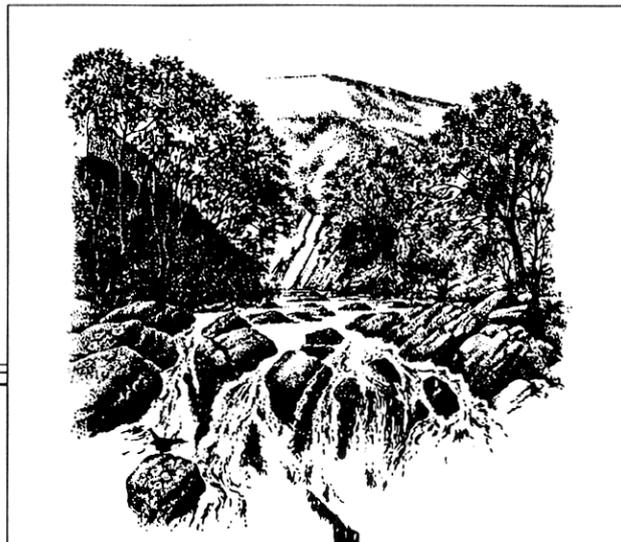


TUTELA AMBIENTALE



Confronto tra approcci idraulico-ingegneristici ed ecologici nella definizione del deflusso minimo vitale: il caso del torrente Gotra (Borgo Val di Taro-Parma)

Roberto Antonietti*, Marzia Lucchetti*, Cinzia Marchiani*,
Enrica Montanini* e Maria Vittoria Zucchelli*

Introduzione

Il prelievo delle acque per scopi irrigui, energetici e potabili provoca profonde modificazioni nel regime idrologico dell'ambiente fluviale e torrentizio. Nel tratto a valle delle opere di presa si manifesta infatti una riduzione più o meno cospicua del deflusso e una sua innaturale stabilità temporale. La presenza di una minore quantità di acqua, nel tratto compreso tra i punti di prelievo e di eventuale restituzione al suo corso naturale, può provocare modificazioni sugli equilibri tra acque superficiali e di falda nonché sull'idrochimica fluviale quali, ad esempio, aumenti di temperatura, maggior sedimentazione con alterazione dei substrati di fondo, minor capacità di diluizione di eventuali carichi, diminuzione della concentrazione di ossigeno (MARCHETTI, 1993). Le comunità biologiche quindi non solo avranno a disposizione un habitat più

ristretto ma saranno sottoposte anche alle profonde modificazioni delle caratteristiche ambientali.

Per questi motivi, la definizione del deflusso minimo da lasciare in un corso d'acqua è uno dei problemi ambientali che si debbono affrontare in fase progettuale qualora si intenda intervenire sullo stesso con sistemi di contenimento e/o diversione delle acque.

Scopo di questo lavoro è mettere in evidenza differenti logiche nell'approccio al problema dei deflussi minimi e la necessità di attivare un maggior dialogo tra diverse competenze professionali.

Il sito

Il torrente Gotra è un affluente di destra del fiume Taro e vi si immette presso Borgo Val di Taro (Parma).

Il progetto prevede la costruzione di un'opera di presa in località Monte Groppo, una condotta forzata lunga circa 4 km e una centrale in località Albareto.

* Istituto di Ecologia, Università di Parma

Dopo la produzione di energia elettrica, le acque ritornerebbero al torrente: in tal modo circa 5 km del corpo idrico sarebbero interessati da una regime idrologico profondamente modificato.

Il bacino sotteso al punto di prelievo delle acque è di circa 10 km².

Criteri ingegneristici del Progetto

Il progetto si fonda sul criterio economico del rapporto costi/benefici e, in questa logica, esso tende a massimizzare la produzione energetica.

