

# Piano di gestione nazionale del gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*)



@CHRIS LUCKHAUP

Maggio 2021

**A cura di:**

Elena Tricarico<sup>1</sup>, Massimo Zanetti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Università degli Studi di Firenze*

<sup>2</sup>*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.....	7
4 Impatti.....	8
5 Aspetti normativi.....	9
6 Obiettivi del Piano.....	9
6.1 Obiettivo nazionale.....	9
6.2 Obiettivi regionali.....	10
7 Modalità di intervento.....	12
7.1 Prevenzione.....	12
7.1.1 Prevenzione di introduzioni accidentali.....	12
7.1.2 Prevenzione di espansione secondaria.....	12
7.2 Gestione.....	13
7.2.1 Eradicazione rapida per nuove introduzioni.....	13
7.2.2 Controllo in caso di presenza diffusa.....	14
7.2.3 Metodi di intervento.....	15
7.3 Trattamento carcasse.....	19
7.4 Personale coinvolto.....	20
8 Tecniche di monitoraggio.....	21
8.1 Misure di sorveglianza e rilevamento precoce.....	21
8.2 Monitoraggio presenza.....	21
8.3 Monitoraggio dell'efficacia degli interventi.....	22
9 Bibliografia.....	23

## Sommario

Il gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*) è 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 rosso della Louisiana, *Procambarus clarkii*, spesso noto anche come gambero killer americano, è un crostaceo dulcacquicolo appartenente all'Ordine dei Decapodi e alla Famiglia dei Cambaridi; è originario degli ambienti lenticoli degli Stati Uniti centro-meridionali e del Messico nord-orientale, ma è in grado di colonizzare ogni tipo di ambiente acquatico, incluse le acque salmastre e di grotta.

Le principali vie di introduzione della specie sono acquacoltura e 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, larve di anfibi, uova di pesci e piante acquatiche; scava attivamente, specialmente in terreni limo-argillosi, favorendo la torbidità dell'acqua (che riduce la penetrazione della luce e la conseguente produttività primaria) e l'instabilità (fino al crollo) di piccoli argini. È portatore sano della chitridiomicosi e della peste del gambero, che sono letali, rispettivamente, per gli anfibi e per le specie native europee di astacidi tra cui il gambero di fiume *Austropotamobius pallipes* e il gambero di torrente *A. torrentium*.

Attualmente la specie è presente praticamente in quasi tutta Italia. Interventi di controllo e contenimento locali sono raccomandati, specialmente nelle aree protette e in ambienti confinati, per favorire il mantenimento della biodiversità locale, e per evitare l'espandersi della specie nelle aree ancora non invase. Inoltre, attività di sensibilizzazione sono necessarie per evitare ulteriori introduzioni della specie.

# 1 Caratteristiche della specie

Il gambero rosso della Louisiana, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), spesso noto anche come gambero killer americano, è un crostaceo dulcacquicolo appartenente all'Ordine dei Decapodi e alla Famiglia dei Cambaridi. Gli individui adulti in media sono lunghi sui 15 cm, ma possono raggiungere anche i 20 cm. Presentano una caratteristica colorazione rosso scuro o marrone-rossastro che li rende facilmente distinguibili dalle specie native; sono note anche varietà blu, gialle, bianche e nere, molto apprezzate dagli acquariofili. I giovani hanno, invece, una colorazione grigio-verde con una sottile banda scura su entrambi i lati dell'addome e una più spessa chiara lungo la superficie dorsale. Il cefalotorace è ruvido, soprattutto posteriormente al solco cervicale; sono presenti un solo dente post-orbitale e le spine cervicali. I solchi bradiocardici sono uniti sulla linea mediana del carapace ed è assente, quindi, l'areola. Il rostro, acuminato e stretto, si allarga progressivamente dall'apice alla base. Nelle femmine sessualmente mature, il ricettacolo seminale (*annulus ventralis*), collocato ventralmente tra le basi delle appendici ambulacrali, è sclerificato. Nei maschi si osserva un'alternanza tra due forme, la I e la II: la prima è sessualmente attiva, e ventralmente ha gonopodi (le appendici modificate per la riproduzione) sclerificati e uncini sul secondo e terzo paio di appendici ambulacrali che vengono utilizzati per tenere la femmina durante la copula. In entrambi i sessi, le chele sono ben sviluppate e granulose, di dimensioni maggiori negli esemplari di sesso maschile; sono ricoperte di spine e tubercoli, più pronunciati nel lato interno; hanno due tubercoli sul lato interno del dito fisso e uno spazio pronunciato tra la base del dito fisso e del dito mobile che permette alla forma I del maschio di afferrare la femmina durante l'accoppiamento; i maschi hanno uno sperone prominente sul margine inferiore del carpo della chela (Gherardi et al. 2014).

