio,...). Lo spartiacque appenninico tosco-emiliano segna il confine che separa la A2.1 a Nord dal distretto tosco - laziale (C) a Sud. Gli apici allineati su tale spartiacque presentano altitudini decrescenti verso Est, da quote superiori a 2.200 m a valori inferiori ai 1.500 m s.l.m. Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie, con prevalenza autunnale, talora molto spiccata; minimo estivo ridotto rispetto a quello secondario

invernale (al contrario di quanto accade in A1). I regimi idrologici sono tipicamente pluviali. La coincidenza tra i minimi pluviometrici principali con i massimi dei regimi termici determina portate di magra estiva piuttosto pronunciate, con valori specifici inferiori a  $5 \text{ L/s/km}^2$  e, seppure meno frequentemente, anche intorno a  $1,5 \text{ L/s/km}^2$ . Nelle testate dei bacini principali, presso i culmini dello spartiacque appenninico, possono risultare regimi idrologici nivopluviali (o di transizione con il pluviale), con portate di magra (quasi sempre estive, raramente anche invernali) significativamente superiori, ma con valori specifici che non superano i  $6/7 \text{ L/s/km}^2$ . I regimi idrologici presentano una variabilità (rapporto tra i valori medi mensili massimo e minimo dei deflussi) più spiccata rispetto a quella in A1. Il massimo idrologico si manifesta in novembre e le portate rimangono elevate ancora in dicembre, per diminuire, in modo abbastanza evidente, in gennaio, ma permangono ancora cospicue nei mesi successivi. Dato il carattere pluviale dei regimi e la scarsa estensione delle fasce altimetriche più elevate (comunque raramente sopra il limite dello zero termico invernale) fenomeni di piena si possono manifestare anche nell'inverno, mentre sono molto rari in A1 in quella stagione. I litotipi di origine sedimentaria sono ben rappresentati; ciò comporta, in occasione di precipitazioni intense, un più facile intorbidimento delle acque (trasporto solido pelitico) rispetto a quanto accade in A1 (dominata da più estese formazioni cristalline, prevalentemente metamorfiche).

**A2.2 - Subarea di pertinenza appenninica sul versante alto adriatico.** Tributari del medio Adriatico, a Sud del Reno, dal Lamone al Vomano (compresi) nella porzione meridionale della Provincia di Teramo (Marche). Il confine meridionale di questa subarea segna la massima estensione del bacino del Po nella fase di maggiore estensione dei ghiacciai quaternari (Mindel/Riss). Questa subarea si trova nella porzione della penisola italiana caratterizzata dalla più spiccata disimmetria dello spartiacque appenninico (breve distanza dallo spartiacque stesso alla linea di costa). I bacini del versante adriatico sono molto poco estesi, impostati su versanti molto ripidi e con fasce altimetriche elevate di ridotte estensioni (picchi compresi nell'intervallo  $1.500 \div 2.000 \text{ m s.l.m.}$ , leggermente crescenti verso Sud, ma mai superiori al limite climatico altitudinale dello zero termico medio invernale). Pertanto le porzioni di reticolto idrografico in quota, quelle caratterizzate dalle acque meno calde in estate, ipoteticamente adatte per i salmonidi (diversamente da quanto accade nel versante opposto nel distretto tosco-laziale), sono molto limitate ed impostate su alvei molto ripidi e non colonizzabili naturalmente dall'ittiofauna in risalita. I regimi idrologici sono analoghi a quelli descritti per la precedente subarea A2.1, ma con tendenza, soprattutto verso Sud, del massimo principale (un po' meno pronunciato) di spostarsi dal novembre al dicembre, mentre le portate permangono elevate nel resto dell'inverno e per tutta la primavera. Il minimo idrologico estivo è un poco più ridotto rispetto a quanto accade in A2.1; i contributi superiori a  $5 \text{ L/s/km}^2$  sono eccezionali, mentre risultano valori anche inferiori a  $1 \text{ L/s/km}^2$ , man mano verso la linea di costa. Anche per questa subarea i litotipi di origine sedimentaria sono ben rappresentati (seppure un po' meno rispetto alla A2.1); ciò comporta, in occasione di precipitazioni intense, un più facile intorbidimento delle acque rispetto a quanto accade, per esempio, nel versante opposto (distretto tosco-laziale) dove le formazioni cristalline sono più estese.

**B - Distretto ligure.** Il limite occidentale è costituito dallo spartiacque che separa i bacini del Roia ad Ovest e del Taggia ad Est. Il Roia si distingue nettamente dai bacini liguri essendo impostato sull'arco alpino occidentale (anche se tributario del mare anziché del Po) con un buon sviluppo delle fasce altimetriche elevate, con un picco di  $3.045 \text{ m s.l.m.}$ , significativamente superiore al limite climatico altitudinale dello zero termico medio annuo; per tale ragione il suo regime idrologico è tipicamente nivopluviale con coefficienti di deflusso superiori ad uno da maggio a luglio. Il limite orientale è segnato dal bacino del Vara/Magra considerato appartenente al distretto tosco-laziale (area C). I bacini liguri sono di modeste dimensioni, impostati in una stretta fascia tra lo spartiacque appenninico e la linea di costa, con apici altitudinali inferiori ai  $2.000 \text{ m s.l.m.}$  (più frequentemente inferiori ai  $1.500 \text{ m s.l.m.}$ ) e con versanti molto ripidi. I regimi idrologici sono tutti francamente pluviali, comprese le testate dei bacini, anche tenuto conto della mitigazione offerta dal mare che innalza i limiti climatici altitudinali. Il massimo dei regimi idrologici si manifesta in modo netto in novembre, ma con portate molto abbondanti anche in ottobre e in dicembre. Nei mesi successivi risulta una riduzione dei

deflussi, che tuttavia si mantengono relativamente elevati e soprattutto caratterizzati da una cospicua variabilità idrologica, talora con consistenti fenomeni di piena anche nella stagione invernale. Le portate di magra sono assai scarse, sempre inferiori ad  $1 \text{ L/s/km}^2$ , spesso anche inferiori a  $0,5 \text{ L/s/km}^2$  determinando quindi condizioni difficili per le cenosi acquatiche. Il versante ligure è caratterizzato da rocce prevalentemente massicce (metamorfiche, ofiolitiche, più raramente sedimentarie calcaree), quindi con ridotta tendenza all'intorbidimento in occasione di precipitazioni intense. Tuttavia, data la forte acclività dei corsi d'acqua, risultano notevoli fenomeni erosivi con elevati carichi solidi grossolani che contribuiscono all'instabilità degli alvei.

**C - Distretto tosco-laziale.** Tributari dell'alto e medio Tirreno, dal bacino del Magra a quello del Tevere. Comprende importanti bacini come Arno e Ombrone. Mentre il bacino del Magra (Vara) presenta un'altitudine massima di oltre 2.000 m s.l.m. e quello del Serchio di quasi 2.200 m s.l.m., il culmine dello spartiacque della testata Nord del più grande bacino dell'Arno risulta significativamente inferiore (1.657 m s.l.m.). Il Tevere presenta il bacino di più grande estensione areale in Italia dopo quello del Po (quasi  $17.000 \text{ km}^2$ ), ma una bassa altitudine mediana (poco più di 500 m s.l.m.); in effetti solo una porzione modesta di tale area presenta culmini elevati oltre i 2.000 m s.l.m., con 2.487 m s.l.m. quello massimo nel bacino del Velino, affluente di sinistra del Tevere. Dunque gli apici altitudinali dei bacini non sono particolarmente elevati, ma in corrispondenza del distretto tosco-laziale risulta la più spiccata disimmetria dello spartiacque appenninico con conseguente ampia distanza dallo spartiacque stesso alla linea della costa tirrenica. Ciò consente una più ampia estensione dei bacini, soprattutto se confrontati con quelli del versante adriatico. Pertanto anche in assenza di apici altitudinali molto elevati, le fasce altimetriche superiori sono abbastanza estese e caratterizzate da versanti meno ripidi. Vi è quindi "spazio fisico" per porzioni di reticolo idrografico in ambienti montani o di alta collina in condizioni climatiche relativamente fresche e con minore acclività degli alvei, tanto da permettere più facilmente la risalita dell'ittiofauna e una più efficace colonizzazione verso monte. I regimi idrologici sono nettamente pluviali, con massimo idrologico medio in novembre e con portate ancora relativamente cospicue nel dicembre, ma in netto calo nei mesi successivi, fino a comprendere la stagione primaverile. Nelle testate dei bacini, abbastanza estese per quanto sopra illustrato (situazione che si distingue in modo evidente rispetto a quanto accade nelle altre porzioni dell'Appennino), la variabilità idrologica è ulteriormente contenuta, in parte grazie al tipo di precipitazioni a carattere spesso nevoso. L'entità dei deflussi, a parità degli altri fattori edafici, è naturalmente condizionata dalle superfici dei bacini; pertanto i fiumi del versante tirrenico presentano generalmente regimi idrologici caratterizzati da una minore variabilità e con portate più abbondanti verso valle. Il minimo idrologico medio si verifica in estate (luglio/agosto), ma con valori specifici spesso superiori a  $5 \text{ L/s/km}^2$  e praticamente mai inferiori a  $2 \text{ L/s/km}^2$  (almeno per i principali bacini); valori superiori si riscontrano solo sul versante alpino (A1). Rispetto al versante adriatico i litotipi cristallini sono maggiormente rappresentati, con conseguente riduzione dei fenomeni di intorbidimento delle acque. La ridotta acclività degli alvei infine comporta fenomeni erosivi meno evidenti ed una maggiore stabilità degli stessi, ma senza che ciò significhi riduzione dei rischi di esondazione.

**D - Distretto appenninico sul versante medio adriatico.** Compreso tra i bacini del Pescara a Nord e del Fortore a Sud. È l'area, a monte della penisola del Gargano, sul versante medio adriatico i cui bacini sfociavano direttamente in mare a valle del delta del Po in epoca glaciale, quindi senza connessioni con il distretto padano-veneto. Esso è suddiviso in due subaree, praticamente coincidenti con i territori dell'Abruzzo (D1) e del Molise (D2), soprattutto per motivi morfometrici, condizionanti anche i fattori climatici ed idrologici. Merita precisare che una distinzione importante tra le rocce appenniniche è data dalla linea tettonica Anzio-Ancona, segnata come una linea di faglia con partenza a monte di Ancona; si tratta di un importante lineamento tettonico che separa l'appennino meridionale da quello centrale e settentrionale, sostanzialmente il limite meridionale che separa il Distretto appenninico sul versante medio adriatico (D) da quello adriatico meridionale (E) caratterizzato soprattutto da rocce carbonatiche, detritiche o di scogliera e in prevalenza cenozoiche.

**D1 - Area di pertinenza del Gran Sasso e Maiella.** Nell'Appennino centrale sono impostati, prevalentemente sul versante adriatico, due importanti massicci, il Gran Sasso e la Maiella, che eccezionalmente rispetto a tutto l'arco appenninico, presentano picchi altitudinali superiori al limite climatico dello zero termico medio annuo, rispettivamente 2.914 m s.l.m. e 2.795 m s.l.m. Pertanto i più importanti bacini del Pescara e del Sangro presentano, in corrispondenza delle loro testate, fasce altimetriche piuttosto elevate, ove si raccolgono serbatoi nivali di una

certa consistenza e quindi ipoteticamente in grado di formare deflussi con la fusione in primavera e talora anche ad inizio estate; soprattutto, grazie alle precipitazioni esclusivamente solide invernali, risultano valori minimi dei deflussi e conseguente “calma” idrologica (fluttuazioni delle portate dei torrenti molto contenute). Tuttavia tale situazione idrologica interessa una porzione piuttosto limitata dei reticolli idrografici, in quanto impostati sulle citate fasce altimetriche che sono molto ridotte in estensione per le forti pendenze dei versanti (in modo più evidente sul Sangro rispetto al Pescara). Già un poco verso valle, per il rapido inglobamento di fasce altimetriche meno elevate, i bacini acquisiscono caratteri idrologici di tipo pluviale, seppure con minimi specifici estivi più elevati rispetto a quanto accade nelle subaree A2.2 a Nord e D2 a Sud. Il massimo tende a spostarsi dal novembre al dicembre, con gennaio che risulta il terzo mese in ordine di abbondanza dei deflussi; addirittura in febbraio le portate risultano talora in aumento. In sostanza il regime idrologico risulta molto variabile e con le portate mediamente più abbondanti dal tardo autunno per tutto l'inverno. Sotto il profilo idraulico anche per questa subarea, la forte acclività dei corsi d'acqua e la discreta estensione di litotipi sedimentari favoriscono l'intorbidimento delle acque in occasione di rovesci e/o piogge prolungate, con accentuata instabilità idraulica degli alvei fluviali.

**D2 - Area di pertinenza del Molise.** Sostanzialmente potrebbe valere una descrizione analoga a quella proposta per la subarea precedente, ma tenendo conto che gli apici altitudinali lungo lo spartiacque appenninico sono notevolmente più bassi, raramente superiori a 2.000 m s.l.m. Da Nord si constata la tendenza del massimo idrologico medio a collocarsi dal novembre verso l'inizio dell'inverno; i corsi d'acqua del Molise presentano infatti il massimo idrologico medio mensile collocato definitivamente in dicembre. In sostanza i regimi idrologici (tutti francamente pluviali), procedendo verso Sud, tendono, in modo via via più evidente, ad assumere la forma tipicamente mediterranea con due soli marcati massimo invernale e minimo estivo, tra l'altro caratterizzato da portate specifiche molto basse. La subarea D2 presenta le stesse caratteristiche idrauliche descritte per la subarea precedente, seppure un poco meno accentuate.

**E - Distretto adriatico meridionale.** Si tratta di un'area caratterizzata dalla presenza importante di rocce carbonatiche costituente il tavolato pugliese (zona tettonicamente stabile), con rilievi assai modesti, raramente con picchi altitudinali superiori ai 1.000 m s.l.m., con l'eccezione del bacino dell'Ofanto, ma con altitudine massima inferiore a 1.500 m s.l.m. Date tali condizioni morfologiche, risultano modeste pendenze dei versanti ed in particolare degli alvei fluviali, relativamente stabili sotto il profilo idraulico. Le precipitazioni sono modeste e concentrate nella stagione fredda, da ottobre a marzo. L'intensa evapotraspirazione estiva accompagnata da piogge scarse e l'assenza di fasce altimetriche elevate portano, come conseguenza, a portate minime specifiche molto basse, anche inferiori a 0,5 L/s/km<sup>2</sup>, condizione assai sfavorevole per la gestione delle risorse idriche in generale e soprattutto difficile per le cenosi acquatiche.

**F - Distretto tirreno centrale e campano.** Territorio del versante tirrenico dell'Appennino a Sud del bacino del Tevere nel basso Lazio e comprendente importanti bacini, quali Liri e Volturno, fino al bacino del Sele (compreso) nella Campania meridionale. L'ampiezza della fascia compresa tra lo spartiacque e la linea di costa si riduce rispetto a quella del distretto tosco-laziale, mentre si innalzano i picchi altitudinali, che raggiungono i 2.200/2.400 m s.l.m. I bacini presentano una buona estensione (per es. quasi 5.600 km<sup>2</sup> per il Volturno), quindi i corsi d'acqua giungono alle foci in mare spesso con buone portate e con minime specifiche estive raramente inferiori a 4 L/s/km<sup>2</sup> (almeno per i bacini principali con testate prossime allo spartiacque appenninico) e talora anche significativamente superiori a 10 L/s/km<sup>2</sup>. Si tratta quindi di condizioni favorevoli per le cenosi acquatiche; tuttavia occorre mettere in evidenza che i regimi (con tipologia tipicamente pluviale) presentano massimi nella stagione invernale piuttosto elevati. A partire dall'autunno iniziano a manifestarsi precipitazioni intense, assumendo carattere di eccezionalità nei mesi successivi, quindi con forte variabilità idrologica ed accentuati fenomeni erosivi (instabilità dei fondali dei corsi d'acqua) generalmente fino a febbraio, ma talora ancora in marzo.

**G - Distretto ionico.** Comprende l'insieme di bacini con foce nel Mare Ionico, dal Bradano (Basilicata) nel Golfo di Taranto, fino al Tacina nel golfo di Squillace e quindi alla fiumara dell'Amendolea all'estremo Sud della penisola italiana (Calabria). Altitudini massime inferiori ai 2.000 m s.l.m. ad Est (es. bacini del Bradano e del Basento verso il Metaponto) e superiori a 2.200 m s.l.m. ad Ovest (es. Agri e Sinni in Basilicata) sulle creste del Pollino. Verso Sud gli apici altitudinali si riducono un poco,

ma permangono ancora prossimi ai 2.000 m s.l.m. sulla punta estrema dello stivale. Bradano e Basento (provincia di Taranto in Puglia), Agri e Sinni (provincia di Matera in Basilicata) e Crati (provincia di Cosenza in Calabria) sono i principali bacini di questo distretto, con superfici superiori ai 1.000 km<sup>2</sup> (quasi 3.000 km<sup>2</sup> per il Bradano). Quelli in territorio pugliese presentano regimi tipicamente mediterraneo, con un massimo nell'inverno ed un minimo in estate, ma con portate mediamente non particolarmente abbondanti nella stagione fredda. Tutti gli altri presentano la stessa tipologia di regime, ma con massimo invernale molto spiccat, nettamente prevalente sul minimo estivo; quindi portate molto abbondanti da novembre a marzo (spesso sotto forma di piene importanti e con spiccati fenomeni di instabilità degli alvei fluviali) e decisamente scarse in piena estate, con contributi specifici quasi sempre inferiori a 1 L/s/km<sup>2</sup>, più spesso inferiori a 0,5 L/s/km<sup>2</sup> e talora anche più bassi, come è tipico delle cosiddette "fiumare". Si tratta di una condizione generalmente sfavorevole per le cenosi acquatiche ed in particolare per l'ittiofauna.

