

Piano di gestione nazionale del gambero marmorato (*Procambarus fallax f. virginalis*)



@CHRIS LUCKHAUP

Maggio 2021

A cura di:

Elena Tricarico¹, Massimo Zanetti²

¹*Università degli Studi di Firenze*

²*Ente Tutela Patrimonio Ittico, Friuli Venezia Giulia*

Revisione dei testi:

Lucilla Carnevali (*ISPRA - Dipartimento per il Monitoraggio e la Tutela dell'Ambiente e per la Conservazione della Biodiversità. Area BIO CFN*), Eugenio Dupré, Marco Valentini (*MiTE - Direzione per il Patrimonio naturalistico*), Ernesto Filippi (*Sogesid - MiTE - Direzione per il Patrimonio naturalistico*).

Coordinamento:

Lucilla Carnevali e Piero Genovesi (*ISPRA - Dipartimento per il Monitoraggio e la Tutela dell'Ambiente e per la Conservazione della Biodiversità. Servizio BIO CFS*)

Indice

Sommario.....	4
1 Caratteristiche della specie.....	5
2 Distribuzione in Italia	6
3 Vie d'introduzione e possibilità di espansione	6
4 Impatti	7
5 Aspetti normativi	8
6 Obiettivi del Piano.....	8
6.1 Obiettivo nazionale.....	8
6.2 Obiettivi regionali	8
7 Modalità di intervento	10
7.1 Prevenzione	10
7.1.1 Prevenzione di introduzioni accidentali.....	10
7.1.2 Prevenzione di espansione secondaria.....	11
7.2 Gestione.....	12
7.2.1 Eradicazione rapida per nuove introduzioni	12
7.2.2 Controllo in caso di presenza diffusa.....	13
7.2.3 Metodi di intervento	13
7.3 Trattamento carcasse	18
7.4 Personale coinvolto.....	18
8 Tecniche di monitoraggio.....	19
8.1 Misure di sorveglianza e rilevamento precoce	19
8.2 Monitoraggio presenza	19
8.3 Monitoraggio dell'efficacia degli interventi.....	20
9 Bibliografia.....	21

Sommario

Il gambero marmorato (*Procambarus fallax f. virginalis*) è una specie inclusa nelle liste di specie esotiche invasive di rilevanza unionale del Regolamento (UE) 1143/2014, recepito in Italia con D. lvo 230/2017, in quanto sono stati ritenuti soddisfatti i criteri concordati a livello Unionale per l'inserimento nella lista. Tale normativa impone l'eradicazione rapida o il controllo delle specie esotiche invasive inserite nell'elenco.

Il gambero marmorato, *Procambarus fallax f. virginalis*, adesso classificato come *Procambarus virginalis*, è un crostaceo dulcacquicolo appartenente all'Ordine dei Decapodi e alla Famiglia dei Cambaridi; è una specie partenogenetica la cui identità e origine sono sempre oggetto di discussione, ma è nativa del Nord America. Colonizza ogni tipo di ambiente acquatico e resiste anche a condizioni estreme.

La principale via di introduzione della specie è l'acquariofilia, con conseguente rilascio volontario/accidentale di individui in natura.

La specie è onnivora e può causare impatti negativi all'ecosistema invaso attraverso l'attività trofica su macroinvertebrati acquatici, alghe e pesci; può scavare anche tane, con conseguente incremento della torbidità. È risultato essere competitivo con *Procambarus clarkii* e *Orconectes (Faxonius) limosus*, ed è portatore sano della peste del gambero, letale, ad esempio, per il gambero nativo *Austropotamobius pallipes*.

Attualmente in Italia la specie è presente con una popolazione solo in Sardegna, in provincia di Oristano, e in Toscana e Veneto (con due segnalazioni sporadiche non riconfermate). In Sardegna è in fase di attuazione un piano di eradicazione, a seguito della prima segnalazione avvenuta a luglio 2019. Nelle altre regioni sono necessarie attività di sorveglianza e monitoraggio per confermarne l'assenza (non sempre, infatti, la specie è facilmente riconoscibile), abbinate ad attività di sensibilizzazione per evitare ulteriori introduzioni, ed eventualmente attività di risposta rapida nel caso di rinvenimento di un nuovo nucleo.

1 Caratteristiche della specie

Il gambero marmorato, *Procambarus fallax* f. *virginalis*, originariamente classificato come *Procambarus* sp. e ora classificato come *Procambarus virginalis* (Lyko, 2017), è un crostaceo dulcacquicolo appartenente all'Ordine dei Decapodi e alla Famiglia dei Cambaridi. In media, la lunghezza totale degli individui è di 10 cm con valori massimi di 13 cm. Dorsalmente, la colorazione è marmorea (da qui il nome comune della specie) su uno sfondo che varia da marrone scuro a marrone chiaro a verde. Talvolta gli individui possono presentare una colorazione tendente al blu. Il rostro è appuntito e triangolare senza cresta mediana; i bordi del rostro sono lisci. Il carapace, generalmente liscio, presenta un paio di creste post-orbitali con spine. Una fila di tubercoli è presente posteriormente al solco cervicale. I solchi bradiocardici non sono uniti sulla linea mediana del carapace ed è presente, diversamente dal congenerico *P. clarkii*, l'areola. Le chele sono piccole, poco granulose e con un pattern di colorazione marmoreo. Essendo una specie che si riproduce partenogeneticamente, sono presenti solo individui di sesso femminile. Non si conoscono al momento individui maschili in cattività e in natura. Come in altri Cambaridi, nelle femmine sessualmente mature, il ricettacolo seminale (*annulus ventralis*), collocato ventralmente tra le basi delle appendici ambulacrali, è sclerificato (Gherardi et al. 2014).

