

s.p.e.c.i.e. i.n. p.e.r.i.c.o.l.o

# Il pigo

*Rutilus pigus*

Specie quasi sconosciuta al grande pubblico, ma di grande valore naturalistico, il pigo è stato oggetto di uno studio approfondito della sua autoecologia nel corso di un progetto Life-Natura realizzato dal Parco del Ticino negli anni 2001-2004.

I risultati di tale studio sono presentati in questa pubblicazione



**Presci**  
Mormon

G.R.A.I.A



GESTIONE E RICERCA AMBIENTALE  
ITTICA ACQUE

P.a.r.c.o



T.i.c.i.n.o



Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino  
Pontevecchio di Magenta (MI)

# Il pigo

*Rutilus pigus*

Studio dell'autoecologia della specie nel Fiume Ticino

Pontevecchio di Magenta (MI)  
Gennaio 2007



# SOMMARIO

PRESENTAZIONE	5
IL PROGETTO LIFE-NATURA	6
I PESCI DEL PARCO DEL TICINO	12
CHI è IL PIGO ( <i>Rutilus pigus</i> , Lacépède 1803)?	18
Distribuzione	21
Stato di minaccia	22
Morfologia	22
Alimentazione	23
Accrescimento individuale	26
Riproduzione	26
Habitat, ecologia ed etologia	27
Altri nomi del pigo	27
Valore commerciale	28
<i>Rutilus aula</i> (Kottelat, 1997)	28
<i>Rutilus rutilus</i> (Bonaparte, 1803)	29
OBIETTIVI DELLO STUDIO	31
MATERIALI E METODI	32
Studio del fenotipo	33
Caratterizzazione morfometrica	35
Studio dell'accrescimento individuale	36
Accrescimento ponderale	37
Accrescimento lineare	37
Studio della biologia riproduttiva	38
RISULTATI E DISCUSSIONE	40
Il campione analizzato	40
Studio del fenotipo	41
Caratterizzazione della livrea e dell'aspetto generale del pesce	42
Caratterizzazione meristica	44
Caratterizzazione morfometrica	49
Studio dell'accrescimento individuale	51
Accrescimento ponderale	52
Accrescimento lineare	52
Studio della Biologia riproduttiva	55
Età di prima maturazione sessuale	55
Periodo riproduttivo	57
Caratteristiche dell'area riproduttiva	58
Elementi di disturbo della riproduzione	61
Fecondità	65
Sviluppo embrionale del pigo	66
Distribuzione e stato della popolazione di pigo nel Fiume Ticino	67
CONCLUSIONI	70
BIBLIOGRAFIA	72



## PRESENTAZIONE

Questo volumetto presenta i risultati della relazione tecnica prodotta al termine di uno studio ittologico sul pigo. Tale studio è stato compiuto all'interno di un più grande progetto, finanziato dalla Comunità Europea e dalla Regione Lombardia con il programma Life-Natura, di conservazione di questa specie ittica e di un'altra specie, più conosciuta: la trota marmorata. Entrambe in forte pericolo di estinzione locale dal Fiume Ticino, dove costituiscono elementi di forte pregio naturalistico, queste due specie, sono state oggetto di attività scientifiche di ricerca e approfondimento delle loro caratteristiche autoecologiche e di interventi concreti di recupero e di gestione che peraltro vedono ancora oggi il Parco del Ticino impegnato in diverse azioni volte a dare continuità a quanto fatto e appreso nei tre anni di progetto.

Il pigo (*R. pigus*), oltre ad essere la specie meno diffusa del genere *Rutilus*, è anche una delle nostre specie ittiche d'acqua dolce meno conosciute. Per questo motivo una delle azioni preparatorie del progetto Life era proprio quella di approfondimento delle conoscenze sull'autoecologia della popolazione di pigo del Fiume Ticino. La conservazione di una specie ittica d'acqua dolce minacciata, come pure di una qualsiasi altra specie animale o vegetale, non può infatti assolutamente prescindere dalla sua conoscenza approfondita, in quanto solo le informazioni derivanti da un attento studio della biologia e dell'autoecologia della specie possono fornire le indicazioni necessarie alla definizione di un qualsiasi programma di gestione e di recupero faunistico. Per il pigo, in particolare, era necessario uno studio che approfondisse gli aspetti del suo fenotipo, viste le "anomalie" riscontrate da tempo per alcuni esemplari, e gli aspetti riguardanti le dinamiche di accrescimento individuale e della biologia riproduttiva, soprattutto alla luce dell'osservazione, compiuta in tempi recenti, di un possibile fenomeno di inquinamento genetico della popolazione di pigo del Ticino, derivante dal suo incrocio con una specie congenera originaria dei bacini d'oltralpe, il gardon (*R. rutilus*).

Di seguito, dopo una breve presentazione del progetto Life in cui la ricerca si inserisce e della fauna ittica del Fiume Ticino, che mettiamo a disposizione del lettore per una sua conoscenza più ravvicinata, si riportano i risultati di tale studio.

Il Consigliere Delegato  
Cesare Musante

## IL PROGETTO LIFE-NATURA

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito di un progetto Life-Natura (Life00nat/it/7268) compiuto dal Parco del Ticino negli anni 2001-2004 e finalizzato alla conservazione di due specie ittiche a rischio di estinzione locale: il pigo e la trota marmorata.

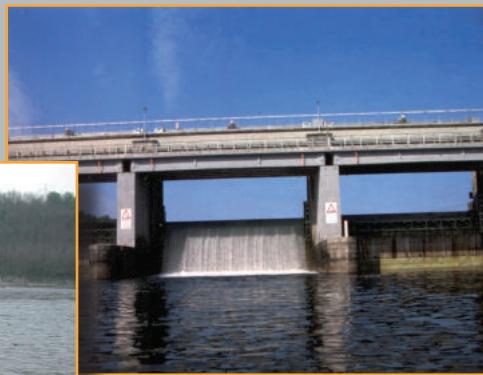
Titolo del progetto: "Conservazione di *Salmo marmoratus* e *Rutilus pigus* nel Fiume Ticino".

Avviato il 1° ottobre 2001, il progetto è durato tre anni e si è svolto lungo l'intero corso del Fiume Ticino, per circa 100 km di lunghezza, in buona parte compreso entro quattro "Siti di Importanza Comunitaria" (SIC). Finanziato in parte dal Parco stesso, ma principalmente dalla Regione Lombardia - Assessorato Qualità dell'Ambiente - e dalla Unione Europea, nell'ambito del programma Life, il progetto è stato interamente gestito dal Parco del Ticino, affidando di volta in volta a collaboratori esterni l'esecuzione di alcune azioni.

Concepito come progetto finalizzato alla conservazione di specie ittiche soprattutto attraverso il contrasto dei fattori d'impedimento alla loro



**Regione Lombardia**  
Qualità dell'Ambiente





ripresa, questo progetto ha previsto non solo attività dirette sulle specie da conservare ma anche tutta una serie di interventi volti ad eliminare o comunque contrastare le minacce ambientali che incombono su di esse. Per questo, a fianco di attività di ricerca, finalizzate all'approfondimento delle caratteristiche autoecologiche e genetiche delle specie in oggetto, sono stati

anche realizzati interventi di produzione di novellame e stabulazione di riproduttori (alle vasche di Cassolnovo) ed interventi di ripopolamento. Nei primi due anni di lavoro è stata anche compiuta una proficua attività di contenimento del siluro, accompagnata dallo studio della sua autoecologia. Sono stati realizzati gli studi di fattibilità di due passaggi per pesci da costruire in corrispondenza delle dighe di Porto della Torre e Panperduto. È stato acquistato il Diritto Esclusivo di Pesca "Eredi Gualdoni" che assicura al Parco il controllo di un'area strategica soprattutto per la

## Le minacce da contrastare

Uno studio di dettaglio sulla fauna ittica compiuto qualche anno fa, lungo tutto il Ticino, aveva segnalato la rarefazione del pigo e della trota marmorata. Lo stesso studio, attraverso un'attività correlata di caratterizzazione ambientale ed ecologica, aveva anche fatto emergere gli elementi di criticità ambientale gravanti sul Ticino. Le minacce che, in particolare, risultavano affliggere le popolazioni di pigo e trota marmorata erano quattro:

- deriva genetica;
- inquinamento genetico;
- affermazione del siluro;
- sbarramenti fluviali sprovvisti di passaggi artificiali per pesci.



- deriva genetica. Questo fenomeno, tipico delle popolazioni ridotte ai minimi termini, in pratica consiste nella variazione casuale, perciò non dettata dalle dinamiche evolutive di



selezione naturale, del pool genico di una popolazione, con la conseguente perdita del successo evolutivo e dunque l'esposizione al rischio di scomparsa. La rarefazione del pigo e della trota marmorata pone perciò le due popolazioni sotto la minaccia della deriva genetica. Lo scarso numero di soggetti adulti maturi che ogni anno si riproducono determina infatti, ad ogni evento riproduttivo, l'inevitabile incrocio tra individui geneticamente simili in quanto consanguinei (fenomeno di inbreeding), determinando la perdita di variabilità genetica, a favore della "fissazione" di pochi caratteri secon-

do una modalità casuale e non per una risposta adattativa.

### **Inquinamento genetico.**

L'integrità genetica delle popolazioni di trota marmorata e di pigo del Fiume Ticino è fortemente minacciata dalla presenza nel fiume di pesci non nativi in grado di ibridarsi con le due specie autoctone. Il loro incrocio, infatti, determina la diffusione di pesci con caratteristiche genetiche in parte diverse da quelle delle popolazioni evolute nel nostro fiume e dunque meno "adatte". Nel caso della Trota marmorata tale problema riguarda il

suo incrocio con la trota fario, da cui nascono peraltro soggetti a loro volta fecondi. Nel caso invece del pigo, l'ibridazione riguarda una specie non nativa italiana ma ormai



acclimatata in molti dei bacini idrici del Nord Italia: il *Rutilus rutilus*, comunemente noto come "Gardon".

#### **Affermazione del siluro.**

Un'altra preoccupante minaccia per tutte le specie ittiche autoctone è rappresentata dalla rapida e progressiva affermazione del Siluro (*Silurus glanis*) nella parte media ed inferiore del Ticino. I primi studi effettuati per approfondire le conoscenze sull'autoecologia del Siluro nel fiume avevano già evidenziato che esso è in grado di occupare tutti gli habitat disponibili per i pesci e ne avevano anche confermato la dieta prevalentemente ittiofaga. A ciò si aggiungeva il fatto che era stato verificato che, laddove c'era il siluro mancavano completamente sia la trota marmorata che il cormigo, aspetto che peraltro poteva essere riferito ad una situazione generale delle specie autoctone di media-grande taglia, quasi del tutto scompar-

se laddove il siluro si era affermato in nuclei numerosi.

#### **Sbarramenti fluviali privi di passaggi per pesci.**

Un ulteriore elemento di minaccia per le due specie deriva dalla presenza lungo il fiume di sbarramenti fluviali invalicabili, privi di passaggi artificiali per pesci: essi sono le dighe di Panperduto e di Porto della Torre (entrambe in comune di Somma Lombardo -VA). Queste barriere interrompono la continuità fluviale, limitando gli spostamenti dei pesci alla ricerca del cibo o delle aree idonee alla riproduzione.

Oltre a quelli descritti esistono anche altri fattori di minaccia che incombono su entrambe le popolazioni di trota marmorata e pigo, come il progressivo incremento del cormigo

e la mancanza di un Deflusso Minimo Vitale adeguato che, essendo già oggetto di iniziative o di studi da parte del Parco, non sono rientrate nel Progetto Life.



o Ticino

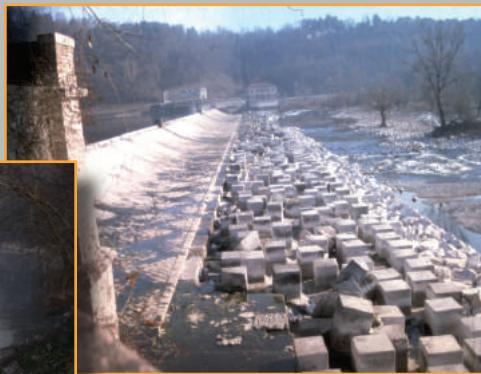


Riguardo inoltre allo sfruttamento di pesca, il Parco Ticino si è impegnato con questo progetto ad individuare, in seguito ad approfondimenti scientifici, le più opportune misure di gestione, in termini di regolamentazione del prelievo alieutico, e a sensibilizzare il pubblico dei pescatori agli obiettivi di conservazione del progetto, in un'ottica più generale di salvaguardia del patrimonio ittico autoctono del fiume.

Come intervenire?

Definite le minacce gravanti sulle due specie ittiche da conservare, il progetto è stato strutturato in una serie di azioni, alcune delle quali propedeutiche ad altre, necessarie ad eliminare o comunque mitigare tali minacce ed a favorire la ripresa della trota marmorata e del pigo.

Per contrastare la minaccia della deriva genetica, è stato realizzato un programma di ripopolamento del fiume, comprendente il recupero in fiume di adulti selvatici selezionati, la riproduzione artificiale, l'incubazione delle uova, lo svezzamento delle larve e quindi la loro immissione in fiume e negli ambienti laterali vocazionali, con anche l'avvio di un allevamento a ciclo chiuso





dei riproduttori di trota marmorata. **Riguardo al pigo, vista la scarsità delle conoscenze sulla biologia e l'autoecologia di questa specie, è stato compiuto uno studio di dettaglio su questi aspetti, da cui sono peraltro emersi, come si vedrà in seguito, aspetti molto interessanti.**

Per contrastare la minaccia dell'inquinamento genetico, è stata valutata, attraverso indagini genetiche ed autoecologiche, l'incidenza sulle due popolazioni del fenomeno dell'ibridazione; gli stessi studi hanno anche consentito di determinare, almeno per il pigo, l'affidabilità del riconoscimento fenotipico (cioè tramite la valutazione di caratteri dell'aspetto del pesce, osservabili ad occhio) come strumento di selezione dei soggetti adulti da impiegare nella riproduzione artificiale. Per rendere autonomo il Parco nei suoi futuri interventi a sostegno di queste ed

altre specie ittiche autoctone in declino nel fiume, con questo progetto è stato anche allestito un incubatoio ittico di proprietà dell'Ente, affidato alla gestione di personale dipendente e volontario, peraltro costruito secondo criteri di fruibilità da parte di scolaresche e gruppi in visita.

Per contrastare la minaccia del siluro, sono stati da un lato approfonditi gli aspetti autoecologici di questa specie esotica nel fiume, soprattutto in relazione al suo impatto sulle altre specie autoctone del Ticino.

Per contrastare, infine, la minaccia degli sbarramenti fluviali, sono stati realizzati gli studi di fattibilità dei passaggi per pesci da costruire in corrispondenza delle due dighe di Panperduto e di Porto della Torre e sono stati intrapresi i primi in-

coraggianti abbozzamenti con tutti gli Enti interessati per la loro messa in opera.



## I PESCI DEL PARCO DEL TICINO

Il Fiume Ticino sublacuale si distingue tuttora nel panorama italiano per la ricchezza e la diversità della fauna ittica che lo popola. Grazie alla vastità dell'ambiente fluviale ed alla sua struttura complessa, all'origine lacustre ed alla sua connessione con una fitta rete idrica intricata e ricca di habitat molto diversi tra loro, grazie anche al mantenimento di condizioni ambientali ben più che compatibili con la vita in acqua, esso si rivela, infatti, idoneo ad ospitare una grande varietà di specie dalle caratteristiche ecologiche più diverse. Peraltro, nonostante quasi la metà delle 50 specie ittiche che vi si rinvencono oggi siano esotiche, tra le specie autoctone tuttora presenti molte costituiscono elementi di grande pregio ittiofaunistico per il fiume, trattandosi di endemismi o subendemismi del distretto Padano-Veneto o dell'Italia Settentrionale.



Le più datate fonti assegnano al fiume ben 37 specie ittiche autoctone (comprese le lamprede, che non sono veri e propri pesci ma una loro forma più arcaica, molto affascinante sia per l'aspetto che per la biologia) di cui 6 endemiche o subendemiche del distretto Padano-Veneto e 8 endemiche e subendemiche dell'Italia settentrionale. Purtroppo però, come avvenuto per la gran parte degli ecosistemi acquatici, non solo italiani, la composizione specifica e la struttura della comunità ittica del fiume si sono notevolmente modificate nel tempo, a causa dell'intervento umano. Alcune specie di particolare interesse per la loro rarità generale si sono estinte; altre, a seguito di una gestione poco oculata, si sono rarefatte, fino ad essere oggi, in alcuni casi, anche fortemente minacciate di scomparsa dal fiume. Ad incrementare lo squilibrio della comunità ittica e minacciare ulteriormente la sopravvivenza delle specie autoctone più sensibili, contribuiscono grandemente le numerose specie ittiche esotiche che, nel giro soprattutto dell'ultimo secolo, sono state introdotte e si sono stabilite in Ticino con popolazioni numerose e in rapida crescita, in diversi casi instaurando pericolosi rapporti di competizione e predazione con le specie autoctone.



## LE SPECIE AUTOCTONE

Elenco completo delle specie ittiche native del Fiume Ticino e del medio corso del Po, con l'indicazione del loro stato attuale di conservazione secondo l'IUCN (Red List), l'Unione Europea (Direttiva Habitat) e la Regione Lombardia (DGR n.7/4345).