La specie è originaria degli Stati Uniti centro-meridionali e del Messico nord-orientale (Gherardi et al. 2014). Inoltre, è stata ampiamente introdotta in Europa fin dal 1973, specialmente nel centro-sud; è la specie di gambero d'acqua dolce più traslocata al mondo: è, infatti, presente in tutti i continenti, eccetto Antartide e Oceania (Loureiro et al. 2015; Souty-Grosset et al. 2016).

L'habitat elettivo è rappresentato da ambienti lentici, come paludi e acquitrini anche soggetti a forti fluttuazioni stagionali del livello dell'acqua fino al disseccamento temporaneo. La specie è in grado di colonizzare ogni tipo di ambiente acquatico, incluse le acque salmastre e le acque di grotta (Souty et al. 2016) ed è onnivora e opportunista. Gli adulti consumano prevalentemente piante e detrito vegetale, mentre i giovani hanno una dieta con una percentuale maggiore di

proteine animali (Gherardi et al. 2014; Souty-Grosset et al. 2016). Scava attivamente tane, soprattutto nei terreni limo-argillosi, che utilizza per ripararsi dalle condizioni avverse (eccessivo caldo o freddo, disseccamento), per sfuggire ai predatori durante la muta e per la riproduzione (le femmine con le uova rimangono in tana fino alla nascita dei piccoli) (Souty-Grosset et al. 2016).

La specie ha un *home range* effimero e non mostra fedeltà alle tane (Barbaresi et al. 2004). In Italia, aree ampiamente invase dalla specie presentano un tasso di cattura (*Catch per Unit Effort*: CPUE, calcolato come n° gamberi catturati/n° nasse/tempo di cattura) superiore a 10 (Lazio CPUE>10, Gherardi et al. 2009; Sardegna CPUE>19, Chessa et al. 2010; Emilia-Romagna CPUE>20, Cecchinelli et al. 2012; Toscana CPUE> 20, Tricarico et al. 2015).

La specie raggiunge la maturità sessuale a partire dai 45 mm di lunghezza totale, anche entro il primo anno di vita. Il maschio deposita lo sperma nel ricettacolo seminale della femmina. In Italia, in alcune zone sono riportati due eventi riproduttivi l'anno. Il numero delle uova prodotte aumenta con la taglia della femmina (fino a 600 uova). Lo sviluppo embrionale e l'accrescimento dipendono dalla temperatura, arrestandosi a temperature inferiori ai 10 °C. Dalle uova nascono piccoli adulti in miniatura. Un individuo in natura vive in media 2 anni (Gherardi et al. 2014; Souty-Grosset et al. 2016).

## **2 Distribuzione in Italia**

La specie è presente in quasi tutte le province e regioni italiane, anche sulle isole maggiori. Le popolazioni più consistenti si trovano nel centro-nord, l'area di più antica introduzione della specie: la prima segnalazione, infatti, è del 1989 nel Torrente Banna in Piemonte, seguita dalla seconda nel 1993 nel lago di Massaciuccoli in Toscana (Aquiloni et al. 2010a; Lo Parrino et al. 2010). La specie è molto diffusa in zone planiziali, anche fortemente antropizzate, colonizzando anche fossi piccoli e temporanei (Aquiloni et al. 2010a; Lo Parrino et al. 2020).

