



# Biologia Ambientale

ISSN 2611-5182

rivista del Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale

---

volume 38

dicembre 2024





# Biologia Ambientale

ISSN 2611-5182

Pubblicazione del C.I.S.B.A., vol. 38, 2024  
Autorizzazione del Tribunale di Reggio Emilia n. 837 del 14 maggio 1993

PROPRIETÀ: **Daniela Lucchini**, Presidente del C.I.S.B.A.

DIRETTORE RESPONSABILE: **Pietro Genoni**

RESP. DI SEGRETERIA: **Roberto Spaggiari**

REDAZIONE ([biologia.ambientale@cisba.eu](mailto:biologia.ambientale@cisba.eu)):

**Giuseppe Sansoni**

**Rossella Azzoni**

**Gilberto N. Baldaccini**

**Francesca Bona**

**Giovanni Damiani**

**Raffaella Zorza**

## Comitato Scientifico

**Natale Emilio BALDACCINI**

già Ordinario di Etologia, Università di Pisa

**Roberto BARGAGLI**

senior professor Dip. di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Univ. Siena

**Corrado BATTISTI**

Stazione di ricerca LTER 'Torre Flavia', Roma

**Marco CANTONATI**

Dip. Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna

**Annalaura CARDUCCI**

già Ordinaria di Igiene Generale e Applicata, Università di Pisa

**Stefano FENOGLIO**

Dip. Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino

**Silvana GALASSI**

già Ordinario di Ecologia, Università di Milano

**Pier Francesco GHETTI**

già Ordinario di Ecologia, Università Cà Foscari, Venezia

**Stefano LOPPI**

Dip. Scienze della Vita, Università di Siena

**Lucio LUCADAMO**

Dip. Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria

**Sergio MALCEVSCI**

già Dip. di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia

**Laura MARZIALI**

CNR-IRSA Istituto di Ricerca sulle Acque, Brugherio, Monza e Brianza

**Maurizio G. PAOLETTI**

Dip. di Biologia, Università di Padova

**Roberto ROMI**

già primo ricercatore dell'Ist. Superiore di Sanità, Dip. Malattie Infettive, Roma

**Nico SALMASO**

Fondazione Edmund Mach, Istituto Agrario di S. Michele all'Adige, Trento

**Luciano SANTINI**

già Ordinario di Entomologia agraria, Università di Pisa

**Paolo Emilio TOMEI**

Accademia Lucchese di Scienze, Lettere e Arti

**Mariagrazia VALCUVIA PASSADORE**

già Dip. Ecol. del territorio e degli amb. terrestri, Università di Pavia

**Pierluigi VIAROLI**

già Ordinario di Ecologia, Università di Parma Parma

**Luigi VIGANÓ**

CNR-IRSA Istituto di Ricerca sulle Acque, Brugherio, Monza e Brianza

**Sergio ZERUNIAN**

già Corpo Forestale dello Stato, UTB di Fogliano, Latina

**Aldo ZULLINI**

già Ordinario di Zoologia, Università Milano Bicocca

*Biologia Ambientale* pubblica articoli su temi che riguardano le connessioni tra le scienze biologiche e la protezione dell'ambiente, con particolare attenzione ai seguenti campi di studio:

- bioindicatori e biomonitoraggio
- ecotossicologia
- ecologia delle acque interne e di transizione
- ecologia dell'ambiente marino
- depurazione delle acque reflue
- gestione dell'ambiente
- igiene ambientale ed ecologia urbana
- impatto ambientale
- rinaturazione e riqualificazione ambientale
- ingegneria naturalistica
- conservazione della natura
- ecologia del paesaggio

*Biologia Ambientale* è articolata in due sezioni:

*Lavori Originali*, ospita articoli e rassegne bibliografiche originali, sottoposti a referee;

*Informazione & Documentazione*, sezione volta a favorire la circolazione di informazioni e di idee tra i soci, accoglie lavori non sottoposti a referee. È composta da tre rubriche: *Esperienze*, per resoconti, dibattiti, note tecniche e opinioni su varie tematiche della biologia ambientale, nonché sintesi di lavori già pubblicati; *CronacaAmbiente*, per servizi e inchieste che riguardano svariati comparti ambientali, temi della sostenibilità ambientale, interviste a persone che lavorano per l'ambiente e divulgazione di buone pratiche; *Recensioni*, per segnalazioni ragionate di testi di particolare interesse o attualità per la biologia ambientale.

*Biologia Ambientale* è la rivista dedicata ai soci del Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale (C.I.S.B.A.).

Per iscriversi o per informazioni: *Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale, C.P. n- 5 Poste San Maurizio 42122 Reggio Emilia*  
Segretario: *Roberto Spaggiari, tel. 334 9262826; e-mail: info@cisba.eu*

[www.cisba.eu](http://www.cisba.eu)

[info@cisba.eu](mailto:info@cisba.eu)

**Quote annuali di iscrizione** al Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale: socio ordinario: Euro 40,00; socio collaboratore Euro 30,00; socio sostenitore Euro 310,00. Conto corrente postale n. 10833424 intestato a: CISBA, RE. Conto corrente bancario: Banca Unicredit Reggio Emilia Gattalupa, IBAN: IT82T0200812827000100195936

# Biologia Ambientale

Volume 38  
Dicembre 2024

## SOMMARIO

### LAVORI ORIGINALI

- 1-31 Riccardo Nincheri, Alessio Rivola. *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 (Amphibia, Anura) sull'Appennino Pistoiese (Toscana, Italia centrale): aggiornamento dell'areale e primi dati sull'abbondanza delle popolazioni
- 32-45 Spartaco Gippoliti, Dario Frascchetti. Historical sketch of Primates in Italian Zoological Gardens and their scientific relevance

### INFO&DOC

- id 1-8 Mauro Grano, Roberto Crosti. Misure per contenere la dispersione della vongola asiatica *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) e di altri organismi invasivi d'acqua dolce

### ESPERIENZE

- es 1-5 Gian Carlo Perosino. Alluvioni, demografia e consumo di suolo

### CRONACAMBIENTE

- ca 1-5 Azzoni Rossella. Trasporto marittimo e GHG: la sfida della transizione
- ca 6-9 Azzoni Rossella. Nuove tendenze per lo sfalcio dei prati urbani
- ca 10-13 Baldaccini G. Ripristino dei fiumi: finalmente un vero cambio di paradigma?

### RECENSIONI

- rc 1 Quammen. L'albero intricato

Foto di copertina

*Rana temporaria*, femmina. Pian di Serra (valle del Rio Sirobbio).  
Autore: Riccardo Nincheri, estate 2021

# ***Rana temporaria* Linnaeus, 1758 (Amphibia, Anura) sull'Appennino Pistoiese (Toscana, Italia centrale): aggiornamento dell'areale e primi dati sull'abbondanza delle popolazioni**

**Riccardo Nincheri<sup>1</sup>, Alessio Rivola<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Via Empolese, 85/B - 50018 Scandicci, Italia. [riccardo.nincheri@hotmail.it](mailto:riccardo.nincheri@hotmail.it)

<sup>2</sup> Via Scialoia, 55 - 50135 Firenze, Italia. [alessiorivola@hotmail.com](mailto:alessiorivola@hotmail.com)

Pervenuto il 26.2.2024; accettato il 15.5.2024

## **Riassunto**

L'areale conosciuto di *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 nella Provincia di Pistoia è stato studiato nel dettaglio nel periodo 2004-2023. Le 32 stazioni individuate sono distribuite in modo uniforme nella maggior parte delle valli monitorate e il popolamento appare continuo, con sub-popolazioni quasi tutte vitali. Nel 2022 una conta delle ovature deposte nei siti riproduttivi ha prodotto un totale di 1904 unità. Sono espone le minacce che determinano il declino, accertato in alcune stazioni.

PAROLE CHIAVE: *Rana temporaria* / distribuzione / abbondanza / Provincia di Pistoia

## ***Rana temporaria* Linnaeus, 1758 (Amphibia, Anura) on the Pistoia mountains (Tuscany, central Italy): range update and first data on population abundance**

The known range of *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 in the Province of Pistoia was studied in detail during the period 2004-2023. The known 32 stations are uniformly distributed in most of the valleys of the proposed range and the population appears continuous. Almost all sub-populations are viable. A global count of the egg clutches laid, carried out in 2022 in most of the known breeding sites, produced a number of approximately 1900 unit. Threats causing the confirmed decline, found in some stations are exposed.

Keywords: *Rana temporaria* / distribution / abundance / Province of Pistoia

## **INTRODUZIONE**

Largamente diffusa nei settori europeo e asiatico della regione Palearctica, *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 è uno degli Anfibi più comuni in molti paesi del centro e del nord Europa (Grossenbacher, 2004) dove è presente in molti tipi di habitat acquatici naturali situati nelle brughiere e nelle foreste, tollerando le interferenze antropiche seppure di limitato impatto. È un anfibio microstenotermo (Vanni e Nistri, 2006) presente fino all'estremo settentrionale della Penisola Scandinava e verso oriente fino alla Siberia occidentale; l'adattamento esclusivo alle basse temperature si palesa in massimo grado osservando il suo areale generale

nel sud dell'Europa, risultando pressoché assente nelle penisole iberica e italiana e mancante nel sud di quella balcanica (Grossenbacher, 1988), rimanendo confinata solo ad alcuni tratti o nodi montagnosi delle tre penisole. Qui mostra una netta tendenza a vivere all'interno delle aree forestali meno perturbate, dove trova le condizioni necessarie allo sviluppo ottimale delle sue popolazioni.

L'areale italiano della rana temporaria, dove secondo gli studi più recenti è esclusivamente presente la sottospecie nominale, non essendo stata confermata *Rana temporaria honnorati* Heron-Royer, 1881 cui erano correntemente assegnate le popolazioni appenniniche

(Speybroeck *et al.*, 2016), comprende l'arco alpino e la catena appenninica senza discontinuità fino alla Toscana.

Qui comincia a mostrare una tendenza all'accantonamento in alcuni tratti della catena mentre in altri appare localizzata (Bernini e Razzetti, 2006; Razzetti *et al.*, 2007; Ambrogio e Mezzadri, 2018; Di Nicola *et al.*, 2019).

Lacune di una certa ampiezza nella distribuzione delle sue popolazioni si presentano a partire dalla provincia di Pistoia scendendo verso sud. L'areale si restringe ad alcuni settori montani disgiunti: poche popolazioni in provincia di Firenze, alcune località ravvicinate più a est sulle montagne tosco-romagnole (Tedaldi, 2003; Tedaldi, 2005) dove forma due nuclei di popolazione disgiunti nelle aree Monte Falterona-Castagno d'Andrea e foresta della Lama-Sassofratino-Camaldoli e infine un'ultima popolazione accantonata in un settore del centro della penisola esteso su alcuni alti rilievi appartenenti ai Monti della Laga, straordinaria testimonianza della funzione di 'rifugio' svolta dalla nostra penisola nel corso delle fasi glaciali pleistoceniche.

Da queste aree della nostra penisola la rana temporaria poté estendere nuovamente l'areale verso nord al ristabilirsi di condizioni climatiche più temperate, con un unico movimento migratorio iniziato al termine dell'ultima glaciazione di Würm o, più verosimilmente, a più riprese durante i rialzi termici ciclici che determinavano il ritiro delle coltri glaciali (Capula e Bagnoli, 1983; Castaldini *et al.*, 1998; Capula, 2000; Bartolini *et al.*, 2014; Di Toro *et al.*, 2021).

Nell'Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Toscana (Vanni e Nistri, 2006) la rana temporaria risulta presente in 13 particelle U.T.M., con una copertura del 4,2 %, ciò che ne fa una delle specie di anfibi toscani dall'areale meno esteso, sebbene gli autori lo ritengano imperfettamente conosciuto e passibile di estensioni; 5 particelle delle 11 con dati raccolti dopo il 1985 ricadono nel settore montano della Provincia di Pistoia (PP38, PP39, PP 48, PP 49, PP 58), area geografica toscana dove questo anfibio mostra perciò una diffusione elevata.

Nelle aree montane dell'Emilia Romagna confinanti con la Toscana la rana temporaria risulta relativamente più diffusa: l'atlante erpetologico di questa regione (Mazzotti *et al.*, 1999) mostra la sua presenza in 29 particelle, 21 delle quali si trovano in prossimità dello spartiacque dell'Appennino Tosco-Emiliano. Considerando il versante emiliano-romagnolo si conferma che a est dei rilievi di Pracchia, presso il confine tra il centro-nord della Provincia di Pistoia e l'estremo sud-ovest di quella di Bologna, si palesa una netta frammentazione del suo areale.

A partire dal 2004 ha avuto avvio un censimento sull'erpetofauna della Montagna Pistoiese (Nincheri e Vezzani, 2016) protrattosi fino al 2012, la cui analisi pre-

liminare dei dati raccolti ha prodotto un primo contributo alla conoscenza della rana temporaria sulla Montagna Pistoiese, in particolare sui segnali di rischio rilevati in alcuni siti riproduttivi e sulle fenofasi riproduttive. I dati sulla diffusione potevano essere così sintetizzati: delle 6 stazioni pistoiesi riportate da Lanza (1946), solo al Lago del Greppo era riconfermata la sua presenza; in 9 nuove località, una delle quali (Ponte del Saltello - Valle dell'Orsigna) permetteva di coprire la particella PP58 nell'atlante erpetologico toscano (Lanza *et al.*, 2006; Vanni e Nistri, 2006), erano osservati adulti e accertata la riproduzione.

Alcune criticità emerse nei primi rilevamenti suggerivano di approfondire gli aspetti biogeografici e quelli relativi all'entità del popolamento. Alle quote del piano montano inferiore (600-1000 metri) la frequenza di rilevamento di stazioni di presenza della specie sul totale di quelle indagate era molto bassa. Inoltre, poiché il numero di ovature annuali alle quote minori, monitorate per circa due anni, risultava esiguo, era opportuno accertare se il popolamento tra 600-800 m e tra 800-1000 m fosse ovunque rarefatto o se, al contrario, esistessero aree ad elevata densità.

Un altro particolare aspetto era quello emerso dai dati raccolti nei siti umidi maggiori del crinale o posti in sua prossimità (es. laghetti in area protetta) che, sebbene favorevoli allo sviluppo degli anfibi, presentavano stime di popolazione basse o nulle.

In alcuni grandi corpi idrici lacustri come il lago Piatto e il lago Nero non erano mai state osservate le tipiche ovature di *R. temporaria*; anche il lago del Greppo, sebbene presentasse nelle vicinanze siti di fregola regolarmente utilizzati, pareva frequentato solo occasionalmente da pochi riproduttori. Una quarta criticità si palesava nel carattere temporaneo accertato per la maggior parte delle raccolte idriche di piccole e medie dimensioni utilizzate per la riproduzione, frequente causa di mortalità per contingenti importanti dei girini.

Nel sito posto a più bassa quota (Ponte del Saltello-Valle dell'Orsigna) durante il censimento era stato accertato il disseccamento anticipato dei corpi idrici e non erano mai stati osservati né neometamorfosati né sub-adulti (Nincheri e Vezzani, 2016).

I recenti monitoraggi precisano i limiti geografici della popolazione, migliorano la conoscenza della tipologia di raccolte idriche sfruttate per la riproduzione, della loro morfologia e del loro idroperiodo e danno una prima stima della consistenza della popolazione locale, durante un periodo in cui si palesano in questo settore appenninico delle oscillazioni estreme dell'idroperiodo dei corpi idrici lentici, causate principalmente da concomitanti e protratte alte temperature e scarse precipitazioni piovose e nevose (Tab. III); per questo riteniamo costituiscono un solido 'punto zero' per il monitoraggio della popolazione locale della rana temporaria.



## MATERIALI E METODI

### Stazioni campionate

La cartografia utilizzata per localizzare, nominare e determinarne le coordinate geografiche delle stazioni nuove è quella utilizzata nel corso del censimento effettuato dal 2004 al 2012 in Provincia di Pistoia (Nincheri e Vezzani, 2016): la *Carta Topografica d'Italia* dell'Istituto Geografico Militare alla scala geografica di 1:25.000, serie 25N.

Tutte le stazioni della rana temporaria citate nella letteratura e trovate durante i rilevamenti proseguiti dopo il 2012 sono distribuite nelle 5 tavolette seguenti: foglio 97 II SE di Pracchia (1947), foglio 97 II SO di San Marcello Pistoiese (1941), foglio 97 II NE di Lizzano in Belvedere (1947), foglio 97 II NO di Cutigliano (1947) e foglio 97 III NE di Abetone (1947).

Le longitudini delle località sono calcolate prendendo come riferimento il meridiano di Roma (Monte Mario), utilizzato nelle tavolette dell'IGM.

L'area montana esplorata è delimitata a nord, a ovest e a est dal confine della Provincia di Pistoia, coincidente per buona parte con il crinale appenninico principale.

