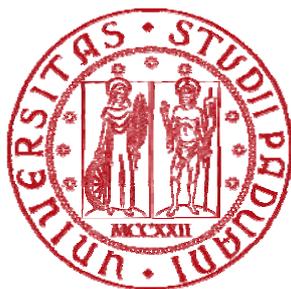


A mio nonno Silvio



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA
CORSO DI LAUREA IN SCIENZE NATURALI

Elaborato di Laurea

***PROCAMBARUS CLARKII*, SPECIE ESOTICA INVASIVA
NEL PARCO PALUDE DI ONARA.
VALUTAZIONE DELLA PRESENZA E DEFINIZIONE DELLE MISURE DI GESTIONE**

Procambarus clarkii, an invasive exotic species
in the Onara Nature Reserve.
An assessment of its presence and a definition of management measures

Tutor:
Prof. Lorenzo Zane
Dipartimento di Biologia

Co-tutor:
Dott. Gianluca Girardi
ARPA Veneto

Laureanda: Elena Visentin

ANNO ACCADEMICO 2018/2019

INDICE

CAPITOLO 1 – INTRODUZIONE	p. 3
1.1 Le specie autoctone e alloctone: definizioni	p. 3
1.1.1 Le specie alloctone: caratteristiche ed effetti	p. 3
1.2 I gamberi d’acqua dolce in Italia	p. 5
1.2.1 Specie autoctone e loro distribuzione	p. 5
1.2.2 Specie alloctone e loro diffusione	p. 6
1.3 <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1952)	p. 9
1.3.1 Caratteristiche morfologiche	p. 10
1.3.2 Caratteristiche ecologiche	p. 11
1.3.3 Impatti sulla biodiversità e danni socio-economici	p. 14
1.4 Inquadramento normativo sulla gestione delle specie aliene invasive	p. 15
1.5 Esempi di progetti sulla gestione e eradicazione di <i>Procambarus clarkii</i>	p. 16
1.6 Il Parco Palude di Onara	p. 18
CAPITOLO 2 – SCOPO DELLA TESI	p. 21
CAPITOLO 3 – MATERIALI E METODI	p. 23
3.1 Aree di studio	p. 23
3.2 Metodo di cattura	p. 28
3.3 Misure biometriche	p. 30
CAPITOLO 4 – RISULTATI E DISCUSSIONE	p. 31
4.1 Catturabilità	p. 31
4.2 Caratteristiche morfometriche dei gamberi catturati	p. 32
4.3 Valutazione dei costi delle sessioni di studio effettuate	p. 34
4.4 Proposta di gestione e contenimento del <i>Procambarus clarkii</i> presso il Parco Palude di Onara	p. 35
CAPITOLO 5 – CONCLUSIONI	p. 39
BIBLIOGRAFIA	p. 41
SITOGRAFIA	p. 44
RINGRAZIAMENTI	p. 45

CAPITOLO 1 – INTRODUZIONE

1.1 Le specie autoctone e alloctone: definizioni

Le specie presenti in una determinata area possono definirsi specie autoctone, specie aliene (o alloctone) e specie aliene invasive.

L'Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA) chiarisce le definizioni e ne specifica il significato (<http://www.isprambiente.gov.it>):

- **specie autoctona** è una specie vivente originaria dell'area in cui vive, ma non necessariamente confinata nella stessa area;
- **specie aliena (o alloctona, introdotta, esotica e non-nativa)** è una specie introdotta dall'uomo, accidentalmente o volontariamente, in un'area esterna all'areale naturale di distribuzione passato o presente;
- **specie aliena invasiva** è una specie introdotta al di fuori del suo areale naturale di distribuzione passato o presente, e che minaccia la diversità biologica.

Alcune tra le specie aliene che si insediano con successo nell'area in cui vengono introdotte, si diffondono in maniera rapida causando gravi danni alle specie e agli ecosistemi originari di quel luogo, spesso accompagnati da ricadute economiche e problemi sanitari. Queste specie sono definite specie aliene invasive o IAS, acronimo dell'inglese **Invasive Alien Species** (<https://www.lifeasap.eu>).

1.1.1 Le specie alloctone: caratteristiche ed effetti

Non tutte le specie alloctone sono invasive, lo diventano solo quelle che nell'area di introduzione trovano le condizioni ottimali per riprodursi e diffondersi causando danni ecologici, economici e sanitari. Si stima che ogni cento specie aliene che arrivano in un'area, una sola diventi invasiva (<https://www.lifeasap.eu>).

Quando una specie aliena si insedia in un nuovo habitat, si riproduce dando origine a popolazioni stabili e inizia così un processo di naturalizzazione. Le caratteristiche principali, che permettono questo processo sono le seguenti:

- elevata adattabilità (Mazzoni *et al.*, 2004) ad una vasta gamma di condizioni ambientali, che permette alle specie alloctone di creare popolazioni stabili in diverse condizioni;
- superiorità competitiva rispetto alle specie indigene (Gherardi & Cioni, 2004), che rende difficile per le specie autoctone riuscire a sopravvivere in presenza di specie alloctone;
- resistenza a parassiti e malattie (Gherardi *et al.*, 2017), che permette alle specie aliene di resistere a patologie dannose per le specie autoctone o di poterle trasmettere;
- alimentazione generalista e opportunistica (Gherardi & Barbaresi, 2007), ciò fa sì che le specie invasive possano nutrirsi di quello che è

maggiormente disponibile, variando la dieta in base alla disponibilità degli alimenti;

- elevata capacità di dispersione attiva (De Luise, 2010), che facilita la colonizzazione da parte delle specie aliene di nuovi habitat;
- maturità sessuale precoce (De Luise, 2010) e alta fecondità (Huner, 1988), che permettono alle specie aliene di aumentare di numero più velocemente rispetto alle specie autoctone;
- rapida crescita (Scalici & Gherardi, 2007), che permette di raggiungere prima delle specie autoctone le dimensioni ideali sia per la maturità sessuale sia per essere meno soggetti all'attacco di predatori.

Inoltre, i cambiamenti climatici degli ultimi anni hanno favorito la sopravvivenza di alcune specie aliene, a discapito di quelle autoctone, che non hanno trovato nel nuovo clima delle condizioni favorevoli.

Le specie aliene possono provocare diversi effetti negativi nelle aree in cui sono state introdotte (Andaloro *et al.*, 2009), come ad esempio:

- competizione con organismi autoctoni per il cibo e i rifugi;
- cambiamenti strutturali negli ecosistemi (come la modificazione della rete trofica);
- alterazione dell'habitat: ad esempio, modificazioni delle proprietà chimico-fisiche a causa delle attività delle specie alloctone;
- ibridazione con specie autoctone;
- tossicità;
- trasmissione di parassiti o malattie;
- predazione degli organismi impollinatori autoctoni.

Le specie possono anche causare notevoli danni alle attività e alla salute umana (Andaloro *et al.*, 2009):

- aumento del rischio di erosione del suolo per la diffusione di piante invasive, che causano la scomparsa di piante autoctone che con le loro radici garantiscono la compattezza del terreno;
- danneggiamento delle infrastrutture (ad esempio, a causa dell'attività di escavazione di gallerie e tane);
- allergie e problemi cutanei;
- trasmissione di malattie.

1.2 I gamberi d'acqua dolce in Italia

I gamberi sono i più grandi invertebrati viventi in acqua dolce. A causa della loro importanza ecologica, molte specie sono definite “specie chiave”, in quanto una loro rimozione dall'ambiente può causare modifiche, spesso irreversibili, nella catena trofica (Mazzoni *et al.*, 2004).

Lo stato dei gamberi d'acqua dolce autoctoni in Italia appare gravemente compromesso a causa del moltiplicarsi delle minacce alla loro sopravvivenza.

I principali fattori di rischio sono (Morpugno *et al.*, 2010):

- antropizzazione dei sistemi idrografici;
- frequenti epizoozie dovute alle infezioni parassitarie;
- pesca eccessiva;
- introduzione di gamberi alloctoni.

1.2.1 Specie autoctone e loro distribuzione

In Italia sono presenti tre specie autoctone di gamberi d'acqua dolce appartenenti alla famiglia Astacidae (Fig. 1.1):

- *Astacus astacus* (Linneo, 1758);
- *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858);
- *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803).

Astacus astacus vive in corsi d'acqua lentici, laghi e stagni sia su substrati fangosi che duri (pietre e ciottoli). È una specie assai sensibile all'inquinamento e alla scarsa qualità dell'acqua, in particolare soffre le basse concentrazioni di ossigeno e le temperature superiori ai 25°C. È sensibile al parassita *Aphanomyces astaci*. Di abitudini prettamente notturne, questo gambero ha un regime alimentare basato sui vegetali ma anche detriti organici, molluschi, larve di insetti ed altre piccole prede (Mazzoni *et al.*, 2004).

Austropotamobius pallipes vive in acque correnti, limpide, fresche e ben ossigenate. Colonizza preferibilmente torrenti con fondali duri ricoperti di limo, ma si adatta anche a fondali fangosi e ad ambienti lacustri. Non sopporta a lungo temperature superiori ai 24-25°C. Predilige acque dure ricche di carbonati di calcio. Si tratta di una specie con abitudini notturne, essenzialmente zoofaga, ma può assumere in caso di necessità anche detriti e vegetali. Il periodo riproduttivo va dal tardo autunno (fecondazione) alla fine della primavera (schiusa delle uova). È una specie assai sensibile all'inquinamento e alla peste del gambero (Mazzoni *et al.*, 2004).

Austropotamobius torrentium: questo gambero presenta caratteristiche simili alle precedenti e pertanto si ritrova in acque non inquinate e ben ossigenate.