**H - Distretto calabrese.** Il bacino del Sele, nel distretto tirreno centrale campano inferiore, è quello con estensione significativa (oltre 3.200 km<sup>2</sup>) più meridionale. Il distretto calabrese è una fascia stretta tra lo spartiacque dell'Appennino meridionale e la costa del Tirreno. In questa stretta fascia (per di più con il suddetto spartiacque spostato verso il Tirreno) emergono picchi altitudinali intorno ai 2.000 m s.l.m. (di origine geologica piuttosto antica), quindi molto elevati rispetto allo spazio disponibile. Di conseguenza il paesaggio è caratterizzato da versanti molto ripidi, soprattutto nella Calabria meridionale (da qui forse l'origine del termine "Aspromonte"). Il regime pluviometrico è tipicamente mediterraneo con un solo massimo molto pronunciato (valori prossimi ed anche superiori a 200 mm/mese da novembre a gennaio) e piogge decisamente modeste in estate. I regimi idrologici, francamente pluviali, seguono lo stesso andamento ed in estate le portate si riducono sempre a valori inferiori a 0,5 L/s/km<sup>2</sup>. Tenuto conto della forte acclività degli alvei fluviali (che limitano fortemente la risalita naturale verso monte dei pesci) i corsi d'acqua del versante tirrenico calabrese sono delle "fiumare".

**Sr - Sardegna.** È un territorio relativamente grande (24.083 km<sup>2</sup>), largo più di 100 km lungo i paralleli (il lato più corto), mentre i principali bacini hanno orientamento prevalente lungo i meridiani (270 km per il lato più lungo) oppure con andamento obliquo; i fiumi sono pertanto piuttosto lunghi. L'isola presenta una altitudine massima pari a 1.834 m s.l.m. (punta Marmora nel Gennargentu) e le fasce altimetriche più elevate (quelle caratterizzate dalla formazione di deflussi con acque meno calde in estate) sono piuttosto estese. La Sardegna è il territorio italiano più antico e tettonicamente più stabile, risalente al paleozoico e costituito in prevalenza da rocce ignee. Questo insieme di condizioni morfologiche e tettoniche ha consentito lo sviluppo di reticolari idrografici caratterizzati da pendenze non eccessive, almeno non tali da impedire la colonizzazione verso monte dell'ittiofauna, dove, tra l'altro vi sono situazioni idrauliche più stabili e sufficientemente estese. Tuttavia, verso valle, più complicate sono, per le cenosi acquatiche, le condizioni pluviometriche ed idrologiche, in quanto i regimi presentano le caratteristiche proprie delle "fiumare".

**Sc - Sicilia.** È un'isola altrettanto grande (25.711 km<sup>2</sup>) con una buona porzione montuosa. Da una parte abbiamo il Pizzo Carbonara a 1.979 m s.l.m. (Madonie), dall'altra l'Etna con i suoi 3.340 m s.l.m. I fiumi siciliani hanno tutti portate ed estensioni limitate. Quelli dei Nebrodi, delle Madonie e dei Peloritani a Nord sono delle vere e proprie "fiumare", poco adatti ad ospitare ittiofauna. Gli unici corsi d'acqua con dimensioni apprezzabili sono il Salso o Imera Meridionale e il Simeto, quello con il bacino idrografico più ampio (oltre 1.800 km<sup>2</sup>).

Le aree Z2.2 e Z3 sono entrambe alimentate dai rilievi dell'Appennino e conviene descriverle parallelamente per meglio mettere in evidenza differenze ed analogie, anche rispetto al Sud Italia, facendo naturalmente riferimento ai principali fattori edafici considerati. Mentre il bacino del Magra (Vara) presenta un'altitudine massima di oltre 2.000 m e quello del Serchio (Z3) di quasi 2.200 m, il culmine dello spartiacque della testata Nord del più grande bacino dell'Arno risulta significativamente inferiore (1.657 m s.l.m.). Il Tevere presenta il bacino di più grande estensione areale in Italia dopo quello del Po (quasi 17.000 km<sup>2</sup>), ma una bassa altitudine mediana (poco più di 500 m s.l.m.); in effetti, come succitato, solo una porzione modesta di tale area presenta culmini elevati oltre i 2.000 m, con 2.487 m quello massimo nel bacino del Velino, affluente di sinistra del Tevere, nell'area del massiccio del Gran Sasso (2.920 m s.l.m.). Questi rilievi segnano lo spartiacque tra i due versanti dell'Appennino e lo stesso Gran Sasso (con le montagne circostanti) alimenta i bacini impostati sull'opposto versante, i più importanti dei quali sono quelli del Vomano, Pescara e Sangro, caratterizzati quindi dalle fasce altimetriche più elevate rispetto ai

bacini che si affacciano sull'Adriatico. Verso Sud, su entrambi i versanti, raramente le altitudini massime raggiungono i 2.000 m s.l.m.; pochi esempi sono nel massiccio del Pollino che alimenta i bacini del versante ionico.

Tab. 1 - Liste delle specie ittiche autoctone per le divisioni in distretti, aree e subaree omogenee.	A					B	C	D		E	F	G	H	Sr	Sc		
	A1		A2					D1	D2								
	A1.1	A1.2	A1.3	A2.1	A2.2												
<i>Lampetra zanandreai</i>	Lampreda padana	X	X	X	X	?											
<i>Lampetra planeri</i>	Lampreda di ruscello							X			X						
<i>Acipenser naccarii</i>	Storione cobice	X	X	X	X	X				X	X						
<i>Acipenser sturio</i>	Storione comune	X	X	X													
<i>Huso huso</i>	Storione ladano		X	X													
<i>Anguilla anguilla</i>	Anguilla	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
<i>Alosa fallax</i>	Cheppia/alosa		X	X													
<i>Alosa agone</i>	Agone	X	X														
<i>Alburnus arborella</i>	Alborella	X	X	X	X	X											
<i>Alburnus albidus</i>	Alborella meridion.									X	X	X	X	X			
<i>Barbus caninus</i>	Barbo canino	X	X	X	X		?										
<i>Barbus plebejus</i>	Barbo	X	X	X	X	X	?	X	X	X		X	X				
<i>Barbus tyberinus</i>	Barbo tiberino						?					?					
<i>Chondrostoma soetta</i>	Savetta	X	X	X													
<i>Romanogobio bonacensis</i>	Gobione italico	X	X	X	X	X											
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Sanguinerola	X	X	X	X												
<i>Protochondrostoma genei</i>	Lasca	X	X	X	X	X											
<i>Rutilus aula</i>	Triotto	X	X	X	X												
<i>Rutilus pigus</i>	Pigo	X	X	X													
<i>Rutilus rubilio</i>	Rovella				?	X		X	X	X	X	X	?	X			
<i>Scardinius hesperidicus</i>	Scardola italica	X	X	X	X	X											
<i>Scardinius scardafa</i>	Scardola tiberina							X			X						
<i>Squalius lucumonis</i>	Cavedano etrusco							?									
<i>Squalius squalus</i>	Cavedano italico	X	X	X	X	X	?	X	X	X		X	X				
<i>Telestes muticellus</i>	Vairone	X	X	X	X	X	?	X	X	X		X					
<i>Tinca tinca</i>	Tinca	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	?	X		
<i>Barbatula barbatula</i>	Cobite barbatello			X													
<i>Cobitis bilineata</i>	Cobite comune	X	X	X	X	X											
<i>Cobitis zanandreai</i>	Cobite del Volturno											X					
<i>Sabanejewia larvata</i>	Cobite mascherato	X	X	X													
<i>Esox cisalpinus</i>	Luccio	X	X	X	X	?		X									
<i>Lota lota</i>	Bottatrice		X														
<i>Gasterosteus gymnurus</i>	Spinarello		X	X	X	X	X	X	X	X		X		X			
<i>Salaria fluviatilis</i>	Cagnetta		X			?		X				X	?	?	X		
<i>Gobius nigricans</i>	Ghiozzo di ruscello							X									
<i>Knipowitschia punctatissima</i>	Panzarolo		X	X													
<i>Padogobius bonelli</i>	Ghiozzo padano	X	X	X	X	X											
<i>Perca fluviatilis</i>	Persico reale	X	X	X													
<i>Salmo carpio</i>	Carpione Garda		X									X					
<i>Salmo fibreni</i>	Carpione Fibreno																
<i>Salmo cettii</i>	Trota insulare							?				?	?	?	X		
<i>Salmo ghigi</i>	Trota appenninica							X									
<i>Salmo marmoratus</i>	Trota marmorata	X	X	X													
<i>Thymallus thymallus</i>	Temolo	X	X	X													
<i>Cottus gobio</i>	Scazzone	X	X	X													

Lo spartiacque appenninico non divide l'Italia centro-meridionale in modo simmetrico, ma è spostato ad oriente. Ciò comporta, soprattutto nel distretto tosco-laziale, superfici dei bacini del versante tirrenico

decisamente superiori a quelli del versante adriatico che, tra l'altro, presentano un reticolo idrografico più ripido verso il mare, con maggiore sovrapposizione delle tipologie ambientali fluviali. L'entità dei deflussi, a parità degli altri fattori edafici, è naturalmente condizionata dalle superfici dei bacini; pertanto i fiumi del versante tirrenico presentano generalmente regimi idrologici caratterizzati da una minore variabilità e con portate più abbondanti verso valle. Tipici esempi sono il Tevere e l'Arno; in Italia troviamo il bacino del Po con 70.091 km<sup>2</sup> (a Pontelagoscuro), seguito dal Tevere (16.545 km<sup>2</sup> a Ripetta), dall'Adige (11.954 km<sup>2</sup> a Boara Pisani) e dall'Arno (8.186 km<sup>2</sup> a S. Giovanni alla Vena), rispettivamente al secondo ed al quarto posto nella classifica dei più grandi bacini in Italia, ma merita segnalare anche il Volturino (5.558 km<sup>2</sup> a Cancello Arnone; al settimo posto della stessa graduatoria dopo il Tanaro ed Ticino) ed il Sele (3.235 km<sup>2</sup> ad Albanella; all'undicesimo posto dopo l'Adda, Reno e Dora Baltea). Sul versante adriatico solo il Pescara (3.125 km<sup>2</sup> a S. Teresa) e l'Ofanto (2.716 km<sup>2</sup> a Samuele di Cafiero) sono alimentati da bacini di dimensioni significative, comunque inferiori a quelle dei bacini succitati per il versante tirrenico. Pertanto, sotto questo profilo, il distretto tosco-laziale è un'area che si distingue in modo evidente rispetto al versante Adriatico.

Diversamente dalle aree Z1 e Z2.1, caratterizzate da regimi pluviometrici medi con due massimi nelle stagioni intermedie e due minimi interposti, quelli dell'Italia centro-meridionale presentano un solo minimo estivo ed un solo massimo (es. Ombrone in **fig. 3**). Il primo (generalmente più basso rispetto a quanto accade in padania) si verifica quasi sempre in luglio e tende a valori man mano inferiori verso Sud, mantenendosi comunque superiore a 20 mm alle basse altitudini fino al Molise, Nord-Campania, Gargano, per diminuire rapidamente fino a valori decisamente scarsi, anche meno di 10 mm in Calabria e nel leccese. Il massimo è tardo-autunnale (ma con piogge che permangono relativamente elevate nei mesi successivi) in Toscana, Marche, Umbria ma, procedendo verso Sud, si sposta man mano nell'inverno (dicembre e gennaio).

Il rapporto tra massimo e minimo tende ad aumentare verso il meridione; mentre a Firenze il rapporto tra i valori di 114 mm di ottobre e di 23 mm di luglio è pari a 4,9 e ad Ancona è 3,6 (101 mm di ottobre e 28 mm di luglio), si passa a 9,6 di Napoli (125 mm di novembre e 13 mm di luglio), a 6,1 di Bari (115 mm di novembre e 19 mm di luglio) e addirittura a 20 a Reggio Calabria (96 mm di novembre ed appena 5 mm di luglio)<sup>1</sup>.

Nelle aree montane gli afflussi meteorici medi annui sono poco superiori a quelli delle fasce altimetriche inferiori, con minimi estivi meno pronunciati e valori medi mensili di luglio raramente inferiori a 30 mm. Non risulta una particolare distribuzione delle precipitazioni medie annue che permetta di distinguere i due versanti dell'Appennino o in funzione della latitudine; piuttosto risulta un minimo (intorno a 600 ÷ 800 mm) nella Puglia e nella Basilicata orientale che si distingue abbastanza nettamente rispetto all'Italia centro-meridionale.

I regimi idrologici dei corsi d'acqua alimentati dai versanti appenninici sono quasi tutti spiccatamente pluviali e con andamento che risente direttamente dei regimi pluviometrici sopra descritti. Risultano portate cospicue tardo-autunnali e invernali e portate medie estive decisamente inferiori. Le scarse piogge della stagione più calda, unitamente ai cospicui processi evapotraspirativi, determinano portate di magra molto scarse, con valori specifici quasi sempre inferiori a 1 ÷ 1,5 L/s/km<sup>2</sup> ed ancor meno. Questi aspetti, verso Sud, si fanno sempre più pronunciati; nell'inverno i fiumi diventano impetuosi e caratterizzati da forti carichi detritici, mentre in estate si trasformano in "rigagnoli" d'acqua ed in alvei che si asciugano in diversi tratti; si tratta di situazioni che possono rendere difficile il mantenimento di comunità ittiche. Sul versante adriatico il Biferno presenta già caratteri di fiumara, seppure limitatamente (l'altitudine massima supera, di poco, i 2.000 m s.l.m.).

Verso Sud il fenomeno si accentua, anche per lo scarso effetto di volano idrologico per l'assenza di fasce altimetriche elevate (altitudini massime di 1.150 m s.l.m. per il Fortore e 1.493 m s.l.m. per l'Ofanto) e bacini di estensioni relativamente limitate. Le fiumare più caratteristiche sono quelle del versante ionico, ma i cui effetti sono parzialmente limitati dalle fasce altimetriche leggermente più elevate che caratterizzano i culmini del Pollino. Sul versante tirrenico le fiumare caratterizzano soprattutto la Calabria. Solo sulle testate dei bacini impostati sulla porzione occidentale dell'Appennino tosco-emiliano (Serchio

<sup>1</sup> A Palermo, a fronte di un massimo medio di oltre 150 mm in dicembre, risulta una precipitazione mensile di luglio di appena 6 mm, con un rapporto tra i due valori pari a 25.

<sup>2</sup> È la situazione più frequente. Merita precisare che, nei climi marittimi (la costa italiana) il mese più freddo è febbraio, per l'effetto di volano termico indotto dalla massa d'acqua marina. Ma è un aspetto poco rilevante; infatti

sul versante tirrenico) e sui rilievi intorno al Gran Sasso (Velino sul versante tirrenico e Vomano, Pescara, Sangro,... su quello adriatico) possono risultare regimi di tipo nivopluviale (o di transizione con quello pluviale).

La suddivisione dei Distretti padano-veneti (Dpv) e tosco-laziale (Dtl) sopra riportata è stata effettuata sulla base di criteri fisiogeografici e zoogeografici (come esposto più avanti). Conviene descrivere, in maggior dettaglio, alcuni dei parametri caratteristici dell'ambiente fisico che si sono considerati.

Da quanto sopra espresso risulta evidente che l'**altitudine** è un parametro importante, soprattutto per un territorio come quello italiano, caratterizzato da elevate catene montuose su una superficie relativamente modesta e comprendente aree di pianura e prossime al mare, su uno sviluppo costiero molto articolato. Per la caratterizzazione altimetrica di un bacino la soluzione migliore è la sua curva ipsografica, che mette bene in evidenza la distribuzione delle diverse fasce altimetriche. Dalla curva ipsografica si ricava l'*altitudine mediana* ( $H_{med}$ ), quota al di sopra e al di sotto della quale si trovano le due metà areali del bacino (STRAHLER, 1952, 1968). Altrettanto importanti sono l'*altitudine della sezione* ( $H_{sez}$ ) rappresentativa del tratto fluviale di interesse (oggetto di campionamenti) e l'*altitudine massima* del bacino sotteso ( $H_{max}$ ). Per un corretto confronto tra bacini, conviene inoltre fare riferimento ad alcuni limiti altitudinali di particolare significato climatico (MENNELLA, 1967; DURIO *et al.*, 1982; BOANO *et al.*, 2003):

**LC0j - Limite Climatico dello zero termico medio mensile di gennaio;** altitudine alla quale la temperatura media mensile di gennaio (il mese invernale più freddo<sup>2</sup>) è pari a 0 °C; al di sotto di quella quota non vi sono condizioni termiche per l'accumulo di neve al suolo; l'eventuale manto nevoso (salvo annate particolari, nei versanti meno esposti) si scioglie nel giro di pochi giorni e comunque entro il mese; la fascia altimetrica inferiore a tale limite concorre all'alimentazione di regimi idrologici francamente pluviali (deflussi quali risposta diretta degli afflussi) e con coefficienti di deflusso prossimi ad uno per assenza (o quasi) di evapotraspirazione, come tipico dell'inverno; oltre tale limite l'acqua di origine meteorica di gennaio inizia ad essere disponibile, come deflussi, nel mese successivo, ancora nell'inverno; alle quote superiori si fa più evidente l'effetto del "ritardo" nella formazione dei deflussi rispetto alle precipitazioni, senza tuttavia diventare determinante nel condizionare i regimi idrologici.