A sud è delimitata da una linea che, congiungendo da est verso ovest Pracchia, Pontepetri e San Marcello Pistoiese, delimita i bacini del torrente Bardalone, del

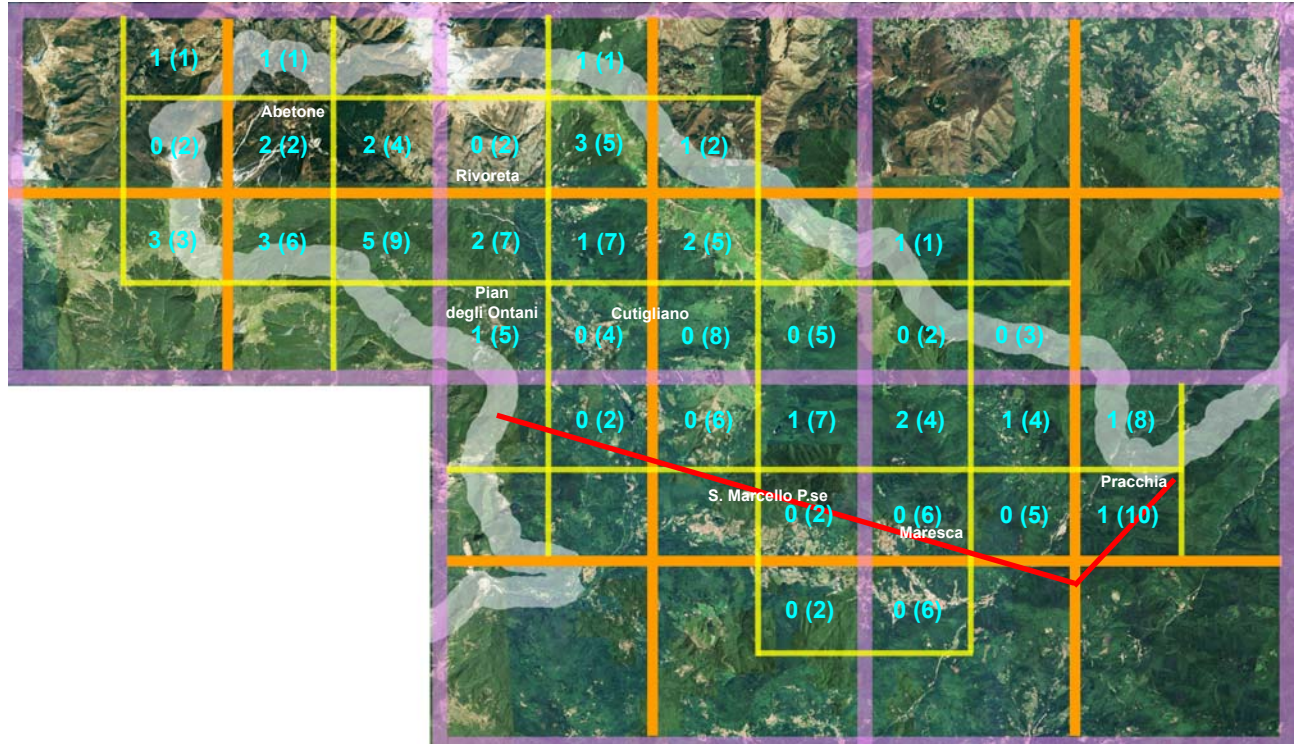
torrente Limestre, flette a nord seguendo il corso del fiume Lima fino all'abitato omonimo e prosegue infine sul versante, in destra idrografica, raggiungendo il Colle Alto poco a sud del monte Caligi (1457 m.) e termina al confine occidentale della provincia (Carta 1).

A sud di questa area montana, dove si estende l'areale pistoiese conosciuto della rana temporaria, si è proseguita la ricerca della specie in alcune località già monitorate nel censimento erpetologico (Nincheri e Vezzani, 2016), aggiungendone alcune a noi poco note a quote relativamente basse nel gruppo montuoso delle Lari e in destra idrografica del fiume Reno.

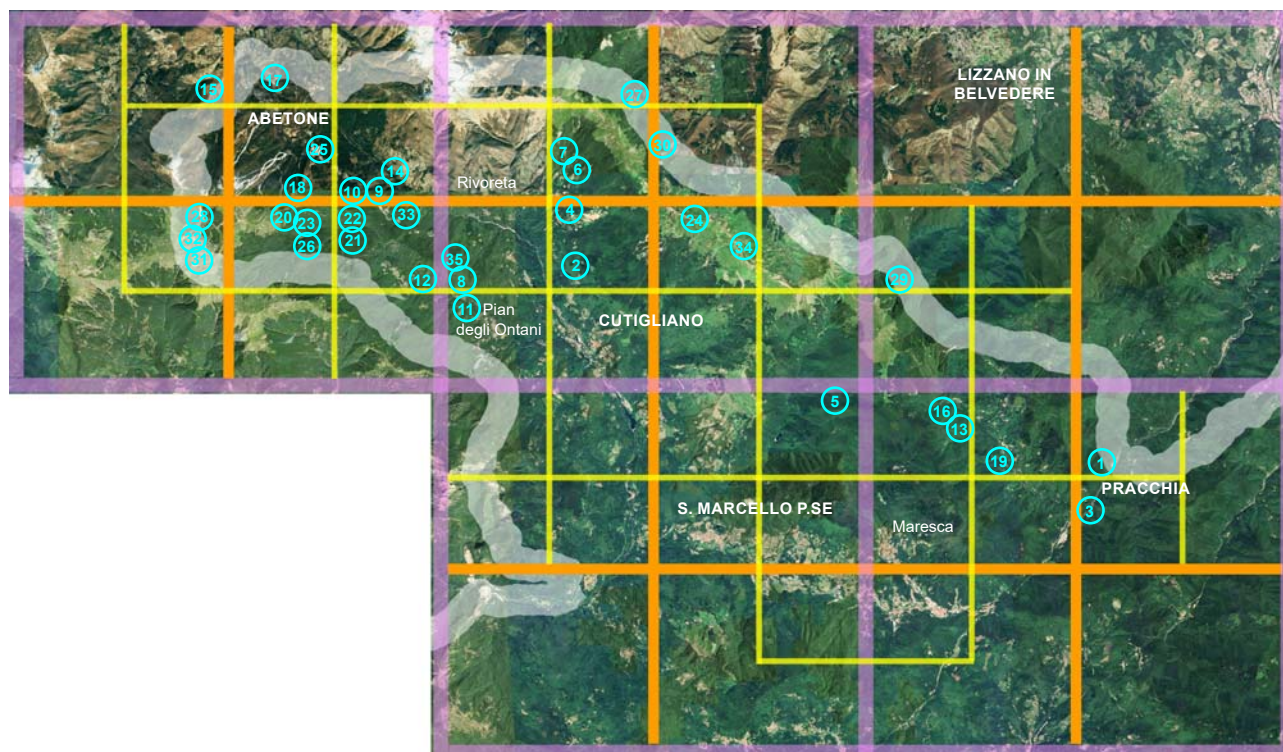
Il metodo usato per coprire le maggiori unità geografiche appartenenti all'area rilevata con un numero adeguato e ben ripartito di stazioni è esposto nel nostro lavoro generale sull'erpetofauna pistoiese (Nincheri e Vezzani, 2016): in sintesi consiste nella distribuzione delle stazioni in un reticolo di particelle rettangolari di 2,5 Km x 2,312 Km (superficie equivalente a circa 5,78 Km<sup>2</sup>).

Dal 2012 ulteriori stazioni sono state monitorate in nuove particelle dell'areale potenziale della specie e in quelle già coperte mantenendo alte frequenze di visita in quelle occupate dai nuclei di popolazione più numerosi e sottoposti a stress antropogenici.

Nelle 5 tavolette IGM utilizzate, 58 celle comprendono parti del territorio provinciale (Carta 1); allo stato



**Carta 1.** Area di studio e reticolo geografico (vedi testo). In ogni maglia indagata sono indicati il numero di stazioni dove è presente rana temporaria e, tra parentesi, il numero di stazioni campionate. La linea rossa indica il limite meridionale dell'area della Provincia di Pistoia dove si trovano le stazioni campionate nel corso dello studio. Le due maglie più meridionali, esterne all'area studiata, sono state indagate per rana temporaria nel corso della prima fase della ricerca.



**Carta 2.** Reticolo geografico dell'area indagata all'interno della Provincia di Pistoia (fascia bianca). La numerazione delle stazioni corrisponde a quella delle tabelle n. I e II e dell'Addenda. Ogni riquadro viola corrisponde a una tavoletta IGM 1:25.000 (la cui denominazione ufficiale è qui riportata in maiuscolo).

attuale dei nostri rilievi, quelle comprese nell'area potenzialmente occupata dalla specie, monitorate dal 2004 su una o più stazioni, sono in totale 34. In ogni particella è indicato il numero di stazioni in cui è stata accertata la presenza della specie almeno una volta dal 2004, con uno o più stadi vitali per singola osservazione della durata non inferiore a un'ora (salvo cause di forza maggiore); tra parentesi è indicato il numero totale di stazioni rilevate (Carta 1). Complessivamente le stazioni in cui è stata cercata la rana temporaria almeno una volta dal 2004 sono 135.

### **Caratteristiche geomorfologiche, climatiche e vegetazionali**

Trattando la biogeografia di *R. temporaria*, specie con spiccata vocazione montana nella parte meridionale dell'areale generale cui appartiene il settore geografico studiato (Delmastro, 1999; Grosselet e Guyétant, 2012; Vanni e Nistri, 2006), si è ritenuto opportuno affrontare le caratteristiche climatiche di alcune località della Provincia di Pistoia poste al di sopra dell'isoipsa dei 600 metri (dove si estende il 44 % del territorio provinciale), accennando alle influenze che esse hanno sul suolo e sulla vegetazione.

In particolare sono state prese in considerazione la temperatura (media annuale, media del mese più caldo

e media del mese più freddo) e le precipitazioni, medie annuali in millimetri (l'entità della pioggia nel mese meno piovoso tra parentesi). I valori medi del mese più caldo sono determinanti perché le forme larvali presentano bassa soglia di tolleranza alle temperature elevate e alla bassa % di saturazione dell'ossigeno disciolto, mentre quelli del mese più freddo incidono rallentando o, qualora si elevino troppo, bloccando la maturazione degli oociti negli ovidotti.

Pracchia (627 metri slm), si trova al margine meridionale dell'areale pistoiese. Posta lungo il corso superiore del fiume Reno è il centro abitato più vicino alla Valle dell'Orsigna dove, al Ponte del Saltello (650 metri), esiste una delle stazioni di *R. temporaria* poste a minore quota della penisola italiana (Lanza *et al.*, 2006). Dati climatici: 9,5 °C, 17,8 °C, 1,9 °C, 1989 mm (56 mm in luglio e 80 mm in agosto).

Maresca, (800 metri slm), è invece al centro di una vallata più impervia tributaria, insieme al torrente Bardalone, del fiume Reno dalla sua sinistra; è una stazione storica di rana temporaria (Lanza, 1946). I seguenti dati, raccolti alla stazione meteorologica posta all'altezza di 1050 metri (manca la temp. med. ann.) esemplificano la situazione termo-pluviometrica a una quota intermedia: 18 °C, 1,4 °C, 2095 mm (80 mm nei mesi di luglio e agosto).

Abetone (1388 m slm), situata sul crinale che delimita il bacino del fiume Lima, è nel settore di maggiore diffusione della specie ad oggi conosciuto e presenta questi valori climatici medi (periodo 1951-2004): 6,7 C°, 16,1 C°, - 1,2 C° (gennaio), 2450 mm (70 mm in luglio; distribuzione media annuale su 127 giorni).

La scarsa differenza delle temperature e delle precipitazioni relative ai mesi estivi alle tre quote considerate rende conto della possibilità di diffusione della specie fino al piano montano inferiore: nelle valli dei torrenti Orsigna e Maresca anche nei mesi più siccitosi un suolo umido e freddo compensa l'elevata evapotraspirazione (Dondini e Vergari, 2007) impedendo che il deficit idrico prosciughi totalmente i corsi d'acqua degli impluvi tra 600 e 1000 metri dove la rana temporaria viene avvistata.

Oltre al clima temperato continentale delle conche montane, dove è frequente il fenomeno dell'inversione termica nei fondovalle, anche il suolo dà un contributo fondamentale nel mantenimento dell'umidità necessaria alla formazione del manto boschivo richiesto dalla rana temporaria, in particolare nelle stazioni alle quote inferiori: l'arenaria autoctona, localmente chiamata macigno, emerge su vaste superfici nel settore montano pistoiese a seguito dell'asportazione delle argille scagliose alloctone (Camerini, 1942; Mancini, 1958; Dondini e Vergari, 2009). Data la permeabilità molto bassa del macigno, il tasso igrometrico al suolo rimane alto, tanto nei ripiani e nei circhi dei versanti quanto nelle aree pianeggianti sui crinali (Di Toro *et al.*, 2021). L'elevata pluviometria e la quasi impermeabilità del substrato roccioso concorrono al mantenimento dell'umidità del suolo favorendo lo sviluppo delle foreste pistoiesi: quella delle latifoglie decidue mesofile miste a carpino nero e ornello, estesa lungo il margine sud dell'areale pistoiese della rana temporaria, che corre lungo la fascia altimetrica dei 600-800 metri di altezza, e poi più in alto, negli orizzonti montani di media e alta quota, quella di faggio cui si aggiungono localmente l'abete bianco, l'abete rosso e nelle bassure più umide e fredde la betulla (Dondini e Vergari, 2007). L'habitat di elezione della rana temporaria è la faggeta mista che a una quota oscillante attorno ai 1500-1600 metri, secondo la topografia più o meno localmente accidentata, trapassa nei nardeti e nelle brughiere a mirtilli e brughi del piano cacuminale (Canigiani, 1977; Vanni e Nistri, 2006).

### Modalità di studio

Dal 2012 i rilevamenti sono stati mirati alla definizione dell'areale di *R. temporaria*, all'abbondanza degli individui e alle caratteristiche ecologiche dei siti riproduttivi.

Le stazioni che nella cartografia IGM risultavano prive di toponimo sono state descritte sinteticamente con elementi fisici di riferimento quali: confluenza tra

tributario e corso d'acqua principale, rilievo, colle, sentiero, ecc.

L'altitudine dei biotopi in cui è stata trovata la specie è stata sempre verificata con un altimetro pneumatico Barigo che limita a 10 metri l'errore nell'indicazione della quota raggiunta.

Per rilevare le stazioni sono stati indagati tutti i settori accessibili dell'area montagnosa esplorata; per la definizione del livello di continuità del popolamento è stato necessario percorrere il territorio tra due stazioni conosciute. Con rilevamenti regolari è stato possibile individuare alcune aree dove esiste una rete di habitat potenzialmente favorevoli all'insediamento della specie e definire la consistenza delle sub-popolazioni che sfruttano i siti riproduttivi nelle stazioni presenti.

Indizio della presenza di aree frequentate dalla specie sono le nette rotture di pendenza dei versanti (visibili anche esaminando col binocolo i fianchi opposti delle valli) e le chiazze di vegetazione igrofila associata agli ambienti lenticci dove la specie si riproduce.

Nelle stazioni in cui è stata trovata o cercata la specie la tecnica di ricerca è stata quella dell'osservazione degli animali, della durata di un'ora, lungo un percorso standard che tendenzialmente si snoda all'interno della stazione, attraversando i microhabitat preferenziali, non solo utilizzati dalla specie per la sosta ma anche per i suoi spostamenti (Fig. 3), seguendo le metodiche descritte dal *Visual Encounter Surveys*, tipo D dei transetti (Heyer *et al.*, 1994). Le indagini sono state svolte senza tralasciare nessun mese dell'anno, nelle ore diurne e, sebbene con minor frequenza, in quelle notturne; il calo della frequenza in dicembre, gennaio e febbraio è attribuibile al periodo di ibernamento della specie in risposta alle temperature rigide e all'innervamento.

L'identificazione degli adulti di *R. temporaria* è relativamente semplice (Fig. 2) mentre quella dei neometamorfosati, lunghi 1,0-1,4 cm, risulta difficoltosa. Le stazioni dove da agosto a settembre è stato osservato questo stadio sono state perciò rivisitate.

I giovani di piccole dimensioni si distinguono da quelli di rana appenninica (*Rana italica*) in quanto questi ultimi, fin dalla lunghezza di 16-17 millimetri, mostrano la pigmentazione bruna tipica della gola, con stria sagittale mediana chiara.

Poiché in una stazione nell'intervallo altimetrico occupato da rana temporaria si trova anche rana agile (*Rana dalmatina*), per distinguere individui molto piccoli (18-22 mm) di rana temporaria da quelli di rana agile sono state controllate le lunghezze dell'articolazione tibio-tarsica che, nella prima, non oltrepassa quasi mai la punta del muso.

I dati raccolti sugli esemplari, sulla morfologia, sui parametri ecologici e sull'idrologia hanno regolarmente



implementato l'inventario sulla diffusione e sull'abbondanza della rana temporaria richiesto dalle autorità preposte alla Conservazione delle Aree Protette della Provincia di Pistoia ai fini del rilascio dei permessi di accesso alle Riserve Naturali Biogenetiche. La profondità massima dei corpi idrici di notevoli dimensioni, veniva misurata sia nei periodi di piena che in quelli estivi durante i quali è più probabile che rimangano prosciugati. Per quelli di maggiore estensione, come il lago Nero, sono state utilizzate le fonti bibliografiche disponibili.

I sopralluoghi effettuati durante le varie stagioni dell'anno hanno consentito di ricavare i dati utili per accertare con sufficiente attendibilità il carattere temporaneo o permanente delle raccolte idriche utilizzate per la riproduzione, mentre il monitoraggio in diverse annate ha fornito elementi di giudizio sul grado di regolarità dell'utilizzo da parte dei riproduttori. Per valutare l'idoneità allo sviluppo degli stadi immaturi, è stato necessario accertare se le raccolte idriche fossero a carattere temporaneo, in quanto interamente all'asciutto almeno nel corso di uno dei rilevamenti, o al contrario risultassero permanenti, e quindi sommerse almeno in parte.

La conta delle ovature può essere effettuata con esattezza solo visitando il sito riproduttivo almeno due volte a settimana per l'intera durata delle deposizioni, che si prolungano al ritmo delle vicende climatiche (Nincheri e Vezzani, 2016).

Essendo impossibile effettuare le conte annuali totali con precisione in un numero elevato di siti di fregola, man mano che vengono deposte, a meno che non si disponga di un buon numero di volontari, abbiamo utilizzato il metodo della superficie media di una singola ovatura (Griffiths e Raper, 1994; Benson, 1998) per calcolare il numero totale di ovature dello strato trovato in una raccolta idrica.

Per riuscire in un singolo anno a effettuare la conta nel maggior numero di siti riproduttivi noti, nel 2022 abbiamo programmato perciò le visite dividendoli in tre fasce altimetriche, bassa (600-1000 m.), media (1000-1300 m) e alta (oltre i 1300 m) secondo lo sfasamento tra l'inizio delle deposizioni lungo il gradiente altitudinale palesatosi dai dati fenologici locali (Nincheri e Vezzani, 2016).

Il calcolo del numero totale di ovature in uno strato prevede di dividere la sua superficie totale per la superficie media di una ovatura singola corrispondente a una ellisse di superficie pari a 128,5 centimetri quadrati.