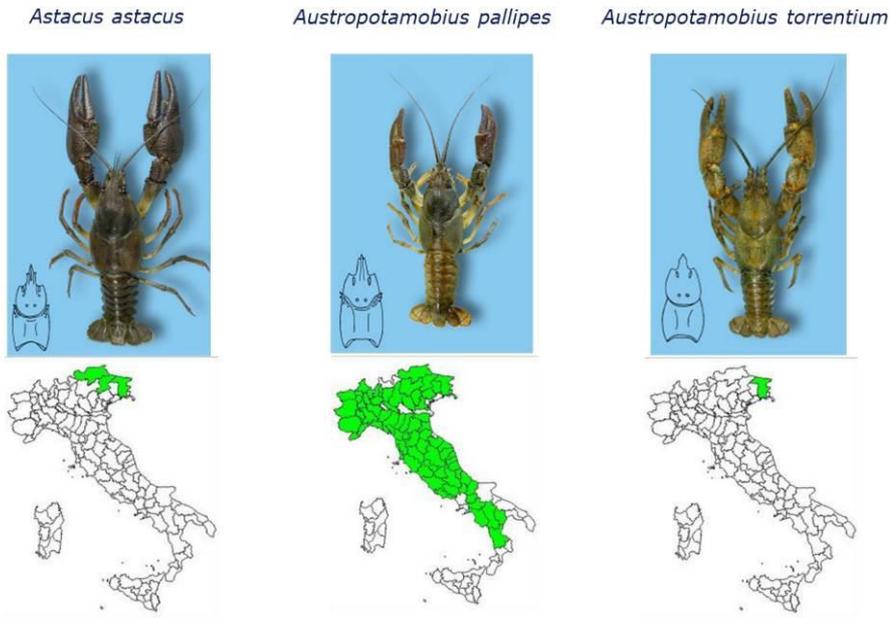


Fig. 1.1 - I gamberi autoctoni italiani e la loro distribuzione (modificato da Aquiloni *et al.*, 2010)

Fra i gamberi d'acqua dolce autoctoni *A. pallipes* è la specie più diffusa in Italia, infatti, è presente in tutto il territorio nazionale ad esclusione di Puglia, parte della Calabria e isole; mentre le altre due specie sono rappresentate da un numero esiguo di popolazioni altamente minacciate (Fig. 1.1). Ad oggi sono state individuate popolazioni di *A. astacus* nelle province di Bolzano, Belluno e Udine e di *A. torrentium* in provincia di Udine (Morpugno *et al.*, 2010).

1.2.2 Specie alloctone e loro diffusione

Le specie di gamberi alloctone presenti in Italia sono più numerose rispetto a quelle autoctone e attualmente sono presenti cinque specie alloctone appartenenti a due famiglie:

- famiglia Astacidae {
 - *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)
 - *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852)

- famiglia Cambaridae {
 - *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817)
 - *Procambarus clarkii* (Girard, 1852)
 - *Procambarus fallax* (Hagen, 1870) *f. virginalis*

Astacus leptodactylus, proveniente dai Paesi dell'Europa orientale, detto comunemente gambero turco; è una specie tipica di acque a lento scorrimento, vive in fiumi, laghi e stagni, sia su substrati fangosi che su substrati duri. È un gambero robusto e adattabile; vive anche in acque a basso tenore di ossigeno e

sopporta temperature relativamente elevate (fino a 25°C). Presenta una crescita rapida, una maturità sessuale precoce ed una capacità riproduttiva abbastanza elevata (fino a 800 uova per femmina). Come tutte le specie europee, è sensibile alla peste del gambero (Mazzoni *et al.*, 2004).

Pacifastacus leniusculus, originario del Nord America-Canada, detto comunemente gambero della California. Vive in torrenti, fiumi e laghi, dalle regioni costiere a quelle sub-alpine, ma tollera anche acque salmastre (<https://www.lifeasap.eu>). La maturità sessuale precoce, la lunga carriera riproduttiva e la velocità di crescita ne hanno fatto un gambero ideale per l'allevamento. Resistente alla peste, è considerato il vettore principale di questa patologia nelle acque europee (Mazzoni *et al.*, 2004).

Orconectes limosus, originario della costa Est degli Stati Uniti, chiamato comunemente gambero americano. Colonizza corsi d'acqua a lento scorrimento, laghi e stagni, anche con acqua di qualità scadente o inquinata. Preferisce fondi melmosi ma si adatta anche a fondi di ghiaia e ciottoli. Pare essere resistente alla peste del gambero e per questo è un potenziale diffusore della malattia. Si tratta di una specie molto aggressiva ed attiva. Se catturato assume un atteggiamento caratteristico con l'addome ripiegato e le chele distese fino a toccare la punta del telson (Mazzoni *et al.*, 2004).

Procambarus clarkii detto gambero rosso della Louisiana, sarà descritto ampiamente nel paragrafo 1.3.

Procambarus fallax f. virginalis, l'habitat elettivo naturale di questa specie è sconosciuto. Viene detto gambero marmorato per la colorazione marmorea del corpo e delle chele. Essendo stato trovato in ambienti molto variegati di acque lentiche e lotiche, sembra comunque tollerare un'ampia varietà di condizioni (<https://www.lifeasap.eu>). A causa della sua capacità riproduttiva partenogenetica, del suo comportamento alimentare estremamente vorace, della sua capacità di scavare tane e della sua tolleranza a condizioni ambientali estreme è una specie ad alto potenziale invasivo (Gherardi *et al.*, 2017).

L'areale di diffusione di queste specie aliene è in continua evoluzione. Nel sito www.lifeasap.eu si può trovare la distribuzione nel territorio italiano aggiornata al 2018 (Fig. 1.2 e 1.3).

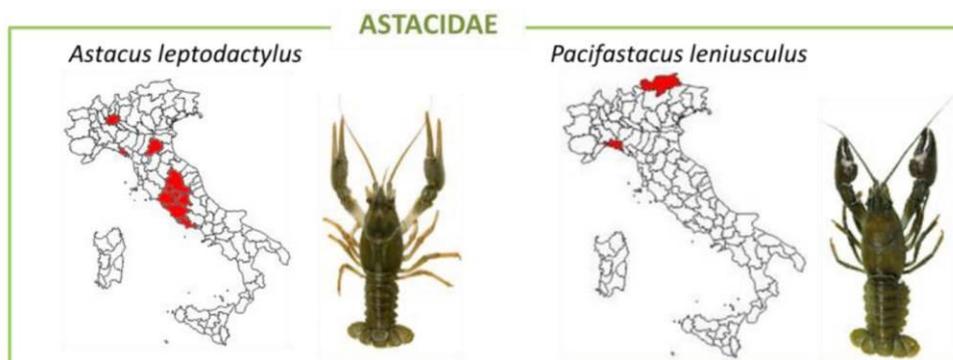


Fig. 1.2 – In rosso la diffusione in Italia dei gamberi alloctoni della famiglia Astacidae (modificato da Aquiloni *et al.*, 2010)

Il gambero turco, *Astacus leptodactylus*, è presente nel Lazio ed è stato individuato nella provincia di Milano, in provincia di Bologna e in Liguria. La sua limitata espansione sembra essere dovuta all'elevata suscettibilità alla peste del gambero e ad altri parassiti (Morpugno *et al.*, 2010).

Il gambero della California, *Pacifastacus leniusculus*, è stato individuato per la prima volta nel 1981 in un torrente vicino a Brunico; successivamente è stato segnalato nel 2002 in un lago in provincia di Genova (Morpugno *et al.*, 2010). Attualmente la specie è localizzata nelle province di Bolzano, Savona, Genova e Alessandria (<https://www.lifeasap.eu>).

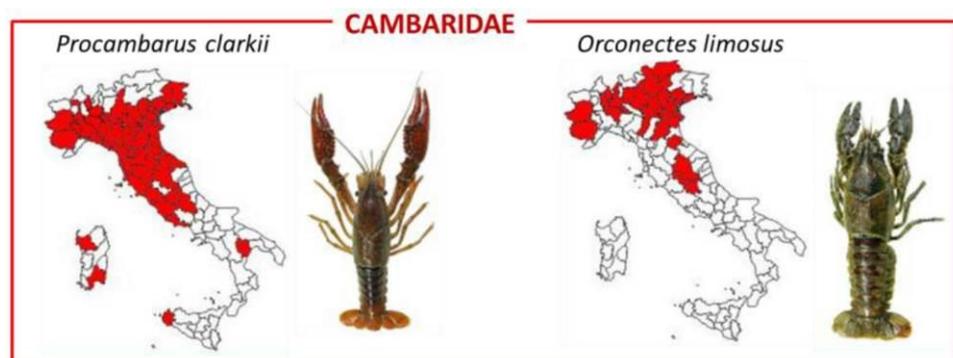


Fig. 1.3 – In rosso la diffusione in Italia dei gamberi alloctoni della famiglia Cambaridae (modificato da Aquiloni *et al.*, 2010)

Il gambero americano, *Orconectes limosus*, è stato segnalato per la prima volta nel 1991 nel Lago d'Iseo e oggi è ampiamente diffuso nell'Italia settentrionale, soprattutto in Pianura Padana. In Italia centrale è rappresentato da un numero

esiguo di popolazioni nel Lazio e in Umbria (Morpugno *et al.*, 2010). Recentemente è stato individuato anche in Sardegna (<https://www.lifeasap.eu>). Il gambero rosso della Louisiana, *Procambarus clarkii*, è la specie alloctona più diffusa in Italia.

Il gambero marmorato, *Procambarus fallax f. virginalis*, è stato rinvenuto per la prima volta nel 2008 in Val di Chiana (AR) in Toscana (Nonnis Marzano *et al.*, 2009) e poi nel 2012 nel delta del Po. Attualmente non ci sono altre segnalazioni della specie in natura (<https://www.lifeasap.eu>).

1.3 *Procambarus clarkii* (Girard, 1952)

È un crostaceo decapode (famiglia Cambaridae) originario dell'America settentrionale (parte sud-orientale degli Stati Uniti e nord-orientale del Messico). È una specie cosmopolita presente in tutti i continenti, ad eccezione di Australia e Antartide.

In Europa è stato introdotto in Spagna a scopo commerciale nel 1973 e successivamente si è diffuso in 13 paesi tra cui l'Italia nel 1987 (<https://www.lifeasap.eu>) (Fig. 1.4).

L'inadeguatezza di molti stabilimenti di acquacoltura ha determinato anche nella nostra penisola la fuga di alcuni esemplari e la successiva stabilizzazione di popolazioni riproduttive in habitat naturali (De Luise, 2010).

Una prima segnalazione della sua presenza in natura si è avuta nel 1989 in Piemonte nel torrente Banna e in seguito nel 1993 in Toscana, nel Lago di Massaciuccoli.

Ad oggi presenta popolazioni molto abbondanti in Italia settentrionale dove si sta espandendo rapidamente in particolare in Pianura Padana, invadendo ambienti diversificati. In Italia centrale la specie è ampiamente diffusa nelle Marche, in Abruzzo, nel Lazio e in Toscana. Nell'Italia meridionale e insulare la specie è presente in Basilicata, in Calabria e in alcune province della Sicilia e della Sardegna (Morpugno *et al.*, 2010).