**LC0w - Limite Climatico dello zero termico medio del trimestre invernale;** altitudine alla quale la temperatura media mensile dei tre mesi invernali (dicembre, gennaio e febbraio) è pari o inferiore a 0 °C;<sup>3</sup> lo scioglimento delle nevi accumulate nell'inverno si manifesta, in modo apprezzabile, in marzo, e diventa significativo in aprile, con residui ancora all'inizio di maggio nei versanti meno esposti; al di sopra di tale limite le fasce altimetriche contribuiscono all'alimentazione di regimi nivopluviali.

**LC0y - Limite Climatico dello zero termico medio annuo;** è l'altitudine alla quale la temperatura media annua è pari a 0 °C; grosso modo vi sono le condizioni per accumulo di neve per metà anno, che solitamente si scioglie del tutto nel successivo semestre "caldo"; la fascia climatica compresa tra tale limite e quello precedente concorre all'alimentazione di regimi nivopluviali; la presenza, nelle testate dei bacini, di fasce altimetriche superiori comporta una significativa alimentazione dei deflussi con l'ablazione, ancora in luglio e, seppure in modo meno evidente, anche in agosto.

**LCsp - Limite Climatico delle nevi persistenti;** è l'altitudine al di sopra della quale, in estate, la neve accumulata nella stagione fredda non si scioglie completamente, accumulandosi ai residui dell'anno precedente; nelle fasce altimetriche superiori vi sono le condizioni per la formazione e/o persistenza di isole glaciali, nevai perenni ed anche veri e propri ghiacciai, soprattutto quando tali aree sono sufficientemente estese per altitudini crescenti; le fasce altimetriche superiori al LCnp, in un bacino, concorrono, con l'ablazione dei ghiacci, all'alimentazione di regimi idrologici nivoglaciali.

<sup>2</sup> È la situazione più frequente. Merita precisare che, nei climi marittimi (la costa italiana) il mese più freddo è febbraio, per l'effetto di volano termico indotto dalla massa d'acqua marina. Ma è un aspetto poco rilevante; infatti per individuare un mese con temperatura media mensile inferiore a 0 °C, occorre salire "almeno" di 500 m verso l'entroterra dove, si assiste al passaggio a climi di tipo continentale, con minimo termico in gennaio.

<sup>3</sup> Tenuto conto che febbraio è mediamente il meno freddo del trimestre invernale, in pratica il LC0i è l'altitudine corrispondente alla temperatura media mensile pari a 0 °C del febbraio stesso.

I limiti altitudinali climatici (**LC**) sopra descritti sono diversi nelle aree e sub-aree definite e rappresentate in **fig. 4**. Il limite climatico delle nevi persistenti (**LCsp**) è leggermente inferiore nel versante francese delle Alpi rispetto a quello interno, a causa delle più abbondanti precipitazioni scaricate dai fronti perturbati di origine Nord-occidentale. Nelle Alpi orientali è più basso grazie alla più diretta esposizione alle correnti orientali e Nord-orientali.

Nell'Italia centrale (area Z3 e sub-area Z2.2) l'applicazione dei gradienti termici medi annui e stagionali sui valori delle temperature medie delle pianure, di circa 1 °C superiori di quelle delle regioni settentrionali, portano alla determinazione dei limiti LC un poco superiori, soprattutto sul versante tirrenico, sottovento rispetto alle correnti orientali. Ancora più evidente risulta tale fenomeno per l'Italia meridionale e per le isole.

La **tab. 2** riporta i valori di LC caratteristici dei distretti, aree e subaree. Quindi si è proceduto alla collocazione dei parametri  $H_{\max}$  e  $H_{\text{sez}}$  nell'ambito delle fasce altimetriche comprese tra i limiti altitudinali climatici (LC) in funzione delle tipologie ambientali A, S, M e C (**tab. 3**).

**Tab. 2** - Valori termici dei diversi limiti altitudinali climatici (**LC**) in funzione dei **distretti**, **aree** e **subaree**.

<b>Distretti, aree e subaree</b>	<b>LCsp</b>	<b>LC0y</b>	<b>LC0w</b>	<b>LC0j</b>				
<b>A1.1</b>	3.000 ÷ 3.200	2.600 ÷ 2.800	1.600 ÷ 1.800	500 ÷ 700				
<b>A1.2</b>	2.900 ÷ 3.300	2.500 ÷ 2.800	1.500 ÷ 1.800	500 ÷ 700				
<b>A1.3</b>	2.700 ÷ 3.000	2.400 ÷ 2.600	1.400 ÷ 1.600	400 ÷ 600				
<b>A2.1/A2.2</b>	-	-	1.700 ÷ 1.900	600 ÷ 800				
<b>B/C</b>	-	-	1.800 ÷ 2.000	700 ÷ 900				
<b>D1/D2</b>	-	≥ 2.800 (*)	1.800 ÷ 2.000	700 ÷ 900				
<b>E</b>	-	-	1.900 ÷ 2.000	800 ÷ 900				
<b>F/G/H</b>	-	-	1.900 ÷ 2.100	800 ÷ 900				
<b>Sr/Sc</b>	-	-	2.000 ÷ 2.100	800 ÷ 1.000				
<b>LCsp</b>	Limite Climatico delle nevi persistenti.							
<b>LC0y</b>	Limite Climatico dello zero termico medio annuo.							
<b>LC0w</b>	Limite Climatico dello zero termico medio del trimestre invernale (dicembre ÷ febbraio).							
<b>LC0j</b>	Limite Climatico dello zero termico medio mensile di gennaio.							
(*) Poco rilevante; presente nei massicci del Gran Sasso e della Maiella.								
<b>A - Distretto padano-veneto:</b> <b>A1 - Area di pertinenza alpina</b> (A1.1 - Subarea di pertinenza alpina occidentale sul versante padano; A1.2 - Subarea di pertinenza alpina centrale sul versante padano; A1.3 - Subarea di pertinenza alpina orientale sul versante adriatico) e <b>A2 - Area di pertinenza appenninica</b> (A2.1 - Subarea di pertinenza appenninica sul versante padano; A2.2 - Subarea di pertinenza appenninica sul versante alto adriatico). <b>B - Distretto ligure.</b> <b>C - Distretto tosco-laziale.</b> <b>D - Distretto appenninico sul versante medio adriatico:</b> <b>D1 - Area di pertinenza del Gran Sasso e Maiella</b> e <b>D2 - Area di pertinenza del Molise.</b> <b>E - Distretto adriatico meridionale.</b> <b>F - Distretto tirreno centrale e campano.</b> <b>G - Distretto ionico.</b> <b>H - Distretto calabrese.</b> Sr - Sardegna. Sc - Sicilia.								

Altro fattore edifico utilizzato è la **composizione geolitologica prevalente dei bacini** costituenti i distretti, le aree e le subaree sub-aree. Le acque di un fiume “...hanno un diverso chimismo...che dipende essenzialmente dalle formazioni geologiche del bacino,...” e da altri caratteri ambientali; “...il tutto può essere complicato dalla presenza di acque sotterranee, talora di notevole portata, come si verifica nelle zone carsiche...” (BADINO *et al.*, 1991). Ai fini dell'individuazione di criteri di estrema sintesi si propongono le seguenti categorie:

- BC - bacino prevalentemente cristallino;** litotipi rocciosi-cristallini (essenzialmente di origine magmatica e/o metamorfica) > 60 % del bacino;
- BS - bacino con significativa presenza di materiale sedimentario;** litotipi sedimentari (essenzialmente di tipo clastico) > 40 % del bacino;
- 1 - bacino prevalentemente siliceo;** litotipi non calcarei > 70 % del bacino;
- 2 - bacino con significativa presenza di materiale calcareo;** litotipi calcarei > 30 % del bacino.

**Tab. 3** - Collocazione delle diverse tipologie ambientali (o zone **Alpina** “A”, **Salmonicola** “S”, **Mista** “M”, **Ciprinicola superiore** “Cs” e **Ciprinicola inferiore** “Ci”) in funzione del valore dell’**altitudine della sezione** ( $H_{sez}$ ) rappresentativa del tratto fluviale di interesse e dell’**altitudine massima** ( $H_{max}$ ) del bacino sotteso nell’ambito dei limiti climatici altitudinali (LC; cfr. **tab. 2**).

$H_{max}$	> LCsp	Alpina	Alpina	Alpina	Alpina	Salmonicola	Salmonicola	Mista	Ciprinicola sup.
	LCsp ÷ LC0y	-	Alpina	Alpina	Alpina	Salmonicola	Salmonicola	Mista	Ciprinicola sup.
	LC0y ÷ LC0w	-	-	Alpina	Alpina	Salmonicola	Mista	Ciprinicola inf.	Ciprinicola sup.
	LC0w ÷ LC0j	-	-	-	-	Salmonicola	Ciprinicola sup.	Ciprinicola inf.	Ciprinicola inf.
	< LC0j	-	-	-	-	-	-	Ciprinicola inf.	Ciprinicola inf.
		> LCsp	LCsp ÷ LC0y	LC0y ÷ LC0w	LC0w ÷ LC0j				< LC0j
$H_{sez}$									

La prevalenza di litotipi cristallini o sedimentari indica, grosso modo, la tendenza, rispettivamente meno evidente e più marcata, all’intorbidimento delle acque in occasione di precipitazioni abbondanti e/o a carattere di rovescio. Per linee molto generali, nei bacini impostati su formazioni rocciose più resistenti al disfacimento, le acque tendono ad intorbidirsi meno facilmente o a ritornare limpide più velocemente dopo le manifestazioni di piena. Ma esistono numerose eccezioni. La più evidente si riferisce ai bacini montani alimentati dall’ablazione di ghiacciai; le acque, pur derivanti da areali a struttura geologica nettamente cristallina, sono fortemente torbide, soprattutto in estate. La prevalenza di litotipi silicei (1) o calcarei (2) incide sul chimismo delle acque. Spesso si ritiene tale aspetto molto importante, talora anche sopravalutandolo, soprattutto in relazione alle cenosi acquatiche. Queste tuttavia sono influenzate da numerosi altri fattori ed in modo tale da “mascherare” gli effetti del pH rispetto al quale l’ambito di tolleranza della maggior parte degli organismi è superiore alla variabilità indotta dalla composizione delle formazioni geologiche dominanti. La composizione delle categorie succitate portano ai diversi gruppi:

- BC1** - **bacino prevalentemente cristallino siliceo**; gran parte del reticolo idrografico naturale superficiale delle sub-aree Z1.1 e Z1.2 e delle testate dei bacini delle aree Z2 e Z3;
- BC2** - **bacino prevalentemente cristallino e calcareo e/o con presenza significativa di calcare**; gran parte degli alti e medi bacini della sub-area Z1.3;
- BS1** - **bacino con presenza significativa di materiale sedimentario e prevalentemente siliceo**; parte di pianura delle sub-aree Z1.1 e Z1.2, porzioni di valle dei bacini e pianura delle aree Z2 e Z3;
- BS2** - **bacino con presenza significativa di materiale sedimentario con presenza significativa di calcare**; porzioni di valle dei bacini e pianura della sub-area Z1.3.

La Z1.3 (di pertinenza alpina orientale sul versante dell’alto Adriatico) si distingue dalle altre per la prevalenza delle tipologie rocciose calcaree. I regimi idrologici sono condizionati, in qualche caso anche in modo eclatante, dalla circolazione sotterranea, tanto che molti bacini, contrariamente a quanto accade in tutta la Z1, sono di tipo “permeabile”. Il fenomeno carsico influenza sia il chimismo delle acque, sia i regimi idrologici e quindi potrebbero risultare differenze significative anche sotto il profilo biologico. La **tab. 1** riporta gli elenchi delle specie ittiche autoctone (**AU**) dei distretti, aree e subaree individuate. Per tutta l’area di pertinenza alpina risultano complessivamente 31 specie AU, di cui 25 comuni nelle tre subaree A1.1, A1.2 e A1.3. Per le tre specie presenti esclusivamente in A1 (trota marmorata, temolo e scazzone) ed in parte anche per la sanguinerola e la savetta, non risultano distinzioni tra le tre porzioni occidentale, centrale ed orientale. Costituisce una eccezione il panzarolo, specie di riferimento in A1.2, ma presente anche in A1.3 e soprattutto il cobite barbatello, presente unicamente in A1.3. Panzarolo e cobite barbatello sono presenti nella porzione centro-orientale del bacino del Po probabilmente in quanto “penetrati” nel distretto padano-veneto attraverso la “via pannonica” descritta da BIANCO (1987). La

Cagnetta, nel bacino del Po, è presente unicamente in A1.2, ma anche nel distretto tosco-laziale (C). La bottatrice, in Italia è presente unicamente in A1.2, ma forse è una specie esotica (BIANCO, 1987, 1996).

Quelli succitati sono alcuni esempi dai quali si comprende che anche solo la storia zoogeografica delle specie, in particolare del quaternario, costituisce un fattore regolante la distribuzione delle specie ben più importante rispetto ai condizionamenti del chimismo delle acque in funzione dei litotipi predominanti nei bacini idrografici. A complicare il tutto inoltre sono gli spostamenti di faune ad opera dell'uomo. Per alcune specie infatti l'autoctonia non è sicura, mentre per altre gli areali di distribuzione originari sono piuttosto incerti.

Più interessante, ai fini biologici, risulta la distinzione tra “BC” e “BS”. Classicamente, da monte a valle, il bacino che alimenta il corso d'acqua comprende porzioni sempre più ampie di fasce altimetriche meno elevate, fino ad estendersi in pianura, dove prevalgono i processi di sedimentazione, contemporaneamente al passaggio da zone salmonicole a quelle ciprinicole.

Per quanto riguarda le **precipitazioni** molto importanti sono i **regimi pluviometrici** ed in particolare la collocazione nell'anno dei valori minimi, in quanto, con alcune eccezioni, determinano le magre idrologiche, a loro volta fattori limitanti delle cenosi acquatiche. Nell'analisi dei regimi pluviometrici è importante evidenziare i massimi e i minimi principali e secondari e quindi effettuare confronti con i regimi termici (condizionanti i fenomeni evapotraspirativi che sottraggono acqua ai deflussi) per meglio mettere in evidenza le modalità con le quali gli afflussi meteorici contribuiscono alle disponibilità delle risorse idriche. I regimi tipici dell'Italia centro-settentrionale sono i seguenti (MENNELLA, 1967):

1. **continentale**; con massimo estivo e minimo invernale; interessa essenzialmente le porzioni più elevate dell'arco alpino centrale in Z1.2.
2. **sublitoraneo alpino**; con due massimi nelle stagioni intermedie, primavera ed autunno, di cui è moderatamente prevalente il primo e due minimi, di cui quello invernale nettamente inferiore a quello estivo; interessa le fasce altimetriche medie ed inferiori della Z1.2 comprendendo anche la fascia di pianura adiacente; si protende nella Valle d'Aosta e sugli spartiacque dei rilievi Nord-occidentali del Piemonte, coinvolgendo, seppure marginalmente, anche la Z1.1;
3. **sublitoraneo occidentale**; con massimi nelle stagioni intermedie, ma con quello primaverile nettamente spiccato e due minimi, di cui quello invernale nettamente inferiore a quello estivo; interessa tutta la parte occidentale del bacino del Po (Z1.1), dal Tanaro al Ticino e ad eccezione del bacino della Dora Baltea, della testata di quello della Dora Riparia, delle Alpi Marittime e del Monferrato;
4. **sublitoraneo padano**; con due massimi nelle stagioni intermedie più o meno equivalenti e due minimi interposti di cui spesso quello estivo inferiore; è presente nella pianura tra i primi rilievi delle prealpi ed il corso del Po e si addentra nell'ampia valle del Tanaro;
5. **sublitoraneo appenninico**; con due massimi nelle stagioni intermedie, con quello autunnale nettamente più elevato; il minimo estivo è inferiore a quello invernale; comprende tutta la regione dominata dai rilievi dell'Appennino e da questi sino al Po e una porzione delle Alpi Marittime (Z2.1).
6. **triveneto**; il massimo si estende a due stagioni consecutive, estate ed autunno, talvolta già partendo dalla primavera; risulta un unico evidente minimo invernale; comprende le Alpi orientali (Z1.3);
7. **pianura triveneta**; con massimo a tutto il periodo, piuttosto piovoso, da maggio a novembre; nell'ambito di tale periodo si registra un picco in maggio o in giugno sulle prealpi ed uno in autunno in pianura (Z1.3); il minimo principale è in febbraio, ma risulta una lieve flessione in agosto.
8. **Appennino centrale**; generalmente risulta un solo minimo estivo (quasi sempre luglio) ed un solo massimo tardo-autunnale, ma con precipitazioni che si mantengono relativamente elevate nei mesi successivi ed in misura via via superiore verso Sud (Z2.2 e Z3).
9. **Appennino meridionale** (isole comprese); paragonabile a quello precedente ma con rapporto tra stagione piovosa tardo-autunnale/invernale e quella siccitosa estiva più pronunciato.

