



**Centro
Italiano
Studi di
Biologia
Ambientale**

BIOLOGIA AMBIENTALE

ISSN 1129-504X

Volume 20

Numero 1

Marzo 2006



Provincia di Pescara
Assessorato Politiche Ittiche



Università Degli Studi Di Napoli Federico II
POLO DELLE SCIENZE E DELLE TECNOLOGIE
Dipartimento delle Scienze Biologiche



**Università degli Studi
di Parma**

**Atti del 10° Congresso Nazionale
Associazione Italiana Ittiologi Acque Dolci**



La gestione dell'ittiofauna per la tutela e la conservazione degli ambienti fluviali

Montesilvano (PE), 2-3 aprile 2004

a cura di: F. Nonnis Marzano, M. Maldini, P.G. Bianco, E. Marconato

Impatto ambientale e sussistenza delle troticolture di montagna nel Trentino

Leonardo Pontalti^{1*}, Giovanni Baruchelli¹, Diego Collier², Giuliano Luigi Gandolfi¹, Alvisè Vittori

¹ Istituto Agrario di S.Michele all'Adige, via E. Mach 1 - 38010 S.Michele all'Adige (TN)

² Associazione Tropicoltori Trentini, via Galileo Galilei 43 - 38015 Lavis (TN)

** Referente per la corrispondenza (fax: 0461 650956; leonardo.pontalti@provincia.tn.it)*

Riassunto

Nel Trentino, l'abbondante presenza di acque tipiche della "Zona della Trota" ha favorito il diffondersi della troticoltura fin dal XIX secolo. La continua ricerca di miglioramento nelle attività agricole integrative anche su terreni marginali, ha portato alla realizzazione di molti piccoli impianti per l'allevamento dei salmonidi, costruiti all'inizio in terra battuta e poi in calcestruzzo per resistere all'erosione dei corsi d'acqua circostanti, e per aumentarne il carico e facilitarne la gestione, quasi sempre familiare. Su 53 impianti oggetto di indagini recenti, 30 hanno una superficie delle vasche inferiore a 3.000 m². Solo 5 superano i 10.000 m².

I troticoltori hanno bilanciato il limite alla produzione rappresentato dalle acque fredde (nel Trentino occorrono 15-20 mesi per raggiungere la taglia commerciale, contro gli 11-13 della pianura) col vantaggio di ottenere trote con carni più compatte, pagate di più al conferimento. Alla minor produzione consentita da un ambiente severo corrisponde un impatto ambientale più contenuto, oggi richiesto dalla Grande Distribuzione Organizzata (GDO) con il riconoscimento di maggiore remunerazione, alle seguenti condizioni:

- il valore dell'Indice Biotico Esteso (IBE) dell'ambiente acquatico a monte della piscicoltura deve essere non inferiore a 10 (1^a Classe di Qualità Biologica), mentre quello dell'ambiente a valle deve essere non inferiore a 8 (2^a Classe);
- è vietato l'uso di ossigenatori elettromeccanici e/o l'iniezione di ossigeno liquido con la finalità di aumentare la densità di allevamento;
- la densità di allevamento non deve mai superare i 20 kg/m³.

In questo lavoro sono state prese in esame sei troticolture. A monte ed a valle di ciascuna, per un periodo di tre anni, sono stati rilevati i principali parametri chimico-fisici e sono state analizzate le comunità del macrozoobenthos (metodo IBE), al fine di verificare l'impatto ambientale e il rispetto del disciplinare concordato con la GDO.

PAROLE CHIAVE: troticolture di montagna / impatto ambientale / produzione di qualità

Environmental impact and subsistence of mountain trout farms in Trentino

In the Trentino region, since the 19th century, the trout culture diffusion has been favored by the abundant availability of waters typical of the "Trout Zone". A lot of little trout farms have been built up as a result of the continual search of integrative agricultural activities even in secondary lands. At the beginning they were built in soil, then in lime for better stand the erosion due to the surrounding rivers. They usually have a family management. In accordance with a recent research carried out on 53 trout farms, 30 have a tank surface lower than 3.000 m² and only 5 have a surface higher than 10.000 m².

The trout farmers have balanced the limit to production due to the cold waters (in Trentino 15-20 months are needed to reach the portion size, but in plain lands only 11-13 months are needed) with trout meats more compact. The lower production due to the harsh environment is correlated with the lower environmental impact, today paid from the Big Organized Distribution (GDO) on the whole-sale price. To the following conditions:

- the Extended Biotic Index (EBI) value upstream the fish farm must be not lower than 10 (1st Biological Quality Class), while downstream it must be not lower than 8 (2nd Class);
- the use of mechanic oxygenator and/or the injection of liquid oxygen to increase the breeding density, which must never exceed 20 kg/m³, are not allowed.

In this work six trout farms were considered. Upstream and downstream of everyone, for a period of three years, the most important chemical and physical parameters were recorded and the macrozoobenthos (IBE method) was analyzed to verify the environmental impact and the respect of the GDO agreement. Finally, to obtain a quality production and a lower environmental impact, today the market offers to the farmers an higher remuneration.

KEY WORDS: mountain trout farms / environmental impact / quality production

INTRODUZIONE

Nel Trentino, l'abbondante disponibilità di acque tipiche della "Zona della Trota" ha favorito il diffondersi di piccoli impianti per l'allevamento delle trote fin dal XIX secolo. La continua ricerca di attività agricole integrative anche su terreni marginali, ha portato alla realizzazione di molti piccoli impianti per la trota-coltura, costruiti all'inizio in terra battuta e poi in calcestruzzo per meglio resistere all'erosione dei corsi d'acqua circostanti, con gestione quasi sempre familiare. Su 53 impianti oggetto di indagine recente, 30 hanno una superficie delle vasche inferiore a 3.000 m². Solo 5 superano i 10.000 m².

Nate come incubatoi di valle al fine di incrementare la produzione delle acque libere, le trota-culture a ciclo completo si sono diffuse nel primo sessantennio del '900, con l'affermarsi del turismo, soprattutto nella Valle del Sarca, conquistando i mercati con una produzione d'eccellenza. Negli anni '50, il prezzo spuntato dalla trota era superiore a quello della carne di vitello; la *buvette* di Montecitorio serviva ai deputati le trote provenienti dal Trentino.

Nel ventennio successivo la produzione nazionale di trote si è in massima parte trasferita dal Trentino alla pianura friulano-veneta, lungo la linea delle risorgive con acque sui 12-14 gradi tutto l'anno, ed è rapidamente aumentata grazie alle temperature più favorevoli all'ingrasso, al maggior spazio disponibile, al miglioramento dei mangimi commerciali completi e all'utilizzo—in anni più recenti—dell'ossigeno liquido.

