

NOVEMBER 2016 - NOVEMBER 2020

## **BOZZA DEFINITIVA PIANO DI CONSERVAZIONE**



**C.6.**

**Action code**  
**Action title**

**Development and adoption of a conservation plan at provincial scale**

Type of document

**Tipo documento**



*Development and adoption of a conservation plan at provincial scale*

## Sommario

|   |    |
|---|----|
| INTRODUZIONE.....   | 2  |
| IL CONTESTO GENERALE.....   | 3  |
| CONTESTO ITTIOGEOGRAFICO DI RIFERIMENTO.....  | 3  |
| Distretti ittiogeografici.....  | 4  |
| Stato attuale delle specie ittiche.....   | 4  |
| TUTELA DELLA BIODIVERSITA' E DELLA QUALITA' ECOLOGICA DEI CORPI IDRICI.....   | 6  |
| RETE NATURA 2000 E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....   | 8  |
| PRESSIONI POTENZIALI SULLA FAUNA ITTICA NEL VCO: DEGRADO DEGLI HABITAT E<br>FRAMMENTAZIONE FLUVIALE, INTRODUZIONE DI SPECIE ALLOCTONE ED EROSIONE DEI GENOMI<br>NATIVI, CAMBIAMENTO CLIMATICO, PRELIEVO DI PESCA..... | 9  |
| Degrado degli habitat e frammentazione fluviale.....  | 9  |
| Introduzione di specie o popolazioni alloctone ed erosione dei genomi nativi.....   | 10 |
| I cambiamenti climatici.....  | 11 |
| I RIPOPOLAMENTI ITTICI: UTILITA', RISCHI ED IMPATTI SULLA FAUNA AUTOCTONA.....  | 12 |
| IL CONTESTO LOCALE.....   | 13 |
| IL TERRITORIO DEL VCO E IL RETICOLO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO.....   | 13 |
| FAUNA ITTICA DEL VERBANO CUSIO OSSOLA.....  | 16 |
| INDICAZIONI GESTIONALI PER L'INCREMENTO DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLE SPECIE<br>TARGET DEL PROGETTO IDROLIFE.....  | 19 |
| TROTA MARMORATA ( <i>Salmo marmoratus</i> , Cuvier 1829).....   | 19 |
| Descrizione e distribuzione.....  | 19 |
| Minacce alla conservazione.....   | 21 |
| La trota marmorata nel VCO.....   | 22 |
| Obiettivi gestionali.....   | 26 |
| GAMBERO ITALICO ( <i>Austropotamobius pallipes</i> , Lereboullet 1858).....   | 39 |
| Descrizione e distribuzione.....  | 39 |
| Ecologia.....   | 39 |
| Minacce alla conservazione.....   | 40 |
| Obiettivi gestionali.....   | 41 |
| LA GESTIONE DELLE SPECIE ALIENE INVASIVE.....   | 42 |
| Regolamento EU e altre normative italiane di riferimento.....   | 42 |
| BIBLIOGRAFIA.....   | 44 |

## INTRODUZIONE

Il presente documento risponde a quanto richiesto dall'azione C6 del progetto IdroLIFE LIFE15 NAT/IT/000823 che prevede la stesura e l'adozione di un "Piano di Conservazione" a scala provinciale delle specie target di progetto: *Salmo marmoratus*, *Cottus gobio*, *Leuciscus souffia*, *Rutilus pigus*, *Chondrostoma soetta*, *Austropotamobius pallipes*.

Il Piano di Conservazione ha l'obiettivo di fornire, per ogni specie e sulla base dei dati acquisiti durante il progetto IdroLIFE e quanto già raccolto in precedenza da parte dei partner di progetto, dettagli operativi che consentano di implementare lo stato di conservazione delle specie target nella Provincia del Verbano Cusio Ossola in un'ottica di medio e lungo periodo tendo conto anche del quadro legislativo di riferimento.

Il Piano di Conservazione ha inoltre l'obiettivo di promuovere la conservazione delle specie target nel medio e lungo periodo mediante un approccio graduale che possa tenere conto non solo della biologia ed ecologia delle specie ma anche della realtà territoriale, della complessità del reticolo idrografico interessato e dei diversi portatori di interesse.

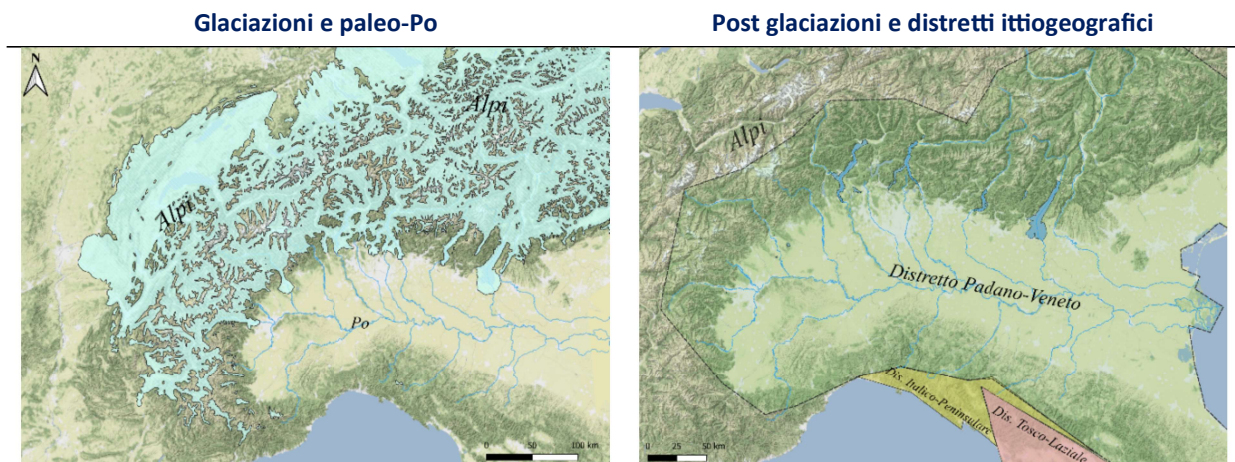
Alla luce delle risultanze del progetto IdroLIFE il presente PDC si focalizza in prevalenza sulla trota marmorata *Salmo marmoratus*, specie per la quale sono state individuate le maggior criticità e alcune possibili soluzioni gestionali utili a migliorarne lo stato di conservazione nel medio e lungo periodo, e sul gambero di fiume *Austropotamobius pallipes*.

## IL CONTESTO GENERALE

### CONTESTO ITTIOGEOGRAFICO DI RIFERIMENTO

Le grandi glaciazioni quaternarie (Pleistocene e Olocene; da 1,6 milioni di anni fa a circa 13000 anni fa) hanno avuto un ruolo fondamentale nel determinare l'attuale area di distribuzione delle specie ittiche del territorio alpino e subalpino. Ogni glaciazione fu caratterizzata dall'accumulo di enormi masse di ghiaccio e dalla conseguente regressione marina che causò l'allungamento delle aste fluviali verso il mare, mettendo in comunicazione i corsi d'acqua e le relative comunità ittiche, in origine separate dalle acque del mare.

Nei periodi glaciali inevitabilmente i pesci sono stati sospinti a valle per l'avanzamento dei ghiacci (Fig. 1 sx.), andando ad occupare il basso corso dei fiumi e compiendo migrazioni verso e attraverso l'ambiente marino, rese possibili dalle basse salinità e/o dai regimi di temperatura più freddi del Mar Mediterraneo. Durante i periodi interglaciali (più caldi) le popolazioni riconquistarono il corso medio e superiore dei fiumi dove sarebbero rimaste isolate, accumulando differenze genetiche distintive. Alcune aree come, ad esempio, il Piemonte Sud Occidentale (Alpi Marittime e Cozie) o il Lago di Garda, rimasero parzialmente prive di ghiacci anche durante i periodi glaciali e funzionarono da rifugio per alcune specie ittiche o permisero la permanenza di specie di origine pleistocenica, altrove scomparse per effetto della glaciazione.



**Figura 1** – A sx, mappa raffigurante la massima estensione dei ghiacci lungo la catena alpina durante l'ultima glaciazione quaternaria: si noti l'area libera dai ghiacci in corrispondenza del Piemonte sud occidentale. A dx: mappa raffigurante la situazione del Nord-Italia dopo l'ultima grande glaciazione, e la divisione nei tre distretti ittiogeografici (Lorenzoni et al. 2014).

## Distretti ittiogeografici

A seguito del ritiro dei ghiacciai dalla zona alpina dopo l'ultima grande glaciazione, l'assetto idrogeografico dell'Italia si può suddividere in tre distretti ben distinti, che ospitando una diversa fauna ittica e vengono quindi definiti anche distretti ittiogeografici.

Partendo dal Nord dell'Italia troviamo il distretto Padano-Veneto, che proseguendo verso sud lascia il posto al distretto Italice-Peninsulare. Nella zona centrale dell'Italia troviamo invece il distretto Tosco-Laziale (Lorenzoni et al. 2014).

### - Distretto Padano-Veneto:

Si può suddividere in due macro aree: una a nord ed una a sud del bacino del Po.

L'area interessata dal bacino del Po ospita un gran numero di specie ittiche, grazie alla varietà dei corsi d'acqua e alla loro dimensione e portata. Ospita inoltre un gran numero di specie endemiche, come per esempio la trota marmorata (*Salmo marmoratus*), salmonide tipico degli affluenti di sinistra del Po.

La zona a sud del bacino del Po, che si estende fino alle Marche, è caratterizzata da un numero più ridotto di specie, principalmente a seguito della riduzione della portata dei corsi d'acqua, che limita la diversità ambientale complessiva, oltre al causare la diminuzione della diversità e abbondanza di nicchie disponibili.

### - Distretto Tosco-Laziale:

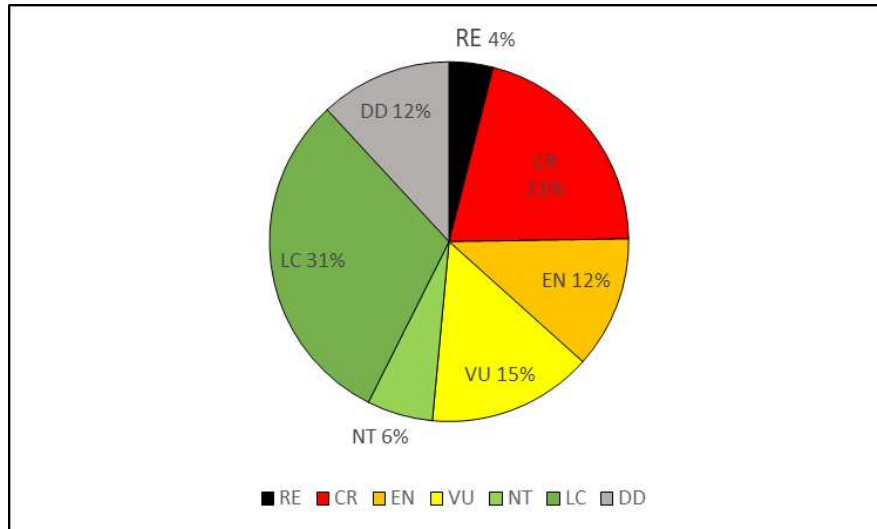
Questo distretto è il più limitato dei tre, e si trova principalmente in Umbria, Toscana e Lazio. I bacini principali sono quelli del Serchio, Arno, Ombrone e Tevere. È una zona particolarmente ricca di endemismi a limitata distribuzione; le specie che si trovano nei vari bacini sono più o meno uniformi data l'interconnessione che persiste dal Miocene.

### - Distretto Italice-Peninsulare:

Caratterizzato principalmente da specie euriterme, ben adattate alle estreme condizioni che caratterizzano gli ambienti appenninici, come le variazioni improvvise di temperatura e portata. A causa di queste avverse condizioni il numero di specie endemiche di questo distretto è piuttosto limitato; troviamo principalmente specie autoctone di ciprinidi reofili, come *Barbus tyberinus* e *Squalius squalus*.

## Stato attuale delle specie ittiche

Attualmente in Italia si contano 97 specie ittiche d'acqua dolce, di cui 52 autoctone e 45 alloctone (Rondonini et al. 2013). All'interno del gruppo delle specie ittiche autoctone, di cui 17 endemiche del territorio italiano (32,7%), circa il 54% versa in una situazione di minaccia (Figura 2).



**Figura 2** - Percentuali delle categorie di minaccia dei pesci d'acqua dolce italiani: RE=estinta nella regione; CR=in pericolo critico; EN=in pericolo; VU=vulnerabile; NT=quasi minacciata; LC=minor preoccupazione; DD=carente di dati (Rondonini et al. 2013).

## TUTELA DELLA BIODIVERSITA' E DELLA QUALITA' ECOLOGICA DEI CORPI IDRICI

La biodiversità, intesa come la variabilità di tutti gli organismi viventi inclusi negli ecosistemi acquatici, terrestri e marini e nei complessi ecologici di cui essi sono parte, è seriamente minacciata a causa delle pressioni di origine antropica, e necessita quindi delle misure di protezione al fine di arrestare questa perdita irreversibile. La salvaguardia della biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche richiede uno sforzo dall'intera società in quanto le risorse naturali devono essere utilizzate in modo sostenibile. Tali sforzi vengono profusi a livello nazionale tramite l'attuazione di Leggi e il recepimento di Direttive internazionali.

L'adesione alla Convenzione di Ramsar (firmata a Ramsar, in Iran, il 2 febbraio 1971) sulle zone umide di importanza internazionale è stato un primo passo dell'Italia nella salvaguardia e tutela della biodiversità nelle acque interne. L'obiettivo che essa si pone riguarda la tutela internazionale delle zone umide mediante la loro individuazione e delimitazione, lo studio degli aspetti caratteristici, in particolare dell'avifauna (anche altre specie quali invertebrati, anfibi e pesci), e la messa in atto di programmi che ne consentano la conservazione degli habitat, della flora e della fauna. La Convenzione di Ramsar è stata ratificata e resa esecutiva dall'Italia con il DPR 13 marzo 1976, n. 448, e con il successivo DPR 11 febbraio 1987, n. 184.

La prima Direttiva comunitaria in materia di conservazione della biodiversità è stata la direttiva Uccelli (79/49/CEE), recepita in Italia attraverso la Legge n. 157 dell'11 febbraio 1992, concernente la conservazione degli uccelli selvatici, che rimane in vigore e si integra all'interno delle disposizioni della Direttiva Habitat (92/43/CEE). Quest'ultima, recepita in Italia nel 1997 attraverso il Regolamento D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357, riguarda la "salvaguardia della biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo degli Stati membri al quale si applica il trattato" (art.2). Queste direttive costituiscono insieme il cuore della politica comunitaria e la base legale su cui si fonda Natura 2000. La Direttiva Habitat è costruita intorno a due pilastri: la rete ecologica Natura 2000, costituita da siti mirati alla conservazione di habitat e specie elencati rispettivamente negli allegati I e II, e il regime di tutela delle specie elencate negli allegati IV e V.