Lo strato di ovature è di norma posizionato lungo un tratto di riva e, qualora sia molto esteso, segue le sue anse e ha contorno frastagliato; secondo le nostre osservazioni, nella fase finale degli accoppiamenti solitamente non presenta discontinuità: le ovature man mano deposte si giustappongono a quelle vicine colmando gli spazi vuoti rimasti, fondendosi ben presto tra loro.

Lo strato, un lato (talvolta due) del quale coincide con la linea di riva, ha contorno variabile: di solito ha

forma rotondeggiante o ellittica; a questo problema abbiamo ovviato calcolando la sua superficie misurando i lati minore e maggiore del massimo rettangolo iscritto nello strato di ovature di forma ellissoidale (o dell'area sub-quadrata iscritta nel cerchio formato dallo strato) consapevoli della possibilità di sottostima nella conta del numero totale delle ovature.

Alcune coppie sopraggiunte in una fase avanzata del periodo riproduttivo le depongono sopra lo strato già formatosi largamente lungo la riva e verso il centro dello specchio d'acqua.

Quanto alla definizione della presenza della rana temporaria in una stazione nell'arco temporale della ricerca, questa può avere carattere stabile, saltuario con frequenza variabile o occasionale. Riteniamo che per poter valutare come stabile la presenza in una stazione sia sufficiente accertarvi la riproduzione in uno o più dei suoi corpi idrici (qualche ovatura o dei neometamorfosati sono un segnale robusto sulla presenza di una piccola popolazione nella località) oppure contattarvi giovani o adulti, meglio entrambi, con almeno due dati raccolti (nel corso dello stesso anno ovvero in 2 anni diversi).

Un dato unico di contatto per un giovane o un adulto di rana temporaria in una località non permette di definirvi il tipo di presenza; tutt'al più la località potrà essere considerata una stazione probabilmente frequentata in modo stabile qualora in quell'unica occasione di reperto sia stata constatata la presenza contemporanea nel sito di diversi esemplari (meglio se appartenenti a due o più coorti d'età).

Per le valutazioni dell'estensione attuale dell'areale occupato, della sua eventuale evoluzione nel corso dello studio e dello stato di conservazione dei siti riproduttivi utilizzati, le stazioni sono state suddivise utilizzando un ampio ventaglio di caratteristiche geografiche, ecologiche e biologiche.

Le categorie scelte applicando il criterio geografico (posizione geografica nelle unità territoriali: fondovalle e fascia altimetrica inferiore del versante/fascia altimetrica superiore del versante e crinale; posizione interna o marginale delle singole stazioni nell'areale conosciuto; zonazione altimetrica delle stazioni, ecc.) servono per le considerazioni corografiche, anche in relazione all'andamento climatico manifestatosi recentemente con ampissimi scarti della temperatura e della pluviometria dalle medie consuete con i loro relativi effetti sulle condizioni ecologiche soprattutto nelle stazioni situate nel piano montano inferiore e medio, dove l'insuccesso parziale o totale nel raggiungimento dello sviluppo completo dei contingenti di popolazione nella fase acquatica (da uovo a neometamorfosato) è stato accertato con maggior frequenza.

I dati raccolti invece su alcune caratteristiche ecologiche delle stazioni e sulla riproduzione delle popolazioni (ecosistema in cui sono inserite, morfologia,

numerosità e idroperiodo dei corpi idrici, proporzione tra stazioni di presenza e stazioni con siti riproduttivi, utilizzazione regolare o meno dei siti riproduttivi, stima di abbondanza, minacce rilevate attorno ai siti riproduttivi, ecc.) permettono di fare il punto sullo stato di conservazione.

## RISULTATI

L'area geografica delineata da Lanza (1946) sull'Appennino pistoiese, favorevole alla rana temporaria per il suo clima freddo e umido, è sostanzialmente confermata dalla distribuzione delle 32 stazioni in cui è stata trovata dal 2004; una estensione verso est è stata accertata in corrispondenza delle due valli del rio Sirobbio e del torrente Orsigna, entrambe terminanti nel tratto superiore della valle del fiume Reno in sinistra idrografica, rispettivamente la prima a valle di Pontepetri e la seconda a valle di Pracchia.

La stazione di Casa del Pian di Serra trovata recentemente nella valle del rio Sirobbio in sinistra idrografica, l'unica conosciuta nella vallata di questo torrente, a nostra conoscenza dal corso perenne, ha permesso di coprire la particella PP57 del reticolo U.T.M. e di elevare a 6 le particelle della rana temporaria estese entro i confini della Provincia di Pistoia.

Le stazioni citate da Lanza sono state tutte confermate salvo quella a minore quota di Maresca (800 m di altezza) dove i rilevamenti lungo il torrente e nella foresta sopra e a valle del centro abitato fino alla confluenza del torrente Maresca con il torrente Bardalone, non hanno prodotto finora indizi sulla presenza della specie.

Le stazioni inedite dove abbiamo scoperto la presenza della rana temporaria dal 2012 al 2023 sono 18 sulle 32 riportate nella Tab. I.

Al colle Piaggiacalda non esiste più la grande raccolta idrica descritta da Lanza (1946), singolarmente simile, tanto nelle dimensioni quanto nella presenza di rifugi sotto le rive aggettanti, a quella visibile al vicino colle dell'Acquamarcia.

Pure tuttavia a qualche centinaio di metri in direzione nord-ovest esiste un piccolo sito riproduttivo temporaneo (asciutta osservata una volta sola in occasione della visita del 6-IX-2019) dove è stato accertato che i riproduttori si accoppiano e depongono le uova con regolarità (V-2017, V-2020, V-2022).

### Scoperta delle stazioni e frequenze di contatto

Il tipo di contatto con la specie che ha permesso di collezionare il maggior numero delle località (21 stazioni sulle 32 in totale) è l'osservazione delle forme immature (uovo-neometamorfosato) durante il periodo riproduttivo e dello svolgimento dello sviluppo larvale (Fig. 9): Casa Launa è la stazione scoperta più precocemente nel corso dell'anno, con

l'osservazione di alcune ovature l'8 marzo 2020, mentre Pian della Trave è risultata quella più tardiva con l'osservazione di migliaia di neometamorfosati e girini il 13 agosto 2021.

In 5 stazioni sulle 8 conosciute situate al di sotto dei 1000 metri di altezza la presenza della rana temporaria è stata accertata per la prima volta osservando uno o più adulti, segno della difficoltà di rinvenimento dei siti riproduttivi utilizzati: nelle altre 3 non è stato ancora possibile scoprire la raccolta idrica ove depongono i riproduttori.

L'osservazione dei giovani o degli adulti (1 o talvolta più esemplari con picchi di conta registrati durante gli accoppiamenti e nel periodo migratorio autunnale) è avvenuta nel corso di 69 visite sul totale di 325 fatte alle 32 stazioni, escludendo dal conteggio tutte le visite pianificate effettuate ai siti riproduttivi di alcune stazioni per controllare l'andamento della ovodeposizione e lo sviluppo larvale e i relativi dati raccolti.

In media il contatto dei giovani e degli adulti in acqua o a terra è avvenuto una volta ogni 4,7 visite nelle 21 stazioni ove è stato raccolto almeno un dato sulle suddette fasi del ciclo vitale.

### Distribuzione delle stazioni nell'areale conosciuto

Le stazioni sono distribuite in 20 particelle che coprono una parte preponderante dell'area in cui la specie è stata attivamente cercata (58,8 %): in 13 su 20 è stata accertata la sua presenza in almeno una stazione. L'unico iato nell'areale si riscontra in corrispondenza della tortuosa valle del torrente Volata, dove i rilevamenti non hanno prodotto finora alcun reperto.

Come si può osservare nella griglia della Carta 1, nei settori centrale e occidentale dell'areale la densità delle stazioni è nettamente maggiore: nelle 14 celle coperte da 26 stazioni ci sono in media 1,8 stazioni in ogni cella, mentre le 6 celle del settore a est della valle della Volata sono tutte occupate da un'unica stazione eccetto la cella della valle del torrente Maresca coperta da 2 stazioni (1,1 stazioni in media ogni cella).

La minore densità delle stazioni nel settore orientale (Carta 1) corrisponde anche a una netta diminuzione della diffusione della rana temporaria che copre solo il 43% delle celle prospettate (6 su 14) mentre a ovest della Volata la copertura raggiunge il 70% (14 su 20); le frequenze di incontro della specie variano nei due settori rispettivamente da una stazione su 10 (presente in 7 stazioni sulle 70 rilevate) a una su 3 (25 su 65).

Suddividendo le stazioni secondo la posizione geografica lungo i versanti (fondovalle delle aste fluviali principali dei fiumi Lima e Reno e dei loro maggiori affluenti, basso versante, alto versante e crinale), più utile della quota per la valutazione delle potenzialità migratorie dei nuclei di popolazione qualora sottoposti agli effetti del cambiamento climatico, si palesa una

**Tab. I.** Stazioni: sinossi della loro situazione geografica, delle caratteristiche generali, delle tipologie, morfologie e idroperiodi dei loro siti umidi, del livello di protezione, se esistente, di cui beneficiano.

**Legenda delle stazioni:** **1 PS:** Ponte del Saltello (Valle del torrente Orsigna) - **2 CL:** Casa Launa (Cutigliano) - **3 CPdS:** Casa Pian di Serra (Valle del rio Sirobbio) - **4 RPM:** Rio Piastroso (Il Melo) - **5 DVFS:** Diga torrente Verdiana e Fosso Selvoli (Spignana) - **6 RFM:** Rio Franchino (Il Melo) - **7 RAM:** Rio Arsiccio (Il Melo) - **8 RPPdN:** Rio Piastroso (Pian di Novello) - **9 PSPdN:** Ponte del torrente Sestaione (Pian di Novello) - **10 RDS:** Rio Doccione (confluenza con il torrente Sestaione) - **11 PRL:** Pozza Rifugio Lippi (Riserva Naturale Orientata Pian degli Ontani) - **12 PM:** Pozza Macereto (Riserva Naturale Orientata Pian degli Ontani) - **13 CP:** Casetta Pulledrari - **14 LB:** Lago Baccioli e pozze vicine - **15 CC:** Casa Coppi (Valle del rio delle Pozze) - **16 RFVTM:** Rio Forconale (Valle del torrente Maresca) - **17 CdC:** Ca' del Cucco (Faidello) - **18 OBA:** Orto Botanico Abetone (siti umidi sbarra/ponte Sestaione) - **19 PdT:** Pian della Trave (Punta della Crina) - **20 TSCP:** Torrente Sestaione (est della Casa del Pastore) - **21 LG:** Lago del Greppo (e vicina torbiera del rio Doccione) - **22 PGD:** Pozza tra L. del Greppo e rio Doccione - **23 LBRC:** Lago delle Bruciate presso Riserva Naturale Campolino - **24 LSGG:** Lago S. Giovanni Gualberto - **25 MF:** Massi di Faidello - **26 LL:** Le Lamacce - **27 CAC:** Colle Acquamarca - **28 TVdRP:** Torbiere Valle del rio delle Pozze - **29 MU:** Monte Uccelliera (nord-ovest del Monte Gennaio) - **30 CPC:** Colle Piaggia Calda - **31 LN:** Lago Nero (lago Capanna e pozza vicina) - **32 LP:** Lago Piatto (sorgente e ruscello vicini).

**Legenda dei dati geografici, ecologici e generali sulle stazioni della rana temporaria.**

**A:** coordinate geografiche - **B:** Altitudine Stazione (metri s.l.m.) - **C:** Carta Topografica d'Italia. Fogli: P Pracchia, SMP San Marcello P.se, LB Lizzano in Belvedere, C Cutigliano, A Abetone. **D:** Ecosistema e Posizione Geografica della Stazione. FO: fondovalle, VB: versante basso, VA: versante alto, C: crinale; FPB: foresta del piano basale, FPM: foresta piano montano, A: arbusteto basso, P: prateria. Sito riproduttivo utilizzato: LO: lotico (pozza/pozze di corso d'acqua), CILES: corpo idrico lentic singolo, CILEN: più di un corpo idrico lentic presente nella stazione, ART: artificiale.

**E:** Taglia del Corpo Idrico di Maggiori dimensioni della Stazione (lunghezza x larghezza maggiore - profondità massima accertata).

**F:** Taglia del Corpo Idrico di Maggiori dimensioni utilizzato per la Riproduzione nella stazione.

**G:** Numero Corpi Idrici della Stazione utilizzati per la Riproduzione.

**H:** Idroperiodo. T: temporaneo, valutazione riferita a almeno uno dei corpi idrici utilizzati per la riproduzione cui è stato accertato il prosciugamento totale almeno una volta. P: permanente, valutazione limitata alle annate in cui è stata visitata la stazione, con il/i suoi siti umidi trovati sempre sommersi (totalmente o in una parte del fondo del/dei corpi idrici).

**I:** Asciutta (data di accertamento del prosciugamento totale del sito riproduttivo della stazione; date di accertamento se i prosciugamenti sono stati accertati in diversi anni di rilevamenti)

**L:** Protezione della Stazione in una Area Protetta locale.

Staz.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L
1 PS	44°03'50"N 1°33'10"O	630- 660	P	FO, FPB, LO, CILEN	5x2m, 50 cm	5mx2m, 50cm	variabile, dipend. da dinamica fluviale. Nel 2022: 1 a monte e 8 a valle del ponte	T	24VII2005. 14VII2006. 7X2007. 14X2008 2IX2018	nessuna
2 CL	44°06'30"N 1°42'15"O	710	C	VB, FPB, P umida, LO, CILEN	5x1m, 15 cm	5mx1m, 15cm	2	P		nessuna
3 CPdS	44°03'N 1°33'45"O	860- 880	P	VB, FPB, LO, ART (sito riprod.)	cisterna: 6mx6m, h.200cm.	piccole pozze nella cisterna	piccole pozze sul fondo cisterna	T (la cisterna appare- priva di alimentazio- ne idrica e soggetta a prosciugamento precoce)		nessuna

4 RPM	44°07'30"N 1°42'35"O	890	C	VB, FPB, LO, CILES sito ripr.	pozza scavata nella roccia 2,5x1,5m, 50 cm	pozza sca- vata nella roccia 2,5x1,5m, 50 cm	1	P		nessuna
5 DVFS	44°05'18"N 1°38'O	830- 900 (a 900 m il fosso Selvoli sfocia nella Ver- diana)	SMP	FO, FPB, LO	?	?	?	?		nessuna
6 RFM	44°07'50"N 1°42'50"O	980	C	VB, FPB, LO	?	?	?	?		nessuna
7 RAM	44°08'N 1°42'40"O	980	C	VB, FPB, LO	?	?	?	?		nessuna
8 RPPdN	44°06'30"N 1°44'40"O	980	C	VB, FPB, LO	?	?	?	?		nessuna
9 PSPdN	44°07'30"N 1°46'O	1140	A	FO, FPM ( <i>Abies</i> ), LO, CILES	1,5x1,5m, 50 cm	1,5x1,5m, 50cm	1	P		SIC-SIR 28 (Cod. Nat. 2000: IT5130001) Alta Valle del Sestaione. ZPS-SIR30 (Cod.Nat.2000: IT5130003) Abetone.
10 RDS	44°07'30"N 1°46'35"O	1180	A	FO, FPM, (dom. <i>Fa- gus</i> ) LO	?	?	?	?		SIC-SIR 28 Alta Valle del Sestaione
11 PRL	44°06'25"N 1°45'10"O	1190	C	VA, FPM ( <i>Fagus</i> ), LO, CILES	13x13m, 60 cm	13x13m, 60cm	1	P		ZPS-SIR 31 (Cod.Nat.2000: IT5130004) Pian degli Ontani. Ris. Nat. Biogen. Pian degli Ontani
12 PM	44°06'30"N 1°45'25"O	1200	A	VA, FPM ( <i>Fagus</i> ), LO, CILES	40x10m, 40 cm	40x10m, 40cm	1	P		ZPS-SIR31. RNB Pian degli Ontani
13 CP	44°04'20"N 1°35'35"O	1215	P	VA, FPM LO, ART	vasca art. 3x2m, 40 cm	vasca art. 3x2m, 40cm	1 art. (saltuar.1 piccola pozza ruscello)	P		nessuna
14 LB	44°07'40"N 1°45'50"O	1290	A	C, FPM (dom. <i>Fagus</i> ) CILEN	80x20m, 200 cm	80x20m, 200cm (utilizza an- che pozza vicina: 35x5m, 30cm)	2	P (pozza vicina T)	pozza vicina completa- mente secca il 27X2022	SIR 30 dell'Ab- etone. RNB dell'Ab- etone
15 CC	44°09'N 1°49'O	1290	A	FO, FPM CILEN	5x5m, 50cm	5x5m, 50cm	1	T	2X2022	nessuna
16 RFVTM	44°04'30"N 1°35'35"O	1300	P	VA, FPM (dom. <i>Fagus</i> ) LO Carta 2?	?	?	?	?		nessuna