Secondo alcuni autori, il gambero marmorato è una specie prodotta in laboratorio; è stata scoperta per la prima volta negli anni '90 nel commercio di acquariofilia in Germania e gli individui erano solo femmine partenogenetiche. Il primo record in natura risale, invece, al 2003, sempre in Germania (Chucholl 2011). Prima classificato come *Procambarus* sp., attraverso analisi genetiche nel 2010 fu identificato come la forma partenogenetica del gambero nordamericano *Procambarus fallax*. Recentemente, la specie è stata riclassificata come *Procambarus virginalis* (Lyko, 2017). Appartenendo al genere *Procambarus* è originaria del Nord America (Gherardi et al. 2014). È una specie molto apprezzata e comune in acquariofilia: è stata introdotta e ritrovata in natura in numerosi paesi europei (Croazia, Estonia, Francia, Germania, Olanda, Repubblica Ceca, Romania, Slovacchia, Svezia, Ucraina e Ungheria) e anche in Madagascar e Giappone (Jones et al. 2009; Chucholl 2011; Chucholl et al. 2012; Kouba et al. 2014; Ercoli et al. 2019).

Si tratta di una specie legata all'acquariofilia e di conseguenza non si hanno informazioni di una popolazione nativa nel suo luogo d'origine. Come evidenziato dai ritrovamenti delle varie popolazioni introdotte in Europa, è in grado di colonizzare ogni tipo di ambiente acquatico, anche salmastro (Veselý et al. 2017) alle varie latitudini e altitudini, con una preferenza per

habitat lentici di acque calde. Sebbene la temperatura ottimale oscilli tra i 18 e i 25 °C, sembra tollerare un'ampia varietà di condizioni ambientali, incluso corpi idrici con bassa concentrazione di ossigeno; in laboratorio riesce a tollerare temperature temporanee inferiori a 8 °C e superiori a 30 °C (Chucholl 2011; Gherardi et al. 2014; Kaldre et al. 2015). Come altri gamberi, è una specie onnivora e opportunista, consumando prevalentemente piante, alghe, detrito, macroinvertebrati acquatici e anche pesci (Jones et al. 2009; Chucholl 2011; Gherardi et al. 2014). Come *Procambarus clarkii* e *P. fallax*, può scavare tane da utilizzare per ripararsi dalle condizioni avverse (eccessivo caldo o freddo, disseccamento), per sfuggire ai predatori durante la muta e per la riproduzione (Chucholl 2011).

La specie è partenogenetica, ovvero le uova generate dalle femmine possono schiudersi anche senza che vi sia stata la fecondazione, dando origine a nuovi individui, tutti di sesso femminile. Può riprodursi già a 5-6 mesi di vita e, in condizioni favorevoli (l'optimum termale è 18-25 °C; Chucholl 2011), anche tutto l'anno con intervalli di 8-9 settimane tra due eventi riproduttivi. La fecondità varia tra individui: il numero delle uova è compreso tra 50 e 724. Dalle uova nascono piccoli adulti in miniatura. Un individuo può vivere fino a un massimo di 3-4 anni (Chucholl 2011; Gherardi et al. 2014; Vojkovská et al. 2014).

2 Distribuzione in Italia

Attualmente la specie è sicuramente presente con una popolazione solo in Sardegna, rinvenuta nel 2019 in provincia di Oristano e per la quale è stata inviata notifica ufficiale alla Commissione secondo quanto disposto dall'art. 16 del Regolamento (UE) n. 1143/2014. Sono pertanto attive le misure di eradicazione disposte dal MiTE ai sensi del D.Lgs. 230/2017. In merito alle segnalazioni (non riconfermate) di pochi individui in Toscana nel 2008 (Nonnis Marzano et al. 2009) e Veneto nel 2009 (Vojkovská et al. 2014), sono state rendicontate alla Commissione europea ma è prioritario predisporre un'azione volta alla conferma o meno della presenza della specie in queste due regioni. Tuttavia, la specie non è sempre facilmente riconoscibile, specialmente dai non esperti e in presenza di esemplari giovani, e analisi genetiche sono spesso necessarie per confermarne l'identificazione. Questa difficoltà di riconoscimento porta a ipotizzare che la specie possa essere più diffusa di quanto noto.

3 Vie d'introduzione e possibilità di espansione

La principale via di introduzione della specie è legata all'acquariofilia, con conseguente rilascio volontario/accidentale di individui in natura. Nonostante il divieto di introduzione e

commercializzazione introdotti con il Regolamento (UE) n. 1143/2014, la specie, molto apprezzata per il suo pattern marmoreo, viene ancora scambiata illegalmente, soprattutto attraverso il commercio *online*. Essendo una specie che cresce molto velocemente e inizia a riprodursi presto e molto, è facile che possa “saturare” velocemente un ambiente chiuso come un acquario, con il conseguente possibile rilascio in natura di individui. Chucholl (2011) riporta anche il possibile utilizzo della specie come risorsa trofica per le tartarughe ornamentali negli stagni.

Chucholl et al. (2012) hanno osservato individui migrare via terra in Germania. Sui tassi di dispersione naturale in acqua al momento non si hanno dati in letteratura, ma, considerando quelli trovati per il congenerico *P. clarkii*, è possibile ipotizzare una capacità di dispersione molto buona. In Estonia, inizialmente nel 2017 erano stati trovati solo sei individui in un tratto di canale di 1 km; nel 2018 sono stati trovati più di 100 individui in un tratto di almeno 5 km di canale (Ercoli et al. 2019). Attualmente, l’azione umana (attraverso i rilasci in natura) rappresenta il fattore principale di diffusione della specie in Europa e in Italia. Similmente a *P. clarkii*, i piccoli potrebbero essere trasportati anche accidentalmente da uccelli acquatici (Souty-Grosset et al. 2016). È da ricordare che questa specie ha una capacità molto elevata di colonizzazione di nuovi ambienti, dal momento che una sola femmina è sufficiente per dare origine a una nuova popolazione.