Il divieto di introduzione, reintroduzione e ripopolamento di popolazioni non autoctone, previsto dall'articolo 12 comma 3 del DPR 357/97 così come modificato e integrato dal DPR 120/03 e successivamente con il DPR 102/2019, deve intendersi riferito al caso di popolazioni geneticamente differenziate o che presentino caratteristiche adattative ereditabili significativamente differenti rispetto alle popolazioni oggetto di intervento. Pertanto, tale divieto si applica all'utilizzo, in interventi di reintroduzione o ripopolamento, di individui geneticamente o morfologicamente significativamente differenziati rispetto alle popolazioni originariamente presenti nell'area di intervento.

Nel Decreto del Presidente della Repubblica del 2 aprile 2020 "Criteri per la reintroduzione e il ripopolamento delle specie autoctone di cui all'allegato D del decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, e per l'immissione di specie e di popolazioni non autoctone",

vengono ulteriormente definiti i criteri per la reintroduzione e il ripopolamento di specie autoctone e per l'immissione in natura di specie non autoctone, ai sensi dell'art. 12, comma 1 del decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, fornendo indicazioni dettagliate inserite negli appositi allegati (Allegati 1,2,3).

Per quanto riguarda la Regione Piemonte, con la Legge Regionale 37/2006 essa recepisce le direttive comunitarie e tra i vari obiettivi prefissati si impegna a "garantire la salvaguardia degli ambienti acquatici e della fauna acquatica autoctona nel rispetto dell'equilibrio biologico e della conservazione della biodiversità" (Art. 1 comma 3 lettera a Legge regionale 37/2006) attuando "le disposizioni comunitarie e nazionali relative alla conservazione degli habitat acquatici naturali e seminaturali come previsto dalla direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche" (art. 1 comma 3 lettera e Legge regionale 37/2006).

Per quanto riguarda la fauna ittica, la Legge Regionale prevedeva la redazione di un Piano Ittico Regionale, che è stato approvato con DCR 101-33331 del 29/09/2015.

Successivamente, la L.R. 19/2016 al capo XII, art. 29 bis (*Differimento termini dell'entrata in vigore del Piano regionale 2015-2020 in materia di pesca*) al comma 1. cita: *Le disposizioni contenute rispettivamente al paragrafo 6 'Immissioni' del capitolo 10 ed il paragrafo 4 'Immissioni' del capitolo 4 del Piano regionale per la tutela e la conservazione degli ambienti e della fauna acquatica e l'esercizio della pesca, di cui alla deliberazione del Consiglio regionale 29 settembre 2015, n. 101-33331 (Legge regionale 29 dicembre 2006, n. 37, articolo 10. Piano regionale per la tutela e la conservazione degli ambienti e della fauna acquatica e l'esercizio della pesca. Stralcio relativo alla componente ittica) entrano in vigore decorsi sei mesi dall'approvazione, da parte della Giunta regionale, delle istruzioni operative di dettaglio indispensabili all'attuazione del Piano stesso.*"

Tuttora si è in attesa che venga attuato quanto previsto nel comma 1, art.29 della L.R.19/2016, sopraccitato.

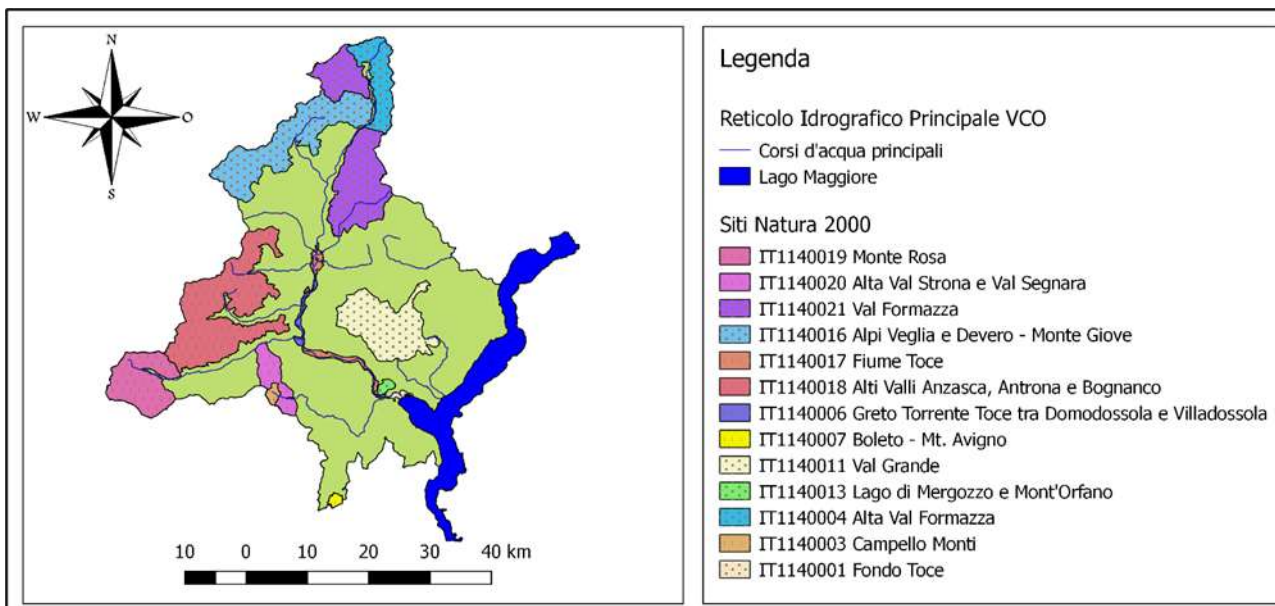


## RETE NATURA 2000 E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Natura 2000 è la rete europea di Aree protette finalizzata alla tutela della biodiversità.

Gli strumenti normativi di riferimento sono la Direttiva 92/43/CEE “HABITAT” e la Direttiva (79/49/CEE) “Uccelli”. In base a tali normative ogni paese, o Stato Membro, istituisce i Siti di Interesse Comunitario (SIC) che vengono successivamente designati come Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e le Zone di Protezione Speciale (ZPS). Le ZPS sono aree protette il cui obiettivo è la protezione della fauna ornitica, i SIC sono invece aree protette istituite per la protezione di habitat e specie animali, eccezion fatta per la fauna ornitica.

Nella Provincia del VCO sono ben 13 i siti designati, con una percentuale di copertura totale del territorio pari al 41,7%. Rispetto al totale 2 sole zone ricadono nell’area biogeografica continentale (circa lo 0,90% della totalità dei siti) mentre il restante (99,1%) ricadono in zona alpina.



**Figura 3** – Cartina del VCO. Aree protette Natura 2000

## PRESSIONI POTENZIALI SULLA FAUNA ITTICA NEL VCO: DEGRADO DEGLI HABITAT E FRAMMENTAZIONE FLUVIALE, INTRODUZIONE DI SPECIE ALLOCTONE ED EROSIONE DEI GENOMI NATIVI, CAMBIAMENTO CLIMATICO, PRELIEVO DI PESCA

### Degrado degli habitat e frammentazione fluviale

Il degrado massivo degli habitat naturali a causa degli interventi dell'uomo è ampiamente documentato in tutto il territorio. L'interruzione della connettività fluviale causata da sbarramenti idroelettrici o altre opere di regimazione idraulico è certamente la principale fonte di pressione sulla fauna acquatica. Lo sfruttamento del reticolo idrografico a fini idroelettrici ha portato ad un utilizzo massivo della risorsa idrica con numerosi interventi di regimazione. In tutta l'area si contano almeno 135 sbarramenti artificiali, di cui 27 sono dighe. Tali manufatti d'ingegneria civile, accanto ai benefici dati dalla produzione di energia rinnovabile, possono provocare diversi effetti negativi sulle biocenosi acquatiche tra cui, principalmente la frammentazione del reticolo fluviale, l'alterazione del regime idrologico naturale, danni fisici ai pesci che transitano all'interno delle turbine. La frammentazione dei corridoi fluviali riveste una minaccia rilevante soprattutto per quelle specie che compiono grandi spostamenti in relazione alle loro necessità metaboliche, fisiologiche e riproduttive. Tra le specie di maggior interesse che effettuano migrazioni tra ambiente lacustre e fluviale vi sono: la trota marmorata (*Salmo marmoratus*), il barbo (*Barbus plebejus*), il cavedano (*Squalius squalus*), la bottatrice (*Lota lota*), il pigo (*Rutilus pigus*) e la savetta (*Chondrostoma soetta*).

Gli sbarramenti sono inoltre responsabili di cambiamenti nella struttura e nella composizione del fondale del corso d'acqua, sia nel suo tratto di valle che di monte. Generalmente a monte si accentua il fenomeno di deposizione del sedimento fine (argille, limi e sabbie) che comporta la perdita di substrato interstiziale adatto all'insediamento dei per i macroinvertebrati e per l'attività riproduttiva di alcune specie autoctone come la trota marmorata (*Salmo marmoratus*), il pigo (*Rutilus pigus*), il cavedano (*Squalius squalus*), il barbo (*Barbus plebejus*) e lo scazzone (*Cottus gobio*) in favore di specie alloctone ed invasive con necessità ambientali meno stringenti (p. es. siluro: *Silurus glanis*; gardon *Rutilus rutilus*). Il tratto a monte inoltre tende a perdere le caratteristiche torrentizie (fenomeno della lacustrizzazione) ed è maggiormente soggetto all'aumento delle temperature e dei processi di eutrofizzazione. Nel tratto a valle si osserva invece la riduzione della portata, il ritiro quindi dell'alveo bagnato e degli habitat disponibili per la fauna ittica.

Altro fenomeno molto dannoso spesso sottovalutato è il cosiddetto "hydropeaking", ossia le variazioni di portata giornaliera, e di quello di "thermopeaking", ossia le variazioni termiche delle acque di restituzione di impianti che effettuano captazione per il raffreddamento di processi produttivi. Questi, come le attività di svasso dei bacini, causano il "drift" (spostamento) delle comunità ittiche e di macroinvertebrati, aumentano la torbidità e il "corazzamento" del fondo. Un altro effetto è quello che avviene sul trasporto del sedimento solido. Lo sbarramento agevolando il passaggio del materiale più fine (sabbia e limo) rispetto a quello più grossolano (ghiaie e clasti) innesca fenomeni d'insabbiamento a valle degli sbarramenti stessi che possono essere dannosi per

la fauna ittica e in particolare causare il fenomeno del “*clogging*” dei nidi di frega (processo innescato dalla deposizione di materiali fini sui nidi di frega che provoca anossia e morte delle larve e/o embrioni).

### Introduzione di specie o popolazioni alloctone ed erosione dei genomi nativi

La seconda grande causa di alterazione della fauna ittica riguarda l'introduzione di specie o popolazioni alloctone che per competizione o per erosione dei genomi nativi depauperano l'ittiofauna locale.

I processi di scambio genico tra organismi e l'affermazione di alcuni di essi rispetto agli altri, fa parte del meccanismo della evoluzione. Un meccanismo naturalmente molto lento. L'uomo ha forzato, velocizzandoli, i meccanismi naturali, ed amplificando in modo innaturale i processi evolutivi. Il fenomeno della introduzione di specie alloctone ha radici molto profonde, a partire dall'impero Romano, ma ha assunto una dimensione degna di nota solo a partire dalla fine del 1800, allorché è stato associato alle pratiche di ripopolamento, sempre più massicce, finalizzate all'incremento della produzione ittica naturale. Una delle prime tracce storiche è del 1371 d.C. e riporta un evento di introduzione di salmonidi (Mirò et al. 2013). Altri esempi sono l'introduzione del salmerino alpino e del temolo nella regione alpina (Italia e Austria) da parte di Massimiliano I (1486-1519 d. C.) entrambe avvenute in epoca medievale (Meraner et al. 2014). Le specie alloctone possono danneggiare severamente quelle autoctone sino a soppiantarle attraverso processi di competizione diretta e indiretta per l'alimentazione, le zone di rifugio, i siti riproduttivi. Inoltre, vi è il rischio dell'ibridazione e l'apporto di nuovi agenti patogeni o la diffusione di patologie già esistenti. In certi casi l'ibridazione tra due taxa può avvenire quando essi sono molto affini da un punto di vista genetico e/o quando le barriere riproduttive (pre o post-zigotiche) sono nulle o poco consistenti.

Tra le specie che destano la maggior preoccupazione vi è inoltre il siluro (*Silurus glanis*), specie naturalmente diffusa dal Fiume Reno sino a tutta l'Asia Occidentale. In Italia le prime prove della sua introduzione risalgono al 1956 nel Fiume Adda in Lombardia. Attualmente la specie sta vivendo una situazione di espansione demografica. Per quanto riguarda la zona del VCO il siluro è abbondante nelle acque del Lago Maggiore, ed è presente anche nel vicino Lago di Mergozzo. La sua colonizzazione è iniziata dal Fiume Ticino e dal Lago di Varese (immissione involontaria di siluri da un allevamento in seguito ad un evento di piena) attraverso il suo emissario che si getta nel Lago Maggiore, il fiume Bardello.

## I cambiamenti climatici

Ultima ma non per questo di minore importanza è la problematica rivestita dal “*Global warming*”, ossia l’aumento delle temperature medie atmosferiche che stanno interessando il nostro pianeta. Il surriscaldamento climatico è inequivocabile e senza precedenti in termini di tempo e dimensioni.

Le conseguenze più evidenti del surriscaldamento globale riguardano le alterazioni della criosfera, connesse a variabili quali: cambiamenti nella temperatura dell’aria e dell’acqua, precipitazioni, livello dei nutrienti e copertura del ghiaccio.

Tali cambiamenti possono influenzare le comunità biologiche e i loro ecosistemi. Ricordiamo che le specie possono svolgere le loro funzioni vitali all’interno di specifici range di condizioni climatiche e ambientali (quindi possono essere più o meno tolleranti a fenomeni di disturbo); per cui vengono suddivise in specie a bassa valenza ecologica (specie stenoece), quindi dotate di particolari necessità ambientali, e ad alta valenza ecologica (specie euriecie), dotate invece di un’ampia capacità di adattamento alle diverse situazioni. Se le condizioni cambiano e la tolleranza delle specie viene superata, esse possono rispondere in diversi modi:

- Variazione nel tempo (“*Shifting*”) del ciclo fenologico (p. es. cambiamenti del periodo riproduttivo);
- Variazione nell’areale di distribuzione (aumento delle temperature dei fiumi, spostamento della fauna ittica in siti più a monte);
- Variazioni fisiologiche e riproduzione (morfologia e genetica; cambiamento nella dimensione delle uova in base alla temperatura);
- Estirpazione (a livello locale) o estinzione (a livello globale).

