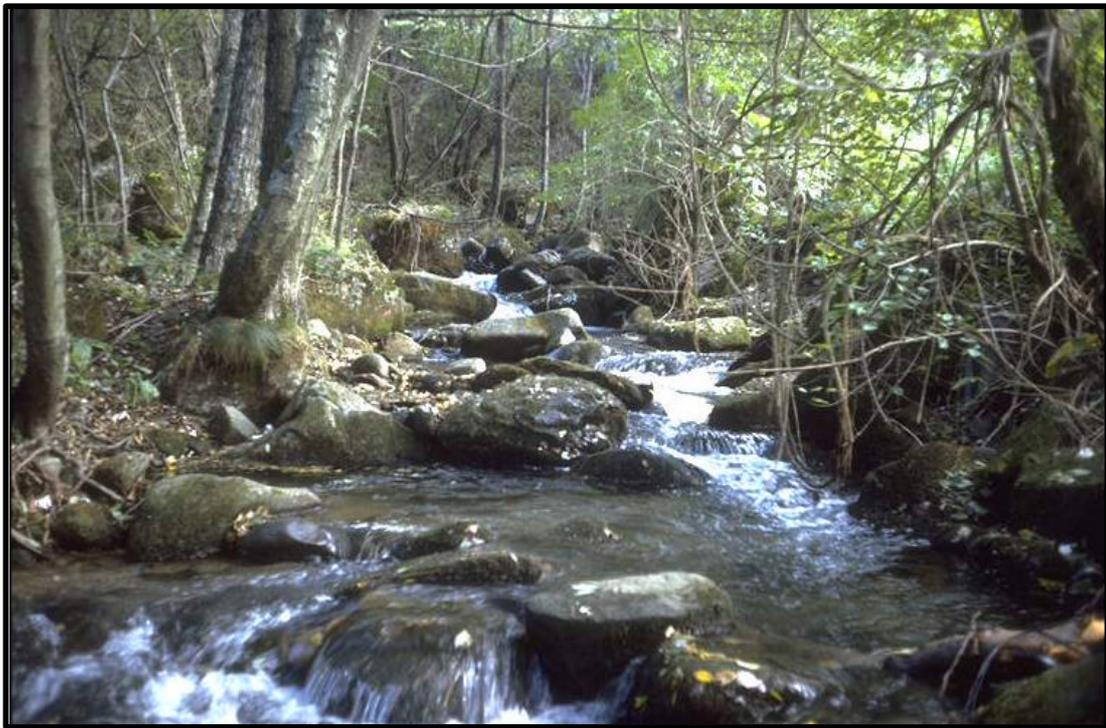


**Museo di Storia Naturale  
Sezione di Zoologia “La Specola”**

**Università degli Studi di Firenze**

**DISTRIBUZIONE DI DUE SPECIE DI CROSTACEI D’ACQUA DOLCE  
NEL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI PISTOIA**



**Relazione tecnica  
Dicembre 2003**

**Responsabile scientifico  
Prof. M. Vannini**

**Responsabili esecutivi  
Dr.ssa Silvia Barbaresi e Dr.ssa Sara Fratini**

**Collaboratori scientifici  
Dr.ssa Valentina Vigiani e Dr.ssa Claudia Carcereri**

## Introduzione

Il presente progetto di studio ha indagato la presenza e distribuzione, su parte del territorio della Provincia di Pistoia, di due specie di Crostacei (il granchio di fiume *Potamon fluviatile* e il gambero di fiume *Austropotamobius italicus*<sup>1</sup>) menzionate nella Legge Regionale 6 aprile 2000, n° 56. In base a quanto indicato in tale legge, Allegato A/2, queste due specie (insieme al gamberetto di fiume *Palaemonetes antennarius* e a due specie di Pesci) sono da considerarsi vulnerabili e in pericolo di estinzione (art. 2, lettera n) e la loro conservazione può richiedere la designazione di SIR. Secondo l'Allegato B del medesimo testo di legge, il granchio di fiume è una specie protetta (art. 5, Tutela della fauna).

## Metodologia

**Consultazione del materiale bibliografico:** durante la prima fase del progetto è stata svolta un'accurata ricerca bibliografica per reperire le informazioni già esistenti sulla distribuzione delle due specie in esame nel territorio pistoiese. Tra le fonti bibliografiche consultate, le più interessanti sono risultate la Carta Ittica della Provincia di Pistoia (Assessorato alla Pianificazione Territoriale, Agricoltura, Caccia e Pesca) e le banche dati del progetto "Repertorio Naturalistico Toscano (Re.Na.To.)" promosso dalla Regione Toscana e del progetto del Ministero dell'Ambiente "Informatizzazione della Fauna Italiana". I corsi d'acqua in cui, dalla consultazione di tali fonti, è emersa l'indicazione di presenza di una delle due specie di studio sono stati oggetto di sopralluoghi mirati al fine di un confronto con i dati faunistici pregressi.

**Lavoro sul campo:** per il rilevamento della presenza del granchio (*P. fluviatile*) e del gambero di fiume (*A. italicus*) la metodica seguita è quella delle osservazioni dirette lungo i corsi d'acqua. Tale metodica è da un lato estremamente semplice, non richiedendo l'uso di nessun particolare strumento, ma d'altro canto richiede una certa esperienza nella capacità di individuazione degli animali nel loro ambiente naturale e una buona conoscenza delle loro preferenze ambientali. Durante le osservazioni, particolare attenzione veniva data all'ispezione di potenziali rifugi quali massi e cavità naturali collocate presso gli argini. La presenza delle due specie è stata accertata oltre che mediante l'osservazione di individui, anche tramite il reperimento di esuvie o resti di animali.

