

Nota breve - Short note

Una nuova definizione di Deflusso Minimo Vitale basata su parametri di qualità dell'acqua e sulla logica fuzzy

Annamaria NOCITA^{1*}, Stefano MARSILI-LIBELLI², Elisabetta GIUSTI² & Marisa SACCA²

¹ Museo di Storia Naturale, Sezione di Zoologia "La Specola", Università di Firenze, Via Romana 17, 50125 Firenze, Italia

² Dipartimento di Sistemi e Informatica, Università degli Studi di Firenze, Via S. Marta 3, 50139 Firenze, Italia

* E-mail dell'Autore per la corrispondenza: nocita@unifi.it

SUMMARY - *A new definition of Minimum Sustainable Flow (MSF) based on water quality parameters and fuzzy logic* - IFIM (Instream Flow Incremental Methodology) is a Minimum Sustainable Flow (MSF) computation based on biological parameters. The drawback of this approach is that it requires extensive field measurements and yet it returns results much related to the microhabitat. This paper presents an extension of IFIM, extending its validity from the microhabitat to the macrohabitat and introducing more water quality parameters. The new MSF computation is based on a Sugeno fuzzy inferential system, enhancing the system flexibility. The method was applied to a reach of the Arno River. The method was found better able to detect critical situations than the conventional IFIM approach.

Parole chiave: Deflusso Minimo Vitale, IFIM, modelli di qualità dell'acqua, logica fuzzy, Fiume Arno
Key words: Minimum Sustainable Flow, IFIM, water quality modelling, fuzzy logic, Arno River

1. INTRODUZIONE

Il Deflusso Minimo Vitale (DMV) ha subito numerose e diffaminate definizioni in ambiti diversi, tra cui alcune che tengono conto anche di indicatori di benessere dell'ecosistema fluviale e dei pesci in particolare. Tra questi ultimi vi è l'IFIM (Bovee *et al.* 1998), un metodo di calcolo del DMV su base biologica, il cui maggiore inconveniente è che necessita di una intensa campagna di raccolta dati, restituendo risultati puntuali.

La presente ricerca propone un'estensione dell'IFIM sia dal punto di vista della scala a cui si opera sia per quanto riguarda i parametri, considerando anche la qualità dell'acqua ed in particolare delle sue modifiche al variare della portata. Da un punto di vista metodologico, la modifica all'approccio IFIM si basa sull'impiego della logica fuzzy (Yager & Filev 1994), attraverso la quale sono stati inclusi alcuni parametri di qualità dell'acqua, rendendo il sistema di calcolo più flessibile. Per dimostrare questo nuovo approccio, si presenta uno studio di caso relativo al Fiume Arno, in centro Italia, che dimostra come questo metodo individui meglio le zone critiche rispetto al tradizionale metodo IFIM.

2. MATERIALI E METODI

Si è utilizzato un modello di qualità fluviale di pubblico dominio, QUAL2Kw, (Pelletier *et al.* 2006), per otte-

nere i parametri di qualità necessari nello schema di calcolo al variare della portata, per la quale si sono considerati 14 valori, che vanno dalla magra alla morbida comprendendo anche valori minimi stagionali inferiori ai valori medi considerati per la magra.

La figura 1 mostra i tre step della procedura di calcolo: nel primo step si usano i parametri di qualità ricavati dal modello QUAL2K proiettati sulle curve di idoneità; nel secondo step si usa la logica fuzzy per la composizione delle varie idoneità e nel terzo step si calcola il DMV in funzione delle portate. La figura in basso dà un esempio del risultato della procedura.

Le curve d'idoneità utilizzate sono riportate in figura 2 per i sei parametri considerati. Per la ricostruzione di queste curve si è fatto riferimento ai dati presenti in Svobodova *et al.* (1993). Per quanto riguarda invece i parametri relativi al microhabitat, ossia profondità e velocità dell'acqua, sono state utilizzate le curve proposte da Rambaldi *et al.* (1997) per il Barbo ed il Cavedano, allo stadio adulto e riproduttivo. Per il calcolo del DMV esteso è stato fatto uso delle metodologie fuzzy che trova largo impiego in campo ambientale (si veda ad es. Mpimpas *et al.* 2001; Marsili-Libelli 2004). L'asta fluviale oggetto di studio si sviluppa per una lunghezza di circa 160 km a partire dalla stazione idrometrica di Subbiano fino a quella di S. Giovanni alla Vena, situata a circa 37 km dalla foce. In questo tratto si sono individuati quattro punti significativi in cui calcolare il DMV, come indicato dalle lettere A, B, C, D in figura 3.

