

Il progetto marmorata



**Ente Tutela Pesca**

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

# Il recupero della trota marmorata nel Friuli Venezia Giulia.

Sintesi di 10 anni di studi e ricerche

Mario Specchi  
Silvia Battistella  
Gianni Angelo Amirante  
Gian Maria Sigalotti  
Emilio Tibaldi  
Elisabetta Pizzul



Editore

**Ente Tutela Pesca**

del Friuli Venezia Giulia

Supplemento a

**Notiziario ETP** - Istituito con L.R. n° 19 del 12/05/71

Autorizz. del Tribunale di Udine n° 335 del 31/05/74

Direzione e redazione

Laboratorio Regionale di Idrobiologia

“Paolo Solimbergo” - Ariis di Rivignano (UD)

Amministrazione

via Colugna, 3 - 33100 Udine

Tel. (centralino): 0432 551211

Fax: 0432 482474

e-mail: [etp@regione.fvg.it](mailto:etp@regione.fvg.it)

[www.entetutelapesca.it](http://www.entetutelapesca.it)

Progetto grafico e impaginazione

**Franco Vicario**

Illustrazioni dei pesci

**Andrea Toselli**

Foto

**Officine Fotografiche Friulane** Copertina-22-25-26-28-29-37-51-58-59

**Francesco Nonis-Marzano** 6

**Paolo Massida** 7

**Ivano Confortini** 8-10

**Antonio Sabbadini** 12

**Lorenzo Betti** 23

Le altre immagini provengono dall'Archivio Fotografico dell'Ente Tutela Pesca  
coordinato da **Paolo Cè**

Stampa

**Grafiche Manzanesi**

Manzano (UD)

Prima edizione - maggio 2004

Seconda edizione - novembre 2006

Novembre 2010 - Ristampa realizzata con il contributo del Programma regionale InFEA 2010 

Copyright® Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia

Diritti riservati - Riproduzione vietata

Diffusione gratuita a fini didattico-divulgativi



*L'estate 2003 sarà sicuramente ricordata per le alte temperature, le scarse precipitazioni e la disastrosa conseguente crisi idrica capace di mettere in ginocchio tutti i delicati ecosistemi acquatici del Friuli Venezia Giulia, regione notoriamente umida e piovosa.*

*Nessuno, però, si sarebbe aspettato quanto è accaduto la sera del 29 agosto. A Udine soffiava un vento caldo e umido; le mani parevano quasi sporche da chissà*

*cosa, tanto erano appiccicose. Intanto, su, nelle vallate scavate nel corso di millenni da rii e torrenti, accadeva il finimondo. In poche ore il territorio compreso tra la Val Aupa e la Val Canale-Canal del Ferro veniva letteralmente devastato dalle frane e dagli smottamenti causati da un breve, quanto intenso, diluvio. Dalla distruzione causata dall'improvvisa e contemporanea ondata di piena di tutti i corsi d'acqua non si è salvato nulla, neppure il grande impianto di allevamento della trota marmorata dell'Ente Tutela Pesca, sconvolto dal fango e dalle ghiaie portate giù dal vicino rio Forcje. Appena poche ore ed il lavoro di molti anni è andato distrutto. Non mi riferisco tanto alle strutture, che pure hanno subito danni pesanti, quanto alla perdita quasi completa di quel prezioso patrimonio rappresentato dai lotti selezionati di trota marmorata: circa 74.000 pezzi e fra questi oltre 6.000 riproduttori. Nelle vasche si sono riversate tonnellate di inerti, anche di grosse dimensioni, che nella corsa verso l'alveo dell'Aupa hanno travolto ogni cosa.*

*Le reti ombreggianti ed i loro sostegni metallici sono stati letteralmente strappati via e, dove hanno resistito, si sono accumulati i resti di piante sradicate chissà dove.*



**L'impianto ittico di Moggio Udinese la mattina del 30 agosto 2003**



2

*Davanti agli occhi dei primi arrivati, la mattina del 30, è apparsa una scena desolante: un deserto di ghiaia copriva ogni cosa. Anche nel capannone-avantergia era a soqquadro; ovunque fango ed in mezzo, assieme agli operai dell'Ente, i primi volontari: pescatori appassionati accorsi spontaneamente appena appresa la notizia dai media.*

*È stato soltanto l'inizio di una grande dimostrazione di altruismo. Nei giorni successivi e per quasi due mesi, nonostante la mancanza di collegamenti, decine di pescatori provenienti da tutto il territorio regionale, hanno lavorato a spron battuto riportando, a tempo di record, l'impianto in grado di funzionare. Gli altri impianti di Amaro e Forni di Sotto, hanno fornito il materiale di base per ricostituire il parco riproduttori. Vincente è risultata la scelta di diversificare le produzioni legate al "progetto marmorata" su tre impianti evitando così l'azzeramento del progetto stesso che è sì ridimensionato ma non compromesso.*

*L'occasione del disastro si è anche trasformata in un momento d'incontro fra coloro che, a vario titolo, hanno partecipato alla realizzazione del programma di salvaguardia e tutela del prezioso salmonide.*

*Ricercatori, studiosi, amministratori, si sono trovati concordi nel fare un bilancio, nel riassumere quanto in oltre dieci anni è stato realizzato nell'ambito del "progetto marmorata". Un progetto ambizioso ed impegnativo che tramite una corretta impostazione ha consentito di ottenere in pochi anni risultati insperati.*

*È nata così la presente pubblicazione che ha pure lo scopo di divulgare, anche alla vasta platea dei pescatori sportivi, i risultati a cui si è giunti cercando quella condivisione al progetto senza la quale è impossibile arrivare alla meta finale: il consolidamento in fiume della specie.*

*Ancora oggi infatti, nonostante i successi ottenuti negli impianti, la situazione complessiva nelle acque libere rimane molto eterogenea, determinata sicuramente dal decadimento ambientale ma anche influenzata da "resistenze" che impediscono l'ottimale attivazione dei programmi decisi.*

*La consapevolezza che la trota marmorata, minacciata nella sua esistenza ed integrità, è una delle trote indigene italiane, autentico simbolo della biodiversità, non può che farci condividere, senza dubbi ed ipocrisie, forti limitazioni nelle catture e nella difesa dei siti più idonei al suo sviluppo.*

*Appaiono quanto mai deleterie eventuali modifiche gestionali in quei contesti in cui si stanno attuando i programmi di recupero, i cui successi o fallimenti vanno misurati non dopo anni ma decenni, ponendo fine a "febrili" richieste di risultati immediati che tanto disturbano chi è seriamente e concretamente impegnato nel progetto.*

*Indispensabile invece una costante e seria verifica in ossequio al piano di reintroduzione della specie da tempo approvato dall'Ente Tutela Pesca con l'indicazione delle principali aste fluviali a ciò riservate.*

*Un doveroso ringraziamento a quanti, e sono tanti, in tutti questi anni con passione e dedizione si sono impegnati nella realizzazione ed attuazione del "progetto marmorata". Una raccomandazione al mondo della pesca sportiva affinché comprenda l'importanza dell'iniziativa ed aiuti l'Ente in questo sforzo.*

**Ezio Fain**

Presidente dell'Ente Tutela Pesca  
del Friuli Venezia Giulia



# **Il recupero della trota marmorata nel Friuli Venezia Giulia.**

## **Sintesi di 10 anni di studi e ricerche**

<b>Mario Specchi</b>	<b>Le specie - Le trote italiane</b>	<b>pag . 1</b>
<b>Silvia Battistella</b>	<b>La selezione e le indagini genetiche</b>	<b>pag. 13</b>
<b>Gianni Angelo Amirante</b>	<b>Concetto di specie. Genetica di popolazione di trote</b>	<b>pag. 17</b>
<b>Gian Maria Sigalotti</b>	<b>L'allevamento - La produzione di trota marmorata</b>	<b>pag. 21</b>
<b>Emilio Tibaldi</b>	<b>Alimentazione</b>	<b>pag. 31</b>
<b>Elisabetta Pizzul</b>	<b>Distribuzione di <i>salmo [trutta] marmoratus</i> in Friuli Venezia Giulia</b>	<b>pag. 35</b>
	<b>Glossario</b>	<b>pag. 51</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>pag. 53</b>

## Le specie

Mario Specchi

Dipartimento di Biologia - Università di Trieste

## Le trote italiane

I fiumi italiani sono popolati da numerose trote riconducibili ai seguenti taxa <sup>(1)</sup>: *Salmo [trutta] trutta* (trota fario), *Salmo[trutta] marmoratus* (trota marmorata), *Salmo [trutta] macrostigma* (trota sarda), *Salmo carpio* (carpione del Garda), *Salmo fibrenii* (carpione del Fibreno), *Oncorhynchus mykiss* (trota iridea).

Una caratteristica morfologica che accomuna tutte queste trote è la forma slanciata del corpo leggermente compresso lateralmente, la bocca e l'occhio generalmente grandi, la linea laterale rettilinea, la seconda pinna dorsale adiposa. Quasi tutte le trote che vivono nelle acque italiane presentano puntinature di colore variabile (nero, rosso, arancione) sul dorso e sui fianchi; il ventre è bianco-giallastro. Nell'ambito di queste caratteristiche generali vi è una grande se non enorme variabilità tra *taxa* diversi e nell'ambito di uno stesso *taxon*. Per esempio nella trota fario autoctona, recentemente riconosciuta come entità caratteristica dei fiumi appenninici e di destra Po, il numero e la posizione delle puntinature rosse e nere è molto variabile anche nell'ambito di una stessa popolazione. Anche la trota marmorata presenta una straordinaria variabilità (indipendente da possibili ibridazioni con la fario) delle caratteristiche della livrea. Questa variabilità può essere di origine genetica ma anche l'ambiente (luminosità, trasparenza, temperatura, tipo di alimentazione, ecc.) può avere un ruolo decisivo.

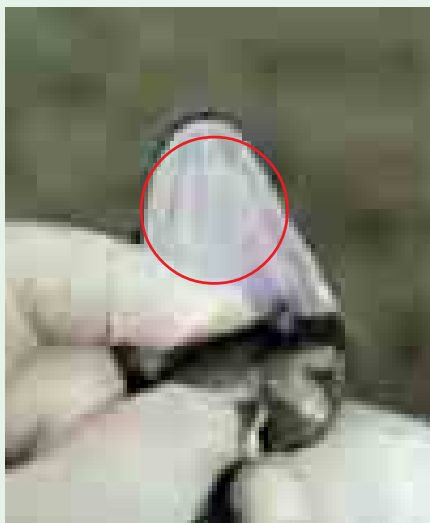
(indipendente da possibili ibridazioni con la fario) delle caratteristiche della livrea. Questa variabilità può essere di origine genetica ma anche l'ambiente (luminosità, trasparenza, temperatura, tipo di alimentazione, ecc.) può avere un ruolo decisivo.

**Trota fario**

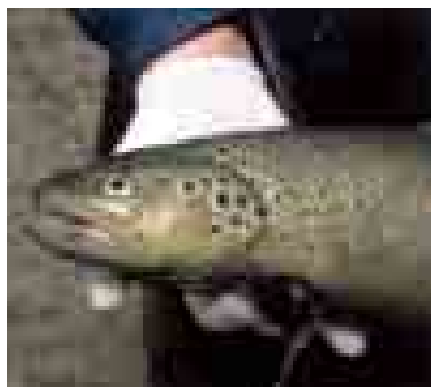
I *taxa* riconducibili a *Salmo [trutta] trutta*, di origine atlantica, hanno livrea di colore molto variabile con puntinature rosse o rosso arancione (con o senza aloni chiari) e nero sul dorso e sui fianchi. Esistono forme locali con sole macchie rosse (nei fiumi ampi e nei laghi si possono rinvenire tonalità argentee con sole macchiette nere). Vertebre 57-60, i denti dello stelo del vomere (particolare nella foto 4) sono disposti in due file. Ha dimensioni massime limitate (in Italia massimo attorno ai 50 cm) che raggiunge nei corsi d'acqua più ricchi di nutrimento mentre nei ruscelli di montagna, con acque molto fredde, raggiunge al massimo la lunghezza di 25-30 cm.



3



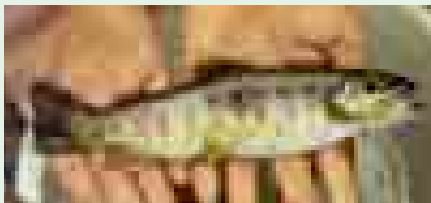
4



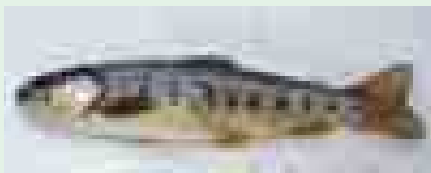
5

<sup>(1)</sup> È stato usato il termine generico di *taxon* (plur. *taxa*) perché le trote italiane da un punto di vista sistematico possono essere "buone specie" come il Carpione del Garda (*Salmo carpio*) oppure emispesie come la trota marmorata, la trota sarda, la trota fario (*Salmo [trutta] marmoratus*, *Salmo [trutta] macrostigma* e *Salmo [trutta] trutta*) che sono considerate emispesie della superspecie *Salmo trutta*.

## Le specie



6 **Trota fario autoctona**



7 **Trota sarda**

### **Trota fario autoctona**

*Salmo [trutta] trutta*, la trota fario autoctona è simile alla fario atlantica ma con caratteristiche morfologiche (fitta puntinatura rossa, distribuzione della puntinatura rossa e nera sul dorso e sui fianchi, presenza di macchie *parr* anche allo stadio adulto, ecc.) e genetiche nettamente distinguibili.

### **Trota sarda**

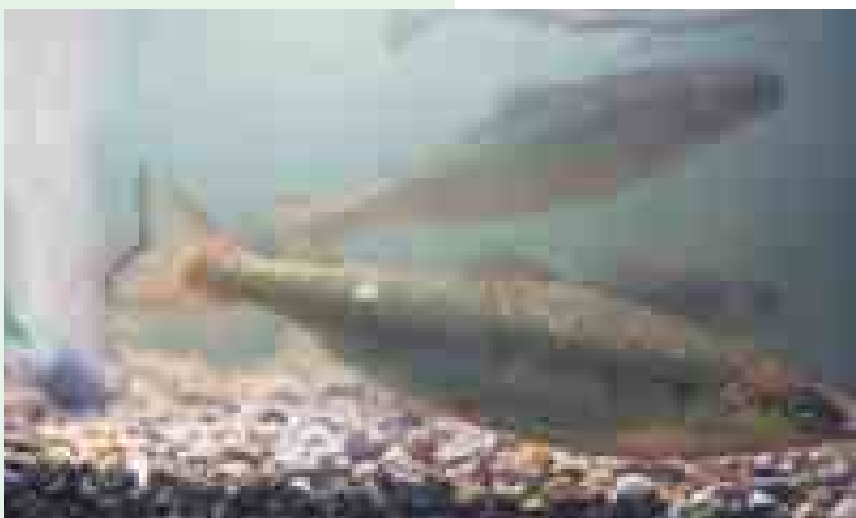
*Salmo [trutta] macrostigma*. Presenta affinità morfologiche e genetiche con la trota fario autoctona tanto che le popolazioni di trote di ceppo mediterraneo possono essere considerate popolazioni di trota macrostigma.

### **Trota marmorata**

*Salmo [trutta] marmoratus*. Di questa forma si dirà in particolare nei capitoli seguenti.

### **Carpione del Garda**

*Salmo carpio*. È una specie endemica (esclusiva) del lago di Garda. Ha l'aspetto complessivo di una trota ma il corpo è più tozzo per un certo rigonfiamento ventrale e il capo è più piccolo. La pinna caudale è fortemente incisa e le pinne pettorali sono inserite in posizione piuttosto avanzata. Livrea grigia con puntinature nere a forma di X concentrate generalmente sopra la linea laterale; macchie nere presenti anche sull'opercolo e preopercolo; ventre biancastro. Le differenze con le trote propriamente dette sono anche di ordine biologico (periodo riproduttivo, dieta costituita generalmente da plancton, ecc.) e in particolare è bene accertata l'esistenza di efficienti barriere riproduttive che ne impediscono l'ibridazione con la trota fario e con la marmorata ed in particolare con i loro ecotipi lacustri che con il carpione vivono in totale simpatria.



8 **Carpione del Garda**

### **Carpione del Fibreno**

*Salmo fibrenii*. La specie, la cui posizione sistematica è ancora discussa è endemica del lago di Posta-Fibreno (bacino del Liri - Garigliano in provincia di Frosinone) (Gandolfi e Zerunian 1987). Si presenta come una trota di piccola taglia (massimo 20 cm) di colore grigio scuro o marrone giallastro con pinne pari gialle o marrone e pinne impari grigio giallastre. Sui fianchi sono presenti macchie color arancio vivo tendente al prugna con alone chiaro; sui fianchi, ancora, compaiono macchie sfumate che ricordano le macchie *parr* tipiche delle fasi giovanili di tutte le trote e degli adulti della trota sarda. La specie vive in simpatria con popolazioni di trota macrostigma ed anche di trota fario immessa. Non sembra che si siano verificate ibridazioni tra il carpione del Fibreno e la trota sarda residenti anche in virtù del fatto che esse riproducono in siti e periodi diversi (carpione nel lago in novembre, trota sarda negli immissari del lago in febbraio-marzo).

### Trota iridea

***Oncorhynchus mykiss***. È la trota meglio conosciuta anche perché oggetto di allevamento, di commercializzazione e di immissione per la pesca sportiva. La trota iridea o arcobaleno non è una trota vera e propria poiché non appartiene al genere *Salmo* ma al genere *Oncorhynchus* che è tipico dei salmonidi del versante pacifico dell'America settentrionale, Stati Uniti e Canada (fiumi delle Montagne Rocciose). Da qui infatti è stata portata in Europa attorno alla seconda metà del 1800 ed ha immediatamente avuto successo per la facile allevabilità e per le ottime caratteristiche organolettiche delle sue carni. Questa specie tuttavia - e forse questa è una buona cosa vista la sua rusticità - non si riproduce naturalmente ed è sempre necessaria la riproduzione artificiale (tranne casi dimostrati di riproduzione naturale). Il suo aspetto è quello di un salmonide con il corpo slanciato, dorso verde bruno scuro, fianchi chiari, ventre bianco; lungo la linea laterale decorre una fascia di colore rosa purpureo che le ha valso il nome di trota arcobaleno; durante il periodo riproduttivo il colore di questa fascia diventa particolarmente evidente assieme alla mandibola dei maschi che con la maturità sessuale diviene uncinata. I giovani fino a 15-18 cm presentano sui fianchi le macchie *parr*. Le dimensioni possono essere anche notevoli (fino a 1 m di lunghezza) ma nelle nostre acque supera raramente i 50 cm.



Trota iridea

### Trota di lago

È una trota che può raggiungere anche notevoli dimensioni ed è caratterizzata dall'aver livrea argentea con puntinatura nera a forma di X.

È tipica dei grandi laghi prealpini italiani. Si ritiene che si tratti di un ecotipo della trota fario o della marmorata.

### Trota di mare

Spesso i pescatori catturano nelle zone marine costiere delle trote dalla tipica livrea argentea. Si tratta di trote fario ma soprattutto di iridee trascinate in mare dalle piene dei fiumi oppure migrate volontariamente in quanto derivanti da popolazioni anadrome: di questo comportamento conservano ancora il ricordo a livello genetico. La vita nelle acque marine comporta un drastico cambiamento della livrea che diviene tipicamente argentea con puntinatura nera.



Trota di lago



## La posizione sistematica delle trote italiane

Il problema della posizione sistematica delle trote italiane non è ancora risolto (anche se recentemente sono stati fatti enormi progressi grazie all'incremento delle ricerche tassonomiche, biologiche, ecologiche e soprattutto genetiche). Questo per vari motivi: primo tra tutti l'estrema variabilità di tutti o quasi tutti i caratteri morfologici e meristici quali il colore della livrea, le puntature colorate (rosse, con o senza alone, nere) presenza o assenza di puntature sulle pinne (in particolare sulla adiposa), numero dei raggi delle pinne, numero delle vertebre, disposizione e dimensioni della dentatura, numero e posizione dei denti sullo stelo del vomere, vari caratteri biometrici e quant'altro, differenze di habitat anche molto marcate, periodi riproduttivi diversi. Quanto si è detto fa pensare ad una estrema variabilità che può essere interpretata come una grande variabilità a livello genetico del gruppo indice di una speciazione non ancora ultimata.

Un altro fatto che ha, ed ha avuto, estrema importanza nel determinare la variabilità e quindi spesso incertezza di attribuzione di un esemplare o di una popolazione ad uno o ad un'altro *taxon* sono le imponenti immissioni soprattutto di trota fario di origine atlantica che da più di un secolo vengono fatte "a scopo di ripopolamento" e che hanno avuto come risultato la quasi scomparsa della trota fario autoctona e un gravissimo pericolo per la trota marmo-rata con la creazione di ibridi.

In Italia - a parte la trota endemica del Garda, buona specie *Salmo carpio* e di quella del lago di Posta-Fibreno *Salmo fibrenii*, si riteneva che esistessero tre emispesce di trota della superspecie *Salmo trutta* (Fig. 1): *Salmo [trutta] trutta* (trota fario) che troverebbe il suo habitat ideale nella parte alta dei fiumi tributari di sinistra del Po, in quelli di destra e nei fiumi dell'Appennino centro-settentrionale;

*Salmo [trutta] marmoratus* (trota marmorata) che vive negli

affluenti di riva sinistra del Po e nel sistema fluviale dell'estuario veneto (la presenza della specie in questi ultimi è legata strettamente all'idrografia del sistema Po durante l'ultima glaciazione in cui fiumi quali Adige, Brenta, Piave, Tagliamento e Isonzo erano affluenti o subaffluenti del Po quando quest'ultimo per l'abbassamento del livello del mare sfociava nell'Adriatico all'altezza di Pescara (fig. 2). Povz *et al.*, (1996), riportando dati di altri Autori,

Fig. 2 - Durante l'ultima glaciazione il livello del mare era più basso di un centinaio di metri. Il Fiume Po dopo aver percorso un'ampia pianura alluvionale, corrispondente all'Alto Adriatico, sfociava nel mare all'altezza di Pescara.

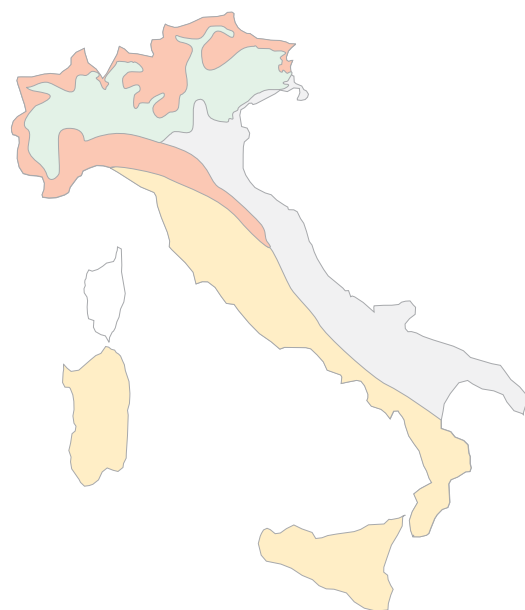


Fig. 1:   
■ Distribuzione trota marmorata  
■ Distribuzione trota fario  
■ Distribuzione trota fario autoctona  
 Da Gandolfi *et al.*, 1991. Ridis.

fanno un quadro della distribuzione della marmorata nella ex Jugoslavia ed in Albania. Secondo questi Autori la trota marmorata era segnalata oltre che nell'Isonzo e nei suoi affluenti anche nei fiumi dell'Istria (Rizana e Mirna), della Dalmazia (Neretva e suoi affluenti), della Repubblica Jugoslava e anche nei fiumi albanesi. Queste segnalazioni però, a parte quelle che riguardano l'Isonzo e i suoi affluenti, hanno tuttavia scarsi riscontri scientifici; resta infine la trota sarda o macrostigma (*Salmo [trutta] macrostigma*) che popola i corsi d'acqua tirrenici della penisola italiana, della Sardegna, della Sicilia ed anche delle coste africane.

Negli ultimi anni si è fatta strada una nuova valida ipotesi secondo la quale nelle acque italiane vi sarebbero solo due entità sistematiche, la prima delle quali sarebbe la trota fario autoctona riferibile alla *macrostigma*, la seconda sarebbe la trota marmorata (Fig. 3). A partire da una forma ancestrale le vicissitudini climatiche degli ultimi 20-30.000 anni avrebbero infatti differenziato da una parte la trota marmorata figlia delle acque dei ghiacciai, dall'altra una differente forma autoctona, cioè la *macrostigma*.

Resterebbe da chiarire se fosse presente una trota fario diversa dalla *macrostigma* nei corsi d'acqua alpini.

A questo proposito si possono fare delle ipotesi:

- che la fario alpina esistesse, dislocata a monte dell'areale della marmorata e derivasse dal gruppo delle trote alpine del versante settentrionale delle Alpi che si sarebbe differenziato a partire da un ceppo ancestrale durante le ultime glaciazioni sopravvivendo in aree marginali (per esempio in quei corsi d'acqua che non hanno tratto origine da ghiacciai; nel Friuli Venezia Giulia Judrio e Torre) o in corrispondenza dei Nunataker (voce eschimese che indica i massicci montuosi che durante la glaciazioni emergevano dai ghiacciai) (fig. 3) che godevano di un clima particolare pur notevolmente severo, situazione verificata per esempio nel caso di endemismi botanici alpini (Moro G.A. *ex verbis*);
- che la fario alpina sia stata immessa dall'uomo.

L'abitatrice dei torrenti e dei fiumi tributari di riva sinistra del Po è la trota marmorata anch'essa verosimilmente differenziata, come è stato detto, dalla trota ancestrale o dalla trota mediterranea ed adattata a vivere nelle acque di scioglimento dei ghiacciai molto fredde e torbide (la marmorizzazione della livrea e il colore brunastro fanno pensare ad una ottima mimetizzazione nelle acque torbide di scioglimento del ghiacciaio).

Il rinvenimento in natura di ibridi tra la fario e la marmorata secondo Gandolfi *et al.*, (1991), "testimonierebbe solo una rottura parziale della barriera riproduttiva a causa di un processo di speciazione non del tutto completo".