I modelli di previsione dell’andamento climatico nei prossimi decenni indicano che l’areale di distribuzione delle specie native tipiche delle acque fredde, come i salmonidi, subirà una contrazione. Le regioni alpine sono considerate generalmente degli “*hotspot*” del cambiamento climatico poiché ricchi di biodiversità, la quale evolutasi in climi freddi e aridi, risulta ora particolarmente vulnerabile per via dell’incremento delle temperature a livello globale (IPCC, 2018). La scomparsa di una specie da un ambiente a causa dei cambiamenti climatici può anche essere causata dall’impatto di questi ultimi sui primissimi stadi vitali di un organismo. Ne è un esempio la trota marmorata, le cui larve sono più sensibili alle alte temperature (a partire dai 16°C) rispetto agli stadi giovanili, questi ultimi capaci di compensare l’attività metabolica (Simicic et al. 2015).

## I RIPOPOLAMENTI ITTICI: UTILITA', RISCHI ED IMPATTI SULLA FAUNA AUTOCTONA

Storicamente, l'impovertimento delle risorse ittiche delle acque interne in Europa durante la crescita demografica successiva al Medioevo oltre la loro capacità di recupero (capacità portante) spinse l'industria ittica a spostarsi lungo le coste, ed in seguito sempre più al largo e in profondità (Hoffmann 2005). Sin dal medioevo e nei secoli successivi, diverse specie di pesci venivano trasportate attraverso l'Europa ed in Italia, verosimilmente immettendo anche specie non native (alloctone) (Tiberti & Splendiani 2019). Agli inizi del 19° secolo, l'innovazione tecnologica delle tecniche di fecondazione artificiale delle uova di numerose specie ittiche promosse l'esplosione dell'industria ittiogenica, la riproduzione e l'immissione di specie ittiche di facile allevamento, incluse diverse specie alloctone. La possibilità di effettuare massicci ripopolamenti promosse economicamente la pesca ricreativa (alieutica) aumentandone artificialmente la capacità portante, ma al contempo alterò esponenzialmente e drammaticamente le comunità lacustri e fluviali italiane, incluse specie non ittiche (Tiberti & Brighenti 2019) e con esse la struttura e la funzione di questi ecosistemi (Borroni & Grimaldi 1978). Nelle acque interne italiane vivono oggi 52 specie ittiche autoctone e 47 aliene; 2 specie autoctone sono ritenute estinte (storione comune e storione ladano); 17 specie (un terzo del totale) sono ad elevato rischio di estinzione (UZI 2018).

Nel corso degli ultimi due secoli, diversi fattori hanno ulteriormente ridotto la capacità portante di questi ecosistemi. Fra questi, il degrado e la frammentazione legato all'urbanizzazione e all'industria (centrali idroelettriche, inquinamento, canalizzazione degli alvei, estrazione di materiali dai fiumi, distruzione della vegetazione ripariale, inquinamento termico e chimico, cambiamento climatico; Zerunian 2003; Turin et al. 2006; Dresti et al. 2016) e l'immissione di specie alloctone a significativo impatto ambientale, ecologico, economico e conservazionistico (invasive), con particolare riferimento a quelle che ibridano con specie native (autoctone), erodendone il patrimonio genetico (Meraner & Gandolfi 2018).

Regioni, Province e associazioni di pescatori hanno operato per favorire inizialmente la pesca sportiva, e poi con il crescere della consapevolezza ambientale, tutelando le specie di pregio e limitando la semplice attività di pesca.

Nel tentativo di pianificare una gestione più razionale delle risorse ittiche, nel corso degli ultimi 20 anni è stata sempre più riconosciuta in Italia l'importanza della genetica nelle strategie di conservazione e gestione sostenibile delle acque interne, in linea con lo sviluppo scientifico internazionale e le direttive comunitarie (Meraner & Gandolfi 2018; MATTM 2020).

## IL CONTESTO LOCALE

### IL TERRITORIO DEL VCO E IL RETICOLO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO

Il Verbano Cusio Ossola (VCO) sorge tra le Alpi Pennine e Lepontine, nel nord della Regione Piemonte. Confina a nord e ad ovest con la Svizzera (Canton Ticino e Vallese), a est con la Lombardia (Provincia di Varese) e a sud con le provincie di Novara e di Vercelli.

Il territorio è stato modellato nel corso del tempo dall'azione erosiva delle acque e del movimento dei ghiacciai. Durante l'ultima fase dell'epoca Miocenica, nel Messiniano (7,2-5,3 milioni di anni fa), il Mar Mediterraneo si abbassò a causa delle elevate temperature e della concomitante chiusura dello stretto di Gibilterra, causando ad opera dei fiumi la escavazione dei grandi canyon vallivi e dei fondali lacustri (ne è un esempio il Lago Maggiore). Nel Pleistocene (tra 1,8 milioni e 11000 anni fa) le grandi glaciazioni (l'ultima delle quali terminata circa 12 mila anni fa), modellarono il paesaggio e il reticolo idrografico e lo resero morfologicamente del tutto simile a quello odierno.

Il VCO è attraversato da un'estesa rete idrografica, ricca di corsi d'acqua che dalle Alpi si riversano in alcuni dei bacini lacustri prealpini più grandi del nord Italia, come il Lago Maggiore e il Lago d'Orta. La presenza della catena alpina e dei laghi riveste un ruolo fondamentale per il clima locale. Inoltre, l'interconnessa rete idrografica, insieme al gradiente altitudinale, sono di particolare importanza nella successione dei differenti habitat che contribuiscono al mantenimento di una vasta rete di servizi ecosistemici e sostengono un elevato grado di biodiversità. Intorno ai principali elementi del reticolo idrografico (Lago d'Orta, Lago Maggiore e Fiume Toce) si sviluppano, rispettivamente, i tre territori: il Verbano, il Cusio e l'Ossola che vanno a costituire il VCO.

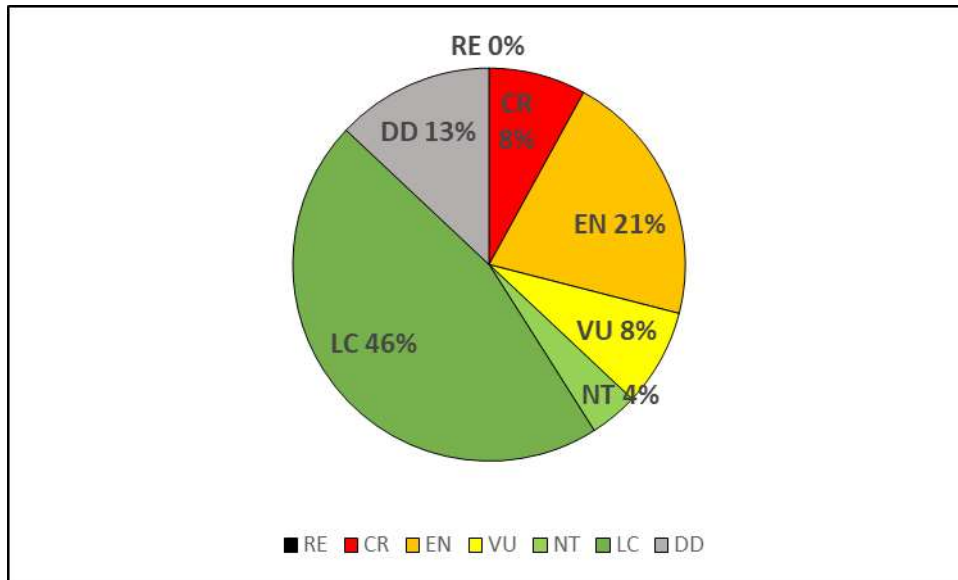
Il territorio del Verbano comprende tutte le aree che circondano la sponda occidentale del Lago Maggiore e cinque principali valli: Val Grande, Valle Intrasca, Valle Cannobina. I principali corsi d'acqua sono i torrenti San Bernardino, San Giovanni e Cannobino.

Il Cusio è il territorio che si snoda intorno al Lago d'Orta e al Torrente Strona. Lo Strona nasce nell'omonima valle e confluisce nel Fiume Toce all'altezza di Gravellona Toce. Il Fiume Strona raccoglie le acque del Lago d'Orta attraverso il Canale Nigoglia.

L'Ossola è interamente costituita dal bacino imbrifero del Fiume Toce che costituisce, insieme al Fiume Ticino, uno dei principali immissari del Lago Maggiore. Nel territorio sono presenti sette valli principali che con i rispettivi corsi d'acqua alimentano il Fiume Toce: V. Anzasca (Anza), V. Antrona (Ovesca), V. Bognanco (Bogna), V. Divedro (Diveria), V. Antigorio-Formazza (Toce), V. Isorno (Isorno) e V. Vigezzo (Melezzo Occidentale). Il Fiume Toce nasce dalla confluenza di tre corsi d'acqua (Hohsand, Gries, Roni) nella località di Riale di Formazza (1718 m. s.l.m.) e sfocia nel Lago Maggiore presso la località di Fondo Toce (192 m s.l.m.) coprendo una distanza di circa 80 Km.

## FAUNA ITTICA DEL VERBANO CUSIO OSSOLA

Considerando il contesto alpino, più precisamente la zona centro occidentale (Distretto A, area A1, sub-area A1.2 definito nel PIR della Regione Piemonte), le specie ittiche e astacicole autoctone sono in totale 33. Tra queste 26 sono presenti nel territorio del VCO (complessivamente il 72.7%), e 4 sono endemismi. La fauna ittica e astacicola alloctona è costituita invece da 23 specie.



**Figura 4** - Percentuali delle categorie di minaccia dei pesci presenti nel VCO: RE=estinta nella regione; CR=in pericolo critico; EN=in pericolo; VU=vulnerabile; NT=quasi minacciata; LC=minor preoccupazione; DD=carente di dati (Rondonini et al. 2013).

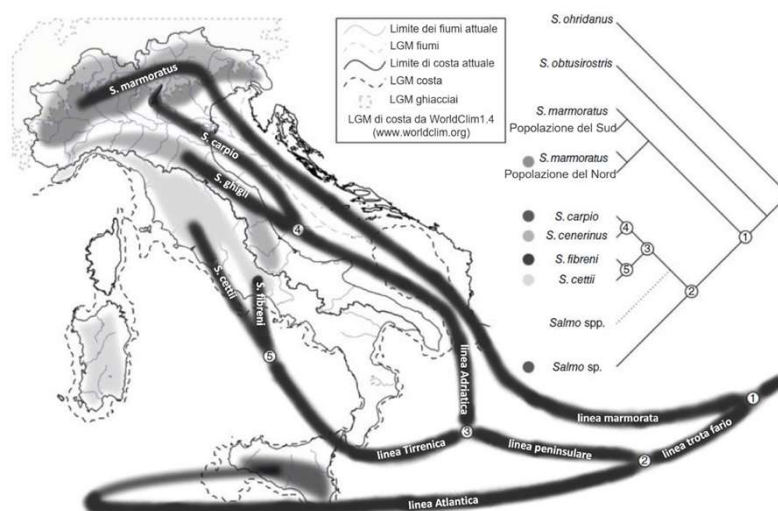


# INDICAZIONI GESTIONALI PER L'INCREMENTO DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLE SPECIE TARGET DEL PROGETTO IDROLIFE

## TROTA MARMORATA (*Salmo marmoratus*, Cuvier 1829)

### Descrizione e distribuzione

La trota marmorata è un salmonide sub-endemico del versante sud delle Alpi (Italia, Slovenia e Croazia) e della penisola Balcanica (Albania, Montenegro e Grecia). Si differenzia da tutto il genere *Salmo* non soltanto per la sua anatomia, morfologia ed ecologia (Delpino 1935, Gridelli 1936, Pomini 1940, Sommani 1960) ma anche per le sue caratteristiche genetiche (Giuffra et al. 1994,1996; Berrebi et al. 2000; Pustovrh et al. 2014). *Salmo marmoratus* rappresenta un gruppo monofiletico costituito da due popolazioni: una del nord Adriatico (Italo-Slovena) strettamente associato alla linea genetica MA (marmorata); una dell'area adriatica meridionale (Bosnia Erzegovina-Montenegro) associato alla linea genetica AD (adriatica) (Pustovrh et al. 2014). Recenti analisi genetiche suggeriscono che *Salmo marmoratus* si sia separato dal cosiddetto complesso *Salmo trutta* circa  $1,4 \pm 0,8$  milioni di anni fa (Pustovrh et al. 2014). L'analisi filogeografica del genere *Salmo* suggerisce che questa specie abbia iniziato a differenziarsi in sistemi d'acqua dolce formati nel bacino paleo-adriatico. Successivamente, durante il Pleistocene, cambiamenti climatici e la formazione di estesi bacini fluviali avrebbero a più riprese facilitato la diffusione verso nord-ovest di queste linee evolutive di trote, permettendo a *Salmo marmoratus* di colonizzare gli affluenti orografici di sinistra del bacino del paleo-Po. Dopo l'ultimo massimo glaciale (circa 18.000 anni fa), il progressivo innalzamento delle temperature, l'aumento del livello medio del mare e della salinità hanno contribuito ad isolare queste popolazioni facilitandone il differenziamento e determinando la presente distribuzione geografica (Bianco 2014; Sanz 2018; Meraner et al. 2018).



**Figura 5** - Scenario di colonizzazione delle principali specie del genere *Salmo* nella penisola italiana, tenendo in considerazione le loro relazioni filogenetiche ed i relativi tempi di separazione: 1- separazione tra la linea "marmorata" e la linea "trota fario"; 2- separazione tra linea "peninsulare" ed Atlantica; 3- separazione tra linea Tirrenica e Adriatica; 4- separazione tra *S. ghigii* e *S. carpio*; 5- separazione tra *S. cettii* e *S. fibreni*. Nonostante il quadro generale di dispersione avvenga da est verso ovest



---

identificando il punto di origine nella zona di rifugio Ponto-Caspica, è probabile che la popolazione siciliana di trota sia il risultato di una colonizzazione da ovest ad est avvenuta nel Pleistocene da parte di una linea evolutiva di trota originaria del Nord-Africa, espandendosi poi nuovamente nel Mediterraneo centro-orientale; da Sanz (2018).

Il suo nome, come riportato da Cuvier (primo ad averla descritta) è dato dalla peculiare livrea che viene assunta in molte popolazioni locali, costituita da macchie sinuose di diverso colore (brunastro, rosso, verde o nere) che confluiscono l'una nell'altra, partendo dall'apice del muso sino alla pinna caudale. La livrea marmoreggiata è tipica delle popolazioni che vivono in ambienti di fondovalle, mentre in ambiente montano, laddove i pesci non raggiungono le dimensioni tipiche del fondovalle, può prevalere una livrea con presenza di macchie rosse, erroneamente scambiata quale risultato dell'ibridazione con la trota fario (Delling 2002).



---

**Figura 6** – Esemplare di *Salmo marmoratus* recuperato a Oira, nel comune di Crevoladossola nel VCO. Individuo subadulto “puro” con fenotipo a macchie rosse.

La trota marmorata come altre specie del genere *Salmo* è capace di adattarsi a condizioni ambientali differenti: vive in prevalenza nelle acque dolci, sebbene la sua presenza nel mare adriatico, se pur sporadica, è documentata (Soldo 2013). Privilegia gli ambienti di fondovalle ma senza disdegnare quelli di media e alta quota, mostrando per quest'ultimi una grande resilienza (Meldgaard et al. 2007; Vincenzi et al. 2012). In questi ultimi ambienti raggiunge dimensioni più contenute adattandosi a condizioni ambientali più estreme.

