

INTERVENTO DI RIPRISTINO DEGLI EQUILIBRI ECOLOGICI DEI LAGHI DI AVIGLIANA.

Progetto N. 48 del Programma Provinciale di Interventi Ambientali dell'Asse Strategico 2 - Popolazione, risorse naturali e agricole: sostenibilità dei modelli insediativi e di uso del territorio.

Risultati di un anno di sperimentazione.

Responsabile scientifico:

Dott. Benedetto Sicuro

Ricercatore presso la Facoltà di Medicina Veterinaria Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia.

Con la collaborazione di:

Dott.ssa Elsa Panini

Facoltà di Medicina Veterinaria Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia.

SCHEDA DI INTERVENTO

TITOLO	Intervento di ripristino degli equilibri ecologici dei laghi di Avigliana.
LOCALIZZAZIONE	Parco Naturale dei Laghi di Avigliana.
SOGGETTO ATTUATORE	Parco Naturale dei Laghi di Avigliana, Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università di Torino
DIRETTRICE PRIORITA' PROVINCIALE CODICE OBIETTIVO A 21	Riduzione degli inquinamenti – Difesa della Natura
TIPOLOGIA	Ricerche e studi
IMPORTO A FINANZIAMENTO	€ 130.664
ALTRE FONTI DI FINANZIAMENTO	€ 7.746 Risorse del Parco Naturale dei Laghi di Avigliana. € 23.240 da Settore Parchi della Regione Piemonte.
DESCRIZIONE	L'azione si propone di applicare sistemi innovativi di biorisanamento basati sull'utilizzo di molluschi bivalvi autoctoni, applicati con successo a livello internazionale (Raleigh – North Caroline). Le metodologie con cui si intende intervenire sono moderne tecnologiche non invasive per l'ambiente (<i>environmental friendly</i>) in quanto riguardano l'utilizzo di molluschi bivalvi normalmente presenti nelle acque del lago e l'ossigenazione negli strati profondi. I molluschi bivalvi sono organismi biofiltratori naturali, la loro azione filtrante sarà aumentata dall'utilizzo di tecniche tipiche della molluschicoltura marina, che ne aumenteranno l'efficienza di filtrazione.
OBIETTIVI/RISULTATI ATTESI (BENEFICI AMBIENTALI)	L'obiettivo di questo intervento è quello di ripristinare l'equilibrio ecologico del Lago di Avigliana compromesso dall'inquinamento di origine antropica. I risultati, dopo 2 anni di intervento, secondo quanto attuato negli Stati Uniti, potrebbero essere: - un progressivo miglioramento delle caratteristiche chimiche delle acque, in particolare un abbattimento dei nutrienti; - un aumento della biodiversità dell'ecosistema acquatico.
DATA INIZIO PROGETTAZIONE	Aprile 2002
DATA INIZIO ESECUZIONE	1 aprile 2003
DATA CONCLUSIONE INTERVENTO	31 marzo 2005

CONTENUTI:

- La bioremediazione nei Laghi di Avigliana
- Le specie impiegate
- Realizzazione della sperimentazione
 - Raccolta dei molluschi
 - Allestimento delle gabbie per l'allevamento
 - Densità di allevamento e biomassa iniziale
 - Predisposizione dei siti di allevamento
 - Attività in campo: monitoraggio dei bivalvi allevati
- Pianificazione ed attuazione delle fasi del progetto
- Risultati e prospettive per il futuro
- Bibliografia
- I partners del progetto

Utilizzare il menu laterale per la consultazione rapida del documento.

La bioremediazione nei Laghi di Avigliana

Il progetto “Intervento di Ripristino degli Equilibri Ecologici dei Laghi di Avigliana” ha la finalità primaria di minimizzare nei laghi di Avigliana l'eutrofizzazione. Tra i diversi metodi possibili per raggiungere tale obiettivo, si è deciso di utilizzarne uno che sfrutta la naturale attività di filtrazione di molluschi bivalvi che vivono sulle sponde del lago. L'idea è nata nel 2002 e la sua attuazione si è concretizzata grazie alla collaborazione tra il **Parco Naturale dei Laghi di Avigliana** e il **Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia della Facoltà di Medicina Veterinaria di Torino**. Il progetto, che ha la durata di due anni, è stato finanziato dalla Provincia di Torino, nell'ambito del **Programma Provinciale di Interventi Ambientali dell'Asse Strategico 2 - Popolazione, risorse naturali e agricole: sostenibilità dei modelli insediativi e di uso del territorio (Agenda 21)**.