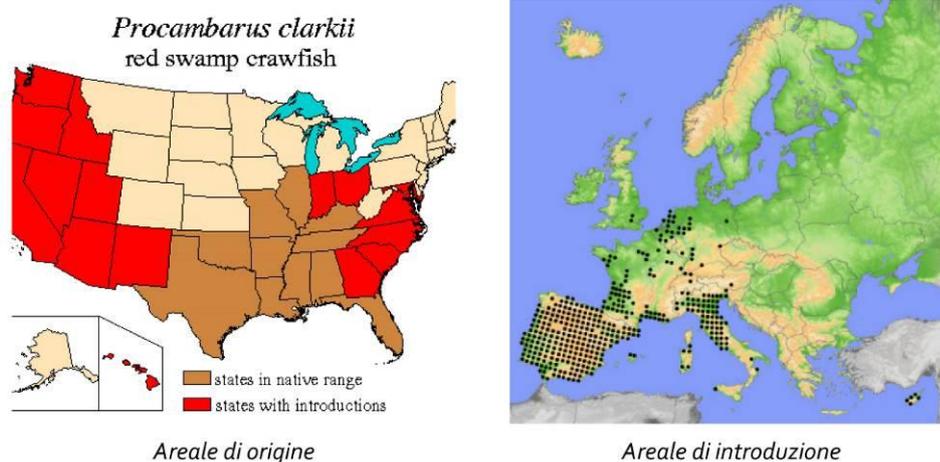


Fig. 1.4 – Origine e diffusione di *Procambarus clarkii* (da Life ASAP)

1.3.1 Caratteristiche morfologiche

Procambarus clarkii presenta una morfologia e una struttura anatomica tipica dell'ordine Decapoda:

- corpo interamente protetto da un esoscheletro chitinoso-proteico generato dal tegumento e rinforzato dall'infiltrazione di sali di calcio (Mancini, 1986);
- corpo segmentato ripartito in una parte anteriore chiamata cefalotorace (comprendente capo e torace) caratterizzata da quattordici segmenti e protetta da un carapace dorsale-laterale ed una zona posteriore (addome) composta da sei metameri e terminante con un telson (coda) (Fig. 1.5).

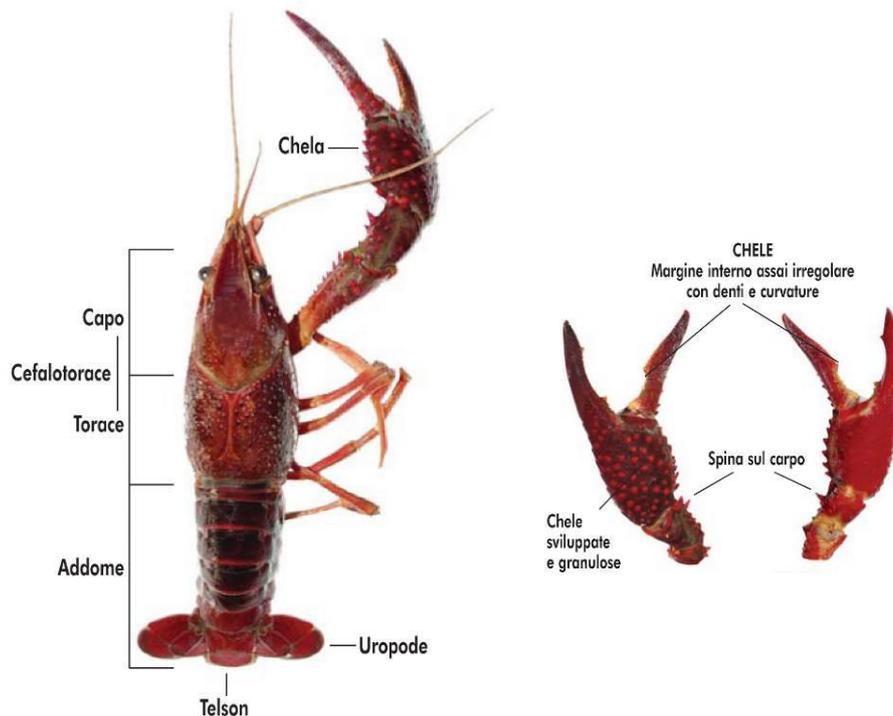


Fig. 1.5 – Struttura morfologica di *Procambarus clarkii* (Mazzoni *et al.*, 2004)

Il gambero rosso della Louisiana presenta un esoscheletro con una caratteristica colorazione rossa, arancione o bruno-rossastra che è particolarmente accentuata nelle chele degli esemplari adulti, mentre nell'addome si osservano delle bande scure sulla parte dorsale (Fig. 1.5).

Il rostro ha bordi divergenti dall'apice alla regione oculare. La cresta mediana è assente e i denti laterali sono piccoli. Le chele sono sviluppate, ricoperte di spine e tubercoli e di dimensioni maggiori negli esemplari maschili; in quest'ultimi è visibile anche un robusto e arcuato sperone posto dietro la chela.

In questa specie il dimorfismo sessuale tra maschi e femmine è particolarmente evidente. I maschi adulti sono più grandi delle femmine, hanno chele più sviluppate e raggiungono dimensioni che variano dai 15 ai 20 cm.

Il maschio ventralmente a metà del corpo presenta due paia di appendici modificate per la riproduzione (i gonopodi). La femmina ventralmente non ha i gonopodi, ma solo un piccolo poro (ricettacolo seminale) (<https://www.lifeasap.eu>) (Fig. 1.6).



Fig. 1.6 – Differenze tra un soggetto femmina (destra) e un soggetto maschio (sinistra) (tratto da Life ASAP)

1.3.2 Caratteristiche ecologiche

Per le sue caratteristiche, *Procambarus clarkii*, è considerato una tra le peggiori specie aliene invasive in Europa (<https://www.lifeasap.eu>).

Questa specie di gambero (Fig. 1.7) vive in acque dolci e salmastre, predilige acque calde pur sopportando anche temperature rigide e riesce a sopravvivere in carenza di ossigeno respirando con le branchie umide anche fuori dall'acqua. Preferisce fondali melmosi e per fronteggiare periodi di siccità o basse temperature, scava buche profonde (40-90 cm) negli argini o sul fondo (Mazzoni *et al.*, 2004).

Le temperature ottimali per questa specie sono comprese tra 21-27°C. *P. clarkii* è in grado di vivere in condizioni ambientali estreme e sopportare temperature fino a 35°C, che è considerato il limite massimo per la sua sopravvivenza (De Luise, 2010).



Fig. 1.7 – Esemplare di *Procambarus clarkii* appena catturato (Foto di E. Visentin)

La facilità di diffusione del *P. clarkii* è favorita anche dalle sue abitudini alimentari infatti questa specie è in grado di modificare la dieta in base alla disponibilità ambientale, in modo da avere sempre un alimento disponibile. È una specie onnivora che include nella sua dieta alimenti sia di origine vegetale sia di origine animale (Gutierrez-Yurrita *et al.*, 1998).

Gli individui giovani, sono principalmente carnivori e si nutrono di insetti, crostacei, molluschi, anellidi, gasteropodi, larve di insetti e di anfibi e a volte anche di pesce (Gutierrez-Yurrita *et al.*, 1998). Inoltre, soprattutto i giovani, possono nutrirsi di organismi planctonici tramite parti della bocca che agiscono come filtri.

Gli individui più grandi sono principalmente erbivori (Lorman & Magnuson, 1978), si nutrono di macrofite sommerse e di alghe. Altro alimento importante per il gambero rosso è il detrito vegetale; una volta morte, le piante sommerse si coprono di uno strato di batteri e funghi, che utilizzano il materiale vegetale come fonte di energia; questo materiale costituisce infatti un buon apporto proteico per il gambero (Lorman & Magnuson, 1989).

Procambarus clarkii è considerata una specie r-selezionata, ossia dotata di una strategia riproduttiva tipica dei colonizzatori e di animali che vivono in ambienti disturbati. Presenta un'elevata fecondità (300-600 uova), una rapida crescita, una maturità precoce (raggiunta a 3-5 mesi di età e ad una lunghezza totale di 55-125 mm) associata ad una riproduzione annuale multipla (De Luise, 2010).

Alle nostre latitudini, la specie presenta di solito almeno due eventi riproduttivi all'anno, ma può arrivare a quattro deposizioni annuali nelle zone più favorevoli. Il ciclo di maturazione delle uova dura da 6 settimane a 8 mesi, in base alla qualità del sito e alla temperatura dell'acqua (De Luise, 2010).

Le femmine di *P. clarkii*, oltre a prendersi cura delle uova prima della schiusa, effettuano un'attenta cura della prole che proteggono e trasportano anche per lunghi periodi in modo da consentire ai piccoli di completare il loro sviluppo nel momento in cui le condizioni ambientali diventano favorevoli (Rizzato, 2015).

Il gambero rosso adotta due modelli di attività comportamentali, una fase errante, caratterizzata da picchi di breve ed elevata velocità di locomozione ed una fase più statica, durante la quale il gambero si nasconde durante il giorno nelle gallerie delle sue tane, emergendo solo al crepuscolo per alimentarsi (De Luise, 2010).

Durante la fase errante i maschi, in periodo di riproduzione, possono percorrere lunghe distanze (anche 3 km in una notte), muovendosi senza difficoltà anche sulla terraferma, grazie alla particolare conformazione della camera branchiale, che permette a questi gamberi di alternare la respirazione acquatica con quella aerea.

In Italia, la specie rimane in ibernazione per tutto l'inverno (da novembre a marzo) all'interno di tane profonde anche più di due metri e realizza due eventi riproduttivi: uno in primavera e uno in estate (Gherardi *et al.*, 1999). I gamberi utilizzano le tane come rifugio contro i predatori anche al di fuori del periodo di ibernazione ad esempio, in condizioni ambientali sfavorevoli (elevata siccità) e in alcune fasi del ciclo biologico (le femmine in prossimità di deposizione o gli esemplari in fase di muta).

Procambarus clarkii rientra nella dieta di pesci, uccelli e mammiferi che lo utilizzano in maniera differente a seconda della specie, della stagione e della disponibilità di altre risorse trofiche (Geiger *et al.*, 2005).

Rispetto all'areale d'origine, in Italia non ci sono validi predatori in grado di limitare in maniera efficace l'invasione del gambero rosso della Louisiana.

Un aiuto ci può essere dato da alcuni uccelli che hanno imparato a cibarsene (Aironi, Garzette, Tarabusi), come dimostrano gli abbondanti residui di gamberi lungo il perimetro dei luoghi umidi infestati (De Luise, 2010).

Le caratteristiche ecologiche e comportamentali fanno sì che *Procambarus clarkii* sia un vero pericolo per gli ecosistemi in cui si è diffuso.