---

<sup>1</sup> Recentemente è stato provato che il gambero di fiume europeo è un complesso di due specie *Austropotamobius pallipes* e *A. italicus* (per ulteriore dettagli vedi scheda sulla specie). Tale specie è quella presente nella maggior parte del territorio italiano ed in particolare in Toscana. Pertanto, nonostante nella Legge Regionale 6 aprile 2000, n° 56 il gambero di fiume sia menzionato come *Austropotamobius pallipes* riteniamo opportuno attenersi all'attuale classificazione sistematica.

Nel corso delle indagini sul campo è stata anche presa nota della presenza del gambero invasivo *Procambarus clarkii* (il cosiddetto gambero rosso della Louisiana). Tale specie, nativa degli Stati Uniti centro-meridionali (Louisiana) e del Messico nord-orientale, è stata introdotta in Europa a scopo di acquacoltura ed attualmente è una delle principali cause di minaccia delle specie native di crostacei dulcicicoli. Infatti, oltre a competere direttamente ed indirettamente con il granchio e il gambero nativi, è portatrice sana di un fungo patogeno causa della cosiddetta peste del gambero che colpisce le specie europee. In Toscana, *P. clarkii* ha raggiunto un'ampia diffusione, anche in alcune aree di interesse conservazionistico (Barbaresi et al., 2001). In particolare, per quanto riguarda il territorio della Provincia di Pistoia, è accertata la presenza di questa specie invasiva all'interno della Riserva Naturale del Padule di Fucecchio e nei pressi dell'ANPIL La Querciola (Torrente Ombrone, Fosso Stella e Fosso Quadrelli).

Durante il presente studio sono stati monitorati i corsi d'acqua, all'interno del territorio della Provincia di Pistoia, che scorrono nei Comuni di Sambuca Pistoiese, Montale e Pistoia, oltre ad alcuni situati nel territorio dei Comuni di Pescia, Piteglio e San Marcello Pistoiese. I corsi d'acqua monitorati appartengono ai bacini dell'Arno (sottobacini Ombrone Pistoiese e Usciana), del Reno (sottobacino Reno) e del Serchio (sottobacino Lima). I corsi d'acqua monitorati in più punti sono stati trattati come punti di indagine distinti.

I siti indagati sono stati georeferenziati secondo il sistema di coordinate geografiche Gauss-Boaga Fuso Ovest, convertibile al sistema UTM Fuso 32 utilizzando la seguente formula: GBX = UTM Est + 999947; GBY = UTM Nord - 180. La nomenclatura dei corpi idrici, quando possibile, segue la cartografia 1:50.000, Provincia di Pistoia, Carta del Territorio, S.E.L.C.A., o semplicemente il riferimento al corpo idrico principale. In ogni caso, la georeferenziazione garantisce la perfetta individuazione del sito di indagine.

## **Risultati**

I siti analizzati sono riportati in dettaglio in Allegato I: per ciascun sito è indicato il nome del corso d'acqua, il comune di appartenenza e il centro abitato più vicino, la quota, le coordinate geografiche Gauss-Boaga Fuso Ovest e la presenza/assenza delle specie in esame.

In Tabella 1 è indicato il numero di corsi d'acqua in cui sono state rinvenute le specie in esame.

<b>Specie rilevata</b>	<b>n. di siti (su 123 totali)</b>
<i>Austropotamobius italicus</i>	7
<i>Potamon fluviatile</i>	3
<i>Procambarus clarkii</i>	3

**Tabella 1.** Numero di siti in cui è stata rilevata la presenza delle specie oggetto del presente studio.

Su un totale di 123 siti esaminati, il granchio di fiume è stato rinvenuto solo in tre corsi d'acqua posti al confine con la Provincia di Prato e appartenenti al Comune di Montale, mentre il gambero di fiume in 7 siti collocati sia nella parte occidentale del territorio provinciale sia in quella orientale, all'interno dei Comuni di Sambuca Pistoiese, Piteglio, Montale e Pescia (Fig. 1). Le due specie non sono mai state rinvenute nello stesso corso d'acqua. I risultati del presente monitoraggio confermano quindi quanto finora noto sull'ecologia delle due specie e sulla loro segregazione spaziale (Barbaresi e Gherardi, 1997; Gherardi et al., 1988; Gherardi et al., 1997; Gherardi et al., 1998).

Il basso numero di siti in cui è stato rinvenuto il granchio di fiume è in gran parte da imputare al fatto che solo 12 siti su 123 monitorati sono a quota altimetrica inferiore ai 400 m: è noto infatti che il granchio di fiume, contrariamente al gambero, predilige corsi d'acqua a bassa quota. Inoltre, parte dei siti potenzialmente occupabili dal granchio presentava l'alveo asciutto, date le scarse precipitazioni della stagione primaverile-estiva, condizione in cui la specie tende a restare quiescente nella profondità delle tane. Potrebbe pertanto essere che il numero di corsi d'acqua occupati dal granchio sia in realtà superiore a quello da noi rinvenuto: sarebbe pertanto opportuno ricontrollare alcuni di questi siti in condizioni idrologiche diverse.