L'obiettivo principale dei primi sei mesi di questo progetto di ricerca, è individuare un sistema di allevamento che assicuri la sopravvivenza ai bivalvi allevati e al tempo stesso un'intensa attività di filtrazione; per questa ragione è impiegata una tecnica di allevamento ampiamente utilizzata in mare.

La capacità di filtrazione e bioremediazione dei molluschi bivalvi è stata largamente dimostrata per i bivalvi marini tradizionalmente allevati per il consumo umano (Smaal, 1991). Un esempio chiaro in Italia è la presenza di allevamenti di bivalvi nella Sacca di Goro. Il progetto è un intervento di “bioremediazione” (o “biomanipolazione”), volto a risolvere i problemi legati all'inquinamento sfruttando determinate proprietà degli organismi presenti nell'ambiente. Allevando grandi

quantità di bivalvi in acque salmastre, un analogo progetto di bioremediazione realizzato in North Carolina ha consentito di ripristinare la balneabilità e la pesca in una baia (Wilson Bay) le cui condizioni ecologiche erano fortemente compromesse (<http://www.cvm.ncsu.edu/wb/bivalves.html>).

L'effetto della presenza dei bivalvi sul miglioramento delle condizioni eutrofiche dei laghi sarà evidenziabile a medio - lungo termine. Per questa ragione, parallelamente a quello di bioremediazione, è previsto un intervento di tipo idraulico che consiste nel prelievo di acqua dagli stati profondi del lago (ipolimnio) (Straškraba, 1996; Ravera 2001), nel quale la percentuale di ortofosfati raggiunge le concentrazioni più alte (Defilippi et al. 2001).

Verificato nella prima fase di questo progetto che le metodologie di allevamento in acque marine si possono applicare a specie di acqua dolce, l'obiettivo futuro è confermare i risultati preliminari con prove di allevamento della durata di almeno 12 mesi.

Le specie impiegate

Per le prove di allevamento nei laghi di Avigliana sono utilizzate due specie di bivalvi autoctoni, *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758) e *Unio mancus* (Lamarck, 1819). Esse appartengono a due sottofamiglie distinte come segue (Vedi figure):

Anodonta anatina

Classe: Bivalvia

Sottoclasse: Palaeoheterodonta

Ordine: Unionoida

Superfamiglia: Unionoidea

Famiglia: Unionidae

Sottofamiglia: **Anodontinae**

Immagine: esemplare adulto della specie *Anodonta anatina*.



Unio mancus

Classe: Bivalvia

Sottoclasse: Palaeoheterodonta

Ordine: Unionoida

Superfamiglia: Unionoidea

Famiglia: Unionidae

Sottofamiglia: **Unioninae**

Immagine: Due esemplari adulti della specie *Unio mancus*.



Tale classificazione è stata proposta in seguito a diverse revisioni sistematiche nella recente Checklist delle Specie della Fauna Italiana (Minelli et al., 1995) e da Nagel (1999). Nell'ambito del genere *Unio* è stata osservata variabilità morfologica delle valve sia nel profilo, sia nell'altezza e nell'aspetto dell'umbone (collaborazione con il Museo di Scienze Naturali di Torino). Tuttavia allo stato attuale non vi è evidenza della presenza di specie alloctone.

A. anatina e *U. mancus* sono due specie di bivalvi ad elevata attività di filtrazione; gli Unionidi utilizzano per la respirazione più del 90% dell'energia ricavata dall'alimentazione, attraverso la quale mineralizzano una grande quantità di particolato sospeso (Ravera & Sprocati 1997). Pertanto il loro contributo alla riduzione del fenomeno dell'eutrofizzazione nei laghi di Avigliana potrebbe giocare un ruolo cruciale.

La famiglia degli Unionidae costituisce una parte importante della biomassa dei fondali di fiumi e laghi; è stato calcolato che nel fiume Tamigi essa rappresenta il 90% del benthos (Negus, 1966). La specie *A. anatina* può arrivare fino a 15,5 cm di lunghezza, mentre la specie *U. mancus* raggiunge dimensioni più ridotte (9,9 cm) (Negus 1966). La prima specie vive su fondali molli, di sabbia o fango dove l'acqua scorre lentamente (ambiente lentic), mentre la seconda si trova anche su terreni ghiaiosi e in acque dove la corrente è più intensa (ambiente lotico). Essendo privi di sifoni, gli Unionidi hanno la parte posteriore della conchiglia affiorante dal substrato, per permettere all'acqua di circolare attraverso l'apertura inalante ed esalante (Vaughn & Hakenkamp 2001). Gli Unionidi si nutrono di fitoplancton, filtrando in media $7,2 \text{ l ind}^{-1} \text{ giorno}^{-1}$ di acqua (Stanczykowska et al., 1976).