Siebold (1863) scrive: *“Le trote fario delle acque alpine meridionali si fanno riconoscere attraverso tutt'altro disegno e colorazione e si trovano in tutti i torrenti alpini che appartengono alle aree fluviali meridionali che sfociano nel mar Adriatico. Cito la stessa Trutta Fario, varietas marmorata, e devo segnalare che avrei sicuramente parlato della Salmo marmoratus di Cuvier se Cuvier (le règne animal, Tom, II, 1829 pag. 304) non avesse definito questa trota come Truite marbrée des lacs de Lombardie”*.

Bernardi (1952) sottolinea la possibilità che le marmorate si spingano a quote medio elevate: *“l'epoca della riproduzione, che, iniziando ancora in agosto (Resia, 1500 m. s. m.) arriva al suo acme in novembre-dicembre nel medio e basso corso dell'Adige...”*.

Tozzetti (1874) parlando della marmorata del torrente Anza: *“Altre differenze poi subiscono entrando nei torrenti e nei rivi, fino all'altezza di 1300 metri sopra il livello del mare, come avviene in Macugnaga e nella valle di Antrona ove spesso si scorgono con tacche rosse”*.

L'evento riproduttivo si compie generalmente tra ottobre e dicembre, quando la temperatura dell'acqua è circa 6-8°C (Ielli et al. 1991; Giuffra E. et al., 1996; Zerunian S., 2003; Vincenzi S. et al., 2011; Moro 2019). La maturità sessuale viene raggiunta alla fine del quarto anno dalle femmine, mentre i maschi sono fecondi alla fine del terzo anno di vita (Zerunian 2003; Kottelat et al. 2007; Vincenzi et al. 2012). Le femmine costruiscono i nidi di frega su substrati ghiaiosi (ghiaia con diametro compreso tra 2 – 20 cm) nelle zone dove la corrente dell'acqua è meno sostenuta, in raschi e in buche profonde (meshohabitat di "glide" e di "pool"; velocità di corrente tra 0.4-0.8 m/s in profondità superiori ai 20 cm) (Zerunian 2003; Moro 2019). Ogni singola femmina può produrre dalle 1.300 a 2.500 uova per Kg di peso (Zerunian 2003). La dimensione, numero e qualità delle uova prodotte sono positivamente correlati con la taglia della femmina (Vincenzi et al., 2012; Simicic et al., 2015). Femmine più grandi producono uova migliori e più numerose.

### Minacce alla conservazione

*Salmo marmoratus* è inserita nell'Allegato II della Direttiva Habitat (92/43/CEE), per la quale è necessario designare zone speciali per la sua conservazione. *Salmo marmoratus* è inserita nella "Lista Rossa dei vertebrati italiani" con lo status di "Critically endangered" cioè "in pericolo critico".

### Alterazione del genoma nativo di *Salmo marmoratus*

E' in prevalenza determinata dalla presenza massiccia e pervasiva di trote alloctone di allevamento. Il problema dell'introggressione genetica è legato alle massicce pratiche di ripopolamento sia con materiale alloctono puro che, direttamente, con ibridi selezionati solo sulla base del fenotipo marmorato ma portatori in misura consistente, di un patrimonio genetico quasi del tutto alloctono (Zerunian 2003; Turin et al. 2006; Simicic et al. 2015; Polgar et al. 2022).

### Alterazione degli habitat

La frammentazione del reticolo fluviale tramite la costruzione di sbarramenti, briglie e opere di canalizzazione causa cambiamenti profondi nella naturalità e nella continuità degli habitat, determinando inoltre l'isolamento degli individui in popolazioni frammentate, con il rischio di renderle inadatte ad automantenersi. La deposizione di sedimento fine a causa degli svassi delle dighe e i lavori in alveo durante e dopo il periodo riproduttivo, determinano l'insorgenza di fenomeni avversi, a partire dal "clogging" dei nidi di frega (il sedimento copre interamente i nidi di frega e le uova periscono per via della mancanza di ossigeno) sino a vere e proprie disastrose morie di massa per l'aumento di sedimento in sospensione che si insinua negli apparati branchiali dei pesci causandone l'asfissia. La frammentazione delle popolazioni ostacola inoltre il flusso genico, riducendo in tal modo la naturale evoluzione della variabilità intra- e inter-popolazione che garantisce la resilienza alle perturbazioni ambientali ed antropiche (Sommani 1948).

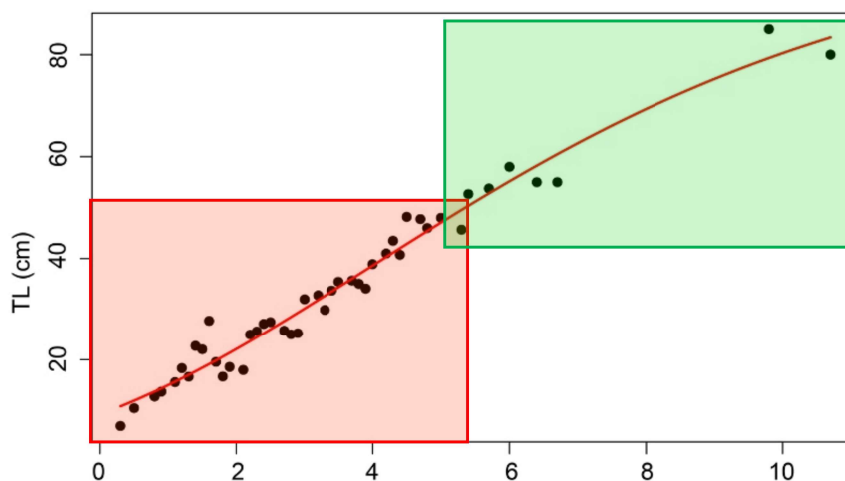
## La trota marmorata nel VCO

L'areale di distribuzione naturale della trota marmorata coincide sostanzialmente con tutto il reticolo idrografico primario e secondario della Provincia che comprende sia tutti i tributari del Lago Maggiore (Toce, Cannobino) che i rispettivi affluenti (Anza, Bogna, Isorno, Ovesca, Diveria, Deverino, Melezzo occidentale e orientale, Strona) fino almeno ad una altitudine di 1500 slm. L'areale di distribuzione naturale ha subito negli anni una progressiva alterazione a causa della frammentazione fluviale e della riduzione e alterazione delle portate causata dalle numerose captazioni idriche e dal cambiamento climatico. Per questa ragione l'attuale areale della specie si è fortemente ridotto mettendone a rischio la sopravvivenza in molti corsi d'acqua.

Il Fiume Toce e i suoi tributari rivestono ancora grande importanza poiché collegati direttamente ed indirettamente a quattro grandi bacini lacustri subalpini: il già citato Lago Maggiore, il Lago d'Orta, il Lago di Mergozzo e il Lago Ceresio. L'ambiente è fortemente interconnesso e, in esso, la trota marmorata ha potuto svilupparsi ed adattarsi non soltanto ad una vita fluviale ma anche lacustre, potendo così incrementare notevolmente le proprie strategie evolutive. Che potesse vivere in lago era già noto dal XIX secolo grazie ai lavori di Cuvier (1829), Cuvier e Valenciennes (1840) e Siebold (1863). Quest'ultimo la descrisse anche per i sistemi fluviali delle Alpi meridionali, differenziata dalla classica trota fario transalpina, con il nome particolare di "*Trutta fario*" "*varietas marmoratus*".

Le migrazioni dall'ambiente lacustre al Fiume Toce e i suoi tributari avvengono con maggior frequenza in primavera ed autunno inoltrato (Tozzetti 1874; Boniforti 1870), probabilmente in relazione agli eventi piovosi più intensi. Il motivo della migrazione dal lago al fiume è legato alla riproduzione, durante la quale le grandi trote in risalita raggiungono il corso principale del Fiume Toce, per poi abbandonarlo dopo l'evento di frega. Il periodo riproduttivo ha inizio a partire dalla metà di ottobre, con un culmine verso l'inizio di novembre.

Le informazioni relative ad accrescimento e maturità sessuale della trota marmorata nel VCO, prevalentemente ricavate dai pesci campionati nel sistema del Toce (Fig. 8), hanno permesso di stabilire un una lunghezza massima raggiungibile dalla specie di circa 104 cm e una lunghezza media alla maturità sessuale di circa 55 cm. La misura minima di cattura ottimale dovrebbe essere pari almeno alla cosiddetta lunghezza ottimale di cattura, e cioè 67 cm di lunghezza.

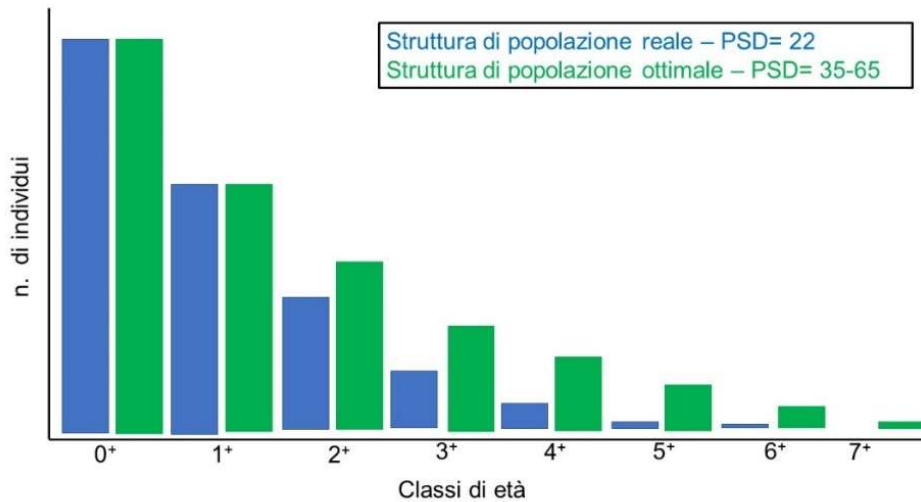


**Figura 7** - Accrescimento di *Salmo marmoratus* nel bacino del Fiume Toce. TL = Lunghezza totale in cm, Asse x = età in anni. I rettangoli in rosso e in verde rappresentano l'area in cui gli individui sono mediamente immaturi (rosso) e dove sono mediamente maturi sessualmente (Verde). L'area di sovrapposizione rappresenta una zona di variabilità legata al sesso (i maschi maturano un anno prima delle femmine).

La struttura di popolazione di *Salmo marmoratus* nel fiume Toce (Fig. 9) non è equilibrata: la popolazione infatti è costituita da una sproporzione tra il numero di individui giovani e il numero degli adulti.

Il valore dell'indice PSD (in inglese "Population structure density index") che serve a riassumere in un numero semplice la valutazione della struttura di popolazione (Gablehouse, 1984) è uguale a 22. Tale valore, in una situazione ottimale, dovrebbe essere invece compreso tra 35 e 65. Valori inferiori a 35 indicano una carenza di adulti nella popolazione (indice di eccessiva mortalità), mentre valori al di sopra di 65 indicano un loro eccesso (probabile insufficiente livello di riproduzione o un'eccessiva mortalità fra gli individui giovani) (Pedicillo 2010).

La popolazione del Toce ha troppo pochi individui di grandi dimensioni rispetto al numero dei giovani. La differenza tra struttura reale e ottimale si amplifica vistosamente dopo la terza stagione di accrescimento (classi di età 2+) allorquando i pesci si avvicinano alla taglia di cattura (40 cm).

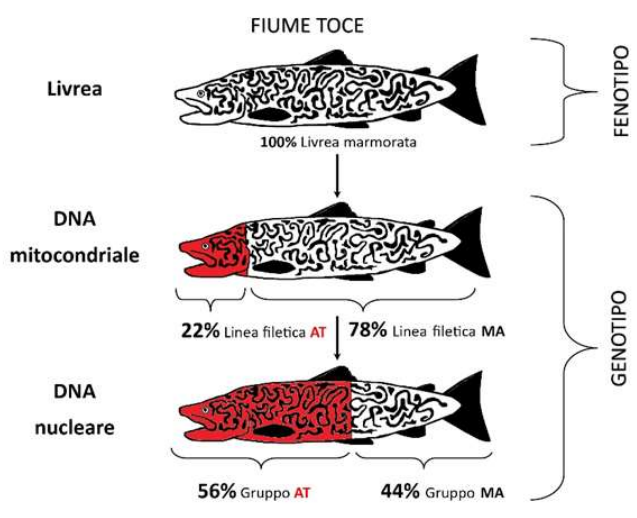


**Figura 8** - Struttura di popolazione reale (Blu) e ottimale (Verde) per *Salmo marmoratus* nel bacino del Fiume Toce. Si notino le differenze importanti a partire dalla classe di età 2<sup>+</sup>

La mortalità media a partire dal secondo anno di vita è di circa il 55% ogni anno con una incidenza della pesca pari a circa il 30%. In altre parole, a partire dal secondo anno di vita, su 100 esemplari di due anni solo 45 raggiungono il terzo anno. Di questi 45, solo 24 arrivano al quarto. E di questi 24, solo 13 arrivano al quinto anno. Tenendo conto di una ripartizione percentuale simile di maschi e femmine, al 5° anno, ovvero ad una lunghezza in cui avviene la riproduzione, arrivano solo 6 femmine su 100 individui.

Struttura genetica di *Salmo marmoratus* nel Fiume Toce

Nella figura 9 sono riportati i risultati dell'analisi genetica di pesci selvatici del Fiume Toce.



**Figura 9** - I risultati delle analisi genetiche di *Salmo marmoratus* nel Fiume Toce. In rosso la percentuale di introgressione con *Salmo trutta* dopo analisi del DNA Mitocondriale e dopo la successiva analisi del DNA Nucleare.

Circa l'80% degli individui con fenotipo marmorato analizzati provenienti dal Fiume Toce presenta ancora la linea genetica MA (marmorata) ma le analisi del DNA Nucleare sono invece meno confortanti e mettono in evidenza una significativa presenza di ibridi con il gruppo *Salmo trutta* di origine atlantica (AT), tanto da ridurre il gruppo "marmorata" al 44% complessivo degli individui analizzati.

L'introggressione genica è probabilmente legata alla presenza di maschi di trota fario *Salmo trutta* che fecondano le uova rilasciate dalle femmine di trota marmorata. Nella popolazione del Fiume Toce, la presenza di "introggressione ibrida" (e cioè di pesci figli di genitori ibridi) è invece ancora moderata, segnale che indica la elevata mortalità del materiale immesso tramite i ripopolamenti o la maggior fitness dei pesci selvatici.

Il livello di purezza medio del sottocampione selvatico "puro" (gruppo marmorata) è prossimo al 99%. Questo aspetto risulta davvero molto promettente nell'ottica del recupero del genoma nativo perché:

1. Tale livello di purezza è ottimale per programmi di conservazione;
2. Il numero di pesci con genoma ottimale rispetto al totale non è trascurabile;
3. Il livello di parentela tra i soggetti analizzati risulta essere molto basso.