Quanto abbiamo esposto è soltanto uno dei possibili scenari del differenziamento di *Salmo trutta*. Differenziamento che, e risulta sempre più evidente, sarebbe legato alle vicissitudini climatiche degli ultimi 20.000 anni. È chiaro che dovranno venire



Fig. 3 - Da Lorenzoni *et al.*, 2003. Ridis.

effettuati ancora molti studi di carattere morfologico, biologico, ecologico ma soprattutto genetico per far luce su questo problema. Il dato morfologico, meristico e biometrico è il più facile da assumere e da elaborare statisticamente ma è anche quello meno sicuro vista la estrema variabilità dei *taxa* di per se stessi cui va aggiunto “l'inquinamento” proveniente da immissioni di materiale alloctono. La ricerca genetica è quella che è riuscita a far meglio introducendo però, a causa della variabilità genetica e delle immissioni di materiale alloctono, anche risultati non ben comprensibili o comunque molto disturbati; tuttavia questo tipo di ricerca in veloce fase di sviluppo ed evoluzione potrà dare suggerimenti riguardanti l'origine delle varie forme italiane. Ancora, lo studio della biologia e dell'ecologia, non solo delle trote ma anche di altre specie di pesci e di altre specie animali e vegetali acquatiche che vivevano assieme alle trote, poco manipolate dall'uomo perché prive di interesse pratico, potranno dare un nuovo contributo forse determinante.



**Fig. 4 - I Nunataker erano massicci montuosi che emergevano dai ghiacci. Su questi rilievi continuava la vita, resa possibile anche da fenomeni di stratificazione termica inversa.**

Per le trote italiane il pericolo grave e incombente è costituito da semine di materiale alloctono proveniente da ceppi atlantici che può far scomparire i ceppi autoctoni per competizione e per irreparabile inquinamento genetico.

Anche il pericolo di transfaunazioni (cioè immissione in un determinato ambiente della stessa specie proveniente però da ambienti differenti) non va sottovalutato. Ogni bacino ha una propria popolazione con caratteristiche genetiche peculiari che differiscono anche per piccoli particolari da quelle del bacino attiguo. (Fig. 4).

È necessario che le varie popolazioni rimangano isolate tra di loro anche negli impianti di produzione di materiale da ripopolamento per evitare qualsiasi tipo di inquinamento genetico. Un altro pericolo negli impianti per questa produzione è la consanguineità del prodotto. Per ovviare a questo problema è necessaria

la pratica del cosiddetto “rinsanguamento” che consiste nell'immissione di materiale genetico proveniente da esemplari selvaggi negli impianti di produzione. Questa pratica è però resa difficile da norme sanitarie CEE.

Purtroppo mentre lungo la cerchia alpina e appenninica centro-settentrionale studi, ricerche e sperimentazioni su materiale autoctono ed anche produzione di questo materiale per una immissione corretta sotto l'aspetto biologico, sono frequenti, non altrettanto si può dire per le acque dell'Italia meridionale e delle Isole in cui le ricerche sono sporadiche e legate alla buona volontà di pochi studiosi e i ripopolamenti, quando vengono fatti, sono condotti in modo casuale con materiale quasi sempre improprio.

### La trota marmorata

La trota marmorata (*Salmo [trutta] marmoratus*) Cuvier 1817 viene considerata una emiespecie della superspecie *Salmo trutta*. In passato è stata classificata come *Salmo marmoratus* e *Trutta genivittata*. È una forma endemica (esclusiva) degli affluenti di riva sinistra del Po e dei fiumi dell'estuario Veneto (Adige, Brenta, Piave, Tagliamento, Isonzo ed altri di minore importanza) che durante l'ultima glaciazione, come si è già detto, erano affluenti o sub affluenti del Po. In questi fiumi la trota marmorata vive soprattutto nei tratti di fondovalle. È presente anche nei fontanili lombardi e nelle risorgive del Veneto e del Friuli. (Fig.5).

**Fig. 5 - Rappresentazione schematica della distribuzione della trota marmorata.**

## Dati caratteristici e biometrici

La trota marmorata può raggiungere anche notevoli dimensioni (1 m di lunghezza per 10 kg di peso) ma sono state segnalate (Gridelli, 1936) dimensioni ancora maggiori quali 140 cm di lunghezza e 20 kg di peso. Il corpo è fusiforme, slanciato (più delle altre trote italiane) ed i profili dorsale e ventrale sono poco arcuati. La bocca grande è mediana su un capo che anch'esso è più ben sviluppato rispetto alle altre trote. La mascella superiore sorpassa il bordo posteriore dell'occhio. La dentatura è robusta e bene sviluppata. Le pinne ventrali sono inserite posteriormente rispetto alla prima pinna dorsale. Il corpo è ricoperto da scaglie minute. La linea laterale, ben evidente, è rettilinea.

Per quanto riguarda i caratteri meristici Gandolfi *et al.*, (1991) riportano i seguenti valori: 114-125 scaglie lungo la linea laterale con 22-25 file al di sopra e 24-26 file al di sotto; numero di raggi della pinna dorsale (PD) 12-14; numero dei raggi della pinna pettorale (PP) 13-14; numero dei raggi della pinna ventrale (PV) 9; numero dei raggi della pinna anale (PA) 9-II; numero dei raggi della pinna codale 22-28; appendici pioriche 32-54; vertebre 60-61; denti sulla mascella superiore 48-52; denti sulla mascella inferiore 36-46; denti sulla testa del vomere 4; denti sullo stelo del vomere allineati ma con le punte orientate alternativamente a destra e a sinistra 8-15 (questo carattere è spesso decisivo per distinguere, anche negli individui giovani, la trota marmorata dagli ibridi fario x marmorata. Secondo Povz (1989) le trote marmorate della Slovenia (Isonzo e suoi affluenti) hanno 123-137 scaglie sulla linea laterale e numero di vertebre variabile tra 59 e 61.

La livrea, pur presentando grande variabilità da bacino a bacino ed anche nell'ambito dello stesso bacino, è tipica: su un colore di fondo grigio bruno con sfumature argentee o giallastre vi sono variegature sinuose irregolari grigie brune verdastre; questa marmorizzazione è presente anche sul capo e sull'opercolo branchiale; il ventre è bianco-giallastro; la prima pinna dorsale e la pinna caudale sono grigie; le altre pinne sono anche grigie con tonalità più chiare e con sfumature giallastre. Piccole macchie di pigmento rosso possono comparire normalmente nei giovani (anche negli adulti come rilevato dai ricercatori sloveni per le trote marmorate dell'Isonzo) e possono talvolta ingenerare equivoci nella determinazione. (Fig. 6).



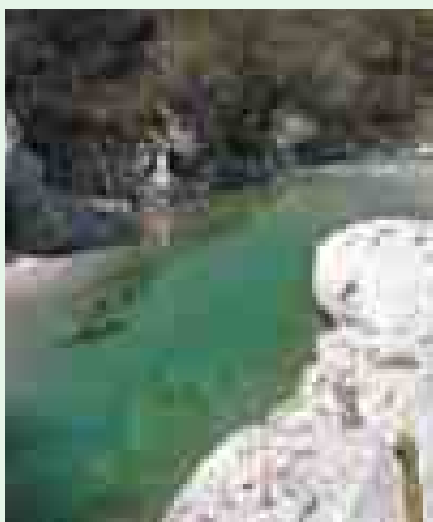
## Habitat

Tipicamente la trota marmorata vive nel tratto medio-alto dei fiumi (superiormente può vivere la trota fario) ma il suo *habitat* di elezione è il corso di fondovalle, *habitat* che può condividere con lo scazzone, con il temolo, con il barbo nella parte più bassa e con alcune specie di ciprinidi reofili (vairone, sanguinerola, ecc.). Generalmente la specie preferisce *habitat* fluviali piuttosto eterogenei con alternanza di zone lente e profonde, e zone di acque basse e veloci in funzione degli stadi vitali che hanno



Fig. 6 - Esempi di livree di trota marmorata provenienti da bacini diversi

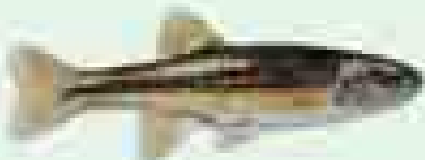
## Le specie



13



Scazzone



Sanguinerola



Vairone

esigenze molto diverse; bisogna notare che, a differenza di altri *taxa* di trota, la marmorata non compie notevoli migrazioni per la ricerca dei fondali sui quali deporre le uova. Secondo Gentili *et al.*, (2001) gli adulti di grosse dimensioni sono più frequenti nelle *pool* mentre nelle zone di *riffle* o di *run* sono più abbondanti gli individui giovanili che in questo *habitat* riuscirebbero a trovare riparo dagli esemplari di taglia maggiore. I vari stadi vitali hanno quindi esigenze molto diverse. In genere, la trota marmorata adulta tende ad occupare grandi e profonde buche, spazi a ridosso di massicciate o comunque di ostacoli naturali quali tronchi, massi od altro. La densità della trota marmorata per unità di superficie di un fiume è dovuta quindi oltre che dalla quantità di cibo a disposizione anche dalla qualità degli ambienti favorevoli alla vita delle varie classi di età (Gentili *et al.*, 2001).

## Alimentazione

La trota marmorata si nutre nei primi due-tre anni di vita di macroinvertebrati (forme larvali di insetti, insetti adulti, crostacei, molluschi, anellidi, ecc.) in particolare di quelle comunità - *comunità drift* - di macroinvertebrati derivanti che provengono dal fondo del torrente e dalle sue sponde e sono presenti nella corrente solo transitoriamente per cause legate al loro ciclo biologico o accidentalmente. Successivamente, oltre a continuare a nutrirsi di macroinvertebrati, diventa predatrice ittiofaga e le specie “foraggio” sono giovanili della stessa trota, scazzoni, sanguinerole e vaironi; la tendenza all’ittiofagia aumenta con l’aumentare dell’età (Gandolfi *et al.*, 1991).

Nella gestione ittica delle acque a Salmonidi è buona norma la eliminazione degli esemplari di grosse dimensioni in quanto la predazione da parte di questi esemplari può vanificare nascite naturali e immissioni a scopo di ripopolamento e ciò sia che si tratti di trota marmorata che di fario, che di ibridi fario x marmorata e anche di iridea.

Per quanto riguarda ancora il nutrimento disponibile e la gestione ittica secondo Morgan *et al.*, (2001) la stima diretta della disponibilità di prede derivanti dovrebbe essere considerata come fondamentale strumento volto ad una corretta gestione delle popolazioni salmonicole alpine (quindi anche e soprattutto della trota marmorata) in particolare per la determinazione della vocazione dei corpi idrici e la realizzazione di efficaci piani di ripopolamento.

## Accrescimento

In generale nei primi tre-quattro anni di vita la marmorata ha una crescita quasi simile a quella della fario. Successivamente l’accrescimento della fario rallenta notevolmente, mentre la marmorata continua la sua crescita fino a raggiungere le dimensioni di cui si è detto precedentemente. A titolo di esempio in figura 13 viene riportato un grafico relativo al suo accrescimento determinato nel fiume Brenta. È chiaro che caratteristiche chimico-fisiche e trofiche dell’ambiente influenzano in modo notevole questo andamento.

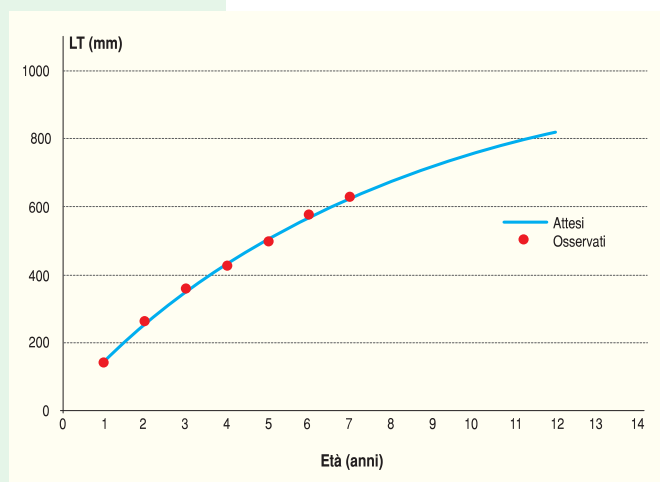


Fig. 7 - Accrescimento della trota marmorata ne Fiume Brenta (da Turin, 2000). Ridis.

## Maturità sessuale e riproduzione

La maturità sessuale viene raggiunta al terzo anno di vita (2<sup>+</sup>) dai maschi e al terzo-quarto (3<sup>+</sup> - 4<sup>+</sup>) dalle femmine.

La riproduzione avviene di regola in novembre-dicembre in ambienti di *run* o di *riffle* con correnti aventi velocità attorno ai 40 cm/sec o anche più bassa. La profondità ottimale si situa attorno a valori medi di 60 cm ma possono venire rinvenuti nidi anche a maggiori profondità

Il numero di uova prodotte dalle femmine è di 1700 - 1800 per kg di peso.

La velocità di sviluppo dell'uovo è di circa 440 gradi-giorno. Dall'uovo nascono delle prelarve che portano un voluminoso sacco vitellino ricco di sostanze nutritive.

La giovane larva che non riesce ancora a nutrirsi naturalmente poiché l'ultimo tratto dell'intestino non è ancora formato, si accresce a spese del sacco vitellino. Mano a mano che la larva cresce il sacco vitellino si riduce e quando scompare del tutto, la larva è in grado di nutrirsi in modo indipendente catturando piccoli organismi bentonici (a circa 500 gradi-giorno dalla schiusa). Da questo momento in poi la prelarva diventa larva con caratteristiche morfologiche peculiari. Al periodo larvale segue la fase postlarvale (trotella) che ha tutte le caratteristiche morfologiche dell'adulto. (Fig. 8).

## Comportamento riproduttivo

Il comportamento riproduttivo nei salmonidi è stato descritto soprattutto dagli Autori americani particolarmente per il genere *Oncorhynchus* ed è piuttosto complesso. In sintesi le femmine in riproduzione scavano il nido nella ghiaia e sono assistite in questo da un maschio *dominante* che difende il nido e la femmina da intrusioni di altri maschi. Al momento della riproduzione la femmina depone le uova ed il maschio lo sperma (l'emissione di uova e spermatozoi nell'ambiente deve essere quasi sincrona perché la motilità degli spermatozoi si annulla dopo circa 50 secondi dall'emissione e nello stesso tempo l'idratazione delle uova fa chiudere il micropio).

Nelle vicinanze del nido giovani maschi se ne stanno nascosti e al momento della emissione si avvicinano furtivamente per dare il loro contributo alla fecondazione delle uova. Da notare che i maschi dominanti sono esemplari che hanno iniziato la maturazione delle gonadi in mare (il genere *Oncorhynchus* è generalmente anadromo) mentre i *maschi subalterni*, più giovani, sono stanziali nei fiumi e non hanno ancora compiuto la loro migrazione in mare. Anche nel salmone atlantico (*Salmo salar*) il comportamento riproduttivo è simile: per Hutchins e Myers (1988) alla fecondazione delle uova concorrono grossi esemplari anadromi e piccoli parr stanziali. Per questi Autori esistono differenti fenotipi maschili caratterizzati da diverse tattiche riproduttive:

- *dominanti* di grandi dimensioni che hanno il principale ruolo nella difesa del nido, nella difesa delle loro femmine e nella fecondazione delle uova;
- *incursori* di piccola taglia che se ne stanno nascosti nelle vicinanze del nido e che solo al momento della deposizione delle uova, con veloci incursioni di gruppo, emettono sul nido il loro sperma;
- *satelliti* che hanno taglia simile ai dominanti o leggermente inferiore che restano in vicinanza del nido subendo continui attacchi da parte dei dominanti. Questi, al momento opportuno, si precipitano verso la femmina emettendo il loro sperma.



14

Uova embrionate - stadio 150 °g



15

Uova embrionate - stadio 425 °g



16

Prelarve con sacco vitellino - stadio 180 °g da schiusa

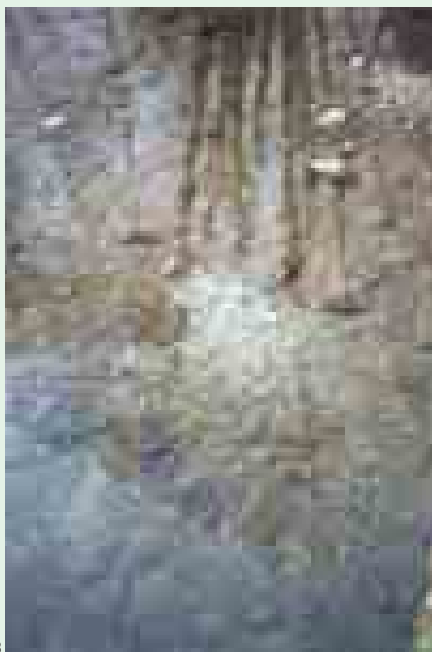


17

Avannotti in alimentazione - stadio 500 °g da schiusa

Fig. 8 - Fasi di sviluppo

## Le specie



18

Il comportamento riproduttivo delle trote nostrane (fario, marmorata, ibridi fario x marmorata) è stato studiato da Badino *et al.*, 1913) nel torrente Pellice; questi Autori hanno verificato comportamenti molto simili a quelli descritti per il salmone atlantico. Il nido viene preparato dalla femmina in acque poco profonde con velocità moderata e granulometria generalmente grossolana. (Foto 18). La femmina con movimenti della pinna codale smuove il substrato che la corrente accumula a valle. Si forma così un nido di forma ovale allungata con assi maggiore e minore variabili da 1 a 2 metri. Hydrodata (2000) riporta valori medi, minimi e massimi di nidi studiati in Piemonte.

Terminato il nido, la femmina sfrega il poro genitale sul fondo tenendo la testa protesa verso l'alto con la bocca aperta. Il maschio dominante le si affianca e fa vibrare vistosamente il corpo provocando l'emissione dello sperma. Finita l'emissione il maschio si allontana e la femmina ricopre le uova con il materiale smosso in precedenza. Alla fine di questa operazione il nido assume un profilo verticale (Fig. 9) tale da non permettere l'accumulo sul nido di detrito organico ed inorganico che comporterebbe una scarsa ossigenazione alle uova e quindi una alterazione dello sviluppo.

## Distribuzione

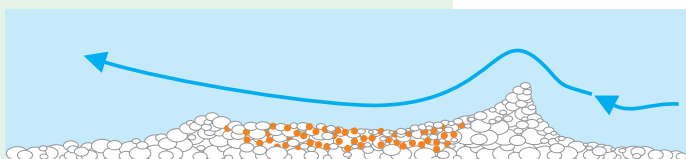


Fig. 9 - Sezione schematica, esagerata, di una frega

19



La trota marmorata, come è stato detto, è presente generalmente in tutti i corsi d'acqua tributari del Po in riva sinistra e in quelli del cosiddetto estuario veneto (Adige, Brenta, Piave, Tagliamento, Isonzo) cioè in quei fiumi che durante l'ultima glaciazione erano collegati come affluenti o subaffluenti al Po. Anche i fiumi dell'Istria e della Dalmazia (scarsi ed attualmente con caratteristiche idrologiche non adatte alla trota marmorata ad eccezione, forse, per il fiume Neretva) facevano parte di questo complesso di affluenti.

Descrivere tratto per tratto i corsi d'acqua che ospitano la trota marmorata nell'Italia settentrionale e nella Slovenia sarebbe cosa lunga, noiosa e tutto sommato inutile. Si rimanda perciò alla Fig. 10 e pubblicazioni specializzate anche talvolta a carattere divulgativo. Nel Friuli Venezia Giulia la trota marmorata in accordo con quanto accade in altre parti di Italia vive nei corsi di fondo valle della zona montana e pedemontana con popolazioni strutturate <sup>(2)</sup>.

Le informazioni che vengono date di seguito sono puramente indicative.

In tutti i corsi d'acqua nominati la trota marmorata è autoctona vista la letteratura e sentite anche le notizie tramandate da generazioni di pescatori; essi affermano categoricamente che la trota presente nelle nostre acque nei tempi passati era esclusivamente la "trota vecchia nostrana", la marmorata, cosa del resto accertata anche in altre località (es. Trentino). Quindi le trote fario (se si fa eccezione per lo Slizza tributario del Danubio) dovrebbero essere state immesse recentemente.

<sup>(2)</sup> Una popolazione strutturata è composta da tutte le classi di età della specie. La classe più abbondante percentualmente è la 0<sup>+</sup>; la percentuale delle classi di età più vecchie (1<sup>+</sup>, 2<sup>+</sup>, 3<sup>+</sup>, ecc) diminuisce gradatamente fino ad annullarsi.





La selezione e le indagini genetiche

Silvia Battistella

Dipartimento di Biologia - Università di Trieste

Avvio del progetto

Prima fase del progetto:  
la cattura degli esemplari selvatici con l'elettropesca.

20



21



L'Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia annovera, tra i suoi vari compiti istituzionali, quello del mantenimento dell'equilibrio ambientale dei fiumi regionali; di conseguenza, oltre agli studi sulla vita acquatica, un particolare impegno viene profuso da molti anni nella ricerca, nella sperimentazione e nella produzione in cattività delle specie autoctone.

Ciprinidi, salmonidi e timallidi sono stati e sono tuttora oggetto di continue ricerche, con particolare attenzione alla trota marmorata.

La massiccia presenza di ibridi, generata da ripopolamenti erronei con trota fario in

zone in cui la marmorata risultava endemica, è il motivo principale, universalmente riconosciuto, per cui la trota marmorata viene oggi classificata "in pericolo" nella lista rossa europea (Legislazione Comunitaria - Documento 392).

Dagli inizi degli anni Settanta fino agli anni Ottanta i tentativi di tutela sono stati sporadici e, in assenza di studi sistematici, gli errori nei ripopolamenti non sono mancati, nemmeno da noi.

Qualche Società di Pescasportivi si dedicò alla fecondazione in fiume con stabulazione in incubatoio fino al riassorbimento del sacco vitellino e successiva semina, senza però affrontare la fase alimentare.

Nel 1993 gli Organi direttivi dell'Ente, agendo con notevole impegno finanziario, di uomini e di mezzi tecnici, affidarono al Dipartimento di Biologia - Laboratorio di immunochimica dell'Università

di Trieste - lo studio "**con lo scopo di selezionare una popolazione pura di trota marmorata**", assumendo quale punto di partenza riproduttori selvatici. Tutto ciò, allo scopo preciso di formare un parco riproduttori rinnovabile, destinato alla stabulazione nei propri impianti.

Per garantire le aspettative di successo a fronte dei rischi biologico o di forza maggiore, comuni a tutte le attività di allevamento, tre impianti di montagna, che normalmente producevano diverse specie di salmonidi, vennero destinati alla realizzazione del "**progetto marmorata**", e cioè quello di Moggio, di Forni di Sotto e di Amaro.

Vennero quindi catturati e marcati circa 600 esemplari selvatici dei due sessi in età fertile provenienti da due popolazioni: la prima dal fiume Tagliamento e dai suoi affluenti montani, la seconda dal bacino del fiume Isonzo.

## La selezione e le indagini genetiche

Su questi venne fatto una prima selezione su base morfologica e meristica. Venivano conservati cioè quegli esemplari che presentavano:

- 1) marmorizzazione omogenea;
- 2) assenza di punti rossi lungo la linea laterale;
- 3) denti del vomere posti in un'unica fila.

Furono comunque mantenuti separati i due ceppi, che in natura sono isolati geograficamente.

Dopo questa prima selezione, venne trattenuto il lotto di base, costituito da 275 esemplari ai quali vennero applicate le tecniche di indagine biochimico-genetiche.



22

Marmorizzazione omogenea e assenza di puntini rossi.



23

Ibrido con presenza marcata di puntini rossi.



24

Denti del vomere posti in un'unica fila.

### Analisi biochimiche volte alla selezione dei riproduttori

La seconda selezione fu condotta mediante analisi biochimica per individuare quegli esemplari che, pur avendo una morfologia corrispondente alla trota marmorata, potevano presentare a livello del fenotipo proteico caratteristiche intermedie tra le due emispesce marmorata e fario. Analizzando le proteine del siero dei riproduttori, mediante elettroforesi SDS-PAGE (elettroforesi in gel di poliacrilamide in SDS), in condizioni denaturanti, sono state individuate 10 bande proteiche in comune tra le due emispesce, 4 caratteristiche della trota marmorata e 3 caratteristiche della trota fario (Fig. 11).

N° 29 campioni pari al 10,5%, che presentavano bande caratteristiche sia dell'una che dell'altra emispesce non furono considerati idonei e conseguentemente, i corrispondenti riproduttori vennero eliminati dal lotto di analisi.

Si proseguì successivamente con l'analisi delle vitellogenine di uova embrionate ottenute in seguito all'incrocio degli individui precedentemente selezionati. Durante la fase di spremitura le uova di 73 femmine furono riposte e mantenute in vaschette separate.

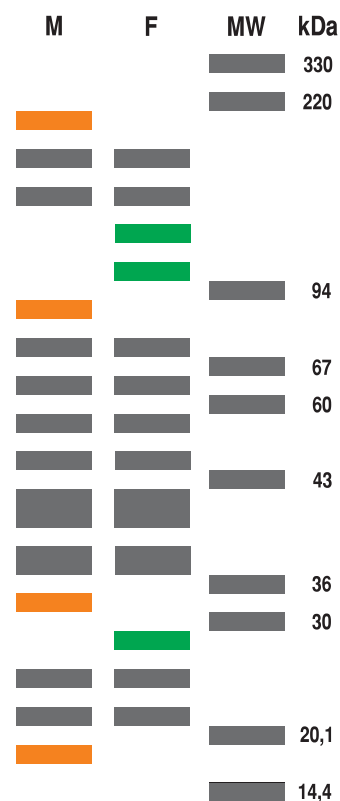


Fig. 11 - Schema che raffigura i pattern elettroforetici delle proteine del siero tipiche della marmorata e della fario. In nero sono indicate le bande comuni, in arancio quelle esclusive della marmorata, in verde quelle esclusive della fario. Sull'ultima lane sono riportati i pesi molecolari di riferimento.

Anche per questa analisi fu utilizzata la tecnica elettroforetica (SDS-PAGE). In condizioni non denaturanti furono ottenuti dei pattern di bande, delle quali, alcune in comune, altre diagnostiche per l'una o per l'altra emispesce (Fig. 12).

Dal momento che le vitellogenine vengono prodotte esclusivamente dalla madre durante l'ovogenesi, fu possibile individuare femmine con caratteri intermedi tra le due emispesce ed eliminarle assieme al corrispondente lotto di uova (Battistella e Amirante, 1987; Battistella e Amirante, 1992; Amirante *et al.*, 1994; Bonivento *et al.*, 1994; Bonivento *et al.*, 1996; Bonivento *et al.*, 1997).

**N° 7 campioni pari al 9,6%** mostrarono difformità dallo standard della marmorata, per cui uova e femmine corrispondenti furono eliminate dall'esperimento.

Il passo successivo fu quello di analizzare le proteine idrosolubili di estratto di avannotto ottenuto omogenando gli stessi avannotti e prelevando il supernatante in seguito a centrifugazione. Vennero considerati 64 lotti di avannotto. Fu stilata una lista di corrispondenza tra il numero di vaschette di incubazione e il numero di marcatura della femmina e dei maschi scelti per la fecondazione. Sull'estratto fu condotta l'analisi sempre mediante elettroforesi SDS-PAGE, in condizioni denaturanti.