17 CdC	44°09'15"N 1°48'20"O	1312	A	VA, FPM (dom. <i>Fagus</i> ) semi-LO	10x2m, 30cm (parz. cementif. sponde)	10 x2m, 30cm	7	P		nessuna
18 OBA	44°07'30"N 1°47'10"O	1320	A	FO, FPM (dom. <i>Fagus</i> ) CILEN	5x2m, 40cm	5x2m, 40cm	4	T	26X2008 (pozza alla sbarra). 9VI2021 (pozza al ponte sul Sestaione). 27VIII2022 (pozza alla sbarra). 11IX2022 (pozza al ponte sul Sestaione)	SIR 28 Alta Valle del Sestaione
19 PdT	44°04'N 1°35'15"O	1360	P	C, FPM (dom. <i>Fagus</i> ) CILES	35x25m, 40cm	35x25m, 40cm	1	P		nessuna
20 TSCP	44°07'20"N 1°47'20"O	1390	A	VB, FPM (dom. <i>Fagus</i> ), LO	?	?	?	?		SIR 28 Alta Valle del Sestaione
21 LG	44°07'N 1°46'45"O	1448- 1480	A	VB, FPM (dom. <i>Fa- gus</i> ) LO, CILEN	80x40m, 60 cm	80x40m, 60cm. (utilizza an- che vicina torbiera rio Doccione: 2x0.5m, 10cm)	5: lago del Greppo e 4 pozze alla torbiera sopra- stante del rio Doccione)	P (pozze torbiera rio Doccione- T)	9VIII 2021 (pozze torbiera del rio Doccione)	ZPS-SIR29 (Cod.Nat.2000: IT5130002) Campolino. SIC-SIR28 Alta Valle del Sesta- ione. ZPS-SIR30 Abetone. RNB Campolino
22 PGD	44°07'N 1°47'O	1455	A	VB, FPM CILEN	30x10m, 50cm	30x10m, 50cm	1	T	29VII2010. 6VII2019. 9VIII2021 luglio2022 ( <i>in verbis</i> Davide Pagliai). 27VIII2022	ZPS-SIR29.  SIR-SIC28.  ZPS-SIR30.  RNB Campolino
23 LBRC	44°07'N 1°47'10"O	1455	A	VB, FPM (torbiera) CILEN	50x50m, 40cm	50x50m, 40cm	5	T	luglio2022 ( <i>in verbis</i> Davide Pagliai) 27VIII2022: conferma asciutta	SIC-SIR28 Alta Valle del Sestaione
24 LSGG	44°07'20"N 1°40'30"O	1460	C	VA, FPM (dom. <i>Fagus</i> ) semi-LO	5x2m, 40cm (pozza e- missario)	5x2m, 40cm	1	P (distrutta da rimodella- mento alveo emissario)		nessuna. La recente manomis- sione dell'emis- sario completa la distruzione dell'ecosistema lacustre
25 MF	44°08'15"N 1°47'20"O	1480	A	C, FPM (dom. <i>Fagus</i> ) CILEN?	?	?	?	?	15V2022 asciutta di tutte le pozze potenz. idonee	nessuna
26 LL	44°07'N 1°47'10"O	1600	A	VA, FPM (torbiere) CILEN?	?	?	?	?		ZPS-SIR29. SIC-SIR28. RNB Campolino
27 CAC	44°10'N 1°41'50"O	1631	C	C, P (dom. <i>Nardus</i> ) CILES	15x5m, 50cm	15x5m, 50cm	1	P		SIC-SIR32 (Cod.Nat.2000: IT5130005) del Libro Aperto- Cima Tauffi

28 TVdRP	44°07'15"N 1°49'10"O	1650- 1660	A	VA, P (torbiere) CILEN	12x11m, 15-20 cm (torbiera sx)	12x11m, 15-20cm	5:1pozza torbiera dx,4poz-ze torbiere sinistra	P (alcune osservate in via di prosciug. in estate)		SIC-SIR 28 Alta Valle del Sestaione
29 MU	44°06'20"N 1°36'30"O	1660	LB	C, A( <i>Nar- dus, Vac- cinium</i> ) CILEN	6,5x2.5m, 20 cm	6,5x2.5m, 20cm	3	P (osservate in via di prosciug. in estate)		SIC-SIR33 (Cod.Nat.2000: IT5130006) Monte Spigolino- Monte Gennaio
30 CPC	44°08'40"N 1°41'O	1666	C	C, P ( <i>Nar- dus</i> ) CILEN	3,5x0,5m, 45cm	3,5x0,5m, 45cm	1	T	6IX2019	SIC-SIR32 Libro Aperto -Cima Tauffi
31 LN	44°06'56"N 1°49'O	1740- 1755	A	VA, FPM A( <i>Vacci- nium sp.</i> ) CILEN	150x40m, 200cm	150x40m, 200cm	1 (Lago della Capanna, 65x35m, 50cm: non utilizzato per ripr.)	P (lago Ca- panna T)	Lago Capanna: 17VI2012. Lago Capanna: 11IX2022.	SIC-SIR28 Alta Valle del Sestaione
32 LP	44°07'05"N 1°49'15"O	1823	A	C, A ( <i>Vaccini- um sp.</i> ) CILEN	100x40m, 200cm	5x3m, 30cm	1 (Lago Piatto non utilizz.)	T (lago Piatto non utilizz.)	pozza semi- lenticca vicina al Lago Piatto utilizzata per riproduzione: 11IX2022	SIC-SIR28 Alta Valle del Sestaione

distribuzione uniforme nei quattro settori, e addirittura una leggera prevalenza (11 stazioni) di quelle situate nei bassi versanti.

Si evidenzia il fatto che a est della discontinuità presente a livello del torrente Volata la rana temporaria è presente solo in una località di basso versante (Casa di Pian di Serra) dove risulta minacciata ma palesa una tendenza alla localizzazione nel fondovalle di alcuni bacini idrografici (Saltello in Orsigna e Diga Verdiana/foce del fosso Selvoli); probabilmente tale rarefazione è dovuta alla scomparsa di alcuni nuclei per fattori antropici, l'impatto dei quali sulle subpopolazioni di rana temporaria delle stazioni dei bassi versanti e dei fondovalle era già stato accertato nel precedente censimento (Nincheri e Vezzani, 2016). È evidente che, astrazione fatta delle manomissioni dei siti conosciuti, in questo settore del suo areale pistoiese si manifesta marcatamente la divergenza tra i topoclimi e le note esigenze stenoigroterme della specie oggetto di questo lavoro, fatto provato anche dalla sua apparente assenza dal settore montano delle Limentere (Biaggini *et al.*, 2008).

La frequenza di contatto dei giovani e degli adulti, espressa come percentuali delle visite con un dato sul totale delle visite effettuate a tutte le stazioni in cui è presente, considerando questi due settori: l'orientale e i due settori centrale e occidentale riuniti, risulta rispettivamente del 13% (18 su 135) e del 22% (36 su 163); abbiamo tolto dal computo i dati raccolti sui giovani e gli adulti come pure tutte le visite alla stazione del Baccioli in quanto vi abbiamo effettuato dei transetti ravvicinati in autunno durante la migrazione al sito riproduttivo.

### Tipologie di occupazione delle stazioni

Le stazioni risultate stabilmente occupate dalla rana temporaria, all'interno o nelle loro aree circostanti, sono 25 (Tab. II): è stato accertato infatti che vi si riproduce in un sito umido o in più di uno tra quelli presenti nelle stazioni.

Quelle dove i riproduttori hanno a disposizione diversi corpi idrici potenzialmente idonei per ovodeporre, conferenti loro un carattere di complessità nella loro componente acquatica, sono predominanti: 15 stazioni, 3 delle quali al di sotto di 1000 metri.

Nelle rimanenti 10 stazioni, al contrario, i riproduttori possono utilizzare come sito di fregola solo una raccolta idrica lenticca e va rimarcato che nelle sole due località con questa caratteristica poste sotto i 1000 metri di quota, Casa di Pian di Serra e Rio Piastraso c/o Cutigliano, i nuclei che gravitano attorno ai siti riproduttivi conosciuti, rispettivamente una cisterna e una pozza naturale scavata nella roccia, appaiono molto minacciati.

Solo in 21 delle 25 stazioni stabilmente occupate sono stati localizzati e studiati i siti riproduttivi della specie. Nelle restanti 4 stazioni (Diga Verdiana-Fosso Selvoli, Ponte sul Sestaione c/o Pian di Novello, Foce rio Doccione, Lago S. Giovanni Gualberto) la riproduzione è stata non di meno accertata dall'osservazione dei neometamorfosati attorno alle raccolte idriche appena lasciate, certamente a non grande distanza dai punti di raccolta dei dati.

Le rimanenti 7 stazioni vanno considerate per il momento solo aree in cui *R. temporaria* è presente occasionalmente in quanto non vi è stato ancora accertato

**Tab. II.** Stazioni: sinossi dei rilevamenti (visite alla stazione, arco temporale 2004-2023), dei dati raccolti sulla rana temporaria, dei dati sul ciclo riproduttivo (deposizione prime ovature, accertamento dell'avvenuta o della mancata riproduzione nelle stazioni, conta delle ovature) e delle specie dell'erpeto fauna presenti nelle stazioni.

### Legenda

**A:** numero delle Visite Totali alla Stazione (2004-2023), numero delle visite con un dato sulla specie (ovature, girini e forme terrestri) e, tra parentesi, anni in cui la stazione è stata visitata nel periodo riproduttivo (dalla ovodeposizione alla metamorfosi ultime coorti di girini).

**B:** Data del Primo Reperto nella Stazione, tra parentesi il tipo di reperto (con il numero di neometamorfosati, G giovani e A adulti osservati) e il numero di visite fino al primo reperto.

**C:** Numero Visite con Dato di osservazione di Giovani e/o Adulti (tra parentesi il numero di visite fino al primo dato di osservazione su Giovani e/o Adulti) e frequenza di contatto frazionaria: numero di visite alla stazione che occorrono (al denominatore) per ottenere un dato sui Giovani-Adulti. Segue il tipo di occupazione della stazione: occupazione stabile (OST) oppure occupazione saltuaria (OSA).

**D:** Data Accertamento della Riproduzione nella Stazione (corrispondente alla prima visita durante la quale sono state osservate, ovature U, girini G e neometamorfosati N). I: segnala che la data corrisponde anche all'accertamento dell'Inizio della deposizione delle prime ovature nei siti umidi in quell'anno (tra parentesi sono indicate le temperature dell'acqua dove si trovano le prime ovature e quella dell'aria al suolo).

**E:** Data Accertamento del Mancato Utilizzo del Sito riproduttivo (la data è quella dell'ultimo accertamento nell'anno). ?: indica che il mancato reperimento degli stadi acquatici o dei neometamorfosati nel sito riproduttivo non esclude che la riproduzione e la metamorfosi siano avvenute e terminate prima del nostro rilevamento.

**F:** Rilevamento della Deposizione nel Sito Riproduttivo. R: regolare, con osservazione delle forme immature in tutti gli anni di visita al/ai siti riproduttivi (valutazione su almeno 2 anni di rilevamenti); S: saltuaria ma rilevata nella maggior parte degli anni di visita ai siti riproduttivi; C: cessato utilizzo dei siti riproduttivi dopo un rilevamento regolare o saltuario.

**G:** Conta delle Ovature: numero di ovature contate nei Siti Riproduttivi conosciuti della Stazione (se in un anno è stata effettuata più volte la data è quella dell'ultima conta). CP: conta parziale delle ovature; CT: conta totale delle ovature deposte fatta al termine degli accoppiamenti.

O: ovature

**H:** Specie di Anfibi Acquatici e Terrestri presenti nelle Stazioni di rana temporaria (periodo 2004-2023):

Stazioni	A	B	C	D	E	F	G	H
1PS	121-70 (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2022)	1-XI-2004 (1 A, 4)	15 (4); 1:8. (nota: non sono mai stati osservati giovani, né subadulti).  OST	27IV2005 (U, G). 7IV2006 (U). 17III2007 (U). 28II2008 (U), I (6 C°, 8 C° ore 18:00). 13III2009 (U), I (6,5 C°, 8 C° ore 17:00). 12III2022 (U), I (3,5 C° pozza lenticca, 6 C° pozza semilottica briglia di ruscello, 6 C° ore 9:00).		R	7IV2006 (25 O-CP) 13IV2007 (6 O-CP) 14IV2008 (37 O-CT) 26IV2009 (30 O-CP): distruzione del sito riproduttivo lottico 7IV2022 (29 O-CP).	<i>Rana italica, Bufo bufo, Speleo- mantes italicus</i>
2CL	11-5 (2020, 2021, 2022, 2023)	8-III-2020 (ovature, 1)	0  OST	8III2020 (U). 4VII2021 (G). 25III2022 (U), I: il 18III non c'erano ova- ture (13 C°, 17 C° ore 13:00). 19III2023 (U).		R	8III2020 (18 O-CT) 10IV2022 (7 O-CT) 19III2023 (12 O-CT)	<i>Ichthyo- saura alpe- stris</i>
3CPdS	3-3 (2022, 2023)	1-VII-2021 (1 A, 1)	1 (1); 1:3  OST	1IV2022 (U). 12III2023 (U), I (7 C°, 7,5 C° ore 10.00).		R	1IV2022 (20 O-CT) 12III2023 (4 O-CP)	
4RPM	19-8 (2005, 2006, mar. e ott. 2007, 2020, 2021, 2022, 2023)	2 0 - V I I - 2005 (1 A e giri- ni, 1)	4 (1); 1:4 OST? (a distanza di 15 anni esiste una osservazione puntiforme: una femmi- na svernan- te sulla riva della pozza scavata nella roccia)	20VII2005 (G). 28V2006 (G). 24III2007 (U); la ripro- duzione era in corso e un adulto riproduttore sostava sopra le ova- ture). 8X2007 (G).	21V2020. 31V2021. 10IV2022 24V2023.	C (deposito cen- trale elettrica al- tera il sito ripro- duttivo creando corrente; le ovature qualora deposte sono trascinate via)	24III2007 (20 O-CP)	<i>Rana italica</i>

5DVFS	3-1 (2022)	5-IX-2022 (1 neometamorfosato di 1,8 cm, 1)	0 OST	24VIII 2022(N). 5IX2022 (N).				<i>Rana italica</i> , <i>Bufo bufo</i> , <i>Speleomantes italicus</i>
6RFM	7-2 (2022, 2023)	9-VII-2007 (2 A, 1)	2 (1); 2:7 OST					<i>Rana italica</i> , <i>Salamandra salamandra</i>
7RAM	9-1 (2007, 2022, 2023)	21-VI-2020 (1 A, 6)	1 (6); 1:9 OST					<i>Speleomantes italicus</i>
8RPPdN	2; 1	23-VII-2022 (1 A, 1)	1 (1); 1:1 OSA?					
9PSPdN	4-3 (2005, 2022)	24-VI-2005 (1 A, 1)	3 (1); 3:4 (75 % delle visite) OST	25X2022 (N)	24VI2005			<i>Bufo bufo</i>
10RDS	4-1 (2020)	5 - V I I I - 2 0 2 0 (3 neometamorfosati, 3)	0 OST	5VIII2020 (N)				
11PRL	8-7 (2005, 2007, 2021, 2022, 2023)	13 - V I I I - 2005 (girini e neometamorfosati, 1)	2 (6); 1:4 OST	13VIII 2005 (G,N). 29IV2007 (U,G). 15V2021 (U,G). 18IV2022 (U). 22III2023 (U), I: 80 ovature piccole deposte nella settimana precedente e alcune decine di riproduttori in canto (11 C°, 12 C° ore 15:30).		R	15V2021 (10 O-CP) 18IV2022 (764 O-CT) 11IV2023 (390 O-CP)	<i>Rana dalmatina</i> , <i>Ichthyosaura alpestris</i>
12PM	3-1 (2021, 2022)	18-VI-2022 (ovature, 3)	0 OST	18IV2022 (U)	15V2021		18IV2022 (23 O-CT)	
13CP	4-2 (2022)	7-IV-2022 (ovature, 3)	0 OST	7IV2022 (U)			7IV2022 (32 O-CT)	
14LB	29 - 17 (2020, 2021, 2022, 2023)	26-X-2019 (5 A, 3)	14 (3); circa 1:2 (effettuato studio contattabilità adulti al lago Baccioli in autunno-inverno) OST	15V2021 (U). 10IV2022 (U). 6V2023 (U osservate nel lago Baccioli).		R (da confermare il tipo di utilizzo alla pozza vicina)	15V2021 (50 O-CP) 18IV2022 (220 O-CT ovature deposte al lago Baccioli e alla grande pozza vicina)	<i>Bufo bufo</i>
15CC	2-1 (2022)	15-V-2022 (ovature, 1)	0 OST?	15V2022 (U)			15V2022 (1 O-CP)	
16RFVMTM	2 visite; 1 dato	12-VI-2022 (1 G, 2)	1 (2); 1:2 OST					
17CdC	2-2 (2020, 2022)	6-VII-2020 (girini, 1)	0 OST	6VII2020 (G). 8V2022 (U).		R	8V2022 (71 O-CT)	



18OBA	29-21 ( 2 0 0 5 , 2006, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023)	13-V-2005 (ovature, 1)	7(6); circa 1:4  OST	13V2005 (U). 29VII2006 (G). 12VI2019(U,G). 27V2020 (U,G). 15V2021 (U). 10IV2022 (U), I (8 C° ore 13:00, 3 C° ore 9.00 misurata al vicino lago Bac- cioli). 6V2023 (U nei siti dx e sx idrografica).		R	13V2005 (10 O-CT pozza sbarra) 12VI2019 (15 O-CT sbarra) 27V2020 (6 O-CP sbarra) 15V2021 (30 O-CT siti riprod. dx e sx idrograf.) 8V2022 (24 O-CT siti riprod. dx e sx idrograf.)	
19PdT	2-2 ( 2 0 2 1 , 2022)	13-VIII- 2021 (girini e neometam- orfosati, 1)	1 (2); 1:2  OST	13VIII 2021 (G, N). 7IV2022 (U, decine di adulti riproduttori in accoppiamento)		R	71V2022 (337 O-CT)	
20TSCP	1 visita; 1 dato	11-IX-2022 (1 A, 1)	1 (1); 1:1  OSA?					
21LG	14-4 ( 2 0 1 0 , 2014, 2020, 2021, 2022)	17-V-2010 (ovature, 1)	3 (9); circa 1:5 OST 1 ad. femmi- na trovato in svernamen- to sotto il ghiaccio a riva nel l. del Greppo (23-XII- 2023)	17V2010 (U lago del Greppo) 9VIII2021 (G,N alla torbiera del rio Doc- cione) 8V2022 (U al lago Greppo e alla torbiera del rio Doccione)		R alla torbiera del rio Doccio- ne.  Occasionale al Lago del Grep- po.	17V2010 (5 O-CP al lago del Greppo)  8V2022 (48 O-CT al lago del Grep- po e alle torbiere soprastanti del rio Doccione)	<i>Ichthyo- saura al- pestris</i> <i>Triturus</i> <i>carnifex</i>
22PGD	15-7 ( 2 0 1 0 , 2014, 2019, 2020, 2021, 2022)	17-V-2010 (ovature, 1)	2 (2); 1:7  OST	17V2010 (U). 24V2014 (U). 22VI2019 (U). 27V2020 (U). 3VI2021 (U). 8V2022 (U)		R	17V2010 (62 O-CT) 24V2014 (58 O-CT) 27V2020 (14 O-CP) 3VI2021 (10 O-CP) 8V2022 (37 O- CT?).	<i>Ichthyo- saura al- pestris</i>
23LBRC	6-3 (2020, 2022)	27-V-2020 (ovature e girini, 1)	1 (5); 1:6  OST	27V2020 (U, G). 8V2022 (U)		R	27V2020 (7 O-CP in quanto molte ovatu- re erano già dissolte)  8V2022 (245 O- CT)	<i>Ichthyo- saura al- pestris</i>
24LSGG	8-3 (2004, 2017, 2020, 2022, 2023)	18-IX-2004 (neometam- orfosati, 1)	2 (2); 1:4  OSA?	18IX2004 (N)		C (fauna ittica nel lago; di- struzione pozze dell'emissario con canalizza- zione nel 2023)		<i>Ichthyo- saura al- pestris</i> (estinto negli anni '90 per im- missione salmonidi nel lago), <i>Bufo bufo</i>
25MF	2-1 (2022)	5-VIII- 2020 (1 G, 1)	1 (1); 1:2  OST?					
26LL	4-2 (2021)	6-VII-2019 (1 A, 2)	2 (2); 1:2  OST	9VIII2021 (N)				
27CAC	4-2 (2021, 2022)	31-V-2021 (ovature e girini, 3)	1 (4); 1:4  OST	31V2021 (U, G). 20V2022 (U, G)		R	31V2021 (2 O-CP?)  2V2022 (3 O-CP?)	