È possibile quindi:

1. selezionare individui selvatici per ricostituire, progressivamente, uno stock di riproduttori di buona qualità ed utilizzare la progenie migliorata per il ripopolamento di aree selezionate (vedi obiettivo gestionale n.4).
2. ipotizzare ragionevolmente che un incremento dello stock selvatico possa amplificare notevolmente il recupero della presenza di genoma nativo nei pesci a livrea marmorata.

### Conclusioni

Lo stato della popolazione di trota marmorata *Salmo marmoratus* nel VCO presenta alcune significative criticità. L'areale di distribuzione attuale è decisamente più limitato rispetto a quello naturale originario a causa della frammentazione degli habitat fluviali e della loro alterazione idromorfologica. La popolazione è costituita mediamente da individui troppo giovani a causa di elevata mortalità e il genoma nativo mostra significativi livelli di introggressione con *Salmo trutta*.

Se l'obiettivo dei ripopolamenti è quello di contribuire alla conservazione della specie, la selezione degli individui utilizzati per la riproduzione artificiale non può più essere operata mediante la sola selezione fenotipica, perché:

- a. non c'è piena corrispondenza tra pesci con livrea marmorata e pesci con genoma nativo. Pertanto, il rischio è quello di propagare genoma non nativo pur selezionando pesci con livrea marmoreggiata.

b. selezionando sempre e solo la livrea “migliore” si riduce, artificialmente, la variabilità nelle linee di allevamento. Questo amplifica l’effetto di domesticazione generato dal “ciclo chiuso” di allevamento (perpetuazione dei reincroci).

c. si associano individui che naturalmente potrebbero scegliere di non farlo, forzando quindi il meccanismo di adattamento all’ambiente ed evoluzione naturale. Questo è evidentemente contrario a qualsiasi supporto alla conservazione.

### Obiettivi gestionali

Al fine di migliorare lo stato di conservazione di *Salmo marmoratus* è auspicabile perseguire, in modo sinergico, i seguenti obiettivi gestionali:

1. Garantire maggior resilienza e capacità adattativa nella popolazione selvatica migliorando la struttura di popolazione dello stock selvatico (Obiettivo 1)
2. Migliorare la presenza di genoma nativo nei pesci selvatici e di impianto (Obiettivo 2)
3. Estendere l’areale di gestione “a marmorata” (Obiettivo 3)
4. Creare “incubatoi naturali” in cui sviluppare popolazioni di riferimento con linee genetiche pure (Obiettivo 4)
5. Favorire la “rusticità” del materiale introdotto (Obiettivo 5).

## *OBIETTIVO 1 - Miglioramento del potenziale riproduttivo dello stock selvatico di Salmo marmoratus*

Obiettivo: incrementare la taglia media degli individui presenti e raggiungere una popolazione con struttura di taglia equilibrata e valori di PSD compresi tra 35 e 65.

Effetto positivo: medio e lungo termine

### Modalità operativa

La struttura di popolazione si può migliorare modificando il prelievo di pesca in diversi modi, ciascuno dei quali avrà effetto in tempi più o meno rapidi.

- a. Innalzare la misura minima oltre la lunghezza ottimale di cattura. La misura minima di cattura attuale nella Provincia del VCO non è adeguata in base alle caratteristiche di accrescimento e, dunque, di maturità sessuale e potenziale riproduttivo, di *Salmo marmoratus*.  
La misura minima di cattura ottimale dovrebbe essere pari almeno alla cosiddetta lunghezza ottimale di cattura, e cioè 67 cm di lunghezza.  
I tempi di risposta della popolazione rispetto a questa misura sarebbero piuttosto veloci per una ragione semplice: i pesci al di sopra di questa misura sono piuttosto rari e, dunque, almeno per i primi 3 -5 anni dalla sua istituzione, ci si troverebbe quasi nella condizione di un no-kill. Tuttavia, questa misura non garantirebbe la tutela in futuro dei pesci di dimensioni più grandi, che sono i migliori per il numero di uova prodotte e loro qualità.
- b. Consentire il prelievo all'interno di una finestra di cattura ottimale.
- c. Istituire il no kill in aree specifiche (zone di protezione). La misura è chiara e mira ad ottenere un effetto positivo sulla taglia media in breve tempo (3 anni). Tuttavia, il suo effetto sulla popolazione complessiva di tutto il fiume o dell'intera Provincia è ovviamente proporzionale alla lunghezza del tratto di protezione istituito. L'istituzione di zone speciali di protezione per la specie, possono consentire ai pescatori di trattenerne comunque, in altre zone, le trote marmorate per il proprio consumo personale (ma per la taglia di prelievo, si vedano le misure "a" e "b").
- d. Istituire il no-kill in tutto l'areale di distribuzione (catch and release). Questa misura è da tempo ampiamente diffusa in gran parte dell'areale di distribuzione attuale della trota marmorata in tutto il territorio Alpino ed è ben conosciuta ed apprezzata da gran parte del mondo della pesca ricreativa che può comunque essere esercitata. Gli effetti di questa misura sono molto positivi per la specie ed è la soluzione migliore ai fini della conservazione nel breve e nel lungo periodo.

Tenendo conto della sensibilità del mondo della pesca è ragionevole pensare che il no kill possa essere praticabile in gran parte, se non tutto, il reticolo idrografico dove la specie è già o sarà, in futuro, presente. Una possibile area esclusa da tali misure potrebbe essere quella dei tributari minori afferenti al Lago Maggiore (vedi mappa in figura 12) o laddove i ripopolamenti dovessero essere effettuati, se pur temporaneamente, con materiale più introgresso (vedi Obiettivo 2 e mappa in figura 12). In questo caso si potrebbe puntare maggiormente al prelievo e istituire misure di cattura non strettamente finalizzate alla conservazione.



L'obiettivo finale è avere una struttura di popolazione di *Salmo marmoratus* equilibrata con valori dell'indice PSD (Gablehouse 1984 rivisto in Gassner et al. 2003) compresi tra 35 e 65.

L'indice PSD permette di valutare la struttura di una popolazione ittica a partire dalla frequenza delle classi di lunghezza, dalla lunghezza massima  $L_{inf}$  della specie e dalla lunghezza media alla maturità sessuale ( $L_m$ ).

Il valore di PSD è definito come:  $PSD = (N_{i \geq L_m}) / (N_{i \geq L_{stock}}) * 100$

$N_i$  = numeri di individui

$L_{stock}$  definita come la "Lunghezza minima dello stock" =  $L_m - (L_{Trophy} - L_m) / 3$

$L_m$  = Lunghezza minima di qualità = Lunghezza media alla maturità.

$L_{Trophy} = L_{tot} \geq 0,8 * (L_{inf})$

$L_{inf}$  è la lunghezza massima media teorica della specie in quella tipologia di ambiente in condizioni prossime a naturalità.

$L_{inf}$  è la lunghezza massima della specie in quella tipologia di ambiente . Per *Salmo marmoratus* nel sistema Toce è pari a 104 cm.

Pertanto i valori di riferimento arrotondati al cm da utilizzare per il calcolo del PSD sono:

$L_{Trophy} = L_{tot} \geq 0,8 * (L_{inf}) = 83$  cm

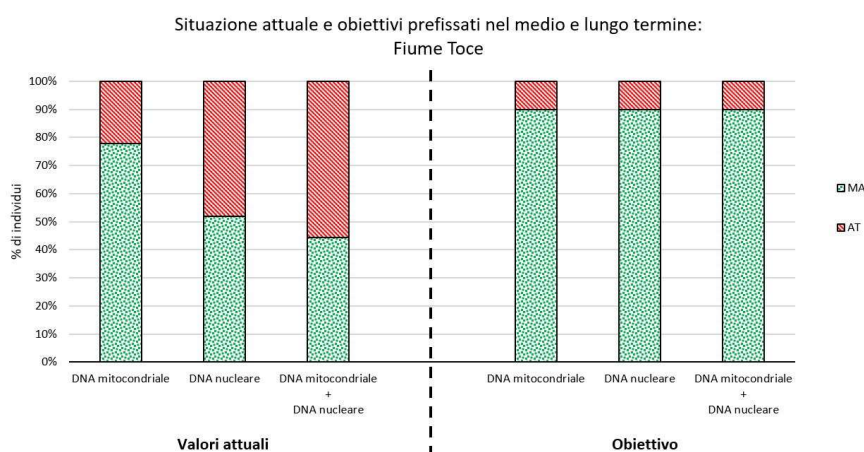
$L_m$  = Lunghezza minima di qualità = Lunghezza media alla maturità = 54 cm

$L_{stock}$  definita come la "Lunghezza minima dello stock" = 24 cm

## OBIETTIVO 2 - Miglioramento del genoma “marmoratus” in incubatoio e nei pesci selvatici

### Obiettivo:

1. Incubatoio: raggiungimento del 100% dei soggetti presenti con linea genetica MA per il DNA mitocondriale e valori di purezza >95% per il DNA nucleare.
2. Fiume: tenendo conto della complessità del reticolo idrografico del VCO, obiettivo da raggiungere è il raggiungimento e il mantenimento nell’area gestionale “a marmorata” del 90% dei soggetti presenti con linea genetica MA (DNA Mitocondriale) e valori di purezza >95% (DNA nucleare).



**Figura 10** – Situazione attuale e obiettivo di medio lungo periodo nella struttura genetica degli individui a fenotipo marmorato nel Fiume Toce. I valori di purezza riferiti al DNA nucleare sono >95%.

Effetto positivo: a medio e lungo termine

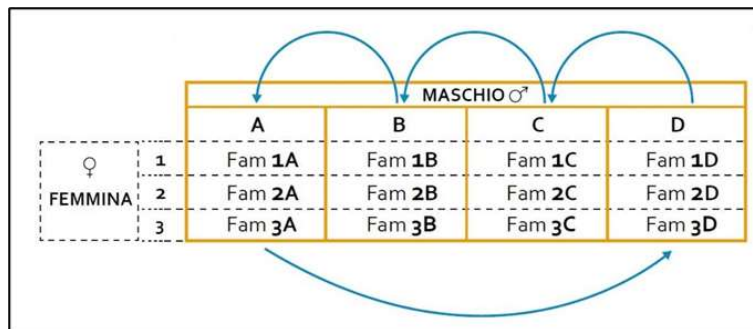
### Modalità operative

Il miglioramento delle caratteristiche del genoma dei pesci selvatici e di impianto è certamente una sfida impegnativa e ambiziosa. Ma le evidenze genetiche, almeno preliminari, lasciano spazio alla speranza di poter migliorare la situazione e proseguire il meritevole sforzo profuso dai volontari (AVPMO) e da FIPSAS da almeno due decenni, di ristabilire una popolazione vitale di *Salmo marmoratus* nel VCO caratterizzata da genoma nativo, corroborando anche i risultati di progetti passati quali INTERREG ITA-CH “Conservazione e ripopolamento della trota marmorata nel bacino idrografico del fiume Ticino” (2006) e INTERREG ITA-CH “SHARESALMO” (2018-2022).

### Impianto

1. Incrementare quanto più possibile l’analisi genetica dei pesci presenti in tutti gli impianti ittiogenici del VCO (entro il 2022);
2. Promuovere la “taggatura” dei pesci di incubatoio (Pit Tag) per il loro riconoscimento (peraltro, per impianti di valle con permanenza dei pesci superiore ai sei mesi, il riconoscimento è già richiesto per legge).

3. Per i ripopolamenti si dovrebbero privilegiare gli individui che meglio rispondono ai requisiti genetici ottimali, favorendone l'immissione nei siti elettivi.
4. Le analisi genetiche per essere davvero utili alla conservazione dovrebbero prevedere tre step obbligatori e consequenziali:
  - a. Analisi del DNA mitocondriale (prima distinzione delle linee genetiche MA, AT ed eventuali ME (mediterranea), AD (Adriatica) o DA (Danubiana));
  - b. Analisi del Locus LDH: vanno esclusi gli individui che portano l'allele 90\* (prima distinzione DNA Nucleare), caratteristici del gruppo atlantico.
  - c. Analisi di marcatori microsatellite sui campioni selezionati dopo l'analisi con LDH (almeno 12 marcatori microsatellite).
5. È da evitare, ovviamente, l'incrocio tra materiale dissimile (genomi puri con genomi introgressi).
6. Solo per i pesci con genoma "puro", occorrerebbe procedere con un processo di fecondazione che deve essere eseguito per massimizzare la variabilità genetica della prole, secondo lo schema seguente.



**Figura 11** - Rappresentazione schematica degli incroci tra individui all'interno dell'incubatoio. In questo esempio 3 femmine sono incrociate con 4 maschi. Il risultato sono 12 famiglie. Le frecce simboleggiano il rispettivo maschio "di riserva". Esempio: la famiglia 1A è composta da una porzione di uova della femmina 1, da sperma del maschio A e sperma del maschio B ("riserva").

Gran parte delle uova devono essere rilasciate nel fiume mentre una minima quota può essere mantenuta in incubatoio per la successiva fare di svezamento delle larve da utilizzare quale "quota di riserva".

### OBIETTIVO 3 – Incrementare l’areale di gestione “a marmorata” in Provincia del VCO

Obiettivo concreto: aumento areale della zona gestionale “a marmorata”.