Nome comune	Nome scientifico	FAMIGLIA	IUCN	Dir. Hab.	DGR	Classificazione bio-ecologica
agone	<i>Alosa agone</i>	Clupeidi	DD		10	Stenoalina dulcicola - lacustre
alborella	<i>Alburnus a. alborella</i>	Ciprinidi	DD	HAB.92-2	-	Stenoalina dulcicola
anguilla	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguillidi			-	Migratrice obbligata - catadroma
barbo canino	<i>Barbus caninus</i>	Ciprinidi	EN	HAB.92-2	12	Stenoalina dulcicola
barbo comune	<i>Barbus plebejus</i>	Ciprinidi	LC	HAB.92-2	-	Stenoalina dulcicola
bottatrice	<i>Lota lota</i>	Gadidi			8	Stenoalina dulcicola
cagnetta	<i>Salaria fluviatilis</i>	Blennidi	LC		-	Stenoalina dulcicola
cavedano	<i>Leuciscus cephalus</i>	Ciprinidi	LR/lc		-	Stenoalina dulcicola
cefalo calamita	<i>Liza ramada</i>	Mugilidi			-	Migratrice facoltativa
cheppia o alosa	<i>Alosa fallax nilotica</i>	Clupeidi			10	Migratrice obbligata - anadroma
cobite comune	<i>Cobitis taenia</i>	Cobitidi	LR/lc	HAB.92-2	-	Stenoalina dulcicola
cobite mascherato	<i>Sabanejewia larvata</i>	Cobitidi	LC		11	Stenoalina dulcicola
ghiozzo padano	<i>Padogobius bonelli</i>	Gobidi	LC		-	Stenoalina dulcicola
gobione	<i>Gobio gobio</i>	Ciprinidi	VU		-	Stenoalina dulcicola
lampreda di fiume	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Petromizontidi	LR/nt		-	Migratrice obbligata - anadroma
lampreda di mare	<i>Petromyzon marinus</i>	Petromizontidi	LR/lc	HAB.92-2	-	Migratrice obbligata - anadroma
lampreda padana	<i>Lethenteron zanandreaei</i>	Petromizontidi	LC	HAB.92-2	11	Stenoalina dulcicola
lasca	<i>Chondrostoma genei</i>	Ciprinidi	LC	HAB.92-2	11	Stenoalina dulcicola
luccio	<i>Esox lucius</i>	Esocidi			-	Stenoalina dulcicola
panzarolo	<i>Knipowitschia punctatissima</i>	Gobidi	NT		11	Stenoalina dulcicola
passera di mare	<i>Platichthys flesus</i>	Pleuronettidi			-	Migratrice facoltativa
pesce persico	<i>Perca fluviatilis</i>	Percidi	LR/lc		-	Stenoalina dulcicola
pigo	<i>Rutilus pigus</i>	Ciprinidi	DD	HAB.92-2	11	Stenoalina dulcicola
sanguinerola	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Ciprinidi	LR/lc		-	Stenoalina dulcicola
savetta	<i>Chondrostoma soetta</i>	Ciprinidi	EN	HAB.92-2	8	Stenoalina dulcicola
scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Ciprinidi	LR/lc		-	Stenoalina dulcicola
scazzone	<i>Cottus gobio</i>	Cottidi	LR/lc	HAB.92-2	10	Stenoalina dulcicola
spinarello	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Gasterosteidi	LR/lc		-	Eurialina - sedentaria
storione cobice	<i>Acipenser naccarii</i>	Acipenseridi	VU	HAB.92-2*	13	Migratrice obbligata - anadroma
storione comune	<i>Acipenser sturio</i>	Acipenseridi	CR	HAB.92-2*	12	Migratrice obbligata - anadroma
storione ladano	<i>Huso huso</i>	Acipenseridi	EN		12	Migratrice obbligata - anadroma
temolo	<i>Thymallus thymallus</i>	Salmonidi	LR/lc		10	Stenoalina dulcicola
tinca	<i>Tinca tinca</i>	Ciprinidi	LR/lc		-	Stenoalina dulcicola
triotto	<i>Rutilus aula</i>	Ciprinidi	LC		-	Stenoalina dulcicola
trota lacustre	<i>Salmo (trutta) trutta</i>	Salmonidi			13	Stenoalina dulcicola - lacustre
trota marmorata	<i>Salmo (trutta) marmoratus</i>	Salmonidi	LC	HAB.92-2	12	Stenoalina dulcicola
vairone	<i>Leuciscus muticellus</i>	Ciprinidi		HAB.92-2	-	Stenoalina dulcicola



Anguilla



Ghiozzo padano



Gobione



Cavedano



Pesce persico



Luccio



Cagnetta



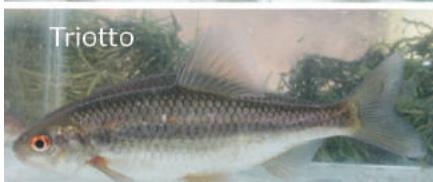
Scardola



Panzarolo



Temolo



Triotto



Spinarello



Sanguinerola



Tinca



Trota lacustre



## LE SPECIE MINACCIATE

Prendendo come riferimento gli allegati della Direttiva Habitat, tra i pesci autoctoni del Ticino tuttora presenti nel fiume, si riconoscono alcune specie che, secondo le liste della Comunità Europea, attualmente versano in pericolo di estinzione in natura, in maniera più o meno grave. Tra queste ve ne sono alcune - come il barbo canino, la lampreda padana, la lasca, il pigo, la savetta, lo scazzone, lo storione cobice e la trota marmorata - le cui popolazioni del Ticino hanno subito un preoccupante declino demografico, così come avvenuto nel resto del loro areale, per alcune delle quali il Parco del Ticino ha già attivato e sta attivando misure concrete di conservazione. Altre specie, invece, anch'esse elencate in Direttiva Habitat, tra quelle di interesse comunitario perchè minacciate - e cioè alborella, barbo comune, cobite comune e vairone - nel Fiume Ticino godono di buona salute (al contrario di quanto accade nel resto del loro areale), mostrando popolazioni abbondanti, ben strutturate e ben distribuite. Sebbene queste specie non necessitino quindi di interventi urgenti di conservazione nel Ticino, la loro salvaguardia e gestione oculata nel fiume assume un ruolo chiaramente importante per la conservazione globale delle specie stesse.

Nella pagina seguente sono raffigurate tutte le specie elencate in Direttiva Habitat e attualmente presenti nel Fiume Ticino.



Barbo canino



Alborella



Barbo comune



Storione cobice



Pigo



Savetta



Cobite comune



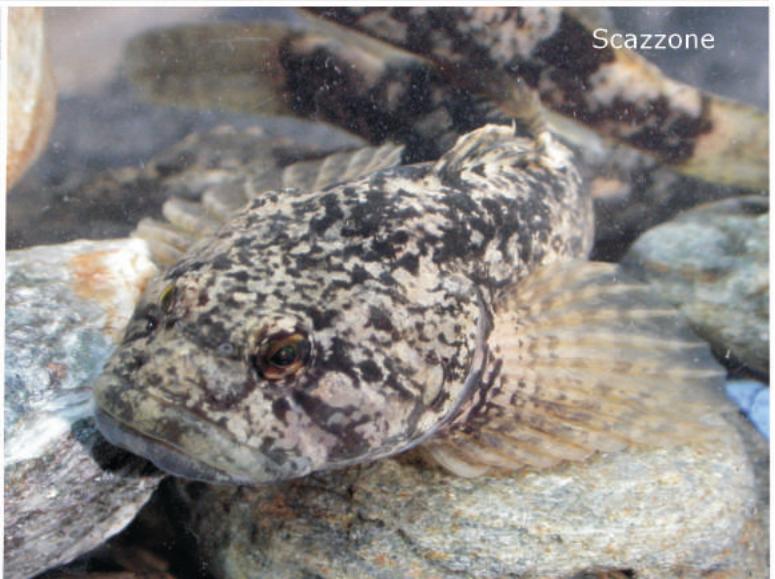
Trota marmorata



Lampreda padana



Lasca



Scazzone



Vairone





CHI è IL PIGO (*Rutilus pigus*, Lacépède 1803)?

Ordine: *Cypriniformes*

Superfamiglia: *Cyprinoidea*

Famiglia: *Cyprinidae*

Sottofamiglia: *Leuciscinae*

Genere: *Rutilus*

Specie: *R. pigus*



Il genere *Rutilus* è uno dei 48 generi esistenti della famiglia dei *Cyprinidae*. Ne sono rappresentanti autoctoni in Italia le specie *R. pigus* (pigo), *R. aula* (triotto) e *R. rubilio* (rovella) (Kottelat, 1997). Di questi però il pigo e il triotto sono distribuiti in Italia settentrionale, mentre la rovella è nativa e presente esclusivamente nell'Italia centro-occidentale.

Nei grandi fiumi e laghi dell'Italia settentrionale oltre al pigo e al triotto si sta purtroppo diffondendo una specie loro congenere ma esotica: il gardon (o rutilo), *R. rutilus*. Sono ormai da tempo noti in letteratura gli ibridi che il rutilo stabilisce con diverse specie del medesimo genere o anche appartenenti a generi diversi (Pitts *et al.*, 1997). Per quanto riguarda l'ibridazione del pigo con il gardon, questo pericolo di inquinamento genetico è stato ravvisato proprio in seguito

# Il pigo

ad osservazioni compiute sulla popolazione di pigo del Fiume Ticino nel corso di un progetto pre-Life di recupero della specie (GRAIA Srl, 2000).

In questo capitolo è presentata una sintesi delle informazioni oggi disponibili in letteratura su *R. pigus*. Seguono due schede sintetiche di presentazione delle altre due specie di *Rutilus* presenti nel Fiume Ticino ed interessate dal presente lavoro: *R. rutilus* e *R. aula*.

Il pigo appartiene all'ordine zoologico dei Cipriniformi, famiglia Ciprinidi, genere *Rutilus*; il suo nome scientifico oggi ritenuto valido (Kottelat, 1997) è *Rutilus pigus* (Lacépède, 1804). A questo proposito occorre sottolineare che la sistematica del genere *Rutilus* si è sempre rivelata e si presenta tuttora alquanto problematica. Il problema sistematico dei *Rutilus* italiani è sorto da un'erronea revisione di Canestrini (Zerunian, 1984), accettata in tutti i testi di ittiologia scritti fino al 1991 (Ladiges & Vogt, 1978; Muus & Dahlstroem, 1979; Tortonese, 1970; Bănărescu *et al.*, 1990), che ha riunito sotto l'unico termine di *Leuciscus aula*, poi divenuto *Rutilus rubilio*, ben 7 specie precedentemente descritte. I dati emergenti da studi sulla morfologia e la livrea, sulla biochimica, sul comportamento riproduttivo e sulla distribuzione, insieme all'esame di alcune opere del secolo XIX sull'ittiofauna italiana, hanno condotto Zerunian nel 1994 a proporre l'esistenza in Italia di tre specie del genere *Rutilus* Rafinesque: *R. pigus* (Lacépède, 1804) nome comune "pigo", *R. rubilio* (Bonaparte, 1837) nome comune "rovella" e *R. erythrophthalmus* (Zerunian, 1982) nome comune "triotto", di recente riclassificato come *R. aula* (Kottelat, 1997).

Per il pigo sono da considerarsi sinonimi di *R. pigus* i seguenti nomi: *Cyprinus pigus* (Lacépède, 1803), *Leuciscus roseus* (Bonaparte, 1839), *Leuciscus ryzela* (Valenciennes, 1844) e *Leuciscus virgo* (Heckel, 1852).

Attualmente esistono popolazioni di pigo nel bacino del Danubio e nel distretto padano-veneto; Kottelat (1997) suggerisce la necessità di studi approfonditi che aiutino a definire i rapporti di parentela tra i due gruppi di popolazioni, oggi considerate conspecifiche, al fine di definire l'eventuale opportunità di considerarle appartenenti a due specie ittiche diverse. In tal caso egli proporrebbe il nome *R. pigus* per indicare la specie raggruppante le popolazioni italiane ed il nome *R. virgo* per le popolazioni del bacino danubiano.

Negli anni passati alcuni autori hanno messo in dubbio l'autoctonia del pigo in Italia, ritenendo piuttosto che esso fosse stato introdotto nel nostro paese durante il Medio Evo (Bianco, 1991; Bănărescu, 1990). Tale ipotesi si basa da un lato sul fatto che si tratta di una specie condivisa

con il distretto danubiano, pur essendo difficilmente in grado di sfruttare le captazioni fluviali alpine ed essendo del tutto assente dai balcani occidentali, dall'altro sul fatto che non esistono reperti archeologici o fossili che permettano di comprenderla in maniera inequivocabile tra le specie autoctone italiane. In realtà però, almeno una testimonianza a favore della tesi che vuole autoctono il pigo in Italia ci proviene da Plinio il Vecchio, che nella sua *Naturalis Historia* si dilunga in una descrizione particolareggiata dei tubercoli nuziali del maschio adulto di pigo nel periodo della frega.

### Distribuzione



Il pigo è la meno diffusa delle specie autoctone del genere *Rutilus* attualmente presenti nelle acque italiane e certamente la meno studiata (Gandolfi, 1991). La sottospecie italiana (qualora fosse da ritenersi valida) *R. pigus pigus* è presente quasi esclusivamente nelle regioni settentrionali, soprattutto in Lombardia, nei grandi laghi subalpini di origine glaciale, quali: Lario, Maggiore, Olginate. Il pigo è poi presente nel Po e nel basso corso di alcuni suoi affluenti di sinistra: Ticino sublacuale, Adda, Serio e Oglio in Lombardia; Brenta, Livenza, Adige, Piave e Sile in Veneto. Lo si trova anche nei laghi di Mantova mentre è pressoché assente nel Lago di Garda. Da poco più di un decennio è stato immesso nell'Appennino Tosco-Emiliano (Trisolini *et al.*, 1991) e nel Lazio (Zerunian & Zerunian, 1990). Nei bacini d'oltralpe, comprendenti alcuni laghi svizzeri (Lago di Ginevra e Lago di Neuchâtel), laghi francesi ed austriaci, il bacino del Danubio superiore e centrale con i suoi maggiori affluenti situati geograficamente in Germania sudorientale, Austria settentrionale, Slovacchia e Grecia orientale, Ungheria settentrionale, Romania nord-occidentale, sarebbe presente l'altra sottospecie, *Rutilus pigus virgo*. Il pigo è stato anche recentemente importato in Inghilterra dove è stato immesso in laghetti privati per la pesca ricreativa (Moietta *et al.*, 1998).

### Stato di minaccia

All'interno dell'areale della specie si registra ovunque una pericolosa tendenza alla contrazione delle popolazioni originarie di pigo, tanto che i primi tentativi di ripopolamento delle sue popolazioni nel bacino danubiano risalgono a più di dieci anni fa (Povz & Ocvirk, 1990). Per questo motivo e per la corologia della specie, alquanto ristretta, il pigo è stato inserito nella Lista Rossa dell'IUCN tra le specie "per le quali esiste una carenza di informazioni", inadeguate a consentire valutazioni sul rischio di estinzione delle specie stesse. Esso è inoltre elencato nell'Allegato B della Direttiva 92/43/CEE tra le specie per la cui conservazione occorre la designazione di zone speciali di conservazione. In Lombardia la pesca al pigo è regolata dalla R.R. 22 maggio 2003 n.9 che ne stabilisce il divieto di pesca nel periodo compreso tra il 20/04 ed il 20/05 e ne fissa la misura minima di cattura a 18 cm.

## Morfologia

Il corpo del Pigo è slanciato ma robusto, ovaliforme, alquanto com-

presso late-

ralmente, con profilo

affusolato alto dorsalmente,

coperto di grosse scaglie cicloidi. La li-

nea laterale si trova leggermente al di sotto della

linea mediana del corpo, e ne ricalca il profilo ventrale. La

testa, in proporzione al resto del corpo, è piuttosto ridotta, conica ed il

muso è appuntito, con una piccola bocca subterminale a taglio obliquo rivolta leggermente

verso l'alto. L'occhio è piccolo. Le pinne sono ben sviluppate, la dorsale è alta ed impiantata a

metà della schiena in corrispondenza delle pinne ventrali; le pinne pettorali si inseriscono sotto

la linea laterale; la pinna caudale è bilobata, con una netta incisione mediana.

Presenta una livrea piuttosto scura dorsalmente e schiarentesi sui fianchi dove traspaiono evi-

denti riflessi bronzee o dorati; è invece biancastra sul ventre con sfumature argentee. Le scaglie

sono orlate da una sottile striscia scura che disegna il corpo del pigo. Le pinne sono tutte di

un colore grigio scuro. Quest'ultima caratteristica pare essere l'unico parametro fenotipico di

livrea distintivo tra le popolazioni italiane e danubiane di pigo, come si vedrà in un capitolo dei

risultati del presente lavoro dedicato ad una breve comunicazione sulle differenze emerse tra

le due popolazioni in seguito al confronto delle livree di esemplari fotografati in vivo.



## Alimentazione

Il pigo è un pesce onnivoro. Esso si ciba di materiale vegetale, insieme con larve e adulti di insetti, quali ditteri, coleotteri e tricotteri, piccoli crostacei e molluschi gasteropodi senza disdegnare, qualora siano disponibili, uova, larve o avannotti di altri pesci (Moietta *et al.*, 1998). La presenza di sabbia e resti di sedimento nei contenuti alimentari del pigo deve essere considerata assolutamente normale, visto il modo di assunzione del cibo da parte dei pighi la cui bocca subterminale è adatta proprio a raspare e a raccogliere cibo sul fondo. Dati raccolti da Franzoi *et al.* (1990) riportano una netta prevalenza della componente vegetale (52%) nella dieta del pigo, costituita da alghe filamentose, diatomee, materiale e detriti vegetali e semi. Ma prevalentemente ha abitudini litofaghe, perciò predilige sostanze vegetali, germogli d'alga,



muschio, erbe. Il suo ciclo di alimentazione è comunque legato a quello stagionale e cambia al cambiare di quest'ultimo: larve e piccoli insetti in primavera ed in autunno, vegetali in estate, invertebrati e residui vegetali in inverno quando, a differenza di molti altri Ciprinidi non va in letargo ma continua la sua attività alimentare rifugiandosi a maggiori profondità.

L'abbondanza del materiale vegetale nei contenuti alimentari del pigo è confermata anche dall'indagine condotta da Moietta *et al.* (1998) sulla popolazione di pigo del Lago di Como; in buona parte degli intestini esaminati essi hanno trovato alghe e/o detrito vegetale non meglio identificato; la concomitante presenza numerosa della componente animale ha tuttavia fatto concludere ai ricercatori che il pigo debba essere considerato specie onnivora a larga predominanza fitofaga.

An underwater photograph of a pigo fish resting on a rocky bottom. The fish is dark-colored with a prominent, silvery, scale-like pattern on its body. It is positioned horizontally, facing right. The water is slightly turbid, and the bottom is covered with rocks and some organic debris. The lighting is natural, highlighting the texture of the fish's scales and the surrounding environment.

# Il pigo

### Accrescimento individuale

In letteratura è segnalato che il pigo può vivere fino ai 10-15 anni con accrescimento corporeo abbastanza rapido che lo vede raggiungere all'età di 1 anno gli 8-10 cm di lunghezza totale; a 2 anni i 12-18 cm; a 3 anni i 20-25 cm e a 4 anni i 26-30 cm. Nelle acque italiane, senza distinzione tra ambienti lacustri e di fiume, la lunghezza raggiunta mediamente dal pigo è attorno ai 50-55 cm con un peso che supera i 2 kg; si racconta di casi eccezionali di catture fino a 65 cm, per circa 3 kg di peso. Mediamente in Italia e nei laghi cisalpini la taglia raggiunta dal pigo è inferiore a quella raggiunta dalla specie nelle acque del centro Europa dove sono reperibili anche soggetti di 6 kg.

### Riproduzione

L'attività riproduttiva è descritta da febbraio all'inizio della primavera, talvolta anche fino a giugno, in acque pulite che abbiano una temperatura non superiore ai 14°C. Tale variabilità fa ritenere che la temperatura possa svolgere un ruolo importante nella frega in occasione della quale i banchi di pighi si portano in acque litorali poco profonde. Dati sulla riproduzione di *R. pigus virgo* (Povz e Ocvirk, 1990) confermano il periodo riproduttivo (marzo-maggio) con temperatura dell'acqua non superiore ai 14°C. La deposizione avviene, secondo gli autori, in fiumi caratterizzati da acque poco profonde, a fondi ciottolosi e corrente rapida. I dati di Moietta *et al.* (1998) sulla popolazione del Lago di Como descrivono la riproduzione in zone litorali profonde 5-7 m, in prossimità di rive rocciose e ripide.

Le uova, prodotte dalle femmine in un numero variabile da 35.000 a 60.000 per kg di peso corporeo, hanno un diametro di 2 mm e sono adesive; esse vengono deposte sulle erbe e sulle pietre del fondo. La maturità sessuale è raggiunta secondo Gandolfi *et al.* (1991) a 2 anni dai maschi ed a 2-3 dalle femmine; secondo Moietta *et al.* (1998) essa è raggiunta a 3 anni dai maschi e a 4 anni dalle femmine. Durante il periodo della frega la testa ed il dorso dei maschi si ricoprono di enormi bottoni nuziali pungenti e biancastri di bellissimo e curioso effetto cromatico ed estetico. Queste protuberanze, efficacemente descritte da Plinio il Vecchio nella sua "*Naturalis Historia*", gli conferiscono un aspetto tanto diverso dal solito da lasciar perplessi i non esperti circa la sua identificazione.

## Habitat, ecologia ed etologia

In letteratura il pigo è descritto come un pesce amante delle acque calme o a debole corrente, comunque ben ossigenate, dove resta in grossi branchi che effettuano repentini movimenti in senso orizzontale e verticale. Durante l'inverno, nei laghi, vive a notevole profondità, lì la temperatura dell'acqua è più mite e consente la sopravvivenza di organismi di cui il pigo continua, pur in modo rallentato, ad alimentarsi. Nei mesi caldi assume una distribuzione più superficiale, cercando zone soleggiate e riparate dai venti, facendosi notare per i frequenti e caratteristici balzi fuor d'acqua per cogliere al volo insetti alati volteggianti sul pelo dell'acqua. Avvicinandosi al litorale il pigo predilige rive e sponde rocciose e ghiaiose a pendio ripido e, più in generale, fondali con substrato roccioso abbondantemente ricoperti da vegetazione algale.