La classificazione sopra riportata prevede 9 tipi, rispetto ai quali, ai fini della formazione dei deflussi e in riferimento alle cenosi acquatiche, conviene proporre una semplificazione. In primo luogo conviene mettere in evidenza la presenza dei due massimi, quando presenti, ma senza distinguere tra quello principale e secondario; le comunità acquatiche fanno poca differenza nelle situazioni comunque caratterizzate da abbondanza d'acqua. Invece conviene puntare maggiormente l'attenzione sulla collocazione del minimo principale. Secondo MENNELLA (1967) i tipi “triveneto” e “pianura triveneta” sono “...*regimi modificati del sublitoraneo alpino*”, più o meno caratterizzati da un minimo invernale e da un lungo periodo piovoso comprendente, oltre alle stagioni intermedie, anche quella estiva. Pertanto i tipi descritti ai succitati punti 1, 7 e 8 possono essere raggruppati in un'unica categoria “*continentale*”. I tipi

sublitoraneo alpino e occidentale sono relativamente simili, in quanto entrambi con due massimi nelle stagioni intermedie, con quello primaverile più o meno spiccato e soprattutto il minimo principale invernale, nettamente inferiore a quello estivo. Pertanto i tipi descritti ai succitati punti 2 e 3 possono essere raggruppati in un'unica categoria “*sublitoraneo*”. I tipi siblitoraneo padano e appenninico presentano ancora due massimi in primavera ed autunno, ma il minimo principale si colloca in estate. Pertanto i tipi descritti ai succitati punti 4 e 5 possono essere raggruppati in un'unica categoria “*appenninico-padano*”. Infine rimane il tipo (8) dell'appennino centrale come categoria a parte, ma che può essere comprensivo di quello meridionale (9) come unica categoria dell'appennino. In sintesi si propone la seguente classificazione:

- RPpc** - **Regime Pluviometrico continentale**; massimi nelle stagioni intermedie, ma con minimo secondario estivo interposto di poco inferiore; minimo principale invernale piuttosto evidente; caratterizza la Z1.3 e le testate dei bacini della Z1.2.
- RPps** - **Regime Pluviometrico sublitoraneo**; massimi nelle stagioni intermedie, con evidente minimo secondario estivo e minimo invernale ancora più accentuato; interessa le fasce altimetriche medie e inferiori dei rilievi fino a comprendere gran parte della pianura in Z1.2 e costituisce la tipologia dominante in Z1.1.
- RPap** - **Regime Pluviometrico appenninico-padano**; massimi nelle stagioni intermedie, con evidente minimo secondario invernale e minimo estivo ancora più evidente; costituisce la tipologia dominante in Z2.1.
- RPacm** - **Regime Pluviometrico appenninico centrale/meridionale**; un solo massimo dal tardo autunno ad inizio inverno da Nord a Sud ed un solo minimo estivo; caratterizza Z2.2 e Z3.

Il **regime idrologico** è uno dei più importanti parametri, condizionato dalle caratteristiche climatiche, geomorfologiche e ambientali del bacino (tipologia dei suoli, copertura vegetale, usi delle risorse idriche,...). La “forma” del grafico dell’andamento delle portate nell’anno è la sintesi di tutte le componenti succitate. L’aspetto che più interessa le cenosi acquatiche è l’entità dei minimi idrologici; i problemi emergono durante le magre, spesso anche indipendentemente dagli usi umani dell’acqua; frequentemente le scarse portate costituiscono situazioni di stress idrologico. In base a tali considerazioni, FORNERIS *et al.* (2005b) hanno proposto uno schema valido per il bacino del Po (**figg. 1 ÷ 3**):

- nivoglaciale con massimo principale estivo;
- nivopluviale con minimo secondario tardo estivo;
- pluviale sublitoraneo con minimo principale estivo ( $Q_{355s} > 2 \text{ L/s/km}^2$ );<sup>4</sup>
- pluviale sublitoraneo con minimo principale estivo molto scarso ( $Q_{355s} \leq 2 \text{ L/s/km}^2$ ).

Tale schema tiene conto del fatto che per i regimi nivopluviali ed ancor più per quelli nivoglaciali, la tipologia del regime pluviometrico è meno rilevante rispetto a quanto accade per i regimi pluviali; ciò che conta è la notevole disponibilità idrica estiva che distingue i nivoglaciali dai nivopluviali; entrambi con minimo principale netto nell’inverno. Nei regimi pluviali si ha una sorta di parallelismo con l’andamento pluviometrico, ma il minimo principale cade sempre in estate, anche quando quello pluviometrico è invernale, a causa dei notevoli processi evapotraspirativi che, nella stagione calda, sottraggono acqua ai deflussi. Conviene pertanto mettere in evidenza l’entità delle magre estive. I regimi idrologici condizionati da quelli pluviometrici con minimo principale invernale presentano magre estive meno pronunciate; quelli condizionati da regimi pluviometrici con minimo principale estivo presentano portate di magra decisamente inferiori, in quanto alla scarsità delle piogge si aggiungono le perdite apparenti dovute all’evapotraspirazione. Pertanto adeguando lo schema succitato all’intero territorio italiano, vale il seguente schema:

- RIng** - **Regime Idrologico nivoglaciale**; con unico minimo invernale (gennaio - febbraio) e unico massimo estivo (giugno - luglio) fortemente condizionato dal regime termico responsabile dell’ablazione dei ghiacci nelle fasce altimetriche superiori del bacino ( $> LCsp$ ); presente in tutta l’area A1, in particolare nelle testate dei bacini;

<sup>4</sup> La  $Q_{355}$  è la **portata media annua di durata pari a 355 giorni** [ $\text{L/s}$ ;  $\text{m}^3/\text{s}$ ], valore medio annuo di portata disponibile in alveo per almeno 355 giorni, molto simile alla **portata di magra normale** (PEROSINO, 1989), la minima istantanea annuale con tempo di ritorno di 2 anni. Il valore assoluto di tale portata è poco utile per confrontare bacini diversi per dimensioni. Meglio utilizzare il valore specifico ( $Q_{355s}$ ), il contributo [ $\text{L/s}$ ] concesso dall’unità [ $\text{km}^2$ ] di superficie di bacino [ $\text{L/s/km}^2$ ].

- RInp** - **Regime Idrologico nivopluviale;** il regime dei deflussi risponde a quello degli afflussi, ma con i primi che si mantengono elevati anche all'inizio dell'estate, fino a superare le quantità di acqua meteorica per il contributo delle nevi accumulate nell'inverno; tale effetto perdura tanto più a lungo (anche fino a tarda estate) tanto più elevate sono le fasce altimetriche superiori (almeno per  $> LC0y$ ); presente in tutta l'area A1, esclusivamente nelle testate dei più elevati bacini della A2.1 (soprattutto nella sua porzione più occidentale) e delle C e D1 (soprattutto intorno al massiccio del Gran Sasso);
- RIpc** - **Regime Idrologico pluviale continentale;** il regime idrologico segue un andamento parallelo a quello delle precipitazioni di tipo continentale; pertanto con un minimo principale invernale, e con minimo secondario estivo piuttosto elevato; caratterizza soprattutto la A1.3, in particolare a valle dei regimi RI<sub>ng</sub> e RI<sub>np</sub> quando presenti e soprattutto nell'area di pianura;
- RIpe/1** - **Regime Idrologico pluviale con minimo estivo;** regime idrologico condizionato da quello pluviometrico sublitoraneo (RP<sub>ps</sub>); la minima portata specifica estiva difficilmente è inferiore a 2 L/s/km<sup>2</sup>; interessa le aree di bassa altitudine della A1, soprattutto nelle aree occidentale (A1.1) e centrale (A1.2); è anche presente nella fascia montana superiore (soprattutto occidentale) della A2.1 e nella zona del massiccio del Gran Sasso;
- RIpe/2** - **Regime Idrologico pluviale con forte minimo estivo;** regime idrologico condizionato da quelli pluviometrici appenninici (RP<sub>ap</sub> ed RP<sub>ac</sub>); la minima specifica estiva è inferiore a 2 L/s/km<sup>2</sup> (ed anche meno nei bacini piccoli e medi con scarso sviluppo delle fasce altimetriche superiori); interessa la fascia pedemontana e di pianura delle A2 e C e soprattutto tutto il meridione e le isole.

#### 4 - DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE AMBIENTALI

La classificazione delle tipologie fluviali (**Tp**) è essenziale ai fini della determinazione della qualità delle comunità ittiche, così come fondamentale è la scelta dei parametri ambientali da utilizzare per la classificazione stessa. Non è possibile operare delle distinzioni nette e precise; si tratta infatti di distinguere insiemi complessi di fattori fisici e biologici che spesso tendono a sfuggire rispetto a rigide schematizzazioni. La classificazione proposta nel seguito va considerata con grande cautela, accettando, come ineludibile, una certa soggettività degli ittiologi nell'interpretare le condizioni ambientali generali osservabili in fase di campionamento.

- A** (**tipologia Alpina** - temperature massime estive  $< 12^{\circ}\text{C}$ ). *Corsi d'acqua esclusivamente dell'area di pertinenza alpina* (A1) sulle testate dei principali bacini, generalmente con superfici dei bacini sotteranei inferiori a 100 km<sup>2</sup> o affluenti dei corsi d'acqua delle principali vallate alpine. Il regime idrologico è nivoglaciale o nivopluviale (a seconda delle estensioni delle fasce altimetriche prossime o superiori al limite climatico delle nevi persistenti), in qualche raro caso anche pluviale. La portata di magra normale è invernale, con valori specifici raramente inferiori a 4 L/s/km<sup>2</sup>. Torrenti di alta montagna e porzioni superiori e mediane degli affluenti dei corpi idrici principali delle maggiori vallate alpine, caratterizzati da elevate pendenze (fino anche a superare il 10 %) con granulometria degli alvei costituita 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, con altitudine massima del bacino sotteraneo compresa tra i limiti climatici dello zero termico medio di gennaio e dello zero termico medio del trimestre invernale, su versanti acclivi e con elevata copertura vegetale in grado di garantire una buona ombreggiatura che limita il riscaldamento estivo delle acque. I valori medi annui assoluti delle portate idriche sono limitate, per le ridotte dimensioni dei bacini sotteranei, a  $2 \div 3 \text{ m}^3/\text{s}$  e con portate di magra intorno a poche centinaia di L/s, ma anche decisamente minori. Le portate sono ridotte a qualche L/s per i più piccoli torrenti, alimentati da versanti collinari e pedemontani caratterizzati da minori potenzialità idriche che, nelle fasi di magra più pronunciata, garantiscono appena la presenza dell'acqua. Ambienti in condizioni limiti per la sopravvivenza di fauna acquatica: acque naturalmente turbide e molto fredde anche in estate per i torrenti alimentati dai nevai e dai ghiacci, pendenze talora molto elevate costituenti ambiti invalicabili per gli spostamenti longitudinali dei pesci, forti variazioni di portata. La comunità ittica naturale (attesa) è povera di specie o costituita da salmonidi accompagnati dallo scazzone; oppure assente, anche in mancanza di alterazioni, soprattutto nei più piccoli torrenti alle più elevate altitudini, fortemente limitati dalle condizioni climatiche o in corsi d'acqua minori caratterizzati da

notevoli pendenze e da salti invalicabili per i pesci; in tali situazioni la presenza di comunità ittiche potrebbe essere conseguenza di immissioni. In qualche caso potrebbero risultare presenti, con popolazioni esigue, altre specie di accompagnamento (es. vairone), spesso in ambienti di dubbia classificazione in zona A. Per tali ambienti si ritiene non applicabile qualunque metodo di valutazione di stato delle comunità ittiche, soprattutto se finalizzato a fornire indicazioni sulla qualità dell'acqua o, più in generale, sullo stato ecologico dei corsi d'acqua.

**S (tipologia Salmonicola - temperature massime estive 15 ÷ 18 °C).**

*Corsi d'acqua dell'area di pertinenza alpina* generalmente con superfici dei bacini sotteesi superiori a 100 km<sup>2</sup>, costituenti i corpi idrici principali delle porzioni mediana e terminale delle vallate alpine fino anche allo sbocco in pianura e dei tratti terminali dei loro più importanti affluenti. Il regime idrologico è nivoglaciale o nivopluviale o di transizione con quello pluviale, quasi mai francamente pluviale. La portata di magra normale è invernale, con valori specifici raramente inferiori a 4 L/s/km<sup>2</sup>. Alvei con pendenza difficilmente superiore al 10 %; raramente sono riscontrabili salti naturali invalicabili per l'ittiofauna. La granulometria prevalente è grossolana, accompagnata da massi, più raramente con roccia in posto, mentre compaiono alcuni banchi di ghiaia fine. I bacini sotteesi presentano una buona porzione di fasce altimetriche elevate, con climi rigidi; i processi evapotraspirativi sono modesti e ciò, unitamente all'incremento delle precipitazioni che solitamente caratterizza le zone montuose, comporta maggiori potenzialità idriche. Pertanto si hanno buone portate, con valori medi annui che comunque difficilmente superano i 20 m<sup>3</sup>/s, mentre le portate di magra raramente scendono sotto i 300 L/s. Nella maggior parte dei casi sono i tratti fluviali posti a valle delle zone alpine (A), ma l'individuazione dell'ambito di passaggio tra le due zone può risultare poco agevole. Solitamente la zona S sottende bacini con fasce altimetriche superiori al limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale. Se queste sono poco estese (ma almeno costituenti il 25 % circa del bacino) il limite superiore della S, in assenza di salti naturali invalicabili per l'ittiofauna, potrebbe estendersi anche ad altitudini significativamente superiori a 1.000 m, relegando decisamente la zona A alle aree prossime alle sorgenti. Con ampie superfici superiori al limite climatico dello zero termico medio annuo e soprattutto quando l'altitudine massima del bacino è superiore al limite climatico delle nevi persistenti, il limite della zona S potrebbe scendere di alcune centinaia di metri. Tale fenomeno risulta evidente nei corsi d'acqua con regime nivoglaciale (es. bacini della Dora Baltea, Alto Sesia, Toce, Adige,...). Sono ambienti generalmente più produttivi e con una fauna ittica più diversificata rispetto alla precedente tipologia.

*Corsi d'acqua dell'area di pertinenza appenninica* sulle testate dei principali bacini, generalmente con superfici dei bacini sotteesi inferiori a 100 km<sup>2</sup>, con regime idrologico di transizione tra il pluviale ed il nivopluviale, assai raramente di tipo francamente nivopluviale quando le altitudini massime sono prossime al limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale. Possono costituire ambienti classificabili in zona S, seppure caratterizzati da regimi idrologici francamente pluviali, anche i tratti fluviali immediatamente a valle di alcuni dei suddetti corpi idrici principali, quindi con superfici dei bacini sotteesi superiori a 100 km<sup>2</sup> (compresi i loro affluenti), quando impostati su versanti acclivi e ben ombreggiati per la buona copertura forestale, comunque generalmente a quote superiori al limite dello zero termico medio di gennaio. Nei corsi d'acqua principali gli alvei sono interessati prevalentemente da erosione, con pendenze intorno al 5 ÷ 10 %, con dominanza di ghiaia grossolana e media, accompagnata da massi e talora da roccia in posto. Gli affluenti hanno pendenze più accentuate (fino al 10 ÷ 20 %), esercitano una forte erosione ed hanno alvei caratterizzati da materiale grossolano, fino a frequenti massi e roccia in posto. Le portate medie annue raramente superano i 2 ÷ 3 m<sup>3</sup>/s, con minime annue invernali di poche decine di L/s in corrispondenza dei tratti spiccatamente montani e minime annue estive verso valle di poco superiori e caratterizzate da contributi di 2 ÷ 3 L/s/km<sup>2</sup>. Sono ambienti con forti limiti ambientali, quali un'ampia variabilità del regime idrologico e scarse potenzialità idriche dei bacini sotteesi in fase di magra. Ciò comporta una scarsa diversificazione biologica in termini di composizione in specie. La comunità ittica può risultare anche assente, soprattutto nei più piccoli torrenti alle più elevate altitudini, caratterizzati da notevoli pendenze e da salti invalicabili; in tali situazioni la presenza di comunità ittiche potrebbe essere conseguenza di immissioni, soprattutto con trote fario; per tali ambienti si ritiene non applicabile qualunque metodo di valutazione di stato delle comunità ittiche, soprattutto se finalizzato a fornire indicazioni sulla qualità dell'acqua o, più in generale, sullo stato ecologico dei corsi d'acqua. In ogni caso tale tipologia è poco frequente nei bacini del versante adriatico. nel versante tirrenico e soprattutto nel distretto tosco-laziale (C) tale tipologia ambientale è abbastanza ben rappresentata, connessa con bacini di dimensioni sufficienti ad alimentare regimi

idrologici significativi e quindi con comunità ittiche naturali, seppure poco diversificate in termini di specie.