La conseguente caduta dei prezzi ha obbligato le trota-culture di montagna, per restare sul mercato, a riunirsi in cooperativa e puntare sulla qualità del prodotto. I trota-coltori hanno bilanciato il limite alla produzione rappresentato dalle acque fredde (nel Trentino occorrono 15-20 mesi per raggiungere la taglia commerciale, contro gli 11-13 della pianura) col vantaggio di ottenere trote con carni più compatte, apprezzate dai consumatori disposti a spendere di più, contraddistinte con un marchio e pagate di più al conferimento. Alla minor produzione consentita da un ambiente severo corrispondono consuetudini d'allevamento molto attente alla tutela del prodotto (eradicazione e prevenzione delle malattie, alimentazione adeguata in quantità e qualità, controlli sullo stato del pesce al conferimento e penalità per chi non rientra nei limiti imposti dai parametri concordati, attenzione alla rintracciabilità, assistenza tecnica costante assicurata da personale specializzato); a quanto sopra corrisponde un impatto ambientale più leggero, tuttavia periodicamente controllato. Oggi tutto questo è richiesto dalla Grande Distribuzione Organizzata (GDO) al fine di corrispondere ad una miglior remunerazione. In sintesi, l'accordo fra gli allevatori e la GDO riguarda i seguenti aspetti:

- la qualità dell'acqua utilizzata (che dev'essere di torrente o di risorgiva, esente da scarichi urbani o da insediamenti produttivi, e rispondente ai requisiti chimico-fisici ritenuti idonei alla vita dei salmonidi del D.L. n. 152 del 1999);
- la densità di allevamento (il carico ittico non deve mai superare i 20 kg/m³);
- le tecniche di allevamento (è vietato l'uso di ossigenatori elettromeccanici e/o l'iniezione di ossigeno liquido con la finalità di aumentare la densità di allevamento);
- l'alimentazione (è utilizzato un mangime dedicato, privo di coloranti o pigmentanti anche d'origine naturale, con un minor contenuto in grassi);
- lo stato di forma dei pesci (il mangime è somministrato ai pesci in maniera misurata affinché non eccedano nell'accumulo di grasso, controllandolo peraltro con un semplice dato parametrico, detto fattore di condizione, risultato dal peso dell'esemplare—in grammi—moltiplicato per cento, diviso la lunghezza—in centimetri—elevata al cubo. Il fattore di condizione non deve essere superiore a 1,25);
- gli aspetti sanitari (gli impianti devono essere indenni da malattie virali ai sensi del D.P.R. n. 555 del 1992);
- la pulizia (le vasche sono svuotate e disinfettate periodicamente);
- la rintracciabilità (oltre al registro di carico e scarico e al registro dei farmaci, ciascun allevatore tiene schede aziendali con indicata la movimentazione dei pesci, i carichi per ogni vasca e le pezzature; le vasche sono numerate);
- le analisi e i controlli necessari riguardanti i pesci in vasca, il mangime, l'acqua, i pesci in macellazione, il trasporto;
- l'impatto ambientale: il valore dell'Indice Biotico Esteso (IBE) dell'ambiente acquatico a monte della piscicoltura dev'essere non inferiore a 10 (1^a Classe di Qualità Biologica), mentre quello dell'ambiente a valle deve risultare non inferiore a 8 (2^a Classe);

MATERIALI E METODI

Sono state prese in esame sei trota-culture, al fine di valutare il loro impatto ambientale. Queste trota-culture si trovano in tre diversi bacini idrografici (Chiese, Brenta e Sarca), sono composte da 16-40 vasche costruite in calcestruzzo (o con argini in calcestruzzo e fondo in terra) collocate su dislivelli da 3,3 a 16 metri. Hanno superfici dello specchio d'acqua comprese fra 1.800 e 13.000 m². Utilizzano portate di sorgente o di torrente comprese mediamente fra 140 e 425 L/s (corrispondenti al 75-100 % della portata di magra del corso d'acqua sul quale sono situate) che consentono nell'impianto 2,5-12,6 ricambi idrici giornalieri (Tab. I). Allevano sia materiale da consumo

Tab. I. Caratteristiche degli impianti. C = calcestruzzo; aC fT = argini in calcestruzzo, fondo in terra; S = sorgente; T = torrente; P = pozzo; I = trota iridea; F = trota fario; Sf = salmerino di fonte; Sa = salmerino alpino.

Dati sulla piscicoltura		Alto Chiese	Basso Chiese	Alto Brenta	Basso Brenta	Alto Sarca	Basso Sarca	Media
Acqua captata	%	100	90	100	100	75	90	92,5
Vasche esterne	n°	40	16	30	34	25	37	30,3
Materiali		C	aC fT	C	aC fT	C	C	-
Dislivello	m	16	5,4	3,4	3,3	5	6	6,5
Superficie vasche	m ²	1800	13000	8000	5700	2962	4100	5927
Portata derivata (media)	L/s	(140)	350-500 (425)	140-250 (195)	200-450 (325)	250-400 (325)	80-250 (165)	296
Altezza dell'acqua	cm	75	110	85	75	75	70	82
Ricambi/giorno	n°	9	2,6	2,5	6,6	12,6	5	6,4
Origine dell'acqua		S	T	S	S (P)	T	T	-
Specie ittiche		I - F - Sf	I	I	I - F - Sf	I	I - F - Sa	-
Incubatoio/avannotteria		si	no	si	si	si	si	-

(trota iridea) che da ripopolamento (trota fario, salmerini).

In piscicoltura, sull'acqua in entrata e in uscita, per un periodo di tre anni sono stati prelevati campioni d'acqua per le analisi chimiche, eseguite in un laboratorio accreditato secondo la norma ISO/IEC 17025. Queste analisi hanno riguardato, tra l'altro, il BOD₅, il fosforo totale come P, l'azoto nitroso come N e l'azoto ammoniacale (NH₄⁺). L'ossigeno disciolto è stato rilevato in campo con sonda WTW OXI 330, che misura anche la temperatura.

Sull'immissario immediatamente a monte della captazione e sull'emissario poche decine di metri a valle dello scarico di ciascuna troticoltura, nel corso dei tre anni sono state fatte le analisi del macrozoobenthos, applicando il metodo IBE (GHETTI, 1997). Oltre all'elenco dei taxa (SANSONI, 1988), sulla scheda di rilevamento dei dati di campo sono state annotate le principali caratteristiche topografiche della stazione di campionamento e del bacino sotteso (altitudine, pendenza, superficie di bacino sotteso, distanza dalla sorgente, esposizione dei versanti, substrato geologico e pedologico, copertura vegetale) e le caratteristiche del corso d'acqua (regime idrologico, larghezza dell'alveo, velocità della corrente, altezza dell'acqua, granulometria dei substrati, organismi incrostanti, ritenzione del detrito organico, stato di decomposizione della materia organica, presenza di anaerobiosi sul fondo, vegetazione acquatica e riparia, manufatti artificiali).

Nel corso dei tre anni, in ciascuna stazione si sono effettuate da 4 a 8 ripetizioni delle analisi chimiche e da 2 a 6 ripetizioni per quelle biologiche, in relazione al rischio d'impatto previsto nei diversi ambienti.