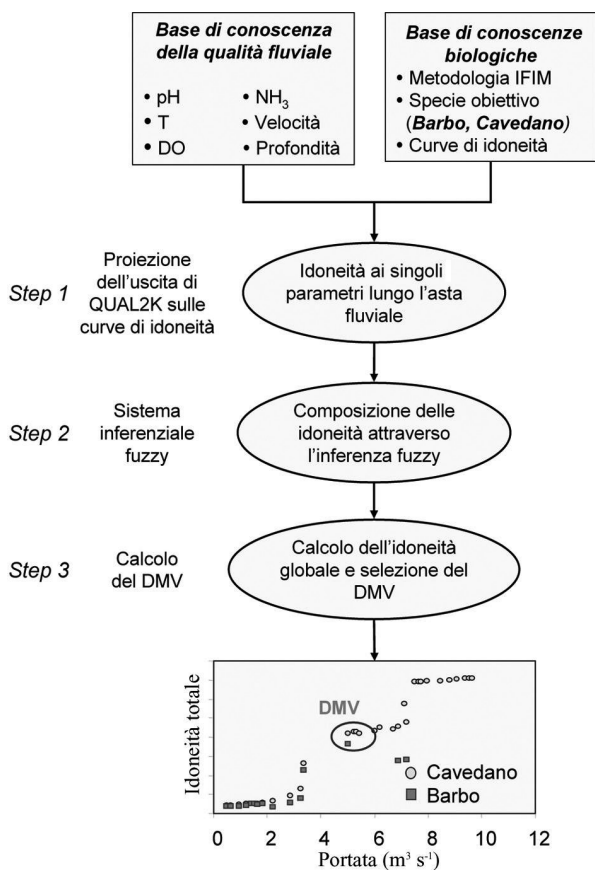


Fig. 1 - Schema a blocchi che illustra il metodo: nel primo step i parametri di qualità ricavati dal modello QUAL2K vengono proiettati sulle curve di idoneità; nel secondo step si usa la logica fuzzy per la composizione delle varie idoneità e nel terzo step si calcola il DMV in funzione delle portate. La figura in basso dà un esempio del risultato della procedura.

Fig. 1 - Block diagram illustrating the three steps of the proposed method. In the first step the water quality parameters produced by QUAL2K are projected onto the individual suitability curves, in the second fuzzy logic is used to produce the global suitability index and in the third step the MSF is computed. The figure at the bottom is an example of the procedure.

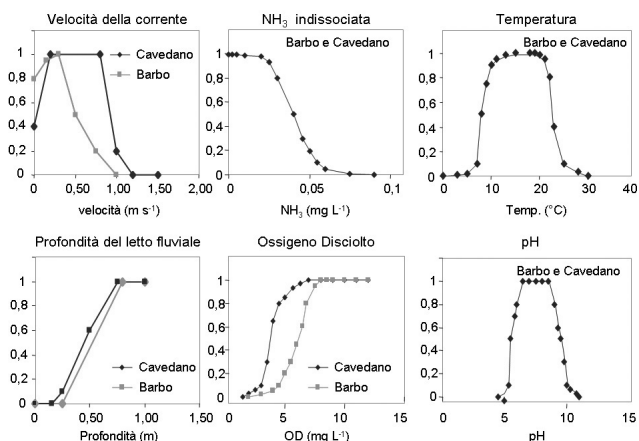


Fig. 2 - Curve di idoneità normalizzate del Barbo e del Cavedano per i vari parametri di qualità scelti.

Fig. 2 - Normalized suitability curves for the selected river quality parameters for the target species European Chub and Barbel.



Fig. 3 - Tratto del Fiume Arno considerato ai fini del presente studio. Oltre alle diverse sezioni analizzate, vengono indicate anche le principali caratteristiche del corpo idrico. Le lettere A, B, C, D si riferiscono a diversi punti in cui è stato calcolato il DMV, come mostrato in Fig. 4.

Fig. 3 - Reach boundaries and main features of the part of the Arno river considered in this study. The letters A, B, C, D refer to the locations where the MSF was computed (see Fig. 4).

3. RISULTATI

Applicando la procedura descritta in figura 1 ai punti indicati in figura 3 sono stati calcolati i valori di ADP in funzione delle portate transanti. Come si può vedere in figura 4, il DMV si colloca in posizione intermedia fra la magra e la morbida, evidenziando la criticità della portata di magra sui quattro punti e perciò su tutta l'asta fluviale considerata. Il DMV è stato ricavato come il punto in cui sono rintracciabili valori che rivelano una certa sensibilità delle specie rispetto a un aumento di portata, come indicato da Milhous et al. (1989).

4. DISCUSSIONE

Un'esclusiva attenzione ai valori di portata e profondità, senza un'attenta valutazione degli altri parametri ambientali caratterizzanti un corso d'acqua, fra cui temperatura, ossigeno disciolto, ammoniaca e pH, risulterebbe fuorviante per una corretta gestione ambientale di un sistema fluviale, modificato profondamente dagli interventi antropici. La necessità di salvaguardare in primo luogo le specie protette, come il Barbo e il Cavedano secondo la L.R. 56/2000, impone un'attenta valutazione dei valori di portata che garantirebbero sia la creazione di habitat idonei per tali specie. Attraverso l'estensione del Metodo dei Microhabitat a parametri fisico-chimici, si è potuto formulare le seguenti considerazioni:

- un aumento di portata non implica necessariamente un miglioramento delle condizioni ottimali di habitat, che si dimostra essere dipendente da fattori non solo idraulici, ma anche di qualità dell'acqua;
- questo metodo individua zone e/o periodi critici per lo sviluppo delle specie stesse in modo da organizzare una loro specifica tutela, estendendo l'indagine al di là del microhabitat.