In Figura 1 è riportata la mappa di distribuzione (su celle 10x10kmq) aggiornata a giugno del 2019 per la rendicontazione ai sensi dell'art.24 del Reg. UE 1143/14 e trasmessa ufficialmente alla Commissione Europea (Alonzi et al. 2020).

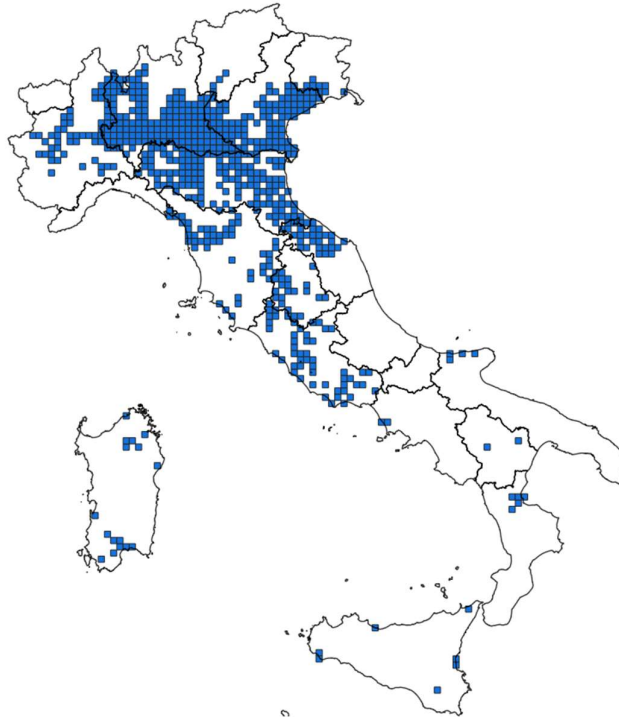


Figura 1 – Distribuzione di *Procambarus clarkii* su celle 10x10kmq (giugno 2019)

### 3 Vie d'introduzione e possibilità di espansione

Le principali vie di introduzione della specie sono legate alle attività di acquacoltura e acquarioflia, con conseguente rilascio volontario/accidentale di individui in natura. Nonostante il divieto di introduzione e commercializzazione con l'entrata in vigore del Regolamento europeo (UE) n. 1143/2014, la specie viene ancora scambiata illegalmente online. Negli anni '70, la via di introduzione principale negli stati del sud Europa è stata l'acquacoltura; dagli anni '80 in poi le introduzioni nelle zone centro-settentrionali europee sono dovute soprattutto al commercio ornamentale (Souty-Grosset et al. 2016).

Una volta introdotta in natura, la specie è in grado di diffondersi rapidamente. In acqua, il tasso di dispersione varia in base alle condizioni ambientali, da 38 m/giorno a 255 m in mezza giornata (riportato in Souty-Grosset et al. 2016). In sette giorni, in ambiente di risaia, può coprire una distanza di 4 km (Gherardi & Barbaresi 2000). Per quanto riguarda la velocità di dispersione, Bernardo et al. (2011) riportano tassi di 7.7 km (tasso annuale di colonizzazione verso valle) e di 4.6 km (tasso annuale di colonizzazione verso monte). La specie può respirare

l'ossigeno aereo, restare fuori dall'acqua per più di 10 ore e disperdersi anche via terra, percorrendo distanze superiori a 1 km (Kerby et al. 2005; Cruz & Rebelo 2007). I piccoli possono essere trasportati anche accidentalmente da uccelli acquatici o con il fango attaccato ai fuoristrada (Souty-Grosset et al. 2016). La diffusione così rapida della specie sul territorio italiano è da imputarsi soprattutto all'azione umana, che ha trasportato e introdotto negli anni nelle varie zone *P. clarkii*, spesso per allevarlo.