**M/Cs (tipologie Mista/Ciprinicola superiore - temperature massime estive 18 ÷ 22 °C).**

*Corsi d'acqua dell'area di pertinenza alpina* generalmente con superfici dei bacini imbriferi sotteesi superiori a 300 ÷ 400 km<sup>2</sup>, costituenti i corpi idrici principali significativamente a valle dello sbocco delle vallate alpine in pianura. Il regime idrologico è nivopluviale, raramente nivoglaciale o di transizione con quello pluviale, quasi mai francamente pluviale. Portata di magra normale invernale, con valori specifici raramente inferiori a 4 L/s/km<sup>2</sup>. Alvei con pendenze mediamente nell'intervallo 2 ÷ 5 %, con assenza di salti naturali invalidabili per l'ittiofauna. Granulometria prevalente costituita da ghiaia, soprattutto media ed in minor parte grossolana, da rari massi, e roccia in posto quasi assente, insieme a vasti banchi di ghiaia fine e di sabbia; rare le granulometrie più fini. I bacini sotteesi, analogamente alle zone S, presentano una significativa porzione di fasce altimetriche elevate, caratterizzate da buone potenzialità idriche. Tenuto conto della maggiore estensione dei bacini si hanno portate relativamente elevate, con valori medi annui che possono superare i 20 m<sup>3</sup>/s, mentre quelli assoluti di magra raramente scendono sotto i 1.000 L/s. Nei bacini meno estesi e con altitudini massime inferiori al limite climatico dello zero termico medio annuo ed in assenza di regimi idrologici di tipo nivoglaciale in testata, la tipologia superiore è generalmente una zona S ed il passaggio alla zona mista si colloca, grosso modo, nella fascia pedemontana (200 ÷ 500 m s.l.m.), comunque sotto il limite climatico delle zero termico medio di gennaio. Nei bacini più estesi e con altitudini massime superiori al limite dello zero termico medio annuo ed ancor più in quelli con altitudine massima superiore al limite climatico delle nevi persistenti e con regimi idrologici nivoglaciali almeno in testata, sono superiormente presenti entrambe le zone A ed S. Le elevate portate e l'origine in quota di buona parte dei deflussi comporta temperature più basse e maggiore turbolenza delle acque anche verso valle; pertanto il passaggio alla zona mista si sposta verso l'alta pianura, talora anche sotto i 200 m s.l.m. In taluni casi (es. Dora Baltea) le fasce altimetriche poste sopra il limite di 3.100 m s.l.m. sono molto estese ed il regime si mantiene con una tipologia nivoglaciale anche in pianura, tanto che la zona mista risulta molto "compressa" verso valle, anche fino a risultare assente. Nella maggior parte dei casi sono tratti fluviali a valle delle zone salmonicole, pertanto denominati zone miste (M). Invece i corsi d'acqua con bacini interamente o in buona parte, impostati in fasce altimetriche inferiori al limite climatico dello zero termico medio mensile di gennaio e/o con altitudine massima inferiore al limite climatico dello zero termico del trimestre invernale, con regime idrologico pluviale, non classificabili in S per condizioni evidentemente adatte ai ciprinidi reofili e nei quali l'eventuale presenza di salmonidi è sostenuta da immissioni ed in mancanza delle tipologie A ed S a monte, sono classificabili come zone ciprinicole superiori.

*Corsi d'acqua dell'area di pertinenza appenninica* nelle medie vallate dei principali bacini, generalmente in ambienti posti sotto il limite dello zero termico medio di gennaio e con regime idrologico francamente pluviale, ma con portata specifica di magra normale estiva pari o superiore a 2 L/s/km<sup>2</sup> verso Nord o anche a 1,5 L/s/km<sup>2</sup> nell'Appennino centrale ed ancora inferiore verso Sud. Nei bacini con apprezzabili estensioni areali delle fasce altimetriche prossime al limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale il passaggio dalla zona S alla zona M può risultare inferiore al limite succitato, fino anche a 300 ÷ 500 m s.l.m. Nelle porzioni superiori dei bacini con fasce altimetriche elevate meno estese, ma con altitudine massima almeno superiore al limite climatico dello zero termico di gennaio, risulta assente la zona S e la classificazione in zona M può interessare tutto il reticolo idrografico. Le portate medie annue sono variabili in funzione dell'estensione dei bacini sotteesi, caratterizzate da valori specifici relativamente elevati per l'abbondanza delle precipitazioni tardo autunnali ed invernali. Il regime pluviometrico presenta uno spiccato minimo estivo; mancano i contributi dei serbatoi nivali che viceversa caratterizzano i bacini alpini impostati su fasce altimetriche ben più elevate. Di conseguenza il minimo idrologico è estivo, ma con portate specifiche di magra normale raramente inferiori a 2 L/s/km<sup>2</sup> sul versante padano e a 1,5 L/s/km<sup>2</sup> verso Sud fino a valori anche inferiori a 1 L/s/km<sup>2</sup>. Tale situazione idrologica consente comunque deflussi estivi sufficienti ed il mantenimento di condizioni idrauliche idonee ad organismi reofili. Le pendenze rimangono relativamente elevate, intorno a 2 ÷ 5 % (talora anche leggermente inferiori) e si hanno alternanze di situazioni di erosione e di depositi insieme ad una accentuata diversificazione dei materiali litoidi; si possono rinvenire brevi tratti con fondali profondi con roccia in posto, zone con ghiaie talora grossolane e addirittura con massi ed altre zone dominate da materiali con granulometrie decisamente più fini, fino alla sabbia, ma raramente pelitici. La tipologia

mista (M) vera e propria è praticamente assente nel versante adriatico (essendo poco o nulla rappresentata quella salmonicola), sostituita dalla ciprinicola superiore. Nel distretto tosco-laziale (C) la tipologia mista è invece ben rappresentata nei bacini sufficientemente estesi e con presenza a monte della tipologia salmonicola (S); nei bacini più piccoli, soprattutto in assenza di porzioni altimetriche elevate e della tipologia salmonicola essa è sostituita dalla ciprinicola superiore.

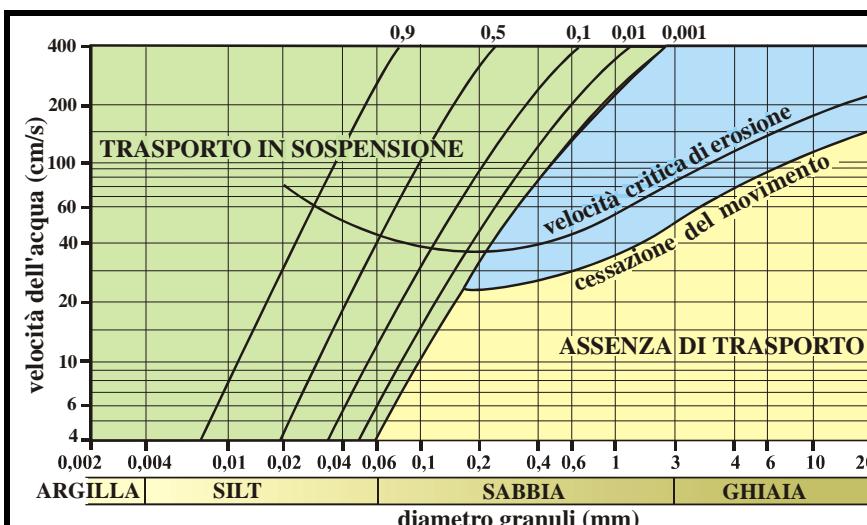
**Ci (tipologia Ciprinicola inferiore - temperature massime estive fino a 25 °C).**

*Corsi d'acqua dell'area di pertinenza alpina* (Z1) con superfici dei bacini imbriferi molto variabili, talora costituenti i tratti terminali e di limitata lunghezza dei principali tributari del Po e dell'alto Adriatico ed a valle delle zone S e soprattutto M o Cs. Possono anche costituire tratti fluviali molto più estesi quando alimentati da bacini di grandi dimensioni che, pur presentando fasce altimetriche elevate, quindi caratterizzati superiormente da regimi nivopluviali o addirittura nivoglaciali in testata, sono anche costituiti da ampie superfici sotto il limite climatico dello zero termico medio di gennaio; sono tipici esempi i fiumi Po e Sesia. In altri casi costituisce quasi l'intero reticolo idrografico dei bacini collinari e/o impostati su fasce altimetriche tipicamente di pianura. Il regime idrologico è tipicamente pluviale, in qualche raro caso di transizione con il nivopluviale. Per questa tipologia ambientale la portata di magra normale è estiva, con valori specifici comunque non inferiori a 2 L/s/km<sup>2</sup>. Alvei caratterizzati da pendenze inferiori al 2 %, con assenza di salti naturali invalicabili per l'ittiofauna. La granulometria prevalente è costituita da ghiaia (soprattutto fine/media quando presente) e da vasti banchi di sabbia e/o di peliti. Sono ambienti generalmente caratterizzati da una elevata produttività e da una fauna ittica ben diversificata.

*Corsi d'acqua dell'area di pertinenza appenninica* nelle aree di pianura, solitamente a quote inferiori a 200 m s.l.m., a valle delle tipologie Cs ed M quando alimentati da bacini con estese fasce altimetriche superiori al limite climatico dello zero termico medio di gennaio o con altitudini massime prossime al limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale. I reticolli idrografici alimentati da bacini con altitudini massime inferiori a quello dello zero termico di gennaio sono interamente classificabili nella zona Ci. Anche per questi ambienti le portate medie annue sono assai variabili in funzione delle estensioni dei bacini sottesi, ma ciò che più interessa è il regime medio, caratterizzato da forti magre estive, con valori specifici anche significativamente inferiori a 2 L/s/km<sup>2</sup> (fino a meno di 0,5 L/s/km<sup>2</sup> verso Sud), spesso su ampi letti fluviali dominati da materiali prevalentemente pelitici, con qualche banco di sabbia e qualche ghiareto, per la modesta pendenza (< 1 %). I più piccoli corsi d'acqua di origine collinare presentano granulometrie dei fondali più grossolane e pendenze più accentuate, ma la magra estiva rimane il maggiore fattore limitante, accentuato dalle minori superfici dei bacini sottesi.

Dalle descrizioni sopra riportate risulta evidente l'importanza della granulometria degli alvei fluviali nella caratterizzazione delle tipologie ambientali. Essa è in relazione con i processi erosione/sedimentazione legati alla velocità del flusso idrico e quindi alla pendenza dell'alveo stesso. FORNERIS *et al.* (2005b) hanno proposto una semplificazione del sistema classificativo dei clasti dei sedimenti (**appendice uno**) a partire da quanto riportato nella letteratura geologica (**tab. 4**). Nonostante le esperienze acquisite nell'ambito dei campionamenti relativi all'ittiofauna, spesso effettuati con la compilazione di schede riportanti le coperture percentuali dei materiali in funzione delle granulometrie, è difficile proporre relazioni semplici e dirette tra la composizione del substrato/pendenza e tipologie ambientali definite sulla base delle cenosi acquee. O meglio è possibile, ma a condizione di prevedere schemi a maglie molto grandi, in grado di fornire risultati utili, ma insufficienti, da soli, a caratterizzare un ecosistema fluviale; essi vanno considerati con cautela e confrontati con altri parametri, descrittori degli ambienti fluviali.

Conviene ricorrere a rappresentazioni grafiche, come quella in **fig. 5**. Individuato un tratto fluviale sufficientemente esteso e rappresentativo, si procede con una valutazione a stima delle percentuali delle classi granulometriche in alveo. Quindi si individua sul diagramma l'ambito più simile a quello rilevato, per ricavare la/e tipologia/e ambientale/i verificandone la corrispondenza con i relativi intervalli dei valori di pendenza, questa valutata, per esempio, secondo i criteri suggeriti da FORNERIS *et al.* (2005b). In presenza di sola pelite o accompagnata da minori % di sabbia, l'unica tipologia possibile è quella ciprinicola (C); in assenza di granulometrie inferiori alla roccia in posto e massi, la tipologia possibile è quella alpina (A). In altri casi si possono associare più di una zona ittica. Con abbondanza di ghiaia, accompagnata da banchi di sabbia e da rari depositi di pelite, sono possibili le zone S, M/Cs (più probabile) ed anche Ci; una pendenza K < 3 % può escludere la zona S; nel caso di un grande bacino è più probabile la zona Cs/Ci; tuttavia potrebbero rimanere dei dubbi; in tal caso rimane da valutare, quale parametro "definitivo", la comunità ittica, quando non eccessivamente alterata dalla presenza di specie esotiche.



**Tab. 4** - Relazione tra velocità dell'acqua e granulometria del detrito alluvionale. La curva della **velocità critica di erosione** indica quella minima per l'inizio della movimentazione del materiale di fondo. Essa è più facile con granulometrie intorno a 0,2 mm rispetto a granuli più piccoli, fra loro legati da maggior coesione. Una volta che il materiale è in movimento è sufficiente una velocità inferiore affinché avvenga la **cessazione del movimento**. I valori sulla parte superiore del diagramma si riferiscono alle curve della *concentrazione relativa del trasporto solido*, rapporto tra la torbidità a profondità media e quella sul fondo.

Classificazione delle categorie granulometriche e dei microhabitat minerali (da: BUFFAGNI, ERBA, 2007; BUFFAGNI *et al.* 2007) in funzione delle dimensioni dei grani.

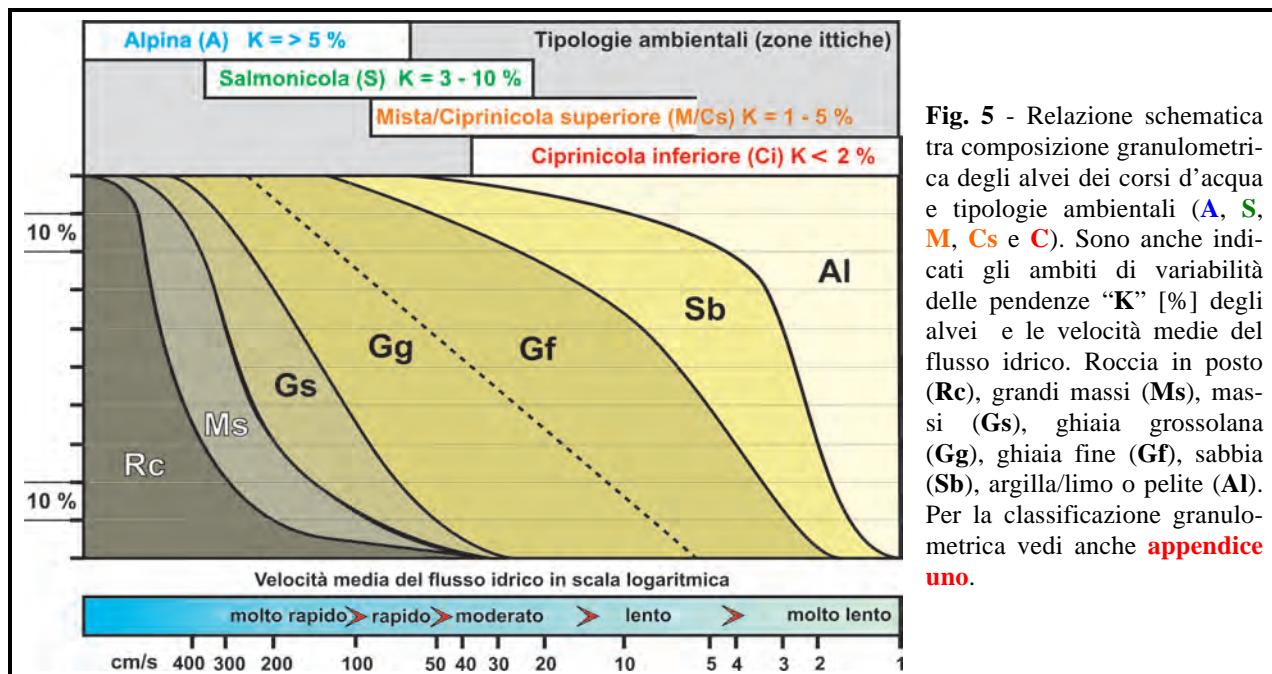
velocità acqua [cm/s]	classificazione dei grani	dimensioni dei grani [mm]	Microhabitat	
molto rapida (> 100)	Grandi massi	> 1.000	> 400	Megalithal <b>MGL</b>
	Ghiaia con massi	256÷1.000		
rapida (61÷100)	Ghiaia - ciottoli grossolani	64÷256	~60÷250	Mesolithal <b>MES</b>
moderata (31÷60)	Ghiaia - ciottoli medi	4÷64	~20÷60	Microlithal <b>MIC</b>
	Ghiaia - ciottoli piccoli	2÷4		
lenta (6÷30)	Sabbia molto grossolana	1÷2	2÷0,06	Sabbia <b>SAB</b>
	Sabbia grossolana	0,5÷1 (1/2÷1/1)		
	Sabbia media	0,25÷0,5 (1/4÷1/2)		
	Sabbia fine	0,125÷0,25 (1/8÷1/4)		
molto lenta (0÷5)	Sabbia molto fine	0,0625÷0,125 (1/16÷1/8)	< 0,06	Pelite <b>ARG</b>
	Silt grossolano	0,0312÷0,0625 (1/32÷1/16)		
	Silt medio	0,0156÷0,0312 (1/64÷1/32)		
	Silt fine	0,0078÷0,0156 (1/128÷1/64)		
	Silt molto fine	0,0039÷0,0078 (1/256÷1/128)		
	Argilla	< 0,0078 (< 1/256)		
	Roccia in posto		Igropetrico	<b>IGR</b>
	Artificiale			

Classificazione dei microhabitat biotici (da: BUFFAGNI, ERBA, 2007 e da BUFFAGNI *et al.* 2007).