Spesso il pigo viene ritrovato in ruscelli, canali e fontanili, comunicanti con fiumi più ampi. La sua presenza in questi ambienti è ricondotta ad eventi eccezionali di piene o alluvioni, a seguito dei quali la torbidità e la corrente dell'acqua lo hanno spinto a ricercare aree più pulite e tranquille. Da segnalare in lago la tendenza di avannotti e giovani a formare spesso imponenti branchi con le alborelle.

## Altri nomi del pigo

Di seguito si riportano i nomi dialettali con cui il pigo è noto nelle diverse località del suo areale:

Trentino Alto Adige: Orada de l'Ades

Veneto: Pig, Broccada, Sajon, Sa ion de la broche, Aséar, Vo arda, Aurin, Saurin, A uia, Asar, Pess del'Ades (pesce dell'Adige).

Romagna: Pig, Urada.

Emilia: Urede Saion Orede , Orade, Pech.

Marche : Mugella.

Liguria : Piich, Plich.

Piemonte: Pig,Voula,Oladi a Vola a,Agnaja.

Lombardia: Pig, Agulat, Dorada (nel mantovano), Pick, Vulatica, Valade a A ucc, Oladi a Oladigo, Orada de lach,Pigh, Valede a, Pigg, Voladga. Encobia, Encou ia, Incobia, Escobia, Incombia (in varie località del comasco).

A livello internazionale, il nome comune del pigo è:

# Il pigo

Francia: Gardon galant, Roche.

Inghilterra: Danube roach.

Germania: Frauenfish, Frauennerfing, Dornling, Erfe.

Svizzera: Gardongalant, Pigg e Pigh (in Canton Ticino).

Austria: Donaunefing, Fraufish.

Croazia e Serbia: Platnica.

Russia: Vobla.

Ungheria: Leànvhal.

### Valore commerciale

Il pigo non è una specie d'interesse commerciale, anche se riscuote un certo interesse a livello locale, in particolare attorno ai comprensori lacustri lombardi, dove costituisce una delle più apprezzate specie di "pesce bianco" per la qualità delle sue carni. Tipica è la preparazione dei pighi essiccati al sole, salati e pressati in barilotti di legno o latta, come avviene per gli agoni, ancora reperibile in qualche paese rivierasco lariano.

## Rutilus aula (Kottelat, 1997)

Originariamente classificato insieme alla rovello (*R. Rubilio*), tipica delle regioni centro-meridionali (Tortonese, 1970), il triotto è ora considerato una specie a sé con il nome di *R. aula* (Kottelat, 1997).

Pesce dal corpo fusiforme, con capo minuto e occhio relativamente grande; bocca in posizione mediana, pinna caudale chiaramente biloba e scaglie evidenti, il triotto è un pesce di taglia modesta, che può raggiungere i 20 cm di lunghezza totale e circa i 100 g di peso.

Ha un corpo dal colore grigio, più scuro sul dorso e bianco sul ventre; i fianchi sono percorsi da un'ampia banda scura che va dalla base del capo a quella della coda. Le pinne sono di colore grigio. All'apparenza è assai simile al vairone nella forma e nella livrea, in realtà si può distinguere per alcuni caratteri quali l'occhio rossastro e l'assenza del colore arancione alla base delle pinne.

Per quanto riguarda la sua biologia riproduttiva, esso raggiunge la maturità sessuale tra il 1° e il 3° anno di vita; il periodo riproduttivo può andare da maggio a luglio. Le uova sono deposte



sulla vegetazione acquatica, ed hanno diametro di 1.2-1.6 mm.

Specie molto gregaria, amante delle acque ferme o a lento decorso e ricche di vegetazione acquatica, il triotto è diffuso in stagni e canali e nella zona litorale dei grandi laghi e fiumi tra cui il Ticino sublacuale. La sua dieta è onnivora, comprendendo piccoli invertebrati, alghe e detrito vegetale.

Esemplare adulto di R.  
aula del Fiume Ticino.

Il triotto è specie endemica del Nord Italia, dove è tuttora presente in gran parte dell'areale con popolazioni anche numerose; è stato anche introdotto in alcuni corpi idrici del Centro e Sud Italia. Per questa sua diffusione e numerosità, nonostante l'areale ristretto, esso non è inserito nelle liste delle specie d'importanza comunitaria della Direttiva 92/43/CEE.

## Rutilus rutilus (Bonaparte, 1803)

Altro rappresentante del genere *Rutilus*, attualmente presente nel Fiume Ticino insieme a pigo e triotto, è il gardon, *R. rutilus*. Pesce dal corpo fusiforme nello stadio giovanile ed ovaliforme negli adulti, il gardon ha scaglie molto evidenti.

Esso può arrivare ai 40-45 cm di lunghezza totale e ad un chilogrammo di peso.

Pesce dalla livrea grigio-argentea, bianca sul ventre, con occhio rossiccio, il gardon ha le pinne rossastre. Nel periodo riproduttivo sui maschi compaiono numerosi tubercoli nuziali, che si possono osservare anche sulle femmine ma in quantità molto minore.



Esemplare adulto di gardon pescato nel Fiume Ticino.

La maturità sessuale è raggiunta al terzo anno di vita. Il periodo riproduttivo copre l'intervallo di tempo tra aprile e giugno. La deposizione avviene di preferenza in acque basse a fondo sassoso ed è accompagnata da vistosi giochi nuziali. Il numero di uova deposte

per femmina è di 5.000-10.000; si tratta di uova adesive, di 1 mm di diametro che, non appena deposte e fecondate, aderiscono al substrato di fondo.

Pesce dal comportamento gregario, il gardon è onnivoro, si ciba sia di invertebrati sia di alghe e macrofite. Esso predilige ambienti lacustri o fiumi a lento decorso, dove si porta nella fascia litorale e nelle zone ricche di vegetazione acquatica.

Specie comune in molte zone dell'Asia e dell'Europa, è assente solo nella penisola Iberica e nel versante adriatico dei Balcani. In Italia è stato introdotto recentemente e si è acclimatato, sia al Nord (in particolare nel Ceresio e nel Lago Maggiore) sia nel Centro Italia (Gandolfi *et al.*, 1991).

Per la sua diffusione il gardon non è inserito in nessuna lista rossa e nemmeno nelle liste delle specie d'importanza comunitaria. Piuttosto costituisce o può costituire verosimilmente una minaccia per la conservazione di specie d'importanza comunitaria, in particolare per il pigo, dal momento che osservazioni recenti hanno ravvisato il pericolo derivante dalla sua ibridazione con quest'ultimo.

## OBIETTIVI DELLO STUDIO

Il quadro delle conoscenze sulla biologia del pigo mette in luce la scarsità di informazioni attualmente disponibili in letteratura, in alcuni casi peraltro contrastanti tra le diverse fonti. Tale carenza di dati sulla specie, sia a livello delle sue caratteristiche meristiche e morfometriche distintive, sia a livello della sua autoecologia, ha determinato la necessità di approfondire le conoscenze sulla specie ed in particolare sulle caratteristiche sito-specifiche della popolazione del Ticino.

Obiettivo di questo lavoro era dunque creare la base conoscitiva indispensabile per l'attuazione di un piano di gestione e recupero del pigo nel Fiume Ticino e rendere disponibili le informazioni raccolte per la loro trasferibilità su popolazioni di pigo presenti e minacciate in altri bacini fluviali o lacustri.

Tra i vari aspetti da approfondire, questo studio ha l'obiettivo di definire:

- lo stato della popolazione di pigo del Ticino, in termini di distribuzione, struttura di popolazione e benessere;
- la sua autoecologia con particolare riguardo per la biologia riproduttiva della specie, analizzata al fine di definire l'età di raggiungimento della prima maturità sessuale; la fecondità; il comportamento riproduttivo;
- la natura e l'entità dell'impatto negativo sul pigo causato dalla diffusione del gardon: analizzato attraverso l'individuazione di esemplari ibridi definiti tali sulla base del fenotipo e la verifica della natura delle relazioni stabilite tra le due specie, soprattutto in periodo riproduttivo;
- la natura di altri elementi di minaccia per la conservazione del pigo nel Fiume Ticino.

## MATERIALI E METODI

Il presente studio ha riguardato l'approfondimento delle caratteristiche fenotipiche e autoecologiche del pigo. L'approccio adottato è stato in gran parte comparativo con le altre specie del genere *Rutilus* presenti nel Fiume Ticino e con due forme probabilmente ibride tra pigo e gardon e tra triotto e gardon rispettivamente rinvenute nel Fiume Ticino e nel Lago di Como.

Per quanto concerne il fenotipo, sono state in particolare valutate:

- le caratteristiche di colorazione della livrea e dell'aspetto generale del pesce;
- le caratteristiche meristiche;
- le caratteristiche morfometriche.

Per quanto riguarda l'autoecologia della popolazione di pigo del Fiume Ticino, gli aspetti valutati sono i seguenti:

- accrescimento ponderale individuale;
- accrescimento lineare individuale;
- alimentazione (valutata per via bibliografica);
- biologia riproduttiva;
- distribuzione e struttura di popolazione.

Campionamento di R.  
pigus nel Fiume Ticino.



Per quanto riguarda l'analisi delle caratteristiche meristiche e l'esame delle gonadi del pigo (stadio di maturazione, dimensioni, fecondità), le indagini si sono rese possibili grazie alla disponibilità di campioni di pesci derivati dalla pesca sportiva.

Tutti gli altri pesci - pighi non forniti da pescatori o esemplari di triotto e gardon – sono stati campionati tramite elettropesca manovrata da riva o procedendo a piedi nel corso d'acqua. Gli esemplari riconducibili a *R. pigus*, dopo essere stati esaminati e fotografati, sono stati di nuovo rilasciati in fiume, mentre gli individui riconducibili a tutti gli altri taxa e ad eventuali forme ibride sono stati sacrificati e conservati interi a  $-20^{\circ}\text{C}$  fino al momento dell'analisi morfometrica, meristica e biometrica effettuata in laboratorio.

## Studio del fenotipo

Al fine di un'osservazione attenta della livrea e dell'aspetto generale del pesce, ciascun esemplare campionato è stato fotografato in vivo, dopo essere stato stabulato temporaneamente in una vasca di *plexiglas*. Le caratteristiche valutate per ciascuno comprendono:

- colorazione generale della livrea;
- colore del dorso;
- colore dei fianchi;
- colore del ventre;
- colore delle pinne;
- colore dell'occhio;
- forma del corpo.

È stata inoltre valutata la presenza di segni particolari tipici delle specie d'interesse, quali:

- presenza di una banda laterale scura;
- posizione della bocca.

Le caratteristiche meristiche analizzate in questo lavoro sono 13 parametri tra i seguenti:

- numero di branchiospine contate sul primo arco branchiale;
- numero di scaglie lungo la linea laterale;
- numero di file di scaglie sopra e sotto la linea laterale;
- numero di denti faringei;
- numero di raggi delle pinne (pettorali, dorsale, pelvica, anale e caudale);
- numero di vertebre.

- Numero di branchiospine

Le branchiospine sono delle protuberanze situate sul bordo interno e concavo degli archi branchiali. In tutti i Ciprinidi esse sono disposte su due file in ciascun arco. Si distinguono per questo le branchiospine anteriori (quelle disposte sulla fila più esterna) e le branchiospine posteriori (quelle disposte sulla fila più interna). Esse sono papille della mucosa faringea che non hanno alcun rapporto diretto con gli archi branchiali. Le branchiospine di una stessa fila costituiscono un "pettine branchiale" a cui sono devolute le seguenti funzioni:

- filtrare l'acqua respirata e trattenere le particelle di sabbia o di fango;
- trattenere nella faringe le piccole prede o le particelle alimentari.

Queste strutture sono più numerose e ben sviluppate nei pesci planctofagi mentre sono più piccole e tozze nei pesci bentofagi e predatori.

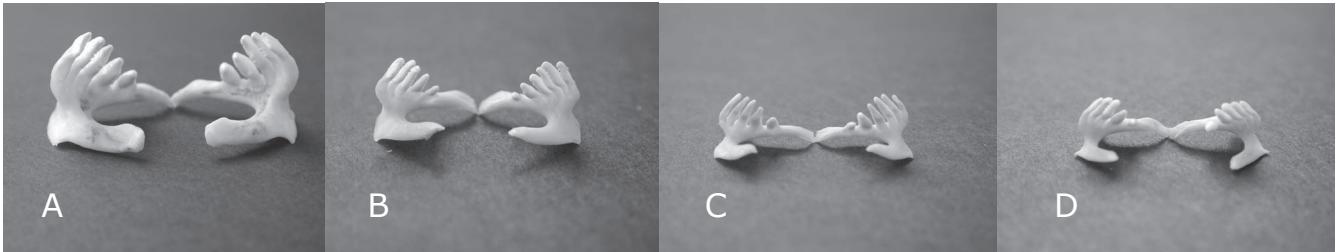
Il numero di branchiospine si rivela in molti casi un parametro meristico molto utile ai fini di una classificazione, per questo motivo esso è stato considerato anche nell'ambito del presente lavoro.

Per il conteggio delle branchiospine del primo arco branchiale si è proceduto al loro prelievo secondo la procedura di asportazione bene illustrata in Gandolfi *et al.* (1991).

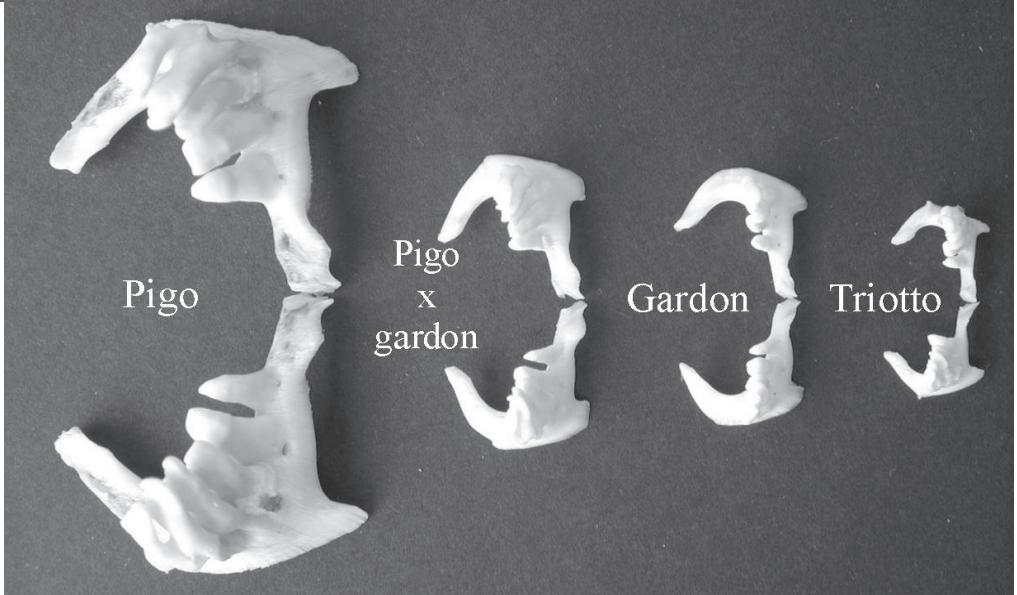
Per quanto riguarda i denti, essi nei Teleostei sono di diverso tipo e a seconda della loro localizzazione si distinguono in: denti mascellari, denti buccali e denti faringei. Quelli mascellari sono posti al margine delle mascelle; i denti buccali sono presenti sul pavimento, sulle pareti e sul tetto della bocca; i denti faringei sono invece presenti a livello delle branchie.

Nei Ciprinidi i denti faringei assolvono la funzione di supplire ai denti mascellari nel tagliare e sminuzzare l'alimento; essi possono avere forme diverse: a punta, arrotondati, piatti, zigrinati o uncinati. Ciascun dente inoltre ha un accrescimento indipendente dagli altri. Durante il primo anno di vita i denti sono rinnovati numerose volte, poi sempre più raramente.

Nei Ciprinidi, come in tutti i Cipriniformi, i denti faringei sono presenti esclusivamente a livello delle ossa faringee inferiori che restano distinte e mobili. Il numero di denti faringei disposti su quest'osso può costituire un ottimo strumento di classificazione delle specie. La formula dentaria si definisce indicando il numero di denti per fila su ciascuna delle ossa, iniziando da destra verso il piano sagittale e proseguendo verso sinistra. Una volta asportati, essi sono stati ripuliti tramite bollitura e pulitura con spazzolino imbevuto di acqua ossigenata al 30%.



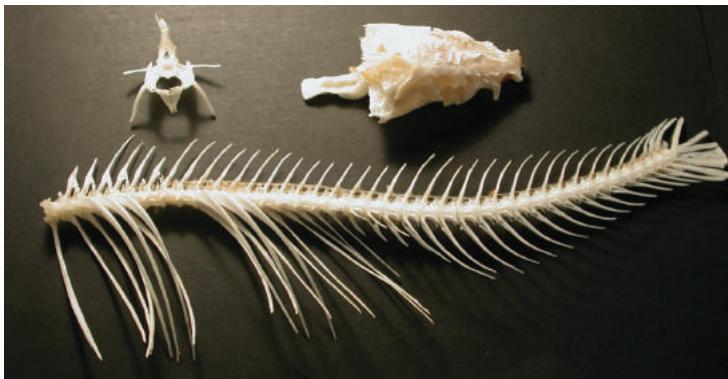
Esempio di denti faringei estratti da pigo (a), probabile ibrido pigo x gardon (b), gardon (c), triotto (d).



### Caratterizzazione morfometrica

Anche lo studio delle caratteristiche morfometriche del pigo è stato condotto in maniera comparativa, analizzando non solo individui classificati in base alla livrea come pighi, ma anche gardon, triotti o ibridi tra gardon e pigo. Come rappresentato graficamente, i caratteri morfometrici rilevati su ciascuno individuo sono 11 e cioè:

Colonna vertebrale e apparato di Weber di un esemplare adulto di pigo esaminato.

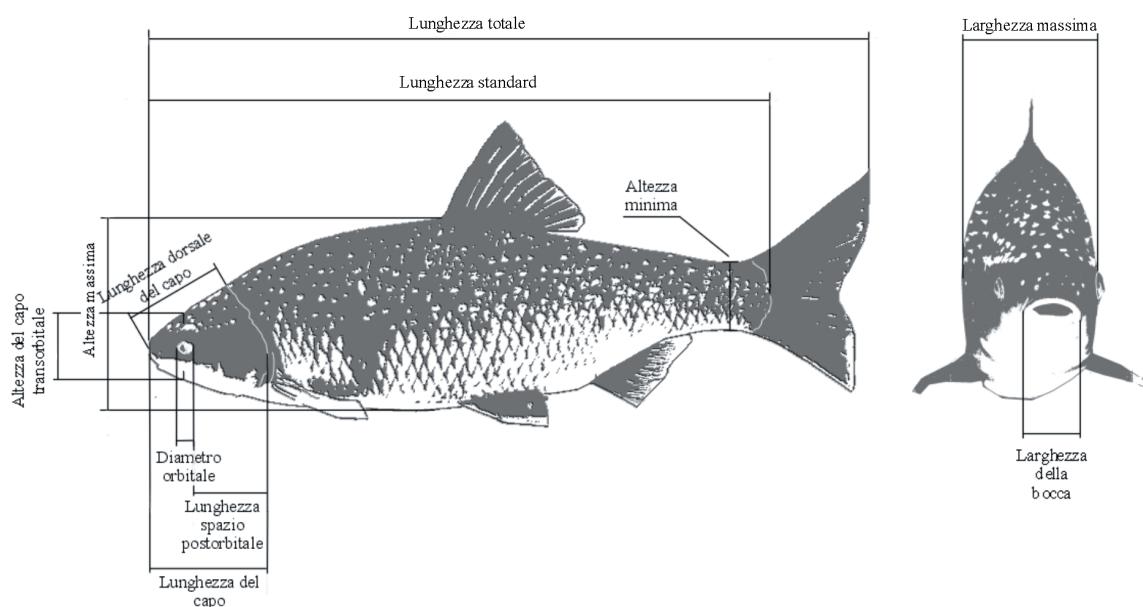


# Il pigo



- Lunghezza totale
- Lunghezza standard
- Altezza massima
- Altezza minima
- Diametro orbitale
- Lunghezza del capo
- Lunghezza del capo post-orbitale
- Lunghezza dorsale del capo
- Altezza del capo transorbitale
- Larghezza massima
- Larghezza della bocca

Per ciascun individuo sono state anche rilevate le misure del peso totale.