Molte specie di bivalvi appartenenti a questa famiglia sono gonocoriche (i sessi sono separati): i maschi emettono nell'acqua gli spermatozoi, che raggiungono la femmina e fecondano gli ovuli internamente. Gli embrioni si sviluppano in larve (dette "glochidi") nella camera esterna delle branchie della femmina. I glochidi, successivamente, passano attraverso uno stadio di parassitismo (2 – 3 settimane) sulle pinne (*A. anatina*) o sulle branchie (*U. mancus*) dei pesci, durante il quale vanno incontro a metamorfosi, passando allo stadio giovanile. La specie *A. anatina*, ha un periodo di incubazione nelle camere branchiali che si estende dalla fine dell'estate alla primavera successiva, mentre la specie *U. mancus*, per la quale il periodo riproduttivo ha inizio nel mese di aprile, il rilascio dei glochidi ha luogo a metà agosto.

Realizzazione della sperimentazione

Raccolta dei molluschi.

La fase iniziale del progetto ha previsto la cattura dei bivalvi, che ha avuto luogo durante i primi mesi di lavoro del 2003 (aprile – giugno). Al fine di individuare le zone più adatte e a densità di popolazione maggiore sono effettuati dei sopralluoghi prima di iniziare la cattura. Il prelievo dei molluschi nel canale Naviglia e nel lago Grande è effettuato da una piccola imbarcazione a remi utilizzando retini per avannotti di forma quadrata e rastrelli particolari di forma tetraedrica costruiti appositamente per facilitare la penetrazione nel limo dove sono infossati i bivalvi (Fig. a sinistra). Nel lago Piccolo molti esemplari sono catturati con le mani ad una profondità di 30-70 cm,



mentre quelli a profondità maggiore (< 2 m) sono raccolti per mezzo di una particolare pinza con un braccio di 160 cm (Fig. a destra).

Allestimento delle gabbie per l'allevamento.

Le modalità di allevamento dei bivalvi sono differenti a seconda della specie, dipendendo dalle dimensioni medie degli esemplari, dal comportamento alimentare e dall'habitat naturale (Spencer 2002). Sebbene il loro habitat naturale sia il limo (Boycott 1936), si è prescelto il sistema di allevamento a strati utilizzato in ostricoltura (Spencer 2002): nella prima fase sperimentale sono state progettate venti gabbie ognuna delle quali è composta da una serie di vassoi di materiale plastico (simili a quelle utilizzate nel settore ortofrutticolo) sovrapposti l'uno sull'altro e tenuti insieme da una struttura di ferro.

Densità di allevamento e biomassa iniziale.

Un fattore determinante in tutte le forme di acquacoltura è la densità degli animali allevati, ossia la biomassa presente in un dato volume di acqua. Al fine di stabilire quali sono le condizioni ottimali per l'allevamento dei bivalvi sono allestite rispettivamente una serie di prove a bassa densità e ad alta densità facendo riferimento a quelle raggiunte nell'allevamento dell'ostrica in mare al raggiungimento della taglia commerciale (Spencer 2002). Le sperimentazioni hanno avuto inizio tra maggio e giugno 2003.

Predisposizione dei siti di allevamento.

La prima fase del presente studio consiste nell'individuare un efficiente metodo di allevamento per *A. anatina* e *U. mancus*. I monitoraggi periodici effettuati dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (A.R.P.A.) di Ivrea (Defilippi et al. 2001) hanno evidenziato che, nello strato epilimnico (5-6 m), il lago è iperossigenato solo nel periodo estivo, mentre nell'ipolimnio (da 5-6 m fino al fondo) è in condizioni di anossia