4 Impatti

Al momento è noto che, come altri Cambaridi, è vettore di *Aphanomyces astaci* (la peste del gambero, letale per il gambero nativo *Austropotamobius pallipes*¹, *A. torrentium* e *Astacus astacus*) (Chucholl 2011). Sebbene fino ad adesso non sia mai entrato in contatto diretto con il gambero nativo, può contribuire a ridurre il numero e la consistenza delle popolazioni attraverso la diffusione della peste del gambero: le spore possono essere, infatti, trasportate da uccelli acquatici, da attrezzatura da pesca, secchi, retini e stivali utilizzati in corsi d’acqua con *P. fallax* f. *viginalis* e poi non opportunamente disinfettati prima di essere utilizzati in corsi d’acqua con le specie native di gamberi. Essendo una specie onnivora e opportunista, può causare impatti sulla comunità degli ambienti invasi (macroinvertebrati acquatici, alghe, macrofite). In Madagascar, sono stati riportati impatti su popolazioni ittiche con impatti

¹ Recentemente la specie *Austropotamobius pallipes* è stata riclassificata come *A. fulcisanus* (Crandall & De Grave 2017). Considerando che a livello normativo la specie è nota come *A. pallipes*, si preferisce adottare questa nomenclatura per il presente piano.

negativi sulla pesca (Jones et al. 2009). La specie può nutrirsi anche di plantule del riso, andando a causare danni alla risicoltura (Jones et al. 2009; Faulkes et al. 2012). Può scavare anche tane, con conseguente incremento della torbidità. Da studi di laboratorio e di campo, è risultato essere competitivo con *Procambarus clarkii* e *Orconectes (Faxonius) limosus* (Chucholl & Pfeiffer 2010; Chucholl 2011). Per il gambero marmorato si ipotizzano, quindi, impatti ecologici simili, se non maggiori visto l'alto tasso riproduttivo, a quelli causati da *P. clarkii*.

5 Aspetti normativi

La specie è presente nell'elenco delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale inserite nel 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 che impone, tra l'altro, agli Stati Membri l'eradicazione rapida o il controllo di tali specie. In particolare la specie è presente nel primo elenco delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale adottato dalla Commissione il 13 luglio 2016 in applicazione del regolamento sopracitato (Regolamento di esecuzione (UE) n. 1141/2016). Il Regolamento UE n. 1143/2014 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014 è stato recepito attraverso l'adeguamento della normativa nazionale con il Decreto Legislativo 230 del 15 dicembre 2017.

6 Obiettivi del Piano

6.1 Obiettivo nazionale

Come riportato in precedenza, la specie è oggi presente con una sola popolazione confermata in Sardegna e presenze sporadiche in Veneto e Toscana da riconfermare. Il presente piano è teso verso l'obiettivo, oggettivamente ambizioso, di eradicare la specie dall'intero territorio nazionale, fermo restando che questa non sia già molto più diffusa sul territorio nazionale rispetto ai dati disponibili data la difficoltà di riconoscimento della specie, e di prevenirne l'introduzione nelle aree di assenza.

6.2 Obiettivi regionali

In tutte le Regioni e Province (ed in particolare dove la specie è assente) deve essere predisposto un sistema di sorveglianza (ai sensi dell'art. 18 del D.Lgs. 230/2017) che rilevi l'eventuale presenza o confermi l'assenza della specie (non sempre, infatti, la specie è

facilmente riconoscibile), abbinato ad attività di sensibilizzazione per evitare nuove introduzioni.

Nelle regioni in cui la specie risulta assente, la comparsa di gambero marmorato deve essere rilevata rapidamente e comunicata senza indugi al MiTE (ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs. 230/2017). Le Regioni e Province autonome sono quindi responsabili dell'immediata attuazione delle misure di eradicazione rapida di cui al presente 'Piano', finalizzate ad assicurare l'eliminazione completa e permanente della specie esotica invasiva dall'ambiente naturale. Poiché la diffusione della specie è legata strettamente all'inosservanza dei divieti di scambio commerciale tra acquariofili e di rilascio in natura, un'utile misura preventiva è quella del rafforzamento dei controlli in questo settore.

Come già accennato, in Sardegna è attualmente in fase di attuazione un piano di eradicazione, a seguito della prima segnalazione avvenuta a luglio 2019. In Veneto e Toscana è prioritario confermare o meno la presenza della specie nelle due aree riportate nella rendicontazione 2019 e attuare un piano di eradicazione se ancora possibile o contenimento della specie.

Di seguito è riportata la tabella di sintesi con le azioni gestionali previste suddivise per Regioni e Province autonome. Si ricorda che il monitoraggio è obbligatorio in tutte le regioni e province autonome ai sensi dell'art.18 del D.Lgs.230; la risposta rapida consiste nell'eradicazione rapida secondo le modalità di cui ai commi 3 e 4 dell'art.19 del D.lgs. 230 a seguito della prima segnalazione; l'eradicazione è un'attività attuata ai sensi dell'art.22 del D.Lgs.230/17 nel caso di una specie già presente sul territorio regionale o provinciale.

Tabella 1. Azioni gestionali previste suddivise per Regione e Province autonome.

Regione	Controllo/ Contenimento (art.22)	Eradicazione (art.22)	Risposta rapida (eradicazione art.19)	Monitoraggio
Abruzzo			X	X
Basilicata			X	X
Bolzano			X	X
Calabria			X	X
Campania			X	X
Emilia Romagna			X	X
Friuli Venezia Giulia			X	X
Lazio			X	X
Liguria			X	X
Lombardia			X	X
Marche			X	X
Molise			X	X
Piemonte			X	X
Puglia			X	X
Sardegna		X		X
Sicilia			X	X
Toscana	(X)	X		X
Trento			X	X
Umbria			X	X
Valle d'Aosta			X	X
Veneto	(X)	X		X

7 Modalità di intervento

Al momento non sono mai state condotte azioni gestionali sul gambero marmorato in Europa. Visti i tratti in comune, si riportano di seguito i principali metodi utilizzati di intervento volti al controllo e/o eradicazione per il congenerico *Procambarus clarkii*.

7.1 Prevenzione

7.1.1 Prevenzione di introduzioni accidentali

Per poter prevenire le introduzioni accidentali è necessario attuare un controllo sul rispetto della normativa vigente in materia di condizioni per la detenzione di individui di *P. fallax* f.

virginalis (artt. 26, 27 del D.Lgs. 230/2017). Le disposizioni contenute nella regolamentazione della detenzione indicano le modalità e i termini di denuncia del possesso di individui della specie e le condizioni, per le quali i detentori di specie esotiche di rilevanza unionale sono tenuti ad adottare tutte le azioni preventive al fine di evitare l'introduzione degli esemplari nell'ambiente naturale e la loro riproduzione. Per questa specie i termini di presentazione della denuncia di possesso sono scaduti.