Alge (diatomee e altre alghe formanti feltri perifitici)	<b>AL</b>	Parti vive di piante terrestri (radici sommerse di vegetazione riparia)	<b>TP</b>	FPOM (materiale organico particellato fine)	<b>FP</b>
Macrofite sommerse (piante acquatiche; anche muschi, caracee,...)	<b>SO</b>	Xyal (legno; materiale legnoso grossolano con diametro > 10 cm; rami, radici, legno)	<b>XY</b>	Film batterici (funghi, solfobatteri,... depositi ricchi di carbonio)	<b>BA</b>
Macrofite emergenti (piante acquatiche radicate in alveo)	<b>EM</b>	CPOM (materiale organico grossolano; rametti foglie)	<b>Cp</b>		

Occorre molta prudenza nell'assegnare un significato importante allo "spettro" granulometrico. Alcuni corsi d'acqua appenninici, soprattutto nelle aree con rilievi che si affacciano direttamente sul mare, giungono alla foce in ambienti climaticamente "caldi", con temperature massime estive relativamente elevate, adatte a faune limnofile. Ma la caratterizzazione di tali ambienti potrebbe portare ad individuare ambienti di tipo M o addirittura S; infatti tali corsi d'acqua scorrono in alvei ripidi, con processi erosivi ancora nettamente prevalenti, con dominanza di ghiaie grossolane e anche di massi o addirittura con banchi

di roccia in posto. In questi casi, come quasi sempre, rimane fondamentale la verifica mediante l'analisi di altri elementi (es. l'altitudine) e soprattutto della comunità ittica.



**Fig. 5** - Relazione schematica tra composizione granulometrica degli alvei dei corsi d'acqua e tipologie ambientali (A, S, M, Cs e Ci). Sono anche indicati gli ambiti di variabilità delle pendenze “K” [%] degli alvei e le velocità medie del flusso idrico. Roccia in posto (Rc), grandi massi (Ms), massi (Gs), ghiaia grossolana (Gg), ghiaia fine (Gf), sabbia (Sb), argilla/limo o pelite (AI). Per la classificazione granulometrica vedi anche [appendice uno](#).

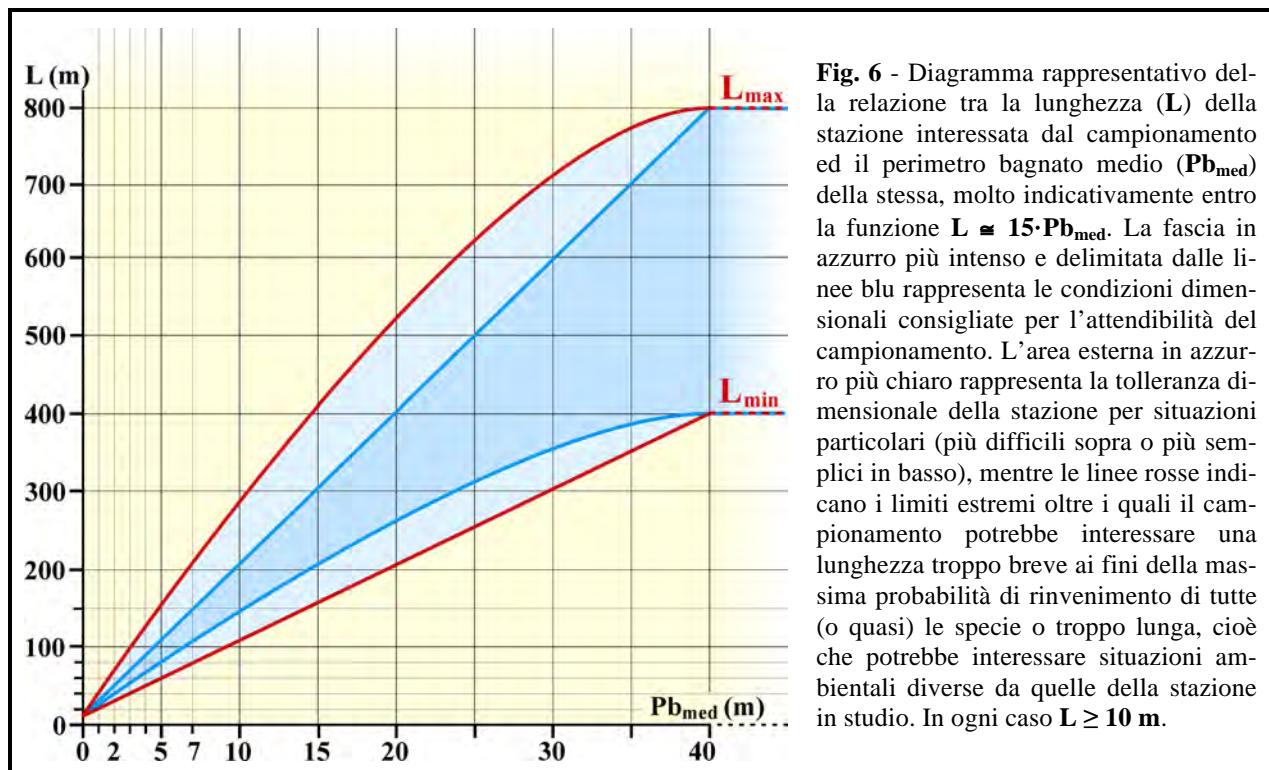
#### 4 - MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO E VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI BIOLOGICHE DELLE POPOLAZIONI (Ir)

I campionamenti si effettuano soprattutto con la pesca elettrica, senza escludere reti e “visual-census”. I migliori risultati si ottengono nelle situazioni di magra; non si escludono altri momenti, quando le situazioni idrologiche e termiche lo permettano. In inverno è possibile effettuare campionamenti in particolari condizioni, oggetto di giudizio degli ittiologi. I rilievi, ai fini dell'Indice Ittico, sono qualitativi e semiquantitativi, con copertura di ampie superfici sottese, con un passaggio con elettrostorditore. L'azione di pesca deve essere accurata, avendo cura di esplorare i diversi microambienti, per garantire la massima probabilità di cattura di tutte le specie presenti ed una buona attendibilità sulla stima dell'entità delle popolazioni e delle loro strutture.

I parametri relativi alle dimensioni dell'ambiente di campionamento ([appendice due](#)) sono la larghezza “ $Pb_{med}$ ” [m] e la lunghezza “ $L$ ” [m] dell'alveo bagnato, tenendo conto dei limiti dell'azione dell'elettropesca, spesso nelle zone più accessibili presso le rive, nei fiumi di maggiore portata. Conviene stabilire dei limiti relativi alla lunghezza della stazione oggetto di campionamento; in linea di massima vale una lunghezza pari a circa 15 volte la larghezza ([fig. 6](#)) in funzione delle caratteristiche ambientali della stazione stessa e comunque con  $L \geq 10$  m. Non sono limiti rigorosi, in quanto molto dipende dalle condizioni del tratto fluviale oggetto di campionamento. Per un piccolo corso d'acqua con  $Pb_{med} = 4$  m, risulta una lunghezza “consigliata” della stazione  $L \approx 70 \div 90$  m. Ma in un torrente caratterizzato da scarsa portata e da profondità massime inferiori a 0,5 m, quindi con ogni sua porzione facilmente esplorabile con l'anodo e con presenza esclusiva di salmonidi (o con lo scazzone quale unica specie di accompagnamento), si può ipotizzare una lunghezza minore, pari a  $L \approx 50$  m. Nel caso in cui la corrente sia troppo veloce per la sicurezza dell'operatore e con zone troppo profonde per l'azione dell'anodo delle apparecchiature solitamente impiegate nei torrenti alpini (più leggere e più comode, ma meno potenti), potrebbe risultare necessario estendere la lunghezza della stazione anche fino al limite massimo  $L_{max} \approx 130$  m.

Nei grandi fiumi, per oggettive difficoltà dovute alla scarsa o nulla accessibilità di una o più zone entro la stazione di campionamento, anche con l'ausilio di una imbarcazione o a causa dell'inefficacia dell'azione dell'anodo in acque troppo profonde, l'area campionata potrebbe risultare una frazione rispetto a quella totale della stazione. Anche in tali casi, per incrementare la probabilità di cattura del maggior numero delle specie presenti, conviene estendere il parametro “ $L$ ”. In un corso d'acqua con  $Pb_{med} = 30$  m dovrebbe valere  $L = 350 \div 600$  m. In difficili condizioni di campionamento, tenuto conto che in alcune porzioni della

stazione non è possibile operare, conviene considerare una lunghezza vicina al valore superiore; a volte ciò non è sufficiente e occorre andare oltre, ma non sopra il valore  $L_{\max} = 700$  m o poco più.



**Fig. 6** - Diagramma rappresentativo della relazione tra la lunghezza (L) della stazione interessata dal campionamento ed il perimetro bagnato medio ( $Pb_{\text{med}}$ ) della stessa, molto indicativamente entro la funzione  $L \approx 15 \cdot Pb_{\text{med}}$ . La fascia in azzurro più intenso e delimitata dalle linee blu rappresenta le condizioni dimensionali consigliate per l'attendibilità del campionamento. L'area esterna in azzurro più chiaro rappresenta la tolleranza dimensionale della stazione per situazioni particolari (più difficili sopra o più semplici in basso), mentre le linee rosse indicano i limiti estremi oltre i quali il campionamento potrebbe interessare una lunghezza troppo breve ai fini della massima probabilità di rinvenimento di tutte (o quasi) le specie o troppo lunga, cioè che potrebbe interessare situazioni ambientali diverse da quelle della stazione in studio. In ogni caso  $L \geq 10$  m.

Si ritiene poco opportuno indicare precisamente valori estremi  $L_{\max}$  e  $L_{\min}$ ; in fondo ciò che conta è la garanzia di cattura di tutte le specie potenzialmente presenti. In realtà occorre considerare che la  $L_{\min}$  impone condizioni minime al di sotto delle quali si ipotizza uno "sforzo" di pesca insufficiente. La  $L_{\max}$  è importante, in quanto non si può estendere eccessivamente il parametro di lunghezza della stazione. La **fig. 6** individua  $L \leq 800$  m anche per i più grandi fiumi. Lunghezze superiori potrebbero interessare tratti fluviali caratterizzati da ambienti diversi, rispetto ai quali potrebbe risultare utile individuare altre stazioni, in quanto "abitate" da comunità ittiche diverse.

**Tab. 5 - Indici di abbondanza** delle popolazioni delle specie ittiche (**Ia**).

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

Per ciascuna specie campionata occorre assegnare l'**indice di abbondanza (Ia)**, definito da un numero indicativo della consistenza numerica e da una lettera indicativa della struttura della popolazione. I criteri generali di attribuzione dell'Ia sono illustrati in **tab. 5**. Il valore numerico dell'indice di abbondanza Ia = 1 (specie sporadica), 2 (presente) e 3 (abbondante) si ottiene mediante la valutazione del numero di individui catturati nel tratto fluviale soggetto a campionamento secondo quanto illustrato in **tab. 6**.

**Tab. 6** - Numero minimo di individui (N) affinché una specie possa considerarsi almeno presente (Ia = 2). Numero minimo di individui (2N) affinché una specie possa considerarsi abbondante (Ia = 3). Sono anche indicati i corrispondenti valori dell'indice Im di MOYLE-NICHOLS (1973).

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

Per ogni specie si ricava l'**indice di rappresentatività (Ir)** dalla combinazione tra i valori numerici (1, 2, 3, 4; **tabb. 5 e 6**) e i giudizi sulla struttura di popolazione (a, b, c; **tab. 5**) secondo l'articolazione illustrata in **tab. 7**.

Valore Ir		Struttura			<b>Tab. 7</b> - Determinazione del valore dell' <b>Indice di rappresentatività (Ir)</b> in funzione del livello di struttura della popolazione (a ÷ c; <b>tab. 8</b> ) e della consistenza demografica (1 ÷ 3; <b>tabb. 8 e 9</b> ). Per Ia = 4, si assegna Ir = 1,0 indipendentemente dalla struttura. Le specie per le quali N < 15 in <b>tab. 9</b> si assegna comunque il valore Ir = 0,6 per tutti gli indici di abbondanza 1c, 1b, 2c e 2b (si escludono i valori Ir < 0,6). Per l'anguilla si indica unicamente il valore numerico Ir = 0,6 per Ia = 1, Ir = 0,8 per Ia = 2 e Ir = 1,0 per Ia = 3; analogo criterio potrebbe valere per la lampreda ( <i>Lampetra zanandreai</i> ).
		c	b	a	
Consistenza demografica	1	0,4	0,5	0,6	
	2	0,5	0,6	0,8	
	3	0,6	0,8	1,0	

## 7 - CALCOLO DEL VALORE DELL'I.I.

Indicando con Ir<sub>1</sub>, Ir<sub>2</sub>, Ir<sub>3</sub>, ..., Ir<sub>N</sub>, gli indici di rappresentatività (determinati secondo le indicazioni in **tab. 7**) delle "N" specie autoctone rinvenute con il campionamento ed effettuandone la somma, si ottiene un valore (Nt) che può essere confrontato con quello Nr che è il numero di specie facenti parte della comunità di riferimento appositamente stabilita dall'ittiologo per il tratto fluviale oggetto di indagine indicato e coerente con la tipologia ambientale individuata sulla base dei criteri descritti nei precedenti capitoli. Il rapporto I.I.a = Nt/Nr, compreso tra 0 e 1, esprime la condizione della comunità campionata rispetto a quella di riferimento e fornisce una indicazione di stato della comunità campionata quale "anche"

espressione delle condizioni ambientali dell'ecosistema fluviale. Le classi di qualità sono quindi le seguenti:

- classe prima (I) giudizio elevato  $0,80 \leq I.I.a \leq 1,00$
- classe seconda (II) giudizio buono  $0,60 \leq I.I.a \leq 0,79$
- classe terza (III) giudizio sufficiente  $0,40 \leq I.I.a \leq 0,59$
- classe quarta (IV) giudizio scarso  $0,20 \leq I.I.a \leq 0,39$
- classe quinta (V) giudizio pessimo  $0,00 \leq I.I.a \leq 0,19$

L'I.I. non tiene conto del valore intrinseco delle specie e neppure, diversamente da quanto proposto con l'ultima versione dell'ISECI (ZERUNIAN *et al.*, 2009), della distinzione di quelle di maggiore importanza ecologico-funzionale o di quelle maggiormente sensibili alle alterazioni ambientali; per tali aspetti assume caratteri abbastanza simili a quelli ipotizzati da BIANCO (1990) nella sua *“proposta di impiego di indici e di coefficienti per la valutazione dello stato di degrado dell'ittiofauna autoctona delle acque dolci”*. ZERUNIAN *et al.* (2009), per esempio, propongono, quali specie di maggiore importanza, quelle indigene appartenenti a Salmonidi, Esocidi, Percidi ed il temolo ed inoltre attribuiscono maggior peso alle specie endemiche. Con l'I.I. invece tutte le specie attese nella comunità di riferimento assumono identico valore. Questa scelta è stata determinata dalla rinuncia a classificare le specie in funzione di criteri relativi all'importanza ecologico-funzionale e/o al livello di sensibilità rispetto alle alterazioni ambientali. È infatti un tema molto complesso, intorno al quale non si è mai giunti a risultati *“convincimenti”*. Conviene invece considerare tutte le specie autoctone di uguale importanza, perché ciascuna esercita un ruolo ben definito (e spesso non ancora del tutto conosciuto) negli ambienti acquisiti e perché *“tutti”* i livelli trofici concorrono al mantenimento degli equilibri degli ecosistemi.

L'I.I. non attribuisce maggiore significato alla specie endemiche, in quanto si tratta di un criterio di tipo naturalistico. Esse, per il fatto di essere presenti soltanto (o quasi) nel territorio nazionale, hanno, in genere, areali di distribuzione di limitate estensioni; ad esse quindi viene attribuito un più elevato valore in funzione di criteri naturalistici. Ma se si intende fornire un valore in funzione della qualità dell'ambiente acquisito, non si ritiene utile distinguere le specie endemiche dalle altre autoctone della comunità di riferimento, *“tutte”* più o meno condizionate dalle alterazioni ambientali.