**N° 4 lotti pari al 6,25 %** difformi dallo standard vennero allontanati, e con essi i maschi utilizzati per la produzione di tali lotti, dal momento che le femmine erano già state precedentemente controllate (Fig. 13).

La ricerca continuò negli anni con un'analisi allozimatica [Enzima malico (ME), Fosfogliceromutasi (PGM), Lattatodeidrogenasi (LDH), Glucosideidrogenasi (GDH), Adenilatokinasi (AK), Superossidodismutasi-a (SODa), Peptidasi-b (PEPb), Esterasi (EST)] condotta sui lotti di avannotto, per realizzare un confronto tra la popolazione dei riproduttori e gli avannotti di prima generazione, nella prospettiva di ulteriori selezioni. Dopo un triennio, si ottennero le prime uova da riproduttori allevati in cattività.

Contemporaneamente, le analisi e la ricerca sugli stock di riproduttori stabulati proseguirono, ma si passò da uno studio delle proteine, che sono la diretta espressione dei geni, ad uno studio del DNA nucleare (Nadalin *et al.*, 1999a; Nadalin *et al.*, 1999b; Nadalin *et al.*, 2000; Nadalin *et al.*, 2001).

La tecnica applicata per questo studio è la tecnica RAPD-PCR. La PCR classica usa inneschi specifici e quindi comporta la conoscenza delle sequenze di DNA studiato, mentre nella tecnica RAPD-PCR si usa un singolo primer molto piccolo (di solito 10-12 nucleotidi) che ha un'elevata probabilità di appaiamento. Questi primer hanno sequenze casuali ed anche i prodotti di amplificazione saranno casuali, ma comunque ci permettono di effettuare un'analisi qualitativa dei soggetti studiati. Negli ultimi anni sono stati prelevati campioni di sangue dagli esemplari in allevamento (delle generazioni filiali) e da questi estratto il DNA nucleare.

I prodotti di amplificazione si presentano sul gel d'agarosio (2%) sotto forma di bande di intensità variabile, corrispondenti a tratti di DNA amplificato. Si è stabilito di considerare solo le bande con un'intensità non inferiore a quella data dalla banda di 400 bp dello standard di peso molecolare noto (GeneRuler™ 100 bp Ladder Plus) (vedi Fig.14 e 15).



Fig. 12 - Schema raffigurante i pattern ottenuti dall'analisi delle vitellogenine in marmorata, in fario e in un esempio di ibrido.



Fig. 13 - Pattern elettroforetici delle proteine totali di avannotto M = marmorata, F = fario, I = ibrido. Le bande in arancio sono caratteristiche della marmorata.

## La selezione e le indagini genetiche

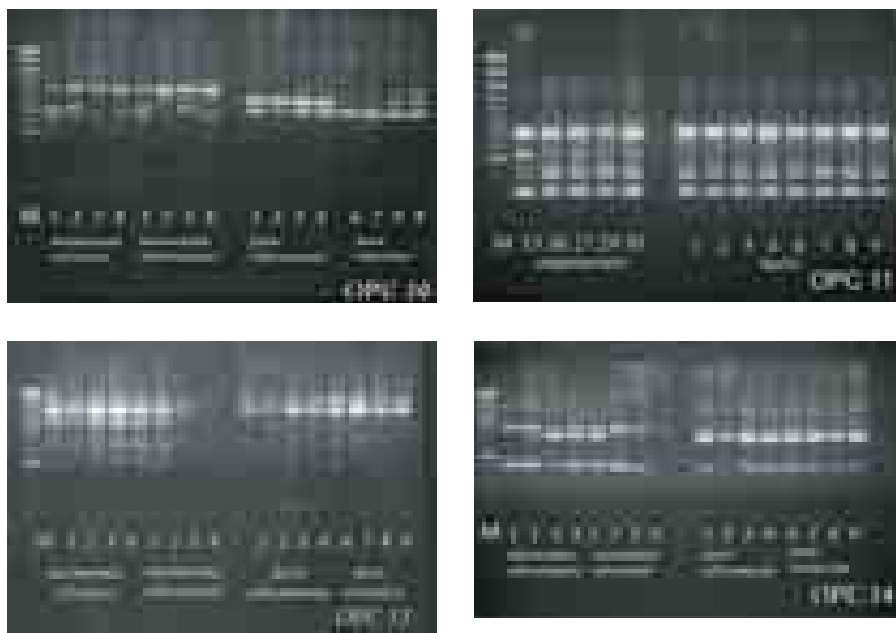
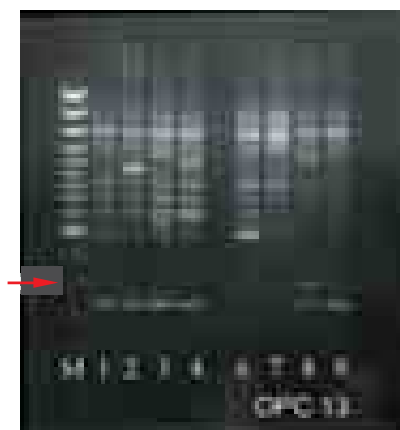


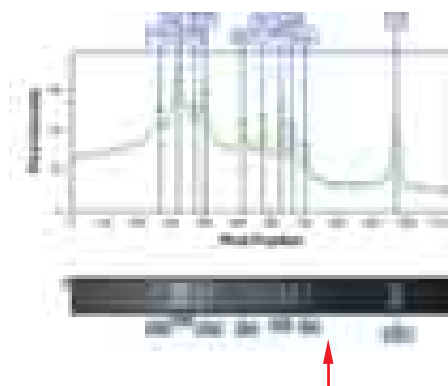
Fig. 14 - Esempi di amplificati ottenuti utilizzando primer diversi su campioni di marmorata e di fario.

I pattern di bande ottenuti per ogni esperimento, amplificando tutti i campioni con un medesimo primer, per tutti i primer usati, sono stati sottoposti ad analisi dei profili elettroforetici utilizzando l'apposito software TotalLab 1.11 (Phoretix), che consente anche di rilevare i pesi molecolari delle bande di DNA analizzate.



a) Esempio di corsa elettroforetica di prodotti di amplificazione con il primer OPC-13

b) Pesì molecolari noti dello standard (M): con la freccia è indicata la banda (400pb) utilizzata come limite inferiore di intensità per la selezione delle bande



c) Elaborazione e calcolo del peso molecolare delle bande di DNA ottenute da amplificazione con il primer OPC-13 dell'individuo ff3 (4° lane in fig. a) in relazione allo standard di pesi molecolari noti (M)

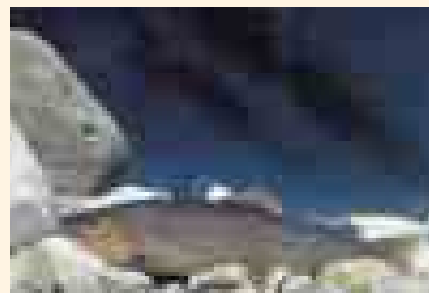
Fig. 15 - Esempio di analisi dei profili elettroforetici mediante il programma TotalLab

## Genetica

## Concetto di specie. Genetica di popolazione delle trote

**Gianni Angelo Amirante**

Dipartimento di Biologia - Università di Trieste



*Per specie si intende, secondo la più moderna definizione dettata da Dobzhansky et al. (1963) “il più comprensivo insieme di individui simili tra di loro, interfecondi e che hanno un pool genetico in comune”. Per pool genetico si intende il patrimonio genetico, cioè legato al DNA nucleare, che accomuna tutti gli individui considerati. Tale concetto indica che individui della stessa specie hanno lo stesso numero e qualità di geni (tratti del DNA deputati a esprimere singolarmente o sinergicamente tutti i caratteri sia morfologici che comportamentali). Naturalmente ogni gene può aver subito durante la sua storia evolutiva diverse mutazioni, le quali possono diversificare il carattere stesso (geni allelici). Quando queste mutazioni si accumulano, esse si manifestano in evidenti variazioni negli organismi, che peraltro sono la causa determinante dell’evoluzione.*

*Il livello di specie è generalmente considerato il più naturale con cui considerare la diversità di tutti gli organismi. Le specie sono anche il centro primario dei meccanismi evolutivi e l’origine e l’estinzione delle specie sono i principali agenti che governano le diversità biologiche nel senso in cui possono essere definite. I processi che regolano queste variazioni (variabilità inter- e intra-specifica) oltre che essere studiati da un punto di vista morfologico, ecologico e comportamentale, oggi vengono affrontati con fini metodiche biochimiche da quella branca della biologia che viene detta genetica di popolazione. La genetica di popolazione consiste nello studio dei cambi nella frequenza dei geni di popolazioni che si riproducono sessualmente. Grandi cambi nel pool genetico creano un potenziale per differenze genetiche che possono risultare in ultima analisi nella speciazione e nella radiazione adattativa. Ciò pone un gran numero di problemi per chi vuole fare ricerca in questa direzione ed alcuni non hanno ancora risposte soddisfacenti.*

*Come precedentemente detto la genetica di popolazione mette in evidenza le caratteristiche e le frequenze alleliche del pool genetico di intere popolazioni (che possono far parte di diverse specie, di varie sottospecie od emispecie, o popolazioni geograficamente o ecologicamente differenti dello stesso gruppo sistematico). Tali metodiche sono indispensabili per una corretta comprensione dei cambiamenti della composizione genetica della popolazione, anche quando studi morfologici e biometrici non danno significative risposte a tale quesito.*

*I primi approcci a questo problema sono rappresentati dai lavori di Lewontin e Hubby, 1966; Harris, 1966; Amirante e Parisi 1967; Scagnetti e Parisi, 1969; Amirante, 1972; Harris e Hopkinson, 1976, mediante tecniche biochimiche sulle proteine totali del siero di alcuni gruppi animali (Anfibi, Salmonidi, Cheloni, Falconiformi, Galliformi).*

*Nel 1992 Battistella e Amirante hanno messo a punto una tecnica per caratterizzare da un punto di vista biochimico le proteine presenti nel tuorlo delle uova (le vitellogenine) di due emispecie di trota (S.t.t. e S.t.m.).*

*Altre ricerche hanno poi confermato l’ipotesi che l’attività di alcuni enzimi possa dipendere in maniera diretta dalla loro struttura molecolare (Ruddle et al. 1969; Hartl e Clark (1993).*

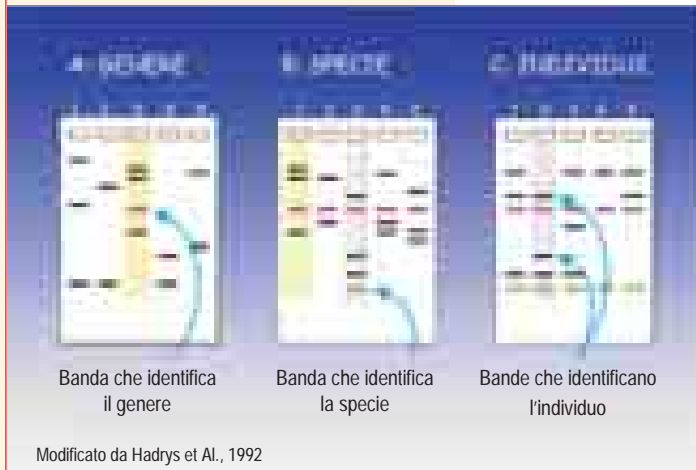
*Mutazioni alleliche, che si esprimono con diverse forme allozimatiche, possono essere evidenziate e studiate mediante elettroforesi in quanto presentano una mobilità elettroforetica modificata rispetto alla forma selvatica e quantificabile tramite l’utilizzo relativamente recente di un substrato (il gel di poliacrilamide in presenza di tensioattivi: SDS-PAGE) che evidenzia differenze molecolari estremamente piccole. Fava e Camparotto, (1998) studiano la variabilità di alcuni allozimi in grado di determinare un notevole tasso di variabilità genetica in diversi gruppi di fario prelevati nel Tagliamento. Garcia-Marin et al., 1999 mediante le variazioni di un certo numero di allozimi, dimostrano la colonizzazione in Europa della fario in epoca postglaciale.*

Le ricerche più moderne riguardo le differenze e affinità tra vari gruppi, risalgono a circa una quindicina di anni fa e puntano direttamente allo studio dell'aspetto di alcune parti del DNA. Il DNA studiato può essere quello mitocondriale o nucleare e le tecniche applicate a tal scopo sono molteplici. Si basano sempre comunque sulla riproduzione e l'analisi di sequenze particolari di DNA. Argenton et al., (1992) analizzando tratti di DNA mitocondriale hanno prospettato il rischio di ibridazione introgressiva (cioè la fusione di parte del DNA di una specie con il DNA di un'altra specie) tra popolazioni di fario e marmorata dell'Italia nord-orientale.

Vengono qui di seguito brevemente citate solo alcune ricerche genetiche su salmonidi che vivono nelle acque italiane e slovene. Bernatchez et al., (1992) evidenziano variazioni di alcune sequenze di DNA mitocondriale in alcune popolazioni di fario geograficamente e morfologicamente differenti dell'Europa. Giuffra et al., (1994) dimostrano differenze genetiche a livello di regioni di controllo del DNA mitocondriale in popolazioni fenotipicamente differenti di fario. Patarnello et al., (1994) studiano le variazioni nella sequenza di basi nell'RNA ribosomiale in popolazioni di fario. Apostolidis et al., (1997) studiano le variazioni nelle sequenze di basi in alcuni tratti del DNA mitocondriale in popolazioni geograficamente differenti di fario del nord dell'Italia. DeRoman-Martinez (1997) mediante tratti di restrizione di DNA mitocondriale, RAPD-PCR e fingerprints di DNA mitocondriale dimostra la diversità genetica tra popolazioni isolate di fario in Irlanda. Lucarda et al., (1999) mediante cinque loci microsatellitari dimostrano la variabilità genetica di diversi gruppi di fario e marmorata dell'Italia nord-orientale. Manaresi et al., (1999) hanno evidenziato, mediante un tratto del gene mitocondriale per l'rRNA 16S differenze significative in popolazioni miste di fario di forma atlantica e mediterranea. Lucarda et al., (2000) evidenziano in cinque loci microsatellitari differenze genetiche tra popolazioni di fario e marmorata del fiume Pellice (Piemonte). Snoj et al., (2000) screenano la regione D-loop del DNA mitocondriale e il DNA microsatellitare per evidenziare le caratteristiche genetiche di fario e marmorata

dell'Isonzo e suggeriscono queste tecniche per caratterizzare gli ibridi tra queste due emispesce. Corradi et al., (2001) studiano sequenze della regione nucleare ITS1 della macrostigma. Trasforini et al., (2001) applicano la tecnica del RAPD-PCR e individuano particolari marcatori genetici per la trota lacustre de laghi di Como e Lugano.

Le tecniche sopraccitate sul DNA mitocondriale e/o satellitare, anche se di notevole interesse, per il nostro scopo risultano troppo limitative in quanto, usando il DNA mitocondriale, si può risalire solamente alla variabilità delle femmine (nulla sapendo sul quadro genetico degli esemplari maschi) e in un quadro che prevede la riproduzione e l'allevamento delle successive generazioni tale tecnica evidentemente è inadeguata. Con lo studio della sequenziazione di DNA satellitare o di un tratto conosciuto di DNA nucleare mediante amplificazione con PCR si risale solo alla conoscenza della variabilità di un esiguo segmento della lunghissima catena di DNA (segmento peraltro già noto), che ci può dare solo indicazioni sulla variazione di una o di poche basi in quel tratto considerato. Viceversa con il RAPD-PCR è possibile non solo evidenziare numerosi tratti caratteristici di una specie o di un'emispesce o di una popolazione, ma - altrettanto interessante - è possibile stabilire e garantire un'adeguata variabilità allelica intra-emispesca (vedi Fig. 16), indispensabile per garantire un adattamento massimale all'ambiente in cui questi esemplari verranno immessi.



**Fig. 16 - Schematizzazione volta ad evidenziare le relazioni inter e intra specifiche sulla base dei frammenti di DNA ottenuti con la tecnica RAPD-PCR.**

Per ogni esperimento di amplificazione con un determinato primer, i dati ottenuti sono riportati in matrici di presenza/assenza.

Le righe della matrice identificano i caratteri (peso molecolare delle bande), le colonne le OTU (operational taxonomic units) che nel nostro caso rappresentano i singoli individui. I dati delle diverse matrici ottenute sono stati riuniti in un'unica matrice di dati che riporta sulle colonne di nuovo gli individui e sulle righe l'insieme dei caratteri ottenuti dai primer utilizzati.

La costruzione della matrice ha permesso di riassumere i dati sperimentali in forma analitica per la successiva analisi di similarità.

Mediante questa analisi si confrontano tutte le coppie di OTU (in tutte le combinazioni possibili) e si assegna ad ogni coppia un coefficiente che descrive il grado di somiglianza o di differenza esistente tra i due componenti della coppia stessa. Esistono più funzioni che, dai valori della matrice di dati sperimentali, consentono di calcolare i coefficienti della matrice di similarità.

Nello studio dei riproduttori di marmorata dell'Eente Tetela Pesca, sono stati scelti tra i possibili coefficienti di similarità, quello di Dice e quello di Jaccard, la cui formulazione matematica è la seguente:

**Jaccard:** 
$$S_{Jxy} = a_{xy} / [a_{xy} + (b_{xy} + c_{xy})]$$

**Dice:** 
$$S_{Dxy} = a_{xy} / [a_{xy} + (b_{xy} + c_{xy} / 2)]$$

dove:

“a”= numero di **matches positivi**, cioè numero di caratteri (bande) presenti in entrambi gli individui di una coppia.

“b” e “c”= numero di **mismatches**, cioè numero di caratteri (bande) presenti in un individuo della coppia e assenti nell'altro e viceversa.

Questi indici si sono dimostrati più idonei in quanto non considerano i **matches negativi**, ovvero non considerano indice di somiglianza l'assenza di caratteri (bande) in entrambi gli individui della coppia.

Si ottiene così un'ulteriore matrice simmetrica chiamata **matrice di similarità**.

L'analisi di similarità, e la successiva *Cluster Analysis* di classificazione gerarchica che ha fornito i dendrogrammi, sono stati ottenuti utilizzando il pacchetto di software SPSS 10.0 (1999) e hanno permesso di stabilire la dinamica di popolazione dei gruppi considerati.

*Attualmente la ricerca si è allargata all'analisi genetica di esemplari di trota marmorata catturati in natura per verificare, a più di dieci anni dall'inizio del progetto, la variabilità genetica di queste popolazioni anche in relazione alla presenza di ibridi marmorata-fario e alla fario stessa nei medesimi tratti di fiume. Per questo motivo sono stati analizzati campioni di sangue di esemplari di riproduttori di marmorata dei Centri Ittici di Moggio e Forni di Sotto, di esemplari catturati in natura, che dalla livrea rispondevano ai caratteri tipici della marmorata e alcune fario, sia di allevamento che selvatiche, per accertare l'eventuale presenza di ibridi nel gruppo delle marmorate.*

*A conferma che gli sforzi sostenuti in questi 10 anni di “progetto marmorata” non sono stati disattesi, in questa ultima analisi le marmorate sono risultate nettamente separate dalle fario. Esse inoltre risultano ben strutturate al loro interno con una buona variabilità intraspecifica, e con una separazione quasi completa tra ceppo*



## La selezione e le indagini genetiche

Isonzo e ceppo Tagliamento. In quest'ultimo peraltro si inseriscono tutte le marmorate selvatiche catturate nel Fella e suoi tributari (Fig. 17).

### *Salmo [trutta] marmoratus*

■ Popolazione naturale  
ceppo Tagliamento

■ Popolazione allevamento  
ceppo Tagliamento

### *Salmo [trutta] marmoratus*

■ Popolazione allevamento  
ceppo Isonzo

### *Salmo [trutta] trutta*

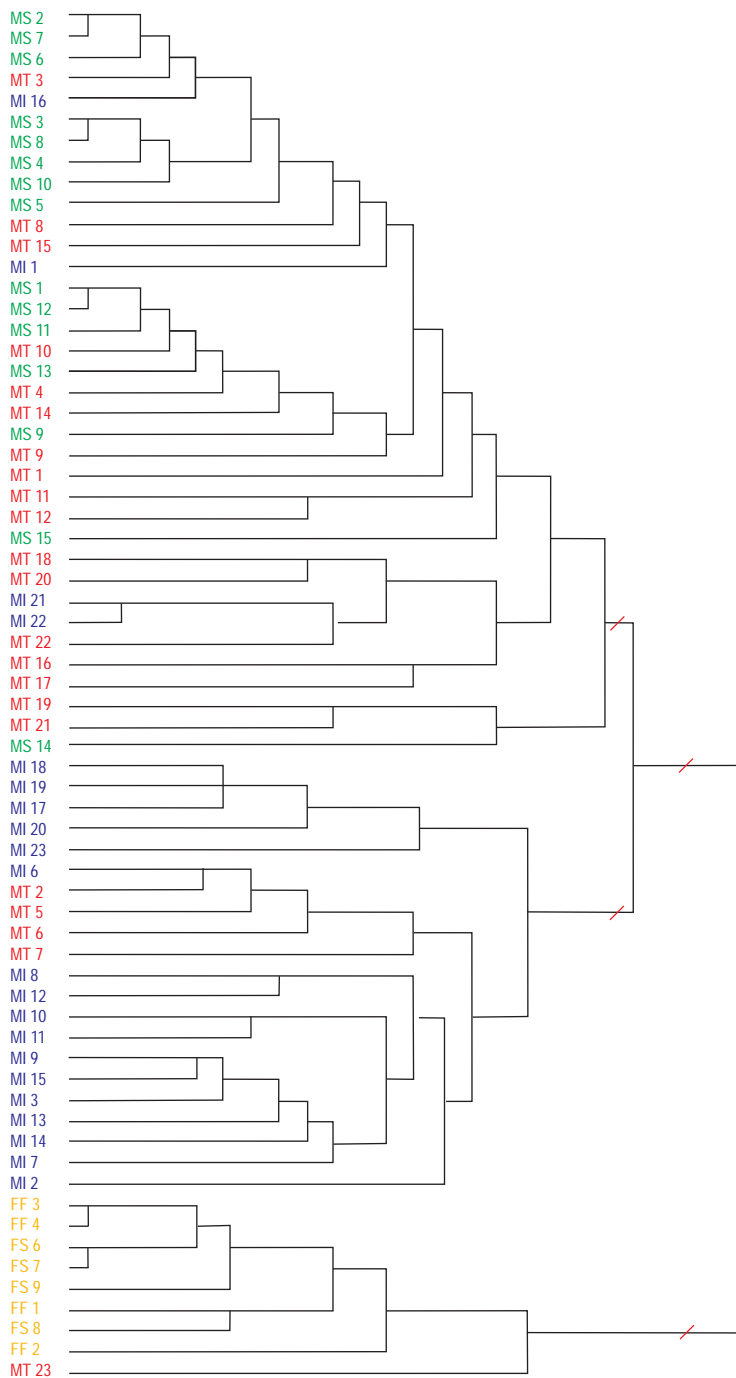


Fig. 17 - Dendrogramma di classificazione gerarchica secondo Dice in cui si osserva in gruppo delle fario (in giallo) nettamente separato dalle marmorate; all'interno delle marmorate due sottogruppi, di cui ceppo Isonzo (in blu) quasi completamente separato dal ceppo Tagliamento (in rosso); in quest'ultimo si inseriscono tutte le marmorate selvatiche (in verde) catturate nel Fella e suoi tributari.

In conclusione, la visione chiara del progetto, i metodi scientifici e le tecniche d'avanguardia adottate non hanno deluso le grandi attese di successo iniziali, tanto che la ricerca e la sperimentazione continuano con la medesima intensità e determinazione. Tuttavia, è ormai indiscutibile la necessità di poter disporre di soggetti che vivono allo stato libero o dei loro gameti, da utilizzare in impianto per l'arricchimento della variabilità genetica della progenie che nascerà dall'accoppiamento con gli esemplari nati in cattività e che formano l'attuale parco riproduttori.



L'allevamento

Gian Maria Sigalotti

Responsabile impianti ittici dell'ETP

La produzione di trota marmorata

26



Fig. 18 - Produzione di avannotti di trota marmorata in alcuni centri di allevamento ittico del bacino padano.

Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, 2003. "Miglioramento qualitativo e valorizzazione della produzione di salmo (trutta) marmoratus negli incubatoi di valle ai fini di ripopolamento delle acque pubbliche." - Bioprogram.

È noto che le tecniche di allevamento nelle piscicoltura commerciali si sono notevolmente sviluppate con finalità economico-produttive, prestando scarsa attenzione alla somiglianza genetica con le popolazioni autoctone originarie in quanto ciò non rientrava negli obiettivi. In particolare, per massimizzare le produzioni si è fatto ricorso all'importazione di uova, si è modificato il fotoperiodo a gruppi di riproduttori per ottenere uova nell'intero arco dell'anno, è stato migliorato il tipo di alimentazione per ottenere elevati tassi di accrescimento e prodotti finali graditi ai consumatori. Tutto questo con ottimi risultati, che hanno consentito uno sviluppo straordinario anche delle infrastrutture, dell'automazione e della produzione mangimistica, tutti fattori importanti, ma non sufficienti, nella riproduzione artificiale a "ciclo chiuso" della trota marmorata.

Siamo, infatti, in presenza di un salmonide autoctono che, a prescindere dalla somiglianza genetica con la popolazione originaria - le cui tecniche d'individuazione sono state illustrate e continuano ad essere oggetto di ricerca - possiede caratteristiche di selvaticità e rusticità tali da rendere l'approccio all'allevamento di tipo sperimentale e, comunque, più complesso rispetto alle specie già divenute domestiche. Considerando che in tutto il versante meridionale delle Alpi le popolazioni di trota marmorata risultano impoverite, nonché minacciate di estinzione per errori gestionali e per modificazioni ambientali spesso irreversibili, anche l'Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia ha ritenuto di dover intervenire avviando la produzione in "ciclo chiuso" negli impianti ittici della Carnia a Moggio, Amaro e Forni di Sotto, con lo scopo di reintrodurre la trota marmorata nei corsi d'acqua in cui non risultava più possibile la riproduzione, o per reintegrare le popolazioni che, per diversi motivi, avevano ridotto la potenzialità riproduttiva, ed anche per disporre di quantitativi consistenti in caso di gravi alluvioni o eventi catastrofici. (Fig. 18).