## 4 Impatti

La specie è considerata un ingegnere ecologico, capace di modificare completamente l'ambiente invaso. Con la sua attività trofica, causa impatti sull'intera comunità, modificando la rete alimentare. Infatti, consuma macrofite e detrito, preda macroinvertebrati, anfibi, uova e avannotti di pesci. Per esempio, nel Parco del Delta del Po, *P. clarkii* ha causato la riduzione della biodiversità degli Odonati, con l'estinzione locale di oltre il 45% delle specie, mentre nel Lago di Massaciuccoli ha determinato la scomparsa di ninfee e altre idrofite (*Myriophyllum* sp. e *Ceratophyllum* sp.) (Gherardi et al. 2014; Souty-Grosset et al. 2016). È vettore di *Psorospermium* sp., di *Aphanomyces astaci* (la peste del gambero, letale per i gamberi nativi *Austropotamobius pallipes*<sup>1</sup>, *A. torrentium* e *Astacus astacus*) e *Batrachochytrium dendrobatidis* (letale per gli anfibi nativi) (Souty-Grosset et al. 2016). Sebbene non vi sia l'evidenza di contatti diretti di *P. clarkii* con gamberi nativi, contribuisce 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. clarkii* e poi non opportunamente disinfettati prima di essere utilizzati in corsi d'acqua con popolazioni autoctone. L'attività di scavo aumenta la torbidità delle acque, riducendo la penetrazione di luce e la conseguente produttività primaria. Provoca ingenti danni economici per la sua intensa attività di scavo che causa il crollo degli argini (Souty-Grosset et al. 2016). Danneggia, inoltre, alcune aree agricole, in particolare le risaie, per il consumo dei germogli e delle plantule (Souty-Grosset et al. 2016). Sono stati riportati danni alle attività di acquacoltura, in particolare di specie ornamentali (Gherardi et al. 2009). Veniva (e viene ancora) pescato dall'uomo, ma numerosi sono i rischi per la salute del consumatore a causa della sua capacità di accumulare metalli pesanti e tossine algali e di trasmettere malattie infettive come la tularemia (Souty-Grosset et al. 2016). È ospite intermedio di elminti parassiti di vertebrati e di

---

<sup>1</sup> 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.



trematodi del genere *Paragonimus*, potenzialmente patogeni per l'uomo e per gli animali da compagnia. La specie è stata inserita nella lista DAISIE delle 100 peggiori specie invasive in Europa. In alcune aree, la specie è entrata a far parte della catena trofica locale: numerose specie di uccelli acquatici e pesci (sia nativi che alieni) predano la specie, in particolare gli individui giovani o di taglia piccola-media. Nel lago di Massaciuccoli (Toscana), ad esempio, la comunità ornitica è aumentata dopo l'arrivo di *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.

Con l'adozione dei Regolamenti (CE) n. 708/2007, 506/2008, 535/2008 e del Regolamento (UE) n. 304/2011, la specie, per essere utilizzata in acquacoltura, deve essere soggetta a specifiche procedure valutative previste dai Regolamenti sopra elencati ai fini di ridurre il rischio di diffusione in natura.

## **6 Obiettivi del Piano**

### **6.1 Obiettivo nazionale**

Come riportato in precedenza, la specie è oggi presente su quasi tutto il territorio nazionale, comprese le isole maggiori. L'obiettivo generale del presente piano è, quindi, volto soprattutto a monitorare e aggiornare la situazione della specie, a controllarla e contenerla, ove possibile, in aree selezionate nelle zone di presenza e a prevenirne l'introduzione nelle aree di assenza.

## 6.2 Obiettivi regionali

In tutte le Regioni e Province è necessario prevedere un sistema di sorveglianza (ai sensi dell'art. 18 del D.Lgs. 230/2017) per confermarne la presenza (in alcune regioni le segnalazioni sono datate) o registrarne l'assenza e valutare la diffusione delle popolazioni già presenti.