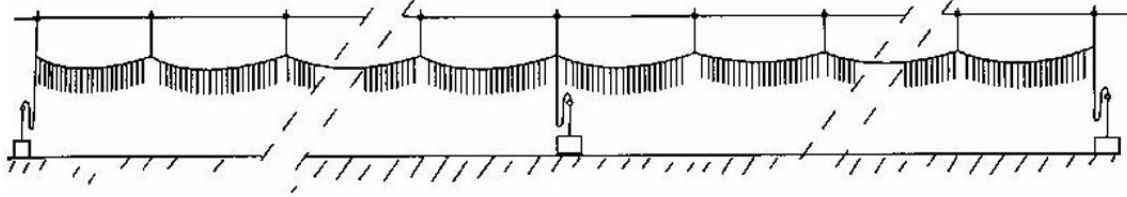
durante tutto l'anno; il rimescolamento invernale consente solo una parziale ossigenazione delle acque. Pertanto, sebbene sia nota la capacità di alcune specie di Unionidi di adattarsi a periodi di parziale carenza di ossigeno (Massabuau et al. 1991), le gabbie sono sistemate nello strato epilimnico.

Nei primi 6 mesi di studio, le stazioni di allevamento sono predisposte in due punti del lago Grande (Fig. a destra):



- Stazione 1: Davanti alla sede del Parco Naturale dei Laghi di Avigliana;
- Stazione 2: Grignetto;

La sospensione delle gabbie è realizzata sulla base di uno dei modelli utilizzati nell'allevamento dell'ostrica (Spencer 2002) e del sistema a front-line impiegato per la mitilicoltura (Cataudella e Carrada, 2000) (Fig. sottostante).



Attività di campo: Monitoraggio dei bivalvi allevati.



Al momento del controllo, le gabbie, sospese in acqua per mezzo di boe galleggianti, sono portate in superficie a mano; sono quindi agganciate ad un argano che le solleva completamente dall'acqua per appoggiarle sulla barca (Fig. a sinistra). L'argano, dotato di un



braccio mobile, è stato costruito su misura della barca per sollevare le gabbie contenenti i molluschi. La frequenza dei monitoraggi sui bivalvi allevati nelle gabbie è settimanale: all'inizio della sperimentazione, infatti, si è scelto di controllare molto frequentemente le condizioni dei bivalvi, per seguire più attentamente il loro adattamento al sistema di allevamento.

Pianificazione ed attuazione delle fasi del progetto

La fase sperimentale del progetto di bioremediation mediante i molluschi bivalvi d'acqua dolce nel lago grande di Avigliana ha avuto inizio nel mese di aprile 2003 (Fig. sottostante). La maggior parte del lavoro per la raccolta dei molluschi è stata completata.

		2003												2004												2005		
		A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M			
Raccolta molluschi		■	■	■	■	■	■	■	■					■	■	■												
Costruzione gabbie		■	■	■	■																							
Allestimento sito allevamento																												
Controllo sopravvivenza	St. 1		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
	St. 2			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
	St. 3				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
	St. 4					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
	St. 5						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
Studi biologia riproduttiva	<i>A. anatina</i>																				■	■	■	■	■			
	<i>U. mancus</i>																				■	■	■	■	■			

LEGENDA: ■ realizzato ■ da realizzare St.1,2,3,4,5: stazioni di rilevamento

La raccolta dei molluschi è sospesa durante i mesi invernali per le condizioni meteorologiche e per la mancanza di luce sufficiente per distinguere i bivalvi sui fondali. La fase di progettazione e costruzione delle gabbie si è collocata temporalmente tra maggio e luglio 2003 ed è stata ultimata.

Attualmente sono in corso i monitoraggi periodici della sopravvivenza dei bivalvi allevati in due stazioni (1 e 2); nei mesi successivi è previsto l'allestimento di altre stazioni di allevamento. In futuro inoltre è prevista una fase di studio della biologia riproduttiva di entrambe le specie, che sarà effettuata nei rispettivi periodi di incubazione dei glochidi nelle branchie.

Risultati e prospettive per il futuro

La parte biologica del progetto, ossia l'allevamento dei bivalvi, è stata l'obiettivo della prima parte del progetto di ricerca. Essa è iniziata regolarmente e, dopo sei mesi di lavoro, ha fornito i primi risultati incoraggianti. Per questo progetto di – all'allevamento di molluschi bivalvi d'acqua dolce presenti nei laghi di Avigliana.

Il passo successivo sarà stabilire l'effetto dei diversi fattori ambientali sulle condizioni dei bivalvi, realizzando più gruppi di repliche e seguendo l'andamento dei risultati per un periodo di almeno 12 mesi. La risposta alle condizioni di allevamento sarà correlata alle caratteristiche chimico-fisiche delle acque, per poter quindi individuare quali sono le migliori condizioni di allevamento all'interno del lago stesso. Le analisi del plancton (fitoplancton e zooplancton) saranno altresì funzionali alle prove di allevamento.