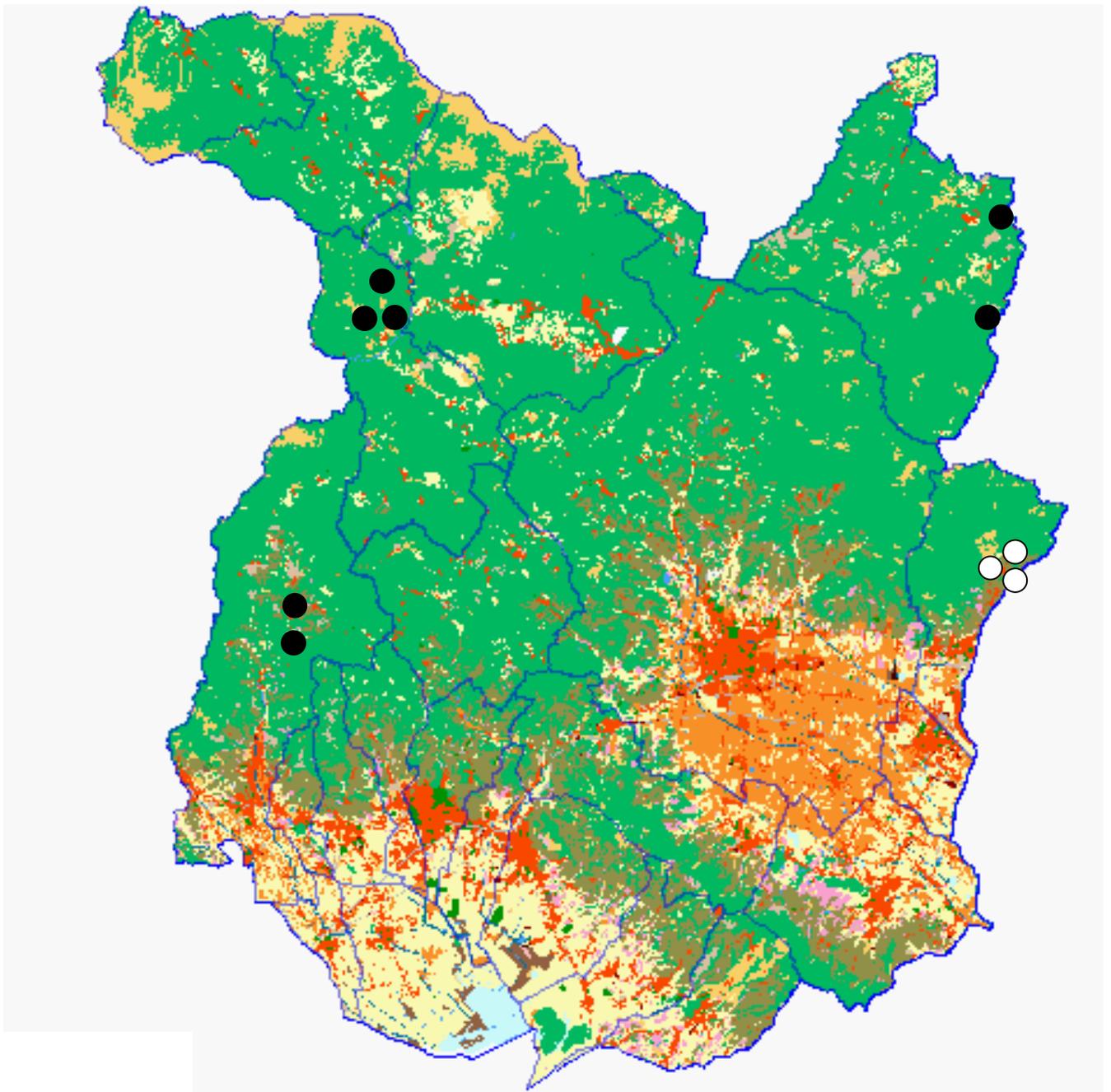
Per quanto riguarda il gambero di fiume, fattori quali il deterioramento e lo sfruttamento ambientale possono concorrere nel rendere un sito inadeguato alla presenza della specie, molto sensibile allo stato di inquinamento delle acque. Ad esempio, specialmente nella parte alta del Comune di Sambuca Pistoiese, in molti corsi d'acqua sono stati rilevati evidenti segni di rilascio di scarichi da parte degli agglomerati urbani circostanti. Sotto questo aspetto sono auspicabili interventi di sensibilizzazione dell'opinione pubblica e di recupero ambientale.

In 3 siti situati nel Comune di Montale è stata rilevata la presenza della specie invasiva *P. clarkii*. La presenza di tale specie nel territorio pistoiese era già nota all'interno del Padule di Fucecchio e della zone circostante l'ANPIL La Querciola (Barbaresi et al., 2001). La sua crescente

diffusione è da imputarsi, oltre che alle buone capacità di dispersione attiva della specie (Gherardi e Barbaresi, 2000), alle traslocazioni operate dall'uomo. E' da sottolineare la sintopia (occupazione dello stesso habitat) di *P. clarkii* con il granchio (sito n. 16). Anche se esperimenti condotti in laboratorio indicano che il granchio di fiume è dominante su individui di gambero rosso di taglia simile durante interazioni agonistiche (Cioni e Gherardi, 2001), non esistono studi condotti in natura sulla possibilità di esclusione competitiva da parte di questo gambero nei confronti del granchio nativo, una volta che le due specie entrino realmente in contatto. I casi di sintopia tra le due specie, ancora relativamente pochi, rappresentano quindi situazioni cui prestare particolare attenzione da un punto di vista conservazionistico.