L'I.I. infine non considera le specie esotiche. La loro presenza è considerata negativa nell'ambito di una valutazione di tipo naturalistico. Ma se si intende esprimere un valore dello stato della comunità ittica quale espressione di quello dell'ecosistema acquisito, allora occorre valutare gli effetti delle eventuali alterazioni ambientali, evitando di confonderli con le cause. La fauna esotica già condiziona negativamente le specie autoctone, con conseguente riduzione delle loro popolazioni, fino anche alla loro scomparsa. Di conseguenza il confronto Nt/Nr sarà condizionato negativamente dai diversi fattori di alterazione ambientale tra i quali *“anche”* la presenza di alieni.

Secondo la procedura sopra descritta l'Indice Ittico (I.I.) si ottiene dal confronto tra la comunità ittica riscontrata in occasione del campionamento e quella di riferimento; questa a sua volta corrisponde ad un preciso elenco che presenta specie diverse a seconda dei distretti zoogeografici, delle aree, delle subaree e delle tipologie ambientali. Diventa quindi importante, da parte degli ittiologi, la predisposizione di specifici elenchi di specie costituenti le comunità di riferimento, con valutazioni da effettuare caso per caso apportando, rispetto agli elenchi di carattere generale proposti dalla letteratura, i necessari e indispensabili aggiustamenti sulla base delle esperienze acquisite in molti anni (o decenni) di lavoro da parte degli ittiologici che hanno operato entro delimitati contesti territoriali.

Le Regioni hanno predisposto le nuove reti di monitoraggio sulla base delle indicazioni del D. Lgs 152/06 (in recepimento della Direttiva 2000/60/CE); sui siti di campionamento dovranno essere valutati lo stato fisico-chimico delle acque e gli elementi di qualità biologica (EQB) tra i quali i *“pesci”*. È importante che per ciascuno di tali siti vengano determinate le comunità di riferimento mediante valutazioni specifiche e non basate esclusivamente su indicazioni di carattere troppo generale; altrimenti si rischia di ottenere risultati poco attendibili sulla qualificazione di stato delle comunità ittiche, quasi sempre per sottostima e quindi con pregiudizio della valutazione complessiva

## APPENDICE UNO (granulometria dei fondali)

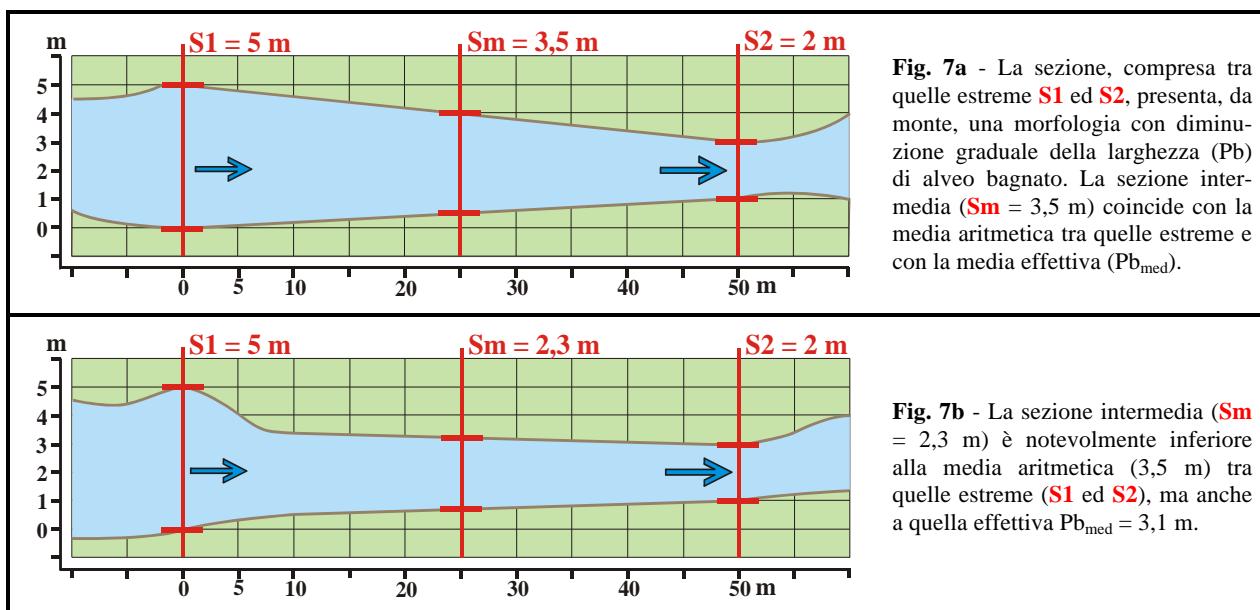
La descrizione della granulometria dei materiali costituenti gli alvei dei corsi d'acqua deve fare riferimento alle classificazioni proposte ed ampiamente utilizzate da altre discipline quali la geologia, l'ingegneria civile ed idraulica, le scienze forestali,... I materiali detritici sono classificati in base alle dimensioni dei clasti secondo quanto proposto in **tab. 4**. Si ritengono necessarie alcune considerazioni, allo scopo di proporre una classificazione più funzionale per la descrizione della natura granulometrica dei fondali ai fini dei campionamenti di tipo biologico, coerente rispetto alla classificazione descritta nella succitata tabella:

- conviene riunire in un'unica categoria le classi granulometriche “*silt*”, “*argilla*” e “*sabbia molto fine*”, considerando quindi l'unica classe “**Al**” (**argilla/limo o pelite**) con grani di dimensioni inferiori a 0,1 mm; ai fini biologici (sedimento fine) non merita operare ulteriori distinzioni; in sede di campionamento, non è possibile (neppure utile o conveniente) distinguere il silt dall'argilla e dalla sabbia fine senza attrezzature adeguate;
- conviene riunire in un'unica categoria le classi granulometriche “*sabbia fine*”, “*sabbia media*”, “*sabbia grossolana*” e “*sabbia molto grossolana*”, considerando quindi l'unica classe “**Sb**” (**sabbia**) con grani di dimensioni comprese tra 0,1 e 2 mm circa; d'altra parte è già poco agevole, in certi casi, distinguere il silt grossolano o la sabbia fine dalla sabbia media;
- conviene riunire in un'unica categoria le classi granulometriche “*ghiaia con ciottoli piccoli*” e “*ghiaia con ciottoli medi*”, considerando quindi l'unica classe “**Gf**” (**ghiaia fine**) con clasti di dimensioni comprese tra 2 mm e 60 mm circa; si tratta di una categoria facilmente distinguibile;
- si mantiene la categoria “*ghiaia con ciottoli grossolani*” (**ghiaia grossolana**) con dimensioni dei clasti tra 6 cm e 25 cm circa (**Gg**);
- si mantiene la categoria “*ghiaia con massi*” (**massi**) con dimensioni dei clasti tra 25 cm e 100 cm circa (**Gs**);
- la classificazione proposta in **fig. 4** considera la classe “*ghiaia con massi*” qualunque dimensioni superiori a 25 cm, ma ai fini biologici (es. rifugi per l'ittiofauna) è importante distinguere i massi di cui al precedente punto dai **grandi massi**, con dimensioni superiori al metro (**Ms**);
- conviene segnalare anche la presenza di **roccia in posto (Rc)**, cioè di porzioni di letto fluviale costituite da banchi di roccia non frammentata; si potrebbe obiettare che, in fondo, la presenza di alcuni massi di 2 ÷ 3 metri è paragonabile ad una superficie rocciosa; in realtà tra i grandi massi possono essere presenti rifugi per l'ittiofauna (soprattutto per pesci di taglia maggiore), più difficilmente rinvenibili su pareti rocciose rese lisce dall'erosione fluviale.

## APPENDICE DUE (parametri morfometrici della stazione di campionamento)

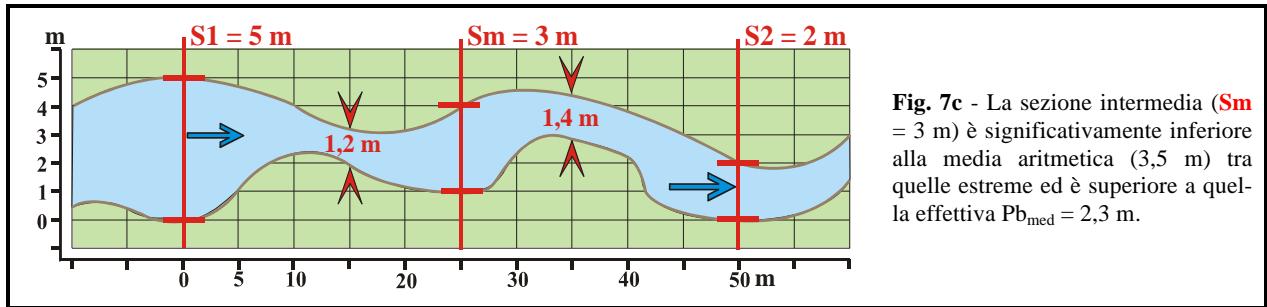
La stazione di campionamento è un tratto di corso d'acqua soggetto all'azione di cattura dei pesci, con metodologie diverse, ma mediante la pesca elettrica nella maggior parte dei casi, allo scopo minimale di rilevare la presenza, per quanto possibile, di "tutte" le specie costituenti la comunità ittica. La stazione, solitamente rappresentativa, per caratteri ambientali, di un tratto fluviale più esteso, sia verso valle, sia soprattutto verso monte (sezione di riferimento), è delimitata da due sezioni: **S1** a monte ed **S2** a valle (fig. 7). Quindi, con l'utilizzo di rotelle metriche o altri sistemi per le lunghezze di aste graduate per le profondità, è possibile individuare alcune caratteristiche morfometriche ed in particolare:

- **lunghezza della stazione (L)**; distanza [m] lungo lo sviluppo planimetrico del tratto fluviale rappresentativo della stazione, nel tratto S1÷S2;<sup>5</sup>
- **perimetro bagnato della sezione (Pb)**; larghezza [m] dell'alveo bagnato (al momento del campionamento) in corrispondenza di una determinata sezione in un punto qualunque del tratto rappresentativo della stazione e perpendicolare al flusso idrico medio;
- **perimetro bagnato massimo della stazione (Pb<sub>max</sub>)**; larghezza massima [m] dell'alveo bagnato (al momento del campionamento) in corrispondenza della sezione di massima larghezza nel tratto S1÷S2;
- **perimetro bagnato minimo della stazione (Pb<sub>min</sub>)**; larghezza minima [m] dell'alveo bagnato (al momento del campionamento) in corrispondenza della sezione di minima larghezza nel tratto S1÷S2;<sup>6</sup>
- **perimetro bagnato medio della stazione (Pb<sub>med</sub>)**; larghezza media [m] dell'alveo bagnato (al momento del campionamento) risultato dalla media di quattro misure del Pb, di cui due in corrispondenza delle sezioni S1 ed S2 ed altre due sezioni nelle posizioni intermedie rispetto all'intera lunghezza (L) della stazione;
- **area della stazione (As = L·Pb<sub>med</sub>)**; superficie [m<sup>2</sup>] dell'alveo bagnato (al momento del campionamento) risultato dal prodotto tra la lunghezza (L) ed il perimetro bagnato medio (Pb<sub>med</sub>);
- **percentuale area campionata (Ac)**; percentuale dell'area effettivamente campionata rispetto a quella totale della stazione;
- **Profondità massima della stazione (H<sub>max</sub>)**; valore massimo [cm] della profondità valutata (attraverso misura o stimata) su tutta l'area (As) della stazione;
- **Profondità massima area campionata (h<sub>max</sub>)** valore massimo [cm] della profondità valutata (attraverso misura) su tutta l'area campionata (Ac) della stazione;



<sup>5</sup> La lunghezza della stazione **non** è la distanza in linea d'aria tra le due sezioni estreme (S1÷S2), ma occorre tenere conto della sinuosità del corso d'acqua considerato. Nel caso in cui la stazione non avesse andamento rettilineo, la lunghezza "vera" (L) andrebbe valutata quale somma delle misure di una successione di tratti omogenei. Il rapporto tra la distanza "vera" (L) e la distanza in linea d'aria (S1÷S2) è il *grado di sinuosità*, pari ad 1 se il fiume avesse andamento rettilineo e tanto maggiore di 1 quanto più il fiume è sinuoso.

<sup>6</sup> Non sono da escludere situazioni con Pb-min = 0 m. Può infatti succedere che un determinato tratto fluviale, interessato da captazioni idriche che lo prosciugano (o quasi) ed individuato come stazione, presenti zone con acqua stagnante o con flusso idrico molto limitato, alternate ad una o più zone con assenza d'acqua, in corrispondenza delle quali ovviamente la larghezza dell'alveo bagnato è nulla.

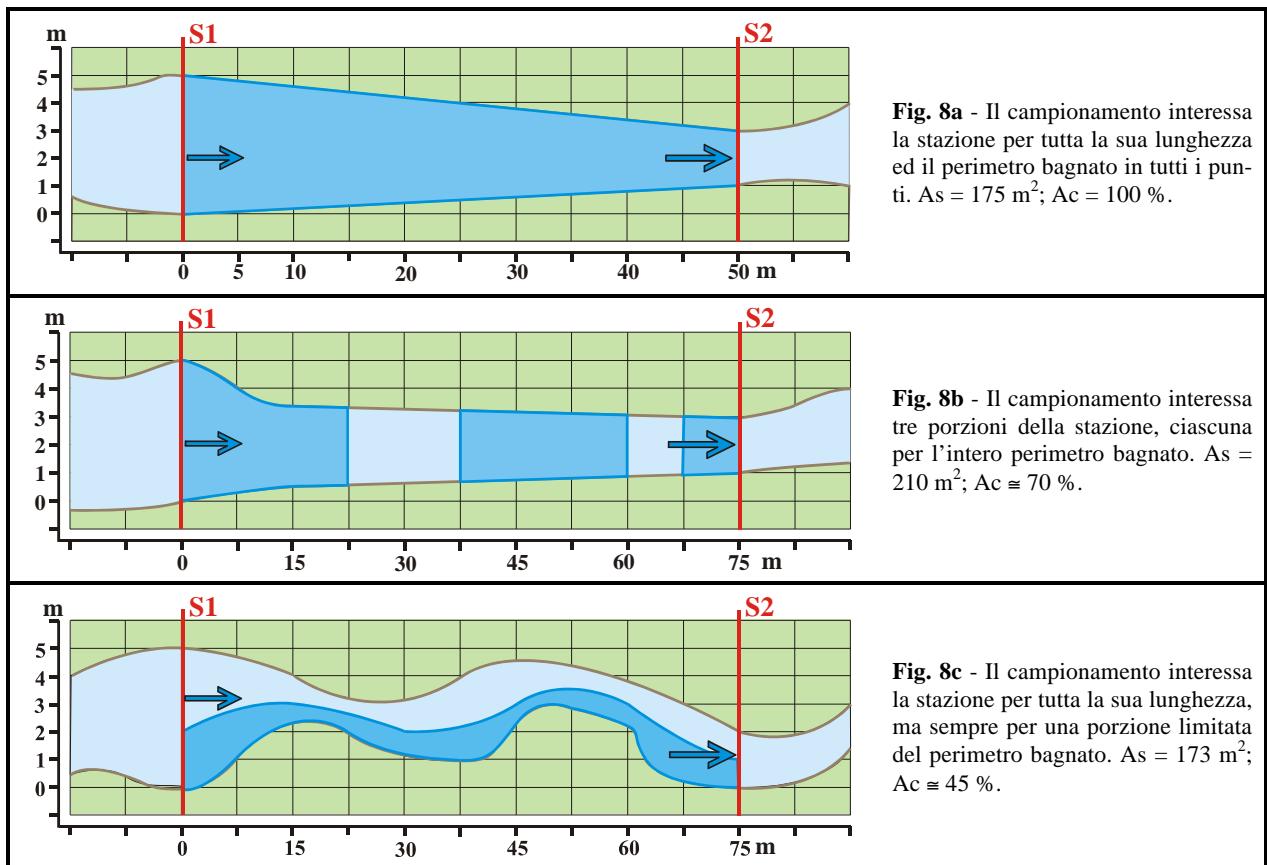


**Fig. 7c** - La sezione intermedia ( $Sm = 3$  m) è significativamente inferiore alla media aritmetica (3,5 m) tra quelle estreme ed è superiore a quella effettiva  $Pb_{med} = 2,3$  m.

La determinazione del perimetro medio bagnato ( $Pb_{med}$ ), basato sulla misura in corrispondenza di almeno quattro sezioni, richiede alcune osservazioni e a questo proposito è utile fare riferimento agli esempi riportati in **fig. 7**. Nel primo caso (**fig. 7a**) la media aritmetica (3,5 m), calcolata sui due valori delle sezioni estreme ( $S1$  ed  $S2$ ), coincide con la sezione intermedia ( $Sm$ ). Tale dato, moltiplicato per la lunghezza della stazione ( $L = 50$  m) fornisce il valore dell'area della stazione ( $As = 175$   $m^2$ ) coincidente con la realtà.