Nella tabella 1.1 sono riportate le caratteristiche che permettono a questa specie una rapida diffusione e colonizzazione degli ecosistemi acquatici.

Caratteristiche biologiche ed ecologiche	<i>P. clarkii</i>
Veloce adattamento agli stress ambientali	+++
Alta tolleranza all'eterogeneità	+++
Alimentazione onnivora	+++
Elevata fecondità	++
Capacità di riprodursi asessualmente	-
Alta capacità di dispersione attraverso uova o stadi larvali molto mobili	+
Breve tempo di sviluppo delle nuove generazioni e degli stadi giovanili	++
Cura della prole	+++
Interesse da parte dell'uomo (edibilità e pesca)	+++

Tabella 1.1 - Caratteristiche biologiche ed ecologiche tipiche di invasori di successo condivise da *Procambarus clarkii* (- assente, + bassa, ++ media, +++ alta) (Geiger *et al.*, 2005)

1.3.3 Impatti sulla biodiversità e danni socio-economici

L'introduzione di specie aliene invasive costituisce una minaccia per la biodiversità ed è spesso causa della scomparsa di specie autoctone, con effetti secondari dannosi e imprevedibili sugli habitat naturali (Petrini *et al.*, 2002).

A causa del comportamento alimentare vorace e dell'elevata densità raggiunta dalle sue popolazioni, il gambero rosso della Louisiana è causa della perdita della biodiversità nei corpi idrici invasi; provoca infatti l'estinzione locale di svariate specie di molluschi, pesci, anfibi e piante idrofite (Morpugno *et al.*, 2010).

Un effetto negativo si evidenzia anche nell'interazione con la specie di gambero autoctono *Austropotamobius pallipes*, meno competitivo e con caratteristiche ecologiche differenti rispetto a quelle del gambero della Louisiana (Cioni & Gherardi, 2001).

I danni provocati da *P. clarkii* sono anche di natura strutturale, a causa dell'intensa attività di escavazione delle profonde tane, che provoca un indebolimento della struttura degli argini dei fiumi (Hobbs *et al.*, 1989).

Dal punto di vista sanitario questo gambero spesso è portatore sano della Peste dei gamberi, veicolata dal fungo *Aphanomyces astaci* (Schikora) (De Luise, 2010) che causa l'estinzione di innumerevoli popolazioni di gamberi autoctoni (Morpugno *et al.*, 2010).

Un'altra caratteristica che contraddistingue questa specie invasiva è la resistenza alle sostanze inquinanti, decisamente superiore a quella delle specie di gamberi autoctoni. Ciò rappresenta un rischio per la contaminazione dei livelli superiori della catena trofica, uomo incluso (De Luise, 2010).

La specie non è adatta ad essere utilizzata per scopi alimentari se pescata in zone con un'elevata concentrazione di sostanze inquinanti. In assenza di certificazioni sanitarie, quindi, il gambero rosso, se utilizzato come alimento, può costituire un rischio per la salute umana (De Luise, 2010).

1.4 Inquadramento normativo sulla gestione delle specie aliene invasive

Negli ultimi anni la Comunità europea ha preso atto dei danni e degli impatti causati dalle specie aliene invasive nei vari stati membri prevedendo di monitorarne il loro sviluppo e di utilizzare adeguate misure di prevenzione e controllo.

L'Unione europea ha attestato che il *Procambarus clarkii* rientra nella lista delle 100 specie invasive più pericolose al mondo (DAISIE, 2010). La Gazzetta Ufficiale dell'UE lo ha inserito nell'elenco delle specie invasive di rilevanza unionale in applicazione del Regolamento (UE) n.1143/2014 che disciplina la gestione dell'introduzione e diffusione delle specie alloctone invasive (Cap. IV- Art. 19).

INVERTEBRATI		
<i>Eriocheir sinensis</i>	Granchio cinese	Presenza da confermare
<i>Orconectes limosus</i>	Gambero americano	Diffusa
<i>Orconectes virilis</i>	Gambero virile	Assente
<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Gambero della California	Diffusa
<i>Procambarus clarkii</i>	Gambero rosso della Louisiana	Diffusa
<i>Procambarus fallax f. virginialis</i>	Gambero marmorato	Diffusa
<i>Vespa velutina nigrithorax</i>	Calabrone asiatico	Localizzata

Tabella 1.2 - Elenco specie invasive invertebrati di rilevanza unionale (Reg. n.1143/2014)

Il suddetto regolamento europeo è stato recepito in Italia con il Decreto Legislativo n.230 del 15 dicembre 2017 che stabilisce le misure per l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento dell'UE; in particolare all'Art. 1 punto d) si fa riferimento "alle misure di gestione volte all'eradicazione, al controllo demografico o al contenimento delle popolazioni delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale, transnazionale o nazionale."

I gamberi d'acqua dolce fanno parte della "fauna ittica" e sono quindi inclusi nelle leggi nazionali e regionali che regolamentano le attività di pesca nelle acque interne.

A livello regionale e provinciale, le normative di pesca, oltre a proteggere le specie autoctone, consentono la pesca delle specie alloctone.

Il Veneto con la L.R. n.19/1998 non vieta la pesca del gambero *Austropotamobius pallipes* ma, agli Art. 13-14, ne limita la pesca nel periodo dal 1 ottobre al 30 giugno. I Regolamenti delle province di Belluno e Verona ne vietano la pesca di questo gambero autoctono tutto l'anno (Morpugno *et al.*, 2010).

Dal 1 ottobre 2019 entrerà in vigore il Regolamento regionale sulla pesca, che prenderà il posto dei singoli regolamenti provinciali. Previa modifica della L.R. n.19/1998 sarà riportato il divieto assoluto di pesca di questo gambero tutto l'anno.

Nella Regione Veneto attualmente non ci sono linee guida regionali precise per la gestione dei gamberi alloctoni e non è stata ancora regolamentata pertanto è consentita la pesca senza limiti di taglia e peso.

1.5 Esempi di progetti sulla gestione e eradicazione di *Procambarus clarkii*

Gli interventi riguardanti la gestione dei gamberi d'acqua dolce devono focalizzarsi intorno alla realizzazione di due obiettivi (Morpugno *et al.*, 2010):

- 1) conservazione delle popolazioni di gamberi autoctoni e della loro diversità genetica;
- 2) contenimento delle popolazioni invasive di gamberi alloctoni.

L'Art. n.3 del Regolamento europeo (UE) n.1143/2014 chiarisce che per "contenimento" si intende qualsiasi azione volta a creare barriere che riducono al minimo il rischio che la popolazione di una specie esotica invasiva si disperda e si diffonda oltre la zona invasa. Oltre a questa definizione introduce il termine "eradicazione" con il quale si intende l'eliminazione completa e permanente della popolazione di una specie esotica invasiva tramite mezzi letali o non letali.

I metodi di controllo dovrebbero essere "accettabili da un punto di vista sociale, culturale ed etico, efficienti, non inquinanti, non dovrebbero avere effetti sulla flora/fauna locale e sulla salute e sul benessere degli uomini, degli animali domestici e delle coltivazioni" (Stebbing *et al.*, 2003a; b).

Dal 2011 al 2014 si è attuato nella Regione Friuli Venezia Giulia il Progetto LIFE RARITY (LIFE/10/NAT/IT/000239) per il contenimento del gambero rosso della Louisiana ed il rafforzamento delle popolazioni native di gamberi di acqua dolce.

Il progetto si è posto tre obiettivi principali:

1. contrastare la diffusione del gambero rosso;
2. rafforzare le popolazioni di gambero di fiume autoctono;
3. formulare una normativa regionale per il contenimento del gambero rosso, la protezione della specie nativa, la salvaguardia degli ecosistemi acquatici e della salute animale e umana.

In seguito al monitoraggio dei gamberi nativi e alieni sono stati attivati appositi protocolli di risposta rapida che hanno permesso l'eradicazione o il controllo di popolazioni di gambero rosso in diverse località della regione.

Il Consiglio regionale del Friuli Venezia Giulia ha poi introdotto una norma che ha previsto uno specifico Piano di azione per la conservazione dei gamberi di fiume.

È stata inoltre elaborata una cartografia del rischio di diffusione della specie invasiva evidenziando i corsi d'acqua che ne rappresentano i possibili corridoi di avanzamento.

Per il contenimento e l'eradicazione del gambero alloctono il Progetto RARITY ha previsto principalmente l'uso della nassa (strumento più utilizzato per la cattura) e ha introdotto anche alcuni importanti innovazioni quali:

- rilascio di maschi sterili: la tecnica basata sulla sterilizzazione con raggi X dei maschi riproduttivi che, rilasciati in natura, sono poi in grado di accoppiarsi con le femmine selvatiche riducendo il numero di uova fecondate;
- esche ormonali: la tecnica si basa sulla modalità di controllo ormonale della maturità sessuale nei Crostacei Decapodi, da qui l'idea di mettere a punto delle esche contenenti l'ormone gonado-inibitorio che rilasciate in natura prima della stagione riproduttiva possano diminuire la fecondità delle popolazioni di gambero rosso;
- esche feromonali: si è osservato che durante il periodo riproduttivo le femmine di gambero rilasciano particolari sostanze (feromoni sessuali) che attraggono i maschi maturi della stessa specie. Sono stati prodotti in laboratorio composti con effetto analogo inglobandoli poi in esche per la cattura massiva e specifica di gambero rosso.

Dal 2015 al 2018 nella Regione Veneto è stato attuato il Progetto LIFE SILIFFE (LIFE 10/NAT/IT/000809) nell'asta fluviale del Sile per il miglioramento degli habitat fluviali e ripariali e la lotta alle specie aliene acquatiche all'interno del Parco Naturale Regionale del Fiume Sile. Un'azione importante è stata, infatti, rivolta al controllo e al contenimento di tre specie alloctone:

- il gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*);
- il siluro (*Silurus glanis*);
- le testuggini palustri appartenenti per la maggior parte al genere *Trachemys scripta*.

L'attività è stata attuata mediante catture con l'utilizzo di nasse e attraverso il rafforzamento delle specie autoctone concorrenti.

Una parte delle azioni di questo progetto è stata indirizzata al recupero e alla gestione delle specie autoctone di particolare pregio presenti nel fiume Sile, tra queste la trota marmorata, lo scazzone, la lampreda e il temolo.

Infine un'altra azione del progetto è stata quella di verificare la presenza di qualche popolazione relitta di *Austropotamobius pallipes* presso le risorgive del Sile e in alcuni suoi affluenti. Le conclusioni del monitoraggio e delle azioni di controllo svolte nel triennio 2016/2018 hanno messo in evidenza la totale assenza della specie nativa e la consistente presenza di un'unica specie alloctona, *P. clarkii* (Zanetti et al., 2018).