## Studio dell'accrescimento individuale

Lo studio dell'accrescimento di un pesce può essere affrontato in termini di accrescimento ponderale, cioè di incremento del peso in funzione della lunghezza del pesce, oppure in termini di accrescimento lineare, cioè di crescita della lunghezza del pesce in funzione dell'età.

## Accrescimento ponderale

L'elaborazione della curva di accrescimento ponderale è stata effettuata, per un campione rappresentativo di esemplari, utilizzando i dati di lunghezza totale e peso corporeo.

In questo caso il peso di ciascun pesce è stato rilevato con una bilancia di precisione  $\pm 1$  g.

L'equazione che esprime la relazione tra la lunghezza totale ed il peso di un pesce ha la seguente forma linearizzata:

$$\log P = \log a + b \log L$$

Dove:

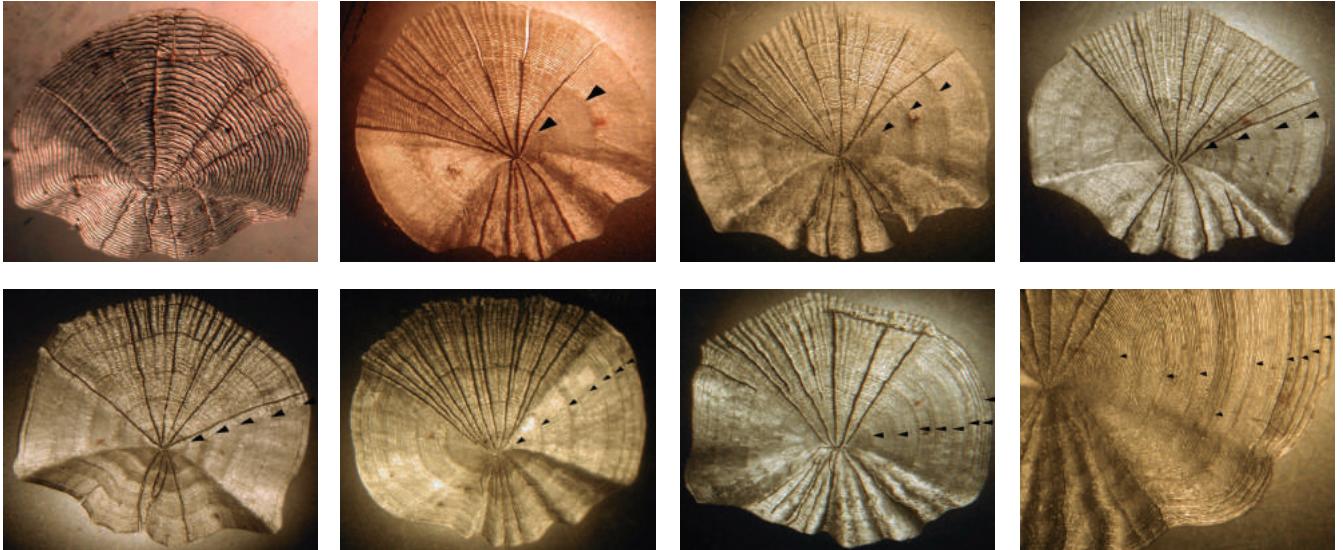
- P è il peso del pesce in grammi
- L è la lunghezza del pesce in millimetri
- b è un esponente generalmente compreso tra 2 e 4; esso è pari a 3 nel caso di una crescita perfettamente isometrica, tale cioè per cui il pesce non cambia forma del corpo e peso specifico nel corso della vita.

## Accrescimento lineare

L'elaborazione della curva di accrescimento lineare è stata compiuta, per un campione rappresentativo di esemplari, utilizzando i dati di lunghezza totale ed età. Quest'ultima è stata determinata mediante lettura delle scaglie. Questo metodo si basa sul fatto che la crescita dei pesci non è costante, ma presenta dei rallentamenti in coincidenza di una scarsa disponibilità di cibo, di basse temperature che riducono l'attività metabolica e della stagione riproduttiva, durante la quale la maggior parte delle energie vengono dedicate a questa attività. L'accrescimento è dunque maggiore nel periodo estivo, in presenza della massima disponibilità alimentare e delle temperature più elevate, ed è minore nel periodo invernale. Questa variazione nel ritmo di crescita viene registrata a livello delle strutture ossee, che si formano per apposizione di tessuto secondo cerchi concentrici; essa è particolarmente leggibile nelle scaglie.

Le scaglie da esaminare sono state prelevate dal pesce in corrispondenza della zona dorsale anteriore sinistra. Prima del montaggio su vetrino per l'esame al microscopio, sono state ripulite dai frammenti di epidermide trattandole con una soluzione di  $H_2O_2$  al 15%. Le osservazioni sono state condotte con microscopio a schermo modello Mipro LCR.

Le curve di accrescimento sono state calcolate mediante apposito software FiSaT (FAO-ICLARM



stock assessment tools) sviluppato dall'International Center for Living Resources Management (ICLARM), secondo il modello di von Bertalanffy .

Dai dati sulle misure di lunghezza totale ed età, letta mediante metodo scalimetrico, è stato possibile ricostruire la curva di accrescimento, la cui espressione generale è:

$$L_t = L_{\infty} * (1 - \exp(-k(t-t_0)))$$

dove:

$L_t$  = lunghezza totale del pesce;

$L_{\infty}$  = lunghezza massima teoricamente raggiungibile dal pesce;

$t_0$  = età teorica del pesce di lunghezza zero, supponendo una crescita secondo l'equazione suddetta;

$k$  = coefficiente di crescita;

$t$  = età del pesce espressa in anni.

*Scaglie appartenenti a individui delle seguenti classi d'età (da sinistra in alto): 0+; 2+; 3+; 4+; 5+; 7+; 8+; 9+.*

### Studio della biologia riproduttiva

Lo studio della biologia riproduttiva del pigo ha riguardato i seguenti argomenti:

- la determinazione dell'età di prima maturazione sessuale;
- la definizione del periodo riproduttivo;
- la determinazione della fecondità;
- la caratterizzazione dell'area riproduttiva;

- la descrizione del comportamento riproduttivo;
- l'individuazione di elementi di disturbo della riproduzione.

Determinazione del livello di maturazione delle gonadi. Per questo parametro è stata utilizzata come riferimento la scala di maturazione proposta da Nikolsky e accettata da Gandolfi et al. (1991), di cui si riporta di seguito l'interpretazione:

1. Stadio 1 – Gonadi immature: giovani che non hanno ancora raggiunto la prima maturità sessuale. Gonadi di dimensioni molto ridotte.
2. Stadio 2 – Gonadi quiescenti: adulti che si sono riprodotti da poco tempo.
3. Stadio 3 – Gonadi in maturazione: individui che stanno raggiungendo la prima maturità sessuale e adulti già riprodottisi che si preparano a riprodursi nuovamente
4. Stadio 4 – Gonadi mature: individui sessualmente maturi. Gameti maturi e gonadi con indice gonado-somatico massimo; i gameti però non fuoriescono se si esercita una lieve pressione sui fianchi.
5. Stadio 5 – Gonadi in riproduzione: individui sessualmente maturi che si stanno riproducendo. Gonadi di aspetto e colore simili allo stadio precedente; i gameti fuoriescono se si esercita una lieve pressione sui fianchi.
6. Stadio 6 – Gonadi svuotate: adulti che hanno appena terminato di riprodursi.

Determinazione della fecondità. Dal momento che la *fertilità*, cioè il numero di uova fecondate vitali, è un dato estremamente difficile da misurare nei pesci, per questo lavoro è stata determinata la *fecondità*, cioè il numero di uova prodotte dalle femmine. Essa è stata stimata prelevando gli ovari e contando le uova in subcampioni ponderali. Occorre sottolineare che il parametro della fecondità è fortemente soggetto a sovrastima, in quanto parte delle uova possono andare incontro ad atrofia e riassorbimento e la loro deposizione può non essere completa (Crim & Glebe 1990). La *fecondità assoluta* è il numero di uova prodotte da un individuo, che tende pertanto ad aumentare con la taglia e quindi con l'età. Per confrontare la fecondità di pesci di taglia differente è opportuno utilizzare la *fecondità relativa*, cioè il numero di uova riferito all'unità di peso della femmina.

Dal punto di vista metodologico l'analisi delle gonadi ed il conteggio delle uova sono stati condotti nel modo seguente. Gli ovari sono stati conservati in una soluzione di formalina al 4-5%. Per stabilire il numero di uova presenti in un ovario sono state contate le uova di alcuni subcampioni e poi, dalla media di questi, si è risaliti al numero totale di uova. Per ciascuna gonade sono stati raccolti diversi subcampioni dello stesso peso, avendo cura di rimuovere quanto più possibile i residui di tessuto ovarico.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

In questo capitolo sono presentati i risultati ottenuti dall'indagine compiuta sul fenotipo e sulle caratteristiche autoecologiche del pigo del Fiume Ticino. Come anticipato precedentemente, questo studio è stato svolto in gran parte utilizzando anche un approccio comparativo che confronta il pigo con gli altri *Rutilus* presenti nel Fiume Ticino, tra cui le specie note *R. rutilus* e *R. aula* ed anche le forme definite come probabili "ibridi" pigo x gardon e (laddove possibile, vista la disponibilità di un solo campione rappresentativo) triotto x gardon.

Di seguito è descritta la composizione del campione analizzato; il capitolo continua poi con l'esposizione e la discussione dei risultati del lavoro, sviluppate nei seguenti argomenti principali:

- studio del fenotipo;
- studio dell'accrescimento individuale;
- studio della biologia riproduttiva;
- descrizione dello stato della popolazione di pigo del Fiume Ticino.

### Il campione analizzato

Il campione di esemplari esaminati per l'approfondimento delle caratteristiche di livrea e aspetto generale del pesce, nonché delle caratteristiche meristiche, morfometriche e biometriche è costituito da più di 156 soggetti, di cui:

- 64 esemplari di pigo;
- 33 esemplari di gardon;
- 40 esemplari di triotto;
- 18 esemplari classificati come "ibridi" tra pigo e gardon, in seguito ad un'attenta osservazione superficiale della livrea e dell'aspetto generale del pesce, come si vedrà nel paragrafo successivo;
- 1 esemplare allo stesso modo classificato come "ibrido" tra triotto e gardon.

Tutti i campioni di pesci provengono dal Fiume Ticino o da suoi ambienti laterali (vedi Tabella). L'unica eccezione è fatta per il probabile "ibrido" triotto x gardon, pescato tramite pesca professionale nel Lago di Como ed incluso nello studio in seguito ad una segnalazione da parte della Provincia di Como. Nonostante il campione di questa ipotizzata forma ibrida sia rappresentato

da un unico esemplare, essa è stata comunque considerata e descritta allo scopo di segnalare la possibile minaccia derivante dalla diffusione del gardon anche sul triotto.

Stazioni di campionamento degli esemplari di *Rutilus* esaminati.

ID stazione	data	corso d'acqua	comune
1	23/04/2002	Fiume Ticino	Golasecca/Varese
2	26/04/2002	Fiume Ticino	Golasecca/Varese
3	06/05/2002	Fiume Ticino	Golasecca/Varese
4	07/05/2002	Fiume Ticino	Golasecca/Varese
5	14/05/2002	Fiume Ticino	Golasecca/Varese
6	16/05/2002	Fiume Ticino	Golasecca/Varese
7	31/07/2002	Fiume Ticino	Turbigo/Milano
8	17/12/2001	vasche	Cassolnovo/Pavia
9	08/03/2002	Fiume Ticino	Turbigo/Milano
10	mag-02	Canale Mangialocchio	Zerbolò/Pavia
11	mar-02	Fiume Ticino	Zerbolò/Pavia
12	25/09/2002	Naviglio Grande	Abbiategrosso/Milano
13	27/09/2002	Fiume Ticino	Somma Lombardo/Varese
14	30/09/2002	Fiume Ticino	Somma Lombardo/Varese
15	02/10/2002	Fiume Ticino	Torre d'Isola/Pavia
16	06/10/2002	Fiume Ticino	Torre d'Isola/Pavia
17	21/10/2002	canale laterale	Gambolò/Pavia
18	24/10/2002	canale laterale	Mortara/Pavia
19	25/10/2002	canale laterale	Cilavegna/Pavia
20	28/10/2002	canale laterale	Mortara/Pavia
21	26/02/2003	Ramo Delizia	Pontevecchio di Magenta/Milano
22	27/01/2003	Fiume Ticino	Torre d'Isola/Pavia
23	05/09/2002	canale laterale	Gambolò/Pavia
24	26/02/2002	Vasche di Cassolnovo	Cassolnovo/Pavia
25	29/04/2003	Fiume Ticino	Sesto Calende e Golasecca
26	30/04/2003	Fiume Ticino	Sesto Calende e Golasecca
27	05/05/2003	Fiume Ticino	Sesto Calende e Golasecca
28	28/04/2003	Fiume Ticino	Sesto Calende e Golasecca
29	24/07/2003	Lago di Como	Como

## Studio del fenotipo

Tutti gli esemplari del campione raccolto sono stati esaminati dal punto di vista fenotipico.

Per ciascuno di essi sono state in particolare definite:

- le caratteristiche di livrea e aspetto generale del pesce;
- le caratteristiche meristiche;

- le caratteristiche morfometriche.

I dati derivanti dalle indagini meristiche e morfometriche sono stati in entrambi i casi sottoposti ad analisi multivariata, per l'eventuale definizione delle componenti principali e la verifica della classificazione operata tramite l'osservazione attenta della livrea.

Caratterizzazione della livrea e dell'aspetto generale del pesce

La caratterizzazione della livrea e dell'aspetto generale di ciascun pesce è stata compiuta tramite l'osservazione diretta di 9 caratteri: colorazione generale della livrea, colore del dorso, colore dei fianchi, colore del ventre, colore delle pinne, colore dell'occhio, forma generale del corpo, presenza di una banda laterale scura e posizione della bocca.

Sulla base di queste nove caratteristiche ciascun esemplare è stato ascritto ad uno dei seguenti *taxa* di *Rutilus*: pigo, gardon,

triotto oppure una probabile forma definita "ibrida" tra pigo e gardon o tra triotto e gardon. L'esperienza pregressa, ed insieme quella acquisita nell'ambito del presente lavoro, durante lo svolgimento delle attività di recupero dei campioni di pesci da esaminare, ha consentito infatti di costruire una tabella sintetica a doppia entrata che ad ognuno dei *taxa* indagati fa corrispondere una certa combinazione di caratteri, definita tipica ed unica per quel gruppo; le combinazioni di caratteri definite per ciascun *taxon* sono riportate nella tabella. A fianco sono



Pigo



Gardon

Probabile  
ibrido pigo x  
gardon

Triotto

Caratteristiche valutate	Pigo	Gardon	Triotto	"Ibrido" pigo x gardon	"Ibrido" triotto x gardon
colorazione generale della livrea	Bronzea	Argentea	Argentea	Argentea	Argentea
colore del dorso	Bronzeo-brunastro	Grigio-marrone	Marrone-brunastro	Grigio-brunastro	Grigio-marrone
colore dei fianchi	Bronzeo-dorato	Argenteo	Marrone degradante al bianco	Argenteo/dorato	Argenteo
colore del ventre	Bianco	Bianco-argenteo	Bianco	Bianco	Bianco
colore delle pinne	Grigio scuro	Arancione-rosso	Grigio chiaro	Rossiccio	Grigio-arancio
colore dell'occhio	Dorato	Rosso	Rosso	Arancione/dorato	Rosso
forma del corpo					
banda laterale scura	Assente	Assente	Presente	Assente	Presente ma poco marcata
posizione della bocca	Sub-terminale	Terminale	Terminale	Subterminale/ terminale	Terminale

Classificazione degli individui di *Rutilus* sulla base dell'osservazione delle caratteristiche di livrea.

riportate le foto di esemplari i cui fenotipi sono rappresentativi dei primi quattro *taxa* in studio: pigo, gardon, triotto e "ibrido" triotto x gardon. Non è purtroppo disponibile alcuna immagine di "ibrido" triotto x pigo, a causa del fatto che l'animale esaminato è giunto al laboratorio già morto e non è stato fotografato.

I soggetti riconducibili alla specie *R. pigus* sono caratterizzati da:

- colorazione bronzeo-dorata del corpo, più scura sul dorso, che si schiarisce gradatamente fino al bianco del ventre;
- pinne pari e impari del medesimo colore grigio scuro;
- capo piccolo relativamente alle dimensioni del corpo, con lieve gobba dorsale dietro al capo.

## Caratterizzazione meristica

Le analisi meristiche hanno riguardato un campione complessivo di pesci così ripartiti nei diversi gruppi:

- 64 esemplari di Pigo;
- 33 esemplari di Gardon;
- 18 esemplari probabili "Ibridi" tra Gardon e Pigo;
- 40 esemplari di Triotto;
- 1 esemplare probabile "Ibrido" tra Triotto e Gardon.

Per brevità, si riportano di seguito i dati e le relative analisi statistiche riguardanti i 12 parametri meristici indagati nei diversi campioni.

Analisi statistica dei dati relativi al numero di branchiospine sulla fila anteriore rilevati per i singoli *taxa*.

<i>taxon</i>	media	N. osservazioni	mediana	moda	minimo	massimo	25 %ile	75 %ile	dev.std.	varianza
Pigo	10	57	10	10	9	12	10	11,0	0,7	0,524436
Pigo x gardon	12	18	12	12	10	13	12	13,0	0,9	0,879085
Gardon	12	31	12	12	11	14	12	13,0	0,7	0,447312
Triotto	10	38	10	10	9	11	9	10,0	0,6	0,386913
Triotto x gardon	12	1		no moda	12	12				

Analisi statistica dei dati relativi al numero di branchiospine sulla fila posteriore rilevati per i singoli *taxa*.

<i>taxon</i>	media	N. osservazioni	mediana	moda	minimo	massimo	25 %ile	75 %ile	dev.std.	varianza
Pigo	13	60	13	13	9	14	13	14	0,8	0,6
Pigo x gardon	17	18	17	16	14	19	16	18	1,4	2,0
Gardon	19	29	19	19	17	21	18	20	1,0	1,0
Triotto	14	38	14	14	12	15	14	14	0,8	0,6
Triotto x gardon	16	1		no moda	16	16				

Analisi statistica dei dati relativi al numero di scaglie lungo la linea laterale rilevati per i singoli *taxa*.

<i>taxon</i>	media	N. osservazioni	mediana	moda	minimo	massimo	25 %ile	75 %ile	dev.std.	varianza
Pigo	48	63	48	multipla	45	51	47	49	1,19	1,40
Gardon	45	32	45	45	42	47	44	46	1,16	1,35
Pigo x gardon	46	18	47	48	43	50	44	48	2,33	5,43
Triotto	39	33	39	multipla	38	42	39	40	0,97	0,95
Triotto x gardon	41	1		no moda	41	41				

Analisi statistica dei dati relativi al numero di file di scaglie sopra la linea laterale rilevati per i singoli *taxa*.