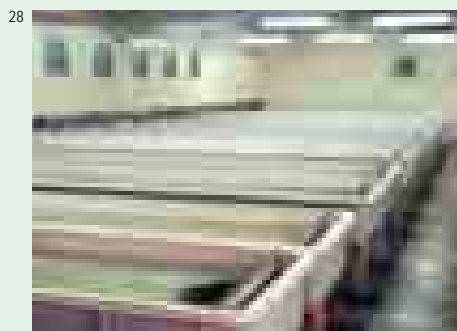
La dislocazione su tre impianti ittici è stata una scelta strategica per assicurare la continuità del sistema produttivo che non consente approvvigionamento delle uova dal mercato, dovendo attingere soltanto da individui

selvatici, sottoposti poi ad approfondite indagini genetiche; in definitiva, si sono precostituite garanzie per i rischi biologici, abbastanza comuni in questa attività, e per i rischi dovuti a cause di forza maggiore di diversa origine.





Panoramica dell'impianto ittico di Forni di Sotto



L'avanotteria coperta

I silos verticali esterni per l'accrescimento



## Gli impianti ittici dell'Ente Tutela Pesca

### Forni di Sotto

L'impianto ittico, moderno e funzionale, è stato realizzato tra gli anni 1985 e 1990 in località Melares nel Comune di Forni di Sotto (UD). L'acqua utilizzata proviene dalle sorgive del Rio Sfuarz, affluente di sinistra del fiume Tagliamento. La portata idrica massima di 100 litri/sec, alla temperatura di 8-9 °C (escursione annuale), alimenta tre complessi funzionali organizzati per la stabulazione di salmonidi nel ciclo di accrescimento uova-adulto. Due avannotterie, in locali chiusi, sono dotate di vasche rettangolari e circolari in vetroresina, con un dislivello che consente l'eventuale ricircolo delle acque dalla prima avannotteria alla seconda; il terzo complesso è costituito da sei "silos" in vetroresina, alti cinque metri, della capacità complessiva di m<sup>3</sup> 120, in cui l'alimentazione idrica può avvenire singolarmente o in serie: tre più tre. La superficie complessiva occupata dai tre complessi è di circa m<sup>2</sup> 700.

L'impianto è destinato alla produzione di trota marmorata, dalla fase embrionale delle uova fino all'età di due anni, con avviamento finale al ripopolamento. Il ciclo d'allevamento si sviluppa su 15 vasche rettangolari di m 6,00 x 1,00 x 0,40, in cui avvengono la schiusa ed il primo svezzamento, e su 51 vasche circolari del diametro di m 2,00 e volume pari a m<sup>3</sup> 2,00, adibite alle fasi successive di accrescimento.

L'introduzione delle vasche circolari in piscicoltura risale alla fine degli anni '60, con lo scopo di realizzare contenitori autopulenti e a flusso variabile in cui i pesci possono distribuirsi con regolarità, rispettando lo spazio vitale ed effettuando il nuoto a percorso continuo senza barriere. Queste caratteristiche, tanto importanti quanto efficaci nella stabulazione, si sono rivelate ideali per produrre specie pregiate d'acqua dolce e di mare.

Il "gruppo silos" è stato concepito per utilizzare la portata dell'acqua in zone con scarsa superficie disponibile ma con un buon dislivello, in modo che i pesci vengono allevati in una colonna d'acqua. L'ETP del Friuli Venezia Giulia ha inteso introdurre questa forma di allevamento anche a titolo sperimentale; il metodo ha riscontrato scarso interesse nella piscicoltura commerciale che si è sviluppata invece in zone pianeggianti con grandi spazi a disposizione, in cui la temperatura dell'acqua più elevata determina cicli d'accrescimento più brevi e, quindi, economicamente più remunerativi.

La produzione annuale media di trota marmorata dell'impianto di Forni di Sotto, per le semine nelle acque del Friuli Venezia Giulia e per attuare ricarichi degli impianti di Moggio e di Amaro, si attesta su circa 300.000 individui con classe d'età (0+) invernali, circa 100.000 soggetti (1+) e 10.000 di età (2+). Le strutture d'avanguardia, le tecniche di produzione e i risultati complessivamente conseguiti collocano l'impianto tra quelli d'eccellenza.

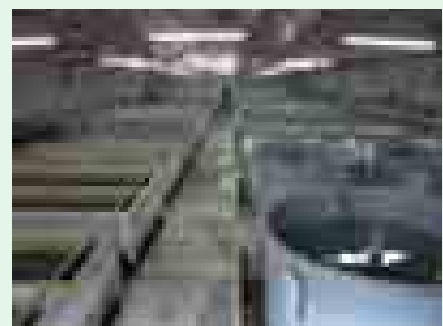
Prossimamente sarà oggetto di un ampliamento, con la costruzione di una vasca esterna per un migliore accrescimento del materiale stabulato.

## Moggio Udinese

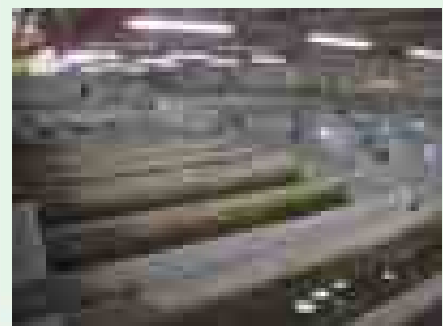
L'impianto è ubicato in località Grauzaria nel Comune di Moggio Udinese (UD). La costruzione dell'impianto risale al 1971, e successivamente le strutture sono state adeguate dal punto di vista tecnologico e funzionale. Nell'anno 2003 si è verificato un evento alluvionale catastrofico, con una quantità enorme di massi e fango che ha ricoperto le vasche esterne ed invaso il locale adibito ad avannotteria. Il parco riproduttori di trota marmorata, formato in un decennio e presente nell'impianto è stato azzerato. Le strutture murarie hanno retto e, con il contributo encomiabile di tecnici e volontari, in breve tempo è stato riattivata la funzionalità della circolazione idraulica.

La formazione del nuovo parco riproduttori, con gli stessi ceppi genetici, è stata possibile trasferendo giovani individui dal centro ittico di Forni di Sotto.

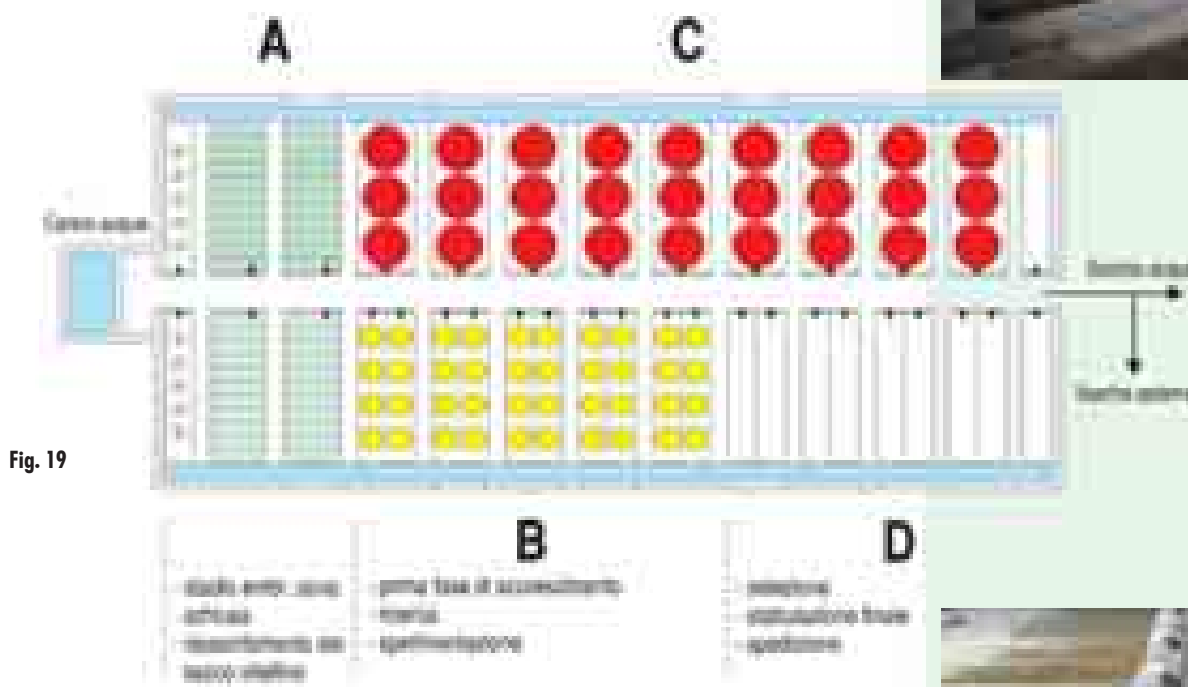
L'impianto di Moggio si sviluppa sulla sinistra del Rio Forcje (affluente del torrente Aupa), utilizza acqua sorgiva che sgorga all'interno della proprietà ed è organizzato su due comparti produttivi:



30



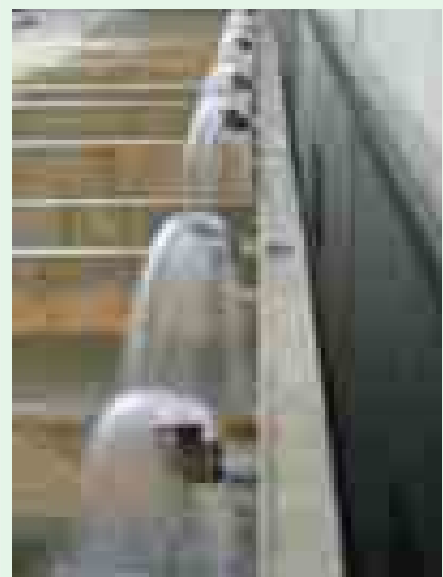
31



1) **Avannotteria coperta**, costituita secondo lo schema in Fig. 19:

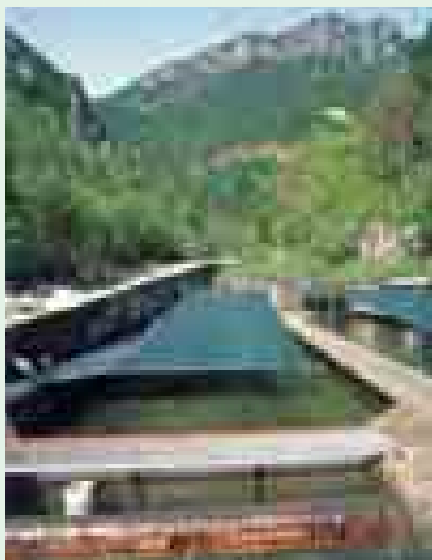
- A** - da un'area con contenitori cilindrici a flusso ascensionale per la fase embrionale; vasche rettangolari in vetroresina per le fasi di schiusa e larvale fino al riassorbimento del sacco vitellino;
- B** - da un'area per la prima fase di svezzamento in vasche circolari di vetroresina del diametro di m 0,80 e volume di m<sup>3</sup> 0,40;
- C** - da un'area per la produzione di trotelle in vasche circolari di vetroresina del diametro di m 1,60 e volume di m<sup>3</sup> 2,00;
- D** - da un'area con vasche rettangolari di m 6,00 x 1,00 x 0,60 in calcestruzzo, destinata ad operazioni di accrescimento, selezione e spedizione.

L'alimentazione idrica di questo comparto di 400 m<sup>2</sup> avviene con una portata di 45 litri/sec, alla temperatura di 6,7-11,4 °C (escursione annuale).



32

## L'allevamento



33

**2) Vasche esterne**, costruite in calcestruzzo a gradoni, di forma rettangolare, situate a monte ed a fianco dell'avannotteria, dotate di rete anti-uccelli ed ombreggianti, vengono alimentate in serie con una portata di 50 litri/sec alla temperatura di 6,5-14 °C (escursione annuale). La superficie complessiva delle vasche, recentemente ristrutturate, è di 1.200 m<sup>2</sup>, e consente di stabulare trotelle di due anni ed il parco riproduttori di trota marmorata .

La produzione annuale media è di oltre 1.000.000 di uova embrionate, 200.000 individui di un anno e 20.000 di due anni; alla stabulazione del parco riproduttori di età 3-7 anni sono riservate le migliori condizioni di vita, con il maggior spazio individuale disponibile.

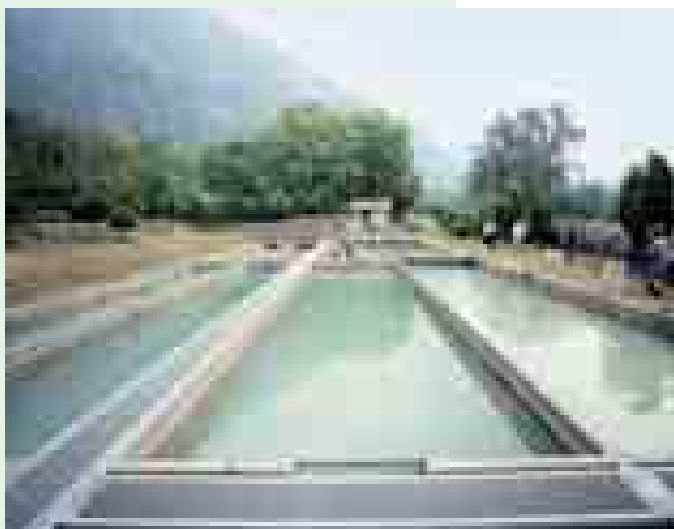
Nell'impianto viene realizzato il ciclo interno uova-riproduttore con risultati pienamente rispondenti ai programmi ETP, e il materiale prodotto è completamente avviato al ripopolamento di acque pubbliche.

## Amaro

Nel "progetto marmorata", inteso come formazione e mantenimento nel tempo di un proprio parco riproduttori di provenienza esclusivamente selvatica, rientra anche l'impianto ittico ubicato nel Comune di Amaro (UD), di cui l'ETP dispone a titolo di affittanza.

Situato a fondo valle, in zona tipica della trota marmorata, esso ha una superficie di 640 m<sup>2</sup> con quattro vasche in calcestruzzo, protette con reti anti-uccelli e ombreggianti. L'alimentazione idrica avviene con 100 litri/sec e temperatura 4-19°C (escursione annuale). È dotato anche di un piccolo locale per la fase embrionale della capacità di 500.000 uova.

Viene utilizzato per la stabulazione e l'accrescimento di soggetti, generalmente provenienti da Forni di Sotto, a partire da due anni fino ad ottenere materiale adulto da semina o riproduttori.



34

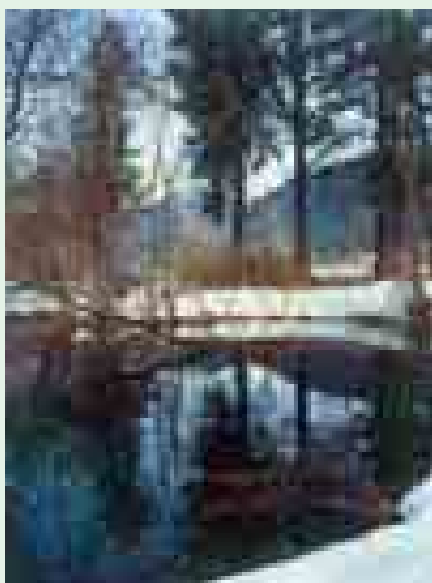
## In Centro Ittico Sperimentale di Aplis di Ovaro

L'area "Aplis", estesa su tre ettari di bosco con laghetti di acqua sorgiva e un ruscello che si immette nel Torrente Degano, comprende anche le costruzioni che testimoniano i notevoli pregi dell'architettura spontanea locale. Quest'area ed uno dei fabbricati un tempo adibito a magazzino per il legname, di proprietà del Consorzio Boschi Carnici, è stata concessa in affitto all'ETP, che intende salvaguardare e valorizzare questo patrimonio per le proprie finalità.

Il Centro Ittico ha una funzione innovativa di ricerca genetica e patologica su individui provenienti da acque libere. Il progetto tende a introdurre pesci selvatici in centri controllati per potenziare la possibilità di salvaguardia della biodiversità.



36



35

## L'allevamento

### Acque di alimentazione

La necessità di adeguarsi alla Direttiva 91/67/CEE, relativa al controllo delle malattie infettive, ha avuto come conseguenza di dover utilizzare anche nei tre impianti destinati alla produzione di trota marmorata acque sotterranee di risorgiva che. Si riportano in tabella i valori limite consigliabili per le sostanze chimiche riguardanti la trota coltura (Borroni, 2001).

Parametriacqua di trota coltura: soglie limite consigliate			
Parametri	Concentrazione mg/l	Parametri	Concentrazione mg/l
Alcalinità (come CaCO <sub>3</sub> )	50 - 300	Manganese (Mn)	< 0.01
Alluminio (Al)	< 0.01	Mercurio (Hg)	< 0.02
Ammoniaca (NH <sub>3</sub> )	< 0.0125 (0.005 per gli stadi giovanili)	Azoto (N <sub>2</sub> )	< 110% della pressione totale di gas < 103% saturazione N <sub>2</sub>
Arsenico (As)	< 0.05	Nitriti (NO <sub>2</sub> )	< 1 (0.1 in acqua molle)
Bario (Ba)	< 5	Nichel (Ni)	< 0.1
Cadmio (Cd)		Ossigeno disciolto (DO)	> 60% saturazione
Alcalinità < 100 mg/l	< 0.0005	Ozono (O <sub>3</sub> )	< 0.005
Alcalinità > 100 mg/l	< 0.005	PH	6.5 - 8.5
Calcio (Ca)	4 - 160	Fosforo (P)	0.01 - 3.0
Anidride carbonica	< 20	Potassio (K)	< 5
Cloro (Cl)	< 0.003	Selenio (Se)	< 0.01
Rame (Cu)		Argento (Ag)	< 0.003
Alcalinità < 100 mg/l	0.006	Sodio (Na)	< 75
Alcalinità > 100 mg/l	0.03	Solfato (SO <sub>4</sub> )	< 50
Durezza totale (come CaCO <sub>3</sub> )	> 100	Zolfo (S)	< 1
Idrogeno solforato (H <sub>2</sub> S)	< 0.002	Solidi totali in sospensione	< 80 massimo (consigliabile < 20; per avannotti < 5)
Ferro (Fe)	< 0.15	Zinco (Zn)	< 0.005
Piombo (Pb)	< 0.02		
Magnesio (Mg)	< 15		

Fonte: Meade, 1991; Piper et al.,1982; Lawson, 1995 (modificata).

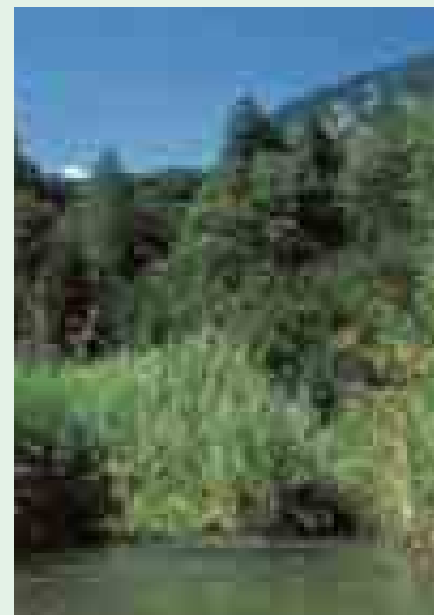
La quantità d'acqua di risorgiva mediamente derivata in ciascuno dei centri ittici di Amaro, Moggio e Forni di Sotto è di 100 litri/sec, utilizzati per la produzione di pesci adulti e riproduttori ad Amaro e per il ciclo completo negli altri centri.

### Fase di avvio della produzione

Successivamente alle fasi di cattura e selezione, descritte nel precedente capitolo, si avviò la produzione in allevamento.

Ogni individuo fu marchiato, mantenendo rigorosamente divisi i ceppi di origine. La progenie di ogni femmina è stata allevata separatamente al fine di consentire ogni indagine ritenuta utile al progetto e quindi, con la costituzione dei parchi riproduttori propri, la moltiplicazione della discendenza selezionata. I maschi hanno raggiunto la maturità sessuale al secondo anno, una parte di femmine è risultata matura a tre anni ed al quarto la totalità. In allevamento, sono stati rilevati gli istogrammi di frequenza percentuale della lunghezza totale delle femmine in età feconda di quattro e cinque anni. Le taglie evidenziate sono inferiori rispetto ai dati della letteratura raccolti in condizioni naturali, e anche rispetto ad altre condizioni d'allevamento; tuttavia, volendo considerare il problema della taglia minima pescabile, generalmente stabilita con una lunghezza totale di cm 35, ed in presenza della forte selezione che avviene in fiume, solo al 5-6% di femmine allevate di quattro anni, e di lunghezza totale superiore ai 35 cm, sarebbe consentito di riprodursi.

### La sorgente di alimentazione dell'impianto di Forni di Sotto.

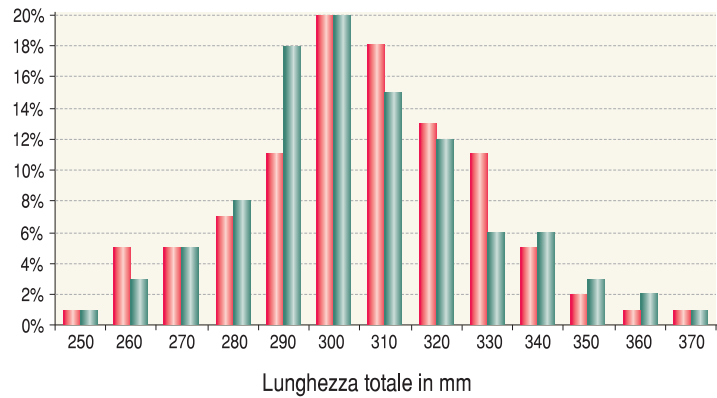


## L'allevamento

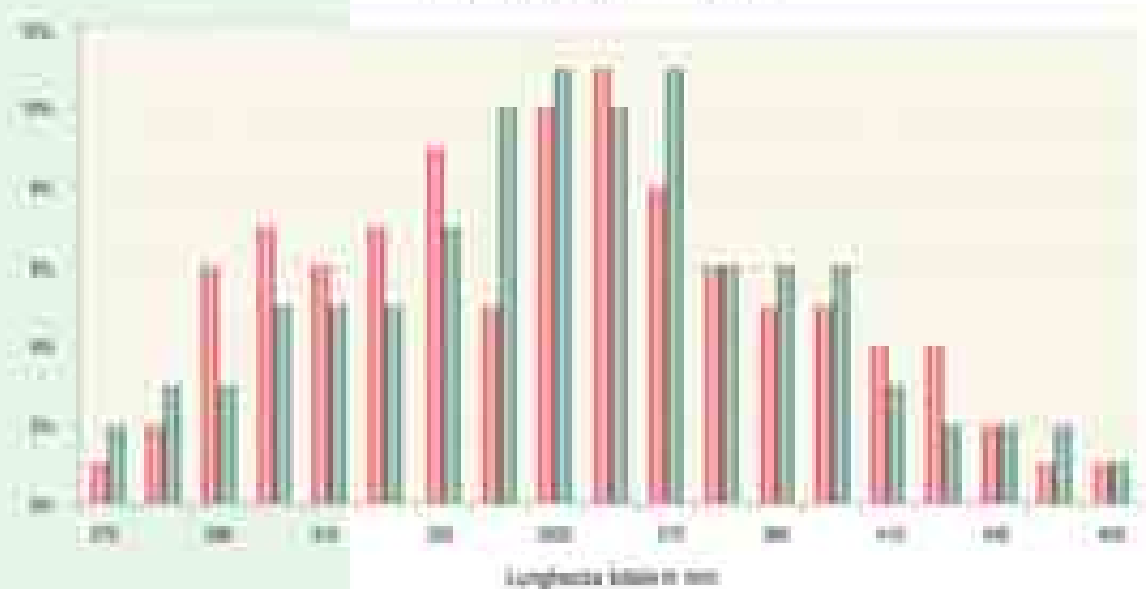
Queste osservazioni, pur con limiti evidenti e con prove ripetibili, vogliono contribuire alla discussione su quale sia la taglia minima pescabile in relazione al numero di volte che una femmina riesce a dare progenie prima di essere catturata e, in definitiva, a non rendere vano il lavoro degli allevamenti e gli sforzi di salvaguardia e reintroduzione.

Percentuale di femmine in grado di riprodursi in rapporto all'età e alla lunghezza

AMARO: femmine classe di età 4



AMARO: femmine classe di età 5



Riproduttore femmina

Riproduttore maschio

38



39



### Produzione di uova e giovani di età (0+) e (1+)

Il periodo invernale riproduttivo dicembre-gennaio, a partire dalla deposizione delle prime femmine, è compreso tra i 30 e i 45 giorni; esso è in leggero ritardo rispetto alla maturazione che avviene nei fiumi, essendo i riproduttori stabulati in acque di risorgiva durante tutto l'anno, con un andamento termico diverso da quello dei corsi d'acqua naturali.

Le operazioni di spremitura avvengono con un controllo effettuato ogni otto - dieci giorni. Le uova vengono espulse con una leggera pressione dell'addome, vengono poi mescolate al liquido seminale ed infine viene aggiunta acqua, che favorisce la motilità degli spermatozoi in modo che uno di essi possa penetrare nuotando nel micropilo situato nella membrana dell'uovo. Avviene così la fusione del materiale genetico dello spermatozoo con quello della cellula uovo.

La fertilità relativa è di circa 1700-1800 uova per chilogrammo di peso vivo di riproduttore. Il diametro medio è compreso tra 4,5 e 5,5 mm, e varia in funzione dell'età, della taglia e del regime alimentare.

Il tempo che intercorre tra l'ovo-deposizione e la schiusa è correlato alla temperatura dell'acqua:

- nel centro di Moggio è di 480 (°G), con temperatura media d'incubazione pari a 6,9 °C;
- nel centro di Forni di Sotto è di 445 (°G), con temperatura media d'incubazione pari a 8,9 °C.



Uova embrionate



Spremitura di una femmina e successiva fecondazione con il liquido seminale di un riproduttore maschio



## L'allevamento



### Lavaggio



### Conteggio e posizionamento sulla griglia forata



Il conteggio delle uova può avvenire con i seguenti metodi:

A - Volumetrico: in base al volume totale e al diametro medio dopo l'introduzione in acqua.