Il progetto si basa su una serie di scelte soggettive (AISE, 1992):

1^a assunzione: essa esplicita che “la portata naturale di un corso d’acqua non può fungere da criterio per le prescrizioni applicabili ai deflussi residuali”;

2^a assunzione: la portata minima da rilasciare deve essere pari ai 5/6 della Q_{347} . Questo assunto impone la costruzione delle curve di deflusso del t. Gotra; poiché non sono disponibili serie storiche di dati, tali da consentire la costruzione delle curve di deflusso (necessarie per definire non solo la Q_{347} ma anche la stessa produttività energetica della centrale), il progetto deve quindi prevedere altre ipotesi:

3^a assunzione: le portate nel t. Gotra presentano un regime idrologico uguale a quello del t. Taro, a S. Maria del Taro, del quale sono disponibili serie storiche dei dati di portata e di piovosità, fino al 1965;

4^a assunzione: le portate nel t. Gotra sono quantitativamente proporzionali a quelle del t. Taro a S. Maria del Taro; ciò significa ammettere l’esistenza di un “coefficiente di similitudine” (K_s) tra i due bacini: ciò impone quindi una:

5^a assunzione, secondo la quale tale coefficiente è dato dalla relazione

$$K_s = A_G H_G D_G / A_T H_T D_T$$

dove:

A_G e A_T = area del bacino del Gotra all’opera di presa e in quello del Taro a S. Maria del Taro; D_G e D_T = coefficiente di deflusso del t. Gotra e del t. Taro; H_G e H_T = piovosità media sul bacino del t. Gotra e in quello del t. Taro a S. Maria del Taro.

La mancanza di dati sperimentali relativi ad alcuni di tali parametri impone altre due assunzioni:

6^a assunzione: $D_G = 0,74$

7^a assunzione: per definire H_G i progettisti hanno cercato una relazione $H = f(\text{altitudine})$ tra le piovosità (in mm/anno) e le altitudini medie (comprese tra 544 e 1125 m s.l.m.) dei rispettivi bacini. L’equazione della regressione lineare ($y = 1,001 x + 1008,2$) è stata quindi applicata in modo deterministico (trascurando l’elevata variabilità testimoniata dal valore del coefficiente di determinazione $R^2 = 0,5$) per ricavare H_G (risultata pari a 2215,7 mm/anno) in funzione della sua altitudine media di 1206,3 m s.l.m.

In seguito a questa procedura, K_s è risultato essere uguale a 0,356: mediante la sua applicazione le curve di deflusso del torrente Taro sono state modificate ed il prodotto della elaborazione assunto come rappresentativo delle portate del t. Gotra.

Il progetto, volendo verificare la produzione di energia elettrica teorica, ha utilizzato le curve di durata ottenute dai valori medi diminuiti di 1 deviazione standard; il motivo di questa scelta è chiaro: se la produzione elettrica risulta economicamente vantaggiosa nelle condizioni peggiori (o di minor portata) a maggior ragione lo sarà nelle altre.

La Q_{347} calcolata sulla curva delle portate medie meno 1 d.s. è risultata essere 22 l/sec: ciò ha portato ad individuare una portata minima vitale di 18 litri/secondo.

In una successiva integrazione progettuale, la portata minima vitale è stata aumentata a 27,7 l/sec.

Valutazioni ecologiche sui criteri di progettazione ingegneristica

La 1^a assunzione è già di per sé illuminante sul grado di sensibilità ambientale dei progettisti. D’altro canto la mancanza di considerazioni ecologiche non è esclusiva di questo progetto. Nel nostro Paese infatti non esiste una normativa nazionale sui deflussi minimi; esistono, invece, alcune norme regionali, formulate su considerazioni idrologiche: la Provincia di Trento ha posto come portata minima 2,8 litri/sec per ogni km² di bacino sotteso, quella di Bolzano 2 litri/sec, la Regione Piemonte 3,78 litri/sec.