Due siti dove è stata rilevata la presenza di *A. italicus* sono stati scelti per effettuare, in futuro, uno studio sui parametri chimico-fisici e biologici influenzanti la presenza e la struttura genetica di popolazione del gambero di fiume. A tal fine da circa 30 individui per popolazione è stato prelevata un'appendice ambulacrale (procedura questa che non comporta il sacrificio dell'animale), il cui tessuto è stato debitamente conservato per poterne estrarre il DNA. Successivamente tali campioni saranno analizzati utilizzando la tecnica dell'analisi del polimorfismo dei loci microsatelliti.

I dettagli riguardanti ciascuna specie sono riportati nelle schede individuali allegate.



**Figura 1.** Mappa di distribuzione del granchio di fiume *Potamon fluviatile* e del gambero di fiume *Austropotamobius italicus* in Provincia di Pistoia.

## *Potamon fluviatile* (Herbst, 1785)

### GRANCHIO DI FIUME

#### **Inquadramento sistematico**

Crustacea, Decapoda, Potamidae

#### **Descrizione e riconoscimento**

Il granchio di fiume (Fig. 2) è una specie di medio-grandi dimensioni appartenente alla famiglia dei Potamidae. Di colore marrone-grigio, il granchio di fiume ha potenti e sviluppate chele di color magenta-viola. Nei maschi adulti si registra una spiccata eterochelia con una chela, solitamente la destra, che supera l'altra di circa il 15%.



**Figura 2.** Esemplare adulto di *Potamon fluviatile*.

#### **Distribuzione generale ed italiana**

Il granchio di fiume ha una diffusione circum-mediterranea, dall'Africa Settentrionale (Maghreb, dove è presente con due sottospecie distinte) alla penisola Balcanica (Grecia, Albania, Macedonia, Montenegro e Serbia meridionale) fino a quella italiana. In Italia è presente dalla Sicilia fino all'Appennino Ligure-Tosco-Emiliano e nella Liguria orientale (Preztmann, 1987). Le segnalazioni della sua presenza a nord dell'Appennino Tosco-Emiliano, sono invece sporadiche e

per lo più storiche (tutte del secolo scorso) (Verona: De Betta, 1863; Mantova: Bettoni, 1884; Lago di Garda; Kingsley, 1880; Bettoni, 1884; Garbini, 1894).

### **Distribuzione nella Provincia di Pistoia**

Nella Provincia di Pistoia, il granchio di fiume si rinviene in alcuni corsi d'acqua del Comune di Montale (Fig. 1 e Allegato I).

### **Note biologiche ed ecologiche**

Il granchio di fiume è insieme al gambero di fiume l'unico macroinvertebrato di acqua dolce presente nelle nostre acque, fatta eccezione per la specie americana *Procambarus clarkii* (il gambero rosso della Louisiana) immesso in Europa con programmi di acquacoltura. Solitamente le due specie native di crostacei non convivono negli stessi corsi d'acqua se di piccola estensione, e nello stesso tratto di fiume nel caso di corsi a lungo decorso (in tal caso il granchio occupa la parte più bassa e il gambero quella più alta).

Il granchio di fiume vive in tane scavate lungo la sponda del torrente o in mezzo alla vegetazione circostante. La specie è attiva da primavera ad autunno, mentre durante la stagione fredda è estremamente raro trovare esemplari al di fuori delle loro tane. Specialmente nei mesi estivi, le fasi di attività del granchio di fiume si concentrano nelle ore dopo il tramonto.

Il granchio di fiume è una specie adattata all'ambiente subaereo, in grado di tollerare bassi tassi di umidità relativa: ciò lo rende in grado di lasciare il corso d'acqua e muoversi non solo lungo le sue sponde (dove è comune specialmente la notte rinvenire esemplari in cerca di cibo), ma addirittura addentrarsi nell'ambiente terrestre a decine di metri dal corso d'acqua dove può sopravvivere anche per una settimana (Gherardi et al., 1988).

L'accoppiamento avviene tra giugno e settembre tra femmine immature (che trattengono gli spermatozoi fino al raggiungimento della maturità sessuale) e maschi adulti e la successiva ovodeposizione tra la fine di luglio e l'inizio di agosto (Gherardi et al., 1987). Lo sviluppo delle uova è diretto e la femmina porta i piccoli sotto l'addome per circa due settimane, durante le quali i piccoli vanno incontro a due successive mute. La specie non rilascia quindi larve, ma trattiene le uova al fine di evitare che queste vengano portate via dalla corrente. Una volta rilasciati, i subadulti vivono sotto i sassi o tra la vegetazione ripariale.

Il granchio di fiume segue una dieta opportunistica: si ciba di insetti e delle loro larve, di lombrichi, piccoli pesci ed avannotti, di materiale vegetale come alghe e muschi. I suoi predatori sono ratti, volpi, donnole, uccelli, ed, in passato, anche l'uomo che, specialmente nella nostra regione, era solito cibarsi della sua prelibata carne.