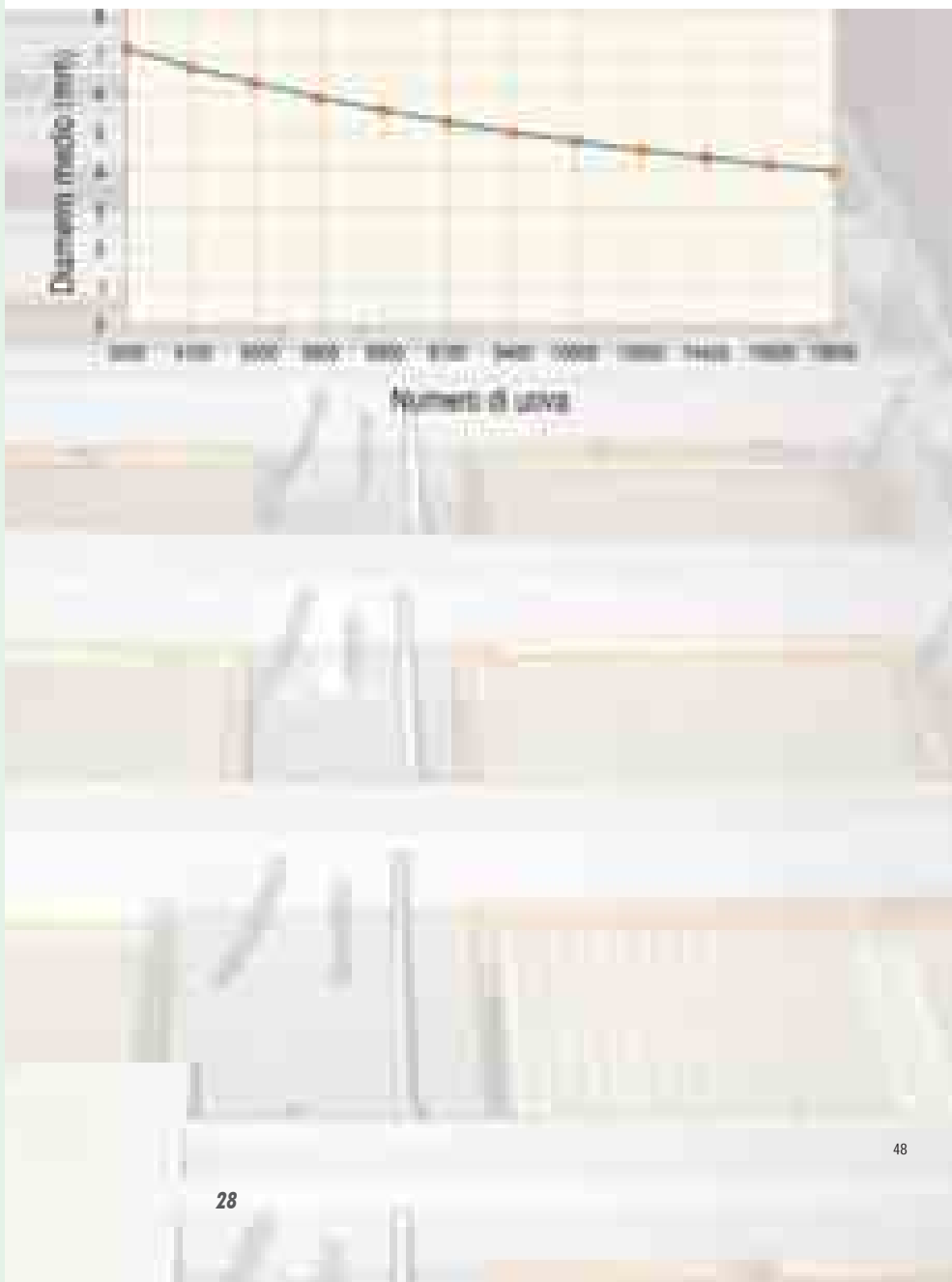
B - Gravimetrico: in base al peso totale rapportato al peso di un campione.

C - Conteggio diretto con macchina elettronica.

I metodi vengono applicati a seconda delle varie esigenze; il metodo volumetrico viene generalmente usato dopo le spremiture, ove è necessaria una prima valutazione, evitando manipolazioni dannose. I conteggi definitivi vengono effettuati ad uno stadio della fase embrionale in cui è visibile l'occhio, poiché in questa fase l'uovo è resistente a manipolazioni e spostamenti.

Si riporta la tabella relativa al conteggio volumetrico.

Numero di uova di trota per litro e diametro medio

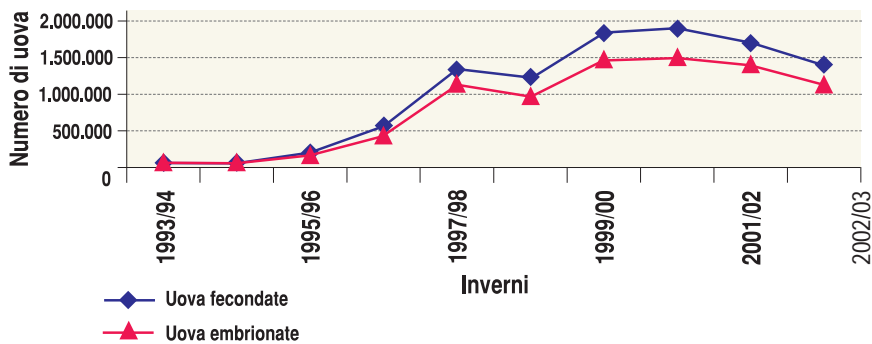




Dopo la fecondazione le uova vengono poste in embrionatori a flusso verticale dal basso verso l'alto. La quantità d'acqua richiesta per l'incubazione è di circa 10 litri/minuto per 400.000 uova.

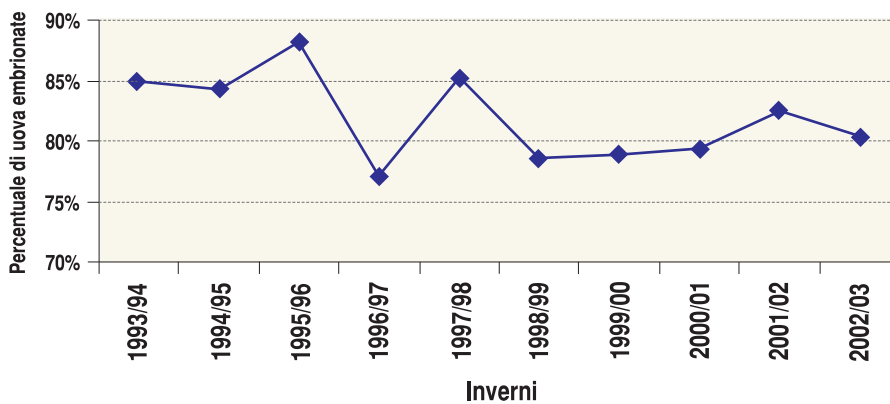
Prima della schiusa, le uova vengono poste in vaschette rettangolari su contenitori di griglia forata, in modo che le larve cadano sul fondo della vasca fino al riassorbimento del sacco vitellino. Dopo il riassorbimento, l'avannotto sviluppa la vescica natatoria ed è in grado di alimentarsi.

E.T.P. produzione di uova di trota marmorata dall'avvio del progetto



Periodo	Uova fecondate	Uova embrionate	%	Uova fecondate	Uova embrionate	%
1993/94	150.000	150.000	100,0	150.000	150.000	100,0
1994/95	200.000	150.000	75,0	200.000	150.000	75,0
1995/96	400.000	300.000	75,0	400.000	300.000	75,0
1996/97	600.000	450.000	75,0	600.000	450.000	75,0
1997/98	1.300.000	1.100.000	84,6	1.300.000	1.100.000	84,6
1998/99	1.200.000	900.000	75,0	1.200.000	900.000	75,0
1999/00	1.800.000	1.400.000	77,8	1.800.000	1.400.000	77,8
2000/01	1.900.000	1.450.000	76,3	1.900.000	1.450.000	76,3
2001/02	1.700.000	1.350.000	79,4	1.700.000	1.350.000	79,4
2002/03	1.400.000	1.100.000	78,6	1.400.000	1.100.000	78,6

Percentuale di uova embrionate rispetto a quelle fecondate. (Rendimento)



## L'allevamento

La prima alimentazione a base di larve di *Artemia salina* viva, fatta schiudere giornalmente, viene somministrata unitamente a mangime industriale secco di adeguata granulometria. L'alimento vivo consente di rendere meno diffidenti gli avannotti, fino all'accettazione dell'alimento artificiale. Il periodo dell'appastamento e della prima crescita fino alla taglia di cm 5-6 è comunque la fase più delicata dell'intero ciclo, a causa delle difficoltà di adattamento alla vita in cattività manifestate da questo salmonide.

A tale proposito, vantaggi sono stati ottenuti con la realizzazione di vasche cilindriche a flussi incrociati (tangenziale-radiale) provenienti dal basso verso l'alto che, regolati a volontà, consentono alle vasche di essere autopulenti o di trovarsi in regime di leggera turbolenza, tale da riprodurre condizioni simili, almeno dal punto di vista idraulico, a quelle che si possono ritrovare nel fiume.

La velocità dell'acqua viene adeguata perfettamente alla taglia dei pesci in quel momento allevati, e viene aumentata prima dei ripopolamenti. Ricambio idrico: ogni 30-60 minuti primi. Le vasche hanno un volume compreso tra 0,5 e 2,5 m<sup>3</sup>, sono ubicate all'interno delle avannotterie e sono generalmente utilizzate fino alla taglia di cm 9-12, con possibilità di stabularvi ed allevarvi taglie superiori.

49

Larve con sacco vitellino

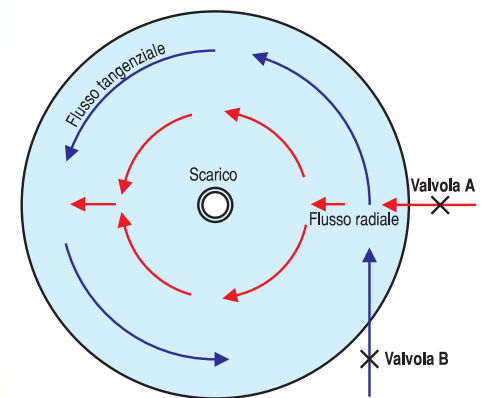
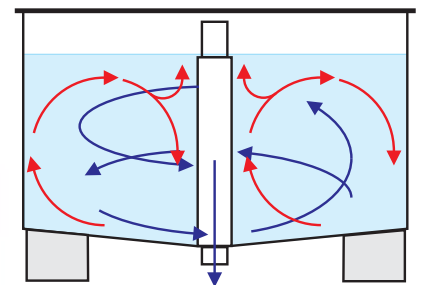


50

Avannotti dopo il riassorbimento del sacco vitellino



51



Vasca cilindrica a flussi: tangenziale e radiale

Alimentazione

**Emilio Tibaldi**

Dipartimento di Scienze della Produzione Animale  
Università di Udine

*La prima alimentazione delle larve di marmorata dopo il completo riassorbimento del sacco vitellino, che in passato veniva attuata con omogeneizzati preparati da scarti di macelleria quali milza e/o fegato freschi, si basa attualmente sull'esclusiva somministrazione di prede vive date da piccoli organismi animali. Numerosi studi condotti al riguardo hanno infatti dimostrato che la motilità ed il colore di questi piccoli invertebrati nonché il rilascio nell'acqua di particolari sostanze da parte degli stessi organismi, contribuiscono a renderli particolarmente attrattivi per le larve che pertanto imparano a nutrirsi autonomamente con estrema facilità. Le prede vive vieppiù evocano molto più delle particelle alimentari inerti, l'innato comportamento predatorio che nella marmorata si manifesta assai precocemente.*

*La difficoltà di reperire in natura quantità di alimento vivo sufficienti a coprire le necessità giornaliere degli impianti ittiogenici è superata grazie all'impiego di un "miracolo della natura" dato dalle uova di un piccolo crostaceo chiamato un tempo Artemia salina ed ora Artemia franciscana. Questo organismo cosmopolita vive in ambienti costieri ad alta salinità e presenta la particolarità di produrre uova minutissime protette da un coriaceo involucro (dette cisti) che si mantengono vive a secco e sono in grado di schiudere anche dopo tempi lunghissimi, se opportunamente conservate. Nel mondo vi sono ditte specializzate che provvedono alla raccolta ed al confezionamento delle cisti prelevate in natura che sono quindi oggetto di commercializzazione. Una volta acquistate in gran quantità, ancorchè a caro prezzo, le cisti poste in acqua in opportuni schiuditori ed in particolari condizioni di temperatura e di illuminazione, schiudono in poche ore e da esse nascono delle piccolissime forme larvali che nuotano attivamente nell'acqua, dette naupli che vengono raccolti e somministrati alle larve. Da 3 grammi di cisti schiudono circa 1 milione di piccoli naupli di circa mezzo millimetro di lunghezza e quindi compatibili con le dimensioni dell'apertura boccale delle larve di marmorata. I naupli presentano una colorazione bruno rossastra e possiedono caratteristiche nutrizionali in grado di soddisfare i fabbisogni nutritivi delle larve una volta ingeriti e digeriti. Al fine di favorire un rapido appastamento delle larve di marmorata è tuttavia necessario distribuirle in numero tale che la loro densità non sia inferiore a 10.000 esemplari per litro almeno nelle fasi iniziali.*

*L'alimentazione delle larve con i soli naupli dura alcune settimane dopo il completo riassorbimento del sacco vitellino. A questa fase segue quella di svezzamento che consiste nell'adattare progressivamente le larve di marmorata (che nel frattempo sono cresciute) a microdieta artificiali secche. Nello svezzamento la somministrazione dei naupli non viene abolita ma se ne distribuiscono quantità progressivamente minori somministrando contestualmente i micro-mangimi secchi. In realtà questa tecnica, detta con termine anglosassone "co-feeding", si fonda su un "imbroglio" dato dal fatto che, almeno inizialmente, le larve "confuse" dalla contemporanea presenza di prede vive (naupli) e inerti (microparticelle secche) nella vasca, sono indotte a predare anche queste ultime abituandosi così ad ingerire progressivamente il solo mangime via via che i naupli vengono ridotti fino alla completa abolizione. È chiaro che le caratteristiche della micro-dieta quali il colore, la forma, la consistenza e la presenza di sostanze attiranti e stimolanti l'appetito (appetibilità) oltre alla composizione nutrizionale, devono essere attentamente studiate e giocano un ruolo primario nel favorire un rapido e corretto svezzamento delle piccole marmorate.*

*Dopo lo svezzamento, l'alimentazione della marmorata negli impianti ittiogenici si basa oggi giorno sull'impiego in successione di mangimi sbriciolati, e poi di pellettati o estrusi per Salmonidi forniti dall'industria mangimistica. In queste fasi l'alimentazione è curata soprattutto sotto l'aspetto delle quantità di mangimi distribuiti, calibrate non già per promuovere la massima crescita, ma piuttosto per garantire il raggiungimento di uno status nutrizionale adeguato a superare la prima fase successiva al rilascio in acque libere che notoriamente rappresenta un momento adattativo etologicamente e nutrizionalmente critico per il successo dell'azione di ripopolamento.*



Cisti e naupli

52



53

## L'allevamento



54

### Fase di accrescimento in vasca esterna

L'accrescimento nelle vasche esterne è previsto per una parte degli individui, fino al raggiungimento della maturità sessuale; essi vengono destinati alla sostituzione annuale di riproduttori del parco base. Questo è formato da soggetti al quarto - quinto - sesto anno di età, che offrono buone garanzie riproduttive. Qualche soggetto di sette anni particolarmente interessante viene aggregato al parco.

La quasi totalità della produzione viene avviata al ripopolamento dei fiumi allo stadio di uova embrionate, novellame (0+) e (1+), e parte con classe d'età (2+) e (3+).

Le condizioni ambientali richieste nel-

l'intero ciclo produttivo prevedono ricambi idrici sostenuti. L'esperienza ha confermato la necessità di evitare il sovraffollamento delle vasche, per non incorrere in perdite consistenti; questa cautela, sempre indicata per i salmonidi d'allevamento già domestici, si traduce, per la trota marmorata, nell'esigenza di ridurre ulteriormente la densità ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ) di tre, quattro volte rispetto ai parametri di riferimento della trota fario e iridea.

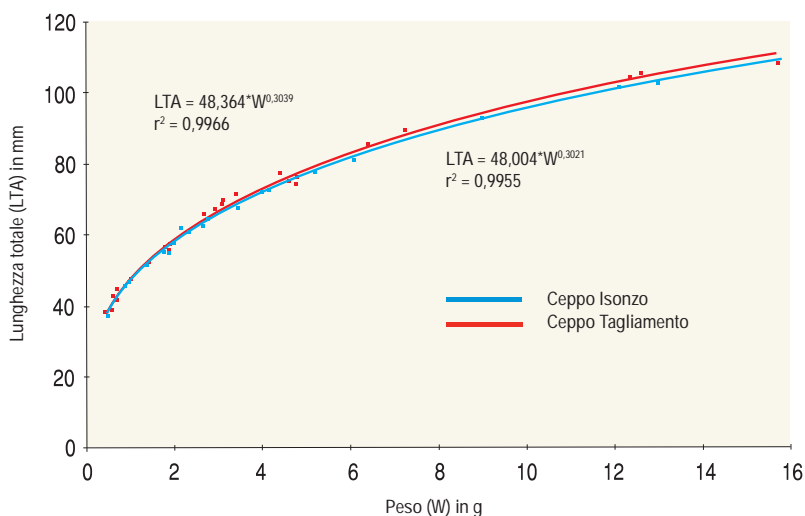
L'ossigeno ha un ruolo fondamentale nella vitalità e nell'accrescimento dei soggetti stabulati. Esso, presente nell'aria in una percentuale del 21%, tende a diffondersi nell'acqua a contatto con la superficie, per poi solubilizzarsi fino a raggiungere una condizione di equilibrio (saturazione).

### Serpentine e vasche esterne di accrescimento nell'impianto ittico di Moggio Udinese



55

Regressione lunghezza totale (LTA) su peso (W) degli esemplari dell'Isonzo e del Tagliamento

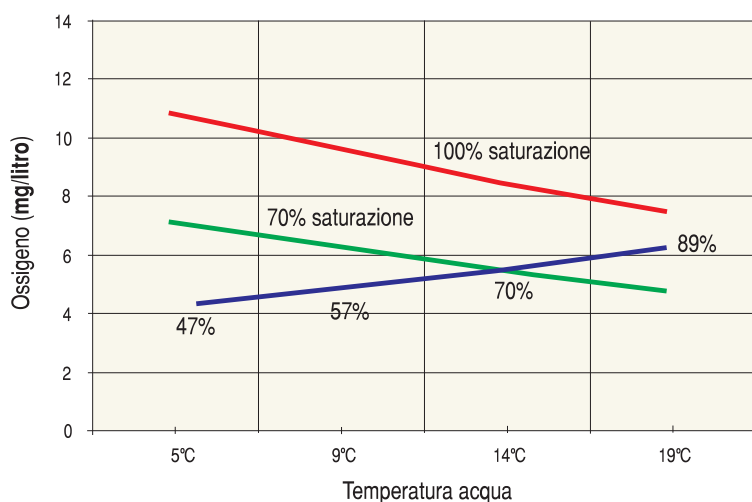


Nella tabella si osserva che nelle due regressioni a parità di peso, gli esemplari del Tagliamento presentano una taglia leggermente maggiore rispetto a quelli dell'Isonzo.

Il valore di saturazione dell'ossigeno è funzione della temperatura, della pressione atmosferica e della salinità. Nei pesci, il consumo d'ossigeno aumenta in base alla specie, all'età, all'aumento della temperatura, all'energia spesa per l'alimentazione e per il movimento e ad eventuali fattori patologici. Nella salmonicoltura, la riduzione della concentrazione dell'ossigeno disciolto al di sotto di 5 mg/litro genera condizioni di rischio e di scarsa efficienza nella conversione degli alimenti. Nel caso dell'allevamento della trota marmorata, vengono tenute nella massima considerazione soprattutto le condizioni di rischio, per cui le concentrazioni di ossigeno disciolto sono sempre ottimali in conseguenza delle basse densità applicate al fine di ottenere individui adatti al ripopolamento con le migliori probabilità di successo.



56



Nella tabella sono indicati i livelli ottimali di ossigenazione per una buona crescita degli esemplari



57



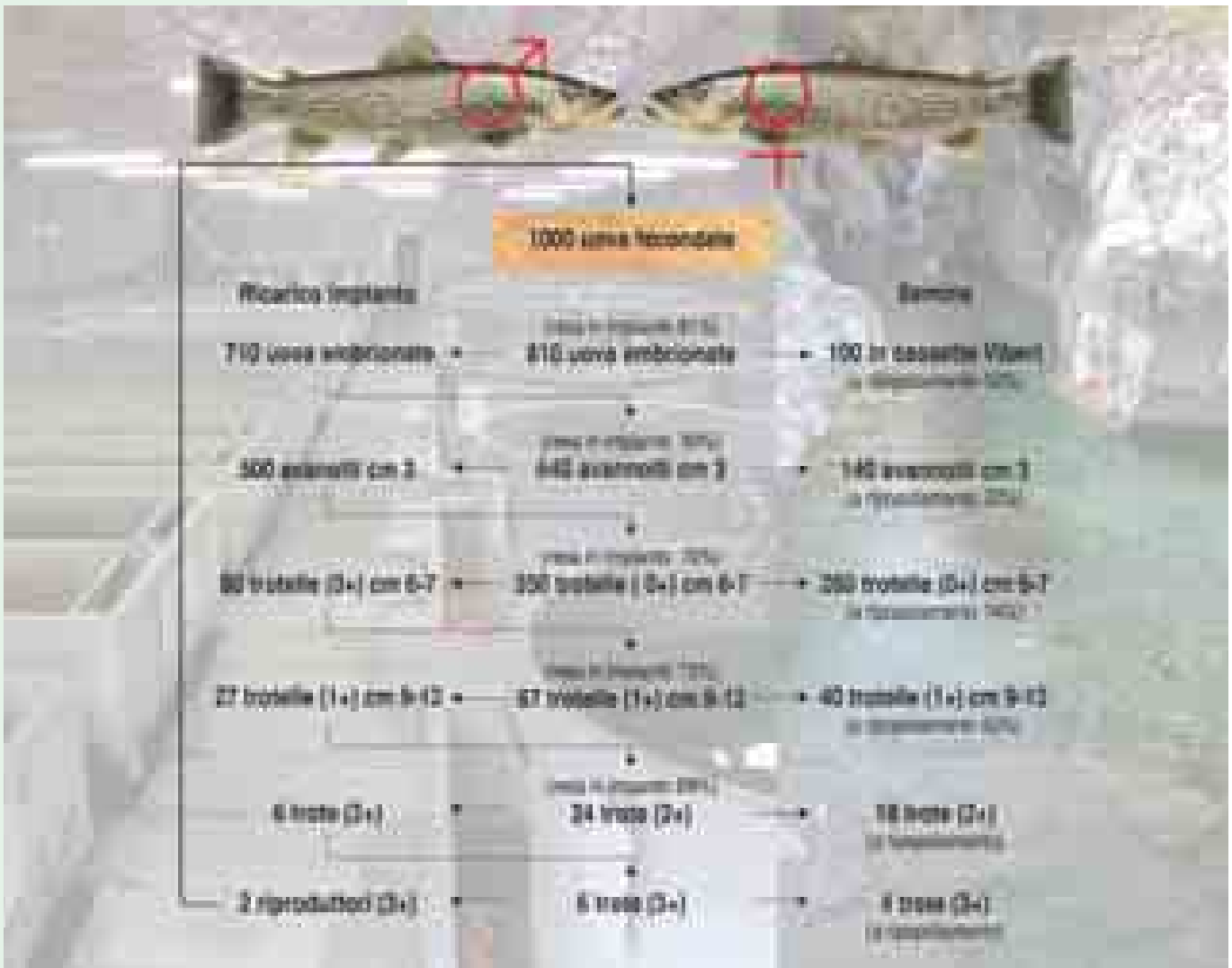
**Condizione sanitaria connessa con la legislazione vigente**

La gestione sanitaria degli impianti ittiogenici è regolata dalla Direttiva 91/67/CEE d.d. 28/02/1991, successivamente recepita dalla legislazione nazionale. La normativa stabilisce i termini del programma di controllo delle malattie infettive dei salmonidi vincolando, in particolare, l'immissione del materiale ittico in acque libere, per cui essa può avvenire solo se i pesci sono certificati indenni dalla setticemia emorragica virale (VHS) e dalla necrosi ematopoietica infettiva (IHN).

A seguito delle procedure di controllo effettuate, gli impianti ittici di Amaro, Moggio e Forni di Sotto, destinati alla produzione di trota marmorata, sono stati certificati come indenni da VHS e IHN, e conseguentemente inclusi nell'elenco degli impianti abilitati a seminare in acque pubbliche. (Decisione n° 2003/839/CE pubblicata sulla GUCE 319/21 del 04/12/03).

58

**Diagramma indicativo del processo produttivo in ciclo chiuso e della gestione del materiale ittico prodotto**



## Distribuzione

Elisabetta Pizzul

Dipartimento di Biologia - Università di Trieste

**Distribuzione  
di *Salmo [trutta] marmoratus*  
(Cuvier, 1817)  
nel Friuli Venezia Giulia**



59

**Fig. 20 - Acque in cui si registra un aumento delle popolazioni di *Salmo [trutta] marmoratus* in seguito alla realizzazione del Progetto marmorata.**

Il Progetto Marmorata a seguito della selezione genetica e della successiva produzione di esemplari di trota marmorata negli impianti dell'Ente Tutela Pesca, precedentemente descritte dagli altri Autori, ha comportato il rilascio degli esemplari nelle aste fluviali, come avannotti, novellame o adulto. I siti individuati furono quelli in cui le popolazioni di trota marmorata stavano in modo preoccupante calando in numero, sopraffatte dall'immissione di ingenti quantitativi di trota fario condotti a fini alieutici o, più frequentemente, siti in cui l'emispecie era, di fatto, ormai scomparsa. Nelle diverse stazioni fissate fu effettuata innanzi tutto una "pulizia" del tratto che ha comportato il trasferimento degli esemplari di trota fario, eventualmente presenti, in altre zone, non collegate ai siti di ripopolamento a trota marmorata. Secondariamente, in dette aree fu applicata una gestione, diversa a seconda dei casi, che in ogni modo non consentisse ulteriori semine di trota fario. Le aree oggetto di questi ripopolamenti furono in seguito costantemente monitorate, consapevoli che la completa attuazione del progetto comportasse necessariamente tempi piuttosto lunghi. Le ultime indagini riportano, come si può osservare nella successiva Figura 20, una presenza significativa dell'emispecie, conseguentemente ai ripopolamenti effettuati, nei seguenti corsi d'acqua evidenziati in verde.



## Distribuzione



60



61



I monitoraggi condotti nelle stazioni, oggetto dei ripopolamenti, vengono tuttora ripetuti al fine di saggiare la consistenza delle popolazioni e prevedono la chiusura di un tratto del corso d'acqua, della lunghezza variabile tra i 100 ed i 150 m, con reti ad imbocco in cui mediante passaggi ripetuti con elettrostorditori si procede al recupero del materiale ittico fino ad esaurimento delle catture. I risultati delle analisi effettuate negli anni più recenti vengono qui di seguito brevemente illustrati.