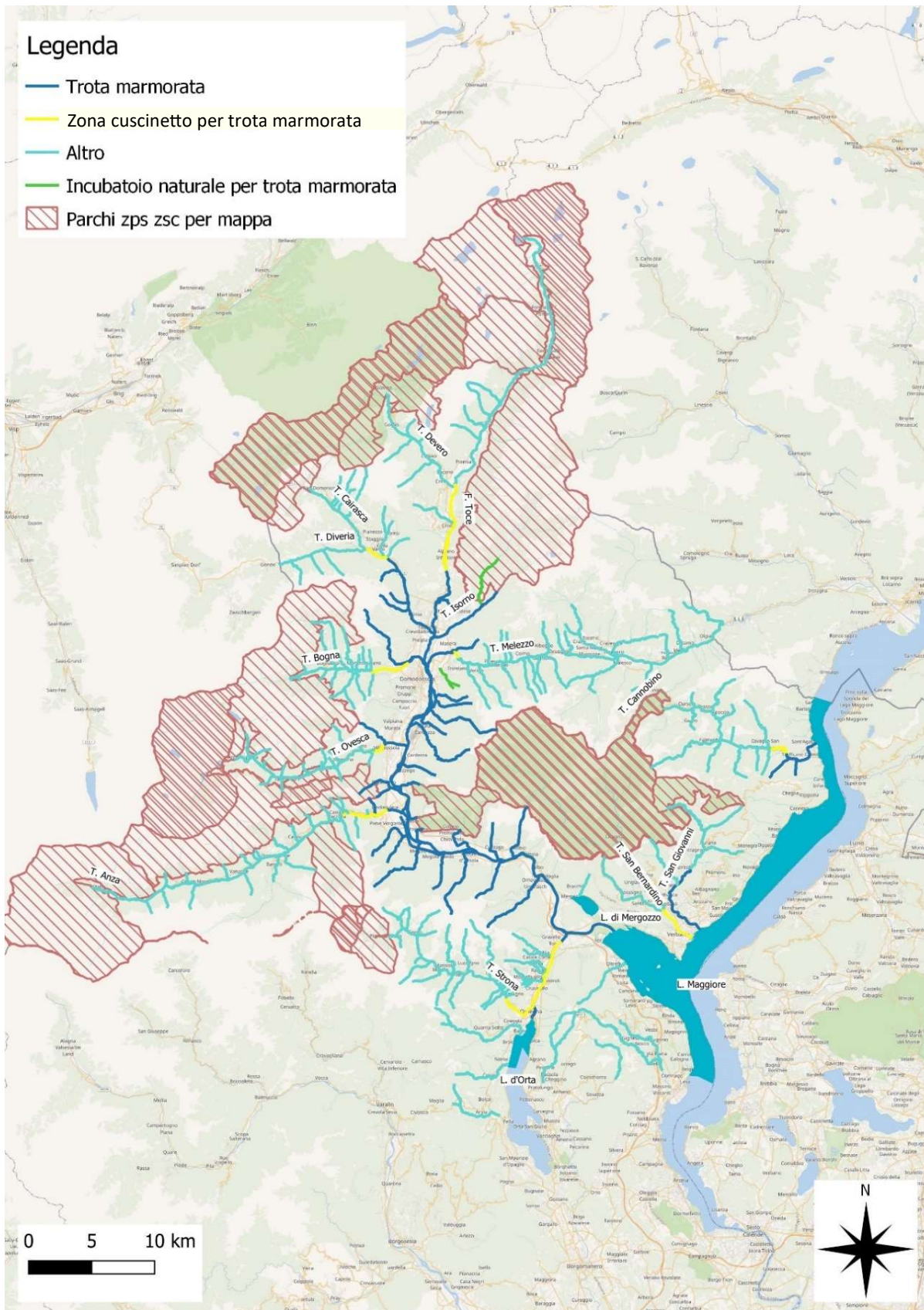
L’areale di distribuzione naturale della trota marmorata è in origine ben più ampio di quello attuale e non tutti i corsi d’acqua dove al momento è assente la specie sono inadatti ad ospitarla. Per tale ragione l’estensione della zona gestionale a marmorata è una misura già oggi potenzialmente efficace per il miglioramento dello stato di conservazione della specie nel medio periodo e per favorire il suo incremento numerico naturale.

Effetto positivo: medio periodo

#### Modalità operative

La Figura 12, rappresenta la mappa di un primo e concreto obiettivo per estendere l’areale di distribuzione di *Salmo marmoratus* nel VCO tenendo conto di alcuni elementi importanti:

- a. La specie *Salmo marmoratus* pur abitando preferenzialmente in corsi d’acqua con portate elevate, vive anche in corsi d’acqua di piccole e medie dimensioni (Pontalti 2020; Lo Conte com. pers.; Grossi com. pers.; Iaia com. pers.) adattandosi facilmente sebbene, in alcuni casi, presentando densità minori rispetto alla conspecifica trota fario (Pontalti 2020).
- b. I fenomeni meteo estremi, sempre più frequenti, hanno un impatto negativo sulla fauna ittica dei torrenti montani, in molti casi determinandone la scomparsa o lo spostamento a valle. Se il tratto non è connesso al reticolo idrografico posto a valle, non è naturalmente nuovamente colonizzabile.
- c. Le zone ittiche definite nella mappa seguente (figura 12), rappresentano un riferimento che deve però essere vagliato e integrato con le normative in essere al momento della sua adozione con particolare riferimento a quanto richiesto per Rete Natura 2000 e le aree a Parco, fermo restando l’obiettivo della conservazione di *Salmo marmoratus*.
- d. Con il termine altro si intendono salmonidi diversi da *Salmo marmoratus*. Nel caso in cui con il termine “altro” si identifichi una specie alloctona, l’immissione di tali specie deve essere autorizzata dalla Regione Piemonte, a sua volta tributaria delle indicazioni dal Ministero della Transizione Ecologica-MITE, come previsto dalle normative vigenti.



**Figura 12** – Reticolo Idrografico principale del VCO. In blu: gestione a marmorata; in giallo: zona cuscinetto per la tutela della trota marmorata, in verde: zona di Incubatoio naturale” a marmorata; in azzurro: zona con specie da definirsi sulla base della legislazione vigente.



#### *OBIETTIVO 4 – Istituzione di incubatoi naturali*

Obiettivo concreto: Istituzione di incubatoi naturali e formazione di “nuclei sorgente e di vivaio” di *Salmo marmoratus*

La designazione di zone di tutela è di prioritaria importanza per la conservazione e la gestione di popolazioni con elevato grado di “purezza” dalle quali, eventualmente, attingere pesci selvatici di qualità per il “rinsanguamento” del materiale di incubatoio e la progressiva estensione dell’areale di distribuzione di *Salmo marmoratus* nel reticolo idrografico. I siti sono intesi come “zone sorgente e di vivaio” per la specie.

Effetto positivo: immediato

#### Modalità operative

La scelta delle zone di protezione deve essere effettuata considerando i seguenti criteri:

- L’assenza di specie interfertili con trota marmorata: deve essere evitata qualsiasi immissione di materiale ittico interfertile sia a monte che a valle di questi tratti qualora non siano presenti briglie invalicabili che permettano di isolare fisicamente il tratto in questione.
- a supporto del mantenimento di una popolazione di *Salmo marmoratus* di ottima qualità, andrà svolto un monitoraggio di selezione per traslocare altrove gli individui non appartenenti alla specie *Salmo marmoratus*.
- Basso livello di antropizzazione e/o alterazione idromorfologica del corso d’acqua, presenza delle aree di rifugio, di foraggiamento e idonei substrati per la riproduzione: tali zone devono rappresentare i siti che meglio si prestano alla sopravvivenza della specie;
- Divieto assoluto di prelievo o, eventualmente, anche di pesca, per tutto il tratto in esame.

Come prima proposta concreta è stata individuato il Torrente Isorno, indicato con il colore verde nella mappa in figura 12. Un secondo tratto di torrente vivaio potrebbe essere un piccolo corso d’acqua denominato localmente Rio Caballà e che scorre dal paese di Trontano verso il Fiume Toce, individuato anch’esso con colore verde nella mappa in figura 12.

## *OBIETTIVO 5 - Aumentare la “rusticità” degli individui utilizzati per i ripopolamenti*

Obiettivo concreto: migliorare le pratiche di allevamento e ripopolamento per aumentare la qualità e i tassi di sopravvivenza del materiale immesso.

Effetto positivo: immediato

### Modalità operative

La parola chiave che deve guidare questa misura di conservazione è “mimare la natura” al fine di aumentare la qualità del materiale immesso e il tasso di sopravvivenza. Ciò permetterà di aumentare la resa finale dei ripopolamenti a parità di qualità e quantità delle strutture ittogeniche presenti sul territorio.

Contrariamente a quanto si possa comunemente pensare, le pratiche legate all’attività di fecondazione artificiale e le modalità di allevamento delle larve svolte negli incubatoi di valle, non rispecchiando quanto succede in natura (a partire dalla selezione dei riproduttori, alle caratteristiche dell’ambiente di incubatoio destinato ad ospitare le uova, gli avannotti e il futuro parco riproduttori) non sono un sistema molto efficiente per sostenere la produzione ittica, qualora vi siano le condizioni per la riproduzione naturale.

Diversi studi hanno dimostrato la presenza di selezione a sfavore degli individui di allevamento e degli ibridi a vantaggio di quelli selvatici (Chilcote et al., 1986; Poteaux et al., 1998; Skaala et al., 1996). Trote selvatiche e domestiche mostrano tassi di mortalità diversi, maggiori in queste ultime. Le trote domestiche tendono infatti a contrarre più facilmente malattie e hanno inoltre una maggiore predisposizione ad essere catturate dai pescatori sportivi, in quanto, condizionate dall’essere nutrite artificialmente, rispondono con più sollecitudine all’offerta di esche (Garcia-Marin et al., 1998). Tutto ciò significa che, sospendendo le immissioni di trote allevate in popolazioni in cui la componente alloctona non sia divenuta preponderante, quest’ultima verrà eliminata dal pool genico della popolazione nel volgere di poco tempo (Hansen et al., 1995). Diversi studi scientifici hanno dimostrato che i pesci allevati in incubatoio hanno anche solitamente una fitness riproduttiva inferiore rispetto a quelli selvatici, mediamente con una riduzione di circa il 50% (Christie 2016).

Per evitare gli effetti deleteri della domesticazione è necessario:

1. ridurre il più possibile la permanenza in incubatoio dei riproduttori di sesso maschile, limitando il ciclo chiuso ad un massimo di due anni per ogni individuo presente.
2. il materiale destinato al ripopolamento deve essere seminato preferibilmente sotto forma di uova embrionate (in scatole vibert o altri contenitori, eventualmente in letti di frega artificiali). Almeno 70% delle uova embrionate devono essere immesse nei corsi d’acqua prima della schiusa.
3. le vasche di stabulazione o eventuale permanenza dei pesci adulti o subadulti devono essere ricche di rifugi. L’allestimento delle vasche è uno degli aspetti fondamentali nella riduzione dello

stress e nel mantenimento di tratti comportamentali selvatici dei pesci allevati. L'impiego di diversi materiali (es. tubi, mattoni, teli ecc..) che offrano zone di rifugio e complessità dell'habitat eviteranno accumuli di stress causati dalla competizione e da un ambiente eccessivamente antropizzato al quale i pesci non sono e non devono essere abituati.

4. i truogoli che ospitano le larve in fase di riassorbimento del sacco vitellino devono presentare colorazione mimetica e scura, per mimare il più possibile l'ambiente naturale (in natura le larve si sviluppano al buio sotto la ghiaia). E' questo il periodo in cui la larva sviluppa il sistema visivo e impara a "misurare" lo spazio intorno a sé. Questo aspetto è essenziale a rendere la larva e il futuro pesce adatto e adattato alla vita in natura.

5. Nel caso in cui il ripopolamento venga effettuato con materiale allo stadio di sviluppo avanzato (larve in grado di alimentarsi o giovanili) la somministrazione del cibo, comunemente svolta in impianto con mangime industriale (pellet), dovrà essere integrata fornendo anche quello naturale (ed es. pesci e insetti). Questo servirà a rendere le giovani larve o i giovanili maggiormente avvezzi alla ricerca del cibo naturale e troficamente autosufficienti una volta rilasciati.

N.B. una gestione dei ripopolamenti basata prevalentemente sul rilascio di uova embrionate e sulla stabulazione permanente negli incubatoi solo di pochi individui di elevata qualità genetica con funzione di "riserva", consente di ridurre significativamente i costi di gestione degli incubatoi di valle, di incrementare la pulizia degli ambienti e di ridurre problemi sanitari spesso determinanti per mortalità a breve o lungo periodo del materiale presente o immesso.



**Figura 13** – Scatola Vibert adatta alla deposizione delle uova di trota marmorata e larve di marmorata pronte ad uscire nel fiume.



**Figura 14** - Ripopolamento con uova embrionate di trota mediterranea (*Salmo ghigii*) mediante la tecnica del "cocooning" operata dal personale di MRTG all'interno del progetto Life Nat.Salmo (Molise).



## GAMBERO ITALICO (*Austropotamobius pallipes*, Lereboullet 1858)

### Descrizione e distribuzione

L'ordine dei decapodi è presente nelle acque dolci superficiali e sotterranee italiane con un limitato numero di specie. Ad oggi, tra i decapodi di maggiori dimensioni, vengono riconosciute 2 specie: *Austropotamobius pallipes* e *Austropotamobius italicus*. Quest'ultima a sua volta si differenzia in quattro sottospecie: *A. i. carinthiacus* nell'Italia Centrale e Nord-Occidentale; *A. i. carsicus* nel Nord-Est; *A. i. italicus* nell'Appennino tosco-emiliano; *A. i. meridionalis* nell'Italia Centro-Meridionale e nel Friuli-Venezia Giulia. *Austropotamobius pallipes* viene considerato, a livello inter e intra-specifico, come un complesso di specie con una robusta struttura genetica.

Da un punto di vista morfologico il corpo è costituito dal cefalotorace (regione cefalica e toracica, che risulta dalla fusione di 14 segmenti) e l'addome (6 segmenti che terminano con il telson).

Nella regione toracica sono presenti cinque paia di arti, differenziati su base funzionale: il primo paio è trasformato in chele assai robuste e sviluppate, che rivestono fondamentale importanza nell'attacco, nella difesa e nell'accoppiamento; le successive due paia sono fornite di piccole chele con funzione prensile (chelipedi) mentre le ultime due ne sono sprovviste e sono utilizzate per la deambulazione.

L'addome è formato da sei segmenti articolati e termina con il telson. Su ciascun segmento dell'addome sono presenti un paio di pleopodi: nelle femmine i pleopodi sono tutti uguali e svolgono la principale funzione di trattenere le uova durante il periodo di incubazione.

Nei maschi, il primo paio di pleopodi è modificato a formare particolari appendici, i gonopodi, utilizzate per la fecondazione (questo è il principale carattere distintivo che permette di riconoscere maschi e femmine). Il dimorfismo sessuale è particolarmente accentuato dalla lunghezza maggiore delle chele nei maschi e dal ventre più ampio delle femmine (per accogliere le uova).

Il gambero di fiume autoctono è ben riconoscibile dalle specie aliene per la mancanza della spina sul carpopodite e per la presenza di un paio di creste post-orbitali.

L'area di distribuzione di *A. pallipes* copre gran parte dell'Europa (segnalazioni da 18 paesi europei). L'areale si estende ad ovest, in particolare nel Nord-Ovest della Spagna (la specie si è estinta in Portogallo all'inizio di questo secolo); ad est il limite è costituito dal Montenegro, a nord dalla Scozia e a sud dalla Spagna. In Germania, Liechtenstein, Austria, Corsica e Montenegro la specie ha una distribuzione limitata. Poiché in molte zone *A. pallipes* è stato introdotto, il suo areale originario è di complicata interpretazione. In Irlanda e nel Regno Unito è stato traslocato in epoca medievale dai monaci francesi, che apprezzavano molto la carne dei gamberi; anche in Corsica e nel Liechtenstein è stato traslocato in tempi storici e molto probabilmente anche in Austria, Spagna e Portogallo.

### Ecologia

Il gambero italiano ha abitudini marcatamente crepuscolari e lucifughe. Occupa principalmente habitat con fondali ciottolosi, sabbiosi e fangosi con una notevole eterogeneità che garantiscono la

presenza di rifugi (ceppi sommersi, macrofite, radici di alberi, ecc.) e cibo. Sono generalmente onnivori. I giovani hanno tendenze alla zoofagia mentre gli adulti sono detritivori. Si nutrono di larve acquatiche di insetti, crostacei bentonici, molluschi, anellidi, anfibi e loro larve, piccoli pesci, macrofite acquatiche (*Chara* spp.), briofite acquatiche (*Fontinalis antipyretica*) e detriti vegetali.