Al fine di minimizzare il rilascio della specie in natura, le Regioni e le Province autonome promuovono campagne di educazione e sensibilizzazione sulle problematiche delle invasioni biologiche e le norme in essere. Il Comando Unità forestali ambientali e agroalimentari (CUFAA) dell'Arma dei Carabinieri e gli altri organi preposti attuano i controlli previsti ai sensi della normativa vigente al fine di assicurare il rigoroso rispetto ai divieti di commercio (anche online), detenzione e soprattutto di trasporto di esemplari vivi in modo da ridurre il rischio di traslocazione con successiva diffusione del gambero marmorato in ambienti non ancora interessati dalla presenza della specie.

7.1.2 Prevenzione di espansione secondaria

L'eradicazione di una specie acquatica è molto difficile e le probabilità di successo sono molto più elevate nella prima fase di invasione, cioè quando ci sono pochi individui, localizzati e presenti in corpi confinati/chiusi. Tuttavia, in questa fase, quando la specie presenta densità molto basse, non è sempre possibile rilevarne la presenza con le tecniche tradizionali di campionamento (trappolaggio con nasse). Per tali ragioni, ci si può avvalere dell'utilizzo del DNA ambientale che rileva la specie anche a basse densità (Mauvisseau et al. 2019). È molto importante mettere a punto meccanismi efficaci di identificazione rapida dei nuovi nuclei in natura e misurare gli effetti dei protocolli di rimozione attuati su tali nuclei. In particolare, dove non è possibile arrivare alla completa eradicazione (obiettivo primario) è necessario avviare operazioni di controllo e contenimento delle popolazioni per evitare successive espansioni al di fuori dell'area di presenza, secondo l'approccio gerarchico dettato dal Regolamento (UE) n. 1143/2014, e secondo le priorità di azione sopra riportate. Per quanto riguarda i metodi da utilizzare per evitare l'espansione si rimanda alla sessione Metodi di intervento a pagina 12 del presente Piano.

Le campagne di comunicazione promosse da Regioni e Province autonome potranno anche stimolare il contributo dei cittadini nell'individuazione di eventuali nuclei sul territorio; l'ultima segnalazione della specie in Umbria è arrivata proprio dai cittadini. Anche il controllo

periodico di alcune pagine sui social media e forum può essere molto utile per avere informazioni su nuove colonizzazioni, come accaduto in passato per altre specie di gamberi alieni.

7.2 Gestione

7.2.1 Risposta rapida ed eradicazione

In casi di nuove introduzioni si procede all'eradicazione rapida secondo le modalità di cui ai commi 3 e 4 art. 19 del D.Lgs. n. 230/2017, tramite i metodi di intervento sotto descritti.

In generale, la rapidità d'intervento è fondamentale per la buona riuscita di un piano di eradicazione in tempi e costi contenuti. Come riportato nel protocollo di risposta rapida attivata all'interno del progetto LIFE NAT/IT/000239 RARITY per *Procambarus clarkii* (Zanetti et al. 2014), al ritrovamento anche di un solo esemplare di gambero diverso da quelli nativi o anche di semplici tracce di presenza (es. chele o parti di esoscheletro o resti nelle fatte di possibili predatori, tane) o anche di segnalazioni nuove da parte di vari enti attivi sul territorio (come Comuni, Uffici Territoriali Regionali, personale dei Parchi, GEV, Polizia Provinciale, associazioni di caccia e pesca, consorzi di bonifica) è necessario attivare le opportune procedure di pronta risposta. Al fine di verificare la veridicità e l'attendibilità della segnalazione, quando la segnalazione riguarda aree in cui la presenza delle specie non è nota, si deve procedere con sopralluogo, se necessario, e il posizionamento di nasse armate con esca trofica. Essendo una specie non sempre facilmente identificabile, è spesso indispensabile ricorrere all'analisi genetica per avere conferma dell'identità. Come sopra riportato, ci si può avvalere anche dell'utilizzo delle indagini basate sulla tecnica del DNA ambientale. Qualora la presenza venga confermata, è indispensabile effettuare prima un monitoraggio della popolazione per capirne la reale dimensione e struttura. Queste informazioni sono essenziali per comprendere se si tratta di un gruppo di individui non ancora stabilizzati – dove quindi un'eradicazione potrebbe essere ancora possibile – o se, viceversa, si tratta di una popolazione ormai ben strutturata, anche se è da considerare che per il gambero marmorato una sola femmina può dare origine a una popolazione. Inoltre, le informazioni derivanti dal monitoraggio sono necessarie sia per decidere se intraprendere o meno le attività di controllo e le eventuali modalità di intervento sia per effettuare una valutazione dell'efficacia delle azioni intraprese e, se opportuno, per cambiare le metodiche di eradicazione/controllo utilizzate.

Come detto precedentemente, l'eradicazione è molto difficile e possibile solo nelle fasi iniziali dell'invasione in corpi idrici confinati/chiusi. Iniziate le attività di rimozione nelle aree dove sia possibile portare avanti un intervento di eradicazione, è opportuno procedere parallelamente al monitoraggio delle zone circostanti, raggiungendo così una più ampia e dettagliata conoscenza dello stato dell'estensione della popolazione sul territorio in modo da delimitare un'area *buffer* oltre la quale la specie è presumibilmente assente. Le fasi di rimozione e monitoraggio dovranno continuare parallelamente fino alla completa rimozione della specie dall'area interessata e anche a posteriori per valutare l'efficacia degli interventi messi in atto. Infine, per poter reperire tutte le informazioni disponibili sul territorio e sostenere nel tempo l'operatività, è fondamentale valorizzare i contatti con il territorio stesso (associazioni, volontari, istituzioni,...) in modo da istituire una rete in grado fornire agli enti competenti aggiornamenti e allerte utili ad attivare azioni di verifica e rimozione puntuale di ulteriori individui, soprattutto nelle fasi conclusive degli interventi di controllo, quando il rilevamento degli ultimi individui rimasti diventa più difficoltoso. È, quindi, di fondamentale importanza riuscire a coordinare sin dall'inizio le attività dei diversi operatori sul territorio al fine di ottimizzare l'efficacia degli interventi.