## Fiume Isonzo

Procedendo da est verso ovest, troviamo innanzitutto il fiume Isonzo, che è il più ricco in acqua della regione e nasce in Slovenia da alcune sorgenti poste fra il M. Gialuz e Cima Moistrocca. L'Isonzo dopo aver percorso il territorio sloveno ed aver ricevuto le acque di alcuni affluenti, tra i quali l'Idria, raggiunge il territorio italiano e sbocca in pianura a Gorizia. È proprio a valle dell'abitato di Gorizia (Sagrado d'Isonzo) che potremmo definire il limite inferiore dell'areale di distribuzione della trota marmorata, la quale viene quindi ad interessare con la sua presenza in particolare la parte alta del tratto italiano del fiume. Parte degli esemplari di trota marmorata selezionati per il ripopolamento delle acque del bacino dell'Isonzo provengono proprio dall'area del fiume posta a valle di Gorizia. La realizzazione del Progetto Marmorata in questo fiume è stata sempre caratterizzata da un'ampia collaborazione con gli Enti Gestori sloveni che nelle loro zone hanno parallelamente condotto studi analoghi sull'emispecie. Le immissioni di trota marmorata volte ad aumentarne la numerosità, peraltro difficilmente quantificabile a causa dell'elevata portata ed ampiezza del fiume, sono iniziate già nel 1990 ed hanno sicuramente contribuito a rafforzare la presenza, anche da quanto riportato dai pescatori sportivi della zona.

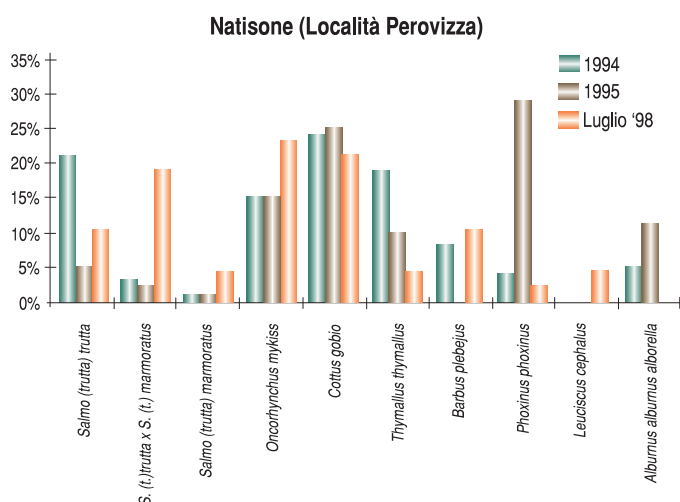


62



## Fiume Natisone

Rilevanti risultati sono stati poi ottenuti dai ripopolamenti di trota marmorata nel fiume Natisone. Questo corso d'acqua nasce da un gruppo di sorgenti disseminate alle falde sud-orientali del Monte Maggiore. Il fiume, dopo aver percorso qualche chilometro in territorio italiano in direzione sud, passa in territorio sloveno dove scorre irregolarmente con frequenti cambiamenti di direzione; volge successivamente verso sud, e attraverso la gola di Stupizza rientra in territorio italiano, dove scorre fino alla sua confluenza con il torrente Torre. In questo fiume, in territorio italiano, la trota marmorata è presente con popolazioni via via crescenti nel corso degli anni dal confine con la Slovenia fino a Perovizza (comune di Pulfero) (Fig. 21).



**Fig. 21 - Frequenza percentuale delle specie ittiche catturate in diversi anni di studio nel Fiume Natisone**

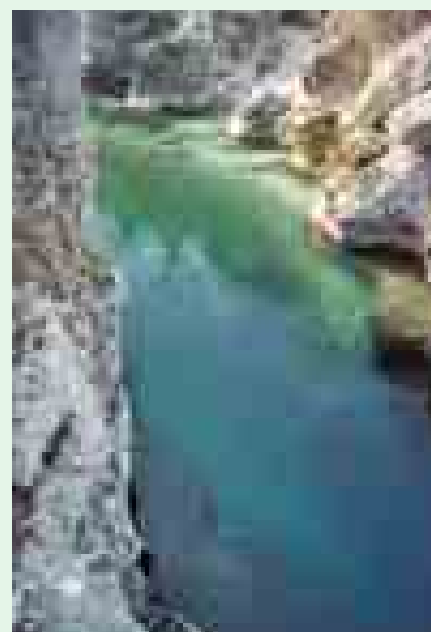
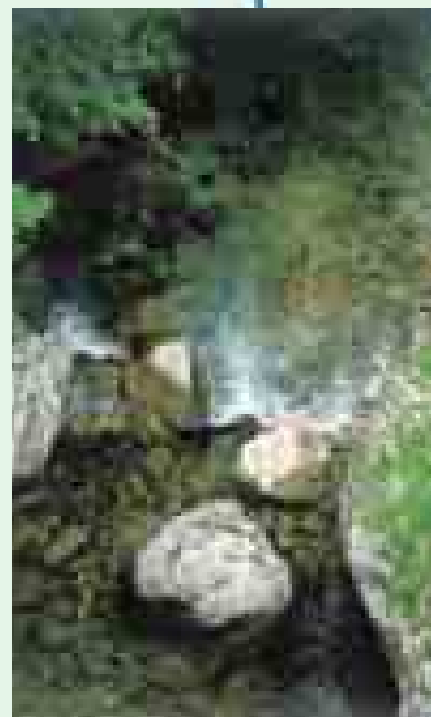
La gestione del fiume Natisone, dal 1993 in poi, è riuscita sia a tutelare l'ittiofauna autoctona sia ad accontentare le esigenze della pesca sportiva. Infatti, nel tratto di fiume che scorre dalle sorgenti a Cividale, l'Ente Tutela Pesca sta tuttora consolidando il recupero del popolamento originale di trota marmorata. Dal 1994 non si effettuano più ripopolamenti con trota fario, per evitare i noti processi di ibridazione tra le due emispecie, mentre vengono condotte immissioni di trota iridea per sostenere l'attività di pesca sportiva. L'Ente Tutela Pesca per garantire una gestione omogenea ha stipulato accordi con Ribiska Druzina di Tolmino (Slovenia), infatti, anche gli esemplari di trota marmorata immessi in territorio sloveno provengono da riproduttori di ceppo isontino.

## Torrente Torre

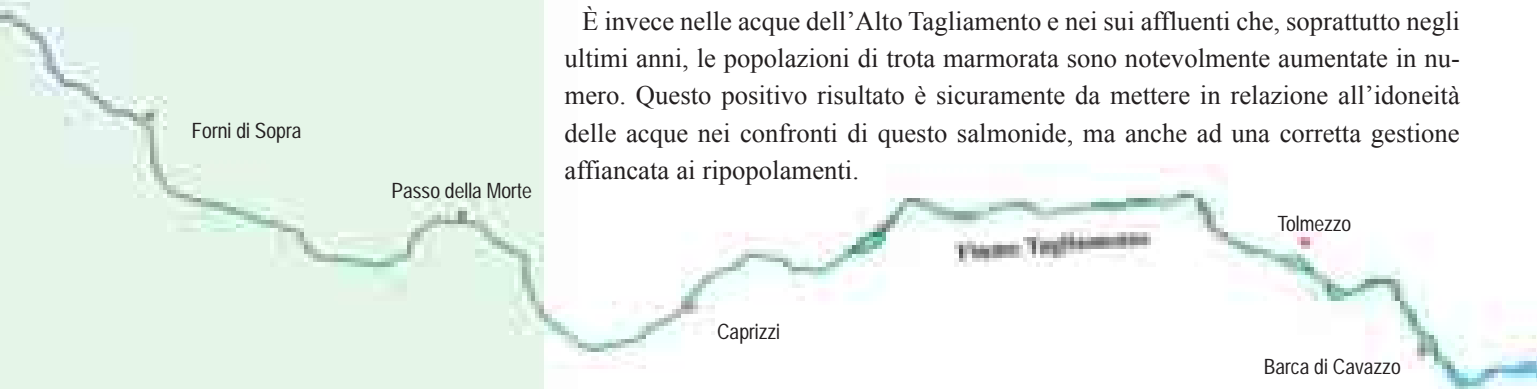
Nel torrente Torre, considerato da alcuni Autori, affluente dell'Isonzo mentre da altri facente parte di un bacino idrologico a sé stante, i ripopolamenti di trota marmorata sono iniziati nel 1992. Tuttavia queste pratiche non hanno visto né nell'asta principale del torrente né nei suoi affluenti l'abbandono delle pratiche di semina di trota fario per fini alieutici.

Ciò non ha quindi permesso il consolidarsi di popolazioni ben strutturate di trota marmorata, benché presenti, ma ha portato ad una rilevante presenza di esemplari ibridi tra le due emispecie.

## Il progetto marmorata



## Distribuzione



## Fiume Tagliamento

È invece nelle acque dell'Alto Tagliamento e nei suoi affluenti che, soprattutto negli ultimi anni, le popolazioni di trota marmorata sono notevolmente aumentate in numero. Questo positivo risultato è sicuramente da mettere in relazione all'idoneità delle acque nei confronti di questo salmonide, ma anche ad una corretta gestione affiancata ai ripopolamenti.

Gestione che è stata sostenuta dai pescatori locali che non hanno visto, contrariamente ad altre aree regionali, nell'attuazione di questo progetto un limite alla loro attività bensì una riqualificazione degli ambienti da loro assiduamente frequentati. Prendendo in considerazione il corso principale del fiume Tagliamento, da Forni di Sopra a Barca di Cavazzo, è possibile osservare che, da analisi condotte nel 1998, le comunità a Salmonidi denunciano una graduale diminuzione della trota fario da monte verso valle e, parallelamente, un aumento della presenza della trota marmorata e di ibridi tra le due emispesce (Fig. 22).

65



Fiume Tagliamento (parte alta)

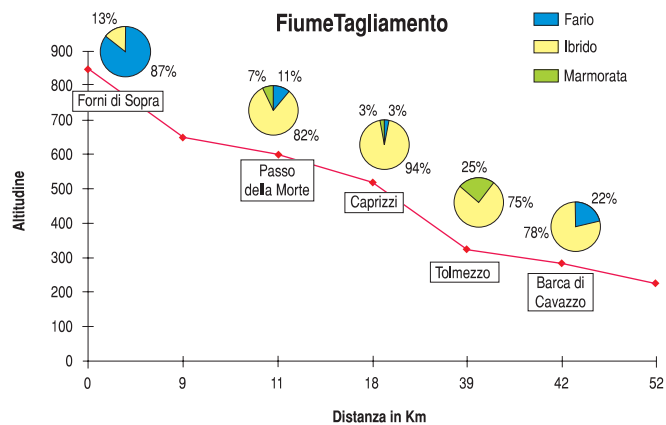


Fig. 22 - Frequenze percentuali dei salmonidi lungo l'asta principale del Fiume Tagliamento

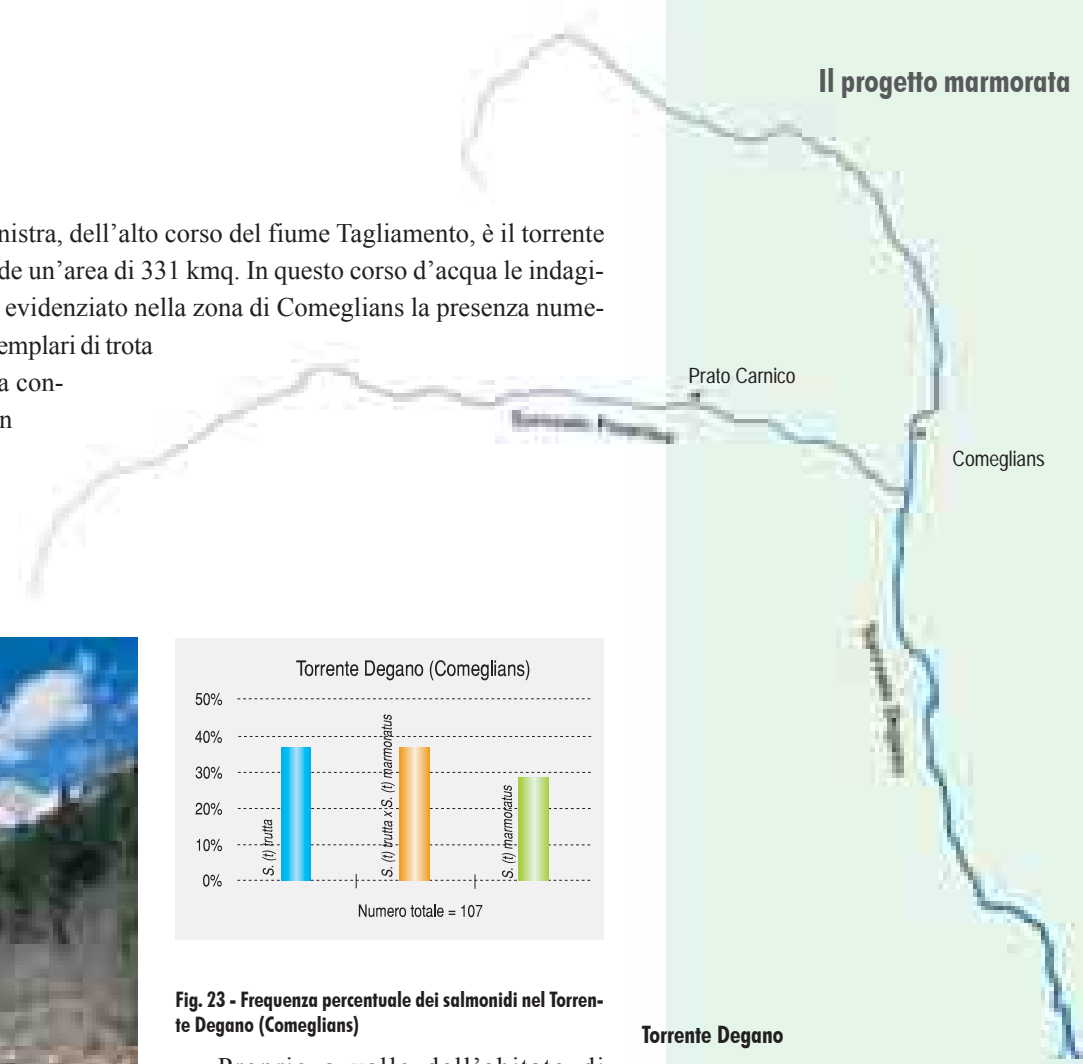
66



67

## Torrente Degano

Importante affluente di sinistra, dell'alto corso del fiume Tagliamento, è il torrente Degano il cui bacino sottende un'area di 331 kmq. In questo corso d'acqua le indagini condotte nel 2000 hanno evidenziato nella zona di Comeglians la presenza numericamente più cospicua di esemplari di trota marmorata, la quale tuttavia condivide il proprio habitat con esemplari di trota fario qui tuttora presenti e abbondanti (Fig. 23).



68

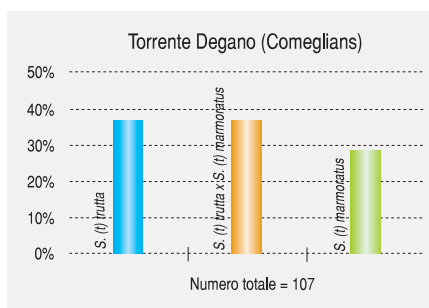


Fig. 23 - Frequenza percentuale dei salmonidi nel Torrente Degano (Comeglians)

Proprio a valle dell'abitato di Comeglians, il Degano riceve in riva destra il torrente Pesarina, il quale, con una portata valutata in media sui 2 mc/sec, è il suo più importante tributario. Nel Torrente Pesarina, sempre nel 2000, nella stazione sita a Prato Carnico è stata registrata una presenza, seppur molto esigua, di trote marmorate (Fig. 24).

## Torrente Degano



70

69

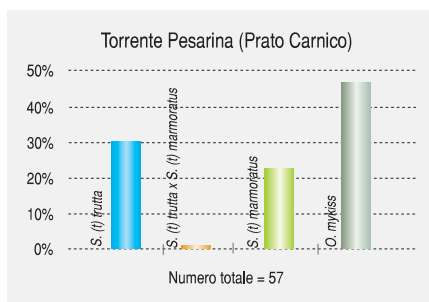
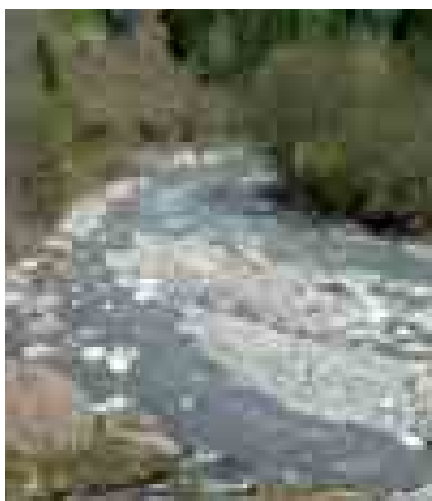


Fig. 24 - Frequenza percentuale dei salmonidi nel Torrente Pesarina (Prato Carnico)

## Torrente Pesarina



71

## Distribuzione



73

## Torrente But

Pressoché adiacente al bacino del Degano, nell'alto corso del fiume Tagliamento, è situato il bacino del But, il quale ha una superficie di 330 Km<sup>2</sup>.

Nel grafico successivo sono riportate le frequenze percentuali dei Salmonidi rilevate nel corso del 2000 lungo l'asta fluviale del torrente (Fig. 25).

## Torrente But

72

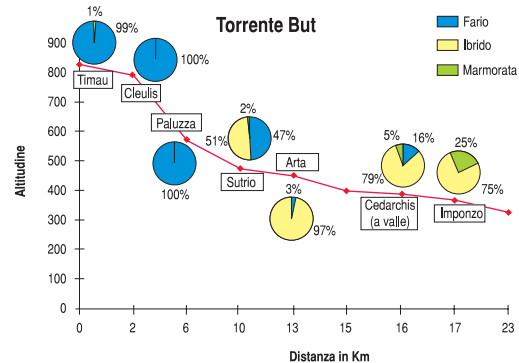


Fig. 25 - Frequenze percentuali dei salmonidi lungo l'asta principale del Fiume But

Come si può osservare la situazione da monte verso valle vede da prima la presenza assoluta della trota fario, la quale successivamente lascia il posto agli ibridi tra le due emispecie e nelle stazioni più a valle alla trota marmorata, che raggiunge anche percentuali del 25%. Si tratta di percentuali ancora modeste, ma che se rapportate alla situazione passata fanno sperare in un loro continuo incremento.

Merita inoltre menzione il torrente Chinarsò (Fig. 26), affluente di sinistra del torrente But, in quanto la frequenza percentuale della trota marmorata osservata nelle catture è sicuramente la più elevata in regione superando il 70%.

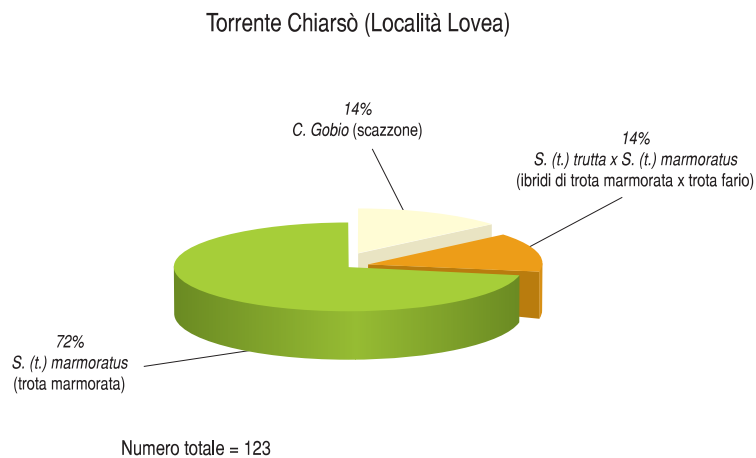
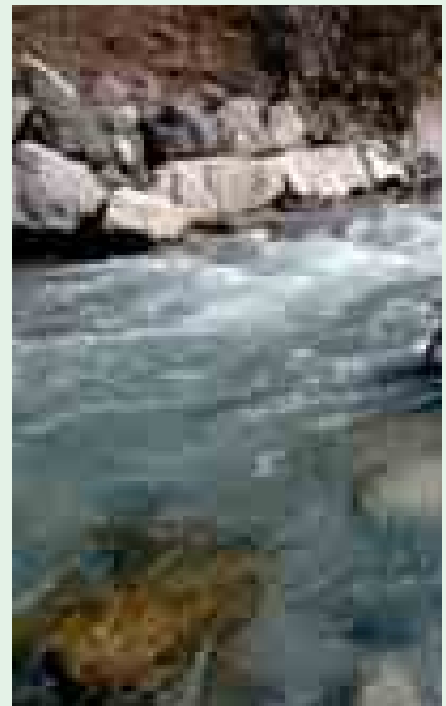


Fig. 26 - Frequenze percentuali delle specie ittiche nel Torrente Chinarsò.



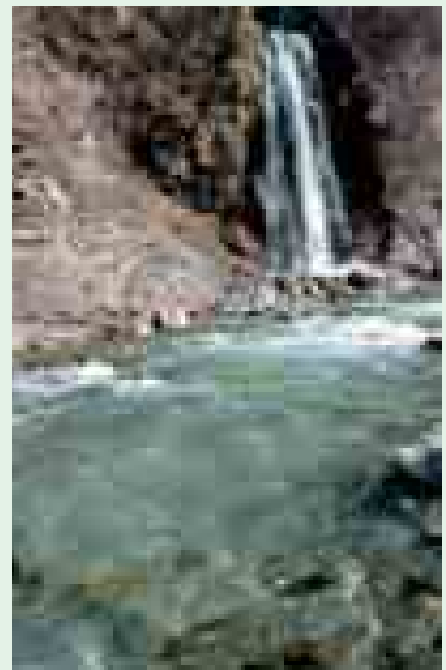
75



74

### Il Fiume Fella e i suoi tributari montani

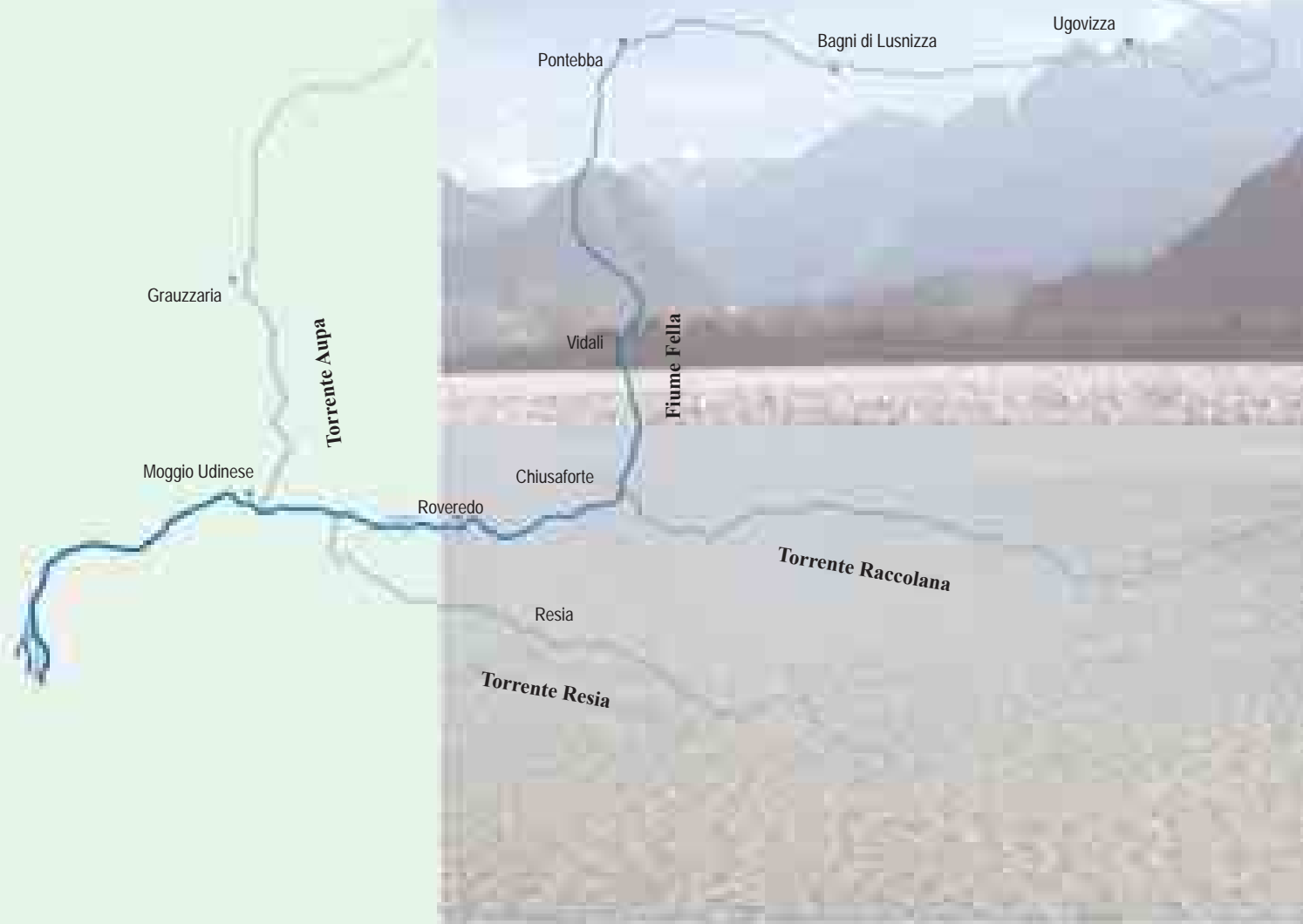
Per quanto attiene la zona montana del Tagliamento, vi è poi il fiume Fella, suo maggiore tributario (706 Km<sup>2</sup> di bacino). Nel bacino di questo grande corso d'acqua i monitoraggi hanno interessato nel 2000 sia l'asta principale che alcuni suoi importanti affluenti quali: il torrente Raccolana ed il torrente Resia (in riva sinistra) ed il torrente Aupa (in riva destra). Tutte zone oggetto di ripopolamento con esemplari di trota marmorata, giacché la presenza dell'emispecie, in forte decremento numerico, era già stata segnalata nella Carta Ittica regionale da Stoch *et al.* (1992).