RISULTATI

I dati raccolti, esposti sinteticamente nelle tabelle I-III e nelle figure 1-7, vengono qui di seguito illustrati più nel dettaglio.

Pescicoltura dell'Alto Chiese

Ha dimensioni ridotte, con vasche numerose e piccole, un buon ricambio idrico ed un forte dislivello fra le vasche che consente la naturale riossigenazione dell'acqua. È alimentata da una sorgente omeotermica (temperature comprese fra i 9 e i 10 °C durante tutto l'anno) che nasce direttamente nell'impianto; cosicché non è stato possibile fare analisi IBE a monte.

L'analisi del macrozoobenthos è stata eseguita a valle (615 m.s.m.), nel torrente che ne riceve i reflui e drena un bacino di 45 km² che presenta le caratteristiche seguenti: riguardo il substrato geologico, nella parte alta prevalgono depositi morenici würmiani, mentre i versanti sono costituiti da calcari grigi; più a valle, sul versante destro sono presenti calcari grigi e calcari nodulosi in quota, sul versante sinistro dolomia principale e calcari bianchi in quota. Per la vegetazione, in quota vi sono pascoli di discreta qualità, poi, sui versanti, fustaie più o meno regolari di abete rosso, abete bianco e larice con sottobosco di faggio, nocciolo, maggiociondolo, ontano, e copertura viva di muschi, acetosella, felci, graminacee, farfaraccio, citiso. Nella parte bassa del bacino, dopo una fascia di prati e coltivi presenti su ambo i versanti, in destra orografica troviamo una copertura irregolare di abete rosso, abete bianco e larice con sottobosco di faggio e maggiociondolo e copertura viva di lucertolina fetente, caprifoglio, sambuco, farfaraccio, erba lucciola, acetosella; sulla sinistra orografica una fustaia mista di abete rosso, abete bianco, pino e larice, con sottobosco di faggio, orniello, carpino, e copertura viva di anemone, ciclamino, erica, rovo, felci, graminacee. L'esposizione dei versanti è Nord-Sud nel tratto a monte, poi Nord Ovest-Sud Est.

Il torrente è sistemato con briglie e scogliere laterali in massi, con alveo di piena ridotto a 8-10 metri, alveo bagnato di 5-6 metri, corrente elevata e turbolenta (pendenza 10%), altezza media dell'acqua 5-15 cm, altezza massima 60-80 cm, granulometria a massi e

ciottoli, feltro da sottile a spesso con presenza di alghe verdi filamentose, tracce di anaerobiosi sul fondo, ombreggiatura scarsa.

Sono state fatte 5 analisi IBE, 1 in inverno, 2 in estate e 2 in autunno; sono state trovate da 17 a 19 unità sistematiche (fra le quali gli efemerotteri appartenenti al genere *Baetis* tendono a prevalere numericamente), per un valore IBE sempre uguale a 10 (I^a Classe di Qualità biologica).

L'ossigeno disciolto è attorno ai 10 mg/L sia a monte che a valle; a monte, il BOD₅ è pari a 2 mg/L, l'azoto nitroso è presente in tracce, fosforo e azoto ammoniacale sono assenti; a valle, il BOD₅ medio non supera gli 8 mg/L, azoto nitroso 0,02 mg/L, fosforo 0,11 mg/L, azoto ammoniacale 0,12 mg/L (valori medi).

Pescicoltura del Basso Chiese

È la più grande delle trotilture prese in esame, con vasche disposte sul conoide del torrente che l'alimenta (acqua con temperature comprese fra 4 e 15 °C) dopo aver attraversato un bacino di 50 km² costituito da dolomie e calcari, nel quale il principale segnale d'intervento antropico è rappresentato dalla tortuosa strada di transito. I versanti molto ripidi nel primo tratto d'alveo sono prevalentemente coperti da cedui di faggio, frassino, carpino, roverella e piante sparse di abete rosso e pino silvestre; la copertura viva è di graminacee, ginopro, erica. Più a valle è presente una fascia di rimboschimenti di pino nero su cedui magri degradati di orniello, carpino, sorbo, faggio, con nuclei di pino silvestre. La copertura viva è composta da graminacee, erica, elleboro, rododendro. In quota troviamo una copertura di cedui di faggio, carpino, betulla, sorbo, con copertura viva analoga alla precedente, e fustaie irregolari di abete rosso, abete bianco e pino silvestre. L'esposizione prevalente dei versanti è Nord-Sud. Il torrente scorre in un susseguirsi di rapide e cascate, in una profonda gola che si apre in un alveo più largo immediatamente a monte della piscicoltura.

A monte dell'impianto (altitudine 420 m.s.m.) i 3

Tab. III. Unità Sistematiche (U.S.) e valori IBE rilevati a monte e a valle delle trotilture indagate.

	a monte		a valle	
	U.S.	IBE	U.S.	IBE
Alto Brenta				
23.08.1988	16	10-9	15	7-8
01.03.2000			18	8
31.08.2000			19	9
05.07.2001	18	10	22	9
18.10.2002			20	8-9
08.10.2003	11	-	18	8
Alto Sarca				
08.10.1991	17	10		
09.03.2000			16	10-9
06.09.2000			16	10-9
03.07.2001	17	10	14	9
06.11.2002			17	10
13.10.2003	17	10	24	11
Alto Chiese				
16.03.2000			17	10
06.09.2000			17	10
13.07.2001			18	10
27.09.2002			17	10
10.11.2003			19	10
Basso Brenta				
01.03.2000	21	11-10	12	7
12.06.2000			19	8
31.08.2000			18	7
15.10.2001	12	-	18	8
06.11.2002			16	9-8
08.10.2003	16	10-9		
05.11.2003			16	8-7
Basso Sarca				
09.03.2000	19	10	14	8
24.08.2000			15	9-10
13.09.2001	18	10	15	9
06.11.2002			17	8
21.10.2003	17	9	17	8
Basso Chiese				
19.01.2000	20	10-11	15	9-10
24.08.2000			14	8
06.09.2001	17	10	20	9-10
18.09.2002			13	8
16.10.2003	19	10	15	7-8

Tab. II. Temperature dell'acqua durante l'anno (°C).

	Alto Chiese	Basso Chiese	Alto Brenta	Basso Brenta	Alto Sarca	Basso Sarca
gen	9,5	4	9	10,3	0,5	4
feb				10	3	6,3
mar	9	6	10	9,8	3,8	9
apr			10,2	9,8	4,9	
mag	9,7		10,6	10,9		10,8
giu	9,7	10,1	10,6	11	7,7	10,9
lug	9,2	12,5	10,8	12	16	15
ago		11	10,5		13	12,4
set	9,5		9,9	10,4	13	12
ott	9,6	9,2	10,2	10,9	9,1	10,9
nov	9,5	8,7	10,1	10,3	7	8,9
dic		6	9,7		7,2	8

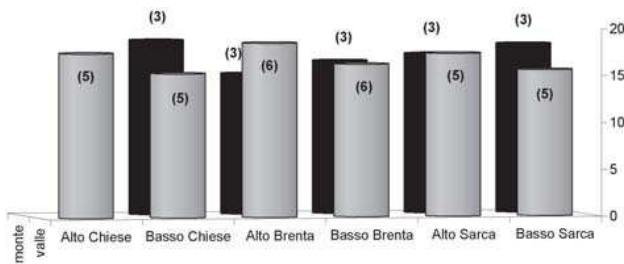


Fig. 1. Numero delle unità sistematiche I.B.E.: valori medi. Tra parentesi, il numero di campionamenti per stazione.