<i>taxon</i>	media	N. osservazioni	mediana	moda	minimo	massimo	25 %ile	75 %ile	dev.std.	varianza
Pigo	8	64	8	8	7	9	8	8	0,2	0,1
Pigo x gardon	8	17	8	8	7	9	8	8	0,6	0,3
Gardon	8	33	8	8	7	10	8	8	0,5	0,2
Triotto	7	31	7	7	7	8	7	7	0,4	0,2
Triotto x gardon	8	1		no moda	8	8				

Analisi statistica dei dati relativi al numero di file di scaglie sotto la linea laterale rilevati per i singoli taxa.

taxon	media	N. osservazioni	mediana	moda	minimo	massimo	25 %ile	75 %ile	dev.std.	varianza
Pigo	6	64	6	6	4	7	6	6,5	0,6	0,4
Pigo x gardon	6	17	6	6	5	7	6	6	0,6	0,4
Gardon	6	33	6	multipla	5	7	5	6	0,6	0,3
Triotto	5	31	5	5	4	5	5	5	0,4	0,2
Triotto x gardon	5	1		no moda	5	5				

Analisi statistica dei dati relativi al numero di denti faringei rilevati per i singoli taxa.

taxon	media	N. osservazioni	mediana	moda	minimo	massimo	25 %ile	75 %ile	dev.std.	varianza
Pigo	5-6	63	5-6	5-6	4-6	5-6	5-6	5-6	-	-
Pigo x gardon	5-6	18	5-6	5-6	5-5	6-6	5-6	5-6	-	-
Gardon	5-6	31	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	-	-
Triotto	5-5	39	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	-	-
Triotto x gardon	5-5	1		no moda	5-5	5-5			-	-

Analisi statistica dei dati relativi al numero di raggi della pinna pettorale rilevati per i singoli taxa.

taxon	media	N. osservazioni	mediana	moda	minimo	massimo	25 %ile	75 %ile	dev.std.	varianza
Pigo	15	61	15	15	14	17	15	15	0,5	0,3
Pigo x gardon	15	17	15	15	14	16	15	15	0,4	0,2
Gardon	15	32	15	15	13	17	14	15	0,9	0,8
Triotto	14	26	15	15	11	16	14	15	0,9	0,9
Triotto x gardon		0		--						

Analisi statistica dei dati relativi al numero di raggi della pinna dorsale rilevati per i singoli taxa.

taxon	media	N. osservazioni	mediana	moda	minimo	massimo	25 %ile	75 %ile	dev.std.	varianza
Pigo	11	64	11	11	10	12	11	11	0,4	0,1
Pigo x gardon	11	18	11	11	10	12	11	11	0,5	0,2
Gardon	11	32	11	11	10	12	11	11	0,4	0,1
Triotto	10	37	10	10	9	11	10	10	0,4	0,1
Triotto x gardon	10	1		no moda	10	10				

Analisi statistica dei dati relativi al numero di raggi delle pinne ventrali rilevati per i singoli taxa.

taxon	media	N. osservazioni	mediana	moda	minimo	massimo	25 %ile	75 %ile	dev.std.	varianza
Pigo	9	64	9	9	9	10	9	9	0,1	0,0
Pigo x gardon	9	17	9	9	9	10	9	9	0,2	0,1
Gardon	9	32	9	9	9	9	9	9		
Triotto	9	26	9	9	8	10	8	9	0,5	0,3
Triotto x gardon	9	1		no moda	9	9				

Analisi statistica dei dati relativi al numero di raggi della pinna anale rilevati per i singoli taxa.

taxon	media	N. osservazioni	mediana	moda	minimo	massimo	25 %ile	75 %ile	dev.std.	varianza
Pigo	12	63	12	12	9	13	12	12	0,7	0,4
Pigo x gardon	12	18	12	12	10	13	12	12	0,7	0,5
Gardon	11	32	11	11	10	12	11	12	0,6	0,3
Triotto	10	39	10	10	9	11	10	10	0,5	0,3
Triotto x gardon	10	1		no moda	10	10				

Analisi statistica dei dati relativi al numero di raggi della pinna caudale rilevati per i singoli taxa.

taxon	media	N. osservazioni	mediana	moda	minimo	massimo	25 %ile	75 %ile	dev.std.	varianza
Pigo	19	63	19	19	19	20	19	19	0,2	0,0
Pigo x gardon	19	17	19	19	19	19	19	19		
Gardon	19	31	19	19	19	19	19	19		
Triotto	19	26	19	19	17	20	19	19	0,6	0,3
Triotto x gardon	19	1		no moda	19	19				

Analisi statistica dei dati relativi al numero vertebre rilevato per i singoli taxa.

taxon	media	N. osservazioni	mediana	moda	minimo	massimo	25 %ile	75 %ile	dev.std.	varianza
Pigo	44	61	44	44	42	45	44	44	1	0
Pigo x gardon	42	18	43	43	40	44	41	43	1	2
Gardon	41	32	41	41	38	42	41	42	1	1
Triotto	38	40	38	38	35	39	38	38	1	1
Triotto x gardon	39	1		no moda	39	39				

Allo scopo di riassumere i risultati ottenuti dall'analisi dei 12 dati meristici e di far emergere le relazioni tra le variabili studiate, la matrice di dati ottenuta dall'esame meristico di 156 esemplari è stata sottoposta ad elaborazione statistica multivariata con le tecniche di:

- Analisi delle Componenti Principali (PCA);
- Analisi discriminante.

Di seguito sono riportati i risultati di queste elaborazioni.

Il numero insufficiente di dati a disposizione per il probabile ibrido triotto x gardon, non ne ha consentito l'inclusione in queste elaborazioni; il termine "ibrido" utilizzato di seguito si riferisce dunque esclusivamente ai probabili ibridi pigo x gardon.

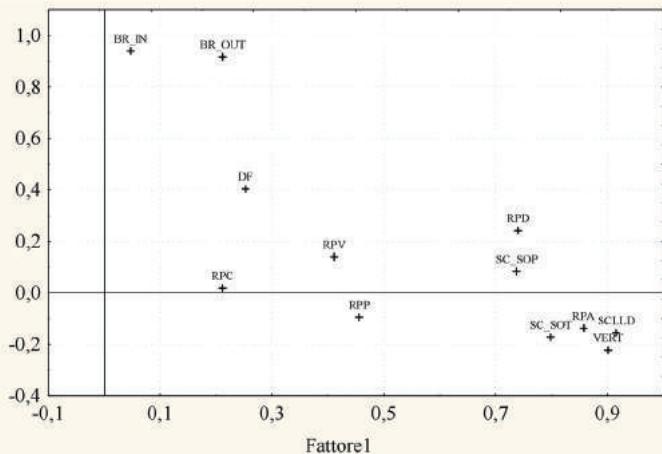
**Analisi delle componenti principali.** Questa elaborazione è stata condotta al fine di valutare le correlazioni esistenti tra i diversi parametri meristici considerati e la loro rilevanza, senza anteporre un vincolo interpretativo allo studio (quale la suddivisione a priori in *taxa*).

L'analisi ha portato all'estrapolazione di due sole componenti (o fattori) significative, le quali insieme spiegano il 56% circa della varianza totale.

Varianza spiegata dai fattori significativi.

Fattore	Autovalore	%Varianza totale	Cumulo Autovalore	Varianza cumulata %
1	4,643577	38,69647	4,643577	38,69647
2	2,104175	17,53479	6,747752	56,23127

Nel grafico illustrato in figura, avente come assi i due fattori estratti con la PCA, si notano le alte correlazioni del primo asse fattoriale con alcuni dati meristici: **numero di vertebre, nu-**

**Variabile - Sigla**

Numero di branchiospine della fila anteriore - BR\_OUT  
 Numero di branchiospine della fila posteriore - BR\_IN  
 Numero di scaglie lungo la linea laterale - SCLLD  
 Numero di file di scaglie sopra la linea laterale - SC\_SOP  
 Numero di file di scaglie sotto la linea laterale - SC\_SOT  
 Numero di denti faringei - DF  
 Numero di raggi della pinna dorsale - RPD  
 Numero di raggi della pinna anale - RPA  
 Numero di raggi della pinna pettorale - RPP  
 Numero di raggi della pinna ventrale - RPV  
 Numero di raggi della pinna caudale - RPC  
 Numero di vertebre - VERT

PCA. Relazioni tra i dati  
 meristici (a fianco) e relativa  
 matrice dei pesi (sotto).

**mero di scaglie lungo la linea laterale, numero di raggi della pinna anale.** Questi parametri sono quelli che spiegano più di tutti la massima varianza e sono tutti positivamente correlati tra loro.

Osservando il secondo asse fattoriale, si notano le alte correlazioni con i seguenti parametri: **numero di branchiospine sulla fila anteriore e numero di branchiospine su quella posteriore.**

Nella tabella è riportata la matrice dei pesi, le cui colonne rappresentano gli autovettori della matrice di correlazione e le righe sono invece le singole variabili meristiche considerate; sono evidenziati in giallo (giallo più scuro per i parametri correlati con il primo fattore e giallo più chiaro per quelli correlati con il secondo) i cinque parametri che spiegano da soli la massima varianza tra i dati.

Variabile	Fattore 1	Fattore 2
BR_OUT	,211568	,916645
BR_IN	,047052	,940192
SCLLD	,915085	-,155248
SC_SOP	,737208	,083537
SC_SOT	,797778	-,172273
DF	,252244	,403656
RPD	,739574	,242262
RPA	,857334	-,138356
RPP	,455649	-,094346
RPV	,411156	,139715
RPC	,211416	,018134
VERT	,901285	-,222924

Con l'**Analisi Discriminante** sono state identificate le variabili che meglio contribuiscono a differenziare i *taxa* preformati. Utilizzando come variabile di gruppo il *taxon* di appartenenza di ciascun esemplare, l'analisi discriminante svolta impiegando la strategia *standard* di elaborazione (ciascuna variabile indipendente è stata valutata unicamente per il contributo che essa fornisce alla discriminazione tra i gruppi), ha portato all'identificazione delle variabili più significative (che meglio spiegano l'appartenenza ai gruppi): **esse sono il numero di branchiospine sulla fila posteriore ed il numero di vertebre.** Questi risultati confermano, almeno in parte, quelli ottenuti dall'analisi delle componenti principali.

Analisi Discriminante Standard.

In Tabella sono riportati i valori dei coefficienti di correlazione canonica tra le funzioni discriminanti e le singole variabili, che indicano il contributo di ciascuna variabile alla funzione discriminante. Alla prima funzione discriminante, cioè quella che consente in assoluto il migliore differenziamento dei gruppi, è massimamente correlato il numero di vertebre, seguito dal numero di branchio-

spine sulla fila posteriore e dal numero di scaglie lungo la linea laterale. Il numero di branchiospine sulla fila posteriore è invece la variabile meglio correlata alla seconda funzione discriminante. In Figura si osserva che i tre *taxa* pigo, gardon e triotto sono distinti (in particolare lo sono pigo e triotto) rispetto alla prima funzione discriminante (Radic1); questi gruppi risultano quindi differenti rispetto alle caratteristiche correlate con questa funzione discriminante (in primo luogo il numero di vertebre). Secondo questo stesso asse, gran parte degli esemplari inclusi nel gruppo degli "ibridi" pigo x gardon risulta occupare una posizione effettivamente intermedia tra le due specie. Lungo l'asse della seconda funzione discriminante (Radic2) gli esemplari classificati come pigo e triotto si diversificano piuttosto bene

Variabile	Lambda di Wilks	Parziale di Wilks	F-rimoss (3,107)	p-level
BR_IN	,016012	,376095	59,16745	,000000
VERT	,010541	,571333	26,76043	,000000
SCLLD	,006639	,907134	3,65131	,014918
BR_OUT	,006533	,921865	3,02303	,032874
RPD	,006456	,932801	2,56943	,058133
SC_SOT	,006374	,944796	2,08400	,106644
RPP	,006199	,971514	1,04579	,375480
SC_SOP	,006183	,974023	,95123	,418689
RPA	,006171	,975887	,88126	,453335
DF	,006158	,977967	,80356	,494566
RPV	,006128	,982787	,62469	,600577
RPC	,006053	,994913	,18236	,908176

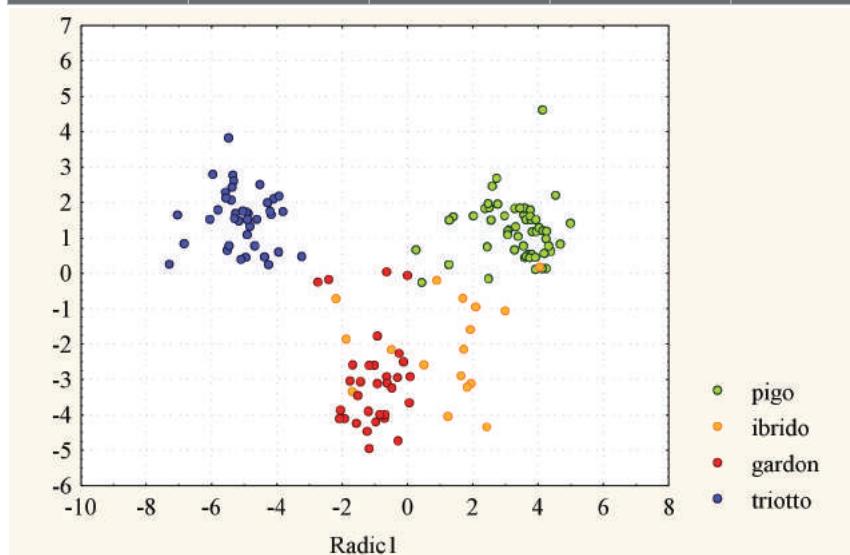


Grafico dei punteggi delle funzioni discriminanti per ciascun esemplare. Contributo delle due funzioni discriminanti estratte alla diversificazione dei gruppi.

dalla gran parte degli esemplari classificati come gardon o come "ibridi" pigo x gardon.

L'analisi discriminante definisce dunque la massima utilità delle variabili: numero di vertebre, numero di branchiospine sulla fila posteriore e numero di scaglie lungo la linea laterale per la classificazione dei Rutilus del Fiume Ticino.

La matrice di classificazione riportata di seguito mostra inoltre che la classificazione operata sulla base delle caratteristiche di livrea può essere ritenuta corretta per il 96% degli animali.

In particolare:

- tutti i soggetti classificati come *R. pigus* risultano correttamente classificati;
- dei 17 esemplari classificati come "ibridi" pigo x gardon, i valori meristici ne cambierebbero la classificazione per 2 soggetti in *R. pigus* e per altri 2 in *R. rutilus*;
- dei 28 soggetti classificati come *R. rutilus*, solo uno risulta essere, dal punto di vista delle caratteristiche meristiche, un "ibrido" pigo x gardon;
- tutti i soggetti classificati come *R. aula*, anche dal punto di vista dei caratteri meristici sono definibili come triotti.

Matrice di classificazione. Nelle righe sono riportate le classificazioni osservate, alle colonne corrispondono le classificazioni stimate secondo le funzioni discriminanti.

Taxa	Percentuale corretti	pigo p=,44262	ibrido p=,13934	gardon p=,22951	triotto p=,18852
Pigo	100,0000	54	0	0	0
Pigo x gardon	76,4706	2	13	2	0
Gardon	96,4286	0	1	27	0
Triotto	100,0000	0	0	0	23
Totale	95,9016	56	14	29	23

## Caratterizzazione morfometrica

Anche lo studio morfometrico è stato condotto con un approccio comparativo, confrontando il campione di piggi del Fiume Ticino con campioni di *R. aula*, *R. rutilus* e probabili "ibridi" *R. pigus* x *R. rutilus*. Su un campione complessivo di 122 esemplari sono stati misurati 11 parametri morfometrici.

Al fine di verificare l'esistenza di differenze nella forma del corpo tra i diversi taxa in studio, i dati derivanti dalle misurazioni morfometriche sono stati prima nor-

Parametri morfometrici  
misurati.

Parametro morfometrico	Sigla
Lunghezza totale	LT
Lunghezza standard	LS
Altezza massima	H_MAX
Altezza minima	H_MIN
Diametro orbitale	DO
Lunghezza del capo	L
Lunghezza del capo post-orbitale	LCPO
Lunghezza dorsale del capo	LDC
Altezza del capo transorbitale	ACTO
Larghezza massima	LAR_MAX
Larghezza della bocca	LAR_BO

malizzati rispetto alla misura della lunghezza standard, in modo da renderli indipendenti dalle variazioni di taglia. La formula utilizzata per standardizzare le misure è la seguente:

$$\hat{Y} = \frac{\log(\log Y - b(\log X - \log \bar{X}_{stl}))}{\log(\log Y - b(\log X - \log \bar{X}_{stl}))} \quad (\text{Reist, 1985})$$

dove  $\hat{Y}$  è il valore standardizzato della misura osservata  $Y$ ;  $b$  è il coefficiente allometrico ed è il coefficiente d'inclinazione della retta che descrive il rapporto tra i valori misurati della variabile in studio ed i valori misurati della lunghezza standard di tutti i soggetti esaminati;  $X$  è la misura della lunghezza standard dell'esemplare;  $\bar{X}_{stl}$  è la media di tutte le lunghezze standard misurate.

L'analisi di correlazione compiuta per tutte le coppie di variabili valutate ha fatto emergere l'esistenza di una stretta correlazione positiva tra tutte le grandezze esaminate. Questo fatto determina l'impossibilità di estrapolare con una PCA componenti principali che spieghino la massima variabilità dei dati.

Semplificando, i risultati dell'analisi di correlazione evidenziano l'impossibilità di utilizzare i dati morfometrici come strumenti di identificazione, in quanto non esistono elementi peculiari per alcuno dei *taxa* esaminati.

Matrice di correlazione tra le variabili in studio.

Variabile	LT	LS	H_MAX	H_MIN	LAR_MAX	LAR_BO	DO	LCPO	LC	LDC	ACTO
LT	1,00	1,00	,99	,99	,99	,96	,99	1,00	1,00	,99	,98
LS	1,00	1,00	,99	,99	,99	,97	,99	1,00	1,00	,99	,98
H_MAX	,99	,99	1,00	,99	,99	,96	,98	,99	,99	,99	,98
H_MIN	,99	,99	,99	1,00	,99	,97	,99	,99	,99	,99	,98
LAR_MAX	,99	,99	,99	,99	1,00	,97	,98	,99	,99	,98	,98
LAR_BO	,96	,97	,96	,97	,97	1,00	,96	,96	,97	,96	,96
DO	,99	,99	,98	,99	,98	,96	1,00	,98	,99	,98	,97
LCPO	1,00	1,00	,99	,99	,99	,96	,98	1,00	1,00	,99	,98
LC	1,00	1,00	,99	,99	,99	,97	,99	1,00	1,00	,99	,98
LDC	,99	,99	,99	,99	,98	,96	,98	,99	,99	1,00	,98
ACTO	,98	,98	,98	,98	,98	,96	,97	,98	,98	,98	1,00

Matrice delle distanze tra gruppi.

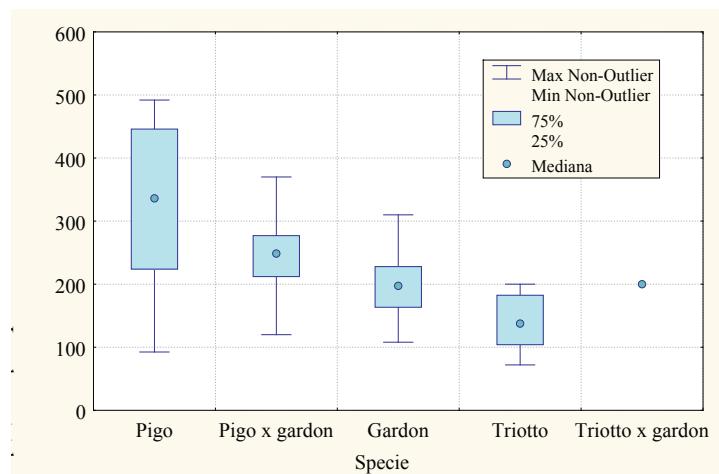
Cluster	pigo	ibrido	gardon	triotto
pigo	-	0,000000	0,000000	0,000000
ibrido	0,000000	-	0,000077	0,000000
gardon	0,000000	0,000077	-	0,000000
triotto	0,000000	0,000000	0,000000	-

## Studio dell'accrescimento individuale

Lo studio dell'accrescimento ponderale e lineare del pigo è stato affrontato anche in questo caso allargando il campo d'indagine alle popolazioni di triotto e di gardon presenti nel Fiume Ticino e a quei gruppi di esemplari catturati in fiume riferiti, su base fenotipica, a probabili forme "ibride" tra pigo e gardon o tra triotto e gardon; in quest'ultimo caso la disponibilità di un unico esemplare determina la scarsa significatività statistica dei dati esposti, che non possono essere chiaramente ritenuti rappresentativi del gruppo cui l'esemplare è ascritto, ma che, come si è visto anche per gli aspetti meristici, parrebbero rafforzare la sua classificazione come ibrido triotto x gardon.