## **Status, conservazione e cause di minaccia**

A partire dagli ultimi 15 anni le popolazioni del granchio di fiume stanno subendo una notevole rarefazione e riduzione in abbondanza nell'ambito dell'intero areale di distribuzione e la specie è addirittura totalmente scomparsa da alcuni fiumi in cui era storicamente presente. Le cause del suo declino vanno imputate al crescente impatto antropico, particolarmente rilevante nei pressi dei centri abitati, che ha innescato il deterioramento progressivo di molti corsi d'acqua. Anche i cambiamenti climatici stanno contribuendo alla scomparsa dei piccoli torrenti e dei suoi abitanti. Tale processo è stato talmente ingente nell'ambito del territorio toscano da indurre la Toscana ad inserire il granchio di fiume nella lista di specie protette riportate nella Legge Regionale 6 aprile 2000, n° 56. In questa legge sono state enunciate norme per la conservazione e la tutela degli habitat naturali e seminaturali, della fauna e della flora selvatica, apportando modifiche alle precedenti leggi datate 1995 e 1998.

***Austropotamobius italicus* (Faxon, 1914)**  
**GAMBERO DI FIUME**

**Inquadramento sistematico**

Crustacea, Decapoda, Astacidae

**Descrizione e riconoscimento**

Il gambero di fiume (Fig. 3), è una specie di medio-grandi dimensioni (taglia massima raggiungibile circa 12 cm di lunghezza totale) e di colore variabile da marrone chiaro a scuro o verde oliva. Tra le appendici, quelle di maggiore dimensione sono le chele. Queste hanno molteplici funzioni: cattura e manipolazione delle prede, difesa da predatori, attività riproduttive (accoppiamento e competizione con altri maschi) e interazioni agonistiche intra- e interspecifiche.

La specie non deve essere confusa con quella invasiva, *Procambarus clarkii*, presente in numerose aree della Toscana, caratterizzata da maggiori dimensioni e un colore rosso-violaceo lateralmente e quasi nero dorsalmente (vedi oltre).



**Figura 3.** Esemplare adulto di *Austropotamobius italicus*

**Distribuzione generale e italiana**

Il gambero nativo europeo (genere *Austropotamobius*) è, secondo un recente lavoro condotto mediante tecniche di biologia molecolare (Grandjean et al., 2002), distinto in 3 specie: A.

*torrentium* (Balcani, Svizzera ed Austria), *A. pallipes* (Francia, Svizzera, Austria, Gran Bretagna e Irlanda) e *A. italicus* (Spagna, Italia, Balcani, Svizzera).

In Italia, il gambero di fiume è presente dalla Calabria al Piemonte (Frogliola, 1978, Laurent, 1988), con l'eccezione di parte della Calabria e della Puglia. Nell'Italia Settentrionale è un macroinvertebrato comune nei bacini idrici tra Venezia e Trieste (De Luise, 1988), in Liguria (Mori et al., 1988, 1989, Salvidio et al., 1993) e in Toscana. In particolare, nelle regioni nord-occidentali è presente *A. pallipes*, mentre nel resto della penisola italiana è distribuito *A. italicus*, con quattro sottospecie (Lörtscher et al., 1997, Nascetti et al., 1997, Santucci et al., 1997, Grandjean et al., 2000, Largiadèr et al., 2000, Fratini et al., 2004). Una zona di sovrapposizione tra le due specie è stata riscontrata nell'Appennino Ligure (Santucci et al., 1997, Nascetti et al., 1997, Fratini et al., 2004).

In Toscana, con l'eccezione di alcune zone situate nella Provincia di Massa, è presente la sottospecie *A. i. italicus* (Fratini et al., 2004).

### **Distribuzione nella Provincia di Pistoia**

La presenza di *A. italicus* è stata rilevata in 7 siti collocati all'interno dei Comuni di Sambuca Pistoiese, Piteglio, Montale e Pescia (Fig. 1 e Allegato I).

### **Note biologiche ed ecologiche**

Il gambero di fiume è un macroinvertebrato che occupa corsi d'acqua montani (fino ad un'altezza di 1260 m nel sud della Svizzera), grazie alla sua resistenza alle basse temperature. La temperatura dell'acqua, tuttavia, non deve scendere al di sotto dei 10 °C, per permettere il regolare sviluppo dei piccoli. La temperatura influisce fortemente anche sull'attività della specie, che si riduce quasi completamente durante l'inverno.

Il gambero di fiume è molto sensibile all'inquinamento chimico, e quindi è considerato un buon indicatore dello stato di salute delle acque (Gherardi et al., 2001). Le maggiori esigenze di questa specie dal punto di vista chimico sono una concentrazione minima di ossigeno di almeno 6 p.p.m. (ottimale è un valore di saturazione pari al 60 %) e una quantità di calcio non inferiore a 2.8 p.p.m. Il calcio è infatti un fattore fortemente limitante la distribuzione del gambero, poiché è necessario per l'indurimento dell'esoscheletro dopo la muta.

La specie mostra un'attività prevalentemente notturna (Barbaresi e Gherardi, 2001). Come per altri crostacei d'acqua dolce, le abitudini notturne sono considerate un adattamento che permette di sfuggire a predatori che cacciano basandosi sulla vista, quali alcune specie di pesci, uccelli e mammiferi. Rifugi naturali di questo macroinvertebrato, anche nei confronti dei conspecifici, sono

costituiti dalle radici degli alberi presso l'argine, dal detrito vegetale e dai ciottoli di maggiori dimensioni.