7.2.2 Controllo in caso di presenza diffusa

Il controllo, attraverso i metodi di intervento sotto descritti, potrà essere effettuato in casi in cui i nuclei di *P. fallax* f. *virginialis* siano estesi, caratterizzati da popolazioni ben strutturate e con elevato numero di individui tale per cui l'eradicazione non sia più perseguibile anche per la complessità dell'ambiente occupato. In tal caso, adottando un approccio di prioritizzazione, sarà necessario individuare e selezionare i siti dove sia fattibile portare avanti un'azione di controllo che possa avere ricadute positive, come corpi idrici confinati e/o chiusi e compresi in aree protette che ospitano ancora una biodiversità da proteggere e mantenere. Si dovranno considerare anche azioni di contenimento in aree selezionate ai margini di quelle di maggiore interesse per evitare che la specie arrivi, ad esempio, dentro aree protette dove non sia ancora presente e si espanda ulteriormente.

7.2.3 Metodi di intervento

Nel pianificare le attività gestionali occorre assicurarsi che i metodi utilizzati siano efficaci per ottenere un controllo della popolazione della specie in questione, tenendo in debita considerazione la salute umana e la tutela degli ecosistemi, con particolare riferimento alle

specie non-target delle misure di gestione e i loro habitat. In particolare, per *P. fallax f. virginalis*, come per altre specie di gamberi alieni invasivi, si raccomanda un approccio integrato per raggiungere dei buoni risultati, dal momento che non esiste un unico metodo efficace applicabile ovunque, che i metodi di controllo noti non sono sempre utilizzabili in tutte le situazioni di intervento e che spesso vanno a colpire stadi vitali differenti: è necessario utilizzare, quindi, più metodi insieme per raggiungere gli obiettivi di controllo programmati (Gherardi et al. 2011; Manfrin et al. 2019).

7.2.3.1 Cattura con nasse/ART e successiva soppressione

Le attività di cattura massiva possono essere effettuate mediante l'utilizzo di nasse a doppio inganno tipo bertovello, di forma cilindrica, aventi lunghezza di cm 60-90 cm e diametro di 30-40 cm, e innescate con esca trofica (anche con una semplice scatoletta di cibo per gatti opportunamente forata). Di particolare comodità risultano le nasse costruite su una molla metallica e quindi facilmente richiudibili per agevolarne il trasporto. Non essendo caratterizzate da una efficacia specie specifica, le nasse devono essere collocate lungo le sponde ogni 25 m circa l'una dall'altra e lasciate semisommerse per evitare l'annegamento di esemplari di eventuali specie non-target che possono entrare attratte dall'esca (anfibi, rettili e piccoli mammiferi, talvolta anche uccelli).

Durante il periodo di cattura si procede all'innescare delle trappole, nel maggior numero possibile, al relativo controllo e svuotamento delle stesse una volta al giorno per evitare l'eccessiva permanenza di esemplari di specie native non-target all'interno della nassa che devono essere rilasciate. Inoltre, se troppo piena, l'efficacia di cattura viene compromessa. L'esca, quindi, va cambiata ad intervalli brevi e possibilmente ogni giorno. In caso di cattura, si procede a recuperare i gamberi nella nassa, registrando il numero di esemplari catturati in un'apposita scheda di rilevamento, al loro congelamento e poi allo smaltimento. Le catture devono essere condotte durante il periodo di massima attività della specie (primavera-estate). Di solito si utilizza il Catch per Unit Effort (CPUE: n° gamberi catturati/n° nasse/tempo di cattura) per valutare l'efficacia delle catture. Le nasse catturano più frequentemente individui medio-grandi: i piccoli tendono a non entrare nelle nasse (perché sono meno vagili e possono essere cannibalizzati dai grandi) le femmine con le uova stanno preferibilmente in tana (Gherardi et al. 2011; Manfrin et al. 2019). È possibile, quindi, utilizzare insieme alle nasse anche le ART (Artificial Refuge Traps), formate da piccoli tubi cilindrici costruiti in materiale vario, soprattutto PVC o terracotta, di varie dimensioni uniti per il lato più lungo, che "mimano"

la tana e che si sono rivelate essere un metodo efficace per la cattura di piccoli e femmine ovigere del gambero della California *Pacifastacus leniusculus* (Green et al. 2018). Ove il livello dell'acqua lo permette, si può utilizzare anche un guadino per cercare di raccogliere i piccoli; in Francia e Spagna, sono state sperimentate altresì cassette trappola per i piccoli nonché l'utilizzo di reti a maglia fine simili a quelle che si utilizzano per il campionamento dello zooplankton. Con queste ultime è possibile che anche altre specie non-target vengano catturate.

L'impiego di nasse e la cattura di gamberi nella diversificate normative regionali non è normalmente ammesso. Pertanto, prima di programmare le attività di controllo si raccomanda di ottenere i necessari permessi dagli enti competenti, soprattutto qualora le misure di contenimento riguardino le aree protette. Nel caso in cui si operi in aree di presenza nota e diffusa di specie inserite nell'allegato D del D.P.R. 357/97, deve essere richiesta al MiTE, per tutto il personale coinvolto, una autorizzazione in deroga al citato D.P.R. 357/97. Considerati i divieti di immissione in natura per specie non autoctone (art. 12 DPR 357/97) e di rilascio nell'ambiente ed esotiche invasive di rilevanza unionale (o che l'art. 7, comma 1h, del Regolamento UE n. 1143/2014), nel caso siano catturati anche esemplari di altre specie non autoctone o esotiche invasive di interesse, questi non possono essere rilasciati, ma devono essere trattenuti e soppressi o conferiti presso idonei centri di mantenimento in cattività, secondo le disposizioni specificate dalle Autorità che hanno autorizzato il piano di controllo

Al fine di incrementare l'efficacia delle catture è consigliabile utilizzare in contemporanea alle nasse anche un'altra tecnica che vada a colpire le classi di taglia più piccole, come le ART, il guadino o le reti a maglia fine. Particolarmente interessante è anche l'impiego di predatori nativi. Queste tecniche sono in grado di rendere perseguibile l'obiettivo dell'eradicazione o perlomeno quello dell'abbassamento consistente e duraturo della popolazione attraverso la riduzione del tasso di riproduzione.