Una prima osservazione generale riguarda le taglie massime raggiunte dai diversi *taxa* studiati. Il grafico e la tabella riportati di seguito mostrano chiaramente che esistono forti differenze tra il *R. pigus* e tutti gli altri gruppi: mentre infatti per il primo sono stati trovati soggetti lunghi fino a oltre i 49 cm, le massime lunghezze misurate per l'ibrido pigo x gardon raggiungono i 37 cm, quelle per il gardon arrivano ai 31 cm, per il triotto arrivano ai 20 cm e l'unico esemplare probabilmente "ibrido" tra triotto e gardon era di lunghezza uguale a quella massima registrata per il triotto; quest'ultimo fatto contribuisce a rafforzare l'ipotesi che si tratti di una forma ibrida.

Valori massimi, minimi, medi, 25-75%ile delle misure di lunghezza rilevate per i diversi gruppi.

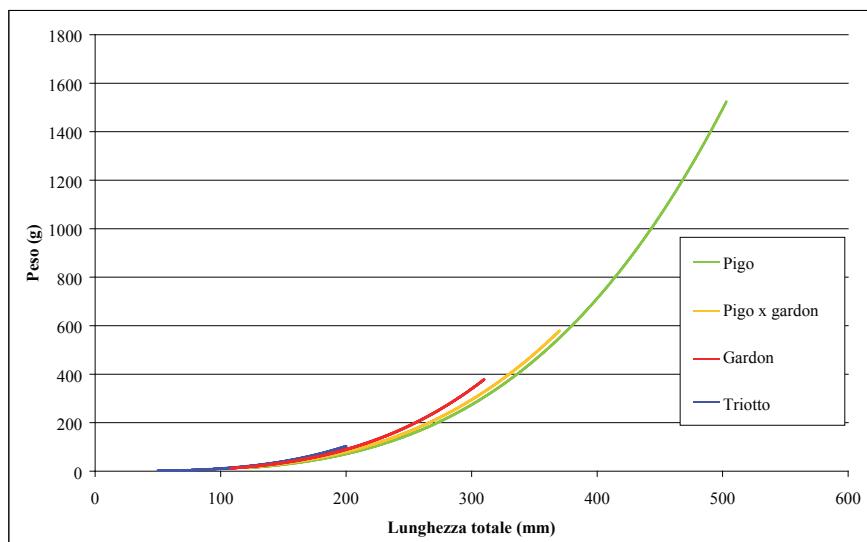


Analisi statistica dei dati relativi ai valori di lunghezza totale (in millimetri) misurati per i singoli taxa.

Taxon	media	N validi	mediana	minimo	massimo	25%ile	75%ile	dev.std.
<b>Pigo</b>	324	63	336	92	492	224	446	115
Pigo x gardon	241	18	248	120	370	212	277	59
Gardon	199	32	197	108	310	163	228	45
Triotto	140	40	137	72	200	104	182	39
Triotto x gardon	200	1	-	200	200	-	-	-

## Accrescimento ponderale

Le curve di accrescimento ponderale elaborate per il pigo e per gli altri *Rutilus spp.*, sono quelle tipiche di specie caratterizzate da una certa corpulenza ad accrescimento allometrico. Le dinamiche di accrescimento ponderale



sono inoltre molto simili tra i diversi gruppi, anche se si deduce un modesto incremento della corpulenza nel passaggio dai *taxa* di taglia superiore a quelli di taglia più piccola: un pigo è cioè leggermente più magro di un gardon o ancor più di un triotto della stessa taglia. Questo fatto può essere spiegato considerando, come si vedrà nei paragrafi successivi, le diverse dinamiche di accrescimento lineare e di maturazione sessuale dei *taxa*: infatti un pigo di 15 cm di lunghezza totale è verosimilmente nel suo secondo anno di vita ed è ben lontano dal raggiungimento della maturità sessuale; un gardon della stessa taglia è anch'esso, con ogni probabilità, nel secondo anno di vita ma ha già raggiunto la maturità sessuale e si riprodurrà nella prossima stagione riproduttiva; un triotto di 15 cm ha 4-5 anni d'età ed è un riproduttore attivo da almeno due stagioni riproduttive.

## Accrescimento lineare

L'accrescimento lineare del pigo è stato elaborato in primo luogo considerando insieme maschi e femmine e gli individui di cui non è stato possibile identificare il sesso perchè ad uno stadio 1 di maturazione delle gonadi o perchè, pur essendo adulti, sono stati campionati fuori periodo riproduttivo e non sono stati sottoposti a laparotomia.

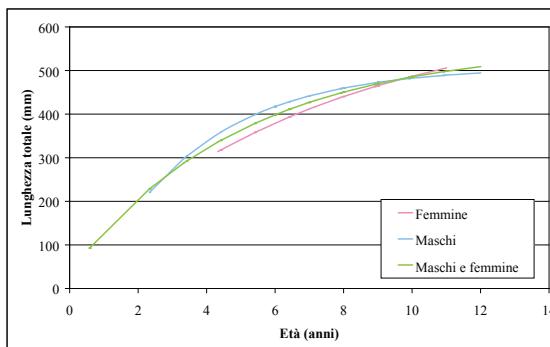
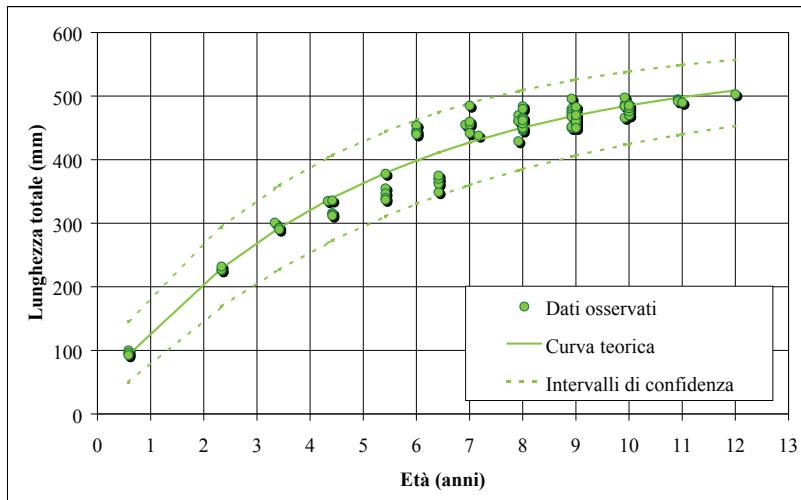
La curva teorica di accrescimento lineare, elaborata utilizzando il modello di Von Bertalanffy, su di un campione di 100 pesci, è espressa dalla seguente equazione:

$$L_t = 557,474 (1 - \exp(-0,198(t + 0,335))) \quad r^2 = 0,94$$

$L_{inf}$ Standard error	K Standard error	$t_0$ Standard error
15,540	0,017	0,156

In Figura si osserva il notevole accrescimento di taglia del pigo che al compimento del primo anno d'età raggiunge in teoria i 13 cm di lunghezza totale; a due anni arriva ai 21 cm; a tre anni misura 27 cm e a quattro anni ne misura 32.

La grande variabilità di taglia che si osserva per le diverse classi d'età, bene espressa dai limiti fiduciali 95%, pare sia in gran parte connessa con le caratteristiche di vagilità della specie i cui individui possono trascorrere parte della loro esistenza nell'asta principale del fiume e parte nei suoi ambienti laterali, trovando condizioni ambientali



Curva di accrescimento lineare del pigo (dimensione del campione = 100 esemplari).

Confronto degli accrescimenti di maschi e femmine

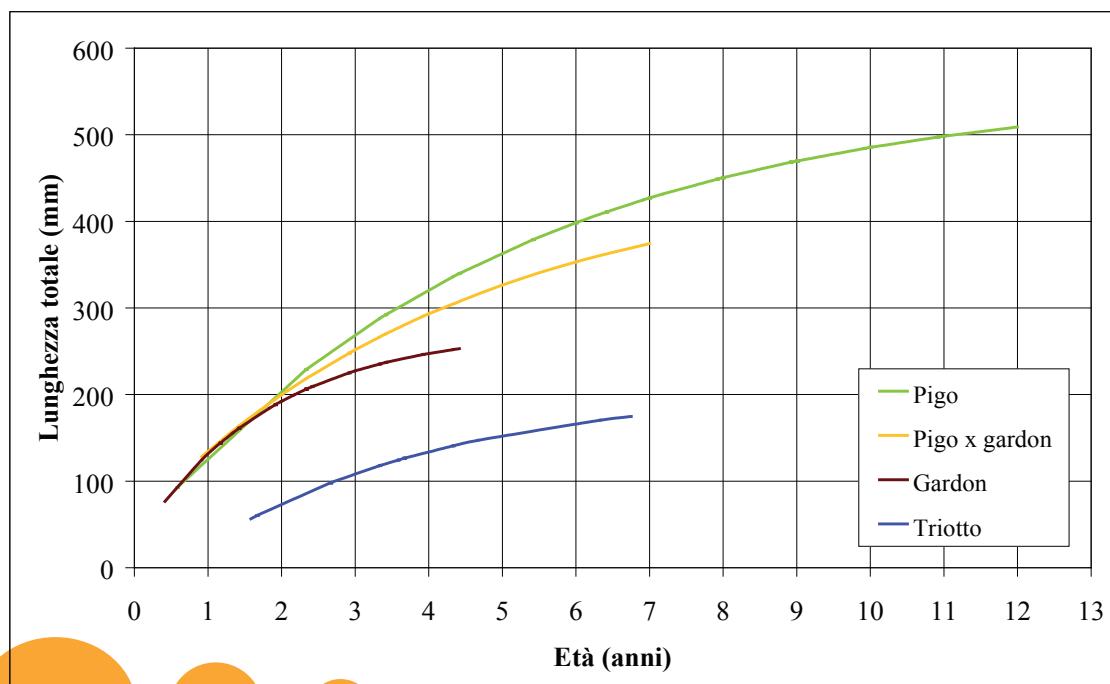
diverse che possono variamente influire sul loro accrescimento individuale. L'accrescimento lineare del pigo è stato anche studiato considerando separatamente maschi e femmine. Le curve di crescita elaborate mostrano una diversa dinamica di accrescimento per i due sessi, con le femmine, peraltro rinvenute tutte d'età superiore ai quattro anni (vedi di seguito il paragrafo relativo all'età di prima maturazione sessuale), caratterizzate da una crescita più lenta

ma costante rispetto a quella dei maschi che, invece, sembrano crescere più velocemente tra i cinque e gli otto anni d'età, per poi tendere ad un plateau intorno ai 50 cm. Questa differente dinamica potrebbe essere rapportata al maggiore sforzo energetico della femmina adulta nello sviluppo delle gonadi, a scapito di un accrescimento lineare più veloce.

L'accrescimento lineare del pigo è stato anche confrontato con quello di altri gruppi di *Rutilus* d'interesse: gardon (41 esemplari), probabile "ibrido" pigo x gardon (13 esemplari) e triotto (28 esemplari). Se ne evince il grande divario nelle dinamiche di crescita tra pigo e triotto, ed anche, seppure meno marcato, tra pigo e gardon. La forma "ibrida" pigo x gardon mostra un accrescimento intermedio tra le due specie.

È particolarmente interessante notare il fatto che nei campioni raccolti siano stati trovati esemplari di "ibrido" pigo x gardon tutti di lunghezza inferiore ai 37 cm, il che, dall'osservazione della curva di crescita elaborata per questo gruppo, farebbe ritenere relativamente recente nel Ticino il fenomeno di "ibridazione" del gardon con il pigo; in particolare, considerata per l'ibrido un'aspettativa di vita di almeno dieci anni, si può ipotizzare che il fenomeno di inquinamento genetico della popolazione di pigo da parte del gardon, verosimilmente sceso dal Lago Maggiore, sia iniziato circa sei-sette anni fa.

Confronto tra gli accrescimenti lineari individuali di pigo e degli altri taxa di *Rutilus* presenti nel Ticino.



Taxon	Equazione della curva di crescita secondo il modello di Von Bertalanffy
"Ibrido" pigo x gardon	$L_t = 459,000 (1 - \exp(-0,224 (t + 0,548)))$ $r^2 = 0,81$
Gardon	$L_t = 274,667 (1 - \exp(-0,554 (t + 0,173)))$ $r^2 = 0,97$
Triotto	$L_t = 205,952 (1 - \exp(-0,302 (t - 0,521)))$ $r^2 = 0,92$

## Studio della Biologia riproduttiva

Lo studio della biologia riproduttiva del pigo è stato svolto sviluppando i seguenti argomenti:

- età di prima maturazione sessuale;
- periodo riproduttivo;
- caratteristiche dell'area riproduttiva;
- comportamento riproduttivo;
- elementi di disturbo della riproduzione;
- fecondità.

Le dimensioni del campione di pesci su cui è stato eseguito l'esame del grado di maturazione delle gonadi è di 193 esemplari, così ripartiti:

- 118 esemplari di *R. pigus*;
- 36 di *R. rutilus*;
- 27 di *R. aula*;
- 12 esemplari riconosciuti come "ibridi" tra pigo e gardon.

I vari aspetti della biologia riproduttiva del pigo sono stati analizzati tenendo conto, in maniera particolare, della possibile influenza negativa che la presenza del gardon e della forma "ibrida" tra le due specie potrebbe avere sulla conservazione della popolazione di pigo nel Ticino.

### Età di prima maturazione sessuale

I risultati di quest'analisi derivano dall'esame del sesso e del grado di maturazione delle gonadi compiuto su un campione complessivo di 193 individui, di cui 118 pighi, 36 gardon, 12 probabili "ibridi" pigo x gardon e 27 esemplari di triotto.

I grafici categorizzati ad istogramma riportati in Figura 11.2, Figura 11.3, Figura 11.4 e Figura 11.5 mostrano la composizione in sessi dei campioni esaminati divisi per *taxon*, restituendo anche l'informazione del livello di maturazione delle gonadi riscontrato per ciascun gruppo omogeneo d'età e sesso.

Gli aspetti interessanti emersi da queste elaborazioni sono i seguenti.

Per quanto riguarda il pigo, si osserva che:

- fino al compimento dei tre anni d'età la gran parte degli individui non ha ancora raggiunto la maturità sessuale; l'unico caso di esemplare maturo riscontrato riguarda un

maschio al terzo anno di vita;

- tra gli esemplari al quarto anno, gli unici trovati maturi sono esemplari di sesso maschile; peraltro a questa età non sono stati trovati maschi immaturi; dei loro coetanei trovati immaturi non è stato possibile definire il sesso;
- tra gli individui al quinto anno di vita sono state trovate le prime femmine, tutte mature e pronte dunque a riprodursi nella prossima stagione riproduttiva; in questa classe d'età non sono stati peraltro trovati soggetti immaturi e a partire dai 5 anni d'età in avanti sono stati trovati solo soggetti maturi.

Riassumendo, questi risultati indicano per il pigo i 4 anni come l'età di prima maturazione sessuale dei maschi ed i 5 anni come l'età di prima maturazione delle femmine.

Riguardo al gardon, le osservazioni fatte dimostrano che il raggiungimento della prima maturazione sessuale avviene molto prima che per il pigo. Maschi e femmine sono infatti già sessualmente maturi al secondo anno di vita e, anche se l'esiguità del campione reperito non ha dato la possibilità di

verificarne la validità anche per la popolazione del Ticino, non si esclude che, come avviene in altri bacini, la prima maturazione sessuale sia anche qui raggiunta da buona parte dei maschi già al primo anno di vita.

Riguardo all' "ibrido" pigo x gardon, alcuni maschi sono stati rinvenuti maturi già al secondo anno di vita. Tutti gli esemplari al loro terzo



anno di vita, siano essi maschi o femmine, si sono rivelati maturi. Questa precocità nel raggiungimento della maturazione sessuale che rende più simile questo gruppo a quello del gardon, non può che essere considerata un ulteriore elemento a favore della classificazione operata. La forma ibrida pigo x gardon raggiunge anch'essa la maturazione sessuale.

Per quanto riguarda il triotto, tutti gli individui esaminati, d'età compresa tra le classi 1+ e 6+, si sono rivelati maturi, pronti a riprodursi nella prossima stagione riproduttiva. Anche per questa specie non si esclude che, come avviene per molte specie di piccola taglia, la prima maturazione sessuale sia raggiunta, almeno dai maschi, al primo anno di vita.

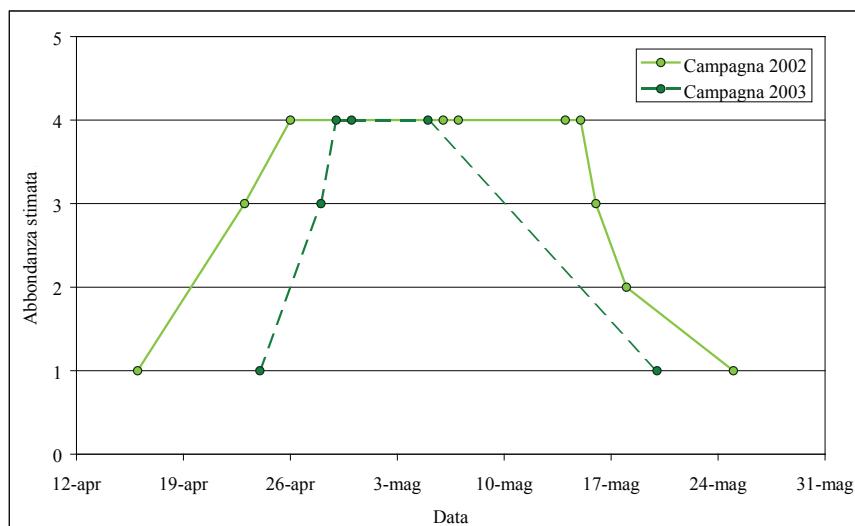
### Periodo riproduttivo

Per la definizione del periodo riproduttivo del pigo sono stati elaborati i dati raccolti con le campagne di riproduzione artificiale condotte nei primi due anni di attività del progetto, secondo quanto definito dal programma dell'Azione D.1 – Riproduzione artificiale del pigo. Particolarmente utili si sono rivelate le osservazioni sulle freghe operate da parte di personale volontario della FIPSAS Varese (in primo luogo del Sig. Franco Gariani) che, con periodiche escursioni sul fiume, ha monitorato la riproduzione del pigo.

L'area d'interesse, che è poi quella di maggiore concentrazione del pigo nel fiume -come si vedrà nel capitolo dedicato alla distribuzione della specie- è il tratto di Ticino compreso tra i comuni di Sesto Calende e Somma Lombardo, dove per due anni consecutivi sono state monitorate le aree di frega (cartina).

Nel grafico è illustrata la sintesi dei risultati delle osservazioni sulle aree di frega

Abbondanza stimata degli adulti di pigo in atteggiamento riproduttivo sulle aree di frega.



condotte, per i due anni successivi (2002-2003), nei mesi di aprile e maggio. Dal momento che il conteggio o il campionamento di tutti i riproduttori impegnati nella frega risulta essere, per il caratteristico comportamento riproduttivo del pigo nonchè per le dimensioni dell'area d'interesse, un parametro non determinabile, in corrispondenza di ciascuna data è stato assegnato un numero, compreso tra 1 e 4 che indicasse l'abbondanza stimata della presenza dei pighi in frega.

Se ne deduce che il periodo di riproduzione del pigo nel Fiume Ticino si estende dalla 2°-3° settimana di aprile fino alla 3°-4° settimana di maggio, con un minimo sfasamento dovuto alle condizioni atmosferiche contingenti e alla temperatura dell'acqua. Quando il termine del periodo riproduttivo è prossimo, il maschio comincia a perdere i tubercoli nuziali, segno inequivocabile che la riproduzione sta per concludersi.