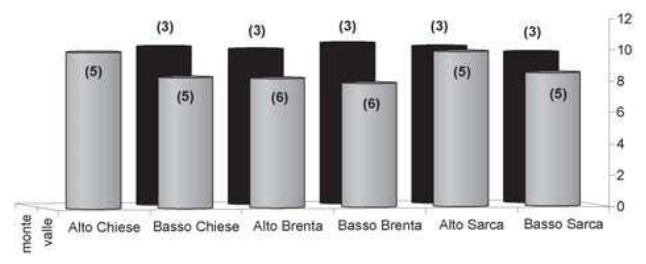


Fig. 2. Indice Biotico Esteso (I.B.E.): valori medi. Tra parentesi, il numero di campionamenti per stazione.

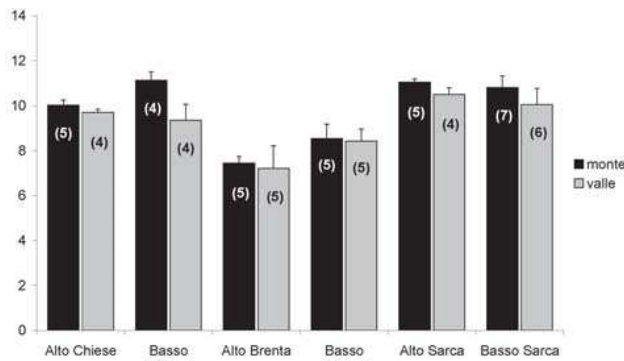


Fig. 3. Ossigeno disciolto (mg/L). Tra parentesi, il numero di rilevamenti per stazione.

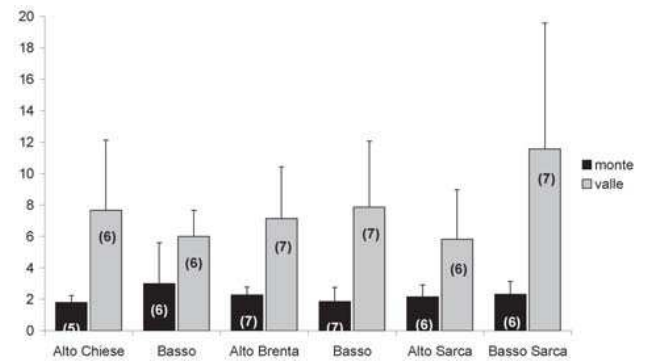


Fig. 4. BOD₅ (mg/L). Tra parentesi, il numero di rilevamenti per stazione.

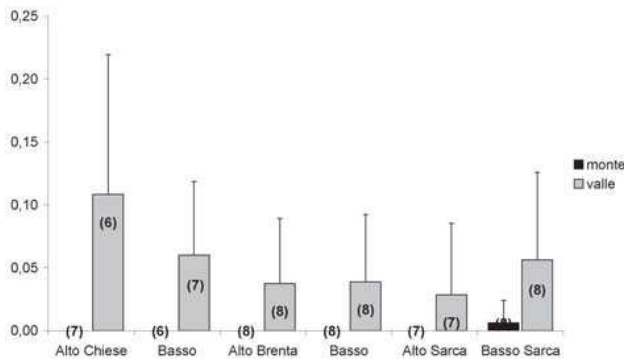


Fig. 5. Fosforo totale come P (mg/L). Tra parentesi, il numero di rilevamenti per stazione.

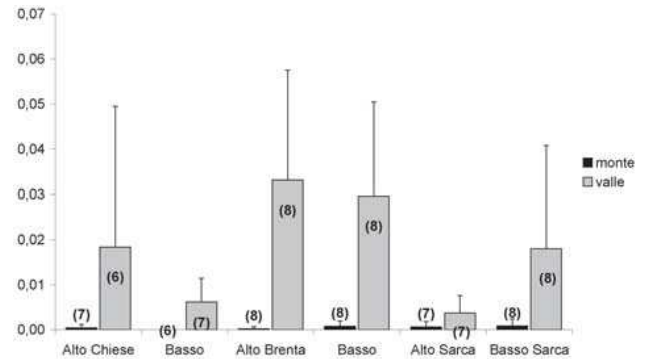


Fig. 6. Azoto nitroso come N (mg/L). Tra parentesi, il numero di rilevamenti per stazione.

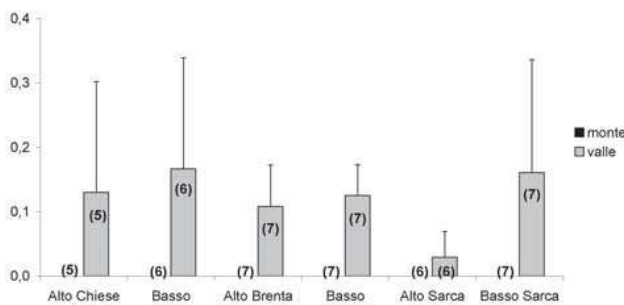


Fig. 7. Azoto ammoniacale NH₄⁺ (mg/L). Tra parentesi, il numero di rilevamenti per stazione.

prelievi di benthos (fatti in estate, autunno e inverno) hanno evidenziato da 17 a 20 unità sistematiche, nessuna dominante numericamente, con valori IBE fra 10 e 11 (I^a Classe di Qualità biologica). Ossigeno in saturazione, BOD₅ medio pari a 3 mg/L, fosforo, azoto nitroso e azoto ammoniacale assenti.

A valle dell'impianto (400 m.s.m.) il torrente, largo 2-5 metri, scorre in un alveo di piena incanalato e costeggiato da strade, largo una ventina di metri e scarsamente ombreggiato, dove la velocità di corrente si riduce, così come la granulometria del substrato (ghiaia e ciottoli) e l'altezza media dell'acqua (5-10 cm), che tende a infiltrarsi nel materasso alluvionale.

Sono presenti alghe filamentose e sporadiche macrofite sommerse (*Ranunculus*); tracce di anaerobiosi sul fondo. I 5 prelievi di macrozoobenthos (fatti in estate, autunno e inverno), costituiti da 13-20 unità sistematiche con prevalenti *Baetis* e ditteri della famiglia *Chironomidae*, hanno dato valori di IBE compresi fra 7-8 e 9-10, corrispondenti a una II^a Classe di Qualità Biologica tendente alla I^a o alla III^a a seconda del periodo idrologico. L'ossigeno disciolto si mantiene attorno ai 9 mg/L, BOD₅ vicino a 6 mg/L, azoto ammoniacale inferiore a 0,2 mg/L, azoto nitroso inferiore a 0,01, fosforo 0,06 mg/L (valori medi).