L'intervento di biorimediazione del lago di Avigliana è un intervento di tipo integrato che consta di due fasi fondamentali: il prelievo delle acque ricche di nutrienti dagli strati profondi del lago e la fissazione di fosforo da parte dei molluschi bivalvi. L'azione di tipo idraulico, che non ha ancora avuto inizio, potrà dare un effetto a breve termine, mentre l'azione dei bivalvi sarà apprezzabile nel medio – lungo termine; complessivamente si dovranno attendere alcuni anni per vedere i primi effetti. L'esperienza analoga condotta in North Carolina, da cui è nata l'ispirazione di questo progetto, ha necessitato di alcuni anni prima di vedere un effetto tangibile, sebbene le condizioni di partenza fossero più compromesse di quelle del lago di Avigliana.

L'ottenimento di risultati al termine della sperimentazione permetterebbe di riqualificare aree ecologicamente degradate come quella dei Laghi di Avigliana.

Bibliografia

- Boycott A.E. 1936. The habitats of fresh-water mollusca in Britain. *J. Anim. Ecol.* 5: 116-186.
- Defilippi A., Di Natale F., Rolando C. & Tartaglino L. 2001 Caratteristiche chimico-fisiche, morfologiche e limnologiche del Lago Grande di Avigliana. Relazione di accompagnamento alla richiesta di deroga ai valori limite del pH (art. 9 DPR 470/82). A.R.P.A., Ivrea (TO), pp 32.
- Massabuau J.C., Burtin B. & Wheathly M. 1991. How is O₂ consumption maintained independent of ambient oxygen in mussel *Anodonta cygnea*? *Respir. Physiol.* 83: 103-114.
- Negus C.L. 1966. A quantitative study of growth and production of Unionid mussels in the River Thames at Reading. *J. Anim. Ecol.* 35: 513-532.
- Ravera O. 2001. L'eutrofizzazione degli ambienti d'acqua dolce, salmastri e marini. Pitagora Editrice, Bologna.

- Ravera O. & Sprocati A.R. 1997. Population dynamics, production, assimilation and respiration of two freshwater mussels: *Unio mancus*, Zhadin and *Anodonta cygnea* Lam. *Mem. Ist. ital. Idrobiol.* 56: 113-130.
- Spencer B.E. 2002. Molluscan Shellfish Farming. Blackwell Science, Oxford, UK.
- Vaughn C.C. & Hakenkamp C.C. 2001. The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. *Freshwat. Biol.* 46: 1431-1446.

Risultati pubblicati sull'argomento

- Panini E., Sicuro B., Forneris G. (2004). Réponse à l'élevage de deux espèces de bivalves d'eau douce à différentes températures et densités dans un lac eutrophe. *47° Congresso A.F.L. - Associazione Francese di Limnologia*. Atti del Congresso, Besançon (Francia), 5-8 luglio 2004, 14.
- Dore B., Sicuro B., Prunotto M., Panini E., Olmo S. (2003). Freshwater mussel bioremediation in Avigliana Lakes (Italy): preliminary results. *CICTA 2003. 5th Iberian and 2nd Iberoamerican Congress on environmental contamination and toxicology*. Atti del Congresso, Porto (Portogallo), 22-24 Settembre 2003, 315.
- Dore B., Prunotto M., Donna D., Versace A., Olmo S., Pattono P., Sicuro B. (2003). *Unio pictorum mancus* (Mollusca, Bivalvia) as fresh water bioremediator. An histochemical study of the annual cycle of activity. *27th Annual Symposium 2003 Microscopical Society of Ireland*. Atti del Congresso, Cork (Irlanda), 10-12 settembre 2003.

I partners del Progetto

Università di Torino

Facoltà di Medicina Veterinaria

Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia

Facoltà di Biologia

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo

Parco Naturale dei Laghi di Avigliana

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (Ivrea)

Laboratorio di Ittiopatologia

Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta

Studio Idrobiologico Lombardo

Per informazioni dettagliate sui seguenti argomenti:

Analisi chimico-fisiche sulle acque.

Analisi chimiche sui bivalvi.

Analisi della composizione fito e zooplanctonica.

Per avere a disposizione materiale bibliografico.

Per approfondimenti sui risultati presentati.

Contattare:

Dott. Sicuro: benedetto.sicuro@unito.it

Dott.ssa Panini: elsa.panini@unito.it