1.6 Il Parco Palude di Onara



Fig. 1.8 - Planimetria del Parco Palude di Onara (Zanella *et al.*, 2014)

Il Parco Palude di Onara è ubicato nel Comune di Tombolo, poco più a Sud di Cittadella, presso la linea delle risorgive.

L'area è caratterizzata dalla presenza del fiume Tergola che nasce un po' più a Nord, la attraversa da Nord a Sud per circa due km (Fig. 1.8) e, grazie alle numerose risorgive presenti all'interno del suo territorio, si arricchisce d'acqua.

L'acqua esce dalle polle di risorgiva a temperatura più o meno costante durante tutto l'anno (circa 13°C) e questo permette di creare un ambiente più caldo della campagna circostante durante i mesi invernali, evitando la formazione di ghiaccio e più fresco durante la stagione estiva.

La palude di Onara è una delle poche zone umide protette rimaste oggi nella Pianura Padano-Veneta. Questi ambienti sono caratterizzati proprio dall'abbondanza di acqua che affiora dal sottosuolo e mantiene i terreni costantemente bagnati, creando condizioni del tutto particolari che permettono la presenza di un tipo di vegetazione diversa dal territorio circostante.

Nella palude possiamo trovare vari tipi di ambienti genericamente conosciuti quali il bosco, il canneto, il prato e la torbiera, quest'ultima ridotta a pochi frammenti.

Come tutte le zone umide, anche nella palude di Onara sono presenti moltissime specie di animali e piante; tuttavia il crescente sfruttamento del territorio circostante e l'inquinamento rendono queste zone più vulnerabili all'insediamento di specie animali e vegetali estranee, spesso invasive, a danno delle specie locali.

La prima delibera comunale di tutela del Parco è del 1980. Nel 1984 la palude di Onara è stata inserita nell'elenco dei parchi e delle riserve previsto dalla L.R. n.40 del 1980. L'istituzione formale del Parco con la definizione di **"Riserva Naturale Regionale di Interesse Locale"** è avvenuta con delibera n.66 del Consiglio

Comunale di Tombolo il 23 Dicembre 1994. Con Decreto del Ministro dell'Ambiente del 3 aprile 2000, pubblicato dalla Gazzetta Ufficiale n.95 del 22 aprile 2000, la Palude di Onara è stata inserita nell'**Elenco dei Siti di Importanza Comunitaria (S.I.C.) e delle Zone di Protezione Speciale (Z.P.S.)**, individuati ai sensi delle direttive 92/43/CEE e 79/409 CEE.

La gestione e la manutenzione del parco sono affidate al Comitato Parco Palude di Onara, legalmente costituito in associazione fin dal 1997 e sempre ufficiosamente impegnato nella tutela e valorizzazione della palude.

All'interno dell'area naturalistica è presente una stazione di monitoraggio delle acque superficiali (BIO415) controllata periodicamente dall'ARPAV. I dati sono reperibili presso il sito dell'Agenzia (<https://www.arpa.veneto.it>).

CAPITOLO 2 – SCOPO DELLA TESI

L'introduzione di specie aliene invasive nell'ambiente costituisce, in generale, una grave minaccia per la biodiversità e può causare notevoli danni economici alle attività umane. Per questo motivo, è fondamentale riconoscere le specie alloctone in una determinata area e studiarne le caratteristiche, in modo da poterne controllare le popolazioni prima che arrechino eccessivi danni all'ecosistema della zona.

La presenza della specie alloctona invasiva, *Procambarus clarkii*, è stata segnalata anche in Veneto e la sua diffusione è in continua crescita. Tuttavia mancano indicazioni precise riguardanti le aree in cui essa è presente e l'entità delle popolazioni.

I responsabili del Parco sostengono che prima di questo studio non era mai stata osservata la presenza del gambero rosso della Louisiana.

Il presente elaborato si pone l'obiettivo di accertare la presenza e la numerosità di questa specie alloctona invasiva nel tratto di fiume Tergola che attraversa il Parco Palude di Onara e, in seguito ai risultati ottenuti, di valutare un piano di gestione per il monitoraggio e contenimento del gambero alloctono da attuare all'interno dell'area naturalistica.

CAPITOLO 3 – MATERIALI E METODI

3.1 Aree di studio

Per accertare la presenza di *Procambarus clarkii* sono stati localizzati otto siti di cattura lungo il fiume Tergola all'interno del Parco Palude di Onara (Fig. 3.1). Il sito più a monte si trova nella zona delle polle di risorgiva mentre quello più a valle si trova ai confini della Palude presso il mulino detto "del Coppo". Gli altri siti sono stati individuati ad una distanza di 100/200 metri l'uno dall'altro nell'area centrale della palude: tre a Nord e tre a Sud della strada provinciale SP67 che divide il Parco Palude di Onara in due zone.



Fig. 3.1 – Ubicazione dei siti di cattura (Google Earth Pro). In basso a sinistra la localizzazione del Parco Palude di Onara nell'ambito della provincia di Padova



SITO N. 1 (45.631075 N - 11.806559 E) polla di risorgiva del fiume Tergola.
Il substrato dell'alveo è costituito prevalentemente da sabbia, la velocità di corrente è media-laminare e la profondità è di 40 cm.



SITO N. 2 (45.626767 N - 11.811989 E)
Il substrato dell'alveo è costituito prevalentemente da sabbia con presenza di ciottoli e depositi di limo. Il flusso che caratterizza il tratto è lento e la profondità è di 30 cm. Presenza di vegetazione acquatica.



SITO N. 3 (45.625687 N - 11.812349 E)

In alveo il substrato è costituito prevalentemente da sabbia e limo con la presenza di depositi di materiale organico grossolano (es. detriti fogliari).

Il flusso in tutto il tratto indagato è laminare e ha una profondità di 30 cm.

Assenza di vegetazione acquatica.



SITO N. 4 (45.625574 N - 11.813271 E)

In alveo il substrato è caratterizzato prevalentemente da sabbia e limo.

Il flusso che caratterizza il tratto è lento e ha una profondità di 40 cm.

Presenza di vegetazione acquatica.



SITO N. 5 (45.624612 N - 11.815012 E)

In questo tratto il substrato dell'alveo è costituito prevalentemente da limo e sabbia. La velocità di corrente è lenta e la profondità è di 40 cm.

Presenza di vegetazione acquatica.



SITO N. 6 (45.624249 N - 11.815453 E)

In alveo il substrato è caratterizzato prevalentemente da sabbia e limo. Il flusso che caratterizza il tratto è lento e la profondità è di 50 cm.

Presenza di vegetazione acquatica.



SITO N. 7 (45.623474 N - 11.815762 E)

In alveo il substrato è costituito quasi totalmente da sabbia e da ghiaia.
Il flusso che caratterizza il tratto è medio-laminare e la profondità è di 70 cm.
Presenza di vegetazione acquatica



SITO N. 8 (45.616501 N - 11.821231 E) nei pressi del Mulino del Coppo.

In alveo il substrato è costituito quasi totalmente da limo e per il restante da sabbia. Il flusso che caratterizza il tratto è lento e la profondità è di 30 cm.
Presenza di vegetazione acquatica.

3.2 Metodo di cattura

Per la cattura dei gamberi sono state utilizzate delle nasse (Fig. 3.2). Si tratta di trappole a doppio inganno, in rete di nylon, richiudibili ed aventi maglie di 4 mm. La loro forma è a parallelepipedo con sezione quadrangolare e presentano le seguenti dimensioni: 42 x 24,5 x 24,5 cm.



Fig. 3.2 - Esempio di nassa impiegata per le catture di *Procambarus clarkii*
(Foto di E. Visentin)

Le nasse sono state innescate utilizzando del pellet da pesca e del fegato di suino, che, grazie al forte odore, attira facilmente gli esemplari di *P. clarkii*. Sia il pellet che il fegato venivano inseriti nell'apposita tasca porta esca.

Le nasse sono state posizionate nelle aree di studio individuate in luoghi poco accessibili e visibili; si è scelto di non segnalare con cartelli informativi la presenza delle gabbie per evitare possibili asportazioni o danneggiamenti.

Le trappole sono state posizionate in due campagne di raccolta una nel mese di settembre e un'altra nel mese di ottobre.

Il periodo tra il posizionamento e il recupero delle nasse è stato di circa 24 ore.

Le nasse venivano calate al mattino e recuperate il mattino seguente per evitare un'eventuale moria di pesci che potevano rimanere impigliati nelle trappole.

Le nasse sono state sistemate in acqua, in posizione orizzontale, tenendole legate tramite una corda a picchetti o, a tronchi, o a rami fuori dall'acqua per facilitarne il recupero. Poiché il gambero non nuota ma si sposta camminando sul fondo, le nasse sono state appesantite collocando al loro interno delle pietre per fare in modo che fossero ben ancorate al fondo del fiume e anche per evitare che la corrente del fiume le trascinasse via.

Nella prima campagna di studio (mese di settembre), allo scopo di verificare le zone di maggior catturabilità del gambero, le nasse sono state posizionate in diversi punti dell'alveo del sito di cattura (centrale, intermedia e lungo la riva) e in micro-habitat diversi.



Fig. 3.3 – Esempari di *P. clarkii* all'interno di una nassa (Foto di E. Visentin)

Nella seconda sessione di cattura (mese di ottobre) le nasse sono state riposizionate nei siti di maggiore catturabilità.

Gli esemplari catturati (Fig. 3.3) sono stati misurati e pesati e successivamente si è provveduto al congelamento degli stessi per avere la possibilità di effettuare altri studi e osservazioni nel tempo.

3.3 Misure biometriche

Gli esemplari catturati sono stati determinati e sottoposti al rilievo di diversi parametri morfologici e morfo-metrici (Fig. 3.4):

- lunghezza con l'utilizzo di un calibro;
- peso tramite una bilancia digitale.



Fig. 3.4 - Misure di alcuni esemplari catturati (Foto di E. Visentin)

Oltre alle misure biometriche si è provveduto a determinare il sex attraverso l'osservazione delle seguenti caratteristiche:

- nel maschio, la presenza dei quattro cerci addominali o gonopodi (pleopodi modificati del primo e del secondo segmento addominale) (Fig. 3.5a);
- nelle femmine la presenza dell'annulo ventrale, posto tra il quinto ed il quarto paio di pereopodi (Fig. 3.6).