Pescicoltura dell'Alto Brenta

Alimentata da una risorgiva di fondovalle (415 m.s.m.) con temperature fra i 9 e gli 11°C, è stata recentemente ristrutturata al fine di utilizzare al meglio lo spazio disponibile e il dislivello utile fra la prima e l'ultima vasca. La sorgente nasce un centinaio di metri a monte dell'impianto, alle pendici settentrionali dell'Altopiano dei Sette Comuni, su substrato calcareo alluvionale di fondovalle, dove un ceduo misto di carpino, nocciolo e faggio con sporadiche presenze di pino, abete rosso e larice in destra orografica, s'incontra con coltivazioni a carattere intensivo (seminativi, arativi, frutteti e prati falciabili) in sinistra. La polla, che sgorga dal suolo formando un laghetto invaso da cannuccia di palude e mazzasorda e circondato da salici, viene subito captata e convogliata per intero in piscicoltura, tramite tubazione. Nel laghetto l'altezza massima dell'acqua è superiore al metro, la corrente è lenta e laminare, il substrato ha granulometria a ghiaia e sabbia.

In due dei tre prelievi di benthos fatti a monte sono state trovate 16 e 18 unità sistematiche (nessuna dominanza numerica) e valori IBE pari a 10-9 e 10 (I^a Classe bassa). Il terzo prelievo, eseguito in periodo di magra, ha dato appena 11 unità sistematiche (nessuna dominanza). Ossigeno disciolto poco inferiore agli 8 mg/L, BOD₅ attorno a 2 mg/L, azoto nitroso in tracce, fosforo e azoto ammoniacale assenti.

A valle della piscicoltura, la risorgiva scorre veloce in un canale discretamente ombreggiato largo 2 metri, con acqua alta una ventina di centimetri e substrato ghiaioso, per buona parte coperto da ranuncolo, crescione e altre macrofite sommerse. Nel corso dei 6 campionamenti di benthos sono state trovate 15-22 unità sistematiche (con marcate presenze di *Baetis*, ditteri simuliidi e chironomidi, crostacei asellidi, gasteropodi e bivalvi) corrispondenti a valori IBE fra 8 e 9 (II^a Classe), essendo stato trovato solamente una volta un valore inferiore (7-8), in epoca precedente alla ristrutturazione della piscicoltura. Ossigeno disciolto e BOD₅ sono risultati attorno a 7 mg/L, azoto ammoniacale

0,1 mg/L, azoto nitroso e fosforo 0,03 mg/L (valori medi).

Pescicoltura del Basso Brenta

Come la precedente, è alimentata da acqua di risorgiva (temperature fra 9,8 e 12°C) che nasce vicino all'impianto, a 270 m.s.m., alla base del versante meridionale del Sottogruppo di Cima Laste, Plesso di Cima d'Asta, e scorre bassa e veloce in alveo naturale largo 2-4 metri su substrato calcareo alluvionale, fra il bosco misto che ricopre lo scosceso versante sinistro e i prati da falcio alternati ai campi di mais del fondovalle. Prevalente un substrato a ghiaia, coperto da feltro sottile o rilevabile solo al tatto e da macrofite sommerse per il 60-90 % della superficie bagnata, sempre ben ombreggiata dalla fascia riparia.

In due dei tre prelievi di benthos fatti a monte della piscicoltura sono state trovate 16 e 21 unità sistematiche (nessuna dominanza numerica) e valori IBE pari a 10-9 e 10-11 (I^a Classe). Il terzo prelievo ha dato appena 12 unità sistematiche (nessuna dominanza). L'ossigeno disciolto è risultato, mediamente, poco inferiore ai 9 mg/L, il BOD₅ attorno a 2 mg/L, azoto nitroso in tracce, fosforo e azoto ammoniacale assenti.

A valle dell'impianto, costituito da vasche con fondo in terra, la risorgiva, circondata da un bosco golenale, riprende a scorrere in un alveo sempre più diversificato, largo da 3 a 6 metri, formante raschi e zone piatte alternate a buche profonde e di sbarramento, nelle quali la sostanza organica si sedimenta, con conseguenti zone di anaerobiosi. La copertura di macrofite sommerse è diffusa (prevalente *Ranunculus*) e l'ombreggiatura è quasi totale. I 6 campionamenti di benthos, fatti nelle quattro stagioni, hanno evidenziato 12-19 unità sistematiche, con dominanza di crostacei gammaridi, e valori IBE compresi fra 7 e 9-8, corrispondenti a una II^a Classe di Qualità Biologica talvolta sconfinante nella III^a Classe alta. L'ossigeno disciolto presenta valori simili a quelli trovati a monte, mentre il BOD₅ si attesta attorno agli 8 mg/L, azoto ammoniacale 0,1 mg/L, fosforo e azoto nitroso 0,03 mg/L (valori medi).

Pescicoltura dell'Alto Sarca

Di costruzione datata, si può considerare il prototipo della piscicoltura di montagna: di piccole dimensioni, collocata a ridosso del torrente dal quale attinge solamente una parte dell'acqua (temperature da 0,5 a 16°C), è formata da vasche in calcestruzzo di grandezza e forma diverse e separate da forti dislivelli, e può contare su una dozzina di ricambi idrici giornalieri.

Il torrente, captato dalla piscicoltura a 585 m.s.m. (a 16 km dalla sorgente), drena un bacino di 80 km². La parte in quota del bacino è costituita da tonaliti

intrusive dell'Adamello che, scendendo, lasciano il posto a filladi quarzifere e paragneiss e, più a valle, a morene. Sono presenti pascoli nella parte alta e una fustaia di protezione con abete rosso e larice a quota 1600 metri. Il versante destro è coperto prevalentemente da fustaie di abete rosso e larice con sottobosco di faggio, nocciolo, ontano e copertura viva di felci, muschi, graminacee, lonicera, senecio. Il versante sinistro (medio) è coperto da una fascia di prati e pascoli più o meno alberati, che in quota cedono il posto a boschi di abete rosso (con presenza di larice e pino silvestre) e sottobosco di faggio, nocciolo, pioppo tremolo, sorbo, ontano, betulla e copertura viva di mirtillo, acetosella, felci, lampone, brugo. I versanti, con esposizione media Nord Est-Sud Ovest, hanno suoli bruni lisciviati.

A monte della piscicoltura il torrente (largo 5-6 metri) scorre in alveo naturale (largo una decina di metri), ben ombreggiato dalla vegetazione riparia, interrotto in alcuni punti da briglie. La corrente è elevata e turbolenta, il substrato a massi e ciottoli (con qualche traccia di anaerobiosi) è ricoperto da feltro sottile. In ognuno dei 3 prelievi di benthos sono state trovate 17 unità sistematiche (prevalenza di *Baetis*) per un IBE sempre pari a 10 (I^a Classe bassa). Ossigeno disciolto sempre superiore a 10 mg/L, BOD₅ attorno a 2 mg/L, azoto nitroso in tracce, azoto ammoniacale e fosforo inferiori ai minimi rilevabili.