Attualmente è in fase di studio da parte dell’Autorità di Bacino del Fiume Po in Valtellina una formula empirica: $D_{min} = 1,6 x P x A x Q x N$ (1)

dove:

P = fattore di precipitazione che assume valori pari a 1

per una precipitazione media annua inferiore a 1000 mm; 1,4 per valori compresi tra 1000 e 1400 mm/anno; 1,8 per valori superiori a 1400 mm/anno;

A = fattore di altitudine: stanti le attuali conoscenze, l'Autorità di Bacino del Fiume Po consiglia per il momento di porre tale valore uguale a 1;

Q = fattore di qualità ambientale: esso varia da 1 a 1,3 a seconda dell'appartenenza ad una delle 5 classi identificate; viene altresì precisato che sia le classi sia il valore del coefficiente potranno essere modificati successivamente, in seguito alle risultanze sperimentali.

N = fattore naturalistico: come per quello altimetrico viene consigliato di porlo uguale a 1.

Adottando la formula (1), il deflusso minimo previsto nel t. Gotra potrebbe, al massimo, essere pari a 37,4 l/sec.

L'intera procedura illustrata testimonia una scarsa attenzione alle problematiche biologiche generate dalla riduzione dei deflussi e non sembra tenere in minimo conto che:

- 1) la portata minima naturale di un corso d'acqua rappresenta già di per sé una condizione di stress che permane per un periodo variabile e limitato; per essa, tuttavia, sembra legittimo presupporre l'esistenza di collaudati meccanismi di adattamento;
- 2) l'intervento di captazione tende invece a protrarre queste portate minime per tempi decisamente più lunghi, imponendo quindi alla comunità stress continui. Ad esempio la Q_{347} è, per definizione, la portata che viene superata 347 giorni in un anno: se fosse assunta come portata minima vitale del t. Gotra, essa verrebbe artificialmente mantenuta per periodi molto più lunghi e verrebbe superata solo 100 giorni all'anno! Questo spiega perché alcuni Autori ritengano la Q_{300} come più idonea a tutelare la biocenosi acquatica (CROSA e MARCHETTI, 1993)

È evidente che l'approccio ingegneristico, nella carenza di pregressi dati informativi, è caratterizzato da una notevole incertezza. Non a caso per il calcolo della resa energetica dell'impianto ci si basa sulla curva di durata calcolata sui dati medi diminuiti di una deviazione standard.

In coerenza con questa stessa logica, se il progettista si fosse posto l'obiettivo della tutela delle biocenosi avrebbe dovuto definire la curva di durata attraverso

so i dati medi *aumentati* di una deviazione standard. In tal modo, infatti, si ridurrebbe il rischio di applicare alla comunità una portata che potrebbe essere inferiore a quella minima reale, rischio che diviene certezza qualora si utilizzino le curve ottenute diminuendo il valore medio della sua deviazione standard.

La curva di deflusso calcolata in progetto sui dati medi -1 d.s. porta a stimare una $Q_{347} = 22$ l/sec ed una $Q_{300} = 65$ l/sec; tali valori salgono rispettivamente a 90 e 164 l/sec utilizzando la curva di deflusso "provocatoriamente" riformulata sui dati medi + 1 d.s.

Come si può notare, quindi, l'estensione al comparto biologico delle stesse considerazioni statistiche utilizzate per le considerazioni energetiche e l'applicazione di un coefficiente di sicurezza maggiore (Q_{300}) portano a stimare deflussi minimi vitali decisamente superiori a quello di progetto.

Criteri ecologici per la valutazione del deflusso minimo nel t. Gotra

Molteplici sono le procedure che si avvalgono di informazioni biologiche al fine di identificare le portate minime che consentano la sopravvivenza degli organismi acquatici (CROSA e MARCHETTI, 1993). La maggioranza di essi richiede la raccolta di dati idraulici e biologici per alcuni anni (MATHEWS e BAO, 1991; JOWETT, 1992; NEHRING e ANDERSON, 1993; SHULER e NEHRING, 1994): ciò a testimonianza della complessità della definizione delle portate minime vitali e della necessità di un approccio serio e condotto con rigore scientifico.