Negli esemplari di sesso maschile è stata inoltre valutata anche la presenza/assenza dei denti uncinati sul terzo e quarto paio di pereopodi, indicanti il raggiungimento dell'età riproduttiva e lo stato riproduttivo (Fig. 3.5b) (Mancini, 1986).

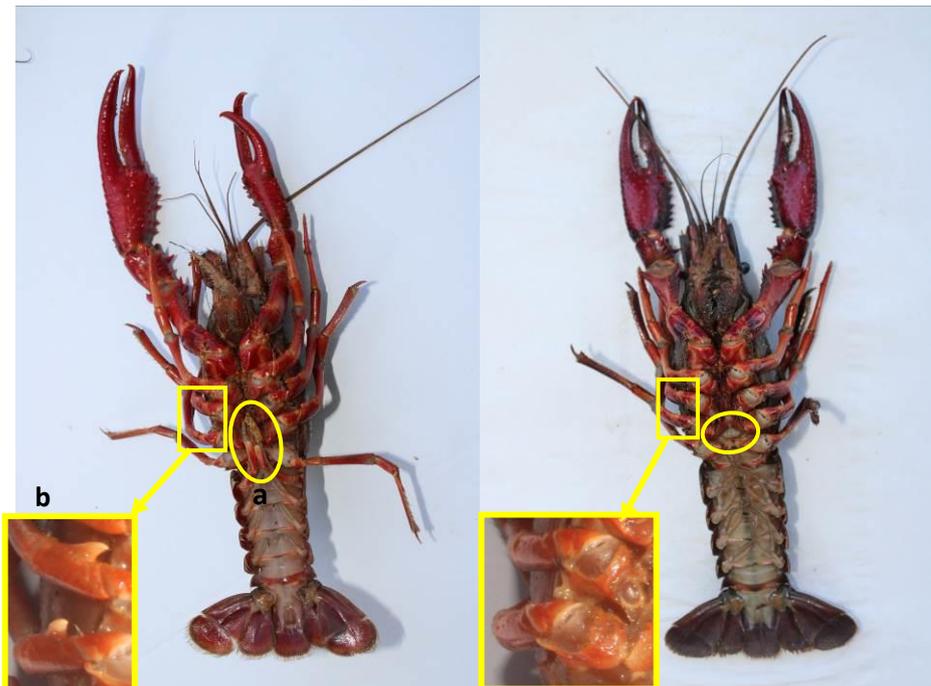


Fig. 3.5 - Esemplare maschio di *P. clarkii* **Fig. 3.6** - Esemplare femmina di *P. clarkii*
(Foto di E. Visentin)

CAPITOLO 4 – RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1 Catturabilità

Nella tabella 4.1 sono riportati il numero degli esemplari di *Procambarus clarkii* catturati negli otto siti nelle due sessioni di cattura.

Tabella 4.1 - Numero totale di esemplari di *P. clarkii* catturati (I° sessione → Settembre 2018, II° sessione → Ottobre 2018), posizione delle nasse nei siti di cattura

Posizionamento nasse all'interno dell'alveo	Sessione di cattura	Sito n.1	Sito n.2	Sito n.3	Sito n.4	Sito n.5	Sito n.6	Sito n.7	Sito n.8	N esemplari
CENTRALE	I°	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTERMEDIA	I°	0	1	0	0	0	0	1	0	2
LUNGO LA RIVA	I°	0	0	0	2	3	0	0	Nassa rubata	5
LUNGO LA RIVA	II°	0	1	0	0	0	0	0	\	1
	II°	0	0	0	0	0	0	1	\	1
	II°	0	0	0	0	0	0	0	\	0
N esemplari		0	2	0	2	3	0	2	0	9

Nella prima sessione di cattura sono stati catturati esemplari in quattro siti (2; 4; 5 e 7).

Il numero maggiore di gamberi è stato rinvenuto in due siti (4; 5) lungo le rive caratterizzate da un fondale basso (30-40 cm), prevalentemente fangoso, con vegetazione acquatica e velocità di corrente lenta.

Nella zona intermedia dell'alveo sono stati catturati due gamberi in due siti differenti (2; 7): queste zone presentano un fondale con una percentuale di sabbia maggiore, con minore presenza di vegetazione acquatica e con una velocità di corrente più elevata. Nelle zone centrali dell'alveo non è stato recuperato nessun esemplare. Durante la prima sessione di cattura è stata rubata una nassa pertanto lo studio è proseguito con l'utilizzo di sette nasse anziché otto.

In questa prima sessione di cattura sono stati pescati esemplari solo nelle vicinanze delle rive del fiume, infatti il gambero rosso ha l'abitudine di scavare gallerie nei fondali e negli argini degli ambienti acquatici in cui vive (A.J.M. Dörr *et al.*, 2001).

Nella seconda sessione di cattura pertanto le nasse sono state posizionate solo nei siti di maggiore catturabilità (lungo la riva). Sono stati ritrovati solamente due esemplari in due siti differenti (2; 7) confermando la presenza in questi due siti.

Le catture all'interno dell'area di studio hanno evidenziato l'assenza del gambero autoctono *Austropotamobius pallipes* e la presenza, sebbene in numero ridotto, di *Procambarus clarkii*.

4.2 Caratteristiche morfometriche dei gamberi catturati

Nella tabella 4.2 sono riportate le caratteristiche morfometriche generali, il sesso e il raggiungimento della maturità sessuale degli esemplari catturati all'interno del Parco Palude di Onara.

Tabella 4.2 – Per ogni sito sono indicati gli esemplari catturati, le loro dimensioni (L cm), il peso (P g), il sesso (M, F) e la maturità sessuale

Sito N	Esemplari	Lunghezza (cm)	Peso (g)	Sesso	Maturità sessuale
2	a	18	60	M	SI
	b	20,5	70	M	SI
4	c	13	40	M	NO
	d	12	35	F	SI
5	e	16,5	70	M	SI
	f	13	45	F	SI
	g	20	75	M	SI
7	h	16,5	55	F	SI
	i	20,5	65	M	SI

Dalla Tabella 4.2 risulta che sono stati catturati sei esemplari maschi e tre esemplari femmine. I maschi hanno dimensioni e peso mediamente maggiori rispetto alle femmine (M: 18 cm, 63 g; F: 14 cm, 45 g). L'esemplare di maggiori dimensioni (L= 20,5 cm e P= 70 g) è stato catturato nel sito n.2 (Fig. 4.1).

Un solo esemplare non ha raggiunto la maturità sessuale, che è distinguibile nei maschi per la presenza di piccoli uncini alla base del terzo e quarto paio di pereopodi e nelle femmine per la lunghezza totale di 5-12 cm (De Luise, 2010).



Fig. 4.1 - Esemplari catturati (Foto di E. Visentin)

Il ritrovamento di un maggior numero di maschi potrebbe essere dovuta all'attività delle femmine di *P. clarkii* che sono decisamente meno attive dei maschi e si rifugiano spesso nelle tane presenti in quantità lungo gli argini, soprattutto nel periodo post riproduttivo e durante la schiusa delle uova (Savini, 2007).

Nelle due sessioni di cattura non sono stati rinvenuti gamberi di piccole dimensioni nonostante le nasse utilizzate avessero maglie di 4 mm pertanto idonee alla cattura di piccoli esemplari. La causa della loro assenza potrebbe essere dovuta all'attività predatoria di uccelli ittiofagi (Fig. 4.2).

Nella palude di Onara sono presenti alcuni uccelli come la garzetta (*Egretta garzetta*), l'airone rosso (*Ardea purpurea*), l'airone cinereo (*Ardea cinerea*) e recentemente sono stati avvistati alcuni esemplari di ibis sacri (*Threskiornis aethiopicus*) la cui fonte trofica principale è il gambero della Louisiana (Gola e Scatassi, 2018).



Fig. 4.2 – Airone bianco durante la predazione di *Procambarus clarkii*
(tratto da <https://hiveminer.com>)

4.3 Valutazione dei costi delle sessioni di studio effettuate

Sono stati valutati i costi per l'attuazione e la realizzazione delle due sessioni di cattura di *Procambarus clarkii* effettuate con il presente studio nel Parco Palude di Onara.

La tabella 4.3 riporta i costi necessari per la predisposizione di una nassa completa di esca e relativi picchetti per la cattura dei gamberi. Il costo totale è di 11 €.

Tabella 4.3- Dettaglio costi per la predisposizione di una nassa

NASSA	ESCHE (pellet e fegato) per ogni posizionamento/recupero	FILO per nassa	PICCHETTI (n.2 pezzi)	TOTALE COSTO
7,5 €	1 €	0,50 €	2 €	11 €

In questo studio sono stati effettuati 45 Posizionamenti/Recuperi (P/R) delle nasse. Per queste operazioni sono state impiegate un totale di 25 ore (circa 30min per nassa) senza tener conto degli spostamenti e delle fasi di sopralluogo iniziali. È stato necessario il supporto di un'altra persona per svolgere in modo corretto il posizionamento/recupero delle nasse nei vari siti e per garantire una maggior sicurezza nelle diverse fasi.

Per una stima del costo degli addetti sono state considerate le tariffe relative al personale impiegato dal Comune di Tombolo che corrispondono a circa 30 euro all'ora lordi.

Nella tabella 4.4, riportata di seguito, vengono indicati i costi relativi al personale impiegato per il posizionamento e il recupero di una nassa.

Tabella 4.4 - Dettaglio costi previsti per il personale impiegato per il P/R di una nassa

COSTO ADDETTO ALL'ORA (lordi)	N ADDETTI	N ORE PER P/R (per una nassa)	TOTALE COSTO PER P/R (per una nassa)
30 €	2	0,5	30 €

Nella tabella 4.5 sono stimati i costi complessivi per lo svolgimento del presente studio comprensivi del Posizionamento/Recupero delle nasse e del costo degli addetti. Nel costo della predisposizione delle nasse sono stati aggiunti 37 € per considerare le esche aggiunte dopo i primi otto Posizionamenti/Recuperi.

Il costo medio per il posizionamento e il recupero di una nassa è di circa 33 €.

Tabella 4.5 - Costi complessivi

Costo predisposizione nasse	11 € x 8 P/R + 1 € (esca) x 37 P/R	125 €
Costo addetti	30 € x 45 P/R	1350 €
TOT. COSTO DELLO STUDIO	125 € + 1350 €	1475 € lordi
Costo medio per P/R di una nassa	1475 € / 45 P/R	32,78 €

4.4 Proposta di gestione e contenimento del *Procambarus clarkii* presso il Parco Palude di Onara

Lo studio ha messo in evidenza la presenza, sebbene in numero ridotto, della specie alloctona *Procambarus clarkii* nelle acque del fiume Tergola che attraversano l'area naturalistica del Parco Palude di Onara.