L'accoppiamento si realizza in autunno, ed è possibile trovare femmine ovigere da dicembre a giugno. Ogni femmina trattiene le uova fecondate (40-150 ca.) sotto l'addome. Lo sviluppo larvale è diretto e le larve si mantengono attaccate alla madre fino al terzo stadio, per poi allontanarsene e condurre vita autonoma. La maturità sessuale viene raggiunta dopo 2-3 anni.

La dieta di questa specie, che svolge un ruolo fondamentale nelle reti trofiche degli ecosistemi dulcacquicoli (Gherardi et al., 2001), è costituita sia da materiale animale, quale larve di insetti, pesci e altri animali morti, sia da materiale vegetale, fresco, come il muschio, e detritico.

### **Status, conservazione e cause di minaccia**

In Europa, *Austropotamobius pallipes* è considerata una specie vulnerabile (Groombridge, 1996), con alto rischio di estinzione in alcune aree come la Spagna. Analogamente a quanto riscontrato in altri paesi europei, in Italia si è osservata una rarefazione nel numero e nella distribuzione delle popolazioni di questo macroinvertebrato. Tra le cause antropiche di questa riduzione sono da citare (Matthews e Reynolds, 1995) l'inquinamento chimico delle acque (per acidificazione, eutrofizzazione e scarico di sostanze tossiche dall'agricoltura e dall'industria), le modificazioni dell'habitat fisico (indotte dalla costruzione di dighe, sistemi di scarico, escavazioni, processi di canalizzazione e cementificazione degli argini), la pesca di frodo e l'introduzione di specie aliene, originarie dell'America del Nord, quali ad esempio *Procambarus clarkii*. Quest'ultima specie infatti, oltre a rappresentare un competitore diretto ed indiretto, è un portatore sano della "peste del gambero", il cui agente eziologico è il fungo *Aphanomyces astaci*. Tale malattia ha in alcuni paesi europei eliminato intere popolazioni di gamberi nativi.

Dal punto di vista normativo, il D.P.R. dell'8 Settembre 1997 (N. 357), che disciplina le procedure di adozione delle misure esaminate dalla Direttiva 92/43/EEC Habitats, definisce *A. pallipes* come una specie la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali e inoltre, indica questo gambero come una specie il cui prelievo in natura e il cui sfruttamento devono essere soggetti a misure di gestione. La Legge Regionale 6 Aprile 2000, n. 56, definisce (Allegato A/2) *A. pallipes* come una specie da considerarsi vulnerabile e in pericolo di estinzione (art. 2, lettera n) e la cui conservazione può richiedere la designazione di SIR. Tuttavia, tale legge non include *A. pallipes* tra le specie protette.

***Procambarus clarkii* (Girard, 1852)**  
**GAMBERO ROSSO DELLA LOUISIANA**

**Inquadramento sistematico**

Crustacea, Decapoda, Cambaridae

**Descrizione e riconoscimento**

Il gambero *Procambarus clarkii* (Fig. 4) si differenzia, ad una prima osservazione, dal nativo *A. pallipes* per le maggiori dimensioni (che possono superare i 12 cm di lunghezza totale), per il corpo rosso (nella parte laterale) e quasi nero (dorsalmente) degli individui maturi sessualmente, e per un comportamento più aggressivo.



**Figura 4.** Esemplare adulto di *Procambarus clarkii*

**Distribuzione generale ed italiana**

*Procambarus clarkii*, originario degli Stati Uniti centro-meridionali e del Messico nord-orientale, ha una distribuzione praticamente cosmopolita, in quanto è stato introdotto in tutti i continenti, con l'esclusione dell'Australia e ovviamente dell'Antartide (Hobbs III et al., 1989). La crescente diffusione in natura di questa specie è da imputarsi all'azione di tre principali

meccanismi: traslocazioni operate dall'uomo, fughe accidentali da strutture di contenimento e dispersione attiva.

In Europa, *P. clarkii* è stato introdotto per la prima volta in Spagna nel 1972 e, successivamente, la sua presenza è stata riportata in numerose altre nazioni tra le quali Portogallo, Inghilterra, Francia, Germania, Olanda e Svizzera (Gherardi e Holdich, 1999). Per quanto riguarda l'Italia, in cui la prima popolazione riproduttiva è stata individuata in Piemonte nel 1989, la specie è ormai ampiamente diffusa nelle regioni centro-settentrionali, inclusa la Toscana (Gherardi et al. 1999a).

### **Distribuzione nella Provincia di Pistoia**

La presenza di *P. clarkii* è stata rilevata in 3 siti collocati nel Comune di Montale (Allegato I). In uno di questi siti (n. 16, Agna degli Acquiptoli) è in sintopia con il granchio di fiume.

### **Note biologiche ed ecologiche**

*Procambarus clarkii* può essere considerata una specie r-selezionata, una strategia riproduttiva, questa, tipica dei colonizzatori e delle specie che vivono in ambienti instabili. Presenta infatti un'elevata fecondità (300-600 uova), una crescita rapida ed una maturità precoce (raggiunta a 3-5 mesi di età e ad una lunghezza totale di 55-125 mm). Il ciclo biologico di questa specie si è rivelato altamente plastico in aree geografiche diverse, principalmente in relazione al ciclo idrogeologico e alla temperatura dell'acqua (Gutierrez-Yurrita et al., 1999). Differenze tra aree geografiche si sono riscontrate infatti sia nella durata del periodo di inattività trascorso all'interno della tana (ibernazione/estivazione), sia nel periodo dell'anno in cui questo si realizza, sia nel numero di eventi riproduttivi. Uno studio condotto su una popolazione italiana (Gherardi et al., 1999b), ha mostrato che il periodo di ibernazione in tana si protrae per tutto l'inverno (Novembre-Marzo), e che si realizzano due eventi riproduttivi, uno in primavera e uno alla fine dell'estate.