Tali monitoraggi consentiranno anche di individuare i territori dove sviluppare le strategie di prevenzione e quelli in cui attuare iniziative di controllo. Essendo una specie molto diffusa sul territorio italiano, particolarmente nelle regioni del centro-nord, e di difficile gestione, non è ragionevole ipotizzare azioni di contrasto ovunque. Applicando un processo di prioritizzazione, si dovranno, quindi, individuare e selezionare i siti dove sia possibile e importante prevenirne la diffusione a difesa degli ecosistemi da tutelare, nonché quelli in cui portare avanti un'azione di controllo che possa avere ricadute positive, come corpi idrici confinati e/o chiusi e situati all'interno di aree protette che ospitano ancora una biodiversità da proteggere e mantenere. L'eradicazione può essere perseguibile solo nelle prime fasi di nuove colonizzazioni ed in ambienti confinati. In situazioni diverse può risultare tecnicamente infattibile ed economicamente insostenibile: è, quindi, necessario considerare regolari attività di controllo, finalizzate ad abbassare la densità di popolazione e a mitigare gli impatti della specie o ancora a prevenirne la diffusione dentro aree protette dove non sia ancora presente.

In Valle d'Aosta e Molise deve essere predisposto un sistema di sorveglianza che permetta l'eventuale rapido rilevamento di nuove comparse, a cui dovrà seguire una tempestiva comunicazione al MiTE (ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs. 230/2017). Le Regioni saranno 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..

In Tabella 1 è riportata la sintesi delle 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
Trento	X			X
Umbria	X			X
Valle d'Aosta			X	X
Veneto	X			X

## **7 Modalità di intervento**

Si riportano di seguito i principali metodi di intervento volti al controllo e/o eradicazione locale della specie.

### **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. clarkii* (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.

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 rosso 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. 2018). 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 14 del presente Piano.

I cittadini, informati tramite attività di educazione e sensibilizzazione alle tematiche delle specie aliene, possono rivelarsi un fondamentale strumento di individuazione di eventuali nuclei sul territorio; in passato, numerose nuove segnalazioni della specie sono arrivate proprio dai cittadini. Da questo punto di vista un costante monitoraggio dei principali social media e forum può rivelarsi molto utile per avere informazioni su nuove colonizzazioni, come accaduto in passato.

## **7.2 Gestione**

### **7.2.1 Risposta rapida ed eradicazione**

In casi di nuove introduzioni, si procede ad 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. Si consiglia di procedere all'eradicazione locale di tutte le nuove introduzioni di nuclei costituiti da un numero esiguo di individui e limitata estensione dell'area occupata, in particolare nelle aree di elevato valore naturalistico nelle regioni in cui la specie è già presente.

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 (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, associazioni locali, 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. 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. 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. clarkii* 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, come precedentemente riportato, sarà necessario individuare e selezionare i siti dove sia possibile e ragionevole un’azione di controllo, 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 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. clarkii* 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'innescamento 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 CPUE (*Catch per unit effort*: Gherardi et al. 2011) per valutare l'efficacia delle catture. Le nasse catturano più frequentemente individui medio-

grandi e, durante il periodo riproduttivo, i maschi: i piccoli tendono a non entrare nelle nasse (perché sono meno vagili e possono essere cannibalizzati dagli individui più grandi) e 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 nel 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 o il rilascio di maschi di gambero rosso appositamente sterilizzati. 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 della specie, 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, solitamente popolate da *P. clarkii*, ed è una predatrice attiva ed efficace degli stadi giovanili del gambero (Aquiloni et al. 2010b). 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. clarkii*. Il rilascio di anguille è importante anche per la conservazione della specie ittica stessa, la cui conservazione è oggetto del Regolamento (EU) n. 1100/2007. In Svizzera, con l'azione combinata di trappolaggio intensivo e anguilla nel corpo idrico Rumensee (1.5 ha) la popolazione di *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 prevede il rilascio di maschi sterili in natura e va abbinato ad un trappolaggio intensivo che riduca la densità di popolazione, consentendo anche la selezione degli animali da sterilizzare.. Con le operazioni di cattura massiva, attuate con nasse innescate come sopra descritto, viene rimosso il maggior numero di esemplari e vengono selezionati i maschi più adeguati per la riproduzione ovvero quelli di maggiori dimensioni, preferiti dalle femmine. Questi, sottoposti ad un trattamento che ne induce la sterilità (e il tasso di emociti presenti nell'emolinfa: Giglio et al. 2018) senza alterare il comportamento riproduttivo, vengono successivamente reimessi in acqua, aumentando la probabilità dei maschi sterilizzati di accoppiarsi con le poche femmine rimaste (Aquiloni & Zanetti 2014; Giglio et al. 2018). È