L'intervento di gestione e contenimento prevede il posizionamento di sei nasse nell'area centrale della palude compresa tra il sito n.2 e il sito n.7 (Fig. 4.3). Ogni nassa deve essere adeguatamente fornita di esche e del materiale necessario per la cattura.

L'intervallo tra il posizionamento e il recupero è di 24 ore.



Fig. 4.3 – Ubicazione dei siti da monitorare (Google Earth Pro)

Le temperature ottimali per questa specie si collocano tra i 21 ed i 27°C, con un blocco della crescita a temperature inferiori a 12°C (Ackefors, 1999). Un'azione di trappolaggio potrebbe quindi risultare maggiormente efficace se effettuata nei mesi più caldi quando l'ambiente risulta ideale per l'attività di questo gambero.

Dai dati della stazione ARPAV (BIO415) degli ultimi 10 anni risulta che le temperature dell'acqua più alte sono registrate da maggio ad ottobre e variano in media dai 15°C ai 18°C (Fig. 4.4).

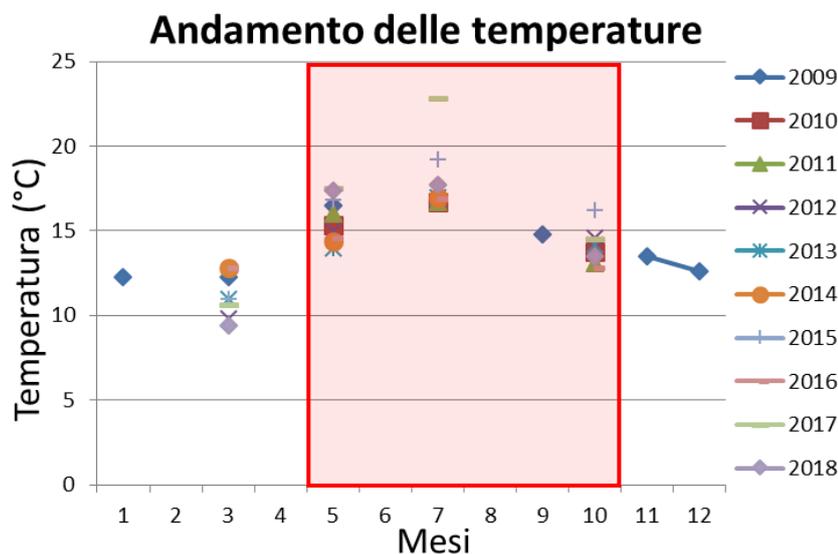


Fig. 4.4 – Temperature degli ultimi 10 anni rilevate nella stazione BIO415 del fiume Tergola (dati ARPAV)

Le nasse saranno quindi posizionate nel periodo che va da maggio ad ottobre (sei mesi). Nella tabella 4.6 sono riportate diverse modalità di attuazione del piano di cattura.

La prima prevede un Posizionamento/Recupero (P/R) mensile delle nasse (1 volta al mese), la seconda due P/R in un mese (1 volta ogni due settimane) e la terza prevede quattro P/R in un mese (1 volta a settimana).

A seconda delle esigenze e modalità attuative, i P/R quindicinali e settimanali potrebbero essere svolti anche in modo continuativo e quindi due o quattro giorni consecutivi in un mese.

Tabella 4.6 – Calcolo dei costi in base al numero di Posizionamento/Recupero (P/R)

Numero P/R	Costo P/R di n.6 nasse	Costi mensili	Costi x 6 mesi
MENSILE (1 v. al mese)	33 € x 6 nasse	198 € 6 P/R	1188 € 36 P/R
QUINDICINALE (1 v. ogni due sett.)	(33 € x 6 nasse) x 2 v.	396 € 12 P/R	2376 € 72 P/R
SETTIMANALE (1 v. a settimana)	(33 € x 6 nasse) x 4 v.	792 € 24 P/R	4752 € 144 P/R

Il numero di P/R dipenderà dal numero di esemplari catturati; se il numero aumenta si potrebbe prevedere di aumentare anche il numero di P/R. In tal caso,

come risulta dalla tabella 4.6, con l'aumento dei P/R aumenteranno anche i costi da sostenere.

Per le fasi operative si prevede l'impiego di due addetti comunali per la tutela e la salvaguardia dell'ambiente che dovranno essere precedentemente formati.

I numeri delle catture devono essere riportati in apposite schede di campo predisposte per la registrazione dei dati per monitorare l'andamento dei popolamenti durante l'anno.

I gamberi catturati dovranno essere necessariamente stoccati in un congelatore e solo al termine del monitoraggio potranno essere recuperati da una ditta di Galliera Veneta, con la quale l'ETRA¹ ha un contratto d'appalto, per essere smaltiti a norma di legge. È stato stimato che il costo annuo per lo smaltimento degli esemplari è di 100€.

Tuttavia alcuni esemplari potrebbero essere analizzati per verificarne l'utilizzo come risorsa alimentare considerato che la qualità del Tergola nel suo tratto iniziale risulta in uno stato qualitativo "BUONO", come evidenziato dai monitoraggi eseguiti da ARPAV (<http://geomap.arpa.veneto.it>).

I costi totali per la gestione e il contenimento di *Procambarus clarkii* dovrebbero essere sostenuti dal comune di Tombolo che potrebbe anche prevedere di dare in appalto il lavoro di gestione a degli operatori esterni.

Il costo maggiore è dato dal personale per il posizionamento/recupero delle nasse. La spesa potrebbe essere notevolmente ridotta con la collaborazione di studenti, tirocinanti universitari o volontari sensibili a problematiche riguardanti la tutela e la salvaguardia del patrimonio ambientale e naturalistico.

Non si esclude nemmeno la compartecipazione di enti privati disponibili a collaborare con il comune di Tombolo per la realizzazione del piano di gestione proposto.

In tal caso i costi totali si ridurrebbero notevolmente e il Comune potrebbe acquistare solamente il materiale necessario per la cattura investendo risorse sull'acquisto di un maggior numero di nasse aumentando in questo modo l'efficacia alla lotta a questo alloctono invasivo.

In quest'area naturalistica sarebbe auspicabile prevedere l'introduzione di esemplari della specie autoctona *Austropotamobius pallipes* sull'esempio dell'esperienza riportata dal Progetto SillFFE.

¹ETRA S.p.A. (Energia Territorio Risorse Ambientali) è una multiutility che si occupa dell'approvvigionamento idrico e dello smaltimento dei rifiuti nel territorio dell'Alta Padovana e del Vicentino.

CAPITOLO 5 – CONCLUSIONI

Il presente studio ha accertato la presenza del gambero alloctono invasivo *Procambarus clarkii* nel tratto di fiume Tergola che attraversa l'area naturalistica del Parco Palude di Onara.

Il D.Lgs. 15 dicembre 2017, n.230 all'Art. 19 ribadisce l'importanza di "comunicare, senza indugio, al Ministero e all'ISPRA il rilevamento precoce della comparsa sul proprio territorio o parte di esso di esemplari di specie esotiche invasive di rilevanza unionale o nazionale" come *Procambarus clarkii* e agli Art. 22 e 23 definisce le misure di gestione per il ripristino degli ecosistemi danneggiati.

Durante lo studio sono stati catturati pochi esemplari e la maggior parte di grandi dimensioni. Nonostante ciò, è importante non sottovalutare il problema e provvedere velocemente con interventi di monitoraggio e contenimento di questa specie aliena invasiva perché ha una capacità di diffondersi molto elevata. Gli ecosistemi di acqua dolce sono, infatti, considerati tra i più a rischio di invasione da parte delle specie alloctone, a causa della facilità di dispersione di questi esemplari lungo il reticolo idrografico (Zanetti *et al.*, 2018).

Il piano di gestione e contenimento proposto in questo elaborato si è posto lo scopo di monitorare e limitare il più possibile il numero di *P. clarkii* presenti nella palude di Onara e di salvaguardare e proteggere l'area naturalistica riconosciuta un Sito di Importanza Comunitaria (S.I.C) e una Zona di Protezione Speciale (Z.P.S).

Nella fase di valutazione dei costi del presente studio è emerso che il contenimento di questa specie alloctona invasiva ha costi elevati sebbene sia attuata anche in un'area di piccole dimensioni come il Parco Palude di Onara (circa 2 km).

Per una valutazione ad una scala dimensionale maggiore è stata effettuata una stima dei costi considerando l'asta fluviale del Tergola e il reticolo idrografico del bacino del fiume stesso prendendo in considerazione l'ipotesi "al minimo": Posizionamento/Recupero (P/R) di una nassa 1 volta al mese per sei mesi, distanti 500 m una dall'altra (Tabella 5.1).

Tabella 5.1 – Costi per il posizionamento/recupero (P/R) nel bacino del Tergola (*fonte ARPAV)

AREA di STUDIO	Lunghezza (Km)	N. nasse	Costo di 1 P/R	Costo x 6 mesi
TRATTO DEL FIUME TERGOLA CHE ATTRAVERSA IL PARCO PALUDE DI ONARA	~2 Km	4	132 €	792 €
ASTA FLUVIALE FIUME TERGOLA	~48 Km*	96	316 €	19'008 €
BACINO IDROGRAFICO FIUME TERGOLA	~371 Km*	742	24'486 €	146'916 €

Per un ulteriore confronto è stata effettuata una stima dei costi considerando un bacino più grande (bacino del Sile) che è stato oggetto di studio nel Progetto LIFE SillFFe (Tabella 5.2).

Tabella 5.2 – Costi per il posizionamento/recupero (P/R) nel bacino del Sile (*fonte ARPAV)

AREA di STUDIO	Lunghezza (Km)	N. nasse	Costo di 1 P/R	Costo x 6 mesi
ASTA FLUVIALE FIUME SILE	~88 Km*	176	5808 €	34'848 €
BACINO IDROGRAFICO FIUME SILE	~1218 Km*	2436	80'388 €	482'328 €

Come si può osservare, confrontando le due tabelle soprariportate, più il bacino idrografico è ampio più i costi per la gestione e il contenimento del *Procambarus clarkii* diventano elevati.

In generale, considerando di contenere una specie invasiva con le caratteristiche di diffusione del *P. clarkii*, i costi per la gestione sarebbero molto alti e le risorse finanziarie sempre difficili da recuperare.

È importante quindi intervenire velocemente fin dalle fasi iniziali della diffusione di una specie alloctona invasiva per circoscrivere il più possibile l'areale di distribuzione, riducendo in questo modo i costi per il contenimento della specie e, in certi casi, contribuendo alla sua eradicazione.