Mancando indagini pregresse sul t. Gotra e dovendo avviare una prima valutazione delle portate vitali previste nel progetto, si è ritenuto di scegliere come parametro "guida" la sola profondità dell'acqua nel torrente, benché sia la profondità sia la velocità di corrente siano entrambi parametri decisivi nel determinare l'idoneità di un ambiente per l'ittiofauna. La "portata", anche se è il riferimento più citato, si traduce di fatto in diversi valori di "velocità" e di "profondità" a seconda della sezione del corso d'acqua e della sua pendenza. È evidente che la stessa portata determina una profondità maggiore in alvei profondamente incisi che in alvei piatti.

In questa prima fase dell'indagine sono state utilizzate le curve di idoneità per giovani ed adulti di trota fario (*Salmo trutta*) pubblicate da CROSA e MARCHETTI

(1993).

La procedura seguita è stata la seguente: sono state scelte 3 sezioni trasversali (transetti): la prima (A) a circa 100 m a valle del punto ove dovrebbe avvenire la captazione delle acque, la seconda (B) a 200 metri e la terza (C) a circa 2 km. Ogni transetto è stato suddiviso in "moduli" da 25 cm di lunghezza, in ciascuno dei quali è stata misurata la profondità. Ad ogni valore di profondità è stato associato il corrispondente valore del coefficiente di idoneità (CI), compreso tra 0 (idoneità nulla) ed 1 (idoneità massima), sia per l'adulto che per il giovane della trota fario. L'area di ogni singola porzione di 25 cm di transetto è stata moltiplicata per il rispettivo valore del CI e in tal modo sono state ottenute le Aree Ponderate Disponibili sia per l'adulto (APDa) sia per il giovane (APDg).

I risultati ottenuti hanno permesso di rilevare come al diminuire dell'area totale si abbia una riduzione progressiva delle APD per la trota (figura 1).

Le equazioni di figura 1 consentono di stimare

come nelle sezioni considerate, quando l'area totale (AT) si approssima a $0,6 \text{ m}^2$, l'APDa si riduca praticamente a zero (inidoneità totale per gli adulti). La completa esclusione dei giovani avviene probabilmente per aree totali di poco superiori a $0,2 \text{ m}^2$: questo dato – in quanto ottenuto estrapolando la curva al di fuori dell'intervallo dei dati sperimentali – è da considerarsi puramente indicativo.

Nelle sezioni del t. Gotra considerate, una superficie trasversale di circa $0,6 \text{ m}^2$ è stata raggiunta con una portata di 60 litri/sec, misurata mediante uno stramazzone a sezione triangolare.

Da ciò si deduce che il deflusso minimo previsto dal progetto, e pari a 18 l/sec, sicuramente non consentirebbe la presenza di trote adulte nel torrente e, molto probabilmente, escluderebbe anche quella degli individui giovani che non vi troverebbero idonee condizioni di vita.

È interessante notare che la stessa condizione si avrebbe anche qualora fossero applicate al t. Gotra le