7.2.3.2 Utilizzo di predatori indigeni

Numerose specie ittiche, native e aliene, possono predare con successo i piccoli e i giovani delle specie di gamberi alieni invasivi, andando così a completare l'azione di controllo svolta dalle nasse sugli individui medio-grandi (Gherardi et al. 2011; Manfrin et al. 2019). Occorre, comunque, tenere conto della normativa di riferimento e, in particolare, le specie che si intende utilizzare devono, comunque, essere vagliate ai sensi di quanto previsto dal D.P.R. del 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). Tra le specie native candidate a essere utilizzate è raccomandato l'utilizzo dell'anguilla *Anguilla anguilla*, perché è una specie bentonica (come il gambero), tollera anche acque con bassa concentrazione di ossigeno, ed è una predatrice attiva ed efficace degli stadi giovanili del gambero (Aquiloni et al. 2010). Questa tecnica richiede una valutazione preliminare sulla fattibilità dell'immissione nel sito di intervento, tenendo conto delle possibili ricadute su specie non-target e sulla eventuale presenza pregressa di una popolazione di questa specie. Una volta accertata la fattibilità, la quantità di anguille da utilizzare deve essere valutata in base alle caratteristiche e all'estensione del corpo idrico di intervento e alla popolazione presente di *P. fallax* f. *virginialis*. Il rilascio di anguille è importante anche per la conservazione della specie ittica stessa, la cui conservazione è oggetto del Regolamento (UE) n. 1100/2007. In Svizzera, con l'azione combinata di trappolaggio intensivo e anguilla nel Rumensee (1.5 ha) la popolazione del congenerico *P. clarkii* si è ridotta sotto il 10% dopo tre anni (CPUE da 3.44 nel 1997 a 0.69 nel 1999; Frutiger & Müller 2002).

7.2.3.3 Sterilizzazione

Questo metodo si basa sulla riduzione del successo riproduttivo attraverso il rilascio di maschi sterili in natura. Il loro accoppiamento con le femmine porta ad una riduzione della prole prodotta. Si tratta di un metodo che può essere applicato solo in alcuni contesti, con popolazioni chiuse in un corpo idrico ben delimitato. Tuttavia, il gambero marmorato è una specie con solo individui femminili che si riproducono per via partenogenetica, quindi questo metodo non può essere applicato.

7.2.3.4 Utilizzo di metodi fisici

In alcuni casi, è possibile svuotare completamente un corpo idrico chiuso; tuttavia, questo comporta prima dell'intervento il recupero della fauna non-target da tutelare e può risultare poco efficace per una specie come di *P. fallax* f. *virginialis* caratterizzata dalla capacità di scavare attivamente tane nelle quali rifugiarsi durante i periodi critici (come il disseccamento). In una esperienza simile condotta in Francia, prima dello svuotamento per controllare il congenerico *P. clarkii*, è stata installata una recinzione intorno a due stagni invasi dalla specie (superficie totale di 10500 m²) per evitare che alcuni individui si disperdessero in altri stagni durante l'intervento. Dopo aver svuotato gli stagni, è stata sparsa calce viva nelle pozze rimanenti e dragato il fondo. Dopo tre anni, durante i quali gli stagni sono stati riempiti e svuotati,

monitorando sempre la presenza della specie, *P. clarkii* è stato completamente eradicato (<http://www.especies-exotiques-envahissantes.fr/wp-content/uploads/2018/10/ecrevisse-de-louisiane-r2.pdf>). Questo metodo non è molto economico e può andare a modificare l'habitat. Per questo, la sua applicazione deve essere, quindi, attentamente valutata e può essere pensata solo per interventi puntiformi su corpi idrici chiusi con superfici inferiori ai 2 ha, altrimenti determina impatti ingenti, superiori ai benefici, se estesa ad ecosistemi naturali di pregio. Barriere e sbarramenti sono stati utilizzati con successo per impedire la dispersione di popolazioni confinate di *P. clarkii* in Spagna (Dana et al. 2011); tuttavia, è necessario valutare l'impatto di queste barriere sugli spostamenti di specie native.

7.2.3.5 Utilizzo di biocidi

Il piretroide naturale Pyblast è stato utilizzato con successo sul congenerico *P. clarkii* in un intervento sperimentale in un tratto di canale di 700 m² in Emilia-Romagna (Cecchinelli et al. 2012) con una concentrazione di 0.05 mg/L. Dopo 72 h dall'applicazione non sono stati catturati più gamberi. Il prodotto deve essere utilizzato in acqua e non spruzzato direttamente nelle tane, perché in queste ultime non ha effetto (essendo le tane scavate in terreni limo-argillosi, il Pyblast percola). Il Pyblast ha un decadimento veloce, specie con la radiazione solare (se ne raccomanda, infatti, l'applicazione in primavera-estate) e una tossicità bassa per mammiferi e uccelli (nulla per le piante), ma può essere tossico per altri crostacei, insetti e pesci, che dovrebbero essere rimossi prima dell'intervento. Potrebbe essere saggiato anche su *P. fallax* f. *virginialis*. Il Pyblast non è tuttavia autorizzato in Italia pertanto il metodo non si risulta al momento applicabile sul territorio nazionale.

7.2.3.6 Altri metodi

In via sperimentale, sono state saggiate con successo tecniche innovative sul congenerico *P. clarkii* (popolazioni monosex, silenziamento di ormoni chiave attraverso RNA interference, somministrazione orale di ormoni peptidici) che non sono state, però, al momento applicate sul campo per il controllo effettivo della specie (Manfrin et al. 2019). Nel caso del gambero marmorato, considerando che è una specie partenogenetica, potrebbero essere presi in considerazione il silenziamento di ormoni chiave attraverso RNA interference o la somministrazione orale di ormoni peptidici per ridurre il tasso di riproduzione da abbinare al trappolaggio intensivo.