#### Caratteristiche dell'area riproduttiva

Le osservazioni e le misurazioni condotte sulle aree di frega del pigo consentono di definirne le caratteristiche principali di:

- localizzazione ed estensione;
- qualità chimico-fisica dell'acqua;
- profondità dell'acqua;
- velocità di corrente;
- granulometria del substrato di fondo.



**Localizzazione ed estensione dell'area.** Nella fotografia sono riportate le aree di frega osservate nelle due stagioni riproduttive del 2002 e del 2003. Le dimensioni sono da ritenersi solo indicative, a causa dell'impraticabilità del fiume in tutta la sua sezione.

Le osservazioni condotte hanno fatto emergere i seguenti aspetti:

- l'area di frega può trovarsi sia in prossimità delle rive del fiume sia, eventualmente, al centro della sezione in corrispondenza di isolotti anche temporaneamente creatisi per le escursioni di livello del fiume;
- la lunghezza dell'area di frega (nella direzione dello scorrimento dell'acqua) può variare da pochi metri fino a più di 100 m e le ampiezze rilevate non sono superiori ai 16 metri; ciò in dipendenza dei valori assunti dai parametri, descritti di seguito, che ne definiscono l'idoneità alla deposizione.

Nella foto sono indicate in giallo tre delle aree di frega del pigo monitorate.

**Qualità chimico-fisica dell'acqua.** Dall'analisi delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua misurate in corrispondenza delle aree di frega, emerge che la riproduzione del pigo nel Fiume Ticino avviene in presenza delle seguenti condizioni di qualità:

- temperatura dell'acqua variabile tra 14 e 17°C;
- pH variabile tra 7 e 7,6;
- concentrazione di ossigeno disciolto pari a 10-11 mg/l;
- ossigeno di saturazione tra 100 e 112%;
- perfetta trasparenza dell'acqua su tutta la colonna. Durante le osservazioni sulle aree di frega si è infatti potuto notare il completo abbandono dei siti da parte del pigo in seguito all'intorbidamento dell'acqua dovuto allo scarico puntiforme di acque reflue con pesante trasporto solido o ad eventi alluvionali.

**Profondità dell'acqua.** Le misurazioni compiute hanno rivelato che il pigo frega in zone ad acque profonde da circa 30 cm, o meno (come osservato in un'occasione), fino a più di 90 cm (92 cm misurati).

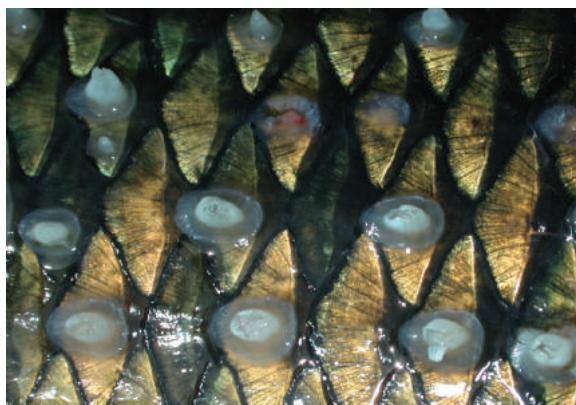
**Velocità di corrente.** I dati di velocità di corrente media lungo la colonna sono stati rilevati, limitatamente alle zone praticabili a piedi, tramite correntometro in più punti dell'area di frega, posti lungo transetti rappresentativi. Tali dati mostrano che il pigo depone in tratti con velocità variabile da molto moderata a sostenuta, tra 40 cm/s e più di 1 m/s.

**Granulometria del substrato di fondo.** Tutte le aree frequentate dal pigo per la frega, mo-



Uova di pigo deposte su uno dei sassi del fondo del fiume.

nitorate nell'ambito di questo lavoro, sono caratterizzate da un substrato di fondo prevalentemente composto da ciottoli di granulometria 10-15 cm, su cui sono deposte le uova che aderiscono alla superficie dei sassi anche se coperti da un modesto strato di periphyton.



Tubercoli nuziali evidenti sul corpo del maschio in riproduzione.

**Comportamento riproduttivo.** Il comportamento riproduttivo del pigo è un rituale che si ripete durante tutto il periodo della riproduzione, con possibili interruzioni dovute ad elementi di disturbo della frega (vedi paragrafo successivo).

Al tempo della riproduzione i maschi sono distinguibili anche da riva per i grossi tubercoli nuziali di colore bianco che ne ricoprono fianchi, capo e dorso e che emergono dalla pelle anche più di 6-7 mm. Essi si portano nelle aree di frega, dove stazionano a mezz'acqua nuotando contro corrente. Disseminati nell'area di frega e vicini anche poche decine di centimetri l'uno all'altro, cambiano spesso posizione, a volte manifestando anche aggressività tra loro, e restano nell'area di frega anche per ore.

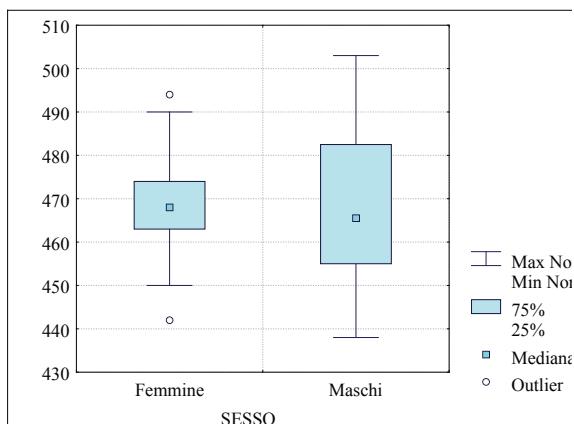
Le femmine invece si tengono per la gran parte del tempo lontane dall'area di frega. Restando in acque più profonde, la raggiungono solo per brevi momenti, quando, in risposta allo stimolo della riproduzione, entrano nel sito e, quasi appoggiandosi al fondo su un fianco, depongono le uova che vengono immediatamente fecondate dal primo maschio accorso.

La deposizione da parte di una femmina avviene a più riprese ma nell'arco di poche ore, o verosimilmente di pochi giorni; il fatto che le gonadi di femmine riprodotte artificialmente abbiano sempre presentato gonadi uniformemente mature per la riproduzione fa infatti ritenere

che non si tratti di una specie *multispawner* propriamente detta.

Queste modalità di riproduzione, determinando la fecondazione delle uova di una stessa femmina da parte di più maschi, costituiscono una strategia evolutiva escogitata dalla specie per favorire il mantenimento della diversità genetica intra-popolazione.

Un dato interessante è costituito dal fatto che durante tutti i campionamenti effettuati in periodo riproduttivo sui siti riproduttivi, tra i pighi campionati non sono stati rinvenuti in alcuna occasione soggetti di dimensioni inferiori ai 44 cm. Le taglie dei riproduttori campionati (complessivamente 84) erano comprese tra i 44 ed i 50 cm circa, con maschi e femmine più o meno delle medesima taglia.



Lunghezza totale media, massima e minima rilevata per i riproduttori femmine e maschi campionati.

#### Elementi di disturbo della riproduzione

La sopravvivenza di una popolazione animale naturale è tanto più in pericolo quanto più sono minacciate fasi cruciali del suo ciclo biologico come per esempio la riproduzione.

Per quanto riguarda il pigo del Fiume Ticino, la valutazione delle possibili fonti di rischio per la sua riproduzione, ha fatto emergere l'esistenza, in alcuni casi provata sperimentalmente in altri solo ipotizzata, delle seguenti minacce:

- le relazioni interspecifiche con altre specie animali autoctone o introdotte;
- gli eventi atmosferici eccezionali e le repentine escursioni di livello del fiume;
- l'inquinamento dell'acqua;
- la pesca sportiva e il bracconaggio nel periodo riproduttivo.

**Relazioni interspecifiche con altri animali.** Le tipologie di interazione interspecifica che costituiscono elementi di minaccia per la riproduzione del pigo sono: la predazione sulle uova, il disturbo dei riproduttori in frega, l'inquinamento genetico della prole.

Le osservazioni condotte negli ultimi due anni sulla riproduzione del pigo nel tratto di Ticino compreso tra Sesto Calende e Somma Lombardo hanno fatto rilevare la presenza frequente nei siti di frega di altri pesci o uccelli che vi si posizionano per ore predando avidamente le uova

deposte attaccate al fondo. Si tratta in prevalenza di cavedani, cigni e germani. Essi con la loro presenza determinano anche un disturbo dei riproduttori di pigo in frega che sono spesso allontanati dai grossi cavedani o addirittura inibiti dal raggiungere delle zone dell'area di frega "colonizzate" da famiglie intere di volatili impegnati a cibarsi delle uova già deposte.

Nonostante la frequenza con cui questo tipo di minaccia si verifichi sulla riproduzione del pigo e sulla sopravvivenza delle uova, si ritiene che il suo peso sulla contrazione recente della popolazione di pigo sia stato irrilevante, considerando che queste specie si sono localmente coevolute con il pigo, il quale per ovviare al danno causato dalla predazione sulle sue uova ha evoluto una strategia riproduttiva che prevede la produzione di una prole particolarmente numerosa. Attualmente però, a contrazione già avvenuta, non si può ipotizzare che la presenza di questo fenomeno possa comunque rallentare il processo di ripresa della popolazione di pigo nel Ticino.

Una fonte ben più rischiosa di minaccia per il pigo viene però da un altro animale che oggi si trova a coesistere con esso nel Ticino: si tratta del gardon. Alcuni gardon ed altri esemplari ricondotti ad una forma "ibrida" tra gardon e pigo sono stati infatti ritrovati a più riprese in atteggiamento riproduttivo proprio sui siti di frega del pigo. I risultati delle indagini sul fenotipo confermerebbero che si tratti di "ibridi"; inoltre il massaggio addominale, operato al momento della cattura, ha fatto appurare la raggiunta maturità sessuale da parte di tutti questi esemplari, che presentavano infatti gonadi ad uno stadio 5 di maturazione. Qualora ulteriori studi di riproduzione artificiale di questi esemplari, in ambiente controllato, rivelassero la "fecondità" di tali soggetti -attualmente non verificata ma certamente ipotizzabile-, la pericolosità della diffusione del gardon sulla sopravvivenza del pigo dovrebbe essere valutata tenendo conto dell'effetto a cascata che l'incrocio tra le due specie avrebbe non solo sulla prima generazione di figli ma anche sulle future generazioni, con ripercussioni devastanti sul patrimonio genetico della popolazione autoctona di pigo.

**Eventi atmosferici eccezionali ed escursioni repentine del livello del fiume.** Considerando la selettività del pigo nella scelta dell'area dove deporre le uova, si comprende facilmente la forte influenza che eventi atmosferici eccezionali, in grado di variare le condizioni ambientali in acqua, possano avere sulla riproduzione del pigo. Un esempio per tutti sono le alluvioni che purtroppo ormai sempre più di sovente si abbattano sulle nostre zone. Eventi alluvionali consistenti che si verifichino durante il periodo riproduttivo del pigo possono infatti determinare



Uova di pigo deposte su uno dei sassi del fondo del fiume, poi rimasti in asciutta.



lo stabilirsi di condizioni ambientali non più favorevoli alla frega, quali: l'intorbidamento dell'acqua, l'accelerazione della velocità di corrente, l'aumento della profondità dell'acqua nelle zone litorali, tutti fattori che possono inibire il riproduttore ed allontanarlo dall'area di frega, almeno fino al ristabilirsi di condizioni normali.

La regolazione artificiale dei livelli del fiume, stabilita proprio in occasioni di eventi atmosferici eccezionali, può parimenti costituire un forte pericolo per la sopravvivenza delle uova. Il repentino abbassamento del livello del fiume conseguente alla chiusura delle dighe poste a monte può infatti determinare l'altrettanto improvviso prosciugamento delle aree di

deposizione, almeno per le zone meno profonde. Poche ore fuori dall'acqua sono sufficienti a decretare la morte delle uova rimaste in asciutta. Come testimoniato dalle foto riportate in Figura 11.18, questo fenomeno costituisce una minaccia reale per il pigo del Fiume Ticino, colpito proprio nella stagione riproduttiva 2002 da un evento alluvionale rapido, con successivo abbassamento repentino delle portate idriche rilasciate dal lago, che ha provocato la perdita di un grande numero di uova deposte.

**Inquinamento dell'acqua.** Per l'azione di intorbidamento dell'acqua ed anche di inquinamento, lo scarico puntiforme di acque reflue nel fiume può costituire un elemento di disturbo della riproduzione del pigo.

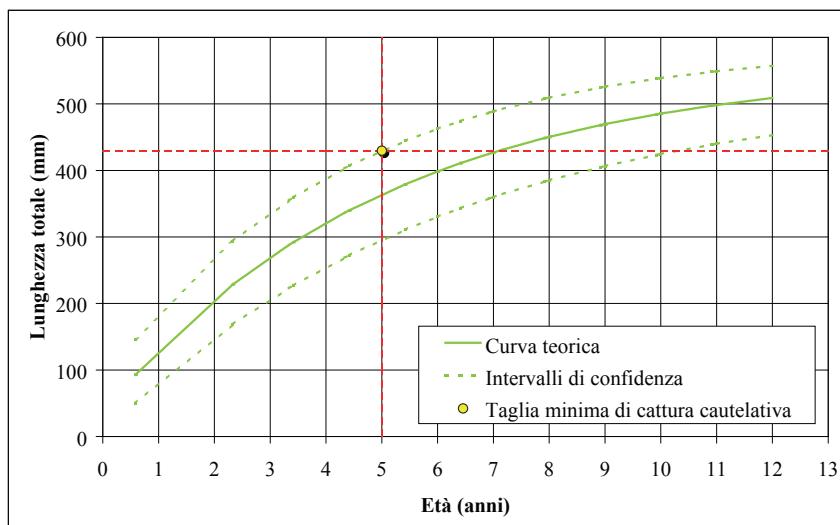
**Regolamentazione della pesca sportiva e bracconaggio.** Il prelievo di pesce dal fiume

può avvenire secondo due vie: quella legale della pesca sportiva, regolamentata da leggi governative, e quella illegale del bracconaggio.

Il fatto che il bracconaggio costituisca una minaccia per la conservazione del pigo ed abbia verosimilmente contribuito alla sua contrazione demografica non è di difficile comprensione, pensando alla natura stessa di questa attività, caratterizzata dal completo sprezzo delle regole e dall'avidità di chi la pratica. Nel caso particolare del pigo non costituisce una novità il fatto che uno dei metodi più efficaci della cattura del pigo ed usato dai bracconieri sia quello di agganciarli con l'amo in una qualsiasi parte del corpo durante il periodo riproduttivo, mentre essi stazionano sui siti di frega.

Anche la pesca sportiva può diventare una seria fonte di minaccia per la riproduzione del pigo. Ciò può accadere in due casi, entrambi dovuti ad una regolamentazione sbagliata:

- qualora la pesca sportiva sia permessa anche durante il periodo riproduttivo; la qual cosa sta effettivamente accadendo in questi anni sul Ticino, proprio nel tratto di maggiore interesse per il pigo, per la diversa regolamentazione della pesca esistente nelle due regioni, Lombardia e Piemonte, che vede a tutt'oggi ancora consentita sulla sponda Piemontese del Ticino il prelievo del pigo durante il periodo riproduttivo della specie, dal momento che non esiste nel regolamento regionale piemontese alcuna limitazione al suo prelievo. Per quanto riguarda la Lombardia, il periodo di divieto attualmente in vigore (20 aprile-20 maggio) andrebbe esteso a comprendere la seconda settimana di aprile e l'ultima di maggio;
- qualora la taglia minima di cattura stabilita dal regolamento non sia in grado di tutelare la partecipazione ad almeno una stagione riproduttiva da parte di tutti. Attualmente il regolamento lombardo prevede una misura minima di cattura del pigo di 18 cm, che secondo i dati raccolti con questo studio corrispondono alla seconda-terza classe d'età, quando ancora nessun individuo può aver raggiunto la maturità sessuale. I risultati ottenuti rivelano invece che solo l'adozione di una misura minima di cattura di 43 cm sarebbe sufficientemente cautelativa per il pigo. Tale misura sarebbe infatti in grado di assicurare, al 95% di confidenza, la partecipazione di tutti i soggetti ad almeno una stagione riproduttiva.



Proposta per un'eventuale misura minima di cattura del pigo nel Fiume Ticino.

### Fecondità

Al fine di evitare il sacrificio inutile di pesci adulti, l'analisi della fecondità è stata compiuta sul campione di femmine pervenuto già morto al laboratorio e il cui stadio avanzato di maturazione delle gonadi avesse reso agevole il conteggio delle uova. Il campione di riferimento è composto da 9 femmine, tutte accidentalmente morte durante le fasi di alcuni recuperi del pesce effettuati nell'ultima settimana di ottobre del 2002 in canali in asciutta, laterali al Ticino, della provincia pavese.

È stato possibile calcolare la fecondità, relativa ed assoluta, per le sole classi d'età 4+, 5+ e 6+. Il fatto inoltre che i campioni risalgano al mese di ottobre deve far considerare l'ipotesi che il valore di fecondità calcolato sia sovrastimato rispetto a quella effettiva, dal momento che a questo stadio è impossibile prevedere se tutte le uova giungeranno a maturazione o solo una parte. Il fatto che nelle femmine morte recuperate durante il periodo riproduttivo non siano state osservate porzioni di gonadi quiescenti fa comunque ritenere che il fenomeno della degenerazione di una frazione di uova sia marginale e generalmente irrilevante.

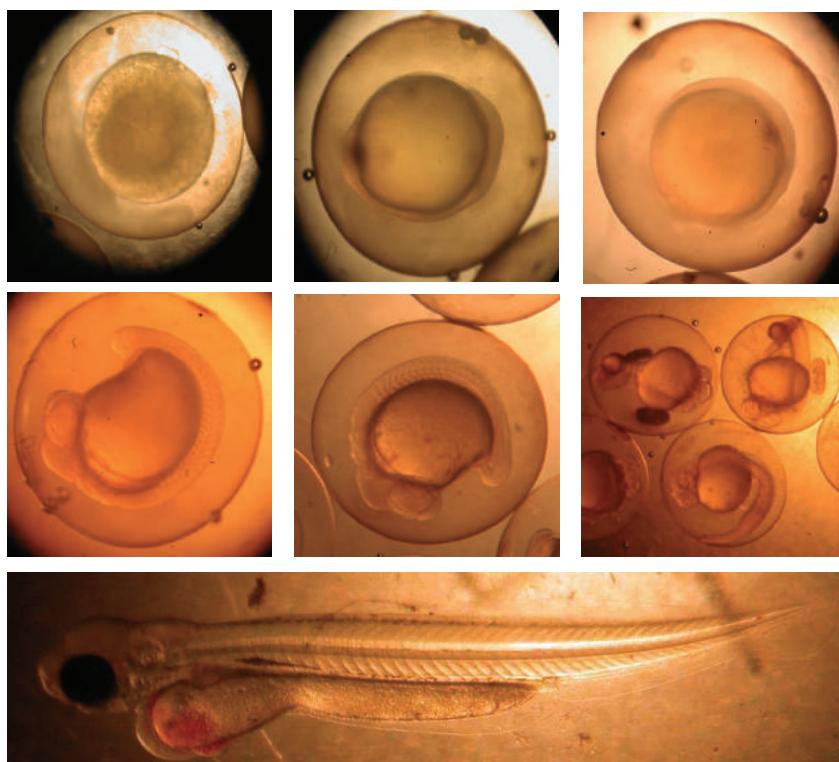
Nonostante le scarse dimensioni del campione non lo lascino trasparire chiaramente si ravvisa un certo aumento della fecondità sia relativa che assoluta dall'età 4+ all'età 6+, con valori medi che passano dalle 50.000 alle 70.000 uova/kg di femmina, per quanto riguarda la fecondità relativa, e da 17.000 a 35.000 uova/femmina considerando la fecondità assoluta.

## Sviluppo embrionale del pigo

Nel corso delle attività di riproduzione artificiale del pigo, previste dal programma del progetto, è stato anche compiuto uno studio sullo sviluppo embrionale del pigo.