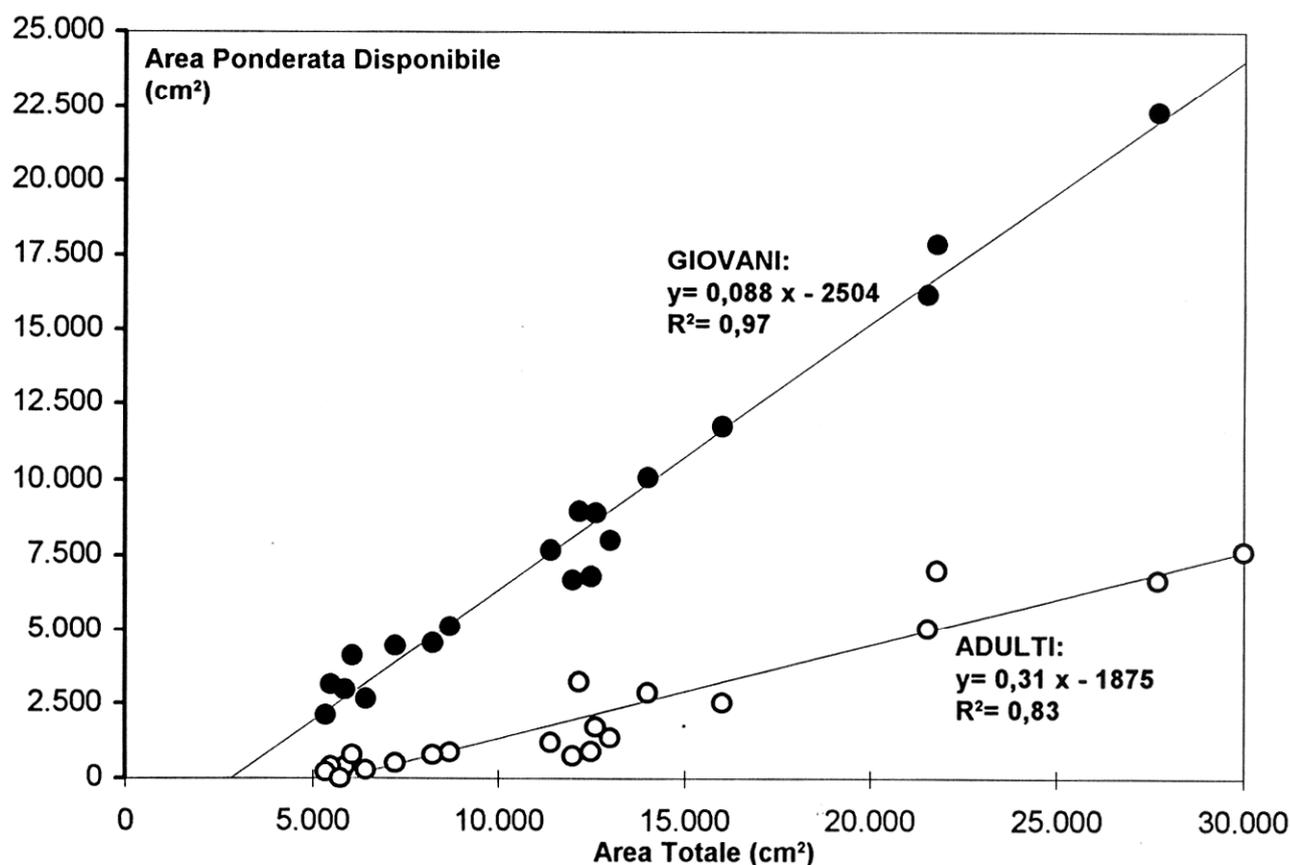


Fig. 1 - Relazione tra area totale e Aree Ponderali Disponibili per adulti e giovani di trota fario (*Salmo trutta*)

indicazioni dei vari Enti già citati.

Questi risultati, come già accennato, sono quelli ottenuti applicando esclusivamente i dati di profondità e trascurando tutti gli altri fattori ambientali che possono ulteriormente limitare le condizioni di vita della trota. Ad esempio, la stima della superficie disponibile dovrebbe tener conto anche della diminuzione di cibo (biomassa) per il pesce, del rialzo termico, ecc.

Anche il concetto di "Area Ponderata Disponibile" dovrebbe però essere associato a quello di variabilità nella idoneità dei singoli moduli in cui il transetto è stato scomposto: bassi valori di *APD* associati ad elevata omogeneità di *CI* dei singoli moduli indicano una situazione più critica di quella che si avrebbe con gli stessi valori di *APD*, ma con una maggior variabilità nei valori dei *CI* dei singoli moduli. In quest'ultimo caso, infatti, l'ampia variabilità starebbe ad indicare la presenza, nell'ambito di una pur limitata *APD*,

di moduli con un elevato *CI*.