opportuno che i maschi sterilizzati, prima di essere rilasciati, vengano marcati (con una cauterizzazione superficiale dell'esoscheletro che produce un segno semi-permanente e riconoscibile anche dopo la muta o con altre tecniche disponibili) per evitare la loro rimozione durante le successive operazioni di trappolaggio (Aquiloni & Zanetti 2014). La sterilizzazione può essere effettuata con le apparecchiature in grado di emettere radiazioni ionizzanti, con un dosaggio massimo di 40 gray, in grado di causare una riduzione del 57% nel numero di nascite (Piazza et al. 2014): una dose maggiore può comportare un'alterazione del comportamento dei maschi trattati (Piazza et al. 2014). In Friuli Venezia-Giulia, nel lago di Casette, Sesto al Reghena (7 ha), l'azione combinata di trappolaggio intensivo e rilascio di maschi sterili ha determinato una diminuzione delle catture dell'87% in due anni (Aquiloni & Zanetti 2014). Dato che il metodo prevede comunque il rilascio in natura di individui adulti l'applicazione è consentita solo in contesti con popolazioni chiuse in un corpo idrico ben delimitato e valutando preliminarmente la presenza di specie endemiche o di interesse comunitario. Si ribadisce che la metodica deve sempre essere abbinata al trappolaggio intensivo.

#### **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 *P. clarkii* 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, è stata installata una recinzione intorno a due stagni invasi dalla specie (superficie totale di 10500 m<sup>2</sup>) per evitare che alcuni individui si disperdessero in altri stagni durante l'intervento. Dopo aver svuotato gli invasi, è stata sparsa calce viva nelle pozze rimanenti e dragato il fondo, con l'intento di garantire l'eliminazione dei gamberi presenti. 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](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. In Spagna, barriere e sbarramenti sono stati utilizzati

con successo per impedire la dispersione di popolazioni confinate (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 in un intervento sperimentale in un tratto di canale di 700 m<sup>2</sup> 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 Plybast 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. Sebbene meno tossico e con un decadimento più rapido rispetto ad altri biocidi, il Pyblast non è tuttavia autorizzato in Italia, pertanto il metodo non risulta al momento applicabile sul territorio nazionale.

#### **7.2.3.6 Altri metodi**

In via sperimentale, sono state saggiate con successo tecniche innovative (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).

### **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).

A tal fine si segnala che, nell'ambito del progetto SUSHIN (Sustainable fiSH feeds INnovative ingredients), il gambero della Louisiana è stato utilizzato come ingrediente di farine alimentari alternative ai mangini attualmente commercializzati per le principali specie ittiche allevate in Italia.

## **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 di *P. clarkii* in Friuli Venezia Giulia (Zanetti et al. 2014). In questo caso, il personale dell'ETP (Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia, 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 possano 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>) e sono ormai diverse le app o le piattaforme che possono essere utilizzate allo scopo ("Invasive Alien Species Europe" sviluppata a livello europeo da EASIN, iNaturalist, ...).

È importante, infatti, 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, 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. Anche in questo caso il contributo dei cittadini può rivelarsi molto importante per acquisire dati in merito alla presenza della specie in un certo territorio.

### **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 (almeno del 60%) delle catture per unità di sforzo (di seguito CPUE - *Catch Per Unit Effort*) 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 (sesso, 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 (sesso, 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

Alonzi A, Aragno P, Carnevali L, Grignetti A, Genovesi P, 2020. Prima rendicontazione nazionale ai sensi dell'art.24 del Reg. (UE) n. 1143/2014 sulle specie esotiche invasive (2016-2018). Rapporto tecnico.