Come per altre specie invasive, il successo di *P. clarkii* dipende inoltre dalla capacità di resistere a stress ambientali, quali temperature estreme, assenza di acqua superficiale, salinità, basse concentrazioni di ossigeno e presenza di agenti inquinanti.

La presenza di popolazioni riproduttive in alcune aree dell'Europa centro-settentrionale (Gherardi e Holdich, 1999) sembra indicare che le basse temperature non costituiscono, come riportato in letteratura, un fattore limitante il successo riproduttivo e la distribuzione della specie. Esperimenti di laboratorio hanno inoltre mostrato la capacità di *P. clarkii* di sopravvivere e mantenere elevati tassi di accrescimento a temperature maggiori di quelle tollerate dal gambero

nativo (*Austropotamobius pallipes*), indicando una maggiore possibilità della prima specie di occupare ambienti soggetti a inquinamento termico (Paglianti e Gherardi, 2004).

Ampia tolleranza viene mostrata nei confronti di salinità (sopravvive fino a 20 ppt ma si riproduce solo se questa non supera i 5 ppt), acidità e basse concentrazioni di ossigeno. La sopravvivenza in ambienti asfittici è infatti possibile grazie alla capacità di sfruttare l'ossigeno atmosferico (se in ambienti con ossigeno  $<2 \text{ mg l}^{-1}$ ). La resistenza che la specie manifesta a moderati livelli di inquinanti è una caratteristica che può rappresentare un rischio per la contaminazione dei livelli superiori della catena trofica, uomo incluso, a causa, ad esempio, dell'accumulo di metalli pesanti all'interno dei tessuti dell'animale, in particolare in epatopancreas ed esoscheletro (Gherardi et al., 2002).

La resistenza di *P. clarkii* a condizioni ambientali estreme può essere messa in relazione sia ad adattamenti fisiologici sia al comportamento di scavo ed occupazione di tane. La tana infatti rappresenta per questa specie una risorsa fondamentale, sia per la difesa da predatori in momenti critici del ciclo vitale, quali la muta e la riproduzione, sia in condizioni di assenza di acqua superficiale e di temperature estreme. In ambienti idonei, lo scavo può essere intensivo e produrre danni, ben documentati nel caso di aree agricole.

La plasticità comportamentale della specie è confermata anche dalle sue abitudini trofiche. Infatti, a seconda degli ambienti si osserva a) il passaggio da una dieta detritivora a una basata sul consumo di materiale vegetale fresco e viceversa e b) la variazione della proporzione tra il materiale vegetale e quello animale ingeriti. Quando le risorse sono limitate, *P. clarkii* si nutre di ciò che è maggiormente disponibile nell'habitat.

## Bibliografia

- Barbaresi S., Gherardi F. 1997. Italian freshwater decapods: exclusion between the crayfish *Austropotamobius pallipes* (Faxon) and the river crab *Potamon fluviatile* (Herbst). Bulletin française de la Pêche et de la Pisciculture 347: 731-747.
- Barbaresi S., Gherardi F. 2001. Daily activity in the white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes*: a comparison between field and laboratory studies. Journal of Natural History 35(12): 1861-1871.
- Barbaresi S., Salvi G., Gherardi F. 2001. Il gambero *Procambarus clarkii*: Distribuzione, dinamica di popolazione e impatto. In: "Lungo le rotte migratorie: progetti di ricerca sulla vegetazione, l'avifauna e le specie aliene". Quaderni del Padule di Fucecchio n.1, pg. 195-212.
- Bettoni E. 1884. Prodromi della faunistica bresciana. Apollonio, Brescia.
- Cioni A., Gherardi F. 2001. Aggression and competition for resources among freshwater decapods. Knowledge-based Management of European Native Crayfishes: Dialogues between researchers & managers, Poitiers, Francia, 13-15 Settembre 2001, 30.
- De Betta E. 1863. Materiali per una fauna veronese. Mem. Acc. Agr. Comm. Verona 42: 1-15.
- De Luise G. 1988. Indagine preliminare sulla distribuzione del gambero di acqua dolce della specie *Austropotamobius pallipes italicus* (Faxon) nel Friuli Venezia-Giulia. Sulle possibilità di allevamento e ripopolamento. Reana del Rojale: Chiandetti.
- Fratini S., Zaccara S., Barbaresi S., Grandjean F., Souty-Grosset C., Crosa G., Gherardi F. 2004. Phylogeography of the threatened crayfish (genus *Austropotamobius*) in Italy: implications for its taxonomy and conservation. Heredity, in revisione.
- Frogliola C. 1978. Decapodi (Crustacea Decapoda). In S. Ruffo (ed.) Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, vol. 4, AQ/1/9. Roma: Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- Garbini A. 1894. Primi materiali per una monografia limnologica del Lago di Garda. Bollettino della Società Entomologica Italiana 26: 1-94.
- Gherardi F., Acquistapace P., Santini G. 2001. Foraging in the white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes* a threatened species. Archiv für Hydrobiologie 152: 339-351.
- Gherardi F., Baldacchini G.N., Barbaresi S., Ercolini P., De Luise G., Mazzoni D., Mori M. 1999a. Alien crayfish: the situation of Italy. Crustacean Issues 11: 107-128.
- Gherardi F., Barbaresi S. 2000. Invasive crayfish: activity patterns of *Procambarus clarkii* in the rice fields of the Lower Guadalquivir (Spain). Archiv für Hydrobiologie 150: 153-168.