A valle dell'impianto l'acqua è convogliata in un cunettone in calcestruzzo largo un metro e mezzo, con substrato naturale quasi assente a causa della corrente molto elevata ed uniforme, il che ha fatto dubitare della possibilità di applicare il metodo IBE per mancanza di varietà di microhabitat. Invece i 5 prelievi di macrozoobenthos hanno dato da 14 a 24 unità sistematiche (anche qui *Baetis* prevalente) corrispondenti a valori IBE fra 9 e 11 (II^a e I^a Classe). Riguardo i dati chimici, l'ossigeno disciolto è risultato mediamente superiore ai 10 mg/L, il BOD₅ attorno ai 6 mg/L, e i valori medi di fosforo, azoto nitroso e azoto ammoniacale sono risultati inferiori a quelli trovati a valle delle altre pisciculture.

Pescicoltura del Basso Sarca

Simile alla precedente, è collocata a 410 m.s.m. in un ambiente orograficamente assai aspro (valle stretta, pendenza dei versanti molto elevata), ma il clima è mitigato dalla vicinanza del Lago di Garda che, nonostante la scarsa insolazione *in loco*, permette la coltura della vite e del castagno. Nel tratto a monte il torrente incide depositi morenici prevalentemente würmiani e, più a valle, i calcari bianchi compatti e le dolomie stratificate del Lias costituenti i versanti. Questi hanno esposizione Nord-Sud e sono coperti, nella parte bassa, da boscaglia termofila submediterranea costituita in

prevalenza di roverella, carpino nero, orniello; sulle rupi esposte a sud è presente il leccio, che nelle vallecicole più umide ma ancora sufficientemente calde si trova in consorzio col tasso, il bosso, l'agrifoglio e con un ricco sottobosco di anemone epatica ed elleboro. Allontanandosi dalla sponda benacense, fra le querce caducifoglie compaiono il pino silvestre e arbusti di pruni selvatici, pero corvino, corniolo, scotano, frangola sul versante sinistro, e cedui misti di latifoglie e pino silvestre con sottobosco di erica sul versante destro.

Il torrente (temperature fra i 4 e i 15°C), di portata modesta e non soggetto a piene violente, scorre in un alveo con buona pendenza (7%) ma stabile, con substrato a ciottoli e massi ricoperti di muschio, ben ombreggiato dalla vegetazione riparia. Nel corso dei 3 prelievi di macrozoobenthos, fatti in estate, autunno e inverno, sono risultate a monte da 17 a 19 unità sistematiche (con prevalenza di *Baetis* e crostacei gammaridi), per valori IBE compresi fra 9 e 10 (I^a-II^a Classe). Ossigeno disciolto sui 10 mg/L, BOD₅ attorno a 2 mg/L, fosforo attorno a 0,01 mg/L, azoto nitroso in tracce, azoto ammoniacale assente.

A valle dell'impianto la pendenza aumenta e la corrente diviene molto elevata e turbolenta. Compaiono alghe verdi filamentose. I cinque campionamenti di benthos hanno evidenziato 14-17 unità sistematiche, alle quali corrispondono valori IBE fra 8 e 9-10 (II^a Classe). L'ossigeno disciolto si mantiene su valori vicini a quelli rilevati a monte, mentre il BOD₅ è circa 12 mg/L, il fosforo 0,06 mg/L, l'azoto nitroso 0,02 mg/L e l'azoto ammoniacale 0,15 mg/L (valori medi).

DISCUSSIONE

Carichi unitari

Secondo diversi autori (GHITTINO, 1983; DRUMMOND SEDGWICK, 1996; AA.VV., 2003), un allevamento di trote iridee d'acqua dolce che utilizzi acque di superficie delle zone temperate, dovrebbe avere una disponibilità d'acqua di almeno 5 L/s per tonnellata di pesce. Si tratta ovviamente di dati teorici, sui quali nella realtà influiscono molti fattori, come la composizione chimica dell'acqua, l'andamento reale della disponibilità idrica, la variazione della temperatura dell'acqua durante l'anno, le caratteristiche costruttive dell'impianto, le consuetudini di gestione, il mangime, l'eventuale presenza di patologie, ecc. Tutti questi fattori possono modificare notevolmente i valori reali dei carichi unitari rispetto a quelli teorici. Ad esempio, l'impianto dell'Alto Sarca raggiunge le temperature massime di 15-16°C –particolarmente favorevoli all'ingrasso– in condizioni di magra, quando i carichi unitari devono essere ridotti; perciò l'aumento estivo

della produzione non riesce a compensare il fermo invernale imposto da temperature vicine allo zero.

È certamente preferibile affidare il rispetto di un protocollo che limita i carichi unitari, oltre che alla buona volontà dei produttori, anche a dei limiti oggettivi, come nel caso degli impianti esaminati. Questi limiti saranno tuttavia valutati in maniera più approfondita nel prosieguo della ricerca, anche per arrivare ad una più precisa classificazione delle pescicoltura che consenta di valorizzarne le peculiarità nell'insieme, a vantaggio di una migliore programmazione delle produzioni e nel rispetto degli standard di qualità.

Ossigenazione

La rinuncia—concordata fra allevatori e GDO—all'ossigeno liquido, cioè al fattore che negli ultimi 10 anni maggiormente ha contribuito all'aumento delle produzioni unitarie, accresciute di due-tre volte nelle trotilcolture che ne fanno uso, rappresenta certamente l'autolimitazione più importante. Le conseguenze sono tre.

Innanzitutto, assume rilevanza una delle caratteristiche più tipiche degli impianti di montagna, cioè la pendenza che, opportunamente sfruttata, permette la naturale riossigenazione dell'acqua che ruscella da una vasca all'altra. Il frantumarsi dell'acqua facilita il naturale riequilibrio delle pressioni parziali dei gas disciolti in acqua con quelle dei gas presenti nell'atmosfera. Perciò, oltre alla riossigenazione, la pendenza permette anche il naturale strippaggio dell'azoto, quando questo gas inerte—che è il principale responsabile della Malattia da Gas nei pesci—si trova in sovrassaturazione nelle acque di risorgiva (PONTALTI e BARUCHELLI, 2001); facilita inoltre il passaggio all'aria dell'ammoniaca escreta dai pesci che, accumulandosi nelle acque d'allevamento, risulta nociva per i pesci stessi e può produrre un notevole impatto sugli ecosistemi acquatici a valle.