28TVdRP	5-5 (2010, 2020, 2021, 2022)	2-VI-2010 (ovature e girini, 1)	2 (4); 2:5 (40 % delle visite)  OST	2VI2010 (U, G). 6VII2020 (G). 20VIII 2021 (N). 15V2022 (U,G)		R alle torbiere di destra e di si- nistra della val- le del rio delle Pozze.	2VI2010 (20 O-CP alla torbiera di dx idrograf. del rio delle Pozze) 15V2022 (43 O-CT alle torbiere di dx e di sx idrograf. del rio delle Pozze)	<i>Ichthyosaura alpestris</i> (torbiera di sx idrografica del rio delle Pozze)
29MU	2-2 (2021, 2022)	18-VI-2021 (girini, 1)	0 OST	18VI2021 (G). 12VI2022 (G).		R		
30CPC	5-4 (2017, 2020, 2022)	14-V-2017 (girini, 1)	0 OST	14V2017 (U, G). 21V2020 (G). 20V2022 (G)		R	14V2017 (10 O-CT)	
31LN	7-1 (2005, 2021, 2023)	9-VI-2021 (1 A e ova- ture, 5)	1 (5); 1:7 (1 A al lago della Capanna, visitato 2 volte: 2021 e 2023)  OST	9VI2021 (U sulle rive del lago Nero)	6V2023: non rilevato ovature deposte né al Lago Nero né al lago della Capanna	Verifica in corso al lago Nero. Al lago della Ca- panna non sono state osserva- te ovature, né nel 2021 né nel 2023.	9VI2021 (7 O-CP al Lago Nero)	<i>Ichthyosaura alpestris</i> (lago Nero), <i>Bufo bufo</i> (lago della Capanna: sito ripro- duttivo)
32LP	5-4 (2010, 2012, 2020, 2022)	2-VI-2010 (ovature, 1)	2 (3); 2:5 (40% delle visite: 1 A al lago Piatto; 1 A presso emissario tra lago Piat- to e pozza vicina) OST	2VI2010 (U). 17VI2012 (G)	6VII2020 ?: pozza- sito ripro- duttivo vicina al lago Piat- to priva di girini.	R?, verifica in corso (nel lago Piatto non sono state mai osservate ovature né gi- rini).	7VI2010 (20 O-CT alla pozza vicina al lago Piatto)	<i>Ichthyosaura alpestris</i> (lago Piatto), <i>Bufo bufo</i> (lago Piat- to: sito ri- produttivo)

l'utilizzo dei loro potenziali siti riproduttivi, ancorché le 3 di bassa quota (rio Franchino, rio Arsiccio e Rio Piastraso c/o Pian di Novello) si trovino in due aree a discreta densità delle stazioni della specie e in 2 di quelle a maggiore quota si rinvenga con una buona frequenza, rispettivamente al rio Forconale nella valle del torrente Maresca e presso la Casetta del Pastore sul versante sinistro della valle del torrente Sestaione.

Sul rio Franchino l'osservazione di due adulti, maschio e femmina, a distanza di 16 anni conferma l'occupazione stabile di questa stazione non lontana da Il Melo.

Massi di Faidello è l'unica delle sette dove rana temporaria è forse presente solo occasionalmente nella foresta; qui era possibile osservare alcuni piccoli bacini in secca già nel maggio del 2022, nei pressi dei quali avevamo ottenuto (agosto 2020) una unica osservazione relativa a un giovane di 2,5 cm; a Le Lamacce, un'area umida estesa sul fondo di un piccolo circo glaciale, la specie è invece stabilmente insediata come attesta la frequenza di osservazione.

### Morfologia dei siti riproduttivi

I corpi idrici lenticici di piccole dimensioni e bassa profondità (asse maggiore inferiore a 5 metri e massima profondità: 50 cm) sono quelli selezionati più frequentemente nell'area montana studiata, in accordo con le conoscenze sulle abitudini riproduttive delle popolazioni

di altre aree europee, comprese quelle che popolano le alte montagne (Grossenbacher, 1988; Caldonazzi *et al.*, 1999; Gentili e Barbieri, 2002; Jacob e Kinet, 2007; Grosselet e Guyetant, 2012; Bernini e Razzetti, 2006).

L'utilizzo di questa tipologia di siti umidi risulta regolare (ogni anno, secondo i monitoraggi) anche in alcune stazioni (Orto Botanico Abetone c/o ponte sul Sestaione; lago Piatto) dove i nuclei potrebbero disporre di raccolte idriche ben più capienti, ancorché il lago Piatto sia abitato da una consistente popolazione di tritone alpestre, predatore che, come noto, può distruggere gran parte delle ovature deposte.

In 13 stazioni i riproduttori utilizzano quindi preferenzialmente, o perché costretti, delle piccole pozze; attualmente solo al ponte del Saltello la popolazione cioè non di meno raggiunge una consistente taglia (attualmente almeno 60-70 riproduttori) in quanto può deporre in un discreto numero di raccolte idriche create annualmente ex-novo dalla dinamica fluviale.

In 11 stazioni i riproduttori utilizzano per accoppiarsi e deporre 7 pozze di media capienza e superficie, lunghe tra 5 e 30 metri, poco profonde (e in alcune stazioni altre pozze minori) e 4 grandi corpi idrici aventi asse maggiore oltre 30 metri (Stoch, 2005; Carton, 2006).

Il lago Baccioli, il lago del Greppo, il lago Nero e il lago delle Bruciate appartengono a quest'ultima categoria; degno di nota è che tutti i laghetti, tranne quello

nella doccia delle Bruciate che può essere considerato esso stesso una grande pozza, hanno nei loro pressi una o più grandi pozze lentiche frequentate dalla specie.

### Idroperiodo

L'idroperiodo è stato rilevato in tutte le stazioni, più frequentemente per le raccolte idriche di minor capienza e superficie. La tabella II mostra che solo in 16 stazioni la raccolta idrica utilizzata per la riproduzione è risultata sempre sommersa e potrebbe avere un idroperiodo permanente. Tuttavia due siti (Rio Piastroso c/o Il Melo e Lago San Giovanni Gualberto) non sono più utilizzati, uno è alimentato artificialmente (Casetta Pulledrari) e in altri due (Torbiere della valle del rio delle Pozze e monte Uccelliera) le pozze utilizzate per deporre sono state trovate in via di prosciugamento.

Delle 13 stazioni dove si osserva almeno un corpo idrico lenticcio medio o grande, solo in 4 abbiamo rilevato almeno una asciutta con rischio ricorrente e elevato per il completamento del ciclo delle forme immature acquatiche dipendente dall'aleatorietà climatica (Fig. 10): alla pozza tra il rio Doccione e il lago del Greppo, dove sensibili cali precoci del livello alla pozza (24 V 2014; 12 VI 2019; 27 V 2020; 8 V 2022), con la conseguente alta mortalità di uova, larve e girini rilevata, fanno sospettare una sinergia tra la bassa pluviometria e le perdite per infiltrazione sul suo fondo, alla pozza sopra il lago Baccioli, al Lago delle Bruciate e infine al Lago della Capanna (c/o lago Nero).

Nelle 13 stazioni caratterizzate da pozze di piccole dimensioni, come era prevedibile, il prosciugamento estivo è al contrario rilevato frequentemente; l'accertamento di una elevata mortalità a carico di intere coorti di girini non è raro in tale tipologia di stazioni dipendenti più delle altre, per il loro idroperiodo, dall'andamento climatico estivo.

Solo in quelle dove esiste una possibilità di alimentazione idrica dei piccoli siti umidi semilenticci utilizzati per l'ovodeposizione (casa Launa, rio Piastroso, Ponte sul Sestaione c/o Pian di Novello e emissario del lago San Giovanni Gualberto) diminuiscono le probabilità che il prosciugamento delle piccole pozze interrompa il completamento dello sviluppo delle coorti di girini in ritardo di sviluppo per, tra le altre cause, scarsità trofiche e competizione intraspecifica; i siti umidi del rio Piastroso presso il Melo e del Lago San Giovanni Gualberto (Fig. 4), quest'ultimo distrutto dal rimodellamento dell'alveo dell'emissario, sembrano d'altra parte non più utilizzati per la riproduzione.

L'aspetto della regolarità o saltuarietà dell'utilizzo dei siti riproduttivi, nelle stazioni dove sono stati individuati, è importante per la stima dell'abbondanza della popolazione locale, tanto più attendibile quanto più in un'area risulta elevato il numero di stazioni in cui le ovodeposizioni sono accertate con una certa regolarità,

anno dopo anno, nei loro corpi idrici.

L'utilizzazione regolare dei siti umidi di piccola taglia, anche artificiali, sottoposti a forti oscillazioni stagionali (pozze astatiche), riscontrato in alcune stazioni nelle due fasce dei 600-800 e 800-1000 metri, riflette piuttosto la scarsità di siti utili disponibili a tali quote inferiori e meno una locale plasticità ecologica. Ciò non di meno la versatilità nella selezione dei tipi di siti riproduttivi si manifesta anche alle basse quote, come attesta l'ampia tipologia di corpi idrici lotici e lenticci utilizzati con regolarità creata dalla dinamica fluviale esistente alla stazione di minor quota del Saltello (Nincheri, 2011).

L'elevata regolarità delle ovodeposizioni è stata accertata in 16 stazioni e questo è indice di un buon livello di stabilità dell'estensione dell'areale pistoiese.

L'utilizzo irregolare accertato nelle stazioni del rio Piastroso e del lago San Giovanni Gualberto dipende dall'impatto antropico sui loro corpi idrici.

In 14 stazioni il ritmo riproduttivo dei nuclei non è stato accertato in quanto alcune sono state poco visitate nei periodi riproduttivi mentre, riguardo a un altro gruppo, non si conoscono i siti di fregola e forse sono aree di dispersione della specie.

### Abbondanza nelle stazioni

Le informazioni sulle dimensioni delle popolazioni sono state raccolte per almeno due anni, come risulta nella tabella II, con il metodo della conta delle ovature, solo in alcune località. Ogni ovatura deposta corrisponde solitamente a una coppia di adulti in età riproduttiva.

La pianificazione della conta annuale totale in una buona parte dei siti riproduttivi conosciuti nella provincia per produrre una stima degli adulti in età riproduttiva è stata fatta nel 2021 e poi attuata nel 2022 in 16 stazioni sulle 23 per le quali conoscevamo i corpi idrici utilizzati come sito di fregola.

Il lago San Giovanni Gualberto e il rio Piastroso presso il Melo sono stati scartati poiché non più utilizzati con regolarità; in altre 5 stazioni, che peraltro ospitano piccoli nuclei sotto 80 riproduttori, non è stato possibile effettuare una conta, neppure parziale, per una sopraggiunta impossibilità di visita per cause meteorologiche o, come all'Uccelliera, a causa dell'arrivo nel sito in una fase di dissolvimento delle ovature.

La conta delle ovature, circa 1904 in totale, ha confermato che sulla montagna pistoiese prevalgono le popolazioni di piccola taglia (9 su 16 conte effettuate nel 2022) che nel 2022 hanno deposto un numero totale di ovature non superiore a 40 unità. Sorprendentemente, se si aggiungono le stazioni dove la conta delle ovature è stata fatta almeno una volta in altre annate, i piccoli nuclei salgono a 14 su un totale di 21.

Nel 2021, prima della conta programmata, conoscevamo già con buon livello di certezza a quale categoria di consistenza numerica apparteneva, tra quelle usate da

Grossenbacher (1988): piccola (1-40), media (40-100), grande (100-400), molto grande (oltre 400), una gran parte delle stazioni conosciute; nel 2022 vi è stata la conferma definitiva.

La predominanza netta (66 %) di popolazioni di piccola taglia riscontrata in 14 stazioni dove la conta non ha superato le 40 unità corrisponde ai risultati riportati per la Svizzera da Grossenbacher (1988), a quelli relativi alle popolazioni delle Alpi francesi (Massif de la Vanoise) dove nel 75 % dei siti umidi il numero delle ovature deposte annualmente non supera mediamente le 50 unità (Guyétant *et al.*, 1994) e infine anche a quanto palesatosi per le popolazioni di rana temporaria nel monitoraggio di un consistente numero di biotopi in Trentino effettuata negli anni '90 (Caldonazzi *et al.*, 1999).

Nuclei di media grandezza (40-100 ovature) si trovano a Ca' del Cucco, alla grande pozza tra il Greppo e il rio Doccione, probabilmente agente da *source* della metapopolazione comprendente anche il laghetto stesso e la torbiera soprastante lungo il rio Doccione e infine alle torbiere della Valle del rio delle Pozze.

Al lago Baccioli, al lago delle Bruciate e a Pian della Trave grandi popolazioni (100-400 ovature) paiono evolvere in modo ottimale mentre attorno allo stagno del rifugio Lippi, superando le 400 ovature deposte nel 2022 e forse anche nel 2023, vive attualmente quella a maggior numero di effettivi dell'area appenninica della provincia di Pistoia (Fig. 5).

Piccoli cali dell'evoluzione degli effettivi, mancando per molte stazioni serie di conte a distanza di anni, si palesano alla pozza sul sentiero tra il lago del Greppo e il rio Doccione.

Le popolazioni piccole non di rado gravitano attorno a grandi corpi idrici (lunghezza di 30 metri e oltre) mentre, all'inverso, nelle stazioni dove la specie trova una rete di piccole pozze lentiche o semi-lentiche (sotto i 5 metri di lunghezza massima), come al Saltello e alla Ca' del Cucco, vi si osserva non di meno con un numero di effettivi discreto, ancorché ai limiti della vitalità, deponendovi tra 40 e 100 ovature all'anno.

Tali evidenze costituiscono elementi di giudizio importanti quando ci si aspetta necessariamente, a torto, dei risultati positivi sull'evoluzione dell'abbondanza dei piccoli nuclei dalla gestione attiva dei loro siti riproduttivi. Gli interventi, come dimostrano i risultati di questo lavoro, sono pertanto inscindibili dalla conoscenza approfondita della eco-etologia locale, in ambiente montano, di questa specie (Guyétant *et al.*, 1994) oltre che dalla conoscenza approfondita della rete di siti riproduttivi presente in ogni stazione e nel territorio contermini.

### Deposizione nei corsi d'acqua

L'utilizzazione di corpi idrici lotici è stata rilevata con regolarità solo in due località.

Nella stazione della valle del torrente Orsigna (Staz. 1) è stata osservata per alcuni anni consecutivi. La deposizione regolare delle uova in un corso d'acqua potrebbe essere una tendenza emergente in quest'area caratterizzata da siti lenticci effimeri in tutto il lungo tratto del fondovalle occupato dalla rana temporaria, dove il corso d'acqua divaga regolarmente; questo ecosistema è notoriamente evitato dalla rana temporaria (Duguet e Melki, 2007; Pinston e Craney, 1993; Dauverné, 2015).

Ca' del Cucco (Staz. 17) è uno dei tre casi rilevati (il terzo è una deposizione di alcune ovature in un ruscello affluente di sx idrografica del T. Sestaione, Staz. 18) durante i monitoraggi: qui, a differenza delle altre due stazioni (Staz. 1 e 18) dove l'utilizzo delle pozze dei ruscelli è avvenuto spontaneamente selezionando tratti di ruscello naturali a debole pendenza situati nel fondovalle, la popolazione locale ha dovuto far sfoggio di tutta la sua ben documentata inclinazione nel fronteggiare e superare con successo eventi distruttivi dei suoi siti riproduttivi, avvenuti in questa località per cause antropiche.

Lo sviluppo del turismo invernale, oltre agli spianamenti finalizzati al passaggio di una non distante pista da sci, ha comportato la sistemazione di un esteso lago a fondo plastificato, cui si attinge acqua per l'innervamento artificiale, su un declivio proprio dove una grande popolazione era solita riprodursi in alcune pozze di acqua ferma. L'acqua fuoriesce attualmente dall'invaso precipitando in una pozza lunga una decina di metri, semi-artificiale causa la cementificazione volta a consolidare i grandi massi della linea riparia. L'acqua prosegue in una serie di piccole pozze, a livello delle quali non è stato effettuato alcun rimodellamento, con una corrente media e si immette dopo qualche decina di metri in una tubatura artificiale.

Il corso d'acqua è tributario del torrente Motte e, similmente agli altri affluenti in sinistra idrografica ad andamento anti-appenninico (Castaldini *et al.*, 1998), ha una discreta velocità in quanto segue visibilmente la direzione di massima pendenza del pendio, perpendicolare alla direzione di strato del Macigno.