La figura 2 mostra come esista una correlazione diretta altamente significativa tra la percentuale di area disponibile ($%AD = 100 \cdot APD / Area\ Totale$) e il corrispondente coefficiente di idoneità massimo (*CI_m*) trovato in almeno un modulo di 25 cm di lunghezza.

Questa relazione è ovviamente caratteristica dell'ambiente studiato e non può essere estrapolata in modo acritico e senza verifica sperimentale ad altri torrenti.

In termini pratici, tale correlazione consente di definire, fissato il livello della *%AD* che si vuole conseguire, quale è il *CI_m* di almeno un modulo da 25 cm e, quindi, la sua profondità minima (*P_m*).

Supponendo di ritenere necessario mantenere nel t. Gotra una idoneità di almeno il 10% dell'area per l'adulto di trota fario, questa condizione sarebbe raggiunta con un *CI_m* compreso tra 0,35 e 0,40: ciò corrisponde ad una profondità di almeno 30 cm. Que-

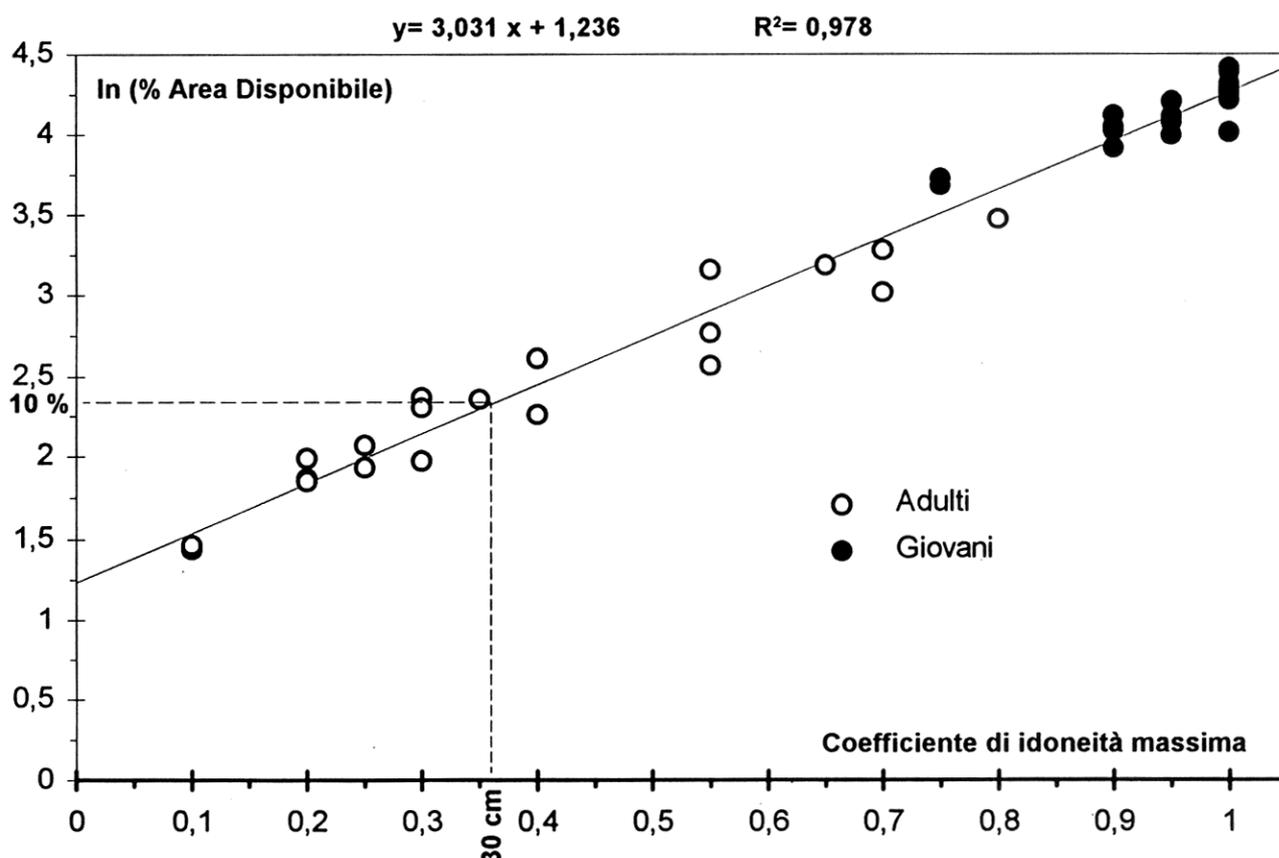


Fig. 2 - Relazione tra la percentuale di area disponibile (*%AD*) e il coefficiente di idoneità massimo (*CI_m*) valutato in un modulo di transetto lungo 25 cm, per adulti e giovani di trota fario (*Salmo trutta*).

sta stessa condizione consentirebbe al giovane di trota di disporre dell'80% dell'area, con almeno un modulo di transetto avente idoneità prossima a 1.

Il vantaggio derivante da una applicazione del concetto di *Pm* nella gestione dei livelli di protezione è quello di rendere facilmente possibile a tutti gli interessati (amministratori, pescatori, ambientalisti, ecc.) il controllo dell'effettiva idoneità conseguita.

Conclusioni

Risulta evidente che la decisione del livello di protezione da conseguire deve prendere in considerazione una molteplicità di fattori di tipo economico, sociale, ecologico ed ambientale.