Poiché la riossigenazione consentita dalla pendenza è inferiore a quella possibile con l'ossigeno liquido (e in ogni caso non può superare il limite di saturazione del 100 %, mentre l'iniezione forzata di ossigeno consente sovrassaturazione), agli allevatori non conviene discostarsi troppo, per eccesso, dal naturale limite di carico che consente un buon stato fisiologico del pesce; altrimenti si andrebbe incontro ad un calo eccessivo dell'ossigeno (la trota sta bene in presenza di almeno 7 mg/L) con stress ed al manifestarsi di numerose patologie, maggiori perdite, maggiore necessità di cure, disinfestazioni, pulizia delle vasche, ecc.

Infine ai bassi carichi consentiti in mancanza di ossigenazione artificiale corrisponde un più contenuto impatto ambientale sull'emissario della pescicoltura, come evidenziato dalle analisi chimiche e dell'IBE fatte nel corso di questo lavoro. Da un'indagine recentemente avviata, i primi dati rilevati indicano che gli

impianti che allevano trote in densità superiori grazie ai sistemi di ossigenazione artificiale, presentano impatti ambientali maggiori, sia dal punto di vista chimico che biologico (PONTALTI e BARUCHELLI, dati in corso di rilevamento).

Alimentazione

Indicazioni utili per una somministrazione del mangime volta a raggiungere gli obiettivi di incremento ponderale senza compromettere lo stato di forma del pesce vengono dall'applicazione dell'Indice di Corposità o Fattore di Condizione K (LAGLER, 1956). Punto di riferimento sono le popolazioni selvatiche, analizzate nella Carta ittica del Trentino (AA.VV., 1980), dove il fattore K è stato utilizzato per illustrare l'equilibrio ponderale del pesce (grasso, ben nutrito, magro, ecc.). Il valore del K trovato per i Salmonidi in natura è vicino a 1 e può variare mediamente fra 0,8 e 1,4. Per la trota, oscilla solitamente fra 0,9 e 1,2. Più il pesce è magro, più il K risulta basso. Bassi valori di K si sono trovati, ad esempio, sulle trote che abitano le acque troppo pure—e perciò meno ricche di alimento—dei torrenti di alta montagna. Introdotto nelle pescicoltura trentine col Protocollo di Autodisciplina (AA.VV., 1994) e applicato nella pescicoltura dell'Istituto Agrario di S.Michele a/A sui ceppi rustici destinati al rinsanguamento delle progenie commerciali (PONTALTI e VITTORI, 1996), il K consente di mantenere le *silhouettes* delle trote in vasca simili a quelle degli esemplari selvatici. Si determina nel modo seguente:

$$K = \frac{W}{L^3} \cdot 100$$

dove: W = peso corporeo espresso in grammi;

L = lunghezza espressa in centimetri.

Nel caso dei 6 impianti esaminati, l'obbligo di contenere il K entro il limite di 1,25 ha consentito di calibrare più correttamente le tabelle di alimentazione, evitare sprechi di mangime e di produrre trote troppo magre. La migliore assunzione e conversione del mangime ha certamente contribuito a contenere l'impatto ambientale.

Impatto ambientale

Come osservato nel corso di indagini svolte in passato nel Trentino su 46 allevamenti ittici (PONTALTI e BARUCHELLI, 1988), l'analisi IBE fatta a monte e a valle, accompagnata dal rilevamento di alcuni parametri chimici (ossigeno, ammonio, nitriti) può consentire un'attendibile valutazione dell'impatto ambientale, relazionabile con i carichi unitari e con la quantità d'acqua utilizzata. Nel presente lavoro, al rilevamento di questi parametri è stato aggiunto quello del fosforo, principale responsabile dell'eutrofizzazione dei corpi idrici e

presente anche nei più recenti mangimi estrusi in percentuali attorno all'1%; nonché quello del BOD₅, influenzato sia dall'aumento della sostanza organica che va a costituire il *pabulum* batterico, sia dall'inibizione causata dalla formaldeide e da altri disinfettanti ad azione batteriostatica comunemente usati in piscicoltura (GHITTINO, 1985; WOO e BRUNO, 1999; AA.VV., 2003). Come già ricordato, a un minor carico corrispondono minore stress, meno malattie e minor uso di antibiotici e disinfettanti che inibiscono l'attività batterica e hanno conseguenze anche sui processi dell'autodepurazione naturale nel corso d'acqua a valle (MEYER e SCHNICK, 1989). Si ritiene che questo aspetto meriti ulteriori indagini anche in relazione alla possibilità di sostituire la formaldeide –tossica per l'uomo, per inalazione, ingestione e contatto con la pelle– con altri disinfettanti di minor tossicità ed impatto come, ad esempio, l'acqua ossigenata 130 vol., sperimentata con esito positivo presso l'Istituto Agrario in alternativa alla formaldeide per disinfettare le uova di trota.

I dati raccolti nel presente lavoro confermano quanto già rilevato nel 1988 per quel che concerne il basso impatto ambientale delle piscicoltura con le caratteristiche sopracitate. Riguardo l'IBE, si sono trovati in alcune circostanze valori inferiori (di poco) ai limiti posti dal protocollo. Ciò è avvenuto a valle degli impianti del Basso Chiese (1 prelievo su 5 con IBE = 7-8) e del Basso Brenta (2 prelievi su 6 con IBE = 7) e ciò in seguito a condizioni di eccezionale magra. Lo stesso si è trovato a monte degli impianti dell'Alto Brenta, Basso Brenta e Basso Sarca (in 1 prelievo su 3 in tutte e tre le stazioni), anche questi da ricondurre al motivo precedente; nel caso degli impianti del Brenta, occorre inoltre ricordare che sono alimentati da acqua di risorgiva, nella quale è normale osservare una minor presenza in taxa e il giudizio IBE può risultare problematico (GHETTI, 1997), per il minor tenore in ossigeno e la frequente sovrassaturazione in azoto (PONTALTI e BARUCHELLI, 2001). Da rilevare, di contro, il caso della trotilcoltura dell'Alto Sarca, dove il modesto apporto organico dell'impianto consente l'insediamento di qualche taxon detritivoro in più a valle, senza alterare sensibilmente il popolamento macrozoobentonico del torrente. Quanto sopra (arricchimento in taxa) si riscontra anche a valle della trotilcoltura dell'Alto Brenta, alimentata da acqua di sorgente.

Il caso delle due piscicoltura del Brenta merita una considerazione a parte. Entrambe sono alimentate da acqua di risorgiva che captano al 100% e hanno un lieve dislivello fra le vasche, ma quella dell'Alto Brenta, nonostante abbia un minor numero di ricambi/giorno e l'acqua contenga meno ossigeno in partenza, presenta a valle valori IBE migliori di quella del Basso Brenta. Si ritiene che la causa sia da ricercare nelle caratteristiche

fisiche degli alvei a valle, rettificato e con corrente veloce quello dell'emissario dell'impianto dell'Alto Brenta, naturale e con frequenti zone a corrente lenta l'altro. Quando l'alveo a valle è naturale, come nel caso dell'impianto del Basso Brenta, la maggior parte della sostanza organica tende a sedimentare vicino al punto della sua immissione nel corso d'acqua, nelle buche e nelle zone con minor velocità di corrente, dando il via ai fenomeni normalmente associati al suo accumulo (zone di anaerobiosi, liberazione di ammoniaca o di solfuri ecc.) con conseguenze negative anche sul benthos. In un alveo canalizzato come nel caso dell'impianto dell'Alto Brenta, nel quale la velocità della corrente –maggiore e costante– diluisce e disperde più rapidamente a valle la sostanza organica, si trovano, nonostante le condizioni di partenza peggiori, valori IBE migliori (il carico organico e il relativo impatto sono “esportati” più a valle).