Nella prima settimana di luglio del 2020 fu rilevata la presenza dei girini, molti dei quali in metamorfosi con le 4 zampe ben visibili (stadio 41-43), gli altri di lunghezza variabile compresa tra 1,8 e 3,0 centimetri (Gosner, 1960; Dodd M. e Dodd J., 1976), sia nella lunga pozza del ruscello alimentata dal soprastante lago artificiale che nelle prime pozze a valle: fu evidenziata la presenza di un modesto numero di girini nelle prime piccole pozze ispezionate lungo il corso come conseguente al loro trasporto a valle a partire dalla prima grande pozza, dovuto a qualche piena precedente. Per le sue dimensioni, la discreta profondità (30 cm) e la riva frastagliata, ritenemmo la pozza a monte l'unica raccolta idrica della stazione ancora utilizzata per l'ovo-



deposizione da poche coppie rimaste dopo l'abbandono da parte della quasi totalità della popolazione originaria indotto dalla distruzione del sito umido lenticolo.

L'anno successivo (8 maggio 2022), visitando la stazione per la conta programmata delle ovature deposte, fu accertato, al contrario, che 71 masse di uova in totale giacevano sul fondo di tutte le pozze a monte della tubatura (25 nella prima pozza maggiore a monte) e alcune erano attaccate a dei rametti sommersi, fatto raramente riscontrato prima.

Una parte delle ovature, almeno 15, aveva ancora un diametro non superiore a 10 centimetri e la loro deposizione era avvenuta verosimilmente nel corso della prima settimana di maggio. La pozza più grande corrispondeva alla tipologia usata talvolta dalla rana temporaria per riprodursi: corrente debole e bassa profondità, ma le altre erano tutte collegate da netti raschi e la corrente assai forte cui erano sottoposte le ovature costituisce un dato ecologico unico in 20 anni di monitoraggi.

## DISCUSSIONE

### Areale occupato

La corografia della rana temporaria in Provincia di Pistoia (Carta 2) mostra che essa occupa attualmente i settori occidentale e centrale dell'estremo nord della provincia con una o più stazioni nei seguenti bacini idrografici principali, procedendo da ovest verso est a partire dalle stazioni 11 e 12 che si trovano all'interno della Riserva Naturale Orientata di Pian degli Ontani: T. Sestaione nel versante tirrenico, Rio delle Pozze e Fosso delle Motte nel versante adriatico, F. Lima compresa la grande valle del T. Verdiana nel versante tirrenico e infine T. Maresca, T. Orsigna e Rio Sirobbio nel versante adriatico.

L'estensione del settore montano occupato dalla specie è ben definita (Carta 2) dalla distanza di 21,5 chilometri in linea d'aria tra le due stazioni più distanti nel senso della sua lunghezza: Ca' del Cucco (n. 17) e Ponte del Saltello (n. 1) e da quella di circa 7 chilometri tra le più distanti in senso trasversale: Pozza Rifugio Lippi (n. 11) e Colle Acquamarca (n. 27). L'intervallo altimetrico occupato dalla specie è compreso tra 640 metri (stazione 1) e 1823 metri (stazione 32).

L'areale locale della rana temporaria raggiunge o si avvicina allo spartiacque appenninico principale, coincidente col confine provinciale dal Balzo dei Corvi, presso l'Abetone, fino al Poggio delle Ignude, solo in pochi tratti pianeggianti (stazioni 25, 27, 29 e 30) dove la rana temporaria trova sia gli ambienti umidi adatti per riprodursi, sostare e, limitatamente a piccoli contingenti di popolazione, svernare a riva, che la sottostante, non lontana, foresta ricca di risorse trofiche (Fig. 11).

Essa potrebbe essere presente anche in due diramazioni del crinale maggiore appenninico: una, nettamente

più impervia, dall'Alpe Tre Potenze raggiunge il Monte Caligi mentre l'altra si stacca dal crinale maggiore in corrispondenza della Selletta e, dopo essere discesa fino alla sella dove si trova il lago Baccioli, si erge al monte Cardoso e termina al Cappello d'Orlando separando l'estremo tratto superiore del fiume Lima dal bacino idrografico del torrente Sestaione.

Lo stesso andamento sinuoso mostrato alle quote maggiori caratterizza anche il margine meridionale del suo areale pistoiese in quanto alcuni nuclei conosciuti, altri ancora in attesa di essere localizzati, paiono scendere nettamente al di sotto dei 1000 metri di quota (staz. 1, 2, 3, 4 e 5) ma solo in poche aree dei versanti e in rari tratti dei fondivalle.

Il prolungamento verso sud-est dell'areale pistoiese è, a nostro avviso, dovuto al clima rigido di questo settore montano centrale della provincia evidenziato dalla similarità dei dati climatici delle due località di Abetone (1388 m) e Pracchia (627 m); a favorire il netto abbassamento di quota delle stazioni occupate (Casa di Pian di Serra 860 m e Ponte del Saltello 650 m) contribuiscono l'effetto dell'acclività elevata delle pendici, di attenuazione del soleggiamento e la mitigazione degli sbalzi del tasso igrometrico determinata dalla morfologia delle due valli, forse in sinergia con la quota media molto elevata del soprastante crinale nel determinare nelle due profonde valli dei microclimi locali freddi e umidi ottimali.

A parte 6 stazioni in aree aperte, quasi tutte alle quote maggiori dell'areale occupato, dove si estende la prateria, il cespuglieto basso (brughiera a *Vaccinium* spp.) o la torbiera, la specie mostra una netta predilezione per la vita negli ecosistemi forestali chiusi dove seleziona i seguenti habitat preferenziali: le raccolte di acqua ferma per lo più temporanee, i corsi d'acqua sul fondo dei profondi solchi dei versanti e le aree a minore pendenza dove coesistono entrambe tali tipologie di habitat acquatici in continuità tra loro (es.: pozza con emissario, pozza terminale e pozza di un corso d'acqua a debole corrente) o separate ancorché situate a breve distanza.

Al di sotto di 800 metri di altezza si evidenzia un netto calo delle stazioni di presenza (staz. 1 e 2) attestato dalla mancata osservazione della specie nella quasi totalità delle nuove località aggiuntesi a quelle monitorate fino al 2012, sia lungo il margine meridionale che in alcuni settori interni del piano montano inferiore potenzialmente favorevoli dell'areale provinciale conosciuto.

Nella fascia superiore (800-1000) la frequenza rimane bassa con sole 6 località individuate (3 attorno a 1000 metri). Tenendo conto del fatto che le 8 stazioni conosciute sotto 1000 metri albergano nuclei a basso numero di effettivi come attestano le conte delle ovature mai superiori a 40 unità (conte del 14IV2008 al ponte del Saltello, dell'8III 2020 a Casa Launa, del 11V2022 alla Casa del Pian di Serra e del 24III2007 al rio Piastroso

c/o Il Melo) il popolamento attuale di rana temporaria al di sotto dei 1000 m è da considerarsi piuttosto rarefatto; in questo range altimetrico si aggiunge il caratteristico rilievo di una netta diminuzione della contattabilità dei giovani, sia nei pressi dei siti umidi delle stazioni che nelle aree forestali limitrofe dove si disperdono.

Sotto 800 metri le stazioni hanno un chiaro carattere residuale: a nostro avviso rana temporaria aveva una diffusione già bassa nel piano sub-montano ma gli incrementi del disboscamento e dell'uso del territorio a fini agro-pastorali uniti a quello del prelievo a scopo alimentare nei periodi di espansione della presenza umana verificatisi negli ultimi secoli hanno determinato una netta rarefazione delle stazioni nella fascia altimetrica dei 600-800 metri. Resta da accertare meglio, d'altra parte, l'apparente grado di insularizzazione di entrambi i nuclei qui conosciuti (staz. 1 e 2), soprattutto di quello di Casa Launa sulla soglia minima della vitalità.

### Continuità del popolamento

La continuità popolazionale tra stazioni ravvicinate e situate a quote simili è stata accertata con sicurezza lungo la fascia meridionale dell'areale pistoiese sotto i 1000 metri solo per i due nuclei di popolazione ravvicinati presso la località Il Melo (stazioni 6 e 7) ancorché accuratissime ricerche abbiano interessato proprio gli allineamenti di terrazzi quaternari superiori (800-900 metri) e inferiori (550-450 metri), dell'alto tratto del fiume Lima, estesi tra le aree di Rivoreta-Pian de' Sisi e di La Lima-Mammiano, sia in destra che in sinistra idrografica (Camerini, 1942; Mancini, 1958).

La causa del mancato accertamento in altre aree monitorate è da imputarsi anche alla estrema difficoltà di osservazione degli adulti negli interfluvi; sotto i 1000 metri di quota, per giunta, la contattabilità dei giovani scende sensibilmente inficiando la raccolta di dati sulla dispersione finalizzata alla dinamica della metapopolazione.

La geomorfologia e la geologia dei versanti esercitano una importante influenza locale sui fattori limitanti lo sviluppo delle popolazioni della rana temporaria e in ultima analisi possono determinare l'effettiva assenza o l'estrema rarefazione delle stazioni in molte aree a forte acclività, sia sopra che sotto la linea degli alberi, oscillante tra 1500 e 1600 metri.

Esempi visibili di tali iati nel piano montano sono tutto il versante sinistro della valle del Sestaione e le aree in prossimità dei crinali principali. Il primo (per la disposizione a reggipoggio dei banchi di arenaria) è quasi privo di aree pianeggianti adatte alla formazione di ristagni d'acqua. Nelle seconde (ad esempio nel tratto superiore della valle del Rio delle Pozze, alla base dell'Alpe Tre Potenze in particolare a sud della conca del lago Piatto e sul versante nord-ovest del monte Gennaio), data la forte pendenza dei corsi d'acqua, mancano le condizioni per la formazione di pozze laterali d'acqua

ferma utilizzabili dai riproduttori.

In questi ultimi settori, a seguito del glacialismo e del clima estremo alle alte quote, determinante l'alternanza gelo-disgelo e la permanenza del manto nevoso per molti mesi all'anno, si sono conservate molte aree caratterizzate da forme tipiche come i campi di pietre, le colate di massi, i larghi canaloni e le superfici interessate dal geliflusso (Sacco, 1893; Losacco, 1940; Castaldini *et al.*, 1998), caratterizzate al suolo da condizioni termo-igrometriche estreme che possono risultare del tutto sfavorevoli alla vita della rana temporaria, in particolare nei mesi estivi, parimenti a quanto avviene in molte altre aree delle fasce alte dei versanti, per larghi tratti o interamente visibilmente occupate, secondo le località, dagli affioramenti delle superfici strutturali o delle testate dei banchi arenacei e delle intercalazioni pelitiche (Castaldini *et al.*, 1998).

Nella parte occidentale dell'areale *Rana temporaria* trova vasti tratti delle vallate, a tutte le quote, dove, per le condizioni ecologiche ottimali ristabilitesi nel post-Würm e per il livello non eccessivo dell'impatto delle attività antropiche, mantiene un elevato grado di diffusione accertato dal numero di stazioni anche ravvicinate e mette in mostra localmente tutto il suo potenziale biotico.

Ciò avviene in particolare nell'alta valle del torrente Sestaione in destra idrografica dove il declivio, determinato dalla disposizione a franapoggio dei banchi arenacei, favorendo l'azione del glacialismo, con formazione di circhi (stazioni 26 e 31), gradinate e ripiani con soglie rocciose in contropendenza (stazioni 22 e 23) e cordoni morenici (Sacco, 1893; Losacco, 1940; Losacco, 1982; Raffaelli *et al.*, 1997), ha permesso la formazione di una rete di raccolte idriche singole o molteplici (Fig. 7) all'interno delle diverse stazioni, lentiche, stagnanti o debolmente correnti, isolate o intercomunicanti, in alcune delle quali si inseriscono anche alcune torbiere e due ecosistemi lacustri protetti: il lago del Greppo, cui è stata attribuita una origine intermorenica (Sestini, 1926) e che a nostro avviso è inserito in una vallecchia modellata chiaramente da una massa glaciale, e il lago Piatto.

Uno scenario di questo tipo, con biotopi ravvicinati e numerosi (stazioni 28 e 32) frequentati dagli adulti, in alcuni dei quali si inseriscono dei siti riproduttivi regolarmente utilizzati, si riscontra nella vicina valle del rio delle Pozze, dal netto orientamento nord-sud e alla cui testata, sul fondo di un bel circo di sovraescavazione glaciale, si trova il lago Piatto.

La scelta di celle piccole (superficie di 5,78 Km<sup>2</sup>) permette di valutare il carattere continuo o meno del popolamento per rilevare eventuali interruzioni degli scambi genetici tra le sub-popolazioni a livello di qualche settore dell'areale pistoiese. È sufficiente infatti una sola stazione per cella per poter affermare che vi è interscambio potenziale con la cella occupata vicina,



**Fig. 1.** Girino di rana temporaria (leucismo?). Stazione n. 2, 21 giugno 2020.



**Fig. 2.** Femmina (a dx) e maschio (a sx, nell'ovale giallo); corso d'acqua nei pressi del sito riproduttivo. Stazione n. 11, 16/7/2023.



**Fig. 3.** Femmina adulta su grande masso di un corso d'acqua, non catturata. L'osservazione in campo aperto, ben illuminato, degli adulti è risultata molto rara (eccettuato il periodo riproduttivo), così come quella di adulti in acqua in estate e autunno (eccezione: Lago del Greppo, 9 agosto 2021, h 15).



**Fig. 4.** Maschio in visione ventrale (lungh. muso-urostilo: 65 mm) con CSS (caratteri sessuali secondari) visibili fuori dal periodo riproduttivo: gola di colorazione azzurra e cuscinetti ventrali al primo dito della mano. Stazione n. 24, 8 ottobre 2007.



**Fig. 5.** Ovature e una ventina di adulti (quasi tutti maschi) all'inizio della fregola (cinque dei quali indicati da un ovale giallo). Stazione n. 11, 22 marzo 2023.



**Fig. 6.** Tre ovature. In basso a sx la più recente (uova ancora trasparenti e poco rigonfie); in alto a sx la più vecchia (velo algale ben sviluppato, scuro); in basso a dx l'intermedia (inizio dello sviluppo del velo algale e dell'opacità). Nel cerchio, un maschio adulto col capo nascosto sotto l'ovatura. Staz. n. 1, 12 marzo 2022.





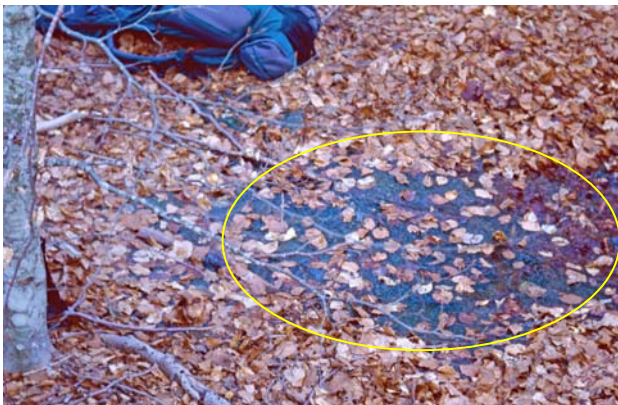
**Fig. 7.** Pozza maggiore della stazione in secca, sul basso versante della valle del torrente Sestaione. Stazione n. 23, 27 agosto 2022.



**Fig. 8.** Predazione di tritone alpestre (*Ichthyosaura alpestris*) su una ovatura di rana temporaria. L'ovale giallo indica un adulto e altri 5 sono visibili vicino all'ovatura, in parte emersa. Stazione n. 31, 9 giugno 2021.



**Fig. 9.** Ovatura per metà emersa (nell'ovale giallo) deposta in pozza di disgelo nei pressi della sponda del Lago Nero. La freccia indica l'astuccio blu del termometro. Stazione n. 31, 9 giugno 2021.



**Fig. 10.** Strato di ovature rimaste all'asciutto per eccezionale calo primaverile del livello del corpo idrico. Staz. 11, 11 aprile 2023.



**Fig. 11.** Biotopo di rana temporaria in ambiente aperto del piano cacuminale. Stazione n. 27, 31 maggio 2021.





**Fig. 12.** Lago della Capanna in secca (a sx, nel cerchio giallo) e canale del Lago Nero (a dx) al minimo livello di riempimento osservato nel corso dei rilevamenti nella stazione. Stazione n. 31, 20 agosto 2021.



**Fig. 13.** Calo record del Lago Nero per prolungata assenza di pioggia e elevata temperatura media. Stazione n. 31, 11 settembre 2022.



**Fig. 14.** Prato allagato con sito riproduttivo di rana temporaria (nell'ovale), circondato di coltivi e aree di deposito di liquami. Sullo sfondo il Libro Aperto. Stazione n. 2, 8 marzo 2020.



**Fig. 15.** Consolidamento spondale in massi di un'ansa di ruscello di risorgiva, sito riproduttivo utilizzato regolarmente da rana temporaria dal 2006 al 2009. Stazione n. 1, 21 luglio 2006.



**Fig. 16.** Rana temporaria (sembrerebbe una femmina per le dimensioni dell'addome, spesso rigonfio per la presenza delle uova fin già dal periodo autunnale, e per la lunghezza totale) in svernamento sotto uno spesso strato di ghiaccio, nei pressi del sito riproduttivo lungo il lato settentrionale del lago del Greppo. Staz. n. 21, 23/12/2023.

in accordo con i dati bibliografici sul raggio dell'*home range* degli adulti di rana temporaria in migrazione nuziale, compreso secondo gli autori tra 1 Km (Razzetti *et al.*, 2007) e 2 Km (Jacob e Kinet, 2007; Meier *et al.*, 2009; Duguet e Melki, 2003, Marcadour e Desnouhes, 2015); Jacob e Kinet segnalano per di più che i giovani di un anno e due anni di vita possono insediarsi rispettivamente a distanze di 2 e 4 chilometri dal sito di nascita.

La continuità del popolamento nell'areale studiato allo stato attuale delle prospezioni a nostro giudizio può essere considerata effettiva ancorché durante le indagini siano emerse delle lacune dovute probabilmente a un'ancora insufficiente sforzo di ricerca, la maggiore essendo localizzata nella vallata del rio d'Andia e del torrente Volata e estesa anche a livello dell'interfluvio tra quest'ultimo torrente e il torrente Verdiana. Per tale carattere del popolamento propendeva anche Lanza (1965) nel suo lavoro sulla presenza della rana temporaria e del tritone alpestre sull'Appennino.