Aquiloni L, Zanetti M, 2014. Integrated intensive trapping and SMRT approach for the control of *Procambarus clarkii*: the Casette case study. 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. 113-116.

Aquiloni L, Tricarico E, Gherardi F, 2010a. Crayfish in Italy: distribution, threats and management. International Aquatic Research 2: 1-14.

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

Barbaresi S, Tricarico E, Gherardi F, 2004. Factors inducing the intense burrowing activity by the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, an invasive species. Naturwissenschaften 91: 342-345.

Bernardo JM, Costa AM, Bruxelles S, Teixeira A, 2011. Dispersal and coexistence of two non-native crayfish species (*Pacifastacus leniusculus* and *Procambarus clarkii*) in NE Portugal over a 10-year period. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 401: 28.

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.

Chessa LA, Gherardi F, Bertocchi S, Brusconi S, Aquiloni L, Mura F, Pusceddu A, 2010. Prove di eradicazione di *Procambarus clarkii* in un'area sperimentale del bacino imbrifero del Coghinas. Reg. Autonoma della Sardegna.

- 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.
- Cruz MJ, Rebelo R, 2007. Colonization of freshwater habitats by an introduced crayfish, *Procambarus clarkii*, in Southwest Iberian Peninsula. *Hydrobiologia* 575: 191-201.
- 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.
- Frütiger A, Müller R, 2002. Controlling unwanted *Procambarus clarkii* populations by fish predation. *Freshwater Crayfish* 13: 309-315.
- Gherardi F, Barbaresi S, 2000. Invasive crayfish: activity patterns of *Procambarus clarkii* in the rice fields of the Lower Guadalquivir. *Archiv für Hydrobiologie* 150: 153-168.
- 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.
- Gherardi F, Aquiloni L, Bertocchi S, Brusconi S, Scalici M, Tricarico E, 2009. I gamberi alloctoni in Lazio. Relazione finale per il progetto PASAL (Atlante Specie Alloctone nel Lazio).
- Giglio A, Manfrin C, Zanetti M, Aquiloni L, Simeon E, Bravin MK, Battistella S, Giulianini PG, 2018. Effects of X-ray irradiation on haemocytes of *Procambarus clarkii* (Arthropoda: Decapoda) males. *The European Zoological Journal* 85: 26-35.
- 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.
- Kerby JL, Riley SPD, Kats LB, Wilson P, 2005. Barriers and flow as limiting factors in the spread of an invasive crayfish (*Procambarus clarkii*) in southern California streams. *Biological Conservation* 126: 402-409.



Lo Parrino E, Ficetola GF, Manenti R, Falaschi M, 2020. Thirty years of invasion: the distribution of the invasive crayfish *Procambarus clarkii* in Italy. *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography* 35: 27-34.

Loureiro TG, Anastácio PMSG, Araujo PB, Souty-Grosset C, Almeràò MP, 2015. Red swamp crayfish: biology, ecology and invasion: an overview. *Nauplius* 23: 1-19.

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, Coignet A, Delaunay C, Pinet F, Bouchon D, Souty-Grosset C, 2018. Environmental DNA as an efficient tool for detecting invasive crayfishes in freshwater ponds. *Hydrobiologia* 805: 163-175.

Piazza F, Aquiloni L, Manfrin C, Simi S, Duse Masin M, Florian F, Marson L, Peruzza L, Borgogna M, Paoletti S, Bonzi L, Scapini F, Faraoni P, Balzi M, Edomi P, Giulianini P, 2014. Development of methods for the containment and the capture of *P. clarkii*. 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. 73-88.

Souty-Grosset C, Anastácio P, Aquiloni L, Banha F, Choquer J, Chucoll C, Tricarico E, 2016. Impacts of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* on European aquatic ecosystems and human well-being. *Limnologica* 58: 78-93.

Tricarico E, Aquiloni L, Cecchinelli E, Inghilesi AF, Ferretti G, Scapini F, 2015. Monitoraggio e primo intervento di controllo del gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii*. Seconda relazione tecnica per il progetto LIFE+ 2011 SOS TUSCAN WETLANDS.

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.