In definitiva: questa metodologia fornisce uno strumento di gestione della risorsa idrica, estendendo

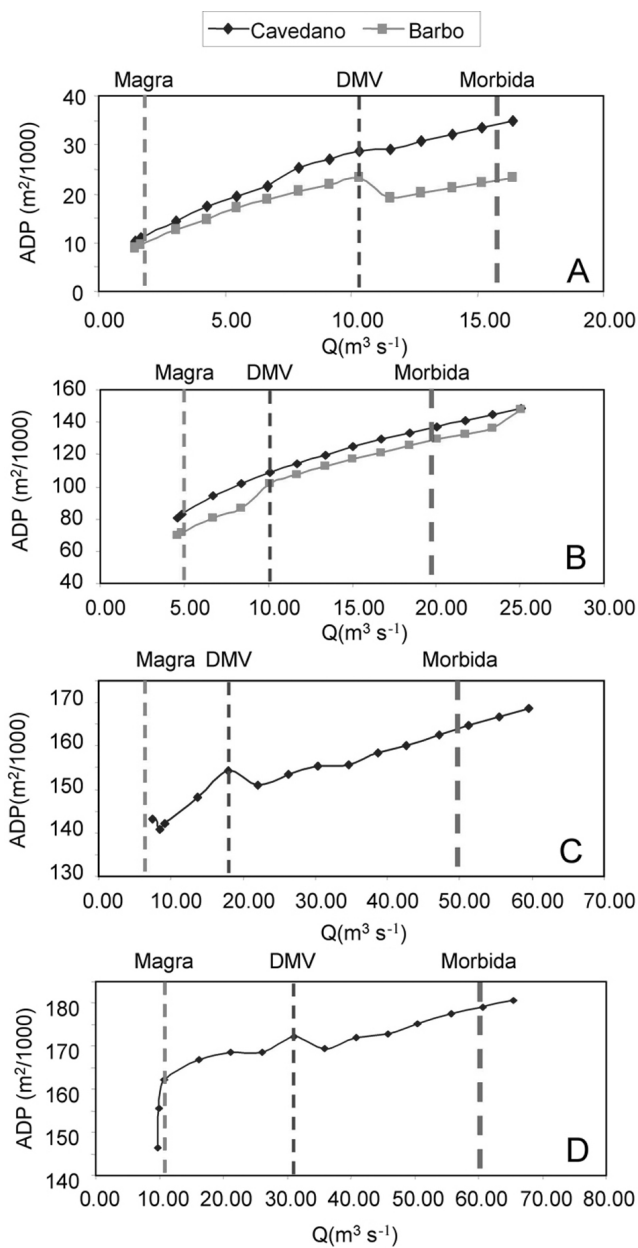


Fig. 4 - Variazioni di ADP per entrambe le specie nei quattro punti indicati in figura 3, e calcolo del DMV confrontato con le condizioni di magra e di morbida.

Fig. 4 - MSF computed for both target species in the four locations indicated in figure 3. The MSF is computed and compared with the conditions of low and medium flow.

la valutazione del DMV agli aspetti di qualità fluviale, valutando l'impatto della variazione idraulica sull'intero ecosistema fluviale.

BIBLIOGRAFIA

Bovee K.D., Lamb B.L., Bartholow J.M., Stalnaker C.B., Taylor J. & Henriksen J., 1998 - *Stream Habitat Analysis Using the Instream Flow Incremental Methodology*. Information and Technology Report USGS/BRD/ITR-1998-0004. Fort Collins, CO: U.S. Geological Survey-BRD, 130 pp.

Pelletier G.J., Chapra S.C. & Tao H., 2006 - QUAL2Kw - A framework for modelling water quality in streams and rivers using a genetic algorithm for calibration. *Environmental Modelling & Software*, 21 (3): 419-425.

Marsili-Libelli S., 2004 - Fuzzy pattern recognition of circadian cycles in ecosystems. *Ecological Modelling*, 174: 67-84.

Milhous R.T., Updike M.A. & Schneider D.M., 1989 - Physical habitat simulation system reference manual - version 2. Instream Flow Information Paper 26. U.S.D.I. *Fish Wildl. Serv. Biol. Rep.*, 89/16: 1-403.

Mpimpas H., Anagnostopoulos P. & Ganoulis J., 2001 - Modelling of water pollution in the Thermaikos Gulf with fuzzy parameters. *Ecol. Mod.*, 142: 91-104.

Rambaldi A., Rizzoli M. & Venturini L., 1997 - La valutazione delle portate minime per la vita acquatica sul Fiume Savio nei pressi di Cesena (FO). *Acqua Aria*, marzo 1997: 99-104.

Svobodova Z., Lloyd R., Machova J. & Vykusova B., 1993 - Water Quality and fish health. EIFEC Technical Paper, FAO, Rome, n.54, 59 pp.

Yager R.R. & Filev D.P., 1994 - *Essentials of fuzzy modelling and control*, Wiley, New York, 388 pp.