Preferisce acque fresche e ben ossigenate, tipiche dei piccoli corsi d'acqua montani e collinari, senza disdegnare i tratti alti dei grandi fiumi e i laghi, purché ricevano il dovuto apporto di acque fresche. È stenoionico, con valori ottimali di pH compresi tra 6.8-8.0. Necessita inoltre di una concentrazione di calcio disciolto variabile tra 2,7 ppm e 140 ppm, con valori ottimali tra 50 e 100 ppm, e una concentrazione di  $\text{HCO}_3^-$  da 6 a 430 ppm.

Il gambero è tendenzialmente un animale solitario e territoriale. Quest'ultimo aspetto è più accentuato nei maschi, soprattutto in concomitanza del periodo riproduttivo, nel quale aumenta anche la mobilità di entrambi i sessi. L'evento riproduttivo avviene quando l'acqua raggiunge le temperature di 12-13°C dal periodo autunnale (metà ottobre) sino a quello invernale (novembre e dicembre). La maturità sessuale viene raggiunta alla terza-quarta estate di vita (i maschi hanno raggiunto una lunghezza totale di circa 60-65 mm e le femmine di circa 55-60 mm). I maschi producono le spermatofore che vengono posizionate sull'addome ventrale della femmina mediante le due paia di pleopodi modificati (gonopodi).

Le uova aderiscono tra loro e ai pleopodi materni. Hanno un diametro di 2,2 - 3,3 mm e variano in numero da 30 a 100 per femmina, aumentando con la taglia dell'individuo.

L'intero processo si completa in 1.391° CTU (Unità di Temperatura Celsius= gradi-giorno) che corrispondono a 193 giorni alla temperatura media di  $7,1 \pm 3,79$  °C. La deiscenza del guscio dell'uovo permette la fuoriuscita del giovanissimo individuo, lungo 7-8 mm e di aspetto assai simile a quello di un gambero in miniatura; la larva presenta un voluminoso cefalotorace rigonfio di riserve alimentari utili per i primi tre o quattro giorni di vita, durante i quali rimane appeso con le minuscole chele uncinato ai pleopodi materni.

### Minacce alla conservazione

Il gambero di fiume è una specie protetta e iscritto nella Lista Rossa dello IUCN dove viene classificato dal 2010 come specie in pericolo di estinzione (EN). È inoltre inserito nella Direttiva Habitat (92/43/CEE) che lo qualifica come specie di interesse comunitario per la quale devono essere adottate misure speciali di conservazione (Allegato II) e come specie assoggettabile a prelievi coerenti con specifici piani di gestione (Allegato V). Tra le cause di minacce vi è il cambiamento climatico, il degrado ambientale, captazione idrica, inquinamento e la presenza delle specie alloctone.

Quest'ultima suscita molte preoccupazioni poiché le specie alloctone veicolano una malattia in particolare molto dannosa per il gambero di fiume, l'afanomicosi o "peste del gambero" (*Aphanomyces astaci*). L'infezione si propaga nell'acqua tramite le zoospore prodotte in gran numero entro un ambito di temperature assai ampio (da 2 a 25 °C), il che le permette di estendersi durante tutto l'anno. La specie sembra tollerare un certo grado di eutrofizzazione e di acidità

mentre risulta molto sensibile ai pesticidi e all'inquinamento organico, che influenza negativamente i livelli di ossigeno.

#### Obiettivi gestionali

Il gambero di fiume necessita di adeguata protezione a causa della sua rarità.

Al fine di conservarne e proteggere le poche popolazioni rimaste e i piccoli nuclei sparsi presenti nel territorio del VCO occorre innanzitutto cercare di mantenere il più possibile inalterato il corso d'acqua che li ospita. In questo senso, laddove ne sia stata accertata la presenza andrebbe evitato ogni intervento di disalveo, interruzione della continuità fluviale, depauperamento degli habitat e introduzione di specie competitive o predatrici, incluse quelle ittiche.

## LA GESTIONE DELLE SPECIE ALIENE INVASIVE

Le specie aliene (o: alloctone, introdotte, esotiche, non-indigene, non-native) sono specie (sottospecie o razze/varietà o parti dell'individuo) che si trovano al di fuori della loro area di origine naturale in seguito ad un'azione diretta volontaria o accidentale da parte dell'uomo. Qualora una specie introdotta si stabilisse in un ecosistema o habitat naturale o seminaturale, diventando un agente di cambiamento e una minaccia per la diversità biologica autoctona e per i servizi ecosistemici collegati, allora verrebbe considerata una "Specie aliena invasiva". Esse sono tra le principali causa di perdita di biodiversità, in Italia e nel mondo.

Fermo restando la normativa italiana di riferimento che pone il divieto di introduzione di specie alloctone, occorre mettere in evidenza che non tutte le specie alloctone sono invasive, cioè dannose e, anzi, di norma solo una piccola percentuale delle specie esotiche che arrivano su un dato territorio creano problemi (per esempio delle 12.000 specie esotiche registrate in Europa, il 10-15% è ritenuto invasivo).

A livello mondiale e a livello europeo sono state stilate le liste di 100 tra le peggiori specie aliene invasive. Tra queste, nell'ambito dei pesci, vengono riconosciute la trota fario, la trota iridea e la carpa.

### Regolamento EU e altre normative italiane di riferimento

In linea con tutte le principali convenzioni internazionali in materia di tutela della biodiversità e con la Strategia Nazionale per la Biodiversità, l'Italia opera attivamente per prevenire la diffusione di specie esotiche invasive e per controllare o eradicare quelle specie che siano già presenti sul nostro territorio. Dal 1 gennaio 2015 è in vigore nei paesi dell'Unione Europea il Regolamento 1143/2014, recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive.

Il 14 febbraio 2018 è entrato in vigore il Decreto Legislativo 230/2017 per "l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 1143/2014 recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e diffusione delle specie esotiche invasive". L'autorità nazionale competente individuata per le varie funzioni è il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (MATTM) supportato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

Gli interventi si basano su: la prevenzione, il rilevamento precoce e l'eradicazione rapida o la gestione nel caso di specie già ampiamente diffuse. Tali specie sono inserite in liste aggiornate e rientrano nella categoria delle specie esotiche vegetali e animali invasive di rilevanza "unionale", i cui effetti negativi sono considerati tali da richiedere un intervento concertato a livello di Unione in conformità dell'art. 4, paragrafo 3 (Regolamento Europeo 1143/2014) e la cui inclusione nelle suddette liste porterebbe a prevenire, ridurre al minimo e mitigare gli effetti negativi in modo efficace ed efficiente sotto il profilo dei costi.

L'elenco delle specie invasive di interesse unionale è costituito da 66 specie e non comprende specie considerate esotiche per alcuni paesi, che però sono autoctone nel territorio dell'UE (p. es. *Silurus glanis*). Il Decreto Legislativo prevede la possibilità di adottare un elenco di specie esotiche invasive di rilevanza nazionale (attualmente in Italia non è ancora stato istituito alcun elenco nazionale), cui si applicano le disposizioni e i divieti previsti per le specie esotiche di rilevanza unionale. Tale elenco potrà essere progressivamente integrato anche sulla base delle richieste di Regioni e Province Autonome.

**Tab. 1** – Specie aliene invasive di rilevanza Unionale presenti in Italia

| <b>Nome Comune</b>            | <b>Specie</b>                   | <b>Presenza in Italia</b> |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| <b>Pesci</b>                  |                                 |                           |
| Persico sole                  | <i>Lepomis gibbosus</i>         | Diffusa                   |
| Pseudorasbora                 | <i>Pseudorasbora parva</i>      | Diffusa                   |
| <b>Invertebrati</b>           |                                 |                           |
| Gambero americano             | <i>Orconectes limosus</i>       | Diffusa                   |
| Gambero rosso della Louisiana | <i>Procambarus clarkii</i>      | Diffusa                   |
| Gambero della California      | <i>Pacifastacus leniusculus</i> | Diffusa                   |
| <b>Rettili</b>                |                                 |                           |
| Testuggine palustre americana | <i>Trachemys scripta</i>        | Diffusa                   |

In Italia la regione Piemonte tramite L.R. 29 dicembre 2006, n. 37 (articolo 10) sottolinea la necessità di redigere un “Piano Regionale” per la tutela e la conservazione degli ambienti e della fauna acquatica e l’esercizio della pesca. Nel suddetto piano regionale (DCR 101-33331/2015) si conferma la necessità di assoggettare a interventi di contenimento, riduzione ed eradicazione, le specie alloctone censite e quelle che dovessero essere segnalate, senza alcuna distinzione. Le specie alloctone, segnalate in forte espansione nel distretto padano-veneto, che costituiscono una seria minaccia, sono: il siluro (*Silurus glanis*), l’aspio (*Aspius aspius*), il lucioperca (*Stizostedion lucioperca*), la pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*) e il barbo europeo (*Barbus barbus*). Il siluro e l’aspio sono considerate come specie potenzialmente pericolose o molto pericolose, per cui vanno adottati in tempi rapidi meccanismi di controllo delle popolazioni mediante programmi di contenimento. Altre specie alloctone su cui è opportuno attivare studi specifici per verificarne lo stato delle popolazioni ed effetti sulla fauna indigena per attivare eventuali programmi di contenimento, sono il barbo europeo e il lucioperca.

## BIBLIOGRAFIA

AA.VV. – “Action plan per la conservazione di *Austropotamobius pallipes* in Italia”. Pubblicazione realizzata nell’ambito del Progetto LIFE08 NAT/IT/000352 – CRAINat con il contributo finanziario del programma “LIFE+ Natura e Biodiversità” della Commissione Europea.

Arrignon J (1991) *Amenagement piscicole des eaux douces*. 4e edition, Technique & Documentation - Lavoisier, Paris, 631.

Bajer P G, Chizinsky C J, Sorensen P W (2011) Using the judas technique to locate and remove wintertime aggregations of invasive common carp. *Fisheries Management and Ecology*. Vol. 18, issue 6: 497-505.

Berrebi B, Povz B, Jesensek D, Cattaneo-Berrebi G, Crivelli A J (2000) The genetic diversity of native, stocked and hybrid populations of marble trout in the Soca river, Slovenia. *Heredity*. 85: 277–287.

Bianco P G (2014) An update on the status of native and exotic freshwater fishes of Italy. *Journal of Applied Ichthyology*, 30: 62–77.

Boniforti L (1871) *Il Lago Maggiore e suoi dintorni*. Corografia e guida storica, artistica e industriale. Milano.

Borroni I & Grimaldi E (1978) Fattori e Tendenze di Modificazione Dell'ittiofauna Italiana D'acqua Dolce. *Italian Journal of Zoology*. 45: S2, 63-73. Doi: 10.1080/11250007809440267.

Bovero S, Candiotto A, Ceppa L, Giuntoli F, Pascale M, Perosino GC (2021) Stato dell'ittiofauna nei fiumi e torrenti del Piemonte. *Rivista Piemontese di Storia Naturale*. 42: 135–160.

Christie MR, Marine ML, Fox SE, French RA, and Blouin MS (2016) A single generation of domestication heritably alters the expression of hundreds of genes. *Nature Communications* 7: 10676. DOI: 10.1038/ncomms10676.

Cuvier G (1829) *Le Règne Animal, distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée*. Edition 2. v. 2: i-xv + 1–406.

Cuvier G & Valenciennes M A (1848) *Histoire naturelle des poissons*. CHAPITRE III: Des truites. Pp. 314-367.

Delling B (2002) Morphological distinction of the marble trout, *Salmo marmoratus*, in comparison to marbled *Salmo trutta* from River Otra, Norway. *Cybium* 26, 283–300.

Delpino I (1935) La diffusione e la distribuzione in Italia della “Trutta genivittata” (Heckel-Kner 1858). *Bollettino di Pesca, di Piscicoltura e di Idrobiologia*. 1: 196–210.

F.I.P.S.A.S. (Federazione Italiana Pesca Sportiva e Attività Subacquee: Italian Federation of Sport Angling and Aquatic Activities) (2020) Website: <https://www.fipsas.it/>. Accessed: November 2020.

- Forneris G, Merati F, Pascale M, Perosino G C, Tribaudino M (2016) Distribuzione della fauna ittica d'acqua dolce nel territorio italiano. CREST: Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio. Torino.
- Froese R (2004) Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*. 5: 86–91.
- Froese R & Binohlan C (2000) Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*. 56, 758–773.
- Fusi E (1998) Ittiofauna e gestione della pesca in Provincia di Sondrio. Amministrazione Provinciale di Sondrio, Settore Ambiente e Sviluppo, Servizio Caccia e Pesca. Pp. 101.
- Giuffra E, Bematchez L, Guyomard R (1994) Mitochondrial control region and protein coding genes sequence variation among phenotypic forms of brown trout *Salmo trutta* from northern Italy. *Molecular Ecology*. 3: 161–171.
- Giuffra E, Guyomard R, Forneris G (1996) Phylogenetic relationships and introgression patterns between incipient parapatric species of Italian brown trout (*Salmo trutta* L. complex). *Molecular Ecology*. 5: 207–220.
- Giussani G (1997) Appunti sulla fauna d'acqua dolce. Documenta dell'Istituto Italiano di Idrobiologia N.59. Pp. 174.
- G.R.A.I.A (1999). Piano Ittico del VCO: dati raccolti – fauna ittica, qualità delle acque e habitat fluviale. Dati non pubblicati.
- Gridelli E (1936) *I pesci d'acqua dolce della Venezia Giulia*. Tipografia Domenico del Bianco e figlio, Udine, Italia.
- Guan R-Z & Wiles P R (1997) Ecological impact of introduced crayfish on benthic fishes in a British lowland river. *Conserv. Biol.* 11, 641-647.
- Hock R, Rasul G, Adler C, Cáceres B, Gruber S., Hirabayashi Y, Jackson M, Käb A, Kang S., Kutuzov S, Milner A, Molau U, Morin S, Orlove B, Steltzer H (2019). High Mountain Areas. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. In press.
- Ielli F, Alessio G & Duchi A (1991) Biologia della trota marmorata, *Salmo (trutta) marmoratus* Cuv. ./Biology of marble trout, *Salmo (trutta) marmoratus* Cuv. IV Convegno Nazionale A.I.I.A.D. Distribuzione della fauna ittica italiana. Atti Congressuali. Riva del Garda.
- Ielli F & Duchi A (1989) Accrescimento, alimentazione e riproduzione di una popolazione di trota marmorata, *S. trutta marmoratus* Cuv., in Trentino Alto Adige. Tesi di Laurea in Scienze biologiche, Facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali, Università di Parma. 98 pp.
- Kottelat M & Freyhof J (2007) *Handbook of european freshwater fishes*; Kottelat: Cornol, Switzerland; Freyhof: Berlin, Germany; pp. 1–646.