76

Torrente Chinarsò

## Distribuzione



78

## Fiume Fella

77



Considerando la composizione delle comunità ittiche presenti lungo l'asta principale notiamo (Fig. 27), in analogia con gli altri corsi d'acqua esaminati, che la trota fario presente nelle stazioni poste più a monte diminuisce progressivamente verso valle lasciando il posto a ibridi e nelle due ultime stazioni (Roveredo e Moggio) alla trota marmorata, la cui percentuale più elevata nelle catture si registra a Moggio ed è pari al 15%.

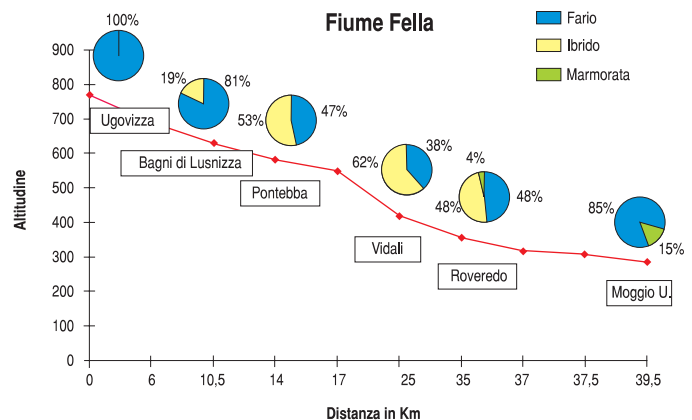


Fig. 27 - Frequenze percentuali dei salmonidi lungo l'asta principale del Fiume Fella

Percentuali prossime a quelle osservate per la trota marmorata a Moggio sono state rilevate, nel 2000, anche nel torrente Raccolana (Fig. 28).

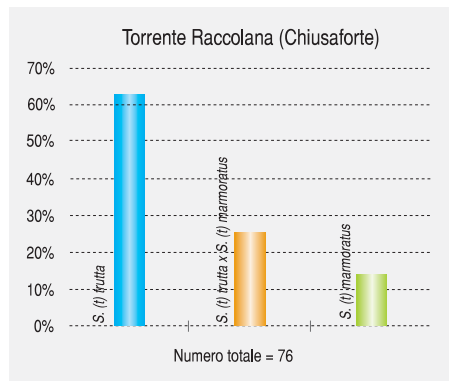


Fig. 28 - Frequenze percentuali dei salmonidi nel Torrente Raccolana (Chiusaforte)

Nel torrente Resia i dati più recenti risalgono al 2002, quando in occasione della messa in asciutta di un tratto di circa 800 m, per lavori di risistemazione spondale, in località Peo (Comune di Resiutta) è stato possibile osservare l'assetto della comunità ittica presente (Fig. 29).

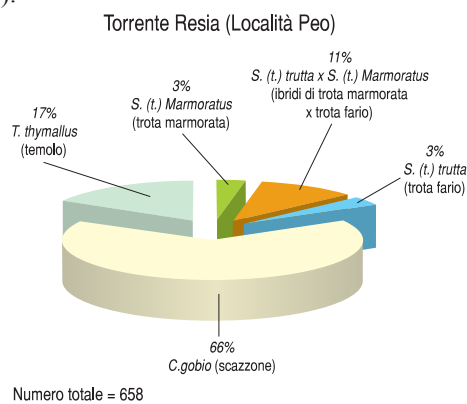
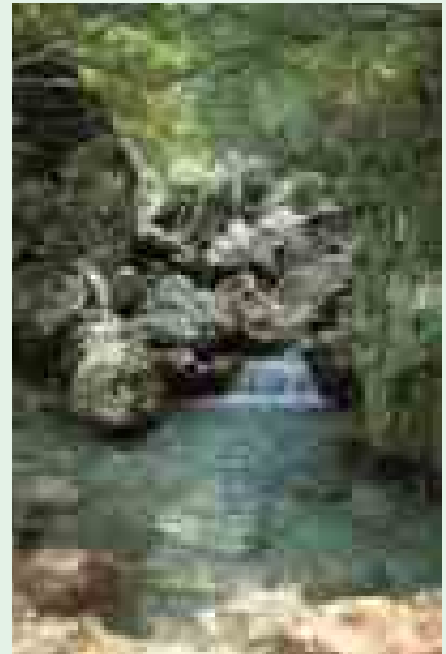
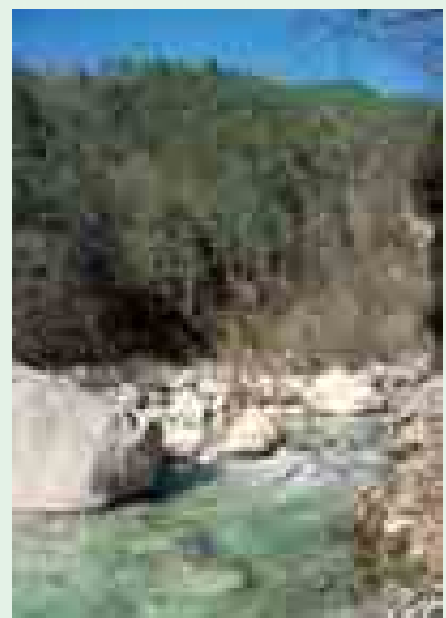


Fig. 29 - Frequenza percentuale delle specie ittiche catturate nel Torrente Resia (loc. Peo)



Torrente Raccolana

80



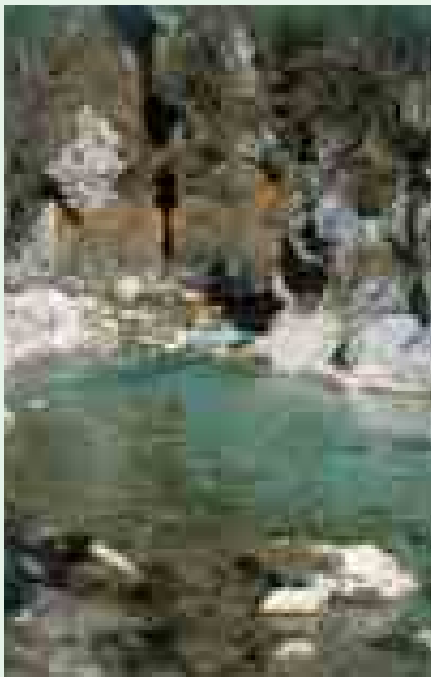
Torrente Resia

81

79

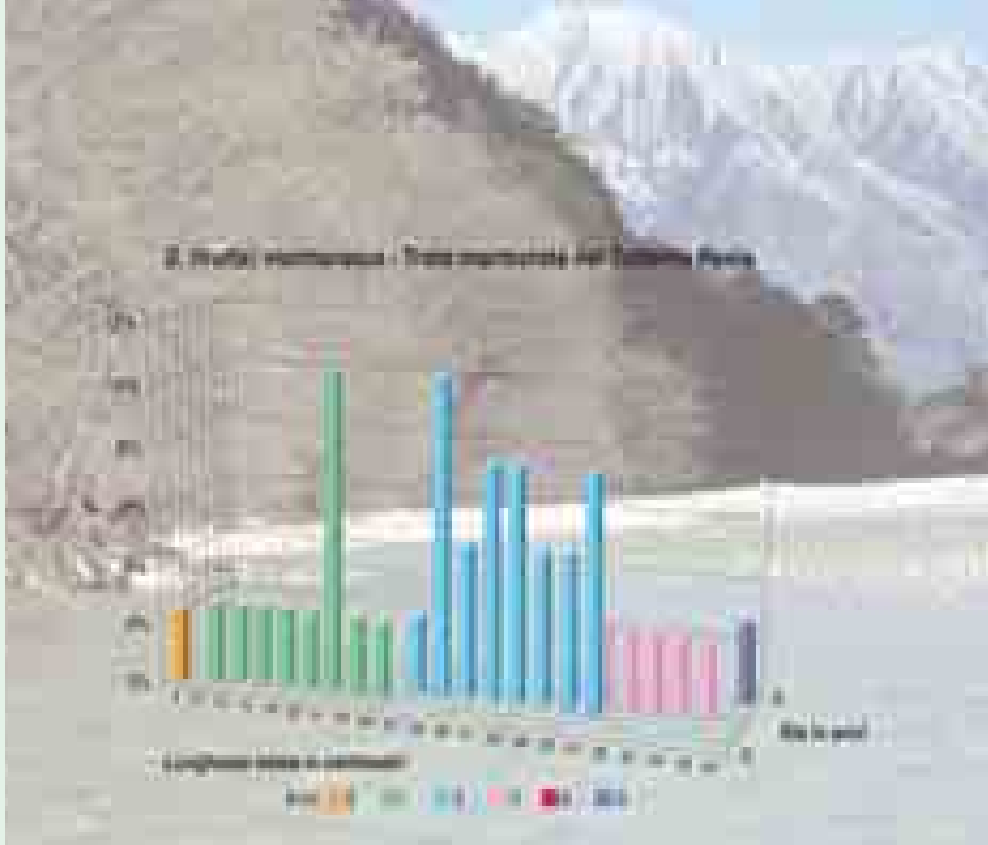


## Distribuzione



82

**Torrente Resia**



**Fig. 30 - Struttura della popolazione di *S. [t.] marmoratus* nel Torrente Resia (loc. Peo)**

84

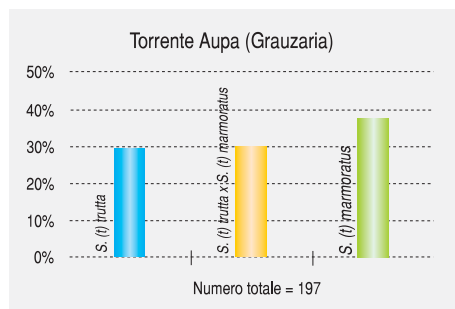
In tale occasione è stata rilevata la lunghezza totale degli esemplari e l'età e quindi per la trota marmorata è stato possibile osservare che gli esemplari appartenevano a diverse classi di età, comprese tra 0 e 5 anni (Fig. 30).

Nel torrente Aupa, affluente in riva destra del fiume Fella, i dati risalenti al 2000 riportano percentuali di frequenza della trota marmorata nelle catture di tutto rispetto, come si può osservare nel successivo grafico. Permane tuttavia anche in questo corso d'acqua una significativa presenza di trota fario e quindi di ibridi tra le due emispecie (Fig. 31).

**Torrente Aupa**



83



**Fig. 31 - Frequenza percentuale dei Salmonidi nel Torrente Aupa (Grauzaria)**

La trota marmorata è inoltre segnalata anche nel torrente Dogna affluente di sinistra del fiume Fella.





85

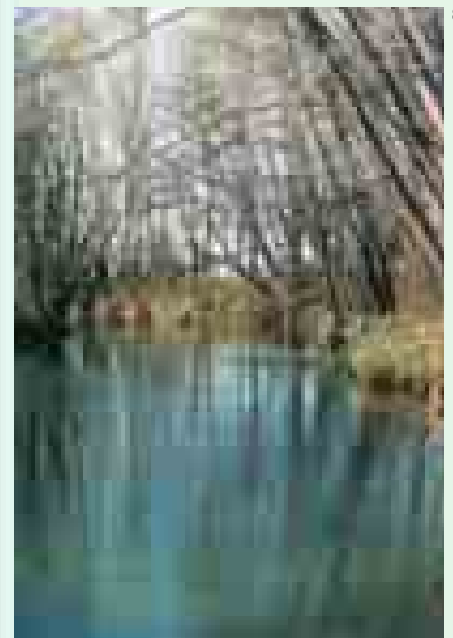
Fiume Ledra



### Fiume Tagliamento e tributari pedemontani

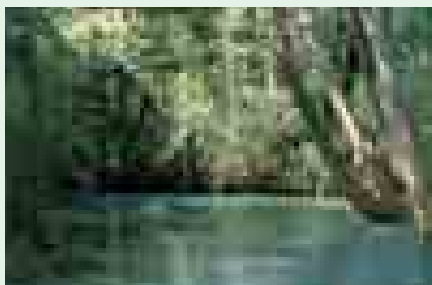
Scendendo verso valle il Tagliamento dopo aver ricevuto le acque del torrente Venzonassa, altro corso d'acqua in cui è presente la trota marmorata, riceve, in comune di S. Daniele del Friuli, le acque del fiume Ledra, cospicuo fiume di risorgiva ormai completamente modificato in seguito a lavori di bonifica idraulica. I monitoraggi condotti nel bacino del Ledra risalgono al 2003, in tale occasione la presenza della trota marmorata è stata segnalata in diverse stazioni sia lungo l'asta principale che in alcuni suoi affluenti.

45



86

## Distribuzione



87

Fiume Ledra

Riportiamo il grafico relativo alla stazione sita sul fiume Ledra in località Andreuzza (Comune di Buia) in cui la frequenza percentuale nelle catture per la trota marmorata è stata la più elevata (Fig. 32).

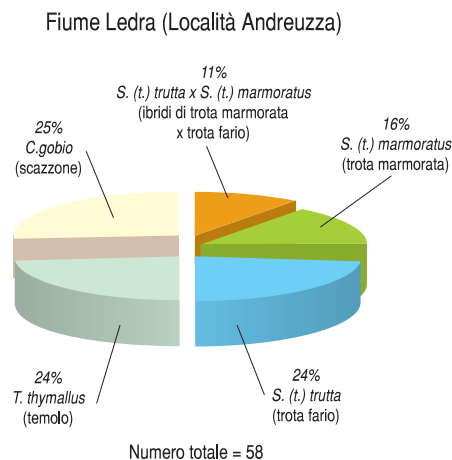
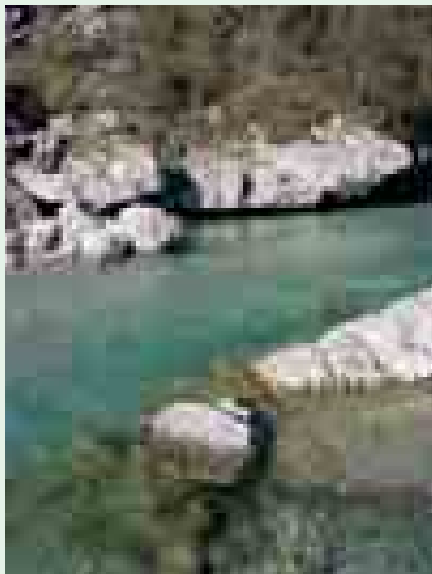


Fig. 32 - Frequenza percentuale delle specie ittiche catturate nel Fiume Ledra (loc. Andreuzza).

La trota marmorata è poi presente in regione nel torrente Arzino (Fig. 33), il quale, come riportato da Mosetti (1983), è l'ultimo affluente di destra del Tagliamento ed anzi è anche l'ultimo affluente in senso assoluto, poiché il torrente Cosa, che confluisce a valle è in realtà un affluente virtuale.

88



Torrente Arzino

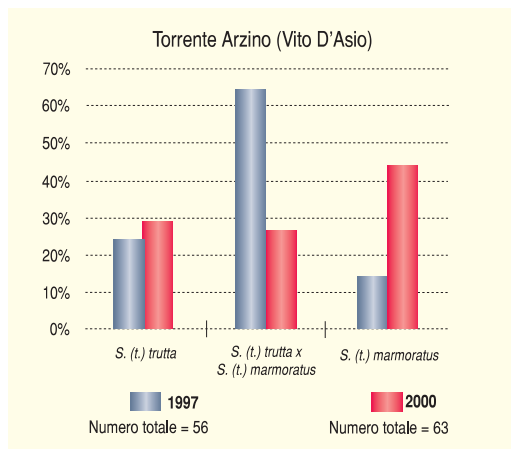


Fig. 33 - Frequenza percentuale dei Salmonidi catturati nel Torrente Arzino (Vito d'Asio) nel 1997 e nel 2000.

89



Monitoraggi condotti nella medesima stazione negli anni 1997 e 2000 hanno messo in evidenza un incremento, seppur modesto, della numerosità dell'emispecie. Ciò in accordo con quanto rilevato negli stessi anni nel torrente Cosa. Quest'ultimo corso d'acqua è alimentato da varie sorgenti sparse, legate all'irregolarità della natura dei terreni; tra le quali quella più cospicua e più nota è il Fontanone, posto a monte di Castelnuovo. Allo sbocco del torrente in pianura, superati i colli ad ovest di Pinzano, viene ad alimentare stabilmente alcune rogge e quindi con un alveo residuo, quasi perennemente secco, si collega virtualmente al fiume Tagliamento presso Provesano.

Nel Torrente Cosa i campionamenti condotti negli anni 1997 e 2000 sono stati effettuati in due stazioni: Clauzetto e Travesio (Figg. 34-35). Come si osserva nei grafici che seguono, in dette aree le popolazioni di trota marmorata sono in netto incremento numerico.

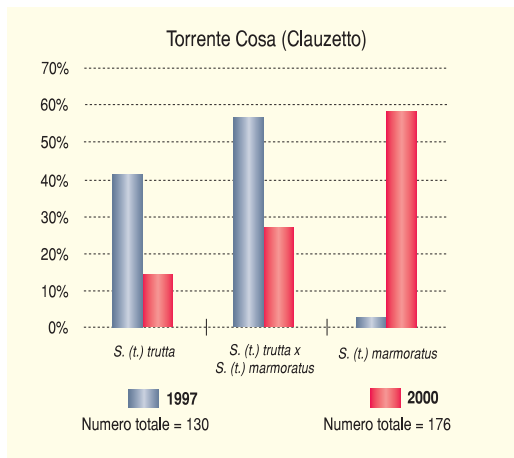


Fig. 34 - Frequenza percentuale dei Salmonidi catturati nel Torrente Cosa (Clauzetto) nel 1997 e nel 2000.

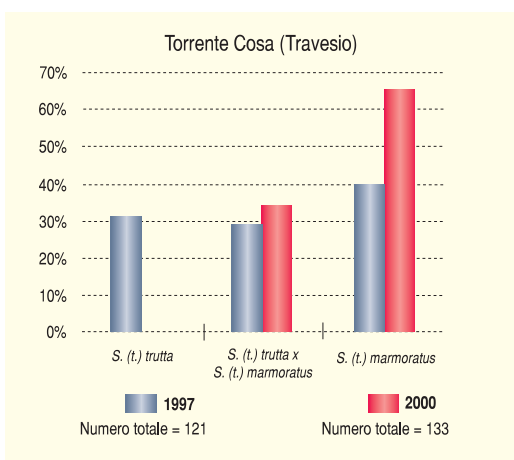
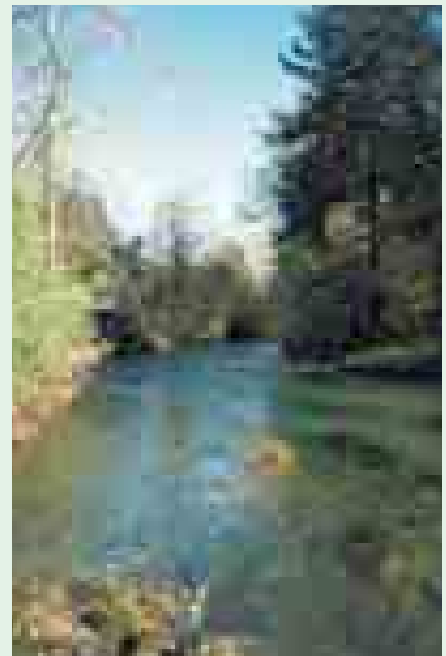
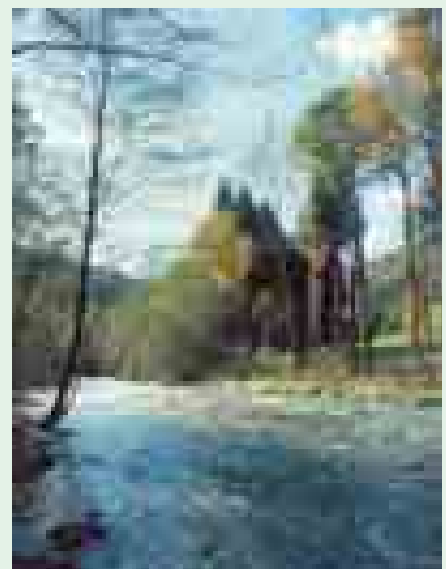


Fig. 35 - Frequenza percentuale dei Salmonidi catturati nel Torrente Cosa (Travesio) nel 1997 e nel 2000

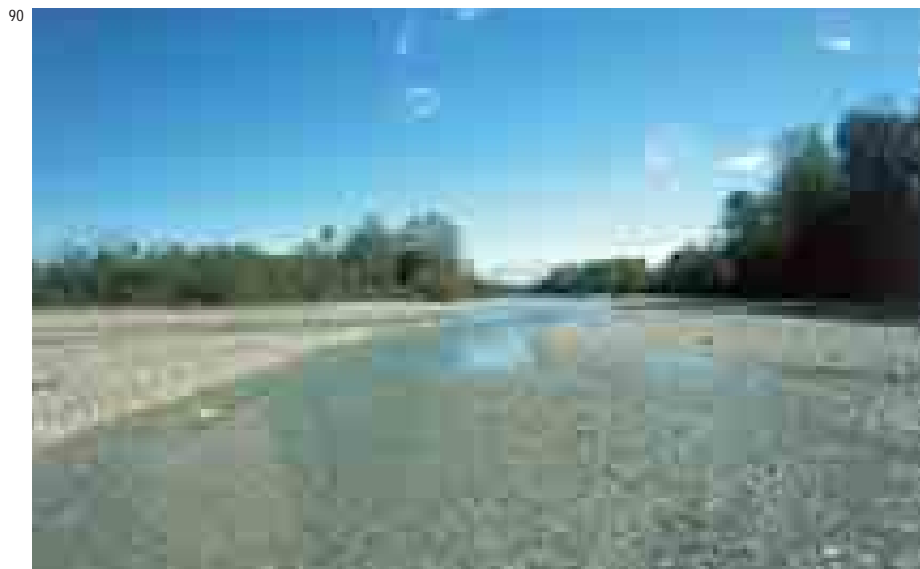


91

Torrente Cosa



92



90

## Distribuzione



93

Nel corso dei monitoraggi condotti, durante i diversi anni di studio, nell'Alto corso del fiume Tagliamento è stato possibile, mediante la rilevazione della lunghezza totale degli esemplari, del loro peso e dell'età (calcolata mediante lettura delle scaglie), definire la relazione lunghezza-peso e le lunghezze raggiunte dalla specie nelle singole classi di età (Figg. 36-37)

*S. [t.] marmoratus* nel Bacino dell'Alto Tagliamento

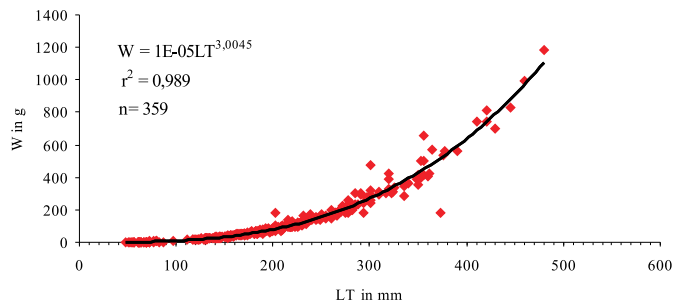


Fig. 36 - Regressione del peso totale (W) sulla lunghezza totale LT

*S. [t.] marmoratus* nel Bacino dell'Alto Tagliamento

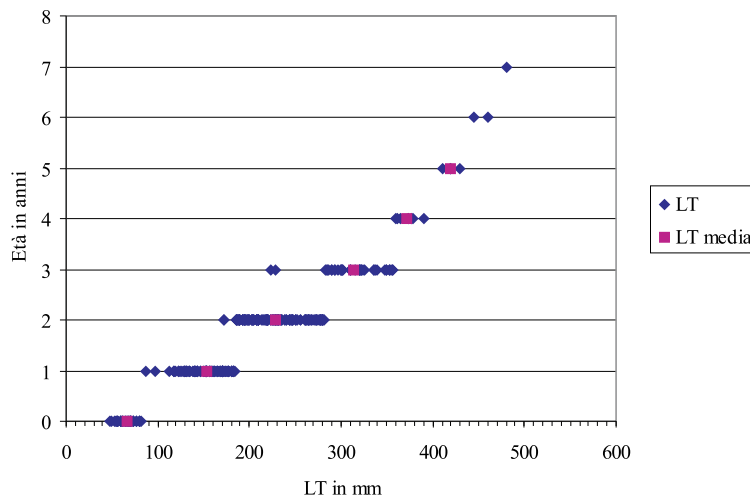


Fig. 37 - Distribuzione delle lunghezze totali e loro valore medio nelle singole classi di età

## Fiume Tagliamento



94

Essendo l'accrescimento dei pesci fortemente condizionato dalle caratteristiche ambientali ed in particolare, per quanto riguarda i parametri chimico-fisici, dalla temperatura riportiamo in Figura 38, i valori mensili di questo parametro rilevati negli anni 1981-1987 da Agnoletti *et al.* (1984a; 1984b; 1985a; 1985b; 1987; 1989; 1990) in località Forni di Sotto e Caprizi (Comune di Socchieve).

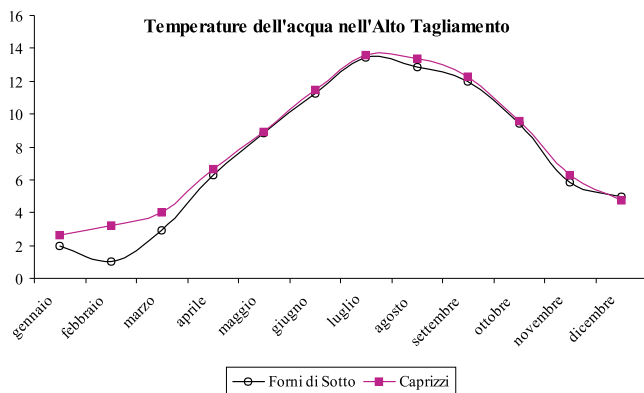


Fig. 38 - Valori mensili della temperatura dell'acqua negli anni 1981-1987 a Fomi di Sotto e Caprizzi

L'accrescimento osservato risulta concorde con quello definito da Ielli (1989) in esemplari provenienti dal torrente Avisio (Trento). Più precisamente gli esemplari del Tagliamento presentano una lunghezza media pari a 65.7 mm all'età 0 (non hanno ancora raggiunto il primo anno di età), 153 mm all'età 1, 228 mm all'età 2, 313.8 mm all'età 3, 371 mm all'età 4.

Sempre nel Bacino del fiume Tagliamento, e più precisamente nel torrente But, è stata analizzata la dieta della trota marmorata (Pizzul *et al.*, 2003). È stato osservato che una componente importante nell'alimentazione di questo salmonide è rappresentata, in tutte le stagioni, da larve di insetti, in particolare Ditteri ed Efemeroteri, cui seguono in ordine di importanza altri taxa di macroinvertebrati bentonici. Non sono stati registrati, invece, nel torrente casi di ittiofagia a testimonianza dell'importanza che questi invertebrati hanno nel sostentamento delle popolazioni.