Nel secondo caso (**fig. 7b**) la media aritmetica tra le larghezze delle sezioni  $S1$  ed  $S2$  risulta sempre pari a 3,5 m e coincide anche con la media tra le larghezze massima ( $Pb_{max}$ ) e minima ( $Pb_{min}$ ). Risulterebbe quindi un'area della stazione uguale a quella del caso precedente ( $175$   $m^2$ ); ma il dato reale è  $As = 140$   $m^2$ ; ciò significa una sovrastima del 25 % circa. Se si procedesse al calcolo della media tra  $S1$  (5 m),  $Sm$  (2,3 m) ed  $S2$  (2 m), si otterebbe il valore di 3,1 m e quindi un'area  $Ac = 155$   $m^2$ , che non è ancora il dato reale, ma almeno l'errore si riduce a meno del 10 % e quindi accettabile rispetto a quanto normalmente ci si attende in questo tipo di valutazioni.

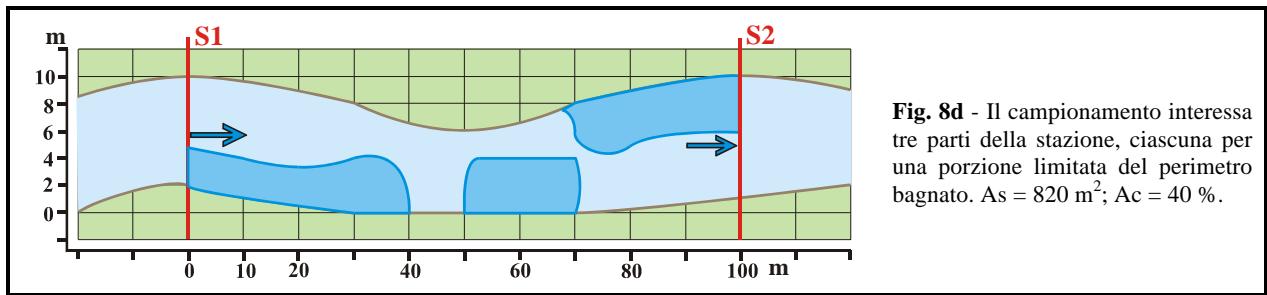
Nel terzo caso (**fig. 7c**) la situazione risulta più complessa e più vicina alle situazioni reali. Le sezioni estreme presentano gli stessi valori di larghezza ( $S1 = 5$  m ed  $S2 = 2$  m) dei casi precedenti, con una sezione intermedia di 3 m. L'area reale è  $Ac = 115$   $m^2$ . La media tra le sezioni estreme (3,5 m) porterebbe all'area di  $175$   $m^2$ , quindi con un errore di sovrastima del 52 %. La media tra  $S1$ ,  $Sm$  (3 m) ed  $S2$  risulta pari a 3,3 m e quindi ad un'area di  $167$   $m^2$ , con un errore di sovrastima inferiore del 45 %, ma ancora considerevole. La media di almeno quattro valori (con due sezioni intermedie tra quelle estreme) risulta pari a 2,4 m, che porta ad un'area  $Ac = 120$   $m^2$ , un errore del 4 %, quindi ampiamente accettabile.



**Fig. 8a** - Il campionamento interessa la stazione per tutta la sua lunghezza ed il perimetro bagnato in tutti i punti.  $As = 175$   $m^2$ ;  $Ac = 100$  %.

**Fig. 8b** - Il campionamento interessa tre porzioni della stazione, ciascuna per l'intero perimetro bagnato.  $As = 210$   $m^2$ ;  $Ac \approx 70$  %.

**Fig. 8c** - Il campionamento interessa la stazione per tutta la sua lunghezza, ma sempre per una porzione limitata del perimetro bagnato.  $As = 173$   $m^2$ ;  $Ac \approx 45$  %.



**Fig. 8d** - Il campionamento interessa tre parti della stazione, ciascuna per una porzione limitata del perimetro bagnato.  $As = 820 \text{ m}^2$ ;  $Ac = 40 \text{ \%}$ .

Molto importante è la percentuale dell'area campionata (Ac) rispetto a quella totale (As). L'area campionata è quella effettivamente oggetto dell'azione di pesca entro la stazione. La lunghezza della stazione dipende dalla necessità di ricerca di "tutte" le specie potenzialmente presenti, al fine di ottenere un quadro ben rappresentativo della comunità ittica. Ciò significa esercitare l'attività di pesca sui diversi microambienti rappresentativi di quel tratto fluviale. Nei piccoli corsi d'acqua, facilmente campionabili in ogni loro parte, l'azione di pesca coinvolge tutta l'area della stazione ( $Ac = 100 \text{ \%}$ ; **fig. 8a**). In altri casi ciò non sempre è utile o possibile, per cui diventa  $Ac < 100 \text{ \%}$  (casi **b, c, d** della **fig. 8**). Ac è molto variabile, potendo passare dal 100 % (piccoli corsi d'acqua facilmente campionabili) a valori anche inferiori al 10 % per i più grandi corsi d'acqua caratterizzati da cospicue portate e con presenza di ambienti caratterizzati da vaste estensioni areali e notevoli profondità; in tali casi conviene estendere la lunghezza della stazione e, quando possibile, fare uso di imbarcazioni per le zone altrimenti impossibili da campionare a piedi.

È evidente che le indicazioni, nella scheda di campionamento, dei valori di Ac rispetto ad As e delle  $H_{\max}$  e  $h_{\max}$  sono molto importanti, in quanto forniscono utili informazioni della rappresentatività e della efficacia del campionamento stesso, nonché delle condizioni di operatività degli ittiologi.

## AUTORI CITATI

- AUTORI VARI, 2006. *Valutazione dello stato ecologico dei sistemi lotici mediante analisi dei popolamenti ittici ai sensi della Direttiva 2000/60/CE: una proposta basata sulla ricostruzione del giudizio esperto con tecniche di Intelligenza Artificiale*. Atti XI Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Treviso), 31 marzo - 1 aprile 2006. Quaderni ETP, 34/2006: 183 ÷ 194.
- BADINO G., FORNERIS G., LODI E., OSTACOLI G., 1992. *Icthyological Index, a new standard method for the river biological water quality assessment*. River water quality. Commission of the European Communities: 729 ÷ 730.
- BADINO G., FORNERIS G., PEROSINO G.C., 1991. *Ecologia dei fiumi e dei laghi*. Regione Piemonte. EDA, Torino.
- BETTI L., 2006. *Ragioni zoogeografiche, autoecologiche e storiche a sostegno dell'autoctonia della popolazione di salmerino alpino (Salvelinus alpinus L.) delle Alpi centro-meridionali*. Atti X Conv. Naz. A.I.I.A.D (Pescara, 2/3 aprile 2004). *Biologia Ambientale*, 20 (1): 247 ÷ 251.
- BIANCO P.G., 1987. *L'inquadramento zoogeografico dei pesci d'acqua dolce d'Italia e problemi determinati dalle falsificazioni faunistiche*. Atti II Conv. Naz. AIIAD "Biologia e gestione dell'ittiofauna autoctona" di Torino (5/6 giugno 1987): 41 ÷ 65. Assessorati Pesca della Regione Piemonte e della Provincia di Torino.
- BIANCO P.G., 1990. *Proposta di impiego di indici e di coefficienti per la valutazione dello stato di degrado dell'ittiofauna autoctona delle acque dolci*. Atti III Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Perugia, 28/30 settembre 1989). Riv. It. Idrobiol. 29,1: 131 ÷ 149. Assisi (Pg).
- BIANCO P.G., 1996. *Inquadramento zoogeografico dell'ittiofauna continentale autoctona nell'ambito della sottoregione euro - mediterranea*. Atti IV Con. Naz. AIIAD "Distribuzione della fauna ittica italiana" di Trento (12/13 dicembre 1991): 145 ÷ 170. Provincia Autonoma di Trento. Istituto Agrario di S. Michele all'Adige.
- BOANO G., PEROSINO G.C., SINISCALCO C., 2003. *Sistemi di analisi naturalistiche relative alla redazione di rapporti di compatibilità ambientale ed alla predisposizione di strumenti per la pianificazione, tutela e gestione delle risorse naturali*. Settore Tutela della Fauna e della Flora della Provincia di Torino.
- BRUNO S., 1987. *Pesci e crostacei d'acqua dolce*. Giunti, Firenze.
- BUFFAGNI A., ERBA S., 2007. *Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) - parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guadabili*. IRSA/CNR - Notiziario dei metodi analitici, 2007 (1): 2 ÷ 27.
- BUFFAGNI A., ERBA S., AQUILANO G., ARMANINI D.G., BECCARI C., CASALEGNO C., CAZZOLA M., DEMARTINI D., GAVAZZI N., KEMP J.L., MIROLO N., RUSCONI M. *Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte B. Elementi di dettaglio a supporto del campionamento in ambienti fluviali*., 2007. IRSA/CNR - Notiziario dei metodi analitici, 2007 (1): 28 ÷ 52.
- COLANTONI P., FABBRI A., ROSSI E., SARTORI R., 1984. *Panoramica sulla geologia dei mari italiani*. Acqua - Aria, 8: 803 ÷ 820.
- DAL PIAZ G., 1967. *Corso di geologia*. Vol. II. Cedam, Padova.
- DELMASTRO G.B., 1982. *I pesci del bacino del Po*. CLESAV, Milano.
- 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)*. Ce.Se.Di., Assessorato Cultura Provincia di Torino.
- FORNERIS G., 1989. *Ambienti acquatici e ittiofauna*. Regione Piemonte, Edizioni EDA, Torino.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2005a. *Proposta di indice ittico (I.I.) per il bacino occidentale del Po e prime applicazioni in Piemonte*. Riv. Piem. St. Nat., XXVI: 3 ÷ 39. Carmagnola (To).
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2005b. *Materiali e metodi per i campionamenti e monitoraggi dell'ittiofauna. Determinazione della qualità delle comunità ittiche: l'indice ittico nel bacino occidentale del Po*. Digital Print., Torino.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2006a. *Proposta di indice ittico (I.I.) per il bacino occidentale del Po*. Atti X Conv. Naz. A.I.I.A.D. Montesilvano (Pescara), 2/3 aprile 2004. *Biologia Ambientale*, 20 (1): 89 ÷ 101.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2006b. *Stato dell'ittiofauna ed applicazione dell'Indice Ittico (I.I.) in Piemonte*. Atti XI Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Treviso), 31 marzo - 1 aprile 2006. Quaderni ETP, 34/2006: 159 ÷ 166.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2006c. *Indice Ittico*. C.R.E.S.T. (To). [http://www.crestsnc.it/natura/media/manuale\\_indice\\_ittico.pdf](http://www.crestsnc.it/natura/media/manuale_indice_ittico.pdf)
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2007. *Indice Ittico - I.I.* *Biologia Ambientale*, 21 (I): 43 ÷ 60.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2008. *Confronto tra i metodi di determinazione dello stato delle comunità ittiche proposti in Italia (bacino del Serchio, Provincia di Lucca)*. *Biologia Ambientale*, 22 (2): 35 ÷ 46.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., ZACCARA P., 2010. *Applicazione dell'Indice Ittico (I.I.) in Piemonte e sperimentazione nel nuovo Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI)*. *Biologia Ambientale*, 24 (2): 27 ÷ 42.

- FORNERIS G., PARADISO S., SPECCHI M., 1990. *Pesci d'acqua dolce*. Carlo Lorenzini Editore, Udine.
- FORNERIS G., PASCALE M., PEROSINO G.C., ZACCARA P., 2008. *Lezioni di idrobiologia. Le acque continentali*. C.R.E.S.T. (To). <http://www.crestsnc.it/divulgazione/media/idropdf/presentazione.pdf>
- GANDOLFI G., ZERUNIAN S., TORRICELLI P., MARCONATO A., 1991. *I pesci delle acque interne italiane*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Roma.
- 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.
- LADIGES W., VOGT D., 1965. *Die Süßwasserfische Europas*. Hamburg und Stuttgart.
- 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.
- MENNELL C., 1967. *Il clima d'Italia nelle sue caratteristiche e varietà e quale fattore dinamico del paesaggio*. Edart, Napoli.
- MOYLE P.B., NICHOLS R.D., 1973. *Ecology of some native and introduced of the Sierra Nevada foothills in central California*. Copeia, 3: 478 ÷ 489.
- MUUS B.J., DAHLSTRÖM P., 1970. *Europas ferskvandsfisk*. G.E.C. Gads Forlag, Copenaghen.
- NONNIS MARZANO F., TAGLIAVINI J., CHIESA D., PASCALE M., GANDOLFI G. 2003. *Marcatori molecolari per la gestione e la conservazione di popolazioni appenniniche di trota fario*. Atti del workshop “Selezione e recupero della trota fario (Salmo trutta L.) di ceppo mediterraneo: esperienze a confronto”: 25 ÷ 30. Villalago di Piediluco (TN).
- PASCALE M., 1999. *La trota fario di ceppo mediterraneo: alcune problematiche legate alla gestione delle popolazioni autoctone di salmonidi*. Atti Conv. “Recupero e reintroduzione di ceppi autoctoni di trota fario, Salmo [trutta] trutta L., di ceppo mediterraneo in ambienti appenninici tipici. Esperienze a confronto”: 39 ÷ 43. Provincia di Reggio Emilia.
- 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.
- PICCININI A., NONNIS MARZANO F., GANDOLFI G., 2004. *Il salmerino alpino (Salvelinus alpinus): prove storiche della sua introduzione sul territorio italiano*. Atti IX Conv. Naz. AIIAD. Biologia Ambientale, 18 (1): 259 ÷ 264.
- PUZZI C.M., TRASFORINI S., BARDAZZI M.A., MORONI F., 2009. *Proposta di un indice per la valutazione dello stato ecologico della fauna ittica del Fiume Po*. Biologia Ambientale, 23 (2): 3 ÷ 14.
- SCARDI M., CATAUDELLA S., CICCIOTTI E., DI DATO P., MAIO G., MARCONATO E., SALVIATI S., TANCIONI L., TURIN P., ZANETTI M., 2004. *Previsione della composizione della fauna ittica mediante reti neurali artificiali*. Biologia Ambientale, 18 (1): 1 ÷ 8.
- SCARDI M., CATAUDELLA S., CICCIOTTI E., DI DATO P., MAIO G., MARCONATO E., SALVIATI S., TANCIONI L., TURIN P., ZANETTI M., 2005. *Optimisation of artificial neural networks for predicting fish assemblages in rivers*. In: LEK S., SCARDI M., VERDONSCHOT P.F., DESCY J.P., PARK Y.S. (eds), *Modelling Community Structure in Freshwater Ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin: 114 ÷ 229.
- SCARDI M., TANCIONI L., 2007. *Un metodo basato sulla fauna ittica e su tecniche di Intelligenza Artificiale per la valutazione dello stato ecologico dei fiumi ai sensi della Direttiva 2000/60/CE*. Biologia Ambientale, 21 (2): 31 ÷ 41.
- SCARDI M., TANCIONI L., CAUDATELLA S., 2006. *Monitoring methods based on fish*. In: ZIGLIO G., Siliardi M., Flaim G. (eds), *Biological Monitoring of Rivers: Applications and Prospectives*. Wiley, London: 135 ÷ 153.
- STRAHLER A.N., 1952. *Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography*. Bull. Geol. Soc. Am., 63: 1.111 ÷ 1.142.
- STRAHLER A.N., 1968. *Physical Geography*. J. Wiley & Sons. Inc., New York.
- TANCIONI L., SCARDI M., CAUDATELLA S., 2005. *I pesci nella valutazione dello stato ecologico dei sistemi acquatici*. Ann. Ist. Super. Sanità, 41 (3): 399 ÷ 402.
- TANCIONI L., SCARDI M., CAUDATELLA S., 2006. *Riverine fish assemblages in temperate rivers*. In: ZIGLIO G., Siliardi M., Flaim G. (eds), *Biological Monitoring of River: Applications and Prospectives*. Wiley, London: 47 ÷ 69.
- 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.
- VOSTRADOVSKY J., 1975. *I pesci d'acqua dolce*. Teti, Milano.
- ZERUNIAN S., 2002a. *Condannati all'estinzione*. Edagricole. Bologna.
- ZERUNIAN S., 2002b. *Iconografia dei pesci delle acque interne d'Italia*. Unione zoologica Italiana. Istituto Nazionale per Fauna Selvatica A. Ghigi.
- ZERUNIAN S., 2004a. *Proposta di un Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche viventi nelle acque interne italiane*. Biologia Ambientale, 18 (2): 25 ÷ 30.

- ZERUNIAN S., 2004b. *Pesci delle acque interne d'Italia*. Ministero Ambiente e Tutela Territorio. Istituto Nazionale Fauna Selvatica. Quaderni della Conservazione della Natura 20. Tipolitografia F.G. Savignano S.P. Modena.
- ZERUNIAN S., 2005. *Ruolo della fauna ittica nell'applicazione della Direttiva Quadro*. Biologia Ambientale, 19 (1): 61 ÷ 69.
- ZERUNIAN S., 2007. *Primo aggiornamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche*. Biologia Ambientale, 21 (2): 43 ÷ 47.
- ZERUNIAN S., GOLTARA A., SCHIPANI I., BOZ B., 2009. *Adeguamento dell'Indice dello Stato delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE*. Biologia Ambientale, 23 (2): 15 ÷ 30.