- Lorenzoni M, Carosi A, Giovannotti M, Porta G L, Splendiani A, Barucchi V C (2018) Population status of the native *Cottus gobio* after removal of the alien *Salmo trutta*: a case-study in two Mediterranean streams (Italy). *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.* 419, 22.
- Lucarda A N (2007) Metodi di ricerca e di gestione finalizzati alla conservazione della Trota marmorata. *Biologia Ambientale.* 21 (2): 75–91.
- Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner H O, Roberts D, Skea J, Shukla P R, Pirani A, Moufouma-Okia W, Péan C, Pidcock R, Connors S, Matthews J B R, Chen Y, Zhou X, Gomis M I, Lonnoy E, Maycock T, Tignor M, Waterfield T (2018) IPCC: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. eds. In Press.
- Marmogen (2020) I primi tre anni di Marmogen. Ed. La pesca in Alto Adige. Unione Pesca Alto Adige. Bolzano. Pp. 18.
- Meldgaard T, Crivelli A J, Jesensek D, Poizat G, Rubin J-F, Berrebi P (2007) Hybridization mechanisms between the endangered marble trout (*Salmo marmoratus*) and the brown trout (*Salmo trutta*) as revealed by in-stream experiments. *Biological Conservation*, 136: 602–611.
- Meraner A, Baric S, Pelster B, Dalla Via J (2007) Trout (*Salmo trutta*) mitochondrial DNA polymorphism in the centre of the marble trout distribution area. *Hydrobiologia.* 579:337–349.
- Meraner A, Baric S, Pelster B, Dalla Via J (2010) Microsatellite DNA data point to extensive but incomplete admixture in a marble and brown trout hybridization zone. *Conservation Genetics.* 11: 985–998.
- Meraner A, Gratton P, Baraldi F, Gandolfi A (2013) Nothing but a trace left? Autochthony and conservation status of Northern Adriatic *Salmo trutta* inferred from PCR multiplexing, mtDNA control region sequencing and microsatellite analysis. *Hydrobiologia.* 702: 201–213.
- Meraner A, Cornetti L, Gandolfi A (2014) Defining conservation units in a stocking-induced genetic melting pot: unravelling native and multiple exotic genetic imprints of recent and historical secondary contact in Adriatic grayling. *Ecology and Evolution.* 4(8): 1313-1327. Doi: 10.1002/ece3.931
- Meraner A & Gandolfi A (2018) Genetics of the genus *Salmo* in Italy: Evolutionary history, population structure, molecular ecology and conservation. In: Lobón-Cerviá J and Sanz N (eds) *Brown trout: biology, ecology and management.* Wiley & Sons Ltd, Hoboken, 65–102.
- Merlo S (1956) Accrescimento e ciclo vitale della trota lacustre (*Salmolacustris* L.) del Garda. *Italian Journal of Zoology.* 23: 2, 349-357. Doi: 10.1080/11250005609439246.
- Miró A & Ventura M (2013) Historical use, fishing management and lake characteristics explain the presence of non native trout in Pyrenean lakes; implications for conservation. *Biological conservation.* 167: 17-24. Doi: 10.1016/j.biocon.2013.07.016.
- Moro G A (2019) Osservazioni sull'attività riproduttiva di *Salmo marmoratus* Cuvier, 1829, in Friuli Venezia Giulia. *Italian Journal of Freshwater Ichthyology.* Vol. 5(1).



- Ogle DH (2019) *Introductory fisheries analyses with R*. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL.
- Pavesi P (1871-72-73) I Pesci e la Pesca nel Cantone Ticino. Lugano.
- Pomini P F (1940) La livrea delle trote ed il reale significato del suo polimorfismo. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*. 2: 69–84.
- Povž, M, Jesenšek, D, Berrebi P, Crivelli A J (1996) *The marble trout, Salmo trutta marmoratus, Cuvier 1817, in the Soča River Basin, Slovenia*. Tour du Valat, Arles, France.
- Pujolar J M, Lucarda A N, Simonato M, and Patarnello T (2011) Restricted gene flow at the micro- and macro-geographical scale in marble trout based on mtDNA and microsatellite polymorphism. *Frontiers in Zoology*. 8(7): 1–10.
- Pustovrh G, Snoj A, Bajec SS (2014) Molecular phylogeny of *Salmo* of the western Balkans, based upon multiple nuclear loci. *Genetics Selection Evolution*. 47: 7.
- Puzzi Cesare Mario (1988) Stima della produttività dei corsi d'acqua a salmonidi della provincia di Como e conseguente valutazione della congruità delle pratiche di ripopolamento attualmente effettuate. Tesi di laurea, Università degli Studi di Milano, Facoltà di medicina Veterinaria. Pp. 95.
- Regione Piemonte (1991). Carta ittica relativa al territorio della Regione piemontese. Assessorato caccia e pesca. Torino. Vol. II.
- Rondonini C, Battistoni A, Peronace V, Teofili C (2013) Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Roma.
- Sanz N (2018) Phylogeographic history of brown trout: A review. In: Lobón-Cerviá J, Sanz N (eds) *Brown trout: biology, ecology and management*, Wiley, Pondicherry. 17–64.
- Siebold CTE von (1863) Ueber die Fische des Ober-Engadins. *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft zu Samaden*: 173-190.
- Simčič T, Jesenšek D, Brancelj A (2015) Effect of increased temperature on metabolic activity and oxidative stress in the first life stages of marble trout (*Salmo marmoratus*). *Fish Physiology and Biochemistry*. 41(4): 1005–1514.
- Sommani E (1960) Il *Salmo marmoratus* CUV.: sua origine e distribuzione nell'Italia settentrionale. *Bollettino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia*. (15): 40–47.
- Splendiani A, Berrebi P, Tougard C, Righi T, Reynaud N, Fioravanti T, Lo Conte P, Delmastro G B, Baltieri M, Ciuffardi L, Candiotta A, Sabatini A, Caputo Barucchi V (2020) The role of the south-western Alps as a unidirectional corridor for Mediterranean brown trout (*Salmo trutta* complex) lineages. *Biological Journal of the Linnean Society*. 20: 1–18.
- Sumer S, Leiner S, Povz M (2001) Marble trout (*Salmo marmoratus*) and bullhead (*Cottus gobio*) in two slovene rivers. *Annales Ser. Hist. Nat.* 1 (23).
- Tozzetti T (1874) La pesca in Italia. Annali del ministero di agricoltura, industria e commercio.
- Turin P, Zanetti M, and Bilò MF (2006) Distribuzione e stato delle popolazioni di trota marmorata nelle acque del bacino dell'Alto Adriatico. *Biologia Ambientale*, 20 (1): 39–44.

Unfer & Pinter (2018) Fisheries Management of stream-Resident Brown Trout Populations – Possibilities and Restrictions. In: Lobón-Cerviá J and Sanz N (eds) *Brown trout: biology, ecology and management*. Wiley & Sons Ltd, Hoboken, 640–665.

Vincenzi S Crivelli A J, Jesensek D, Rubin J F, De Leo G A (2007) Density-dependent individual growth of marble trout (*Salmo marmoratus*) in the Soca and Idrijca river basin, Slovenia. *Hidrobiologia*. 583: 57-68.

Vincenzi S Crivelli A J, Jesensek D, Rossi G, De Leo G A (2011) Innocent until proven guilty? Stable coexistence of alien rainbow trout and native marble trout in a Slovenian stream. *Naturwissenschaften*. 98: 57-66.

Vincenzi S, Crivelli A J, Jesensek D, De Leo G A (2012) Translocation of stream-dwelling salmonids in headwaters: insights from a 15-year reintroduction experience. *Fish Biology and Fisheries*. 22: 437-455.

Utzinger J, Roth C & Peter A (1998) Effects of environmental parameters on the distribution of bullhead *Cottus gobio* with particular consideration of the effects of obstructions. *J. Appl. Ichthyol.* 35, 882–892.

Zerunian S (2002) *Iconografia dei pesci delle acque interne d'Italia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Direzione Conservazione Natura). Unione zoologica Italiana. Istituto Nazionale Fauna Selvatica. Tipolitografia F.G. di Savigliano sul Panaro (MO).

Zerunian S (2003) Piano d'azione generale per la conservazione dei pesci d'acqua dolce in Italia. *Quaderni di Conservazione della Natura*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio; Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica "A. Ghigi" n.17.

Normativa di Riferimento:

Livello Comunitario

**DIRETTIVA 2009/147/CE** DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 novembre 2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici ("**Direttiva Uccelli**"), che abroga la 79/409/CEE.

**DIRETTIVA 2006/88/CE** DEL CONSIGLIO, del 24 ottobre 2006, relativa alle condizioni di polizia sanitaria applicabili alle specie animali d'acquacoltura e ai relativi prodotti, nonché alla prevenzione di talune malattie degli animali acquatici e alle misure di lotta contro tali malattie.

**DIRETTIVA 2000/60/CE** DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (**Dir 2000/60/CE – Water Framework Directive WFD**).

**DIRETTIVA 1992/43/CEE** DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche ("**Direttiva Habitat**").

**REGOLAMENTO 1143/2014** DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 22 ottobre 2014 recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive.

**Convenzione di Ramsar, 2 febbraio 1971** “Convenzione sulle zone umide d’importanza internazionale segnatamente come habitat degli uccelli acquatici e palustri”.

Livello Nazionale

**D.Lgs 15 dicembre 2017, n.230** "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014, recante disposizioni volte a prevenire e gestire l’introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive.

**D.Lgs 4 agosto 2008, n. 148** “Attuazione della direttiva 2006/88/CE relativa alle condizioni di polizia sanitaria applicabili alle specie animali d'acquacoltura e ai relativi prodotti, nonché alla prevenzione di talune malattie degli animali acquatici e alle misure di lotta contro tali malattie”.

**D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152** "Norme in materia ambientale" e s.m.i. (**D.Lgs 152/2006**).

**DPR 8 settembre 1997, n. 357** “Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche” (**DPR 357/1997**).

**DPR 11 febbraio 1987, n. 184** “Esecuzione del protocollo di emendamento della convenzione internazionale, di Ramsar del 2 febbraio 1971 sulle zone umide di importanza internazionale, adottato a Parigi il 3 dicembre 1982”.

**DPR 13 marzo 1976, n. 448** “Esecuzione della convenzione relativa alle zone umide d'importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici, firmata a Ramsar il 2 febbraio 1971”.

**DPR 5 luglio 2019, n. 102** “Regolamento recante ulteriori modifiche dell'articolo 12 del decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”.

Livello regionale

**Legge regionale 29 dicembre 2006, n. 37** “Norme per la gestione della fauna acquatica, degli ambienti acquatici e regolamentazione della pesca” (**LR 37/2006**).

**DCR 29 settembre 2015, n. 101-33331** "Legge regionale 29 dicembre 2006, n. 37, articolo 10. Piano regionale per la tutela e la conservazione degli ambienti e della fauna acquatica e l'esercizio della pesca (Stralcio relativo alla componente ittica)”.

#### Letteratura citata

Borroni I e Grimaldi E (1978) Fattori e tendenze di modificazione dell’ittiofauna italiana d’acqua dolce. *Bollettino di Zoologia*, 45 (Suppl. 11): 63–73.

CBD (1992) Convention on Biological Diversity. Disponibile: <https://www.un.org/en/observances/biological-diversity-day/convention>. Accesso: ottobre 2021.

- Christie MR, Marine ML, Fox SE, French RA, and Blouin MS (2016) A single generation of domestication heritably alters the expression of hundreds of genes. *Nature Communications* 7: 10676. DOI: 10.1038/ncomms10676.
- Di Iorio M, Esposito S, Rusco G, Roncarati A, Miranda M, Gibertoni PP, Cerolini S, Iaffaldano N (2019) semen cryopreservation for the Mediterranean brown trout of the Biferno River (Molise-Italy): comparative study on the effects of basic extenders and cryoprotectants. *Scientific Reports*, 9: 9703. Doi: 10.1038/s41598-019-45006-4.
- Dresti C, Becciu G, Saidi H, Ciampittiello M (2016) The hydromorphological state in mountain rivers subject to human impacts: a case study in the North-West of Italy. *Environmental Earth Sciences*, 75(495). Doi: 10.1007/s12665-015-5102-3.
- F.I.P.S.A.S. (2021) Nota sulla gestione delle attività connesse alla pesca sportiva e al turismo. Disponibile: <https://www.fipsas.it/news/4867-nota-sulla-gestione-delle-attivita-connesse-alla-pesca-sportiva-e-al-turismo>. Accesso: ottobre 2021.
- Hoffmann RC (2005) A brief history of aquatic resource use in medieval Europe. *Helgoland Marine Research*, 59: 22–30.
- MATTM – Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2020) Criteri per la reintroduzione e il ripopolamento delle specie autoctone di cui all'allegato D del decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, e per l'immissione di specie e di popolazioni non autoctone (20A02112). *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, 161(98): 2–6. Disponibile: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/04/14/20A02112/sg>. Accesso: ottobre 2021.
- Mayr E (1942) Systematics and the origin of species. Columbia Univ. Press, New York).
- Meraner A and Gandolfi A (2018) Genetics of the genus *Salmo* in Italy: Evolutionary history, population structure, molecular ecology and conservation. In: Lobón-Cerviá J and Sanz N (eds) *Brown trout: biology, ecology and management*. Wiley & Sons Ltd, Hoboken, 65–102.
- Robertson JM, Langin KM, Sillett TS, Morrison SA, Ghalambor CK, Funk C (2014) Identifying Evolutionarily Significant Units and prioritizing populations for management on islands. *Monographs of the Western North American Naturalist*, 7: 397–411.
- Ryder OA (1986) Species conservation and systematics: the dilemma of subspecies. *Trends in Ecology and Evolution*, 1(1): 9–10.
- Moritz C (1994) Defining ‘Evolutionarily Significant Units’ for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 9(10): 373–375.
- Tiberti R, Splendiani A (2019) Management of a highly unlikely native fish: The case of arctic charr *Salvelinus alpinus* from the Southern Alps. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(2): 312–320.
- Tiberti R & Brighenti S (2019) Do alpine macroinvertebrates recover differently in lakes and rivers after alien fish eradication? *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 420(37): 1–11.
- Turin P, Zanetti M, and Bilò MF (2006) Distribuzione e stato delle popolazioni di trota marmorata nelle acque del bacino dell’Alto Adriatico. *Biologia Ambientale*, 20 (1): 39–44.

Tymchuck W, Sakhrani D, and Devlin R (2009) Domestication causes large-scale effects on gene expression in rainbow trout: Analysis of muscle, liver and brain transcriptomes. *General and Comparative Endocrinology*, 164; 175–183.

Unfer G and Pinter K (2018) Fisheries management of stream-resident brown trout populations – Possibilities and restrictions. In: Lobón-Cerviá J and Sanz N (eds) *Brown trout: biology, ecology and management*. Wiley & Sons Ltd, Hoboken, 649–666.

UZI (2018) La posizione dell'Unione Zoologica Italiana sulle semine di materiale ittico ("ripopolamenti") per la pesca sportiva. Disponibile: <http://www.uzionlus.it/documenti/documenti-uzi.html>. Accesso: ottobre 2021.

Zerunian S (2003) Piano d'azione generale per la conservazione dei pesci d'acqua dolce in Italia. *Quaderni di Conservazione della Natura*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio; Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica "A. Ghigi" n.17.