In provincia di Pordenone l'areale di distribuzione della trota marmorata interessa l'alto corso del torrente Meduna da Tramonti di Sopra a Meduno, il Fiume Livenza, nel quale la presenza dell'emispecie è tuttavia molto esigua. Durante i campionamenti ittici svolti, la specie è stata catturata quasi esclusivamente nella stazione posta più a monte, ovvero in località ponte di Pianca (Fig. 39).

Da segnalare inoltre la presenza nel Fiume Fiume e Roggia Castellana e nel canale Amman (facente sempre parte del bacino del Meduna) che rappresenta una delle poche aree poste in pianura in cui vi è ancora una popolazione numericamente cospicua.

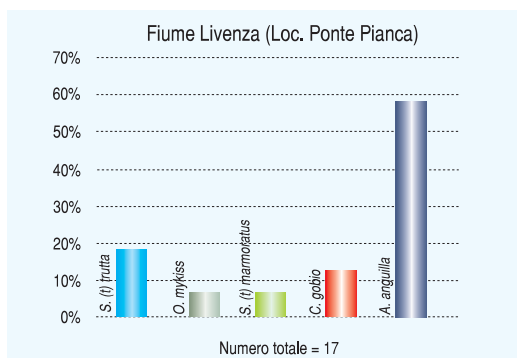
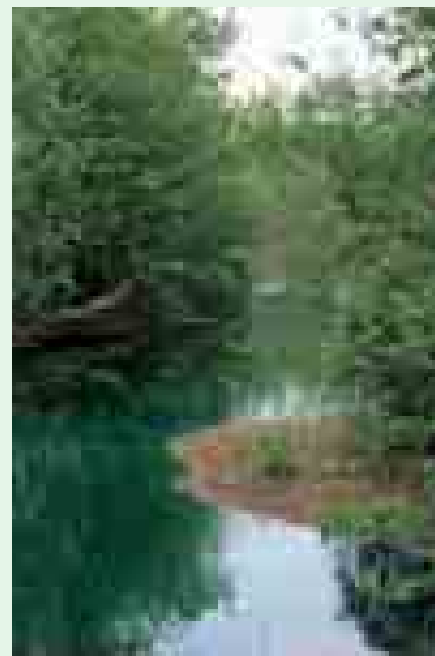


Fig. 39 - Frequenza percentuale dei Salmonidi nel Fiume Livenza (Loc. Ponte Pianca)



Fiume Livenza



## Distribuzione

La trota marmorata è, infatti, quasi completamente scomparsa in tutti i corsi di risorgiva della bassa pianura friulana e pordenonese, dove precedentemente era stata segnalata (Stoch *et al.*, 1992) (Fig. 40).

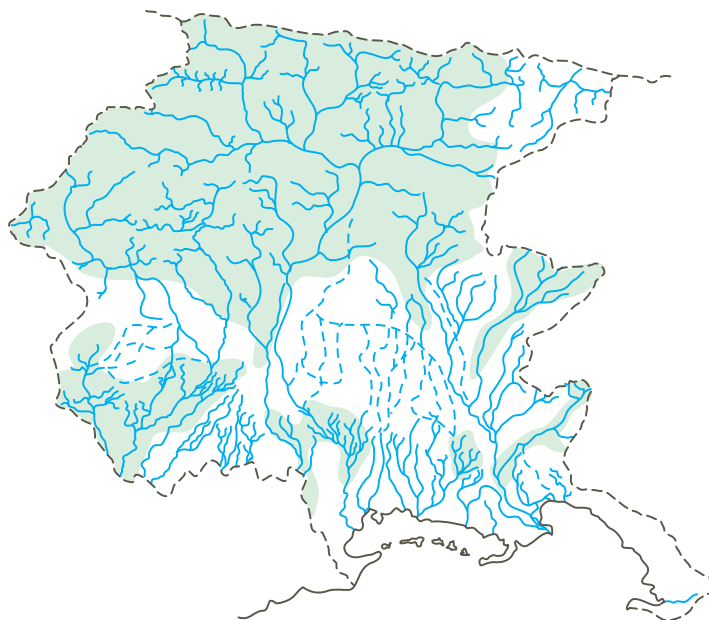


Fig. 40 - Da Stoch *et al.* (1992) - Distribuzione di *Salmo [trutta] marmoratus* nel Friuli Venezia Giulia

Se, infatti, la scomparsa o comunque la forte contrazione delle popolazioni di trota marmorata è, nelle zone pedemontane e montane, principalmente attribuibile alla competizione con la trota fario e alla successiva ibridazione tra le due emispesce, nonché alla scomparsa di siti idonei alla frega in seguito a captazioni idriche, nelle aree di pianura le cause sono diverse. Innanzitutto bisogna dire che in molte di queste zone la presenza della trota marmorata è verosimilmente attribuibile al fatto che numerosi corsi d'acqua della Bassa Pianura risultano collegati, mediante sistemi di canali, con quelli dell'Alta Pianura, fatto che potrebbe aver favorito in passato la colonizzazione da parte della trota marmorata delle aree di pianura.

Molti di questi corsi d'acqua registrano attualmente la presenza di comunità prevalentemente composte da specie appartenenti alla famiglia dei Ciprinidi e ciò è dovuto al pesante grado di antropizzazione che viene ad interessare il territorio circostante. La presenza di insediamenti industriali e di terreni coltivati con sistemi di agricoltura intensiva portano allo sversamento di sostanze che alterano, con il passare del tempo, in modo irreversibile la qualità delle acque e l'ecosistema in toto. A questo si aggiunge la drastica trasformazione delle caratteristiche morfologiche ed idrologiche dei corsi d'acqua che portano al cambiamento della natura dell'alveo fluviale, dell'assetto della vegetazione presente in alveo ed in ambiente ripario ed alla scomparsa di microhabitat tipici di ambienti naturali.

Molto spesso quindi si assiste alla trasformazione di rogge e rii, tipici ambienti di risorgiva, con elevate concentrazioni di ossigeno, basse temperature, velocità delle acque medio-elevate, in canali rettificati, con alveo cementato in cui le caratteristiche idrologiche e chimico-fisiche variano in relazione alla loro gestione.

Si ingraziano tutti coloro che, a vario titolo, hanno contribuito alla realizzazione di queste ricerche. In particolare le guardie e gli operatori dell'Ente Tutela Pesca e la dott.ssa Silvia Vanzo.

**Glossario**  
**Bibliografia**

## Glossario

- Alloctono:** organismo non originario del paese in cui vive.
- Allopatrico:** organismo che occupa un areale diverso da quello di un altro organismo.
- Allozimi:** differenti forme di un enzima prodotto da una variazione genetica del locus che codifica per quell'enzima; essi pur avendo la stessa funzione catalitica, presentano una diversa mobilità elettroforetica.
- Anodromo:** animale che dal mare risale i fiumi per riprodursi.
- Autoctono:** organismo originario del luogo in cui vive, in contrapposizione ad alloctono.
- Catodromo:** di animale che dai fiumi e dalle acque interne in genere, si reca in mare per riprodursi.
- Ceppo ancestrale:** ceppo progenitore antico.
- Cluster analysis:** metodo matematico-statistico per costruire i dendrogrammi.
- DNA:** sigla per indicare l'acido deossiribonucleico, cioè la molecola organica depositaria di tutte informazioni genetiche che è capace di autoduplicarsi e sintetizzare l'RNA; nelle cellule eucariote è contenuta all'interno del nucleo, da cui **DNA nucleare** per distinguerlo da quello mitocondriale.
- DNA mitocondriale:** DNA di tipo circolare contenuto all'interno dei mitocondri, organuli deputati alla produzione di energia sotto forma di ATP all'interno della cellula eucariota.
- Drift:** trascinamento degli organismi verso valle per l'azione della corrente.
- Ecotipo:** suddivisione di una specie comprendente individui propri di un particolare habitat che risultano fenotipicamente differenziati rispetto a quelli della stessa specie abitanti in un habitat diverso.
- Endemismo:** organismo tipico ed esclusivo di un determinato territorio.
- Fenotipo:** l'individuo quale risulta in ogni suo carattere dall'interazione del genotipo con l'ambiente.
- Fotoperiodo:** la durata del periodo di illuminazione in quanto fattore capace di influenzare vari fenomeni biologici quali la crescita, la riproduzione, le migrazioni, ecc.
- Glaciazioni:** oscillazioni climatiche fredde verificatesi nel periodo pleistocenico (circa 1.8 milioni-3000 anni fa) dell'Era Quaternaria.
- Gonade:** l'organo in cui maturano i gameti.
- Gradi giorno:** numero di giorni necessari allo sviluppo dell'uovo ad una determinata temperatura media. Per es. se la temperatura media dell'acqua è di 10 ° C e lo sviluppo di 450 gradi giorno saranno necessari 45 giorni, Se la temperatura media fosse di 5 °C sarebbero necessari 90 giorni.
- Inneschi:** vedi primer.
- Microsatelliti:** lungo la catena del DNA ripetizioni in tandem a numero variabile (VNTR), dove il motivo ripetuto in lunghezza è da 1 a 4 paia di basi azotate in lunghezza, il loro numero è variabile tra specie/popolazioni e individui.
- Nucleotide:** Un unità di un acido nucleico che consiste in uno zucchero (deossiribosio nel DNA e ribosio nell'RNA), un fosfato (PO<sub>3</sub>) e una delle basi azotate, adenina (A), citosina (C), guanina (G) e timida (T) nel DNA o uracile (U) nel RNA.
- Otolite:** corpuscolo calcareo contenuto nel labirinto membranoso dei Vertebrati inferiori.
- OTU dall'inglese operational taxonomic unit:** l'unità tassonomica usata nella preparazione di un dendrogramma.



- Parapatrico:** organismo il cui areale è a contatto, senza sovrapporsi, con quello di un altro organismo.
- PCR:** dall'inglese **Polymerase Chain Reaction** (reazione a catena dell'enzima DNAPolimerasi), una tecnica per produrre milioni di copie di corti frammenti (0.1-4.0 kb) di DNA.
- Plancton:** insieme di organismi vegetali e animali che vivono in sospensione nelle acque ferme (laghi, stagni, raccolte d'acqua) e che pur potendo essere dotati di movimento proprio non sono in grado di vincere la forza di correnti apprezzabili.
- Popolazione:** gruppo di organismi della stessa specie che occupano una data zona con caratteristiche tipiche del gruppo e non dei singoli individui
- Primer:** corti oligonucleotidi, prodotti per riconoscere e legarsi ad una specifica sequenza di DNA e innescare così la duplicazione del DNA stesso, nella reazione di PCR.
- RAPD-PCR:** dall'inglese **Random Amplified Polymorphic DNA-PCR**, rispetto alla PCR normale vengono utilizzati dei primer molto corti (10/12 nucleotidi) che a caso si legano a sequenze del DNA stampo, senza conoscere a priori il genoma della specie in questione.
- RNA ribosomiale:** l'acido ribonucleico che associato a delle proteine costituisce i ribosomi, organuli contenuti nel citoplasma della cellula e deputati alla sintesi delle proteine.
- SDS-PAGE:** dall'inglese **Sodium Dodecyl Sulphate PoliAcrylamide Gel Electrophoresis** (elettroforesi in gel di poliacrilamide in sodio dodecil solfato), tecnica utilizzata per separare le proteine in base al loro peso molecolare, facendole migrare su un substrato (gel di acrilamide) in presenza di un campo elettrico (soluzione tampone).
- Semispecie:** vedi "Superspecie".
- Sequenziamento del DNA:** metodo automatico che permette di ottenere la sequenza nucleotidica di uno specifico tratto di DNA.
- Simpatrico:** organismo che occupa, anche se solo in parte, lo stesso areale di un altro organismo.
- Specie:** categoria sistematica costituita da un insieme di individui geneticamente e morfologicamente simili fra loro, in grado di incrociarsi fra loro dando prole fertile.
- Speciazione:** differenziamento di specie diverse a partire da un antenato comune.
- Superspecie:** un gruppo di specie strettamente imparentate, per lo più allopatriche, talora parapatriche o limitatamente simpatriche, che si sostituiscono a vicenda in una sequenza geografica. Poiché queste specie sono differenziate dal punto di vista ecologico, ma possono essere ancora interfeconde, vengono anche definite "semispecie".
- Tassonomia:** branca della biologia che si occupa della classificazione degli organismi. È sinonimo di sistematica.
- Taxon, plurale taxa:** categoria sistematica di qualsiasi grado.
- Tempo di divergenza evolutiva:** stima del tempo di separazione di due popolazioni dall'antenato comune, desunta dal grado di divergenza molecolare del DNA.
- Vitellogenine:** glicoproteine presenti nella cellula uovo, che vengono accumulate nel tuorlo durante la ovogenesi.

## Bibliografia

- AGNOLETTI M.C., BUDA-DANCEVICH M., PARADISI S., PORTANOVA C., SILLANI L., SPECCHI M., STOCH F., 1984a. Dati Idrologici marzo-dicembre 1981 - Quaderni E.T.P., suppl.1.
- AGNOLETTI M.C., BUDA-DANCEVICH M., PARADISI S., PORTANOVA C., SILLANI L., SPECCHI M., STOCH F., 1984b. Dati Idrologici gennaio-dicembre 1982 Quaderni E.T.P., suppl.2.
- AGNOLETTI M.C., BUDA-DANCEVICH M., PARADISI S., PORTANOVA C., SILLANI L., SPECCHI M., STOCH F., 1985a. Dati Idrologici gennaio-dicembre 1983 - Quaderni E.T.P., suppl.3.
- AGNOLETTI M.C., BUDA-DANCEVICH M., PARADISI S., PORTANOVA C., SILLANI L., SPECCHI M., STOCH F., 1985b. Dati Idrologici gennaio-dicembre 1984 - Quaderni E.T.P., suppl.4.
- AGNOLETTI M.C., BUDA-DANCEVICH M., SPECCHI M., 1987. Dati Idrologici gennaio-dicembre 1985 - Quaderni E.T.P., suppl. 5.
- AGNOLETTI M.C., BUDA-DANCEVICH M., SPECCHI M., 1989. Dati Idrologici gennaio-dicembre 1986 - Quaderni E.T.P., suppl. 6.
- AGNOLETTI M.C., BUDA-DANCEVICH M., SPECCHI M., 1990. Dati Idrologici gennaio-dicembre 1987 - Quaderni E.T.P., suppl. 7.
- AMIRANTE G.A., PARISI V., 1967. Anticorpopoiesi e caratteri serologici negli Anfibi - Rend. Accad. Naz. Lincei, 42: 88-94.
- AMIRANTE G.A., BONIVENTO P., BATTISTELLA S., 1994.- Primi risultati sullo status di *Salmo [trutta] marmoratus* Cuv. dell'allevamento di Grauzaria (E.T.P. Friuli Venezia Giulia). *Biologia Ambientale (Boll. C.I.S.B.A.)*, 5 : 5-9.
- AMIRANTE G.A., 1972. Immunochemical studies on rainbow trout lipovitellin. *Acta Embr. Exp. Suppl.*: 373-383.
- APOSTOLIDIS A.O., TRIANTAPHYLIDIS, C., KOUVATSI A., ECONOMIDIS P.S., 1997 . Mitochondrial sequence variation and phylogeography among *Salmo trutta* populations. *Mol. Ecol.*, 6: 531-542.
- ARGENTON F., BARGELLONI L., PATARNELLO T., COLOMBO L., BORTOLUSSI, M., 1992. Risk of introgressive hybridation between fario and marmoratus morphs of *Salmo trutta* in north-eastern Italy as evidenced by mitochondrial DNA analysis. *Riv. Ital. Acquacolt.* 27: 119-126.
- BADINO G., LODI E.,MALACARNE G., MAIORANA G., 1994.Tattiche riproduttive in *Salmo trutta* L.(Osteichthyes, Salmonidae). *Atti V Convegno Naz. A.I.I.A.D. Vicenza*: 37-44.
- BATTISTELLA S., AMIRANTE G.A., 1992. Applicazione della tecnica elettroforetica per uno studio sulle vitellogenine di *Salmo [trutta] fario* e *Salmo [trutta] marmoratus*. *Atti del 4° Convegno A.I.I.A.D.*: 399-404.
- BATTISTELLA S., AMIRANTE G.A., 1987. Studi elettroforetici ed immunochimici sulla problematica intraspecifica dei Salmonidi. *Atti II Convegno A.I.I.A.D.*, pp17-27.
- BENATCHEZ L., GUYOMARD R., BONHOMME F., 1992. DNA sequence variation of the mitochondrial control region among geographically and morphologically remote European brown trout *Salmo trutta* populations. *Mol. Ecol.* 1: 161-173.
- BONIVENTO P., BATTISTELLA S., AMIRANTE G.A., 1997. Selezione di una popolazione pura di trota marmorata mediante studi biochimici e genetici. Parte I - Quaderni E.T.P., 26:1-14.
- BONIVENTO P., BATTISTELLA S., AMIRANTE G.A., 1994. Ulteriori risultati sullo status dei riproduttori di *Salmo [trutta] marmoratus* Cuv. dell'allevamento di Grauzaria (Ente Tutela Pesca - Friuli Venezia Giulia). *Atti V Convegno A.I.I.A.D.*, Ed. Provincia di Vicenza: 45-52.
- BONIVENTO P., PRESSEL S., BATTISTELLA S., AMIRANTE G.A., 1996. Analisi allozimatiche sui riproduttori di *Salmo [trutta] marmoratus* Cuv. degli allevamenti dell'E.T.P. - Friuli Venezia Giulia. *Atti VI Convegno A.I.I.A.D.*, 57-63.
- BORRONI I., 2001. Aspetti del ciclo dell'allevamento della trota 142
- CORRADI N., TAGLIAVINI J., GANDOLFI, G., NONNIS MARZANO F., 2001. Marcatori molecolari impiegabili per la caratterizzazione del taxon *macrostigma* (Duméril, 1858) appartenente al complesso *Salmo trutta*. *Quaderni E.T.P.*: 30, 139-143.

## Bibliografia

- DE ROMAN MARTINEZ M., 1997. A molecular genetic investigation of two isolated population of brown trout *Salmo trutta* L., from Co. Wicklow by restriction analysis of mitochondrial DNA, RAPD-PCR and multilocus DNA fingerprints. Tesi presso l'Università di Dublino (Irlanda).
- DOBZHANSKY, TH., SPOASSKY B., TIDWELL T., 1963. Genetics of natural populations. *Genetics*, 48: 1467-1485.
- FAVA G., CAMPANOTTO A., 1998. Studi sulla diversità genetica di Trota fario (*Salmo [trutta] fario*). Quaderni ETP 27: 15-29.
- GANDOLFI G., ZERUNIAN S., 1987. I pesci delle acque interne italiane: aggiornamento e considerazioni critiche sulla sistematica e la distribuzione. *Atti Soc. Ital. Nat. Museo Civ. St. Nat. Milano*, 128 (1-2): 3-56.
- GANDOLFI G., ZERUNIAN S., TORRICELLI P., MARCONATO A., 1991. I pesci delle acque interne italiane. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Roma: 616.
- GARCIA-MARIN J.L., UTTER M., PLA C., 1999. Postglacial colonization of brown trout in Europe based on distribution of allozyme variants. *Heredity*: 82, 46-56.
- GENTILI G., BOSI R., CAMBIAGHI M., 1993. Preferenze idraulico-morfologiche della trota marmorata, *Salmo [trutta] marmoratus*, nel fiume Sesia. *Quaderni E.T.P.*, 30: 17-22.
- GIUFFRÀ E., BENATCHEZ L., GUYOMARD R., 1994. Mitochondrial control region and protein coding genes sequence variation among phenotypic forms of brown trout *Salmo trutta* from northern Italy. *Mol. Ecol.*, 3: 161-17.
- GRIDELLI E., 1936. I pesci d'acqua dolce della Venezia Giulia. *Boll. Soc. Adriatica Sc. Nat. Trieste*, 37:7-140.
- HARRIS H., HOPKINSON D.A., 1976. Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics. North Holland Publ. Co Amsterdam.
- HARRIS H. Enzyme polymorphisms in man. *Proc. Roy. Soc. B*, 164: 298-310.
- HARTL D.L., CLARK A.G., 1993. Population genetics. Acad. Press. N.Y.
- HUTCHINGS J.A., MYERS R.A., 1988. Mating success of alternative maturation phenotypes in male Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Oecologia*, Berlin, 75: 169-174.
- HYDRODATA 2000. Linee di gestione delle risorse idriche dei principali bacini idrografici affluenti del fiume Po in Provincia di Torino. Allegato tecnico: curve di idoneità per la trota fario e la trota marmorata. Bacini del Chiusella, Dora Riparia, Pellice. Provincia di Torino.
- IELLI F., 1989. Accrescimento, alimentazione e riproduzione di una popolazione di trota marmorata, *Salmo [trutta] marmoratus* Cuv., in Trentino Alto Adige. Tesi di Laurea in Scienze Biologiche, Università di Parma: 98.
- JORDAN F. Indagini di genetica molecolare su popolazioni selvatiche e di allevamento di *Salmo [trutta] marmoratus* Cuv., 1817 per la gestione e la conservazione dei ceppi autoctoni. Tesi di Laurea in Scienze Naturali, Università degli Studi di Trieste, Anno Accademico 2002-2003.
- LANSMAN R.A., AVISE J.C., HUETTEL M.D., 1983. Critical experimental test of the possibility of "paternal leakage" of mitochondriale DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci*, 80: 1969-1971.
- LEWONTIN R.C., HUBBY J.L., 1966. A molecular approach to the study of genetic heterozygosity in natural populations. *Genetics*, 54: 595-606.
- LORENZONI M., CAROSI A., PANARA F., 2003. Il recupero del gruppo autoctono della trota fario nel bacino idrografico del Fiume Nera. *Provincia di Terni*, 1: 7-13.
- LUCARDA N.A., PATARNELLO T., 2000. Studio di genetica di popolazione della trota marmorata, trota fario e dei fenotipi ibridi nel bacino del fiume Pellice (Piemonte, Italia). *Quaderni ETP*, 29: 13-22.
- LUCARDA N.A., BARGELLONI L., PATARNELLO T., 1999. Caratterizzazione genetica di popolazioni di *Salmo [trutta] marmoratus* (Cuvier 1817) mediante l'uso di marcatori genetici nucleari: risultati preliminari. *Quaderni E.T.P.*, 28: 1-5.

- MANARESI S., MANTOVANI B., ZACCANTI F., 1999. Marcatori molecolari per il riconoscimento di popolamenti autoctoni di *Salmo [trutta] trutta (morpha fario)*: dati preliminari. Quaderni E.T.P., 28: 7-11.
- MINISTERO DELLE RISORSE AGRICOLE E FORESTALI, 2003. Miglioramento qualitativo e valorizzazione della produzione di *Salmo [trutta] marmoratus* negli incubatoi di valle ai fini del ripopolamento delle acque dolci. Bioprogram.
- MORGAN B., MORO G.A., PIZZUL E., SPECCHI M., 2001. Macroinvertebrati ed alimentazione della trota fario nel torrente Aupa (Alpi Carniche - Friuli Venezia Giulia). Quaderni E.T.P., 29: 67-70.
- MOSETTI F., 1983. Sintesi sull'idrologia del Friuli Venezia Giulia. Quaderni E.T.P., 6: 295.
- NADALIN G., ANDREON M., BATTISTELLA S., AMIRANTE G.A., 2001. Random Amplified Polymorphic DNA come tecnica per la caratterizzazione di un gruppo di Salmonidi, Quaderni E.T.P., 30: 1-3.
- NADALIN G., ANDREON M., BATTISTELLA S., AMIRANTE G.A., 2000. Random Amplified Polymorphic DNA as a genetic marker to characterize a Salmonidae group. Quaderni E.T.P., 29: 13-16.
- NADALIN G., BATTISTELLA S., AMIRANTE G.A., 1999. Considerazioni preliminari su DNA nucleare come marker genetico per la trota marmorata (*Salmo [trutta] marmoratus*). Quaderni E.T.P., 28: 13-16.
- NADALIN G., BATTISTELLA S., AMIRANTE G.A., 1999. Indagine preliminare di DNA nucleare in *Salmo [trutta] marmoratus* Cuv. e *Salmo [trutta] trutta* L. Atti 60° Congresso U.Z.I.: 69.
- PATARNELLO T., BARGELLONI, L., CALDARA, F., COLOMBO L., 1994. Cytochrome b and 16S rRNA sequenze variation in the *Salmo trutta* (Salmonidae, Teleostei) species complex. Mol. Phylogenet. Evol., 3: 69-74.
- PIZZUL E., BOTTOS P., VANZO S., TOSOLINI G., 2003. Osservazioni preliminari sulla predazione della Trota fario e della Trota marmorata nei confronti dei macroinvertebrati bentonici presenti nel drift del torrente But (Bacino del fiume Tagliamento, Friuli Venezia Giulia). Biologia Ambientale, 17 (1): 25-35.
- POVZ M., 1989. Distribution and biometric characteristics of the Marble trout (*Salmo marmoratus* Cuvier 1817) in Slovenia. Ichthyos, 8: 29-36.
- POVZ M., JESENEK D., BERREBI P., CRIVELLI A.J., 1996. The marble trout *Salmo [trutta] marmoratus* Cuvier 1817 in the Soca River Basin, Slovenia. Tour de Valat Publication: 65.
- RUDDLE F.H., RODERICK T.H., SHOWS T.B., WEIGL P.G., CHIPMAN R.K., ANDERSON P.K., 1969. Measurement of genetic heterogeneity by means of enzyme polymorphism. J. Hered., 60: 321-322.
- SCAGNETTI S., PARISI V., 1969. Ricerche immunologiche ed elettroforetiche sulla sistematica e la biologia dei Salmonidi. Boll. Pesca Piscic. Idrobiol., 22: 121-147.
- SNOJ A., JUG T., MELKIÈ E., SUŠNIK S., POHAR J. E., DOVÈ P., 2000. Studio della genetica (DNA mitocondriale e satelliti) della trota marmorata in Slovenia. Quaderni ETP, 29: 5-11.
- SPSS-inc., SPSS Base 10.0 Guida dell'Utente, Irlanda, 1999.
- STOCH F., PARADISI S., BUDA-DANCEVICH M., 1992. Carta ittica del Friuli Venezia Giulia. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia. Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia: 285 pp.
- TRASFORINI S., GENTILI G., ROMANO A., ROMANO C., BADARACCO G., 2001. La trota lacustre *Salmo [trutta] trutta* nel Lago di Como e nel Lago di Lugano. Quaderni E.T.P., 30: 5-10.
- TURIN P., 2000. The biology and management of Marble trout in the Province of Padua (North - Eastern Italy). Quaderni E.T.P., 29: 67-70.