È opinione condivisa che un corso d'acqua con alveo naturale, pur risentendo maggiormente dell'inquinamento nel tratto immediatamente a valle dello scarico, possa recuperare la I^a Classe di Qualità IBE in spazi inferiori rispetto a un corso d'acqua canalizzato: esperienze recenti riguardanti il lagunaggio (PONTALTI e VITTORI, 1999) confermano che maggiori sono le superfici e i tempi di contatto acqua-substrato, migliore è l'autodepurazione. Ma, negli impianti esaminati, è impossibile verificare questo fatto perché, poco più a valle delle piscicoltura, ci sono sempre altri corsi d'acqua –affluenti o recettori– e altri scarichi, cioè interferenze che non consentono di seguire, fino al completamento del processo, il recupero di qualità relativo all'impatto della sola piscicoltura. Perciò il giudizio, espresso sulla base di rilevamenti che possono essere fatti solo poco a valle degli scarichi, è da completare. Potrà essere integrato nel prosieguo della ricerca con considerazioni sulla naturalità dell'alveo, esprimibili ad esempio tramite l'Indice di Funzionalità Fluviale – IFF (SILIGARDI *et al.*, 2000). È necessario raccogliere ulteriori dati per arrivare a capire, sulla base di un'ampia casistica, come è opportuno correggere il giudizio di qualità sugli alvei non naturali (ad es. diminuendo di mezzo punto o un punto l'IBE, oppure integrando il valore dell'IBE con quello dell'IFF). Un lavoro simile è stato fatto in uno studio di impatto da polvere di marmo scaricata nei corsi d'acqua: l'impatto è contenuto nei tratti montani, ma diviene notevole quando il corso d'acqua, arrivato in pianura, rallenta il suo corso e la polvere di marmo può sedimentare sul substrato naturale (SANSONI *et al.*, 1983).

CONCLUSIONI

Una produzione di qualità ed un minor impatto ambientale oggi cominciano ad essere richiesti dal

mercato agli allevatori per la maggiore remunerazione.

Le principali analisi chimico-fisiche (temperatura dell'acqua, ossigeno disciolto, BOD₅, azoto nitroso, azoto ammoniacale e fosforo) associate all'applicazione del metodo IBE sui popolamenti di macroinvertebrati bentonici (ed eventualmente all'IFF sulle fasce riparie), effettuate ripetutamente per un periodo di tre anni a monte e a valle, si ritengono adatte per eviden-

ziare l'impatto ambientale delle piscicoltura, dove l'allevamento dei salmonidi viene fatto senza forzature.

Si ritiene positivo, negli impianti considerati, il fatto che il minor impatto ambientale dipenda, nella considerazione degli allevatori, oltre che dal timore della punizione di legge, dall'incentivo del premio di mercato, che riconosce una produzione di maggior pregio.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1980. *Carta ittica della Provincia di Trento*. Stazione Sperimentale Agraria Forestale di S.Michele all'Adige (TN).
- AA.VV., 1994. *Autodisciplina del settore ittico del Trentino per una produzione di qualità*. Associazione Trotilcoltori Trentini, 21 pp.
- AA.VV., 2003. *Trotilcoltura moderna*. A cura di G. Baruchelli, Monografie ESAT, 321 pp., Istituto Agrario di S.Michele all'Adige.
- DECRETO LEGISLATIVO 11 MAGGIO 1999, n. 152. Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane, e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.
- DIRETTIVA 91/67 CEE del Consiglio che stabilisce le norme di polizia sanitaria per la commercializzazione di animali e prodotti d'acquacoltura, recepita con DPR n.555 del 30 dicembre 1992, e successive modificazioni e integrazioni.
- DRUMMOND SEDGWICK S., 1996. *Allevamento della trota*. Edagricole, 176 pp.
- GHETTI P.F., 1997. *Indice Biotico Esteso. Manuale di applicazione*. Provincia Autonoma di Trento, 222 pp.
- GHITTINO P., 1983. *Tecnologia e patologia in acquacoltura. vol. 1, Tecnologia*. Ed. Bono, Torino, 532 pp.
- GHITTINO P., 1985. *Tecnologia e patologia in acquacoltura. vol. 2, Patologia*. Ed. Bono, Torino, 444 pp.
- LAGLER K.F., 1956. *Freshwater Fishery Biology*. WMC Brown Company publishers, 421 pp.
- MEYER F.P., SCHNICK R.A., 1989. A review of chemicals used for the control of fish diseases. *Aquatic Sciences* **1**: 693-710.
- PONTALTI L., BARUCHELLI G., 1988. *Impatto ambientale e qualità delle acque utilizzate dalle trotilcolture trentine*. Esperienze e Ricerche, vol. XVII, Stazione Sperimentale Agraria Forestale di S.Michele all'Adige (TN), 159-186 + tav.
- PONTALTI L., VITTORI A., 1996. Know-how dell'impianto pilota in rapporto alla produzione di salmonidi. *Atti del VI° Convegno nazionale AIHAD*, Varese Ligure 6-8 giugno 1996, 295-305.
- PONTALTI L., VITTORI A., 1999. Miglioramento della qualità di un corso d'acqua del Trentino mediante lagunaggio. *Quaderni ETP*, **28**: 49-58.
- PONTALTI L., BARUCHELLI G., 2001. Malattia da gas nelle piscicoltura del Trentino. *Rivista Italiana di Acquacoltura* **36**: 87-109.
- SANSONI G., 1988. *Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Provincia Autonoma di Trento, 190 pp.
- SANSONI G., SACCHETTI P., BARABOTTI P.L., 1983. *Corsi d'acqua del litorale apuano. Effetti inquinanti della polvere di marmo*. Comunità Montana delle Apuane, Massa, 1983, 95 pp.
- SILIGARDI M., BERNABEI S., CAPPELLETTI C., CHIERICI E., CIUTTI F., EGADDI F., FRANCESCHINI A., MAIOLINI B., MANCINI L., MINCIARDI M.R., MONAUNI C., ROSSI G., SANSONI G., SPAGGIARI R., ZANETTI M., 2000. *I.F.F. - Indice di Funzionalità Fluviale*. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Roma, 222 pp.
- WOO P.T.K., BRUNO D.W., 1999. *Fish Diseases and Disorders. Volume 3: Viral, Bacterial and Fungal Infections*. CABI Publishing, 874 pp.