7.3 Trattamento carcasse

Gli esemplari trappolati possono essere soppressi tramite refrigerazione a 4° C per almeno 24 ore e successivo congelamento alla temperatura di -20 °C, per almeno una settimana, processo che determina la morte degli individui senza inutili sofferenze. Le carcasse devono essere poi smaltite come previsto dall'art. 12 del Regolamento CE n. 1069/2009 per i "Materiali di categoria 1", come definito all'art. 8 dello stesso regolamento, mediante incenerimento.

Si ricorda che all'art.22 del D.Lgs.230/17 è prevista la possibilità di autorizzazione temporanea all'uso commerciale di esemplari di specie esotiche invasive di rilevanza unionale o nazionale quale parte delle misure di gestione volte alla loro eradicazione, controllo numerico o contenimento, in casi strettamente giustificati e a condizione che siano in essere tutti i controlli appropriati al fine di evitare ogni ulteriore diffusione (Reg. UE 1143/14).

7.4 Personale coinvolto

L'attività di rimozione con le trappole può essere svolta:

- a) dal personale degli Enti parco e delle Riserve o da persone espressamente formate e autorizzate, sotto la diretta responsabilità e sorveglianza dell'organismo di gestione dell'area protetta, limitatamente ai territori di competenza;
- b) da pescatori durante l'esercizio dell'attività di pesca, e da volontari appartenenti ad associazioni locali e/o da guardiani dei consorzi di bonifica opportunamente formati e in possesso di autorizzazione di pesca con nasse per le aree di intervento.

Il trappolaggio con nasse è un metodo molto semplice e di facile utilizzo, ed è possibile coinvolgere personale non specializzato opportunamente formato. Le attività di controllo ed eradicazione con l'utilizzo di altri metodi dovranno essere eseguite da personale appositamente formato e specializzato.

Il personale coinvolto nel trappolaggio intensivo deve compilare una scheda di rilevamento, riportando luogo e ora di attività, e per ogni nassa numero e sesso degli esemplari catturati. I dati raccolti devono essere poi analizzati per valutare l'andamento delle catture e dell'efficacia dell'intervento. Per gli altri metodi si deve, comunque, tenere un registro di tutte le operazioni effettuate.

8 Tecniche di monitoraggio

8.1 Misure di sorveglianza e rilevamento precoce

In Italia, all'interno del progetto LIFE NAT/IT/000239 "RARITY" è stato messo a punto e poi applicato in diverse occasioni il protocollo di risposta rapida per garantire un intervento precoce in seguito all'insediamento di nuovi nuclei del congenerico *P. clarkii* in Friuli Venezia Giulia (Zanetti et al. 2014). Un protocollo simile può essere adottato anche per *P. fallax* f. *virginalis*. Nel caso del Friuli Venezia Giulia, il personale dell'ETP (Ente Tutela Pesca, ora ETPI: Ente Tutela Patrimonio Ittico) era deputato a mettere in atto le misure di rilevamento e risposta rapida. A livello regionale si può, quindi, pensare a una *Task Force*, costituita da persone legate al territorio per motivi professionali o ricreativi quali pescatori, volontari, guardiani dei consorzi di bonifica, personale di aree protette ed esperti, forestali, che nelle loro attività quotidiane possono monitorare ed eventualmente rilevare l'insediamento di un nuovo nucleo da segnalare prontamente agli Enti deputati alla gestione territoriale su scala locale. I cittadini possono contribuire alla sorveglianza e al rilevamento precoce attraverso la *citizen science*, segnalando anche la presenza di tane o il ritrovamento di chele o altri segni di presenza (come avvenuto con <http://www.gamberialieni.divulgando.eu>).

È importante che queste segnalazioni possano essere tempestivamente verificate in modo da essere validate da personale qualificato. Questo è chiamato innanzitutto a confermare il corretto riconoscimento della specie e nello stesso tempo determinare lo status della popolazione o nucleo rilevato, in modo da poter impostare la miglior strategia di eradicazione o controllo.

8.2 Monitoraggio presenza

È possibile monitorare la presenza della specie, valutando eventuali segni di presenza (chele, pezzi di esoscheletro, tane, talvolta è possibile avvistare anche individui dentro e fuori dall'acqua) e posizionando nasse armate con esca trofica trofica, con le tecniche già descritte al paragrafo 7.2.3.1. Come sopra riportato, ci si può avvalere anche dell'utilizzo del DNA ambientale. In alcuni casi, ove il livello dell'acqua lo rende possibile, si può utilizzare anche un guadino per effettuare un campionamento manuale. Il contributo dei cittadini è sempre molto importante per segnalare nuovi nuclei.

8.3 Monitoraggio dell'efficacia degli interventi

Gli interventi effettuati potranno dirsi efficaci se raggiungeranno gli obiettivi prefissati, di eradicazione o controllo della popolazione. Il primo caso prevede che non vi sia presenza di alcun individuo della specie nelle aree di intervento (o che le densità raggiunte siano pari a zero); nel secondo caso, invece, solitamente ci si attesta su una diminuzione consistente del CPUE (almeno del 60%) per poter considerare un intervento di controllo efficace. I tempi per raggiungere tale decremento dipendono dalla consistenza delle popolazioni oggetto di controllo (da valutare attraverso un trappolaggio preliminare di almeno 10 giorni che dia indicazione sui tassi di cattura iniziali) e dalla struttura di popolazione (taglia, stato riproduttivo).

Solitamente si utilizza l'andamento del CPUE per monitorare l'efficacia degli interventi. Il monitoraggio, una volta attivato, dovrà continuare per tutta la durata del programma di gestione, fornendo dati sull'andamento delle attività. Se sono efficaci, le frequenze di cattura saranno alte nelle prime fasi per poi progressivamente calare e, parallelamente, anche i segni di presenza diminuiranno.