Nel settore corrispondente alla lacuna più estesa la rana temporaria è stata ripetutamente cercata nell'area dei terrazzi, estesa tra Vizzaneta, Lizzano e Lancisa. A nostro avviso in questo tratto dell'alta val di Lima potrebbe essere effettivamente molto localizzata, soprattutto al di sotto dei 1000 metri, a causa dello sfruttamento diffuso del territorio a fini agro-pastorali perdurante da secoli, dei continui disboscamenti dovuti alle esigenze della vecchia fonderia Magona causa di diffusi fenomeni franosi sui pendii fortemente acclivi (Canigiani, 1977), della diffusione di fauna ittica nel reticolo idrografico locale e infine dei topoclimi locali influenzati sia dall'esposizione a sud che dal regime dei venti che risalgono l'alta val di Lima prendendola d'infilata.

La larga presenza di fauna ittica accertata nel locale reticolo idrografico tributario del tratto del fiume Lima tra gli abitati di Cutigliano e La Lima (Rio d'Andia, torrente Volata, rio di Forca, T. Acquaceta, T. Verdiana) e l'impatto della ceduzione nelle foreste rimaste, in sinergia con le attività suddette, potrebbero aver disperso a tal punto i nuclei rimasti da interferire o addirittura annullare il funzionamento della metapopolazione a livello di questo tratto di vallata (Vacher *et al.*, 2012).

Le stesse considerazioni valgono pure in altre aree dove non è stata rinvenuta alle quote minori: valli dei torrenti Maresca, Limestone e Bardalone, e area compresa tra Rivoreta e Cutigliano, dove i siti riproduttivi utilizzati conosciuti sono scarsi, oltre che minacciati o addirittura abbandonati (Staz. n. 2, 4, 6 e 7).

In certi settori dell'areale della provincia di Pistoia *R. temporaria* mostra di esservi rimasta attestata solo grazie alla sua plasticità ecologica, modificando drasticamente il suo comportamento riproduttivo.

L'utilizzo degli ambienti umidi lotici, a livello dell'asta principale o delle pozze comprese nel letto maggiore dei corsi d'acqua, per l'accoppiamento e la deposizione

delle uova, riportato da molti autori (Grossenbacher, 1988; Barbieri, 1994; Gentili e Barbieri, 2002; Bernini e Razzetti, 2006; Razzetti *et al.*, 2007; Meyer *et al.*, 2009) è un comportamento da noi osservato raramente nelle stazioni della rana temporaria durante il periodo riproduttivo (stazioni n. 1 e 17), anche in assenza di pesci predatori in queste due tipologie di habitat.

La deposizione delle ovature nelle pozze lungo l'asta principale dei ruscelli e dei torrenti risulta mancante negli elenchi delle tipologie di siti riproduttivi della specie in alcuni lavori considerati a lungo di riferimento (Guyetant, 1986; Guyetant, 1989).

La frequente deposizione di ovature nei ruscelli è stata rilevata durante una serie di annate siccitose in alcune regioni della Gran Bretagna (Baker e Gillett, 1996) mentre Jacob e Kinet (2007), per il paese Vallone, segnalano, senza fornire la frequenza, l'utilizzo esclusivo delle sorgenti e delle anse a lento corso e, per confronto, citano la vicina Germania, dove è stata accertata l'ovodeposizione in ambienti lotici solo nel 17,9 % dei casi.

#### **Discesa alla quota inferiore: Valle dell'Orsigna**

*Rana temporaria* occupa anche quote nettamente inferiori proprio in forza della sua capacità di adattarsi a ambienti effimeri e alla spiccata tendenza a utilizzare, in una stazione, buona parte delle raccolte idriche createsi dal rimodellamento naturale dell'ambiente: il fondovalle del torrente Orsigna al ponte del Saltello illustra in modo esemplare la strategia di occupazione capillare di un sistema ecologico altamente instabile vantata dalla specie anche in una regione ai margini del suo areale generale, a una quota ove alcuni costrittori abiotici si avvicinano quanto meno stagionalmente ai limiti di tolleranza degli stadi acquatici e degli individui terrestri immaturi.

Nel periodo tra l'ottobre del 2004 e l'aprile del 2009 in un'area del fondovalle a monte del Ponte del Saltello che copre due ettari, la specie ha selezionato 4 siti riproduttivi, 3 dei quali lenticci: 2 lanche e una pozza alimentata da un ruscello di risorgiva, situati ai margini del letto fluviale originario del torrente Orsigna, dove il fondovalle confina con il piede del versante.

Le fenofasi riproduttive, studiate con regolarità dal 2007 al 2009 (Nincheri e Vezzani, 2016), hanno permesso di accertare che i primi riproduttori raggiungono le pozze e l'ansa del ruscello nella prima quindicina di marzo, più di rado nell'ultima settimana di febbraio, poi gli accoppiamenti e le deposizioni di nuove ovature si protraggono fino alla prima settimana di aprile, talvolta fino a metà del mese.

La stazione n. 1 è occupata dal 2004 in modo stabile (Fig. 6), come provano i seguenti elementi di valutazione su cui ci sembra importante richiamare l'attenzione: in estate gli adulti si osservano in prossimità del fondovalle lungo i corsi d'acqua dei vicini versanti e una femmina in particolare è stata osservata una seconda volta, a distanza

di tempo, nei pressi dello stesso rifugio; in secondo luogo nel corso di 24 visite effettuate in autunno (ott.-dic.) dal 2004 al 2008 tre dati interessano due femmine adulte che sono state osservate nei pressi dei siti riproduttivi, evidente segno della loro frequenza regolare nell'andare a riprodursi selezionandoli in largo anticipo (filopatria) e non spinte da fattori climatici o etologici contingenti al momento dell'impulso migratorio di fine inverno/inizio primavera (Fig. 16).

Una di esse è stata ritrovata dopo tre anni, il 19 febbraio, svernante sotto la stessa pietra dove era stata localizzata all'inizio di novembre del 2004, senza alcun dubbio nella fase di attesa di raggiungere la lanca vicina per accoppiarsi.

Non avendo ancora scoperto altri nuclei di popolazione sui versanti soprastanti della valle non è possibile al momento attuale escludere la localizzazione della specie a questa bassa quota a causa di uno o più eventi di trasporto passivo, per lo più delle uova o delle forme immature, in occasione delle piene del torrente osservate in tutte le stagioni dell'anno (Andreone *et al.*, 1988).

La zona inondabile del fondovalle è evitata, come noto anche dalla letteratura, dagli adulti (un solo maschio è stato osservato in 5 anni nei pressi di una pozza non utilizzata) ma, fatto sorprendente, pure tenendo conto della bassa frequenza di osservazione dei giovani immaturi rilevata in 20 anni di monitoraggi anche sopra i 1000 metri di quota, risulta la mancata osservazione dei giovani al Saltello nelle 119 visite effettuatevi, sia durante i transetti lungo i siti umidi lungo il margine del fondovalle sia lungo i loro tratti comprendenti la fascia forestale del basso versante.

Con 6 visite suddivise negli anni 2019, 2020 e 2021 abbiamo constatato la scomparsa dei 4 siti riproduttivi conosciuti della stazione n. 1 causata dal consistente rimodellamento delle alluvioni ad opera delle divagazioni autunnali e invernali che interessano, in occasione di qualche piena, non solo l'alveo principale attuale ma anche l'alveo al colmo originale (fino al piede dei versanti). Alla fine dell'inverno del 2022, al momento della conta delle ovature programmata, abbiamo scoperto che un piccolo nucleo depone ancora a monte del ponte in una pozza semilenticale di una briglia (9 ovature) mentre, percorrendo le golene a valle alla quota di 630-640 metri circa, abbiamo trovato dei nuovi siti riproduttivi dove sono state deposte in totale 20 ovature; anche a valle del ponte i siti utilizzati si trovano sia in destra idrografica (lanca) che in sinistra (serie di pozze su un terrazzo fluviale alimentato da una sorgente al piede del versante).

I nuovi ambienti lenticali a valle potrebbero essere stati utilizzati da un nucleo anche al tempo della prima fase dei monitoraggi effettuati solo a monte del ponte (2004-2009), oppure potrebbero essere divenuti oggetto della selezione recente di nuovi siti riproduttivi da parte di un contingente del nucleo che deponeva fino

al 2009 a monte del ponte, e che è stato costretto poi a spingersi a valle per la distruzione dei 4 siti ad opera del rimodellamento delle alluvioni per le piene ricorrenti.

Propendiamo per la prima ipotesi e, se così fosse, le nostre stime di abbondanza fatte tra il 2004 e il 2009 (Nincheri, 2011; Nincheri e Vezzani, 2016) dovrebbero essere riviste al rialzo: l'intera popolazione a monte e a valle del ponte del Saltello supererebbe i 100 adulti ammettendo che la maggior parte che deponeva a monte non si sia dispersa ma vi abbia trovato nuovi siti utilizzabili con successo, che ancora non conosciamo, nel tratto di fondovalle.

### Diffusione sul crinale appenninico

Il numero dei siti riproduttivi trovati sui crinali o nei loro pressi risulta decisamente assai scarso: le loro raccolte idriche sono esclusivamente di tipo lenticale e i monitoraggi confermano che sono sfruttati da piccoli nuclei eccetto la grande pozza del pian della Trave e il laghetto artificiale Baccioli; quest'ultima stazione presenta nelle sue vicinanze delle belle pozze, purtroppo molto alterate dagli ungulati, una delle quali è risultata essere utilizzata da un piccolo nucleo di adulti riproduttori. La specie si attesta alle massime altitudini sfruttando dei siti di fregola dove scarseggia o manca del tutto un fattore limitante biotico importante nell'impedire lo sviluppo dei suoi stadi acquatici: il tritone alpestre (Fig. 8). Nelle stazioni da noi ascritte al gruppo dei crinali principali questo urodelo si trova solo al lago Piatto dove raggiunge il record altitudinale attuale conosciuto con una popolazione abbondante: l'11 settembre 2022 percorrendo tutto il suo perimetro era possibile contare 425 esemplari, tra adulti, giovani, larve, molte delle quali grandi neotenicici, abbondanza confrontabile con quella raggiunta al vicino lago Nero (Vergari *et al.*, 2016).

Anche negli altri laghetti dei versanti, lago del Greppo e lago Nero, il tritone alpestre limita quantitativamente le forme acquatiche predando le uova e i girini sopravvissuti ma, come avviene al lago Piatto, la rana temporaria è presente con piccoli nuclei in quanto i riproduttori utilizzano raccolte idriche lentiche di minor taglia (staz. 21, 22 e 31) e una sorgente da cui scaturisce un ruscello con una pozza semi-lenticale (staz. 32).

L'utilizzo preferenziale dei siti lenticali minori alle alte quote dell'areale pistoiese è in accordo con quanto è stato accertato sulle Alpi alle alte quote: in Svizzera dove secondo Grossenbacher (1988) la rana temporaria preferisce deporre nelle piccole pozze e nei bacini a fondo roccioso piuttosto che negli specchi lacustri e in Francia dove nel massiccio della Vanoise (stazioni di rana temporaria tra 1200 e 2520 metri di quota) secondo il lavoro di Guyétant *et al.* (1994) *'Il n'apparaît pas de corrélation significative entre la surface (ou le volume du site de reproduction et le nombre de pontes déposées'* e *'Une autre caractéristique de la reproduction de la grenouille rousse dans ce vallon*



*alpin est la petite taille des frayères*’.

### Fenologia degli stadi terrestri giovanili

Le fasi terrestri della rana temporaria in questo segmento montano appenninico sono contattabili con bassa frequenza, solo producendo un notevole sforzo di ricerca; di norma i contatti avvengono in stretta prossimità dei corpi idrici utilizzati per la riproduzione e lo svernamento. L’esperienza degli Autori ha mostrato come in alcune stazioni pistoiesi la presenza delle femmine in stretta prossimità dei siti riproduttivi incida nettamente sugli indici di abbondanza rilevabili nel periodo autunnale e come, sebbene esse siano delicate e schive, sia possibile –muovendosi con particolare cautela– effettuare monitoraggi accurati sull’entità delle popolazioni locali (senza disturbarne l’accesso e l’uscita dai siti riproduttivi a primavera per accoppiarsi).

Da maggio a luglio si incontrano giovani di oltre un anno di vita (a partire dall’uovo) di lunghezza compresa tra 20 e 40 millimetri mentre da agosto in poi, secondo i nostri dati, oltre ai piccolissimi neometamorfosati nei pressi dei siti riproduttivi si osservano, sebbene poco frequentemente, individui metamorfosati precocemente da 1-2 mesi, lunghi fino a 20, eccezionalmente 25 millimetri.

I giovani più grandi trovati nel periodo estivo avanzato, contattabili grosso modo dalla fine di luglio in poi, hanno superato da qualche mese un anno di vita e misurano tra 25 e 42-43 mm (questi ultimi sono da considerare sub-adulti che nel giro di pochi mesi raggiungeranno la piena maturità sessuale): raggiungeranno in presenza di normali risorse trofiche la maturità sessuale in autunno e, in accordo coi dati riportati dalla letteratura (Guyétant, 1989; Barbieri, 1994), salvo eccezioni si riprodurranno la primavera successiva all’età di due anni.

Diversa tempistica nella crescita (Lanza, 1983; Cassol, 2007; Delmastro, 1999; Caldonazzi *et al.*, 2002; Nincheri e Vezzani, 2016; Ambrogio e Mezzadri, 2018) hanno le coorti dei girini metamorfosati nel tardo autunno e quelle dei girini che trascorrono l’inverno in acqua (*overwintering*).

Per le femmine, e ovviamente per gli individui esposti a una o più annate di rigori climatici e scarsità di risorse trofiche, il raggiungimento della maturità può richiedere tuttavia anche uno o due anni in più.

### Criticità nella stima dei nuclei con la conta delle ovature

A parte alcune criticità della struttura di popolazione e del tasso di fertilità della specie, come la possibilità di sex-ratio squilibrate e il rischio di sottostima delle femmine che afferiscono mediamente ogni anno in un sito riproduttivo in quanto non tutte hanno ciclo annuale (Townson, 1996; Grossenbacher, 1990), molte altre sono le difficoltà nella conta delle ovature sul campo, onde evitare sovrastime della taglia della popolazione, pos-

sibili soprattutto in quei siti riproduttivi dove numerosi riproduttori producono strati estesi su grandi superfici (di oltre un metro quadrato).

Le dimensioni delle ovature variano nel tempo e, con queste, la parte di superficie dello specchio d’acqua occupata dallo strato una volta terminata la riproduzione con la deposizione delle ovature da parte delle ultime coppie.

Un secondo elemento di criticità si palesa dalla visibile pluristratificazione della massa di ovature deposta in punti di estensione variabile: lo strato appare doppio in quanto alcune coppie di riproduttori giunte tardivamente depongono sopra lo strato che trovano. Ne deriva un difetto nella conta totale.

I difetti di conta possono essere elusi compiutamente, secondo la nostra esperienza solo aggiornando la conta almeno ogni tre giorni per aggiungerci le nuove ovature deposte lungo il perimetro e sullo strato, ben riconoscibili dal colore glauco, dalla trasparenza e ovviamente dalle loro minori dimensioni, in quanto ancora incompletamente imbibite di acqua e sali qualora deposte nei 2-3 giorni precedenti la visita (Miaud e Muratet, 2004; Razzetti *et al.*, 2007; Ambrogio e Mezzadri, 2018).

La conta di oltre 1900 ovature fatta nel 2022 aggiunge un elemento importante, un ‘punto zero’, per stimare il totale degli effettivi della popolazione pistoiese; mancando tuttavia dei dati storici per le popolazioni maggiori che depongono mediamente oltre 100 ovature ogni anno il lavoro che resta è lungo: a distanza di 5 anni occorrerà contare nuovamente le ovature deposte in totale nei siti riproduttivi presenti in un numero più elevato possibile di stazioni-campione appartenenti alle quattro categorie di consistenza numerica (piccola, media, grande, molto grande) indicate da Grossenbacher (1988).

Evidenziamo che nel 2022 sono state contate le ovature deposte in totale in ben 16 stazioni e che questo gruppo annovera tutte le quattro stazioni dove le conte fatte a fine periodo riproduttivo sono risultate grandi (il lago Baccioli e le pozze vicine, la pozza del Pian della Trave e il lago delle Bruciate con le sue pozze satelliti) e molto grandi (il laghetto del Rifugio Lippi nella Riserva di Pian degli Ontani).

A nostro avviso è assai improbabile che nell’area indagata esistano altre stazioni con siti riproduttivi utilizzati da popolazioni grandi o molto grandi; è invece verosimile che dei nuclei risultati fin ora piccoli possano, a seguito di nuove conte, rivelarsi appartenenti alla categoria di media grandezza (40-100 ovature).

La stima degli effettivi totali pistoiesi di rana temporaria, e della loro evoluzione, non può poi prescindere dalla verifica della stabilità della presenza della specie in un altro gruppo di stazioni-campione, almeno metà delle quali scelte nel gruppo di quelle in cui sono stati individuati fattori di minaccia alteranti i siti riproduttivi. Una ricerca mirata a definire il tasso di reclutamento annuale di sub-adulti e adulti nelle stazioni di bassa

quota, dove la dinamica del modello metapopolazionale presenta interferenze variamente impattanti, in frequenza e intensità, a seconda delle località, pure contribuirà in modo decisivo alla definizione dello status di conservazione della popolazione della rana temporaria a Pistoia.

### **Minacce rilevate nei siti**

In alcune stazioni sotto i 1000 metri di quota i rilevamenti confermano che la rana temporaria subisce il notevole impatto delle attività antropiche sull'integrità dei siti umidi utilizzati per la riproduzione, già ampiamente documentato (Nincheri e Vezzani, 2016).

In altre stazioni scoperte dopo il 2012 le frequenti e regolari visite ai corpi idrici hanno permesso di rilevare anche altre tipologie di minacce antropiche interferenti con la naturale evoluzione degli effettivi che vi si riproducono; le interferenze non risparmiano purtroppo neppure alcune stazioni poste alle quote maggiori.