- Gherardi F., Barbaresi S., Raddi A., Salvi G. 1998. Rapporto tecnico per il progetto “Distribuzione e struttura di popolazione in macro-decapodi dulcacquicoli della Provincia di Firenze”.
- Gherardi F., Barbaresi S., Vaselli A., F. Bencini 2002. A comparison of trace metal accumulation in indigenous and alien freshwater macro-decapods. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 35: 179-188.
- Gherardi F., Guidi S., Vannini M. 1987. Behavioural ecology of the freshwater crab, *Potamon fluviatile*. Preliminary observation. *Investigation Pesquera* 51: 389-402.
- Gherardi F., Holdich D.M. (eds.) 1999. Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation? A. A. Balkema, Rotterdam
- Gherardi F., Micheli F., Monaci F., Tarducci F. 1988. Note sulla biologia ed ecologia del granchio di fiume, *Potamon fluviatile*. *Bollettino del Museo di Storia Naturale della Lunigiana* 6-7: 169-174.
- Gherardi F., Raddi A., Barbaresi S., Salvi G. 1999b. Life history patterns of the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, in an irrigation ditch in Tuscany. *Crustacean Issues* 12: 99-108.
- Gherardi F., Villanelli F., Dardi P. 1997. Behavioral ecology of the white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes*, in a Tuscan stream: preliminary results. *Freshwater crayfish* 11: 182-193.
- Grandjean F., Bouchon D., Souty-Grosset C. 2002. Systematic of the European endangered crayfish species *Austropotamobius pallipes* (Decapoda: Astacidae) with a re-examination of the status of *Austropotamobius berndhauseri*. *Journal of Crustacean Biology* 22 (3): 677-681.
- Groombridge B. (ed.) 1996. IUCN Red List of threatened animals. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge.
- Gutiérrez-Yurrita P.J, Martínez J.M., Bravo-Utrera M.Á., Montes C., Ilhéu M., Bernarndo J.M. 1999. The status of crayfish populations in Spain and Portugal. *Crustacean Issues* 11: 161-192.
- Hobbs III H.H., Jass J.P., Huner J.V. 1989 A review of global crayfish introductions with particular emphasis on two north American species (Decapoda, Cambaridae). *Crustaceana* 56: 299-316.
- Kingsley J.S. 1880. Carcinological notes. *Proceedings of the Academy of Natural Science Philadelphia*: 35-37.
- Largiadèr C.R., Herger F., Lörtscher M., Choll A. 2000. Assessment of natural and artificial propagation of the white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes* species complex) in the Alpine region with nuclear and mitochondrial markers. *Molecular Ecology* 9: 25-37.
- Laurent P.J. 1988. *Austropotamobius pallipes* and *A. torrentium*, with observations on their interactions with other species in Europe. In D.M. Holdich e R.S. Lowery (eds), *Freshwater*

- crayfish. Biology, management and exploitation: pp. 341-364. Cambridge: The University Press.
- Lörtscher M., Stucki T.P., Clalüna M., Scholl A. 1997. Phylogeographic structure of *Austropotamobius pallipes* populations in Switzerland. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 347: 649-661.
- Matthews M.A., Reynolds J.D. 1995. A population study of the white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) in an Irish reservoir. Biology and Environment: Proc. R. Ir. Acad. 95B:99-109.
- Mori M., Mandich A., Isola G. 1988. Relazioni taglia-peso e fecondità di tre popolazioni di *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) (Crustacea, Decapoda, Astacidae) della provincia di Genova. Bollettino del Museo di Storia Naturale della Lunigiana 6-7:163-167.
- Mori M., Mandich, A., Isola, G. 1989. Morfometria e maturità sessuale di due popolazioni di *Austropotamobius pallipes falcisianus* (Ninni) (Crustacea, Astacidae) nella Provincia di Genova. Bollettino del Museo dell'Istituto di Biologia dell'Università di Genova 54-55:49-58.
- Nascetti G., Andreani P., Santucci F., Iaconelli M., Bullini L. 1997. Struttura genetica di popolazioni italiane di gambero di fiume (*Austropotamobius pallipes*) e strategie per la sua conservazione. Società Italiana Ecologia Atti 18: 205-208.
- Paglianti A., Gherardi F. 2004. Combined effects of temperature and diet on growth and survival of YOY crayfish: a comparison between indigenous and invasive species. Journal of Crustacean Biology, in stampa.
- Preztmann G. 1987. A contribution to a historic analysis of Mediterranean freshwater decapods chorology. Investigation Pesquera 51: 17-25.
- Salvidio S., Cresta P., Doria G. 1993. Preliminary survey on the distribution of the freshwater crayfish *Austropotamobius pallipes* in Liguria, N.W. Italy. Crustaceana 65:218-221.
- Santucci F., Iaconelli M., Andreani P. 1997. Allozyme diversity of European freshwater crayfish of the genus *Austropotamobius*. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 347: 663-676.

### **Ringraziamenti**

Si ringraziano per l'aiuto fornito nel corso del presente progetto: Anna Nocita, Stefano Vanni, Barbara Renai, Riccardo Russo e Sara Brusconi.