In queste fasi, è importante la raccolta e l'analisi di tutti i dati disponibili, quali numero e caratteristiche degli animali catturati (taglia, stato riproduttivo) per valutare l'efficacia dei metodi di gestione ed eventualmente modificarli in corso. È importante produrre di volta in volta report sulle attività svolte, specificando lo sforzo e le modalità messe in atto, comunicando analisi e risultati ottenuti e garantendo così una sempre più completa e idonea linea di intervento e di gestione.

Qualora venisse condotto un intervento di eradicazione, il monitoraggio andrà continuato anche dopo l'intervento per almeno 2-3 anni per essere sicuri del successo e della non reinvasione dell'area da parte della specie. In questa fase post eradicazione, può essere utile utilizzare il DNA ambientale a conferma del successo dell'intervento.

Con cadenza annuale sono valutati e rendicontati al MiTE i risultati degli interventi effettuati, secondo quanto previsto dall'art. 18.5 del D.Lgs 230/17.

9 Bibliografia

Aquiloni L, Brusconi S, Cecchinelli E, Tricarico E, Mazza G, Paglianti A, Gherardi F, 2010. Biological control of invasive populations of crayfish: the European eel (*Anguilla anguilla*) as a predator of *Procambarus clarkii*. *Biological Invasions* 12: 3817-3824.

Cecchinelli E, Aquiloni L, Maltagliati G, Orioli G, Tricarico E, Gherardi F, 2012. Use of natural pyrethrum to control the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in a rural land of Italy. *Pest Management Science* 68: 839-844.

Chucholl C, 2011. *Procambarus fallax* f. *virginialis*. CABI factsheet: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/110477> last access 15/6/2020

Chucholl C, Pfeiffer M, 2010. First evidence for an established Marmorkrebs (Decapoda, Astacida, Cambaridae) population in Southwestern Germany, in syntopic occurrence with *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817). *Aquatic Invasions* 5: 405-412.

Chucholl C, Morawetz K, Groß H, 2012. The clones are coming - Strong increase in Marmorkrebs [*Procambarus fallax* (Hagen, 1870) f. *virginialis*] records from Europe. *Aquatic Invasions* 7: 511-519.

Crandall KA, De Grave S, 2017. An updated classification of the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidea) of the world, with a complete species list. *Journal of Crustacean Biology* 37(5): 615-653.

Dana ED, García De Lomas J, González R, Ortega F, 2011. Effectiveness of dam construction to contain the invasive crayfish *Procambarus clarkii* in a Mediterranean mountain stream. *Ecological Engineering* 37: 1607-1613.

Ercoli P, Kaldre K, Paaver T, Gross R, 2019. First record of an established marbled crayfish *Procambarus virginialis* (Lyko, 2017) population in Estonia. *BioInvasions Records* 8: 675-683.

Faulkes Z, Feria T, Muñoz J, 2012. Do Marmorkrebs, *Procambarus fallax* f. *virginialis*, threaten freshwater Japanese ecosystems? *Aquatic Biosystems* 8: 13.

Frütiger A, Müller R, 2002. Controlling unwanted *Procambarus clarkii* populations by fish predation. *Freshwater Crayfish* 13: 309-315.

Gherardi F, Aquiloni L, Diéguez-Uribeondo J, Tricarico E, 2011. Managing invasive crayfish: is there any hope? *Aquatic Sciences* 73: 185-200.

Gherardi F, Aquiloni L, Cianfanelli S, Tricarico E, 2014. Specie aliene. In: Lencioni V, Rossaro B, Boggero A, Marziali L (a cura di) I macroinvertebrati lacustri - morfologia, tassonomia, ecologia e biomonitoraggio, Quaderni del Museo Tridentino di Scienze Naturali 6/1, pp. 51-96.

Green N, Bentley M, Stebbing P, Andreou D, Britton R, 2018. Trapping for invasive crayfish: comparisons of efficacy and selectivity of baited traps versus novel artificial refuge traps. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 419: 15.

Jones JPG, Rasamy JR, Harvey A, Toon A, Oidtmann B, Randrianarison MH, Raminosoa N, Ravoahangimalala OR, 2009. The perfect invader: a parthenogenic crayfish poses a new threat to Madagascar's freshwater biodiversity. *Biological Invasions* 11: 1475-1482.

Kaldre K, Meženin A, Tiit P, Kawai T, 2015. A preliminary study on the tolerance of marble crayfish *Procambarus fallax* f. *virginalis* to low temperature in Nordic climate. In: Kawai T, Faulkes Z, Scholtz G (eds), *Freshwater Crayfish: global overview*, pp. 54-62.

Kouba A, Petrusek A, Kozák P, 2014. Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 413: 5.

Manfrin C, Souty-Grosset C, Anastácio PM, Reynolds J, Giulianini PG, 2019. Detection and control of invasive freshwater crayfish: from traditional to innovative methods. *Diversity* 11: 5.

Mauvisseau Q, Tönges S, Andriantsoa R, Lyko F, Sweet M, 2019. Early detection of an emerging invasive species: eDNA monitoring of a parthenogenetic crayfish in freshwater systems. *Management of Biological Invasions* 10: 461-472.

Nonnis Marzano F, Scalici M, Chiesa S, Gherardi F, Piccinini A, Gibertini G, 2009. The first record of the marbled crayfish adds further threats to fresh waters in Italy. *Aquatic Invasions* 4: 401-404.

Veselý L, Hrbek V, Kozák P, Buřič M, Sousa R, Kouba A, 2017. Salinity tolerance of marbled crayfish *Procambarus fallax* f. *virginalis*. *Knowledge and Management of Freshwater Ecosystems* 418: 21.

Vojkovská R, Horká I, Tricarico E, Ďuriš Z, 2014. New record of the parthenogenetic marbled crayfish *Procambarus fallax* f. *virginalis* from Italy. *Crustaceana* 87: 1386-1392.

Zanetti M, Rucli A, Aquiloni L, 2014. Early Detection Rapid Response (EDRR). In: RARITY. Eradicate invasive Louisiana red swamp crayfish and preserve white clawed crayfish in Friuli Venezia Giulia. Final Report RARITY Project LIFE10NAT/IT/000239, pp. 55-57.