BIBLIOGRAFIA

ABRAMI G. 1984 - Zone umide del Brenta, LA PALUDE DI ONARA. Ed. Suman.

ABRAMI G. e CAMUFFO A. 1994 - LA PALUDE DI ONARA-Studi sul territorio l'ambiente e il paesaggio, n.1. Ed. Bertato.

ACKEFORS H. 1999 - The positive effects of established crayfish introduction in Europe. *Crustacean Issues*, 11: 49-61, 281-292.

AQUILONI L. 2012 - I gamberi in Friuli Venezia Giulia: specie indigene e non-indigene, tecniche di monitoraggio e gestione. In: Didattica per gli operatori. Pubblicazione realizzata con il contributo finanziario della CE, nell'ambito del Progetto RARITY, LIFE10 NAT/IT/000239, editing testi Tiziano Scovacricchi, pp. 56, 70.

AQUILONI L., TRICARICO E. & GHERARDI F. 2010 - Crayfish in Italy: distribution, threats and management. Invited Review, *International Aquatic Research* 2: 1-14.

ANDOLARO F., BLASI C., CAPULA M., GRAPOW C.L., FRATTAROLI A., GENOVESI P., ZERUNIAN S. 2009 – Esiti del tavolo tecnico “L'impatto delle specie aliene sugli ecosistemi: proposte di gestione” - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

CIONI A. & GHERARDI F. 2001 - Aggression and competition for resources among freshwater decapods. *Knowledge-based Management of European Native Crayfishes: Dialogues between researchers & managers*, 13-15, Potiers, Francia.

DE LUISE G. 2010 - Il Gambero rosso della Louisiana. Aspetti ecologici, biologici e gestionali in Friuli Venezia Giulia. Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia, Udine: 1-52.

D.Lgs. 15 dicembre 2017, n. 230, in materia di “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014, recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive”. *Gazzetta Ufficiale* n. 24 30/01/2018.

D.M. 3 aprile 2000, in materia di “Elenco delle zone di protezione speciale designate ai sensi della direttiva 79/409/CEE e dei siti di importanza comunitaria proposti ai sensi della direttiva 92/43/CEE”. *Gazzetta Ufficiale* n. 95 22/04/2000.

DÖRR A.J.M., PEDICILLO G., LORENZONI M. 2001 - Prima segnalazione in Umbria di *Procambarus clarkii* (Girard), *Orconectes limosus* (Rafinesque) e *Astacus*

leptodactylus (Eschscholtz) (Crustacea Decapoda). Pubblicazione realizzata da Dip. Biologia Animale ed Ecologia, Perugia – Italia. Riv. Idrobiol., 40: 2-3.

GEIGER W., ALCORLO P., BALTANAS A. & MONTES C. 2005 - Impact of an introduced crustacean on the trophic webs of Mediterranean wetlands. *Biological Invasions* 7: 49-73.

GHERARDI F., AQUILONI L., BERTOCCHI S., BRUSCONI S., SCALICI M. e TRICARI E. 2017 - I gamberi alloctoni nel Lazio: distribuzione, impatti, costi, rischi e gestione – Rapporto tecnico. Pubblicazione realizzata nell'ambito del progetto CSMON-LIFE (Citizen Science MONitoring) LIFE13 ENV/IT/842. pp. 8, 80-81.

GHERARDI F. & BARBARESI S. 2007. Feeding preferences of the invasive crayfish *Procambarus clarkii*. *Bulletin française de la Pêche et de la Pisciculture* 385: 7-20.

GHERARDI F. & CIONI A. 2004 - Agonism and interference competition in freshwater decapods. *Behaviour*, 141: 1297-1324.

GHERARDI F. & HOLDICH D. M. 1999 - Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation? A. A. Balkema, Rotterdam, pp. XI + 299.

GOLA L. e SCATASSI N. 2018 – Ibis sacro (*Threskiornis aethiopicus*), documento redatto dal Centro di referenza “Avifauna planiziale” in collaborazione con il Settore Biodiversità e le aree naturali della Regione Piemonte, pp. 11.

GUTIERREZ-YURRITA P.J. & MONTES C. 1998 - Environmental factors controlling crayfish *Procambarus clarkii* activity in the Doñana National Park freshwater marsh (SW- Spain). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 120: 713-721.

HOBBS H. H., JASS P. J. & HUNER V. J. 1989 - A review of global crayfish introductions with particular emphasis on two north America species (Decapoda, Cambaridae). *Crustaceana*, 56: 299-316.

HUNER J. V. 1988 - *Procambarus* in North America and elsewhere. *Freshwater crayfish: biology, management and exploitation*. Croom Helm, London.

LORMAN J. G. & MAGNUSON J. J. 1978 - The role of crayfishes in aquatic ecosystems. *Fisheries*, 3:8-10

MACHINO Y., TOLAZZI L., DE BORTOLI M., PONTARINI R. e LAPINI L. 2015 - *Austropotamobius Torrentium* (Schrank, 1803) in Italia (Crustacea: Decapoda, Astacidae; Italia Nord-Orientale). *Gortania*, 37: 29-34.

MANCINI A. 1986 - Astacicoltura, allevamento e pesca dei gamberi d'acqua dolce. Bologna: Edagricole

MAZZONI D., GHERARDI F. e FERRARINI P. 2004 - Guida al riconoscimento dei gamberi d'acqua dolce. Seconda edizione. Bologna: Greentime SpA.

MORPUGNO M., AQUILONI L., BERTOCCHI S., BRUSCONI S., TRICARICO E. e GHERARDI F. 2010 - Distribuzione dei gamberi d'acqua dolce in Italia. Studi Trentini di Scienze Naturali, 87: 125-132.

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.

PETRINI R. e VENTURATO E. (a cura di) 2002 – Atti del Convegno Nazionale “La gestione delle specie alloctone in Italia: il caso della nutria e del gambero rosso della Louisiana”. Quaderni della Palude di Fucecchio n.2. Centro di Ricerca, Documentazione e Promozione della Palude di Fucecchio.

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. e GIULIANINI P. G. 2014 - Messa a punto di metodi innovativi per il contenimento e la cattura di *P. clarkii*. In: “RARITY. Eradicazione del gambero rosso della Louisiana e protezione dei gamberi di fiume del Friuli Venezia Giulia”. Pubblicazione realizzata con il contributo finanziario della CE, nell'ambito del progetto RARITY, LIFE 10/NAT/IT/000239, pp. 144.

Reg. 22 ottobre 2014, n. 1143, in materia di “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”. Gazzetta Ufficiale L 317/35 4/11/2014.

RIZZATO A. 2015 – Presenza e caratteristiche delle popolazioni di *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) nella provincia di Vicenza. Tesi Laurea Magistrale in Scienze Forestali e Ambientali, Università di Padova.

SAVINI D. 2007 - Rinvenimento della specie aliena invasiva *Procambarus clarkii* (Astacidea: Cambaridae) nella riserva naturale “Bosco Siro Negri” (Zerbolò – Pavia). Studi Trentini di Scienze Naturali - Acta Biologica, 83: 33-37.

SCALICI M. & GHERARDI F. 2007 - Structure and dynamics of an invasive population of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in a Mediterranean wetland. Hydrobiologia, 583: 509-519.

STEBBING P. D., BENTLEY M. G. & WATSON G. J. 2003a- Mating Behaviour and Evidence for a Female Released Courtship Pheromone in the Signal Crayfish *Pacifastacus leniusculus*. Journal of Chemical Ecology, 29:465–475.

STEBBING P. D., WATSON G. J., BENTLEY M. G., FRASER D., JENNINGS R., RUSHTON S. P. & SIBLEY P. J. 2003b - Reducing the threat: the potential use of pheromones to control invasive signal crayfish. Bulletin français de la pêche et de la pisciculture, 370:219–224.

ZANELLA C. e ZECCHIN B. 2014 - La palude vive anche per te – a cura del Comitato Parco Palude di Onara di Tombolo (PD), realizzato con il contributo della Regione Veneto- Ass. all’Ambiente. Ed. Artegrafica Sociale snc – Cittadella (PD).

ZANETTI M., PICCOLO D., MACOR P., GALANTE D., GRAVA VANIN B., CAUSIN L., SILIGARDI M., MALAVASI D., BEDIN L., BUSATTO T., STECCHINA R., VISINTIN F., SCRIDEL D., DE OSTI M & TURIN P. 2018 - River functionality index as planning instrument for a good governance of Sile’s ecosystem. Pubblicazione finale realizzata nell’ambito del progetto SILIFFE, LIFE 14/NAT/IT/000809.

SITOGRAFIA

<https://www.arpa.veneto.it>, ultima consultazione 30.08.2019

<http://www.europe-aliens.org>, ultima consultazione 04.09.2019

<http://geomap.arpa.veneto.it>, ultima consultazione 01.09.2019

<https://hiveminer.com>, ultima consultazione 29.08.2019

<http://www.isprambiente.gov.it>, ultima consultazione 10.08.2019

<https://www.lifeasap.eu>, ultima consultazione 28.08.2019

<http://www.lifesiliffe.it>, ultima consultazione 25.08.2019

<https://www.minambiente.it>, ultima consultazione 19.08.2019

Desidero rivolgere un ringraziamento speciale a tutte le persone che hanno contribuito alla realizzazione di questa tesi.

Il Prof. Lorenzo Zane e il Dott. Gianluca Girardi per i consigli, il supporto, la pazienza e la disponibilità dimostrate durante il tirocinio e la stesura della tesi.

La Dott.ssa Marina Raris e l'ARPA Veneto per l'opportunità concessa. Tutto il personale della sede ARPAV di Mestre per l'accoglienza e l'entusiasmo con cui mi hanno seguito durante i mesi di tirocinio.

La Dott.ssa Barbara Grava Vanin, responsabile dell'Ufficio pesca della Provincia di Treviso per le preziose informazioni che mi ha fornito.

Il Sig. Carlo Zanella, presidente del Comitato Parco Palude di Onara, che fin dall'inizio si è dimostrato sempre disponibile a collaborare e a supportare il mio progetto all'interno dell'area naturalistica.

I miei amici, compagni di viaggio, che hanno reso questi anni indimenticabili.

La mia famiglia: è grazie al loro sostegno e al loro incoraggiamento se oggi sono riuscita a raggiungere questo traguardo.

Infine un grazie e un pensiero particolare a mio nonno Silvio che con tanto affetto e impegno mi ha aiutato nelle fasi operative del mio lavoro ma, purtroppo, non ha avuto la gioia di vederlo ultimato.

Elena Visentin