Non si può infatti ignorare che la produzione di energia idroelettrica è sicuramente meno rischiosa per l'ambiente di quanto non lo siano quelle attraverso la combustione o la fissione nucleare.

È necessario però che le diverse competenze scientifiche e tecniche dialoghino tra loro al fine di trovare una mediazione a esigenze contrapposte ed ecologicamente improponibili: quella che vorrebbe privilegiare ad ogni costo la produzione di energia e quella che vorrebbe annullare ogni intervento dell'uomo sull'ambiente.

Bibliografia

- AISE - 1992. Progetto di un impianto idroelettrico denominato Boschetto da realizzarsi sul Torrente Gotra nel Comune di Albareto (Parma). Agli atti presso Ufficio Ex Genio Civile, Regione Emilia Romagna.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO - 1990. Norma operativa per la determinazione della portata minima vitale costante nei corsi d'acqua in Valtellina e zone adiacenti. *Legge n°102/90*.
- CROSA G. e MARCHETTI R. - 1993. Valutazione dei deflussi minimi accettabili. In: *Ecologia Applicata* (a cura di Marchetti R.), Città Studi, Milano: 819-829.
- MARCHETTI R. - 1993. Effetti biologici della manipolazione dei corsi d'acqua. In: *Ecologia Applicata* (a cura di Marchetti R.), Città Studi, Milano: 679-689.
- MATHEWS jr. R.C. e BAO Y. - 1991. The Texas Method of preliminary instream flow assessment. *Rivers*, 2 (4): 295-310.
- NEHRING R.B. e ANDRSON R.M. - 1993. Determination of population-limiting critical salmonid habitats in Colorado streams using the Physical Habitat Simulation System. *Rivers*, 4 (1): 1-19.
- SHULER S.W. e NEHRING R.B. - 1994. Using the Physical Habitat Simulation Model to evaluate a stream habitat enhancement project. *Rivers*, 4 (3): 175-193.
- JOWETT I. - 1992. River Hydraulics and Instream Habitat Modelling for river biota. in: *Waters of New Zealand*, New Zealand Hydrobiological Society Inc.: 249-262.