Le varie fasi sono state monitorate e fotografate ed è stato calcolato il tempo di schiusa delle uova di pigo che, nelle condizioni di stabulazione offerte dalle strutture dell'incubatoio FIPSAS di Porto della Torre (temperatura costante dell'acqua di pozzo=13°C), risulta essere di circa 260°giorno, compendosi in circa 20 giorni dal momento della riproduzione.

Ad un'ora e mezza dalla fecondazione si sono già compiute la prima e la seconda segmentazione, che danno origine allo stadio di 4 blastomeri. Dopo 45 ore l'uovo è già passato allo stadio di gastrula ed è evidente il bottone embrionale. Dopo 70 ore è in fase di gastrula intermedia e dopo solo altre 25 ore la gastrulazione è terminata e sono evidenti i somiti (stadio a 93 ore). A 113 ore dalla fecondazione l'embrione è ben distinguibile dal sacco vitellino e prosegue la divisione della notocorda in somiti. A 170 ore dalla fecondazione l'embrione è ad uno stadio avanzato di sviluppo, ed ha consumato la metà del sacco vitellino. Dopo circa 480 ore avviene



Fasi dello sviluppo embrionale del pigo. Da sinistra in alto: embrione dopo 1,5 ore dalla fecondazione; dopo 45 ore; dopo 70 ore; dopo 93 ore; dopo 113 ore; dopo 170 ore. Larva ecclusa dall'uovo dopo 480 ore.

la schiusa. La larva appena ecclosa è ancora provvista dei resti del sacco vitellino, che si esauriscono dopo due o tre giorni.

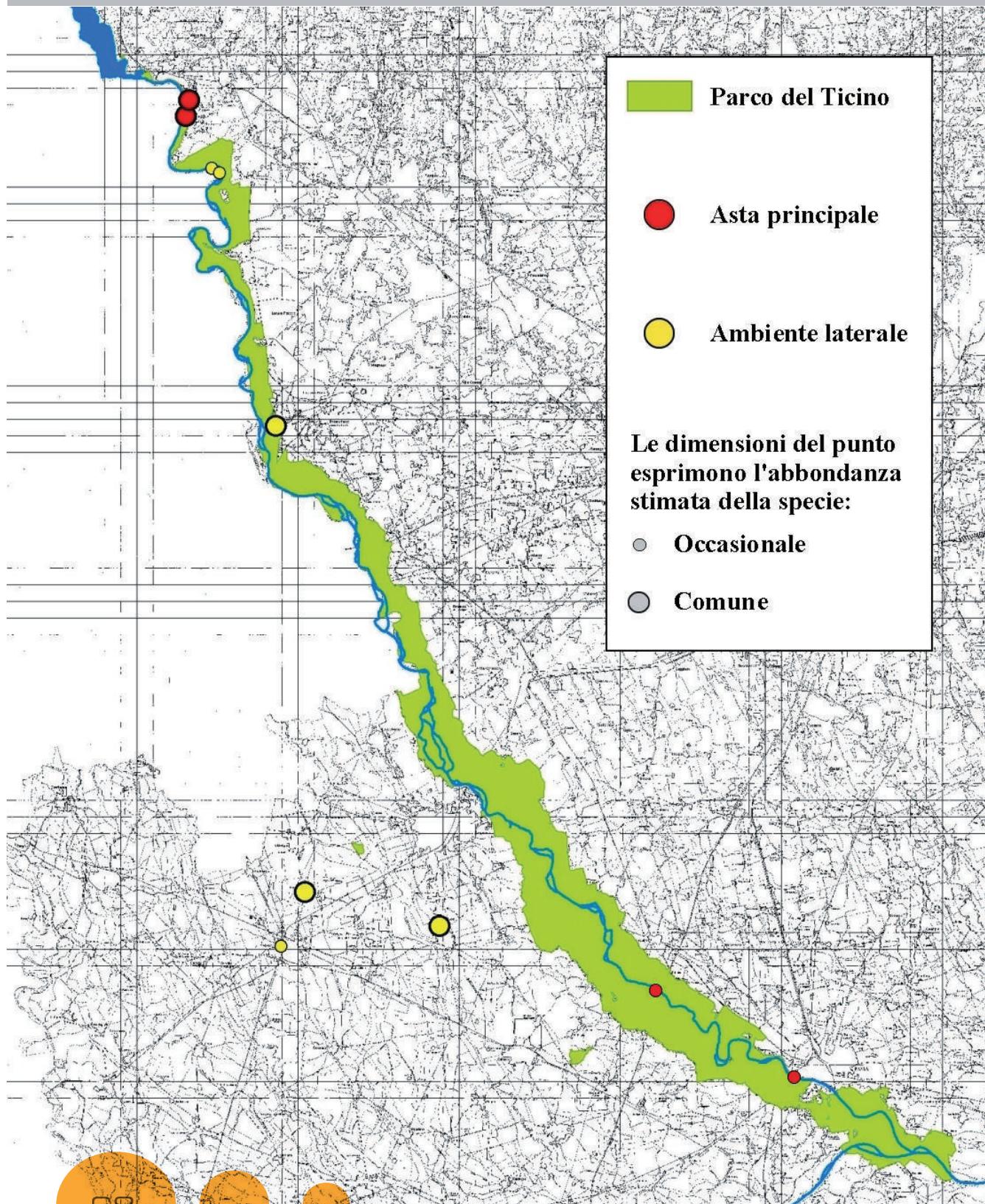
Una volta ecclose, le larve sono già in grado di nuotare liberamente, ma restano fortemente a contatto con il fondo e non si allontanano dalla zona litorale e dai dintorni del luogo di deposizione, dove restano anche per settimane -a meno, chiaramente, di qualche "imprevisto"-. Una specifica immersione in merito è stata effettuata l'11/06/03 a Golasecca: il rilascio in fiume di alcune migliaia di avannotti di pigo è stato seguito per un paio d'ore da un sommozzatore, che ne ha rilevato il comportamento dopo l'immissione. Le larve, appena liberate in prossimità della riva, si disponevano contro corrente, in prossimità dei ripari, principalmente dati da ciottoli e massi. Si mantenevano in branchi e subivano alcuni attacchi da parte di cavedanelli di 10-15 cm di lunghezza, reagendo peraltro con fughe repentine. I pesci, per le due ore circa di osservazione subacquea, non si sono allontanati dalle zone di rilascio e hanno subito assunto un atteggiamento "selvatico", trovando istintivamente la posizione in fiume e reagendo ai predatori. Successive osservazioni esterne, da riva, hanno confermato la presenza dei branchi sottoriva per le successive 3-4 settimane, dopo le quali i più si sono spostati nelle altre zone del fiume.

## Distribuzione e stato della popolazione di pigo nel Fiume Ticino

La ricostruzione della distribuzione del pigo nel Fiume Ticino deriva da una sintesi di tutti i dati raccolti nei censimenti compiuti nel fiume e nei suoi ambienti laterali negli ultimi anni, nell'ambito di questo progetto e di altri condotti o tuttora in corso sul fiume.

Un quadro questo realmente allarmante, che mostra la presenza del pigo sull'asta principale del fiume principalmente nel tratto alto del Ticino sublacuale, dall'uscita dal Lago Maggiore fino alla diga di Panperduto. In tutto il resto del corso del fiume posto a valle della diga, fino alla foce nel Po, il pigo è stato rinvenuto esclusivamente nella zona di Bereguardo/Pavia e in ambienti laterali, dove sono stati osservati anche nuclei piuttosto numerosi per lo più composti da soggetti giovani fino ai 4-5 anni d'età.

I dati aggiornati rispetto alla "Ricerca sulla fauna ittica del Fiume Ticino", condotta nel 1999 (GRAIA, 2000) confermano lo stato di crisi demografica della popolazione di pigo già ravvisato allora e ribadiscono l'importanza del progetto di conservazione in atto.



Parco del Ticino

Asta principale

Ambiente laterale

Le dimensioni del punto esprimono l'abbondanza stimata della specie:

Occasionale

Comune

Il quadro di distribuzione emerso conduce ad alcune considerazioni.

Il fatto che i canali e le rogge collegati al Fiume Ticino siano quasi gli unici ambienti in cui sia stata riscontrata la presenza del pigo per il tratto a valle della diga di Panperduto ed il fatto inoltre che nelle loro acque siano stati trovati individui al massimo di sette anni d'età, fa concludere che: questi ambienti, verosimilmente raggiunti nel tentativo di trovare riparo rispetto ad una situazione sfavorevole o di pericolo riscontrata sull'asta principale del fiume, possano sì assolvere degnamente al ruolo di ambienti di accrescimento per il pigo ma non siano invece utilizzati dalla specie come ambienti di riproduzione e, dunque, svezzamento delle larve. Non sono disponibili dati che spieghino il destino dei soggetti più grandi, anche se si può ipotizzare che i pighi più maturi riguadagnino se possibile la via verso il fiume e, una volta raggiunto, si avviino alla ricerca dei luoghi adatti alla deposizione. Il fatto che in almeno cinque anni di campionamenti sul fiume non siano quasi mai stati ritrovati pighi lungo tutto il tratto di Ticino posto a valle della diga di Panperduto, fa concludere che lungo buona parte del Ticino i fattori di resistenza alla ripresa del pigo persistono. Tra di essi, la predazione diretta esercitata dai siluri nel tratto medio basso e dai cormorani su tutta l'asta. Gli effetti del controllo del siluro si faranno sentire nei prossimi anni, mentre per i cormorani stanno ora prendendo avvio alcune iniziative di dissuasione per salvaguardare la fauna ittica di alcuni tratti fluviali.

Un altro fattore negativo sono gli sbarramenti, di cui si intravede la soluzione con la concreta possibilità di realizzazione dei passaggi per pesci, la cui fattibilità è stata studiata nell'ambito dello stesso progetto Life-Natura in cui è inserito lo studio, ma che fino a quando non saranno eseguiti continueranno ad incidere negativamente sui pesci del Ticino, e in particolare sul pigo.

## CONCLUSIONI

Lo studio condotto sulla popolazione di pigo del Fiume Ticino fornisce un importante contributo alla conoscenza della specie e consentirà di formularne le più opportune strategie di gestione e conservazione.

*Studio del fenotipo.* L'approfondimento delle caratteristiche fenotipiche di livrea, meristiche e morfometriche conferma l'esistenza del fenomeno dell'ibridazione tra pigo e gardon (e pare confermare anche l'ibridazione di quest'ultimo con il triotto). Nel Ticino si trovano dunque a convivere i seguenti *taxa* tutti riconducibili al genere *Rutilus*: il pigo (*R. pigus*, specie autoctona del fiume), il gardon (*R. rutilus*, specie alloctona originaria dei bacini d'oltralpe), l'"ibrido" pigo x gardon, il triotto (*R. aula*, anch'esso autoctono) e, verosimilmente, anche l'"ibrido" triotto x gardon. L'analisi di 9 caratteristiche di livrea, 12 parametri meristici e 11 morfometrici ha consentito di selezionare le caratteristiche fenotipiche del *Rutilus* utili ai fini del riconoscimento di queste diverse forme. Lo strumento di classificazione elaborato è rappresentato dalla tabella di pagina 43.

*Studio dell'accrescimento individuale.* Lo studio dell'accrescimento ponderale denota il buono stato di nutrizione della popolazione di pigo, la cui crisi demografica non può dunque essere imputata ad eventuali difficoltà di reperimento del cibo. La definizione dell'accrescimento lineare del pesce, cioè dell'aumento di taglia con l'età, costituisce invece la base conoscitiva fondamentale per la formulazione della taglia raggiunta all'età di prima maturazione sessuale.

*Studio della biologia riproduttiva.* I numerosi dati raccolti sull'accrescimento, sul sesso e sullo stadio di maturazione delle gonadi hanno fatto emergere un aspetto della biologia del pigo mai riscontrato prima e cioè l'età avanzata a cui i maschi e le femmine di questa specie raggiungono la maturità sessuale. Da questo studio risulta infatti che mentre la gran parte dei maschi si riproduce per la prima volta a quattro anni d'età, le femmine divengono mature a cinque anni. Leggendo questo risultato nell'ottica della pesca sportiva praticata sul pigo, appare subito evidente il forte danno prodotto sulla popolazione di pigo da una regolamentazione sbagliata del prelievo vigente fino a tempi recentissimi su tutto il Ticino e dall'attuale completa assenza di limitazioni per i pescatori che frequentano la sponda piemontese.

L'interpretazione dei dati raccolti fa infatti concludere che per il pigo dovrebbe essere stabilita

una misura minima di cattura pari a 43 cm. Tale misura sarebbe infatti in grado di assicurare con la massima probabilità (confidenza 95%) la partecipazione ad almeno una stagione riproduttiva da parte di tutte le femmine (e dunque quella dei maschi ad almeno due stagioni riproduttive).

Un altro aspetto importante della biologia riproduttiva del pigo, emerso dal lavoro e che deve essere considerato per la formulazione delle più adeguate regole di pesca, è quello del periodo riproduttivo. Nel Fiume Ticino il pigo si riproduce da aprile a maggio, in particolare dalla seconda-terza settimana di aprile alla penultima-ultima settimana di maggio.

Il tratto di Fiume Ticino sicuramente utilizzato in questi anni dal pigo per la deposizione è quello più alto del Ticino sublacuale, compreso tra Sesto Calende e Somma Lombardo, fino a poche centinaia di metri a valle della diga di Porto della Torre. Non sono state segnalate né osservate lungo il resto del corso del fiume altre zone di frega. Durante la deposizione, queste aree vengono frequentate assiduamente da altre specie animali, pesci e uccelli acquatici, che si nutrono delle uova deposte e disturbano la frega. La localizzazione delle aree di deposizione espone le uova al reale pericolo di un'asciutta improvvisa, provocata dall'abbassamento repentino del livello dell'acqua; fatto peraltro piuttosto frequente nel Ticino, visto il regime di regolazione artificiale dei livelli. Non si può dunque escludere che questo fenomeno di prosciugamento delle fasce litorali del fiume non solo possa avere costituito nel passato un elemento di impatto negativo sulla specie, contribuendo alla sua crisi demografica, ma costituisca anche oggi un ostacolo alla sua ripresa. Anche eventi atmosferici eccezionali, in particolare le alluvioni, possono avere pesanti effetti negativi sulla riproduzione del pigo, in quanto l'innalzamento repentino della profondità dell'acqua e il suo intorbidamento disturbano la deposizione.

Ciascuna femmina produce in media da 17.000 a 35.000 uova, attraverso una serie di deposizioni successive che si esauriscono però nel giro di qualche ora.

Riguardo allo stato della popolazioni di pigo del Fiume Ticino, i risultati del lavoro compiuto confermano il grave stato di crisi demografica del pigo, oggi concentrato nel primo tratto di fiume e presente sporadicamente più a valle, soprattutto in canali e rogge collegati. Si auspica che i passaggi artificiali per i pesci in corrispondenza dei due sbarramenti di Porto della Torre e Panperduto riaprano la via fluviale al pigo e contribuiscano a favorirne la ripresa.

## BIBLIOGRAFIA

- Bănărescu , 1992.** *Zoogeography of fresh water.* Vol. 2. Distribution and dispersal of freshwater animals in North America and Eurasia. Aula, Wiesbaden, Germany: 1091pp.
- Bianco P.G., 1991.** Inquadramento zoogeografico dell'ittiofauna continentale autoctona nell'ambito della sottoregione euro-mediterranea. *Atti 4° Convegno AIIAD*, Torino: 145-170.
- Crim L.W. & Glebe B.D., 1990.** *Reproduction, in Methods for Fish Biology.* Schreck C.B. and Moyle P.B. eds, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland: 529-552.
- Franzoi P., Trisolini R. & Rossi R., 1990.** Osservazioni sulla gestione della fauna ittica del sistema del lago Brasinone-lago di Suviana (Appennino tosco-emiliano). *Rivista di Idrobiologia*, 29, 1: 231-246.
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P. & Marconato A., 1991.** *I pesci delle acque interne italiane.* Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato: 617pp.
- Goldspink C. R., 1978.** Comparative observations on the growth rate and year class strength of roach *Rutilus rutilus* L. in two Cheshire lakes, England. *Journal of Fish Biology*, 12: 421-433.
- GRAIA Srl, 2000.** Progetto di conservazione del pigo, *Rutilus pigus*, nel Fiume Ticino. Rapporto tecnico consegnato alla Provincia.
- GRAIA Srl, 2000.** Ricerca sulla Fauna Ittica del Fiume Ticino. *Parco Ticino*: 250 pp.
- Kottelat M., 1997.** *European freshwater fishes.* Biologia Vol.52/suppl. 5: 271pp.
- Ladiges W., Vogt D., 1986.** *Guida dei pesci d'acqua dolce d'Europa.* Franco Muzzio & C. Ed., pp. 233.
- Ludwig J.A. & Reynolds J.F., 1989.** *Statistical ecology – a primer on methods and computing.* John Wiley & Sons, 337 pp.
- Moietta A., Maio G. & Ciceri M., 1998.** Osservazioni sulla biologia di *Rutilus pigus* (Lacépède, 1804) nel Lago di Como. *Quaderni ETP*, 27: 109-115.
- Persson L. & Geenberg L. A., 1990.** Juvenile competitive bottleneck: the perch (*Perca fluviatilis*)-roach (*Rutilus rutilus*) interaction. *Ecology*, 71(1) :44-56.
- Pitts C. S., Jordan D. R., Cowx I. G. & Jones N. V., 1997.** Controlled breeding studies to verify the identity of roach and common bream hybrids from a natural population. *Journal of Fish Biology*, 51: 686-696.
- Povz M. & Ocvirk A., 1990.** Breeding and restocking of Danubian roach, *Rutilus pigus virgo* (Hackel). *Journal of Fish Biology* (1990) 37(Supplement A), pp. 245-246.
- Reist J.D., 1985.** An empirical evaluation of several univariate methods that adjust for size variation in morphometric data.
- Todeschini R., 1998.** *Introduzione alla chemiometria.* EdISES, 321 pp.
- Trisolini R., Franzoi P., & Rossi R., 1991.** Struttura e dinamica di popolazione di alcune specie di ciprinidi *Leuciscus cephalus* (L., 1758), cavedano; *Chondrostoma soetta* Bonaparte, 1840, savetta e *Rutilus pigus* (Lacépède, 1804), pigo nei laghi Suviana e Brasinone (bacini artificiali dell'appennino tosco-emiliano). *Rivista di Idrobiologia*, 30, 1: 201-215.
- Vuorien M. et al., 1993.** Lethal and sublethal threshold values of aluminum and acidity to pike (*Esox lucius*), whitefish (*Coregonus lavaretus pallasii*), pike perch (*Stizostedion lucioperca*), and roach (*Rutilus rutilus*) yolk-sac fry. *The Science of the Total Environment, Supplement 1993 Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam*: 953-967.
- Wautier K., Van der heyden & Huysseune A., 2001.** A quantitative analysis of pharyngeal tooth shape in the zebrafish (*Danio rerio*, Teleostei, cyprinidae). *Archives of Oral Biology*, 46: 67-75.
- Wolter C., 1999.** Comparison of intraspecific genetic variability in four common cyprinids, *Abramis brama*, *Abramis bjoerkna*, *Rutilus rutilus* and *Scardinius erythrophthalmus*, within and between lowland river systems. *Hydrobiologia* 364: 163-177.
- Zerunian S. & Zerunian Z., 1990.** Nuove segnalazioni di pesci introdotti in alcuni laghi del Lazio. *Rivista di Idrobiologia*, 29, 1, (1990 ) pp. 533-537.
- Zerunian S., 1984.** Il problema sistematico dei *Rutilus* italiani. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, II*, 1984, pp.217-236.
- Zerunian S., Cruciani P. & Gibertini G., 1990.** Variabilità nei caratteri morfologici e nell'accrescimento di *Rutilus erythrophthalmus* (Osteichthes, cyprinidae). *Riv. Idrobiol.*, 29, 1, 505-520.