I fattori nefasti al normale sviluppo dei nuclei di popolazione alle quote minori dell'areale pistoiese conosciuto possono essere individuati negli effetti della parcellizzazione degli ambienti naturali frequentati, nell'alterazione diretta dei siti di fregola e del loro idroperiodo ovvero indiretta attraverso la trasformazione, fino all'eradicazione, della copertura vegetale circostante, nel prelievo per fini alimentari e per la terraristica, negli effetti del traffico veicolare sui contingenti di riproduttori migranti stagionalmente nei/dai siti di fregola, nell'immissione di pesci predatori nel reticolo idrografico compreso nel suo areale, nella predazione da parte di animali domestici rinselvatichiti, negli effetti diretti e indiretti dell'impiego dei pesticidi nelle aree agricole circostanti o a monte dei siti riproduttivi lentici e lotici e, più diffusamente di quanto normalmente ritenuto, nel disturbo delle popolazioni nelle loro fasi acquatica o terrestre fino alla loro deliberata o involontaria distruzione (Nincheri e Vezzani, 2016).

Questi fattori, agendo più frequentemente al di sotto dei 1000 metri, nella parte più urbanizzata della provincia, hanno a nostro avviso avuto negli ultimi secoli un larghissimo impatto sia sulla diffusione che sull'abbondanza del popolamento lungo il margine meridionale dell'areale provinciale.

Nell'ambito dei rapporti con l'uomo segnaliamo, come minaccia alla specie senza dubbio pregressa e inedita, che secondo la narrazione di un locale interrogato sul remoto uso alimentare della specie, dalla cosiddetta 'acqua pregna' (le pozze piene di ovature appena deposte) venivano talvolta prelevate delle masse per portarle a Cutigliano onde farle sviluppare e ricavarne infine gli adulti utilizzati poi a fini alimentari; aggiungiamo anche che tale appellativo assegnato alle ovature di rana temporaria è ancora di uso corrente da parte di gran parte dei locali da noi contattati nei paesi della valle del Sestaione.

Ricordiamo che la compromissione delle fasi riproduttive e addirittura la distruzione di alcuni siti di fregola avvengono nella Provincia di Pistoia sebbene dal punto di vista regolatorio la rana temporaria sia non solo protetta nominalmente ma anche ampiamente tutelata dalla Legge Regionale toscana n. 56/2000 attraverso l'inserimento negli allegati A e B, allo scopo di prevenire la distruzione e la manomissione dei siti riproduttivi attraverso l'opportuna istituzione di Siti di Importanza Regionale (SIR). Il perfezionamento delle conoscenze delle caratteristiche eco-etologiche della specie acquisite sulle subpopolazioni monitorate consentirà di formulare ulteriori raccomandazioni di carattere generale all'indirizzo di chi opererà specificamente nella sua conservazione e, più in generale, per chi è preposto agli interventi sulle componenti ecosistemiche comprese nel suo spazio vitale principale; alla base di queste semplici raccomandazioni sta la consapevolezza dei rischi per la specie derivanti soprattutto dalla manomissione dei suoi siti riproduttivi.

Nel formularle abbiamo tenuto conto delle minacce rilevate più frequentemente nella fascia altimetrica sotto i 1000 metri oltre ai loro effetti evidenti nel declino dei nuclei di rana temporaria o all'alterazione già visibile sulle funzioni ecosistemiche delle stazioni monitorate. La gamma di minacce rilevate a livello delle specifiche stazioni in cui la rana temporaria è presente è stata riepilogata nella tabella III.

### **Suggerimenti per la conservazione**

Nei siti a bassa quota sono necessari monitoraggi frequenti per acquisire più dati utili; si intercettino così frequentemente e per tempo eventuali segnali di declino del nucleo, agli esordi o in atto, spesso in base al rilievo di un aumento considerevole della frequenza di eventi dannosi per qualche stadio acquatico o terrestre del ciclo vitale della specie di una o più tipologie di minacce (Fig. 14).

Va tenuto conto del fatto che la conta delle ovature ripetuta per pochi anni raramente permette questa valutazione a causa della rilevante variazione interannuale del numero di ovature deposte; pure la conta degli adulti in migrazione a primavera e in autunno o nei siti di fregola al momento degli accoppiamenti è sottoposta a notevoli fluttuazioni secondo l'andamento climatico per cui gli indici di abbondanza sono attendibili solo se le conte sono effettuate almeno 2-3 volte per settimana.

Qualora sia accertata una bassa contattabilità di alcuni stadi alle basse quote probabilmente è in atto o il declino o l'estinzione locale del nucleo: è noto che rana temporaria, come anche il rospo comune, continua a migrare e raggiungere il sito riproduttivo per anni anche dopo la sua distruzione completa (Heusser, 1961; Heusser, 1968): questo è quanto evidenziatosi nel 2005 alla pozza scavata nella roccia del rio Piastroso (Il Melo) dove il 30 ottobre, sul fondo colmo di foglie

**Tab. III.** Cause di minaccia rilevate nelle stazioni di *Rana temporaria*: pregresse o in corso, con potenziale impatto severo a breve-medio termine o accertato effetto distruttivo sui siti riproduttivi e sugli stadi acquatici della specie (uovo-girino). Probabile o accertata evoluzione della vitalità dei nuclei presenti.

Staz. n. 1, 17, 18, 24 e T. Maresca c/o Vivaio (Staz. storica non confermata).	Distruzione diretta del sito di fregola (Fig. 15) causata dall'artificializzazione (canalizzazione, ricalibratura, incisione) dell'asta principale e/o dei rami collaterali ovvero dalla pavimentazione delle sponde (Nincheri e Vezzani, 2016).
Staz. n. 1, 5, 7, 9, 10, 14, 18, 24 e al fosso della Calanca (staz. in addendum).	Immissione di specie ittiche predatrici quali trota iridea ( <i>Onchorhynchus mykiss</i> ), trota fario ( <i>Salmo trutta fario</i> ) e carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> ), con potenziale distruzione di uova, forme larvali e adulti svernanti in acqua. Possibilità di fuoriuscita di pesci predatori dall'asta principale in caso di piena con colonizzazione delle raccolte idriche semi-lentiche del fondovalle, siti di fregola della specie.
Staz. n. 1, 18, 24, 32	Lavori di movimentazione di terra e/o materiale lapideo (per installazioni sciistiche alla stazione 32)
Staz. n. 2	Proliferazione algale causata da eutrofizzazione per accumulo di letame asinino presso il sito riproduttivo
Staz. n. 2, 18 e T. Maresca c/o Vivaio (staz. storica non confermata)	Prelievo idrico a scopo irriguo, per approvvigionamento di acqua potabile e per itticoltura con conseguente prosciugamento di siti lentiche (comprese pozze laterali all'asta principale dei corsi d'acqua)
Staz. n. 4	Centralina idroelettrica lungo la condotta di derivazione dal fiume Lima, cui viene rilasciato periodicamente un flusso idrico che determina la tracimazione della pozza scavata nella roccia, situata a valle (sito di fregola). In certi anni non avviene lo scarico del deposito, né per rifornire il bacino del fondovalle del fiume Lima, né per produrre elettricità.
Staz. n. 14	Sfalcio a raso della vegetazione ripariale in autunno-inverno, periodi in cui la rana temporaria raggiunge e sosta presso l'ecosistema lacustre per poi svernare in acqua.
Staz. n. 1, 2, 5, 11, 12, 19, 21	Presenza di cinghiali ( <i>Sus scrofa</i> ) per abbeverata e bagni di fango.
Staz. n. 1, 14, 27, 28, 32	Eccessiva pressione antropica attorno ai siti umidi in particolare nei mesi estivi: calpestio e cani lasciati liberi di bagnarsi nelle raccolte idriche, talvolta in via di prosciugamento.
Staz. n. 1, 6, 14, 18, 28	Sversamento di rifiuti solidi (probabili i liquidi tossici) in prossimità dei siti di fregola e di estivazione degli adulti.
Staz. n. 1, 2, 7, 14, 16, 17, 19, 24, 25	Eccessiva ceduzione a sterzo attorno ai siti umidi (foresta ripariale, bosco misto, faggetta pura). Sulle creste aumento dell'evaporazione al suolo, amplificazione dell'azione turbolenta del vento e conseguente calo del tasso igrometrico, forte incremento della radiazione solare.
Staz. n. 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 24	Traffico veicolare di bassa e media intensità. Le strade si trovano presso i siti di fregola e di svernamento, attraversate dalle rotte migratorie degli adulti in primavera e autunno. Solo nella staz. 1 è stata constatata l'uccisione di un adulto in migrazione.
Staz. n. 28 e 32	Costruzione di piste da sci e impianti di risalita. Accertato colmamento di conche palustri situate a monte delle testate di strato nella conca originata dalla sovraescavazione glaciale sottostante la Femmina Morta. Accertati sbancamenti con accumuli di detrito sui versanti che circondano il lago Piatto con elevato rischio di danno all'ecosistema lacustre e all'emissario che attraversa i depositi glaciali a monte della soglia del circo.
Staz. n. 1, 2, 11, 21, 28, 29.	<p>Impatto sull'idroperiodo dei siti umidi riproduttivi dei periodi prolungati di innalzamento delle temperature associato a scarsa o nulla pluviometria, con prosciugamento in corso (vedi anche tabella I - colonna I: asciutta) e di probabile mortalità delle forme acquatiche (uova-girini).</p> <p>Segue casistica rilevata a diverse quote dell'areale studiato a carico delle forme immature:</p> <p><b>Staz. 1:</b> il 24 luglio 2005 in pozza terminale di ruscello di risorgiva, quasi prosciugata, lunga 80 cm (T Acqua: 20°C) rimaneva un girino in corso di metamorfosi a rischio di predazione da giovane di <i>Natrix natrix</i>.</p> <p><b>Staz. 2:</b> il 4 luglio 2021 la profondità massima dell'acqua delle pozze era 5 centimetri (T acqua: 20 °C) e in ognuna restano pochi girini allo stadio 41/43.</p> <p><b>Staz. 11:</b> l'11 aprile 2023 un precocissimo calo di 15-20 centimetri del livello dello stagno (T acqua: 10,5 °C; T aria al suolo ore 17:00: 8 °C; umidità al suolo nella fascia riparia: 50%) ha ridotto la superficie dello specchio d'acqua e lo strato delle ovature (embrioni con abbozzo caudale in prevalenza allo stadio 17-18) di 3x2 m rimaneva quasi del tutto in secca. Lo strato, deposto in un'ansa della riva nord di bassa e uniforme profondità (come è solita attuare la specie), il 22/3/2023 aveva circa 80 ovature e profondità non superiore a 20-30 cm).</p> <p><b>Staz. 21</b> (torbiera del rio Doccione: quota 1470 metri circa): il 9 agosto 2021 in una piccola pozza lenticca quasi secca (profondità massima 5 cm, T acqua: 19,5 °C alle ore 14:00; T acqua corrente rio Doccione: 9 °C) si osservavano: un centinaio di grandi girini, qualche individuo allo stadio 41/43 e un giovane di 2,5 cm.</p> <p><b>Staz. 28:</b> il 6 luglio del 2020 presso la pozza maggiore in procinto di seccarsi della torbiera di destra idrografica, a 1620 m di quota, in un ramo della pozza lungo 250 cm rimane una piccola raccolta idrica profonda al massimo 7 centimetri (T acqua 17 °C; T aria presso la riva ombreggiata: 22 °C) dove restano 700-800 girini prevalentemente grandi.</p> <p><b>Staz. 29:</b> il 12 giugno 2022 le 3 pozze sono in via di essiccamento totale, l'acqua di ruscellamento per disgelo del nevaio (oss. del 18 giugno 2021) che le alimenta manca del tutto e la profondità delle 3 lame d'acqua non supera in nessun punto i 5 cm.</p> <p>pozza A: 4mx2m, T acqua 30 °C, 100 girini grandi - pozza B: 6,5mx2,5m, T acqua 27 °C, 250 girini grandi - pozza C: 1,5mx60 cm, T acqua 28 °C, 45 girini grandi.</p>

cadute erano ancora presenti circa 300 girini allo stadio 29, alcuni alla ricerca di cibo alla superficie dello specchio d'acqua. Dopo 15 giorni la pozza era vuota, senza neppure foglie sul fondo roccioso: l'apertura di uno dei depositi situati lungo il versante della valle utilizzati per la centrale idroelettrica, aveva trascinato nel vicino torrentello tutti i girini rimasti. Nel 2007, dopo l'avvenuta riproduzione, l'8 ottobre era possibile per l'ultima volta osservare qualche girino al suo interno.

Nell'autunno del 2019 la mancata osservazione di girini nella pozza ci ha spinto a riprendere i monitoraggi: le visite nel periodo riproduttivo negli anni 2020, 2021, 2022 e 2023 hanno confermato che la pozza nella roccia era stata abbandonata: si rilevava infatti regolarmente la tracimazione dell'acqua proveniente dallo scarico del deposito idroelettrico.

Il 14 febbraio del 2022, a distanza di 15 anni, veniva contattata una grande femmina svernante nei pochi centimetri di acqua (temperatura 7,5 °C) di un crepaccio roccioso della riva, sotto le foglie, prova dell'ancora attiva frequentazione della pozza scavata nella roccia, abbandonata come sito di fregola. La deviazione della direzione della forte corrente che fuoriesce all'apertura delle paratoie del deposito è l'unica soluzione utile al ripristino della funzione di sito di fregola permanente di questa grande pozza scavata nella roccia, cruciale per la metapopolazione esistente tra Cutigliano e Rivoreta.

Le siccità, particolarmente intense negli ultimi anni allorché nel periodo estivo del 2022 a 1300 metri di quota era possibile osservare lo scorrimento in subalveo del T. Sestaione e a 1830 m il prosciugamento della sorgente nei pressi del lago Piatto, in sinergia con la perdita di alcune stazioni e dei loro siti riproduttivi, stanno producendo un peggioramento dello status globale della rana temporaria sulla Montagna Pistoiese.

Alle quote minori il periodo di prosciugamento dei siti umidi lotici e lentici dei fondivalle e dei versanti si dilata producendo drastici effetti nelle pozze laterali dei torrenti Orsigna, Verdiana, Volata, nelle raccolte idriche dei terrazzi dei bassi versanti della Lima, della Verdiana e dei torrenti Bardalone-Maresca (come osservato nelle visite per rilevarvi la presenza di nuovi nuclei e nei monitoraggi per acquisire dati sulla riproduzione di quelli conosciuti).

A causa delle basse profondità e capienza (Fig. 12 e 13) si stanno amplificando sia gli effetti della siccità – che può verificarsi con molto anticipo, anche all'inizio della primavera – sia quelli, notori, dell'anossia, dell'aumento della salinità, della competizione intra-specifica e della predazione; il primo fenomeno sfocia nella perdita delle ovature rimaste all'asciutto per l'abbassamento del livello idrico, mentre gli altri nella decimazione di intere coorti di girini.

A questa nuova emergenza si può ovviare solo con la creazione di nuovi siti riproduttivi in vicinanza di quelli

temporanei soggetti agli effetti precoci dell'innalzamento delle temperature medie annuali. Nelle stazioni dove non si trovano i siti riproduttivi naturali (3, 5, 6, 7, 8) è utile creare un piccolo sito riproduttivo in un terrazzo fluviale del fondovalle o ampliarne qualcuno preesistente: la profondità massima non dovrà oltrepassare 30-40 centimetri e in caso di ampliamento questo può essere effettuato allargando la pozza, ad esempio posta lateralmente al corso d'acqua e alimentata occasionalmente nei periodi di piena, in un tratto del suo perimetro originario creando un'ansa di bassa profondità. Dove si sospetta ci siano pochi riproduttori si può creare un nuovo piccolo sito umido onde fissarli in quella stazione: va tenuto conto che possono occorrere anche anni per assistere alla colonizzazione da parte della rana temporaria di un sito umido scavato ex-novo a fini riproduttivi. Qualora si riscontrino l'utilizzo e l'alterazione del sito umido riproduttivo della specie da parte di mammiferi selvatici si dovrà innalzarvi attorno una rete protettiva resistente che impedisca l'accesso alla fascia riparia.

Durante i monitoraggi alle basse quote capita di venire a conoscenza di futuri interventi di rimodellamento degli alvei dei corsi d'acqua le cui golene albergano siti di fregola importanti; quando si iniziano i monitoraggi è perciò opportuno contattare le autorità preposte alla tutela della biodiversità locale onde ottenere la mitigazione globale degli interventi, ovvero salvare i siti riproduttivi, specie se ubicati in settori dove i lavori sarebbero addirittura superflui, segnalando alla compagnia operante la loro posizione su una mappa. È quanto abbiamo ottenuto tra il 2004 e il 2012 alla stazione del Ponte del Saltello allertando l'Ufficio della Biodiversità di Pistoia a seguito dell'esbosco parziale del bosco ripario, scongiurando l'incisione drastica di alcuni rami di alvei anastomizzati lungo i quali erano ubicate le piccole lanche e le pozze utilizzate come siti di fregola.

La creazione di una rete di corridoi ecologici tra le stazioni del piano sub-montano è cruciale per il mantenimento della dinamica metapopolazionale: tali corridoi connetterebbero formazioni forestali integre esistenti sui versanti dove sopravvive la rana temporaria e, se realizzati di sufficiente larghezza, mitigheranno i fattori limitanti (alte temperature e rarefazione dei siti umidi riproduttivi), favorendo la necessaria ampia disponibilità di risorse trofiche per gli stadi terrestri in fase dispersiva.

### Stato di salute degli esemplari osservati

I 53 animali catturati, esaminati e sessati hanno mostrato una *sex-ratio* equilibrata (27 maschi e 26 femmine) e condizioni di salute apparentemente normali, senza evidenze di anomalie muscolo-scheletriche a parte in un caso (Lanza *et al.*, 2006).

Non sono mai state rilevate visivamente neppure infezioni in atto all'apparato tegumentario delle rane catturate, dovute a patogeni emergenti quali *Batrachochytrium*

e *Ranavirus*. Va segnalato che nel 2022 e nel 2023 in alcune femmine catturate nel periodo estate-autunno non è stato riscontrato il consueto addome sfiancato dalla presenza delle uova, accentuato nei periodi autunnali degli altri anni per la vitellogenesi in corso.

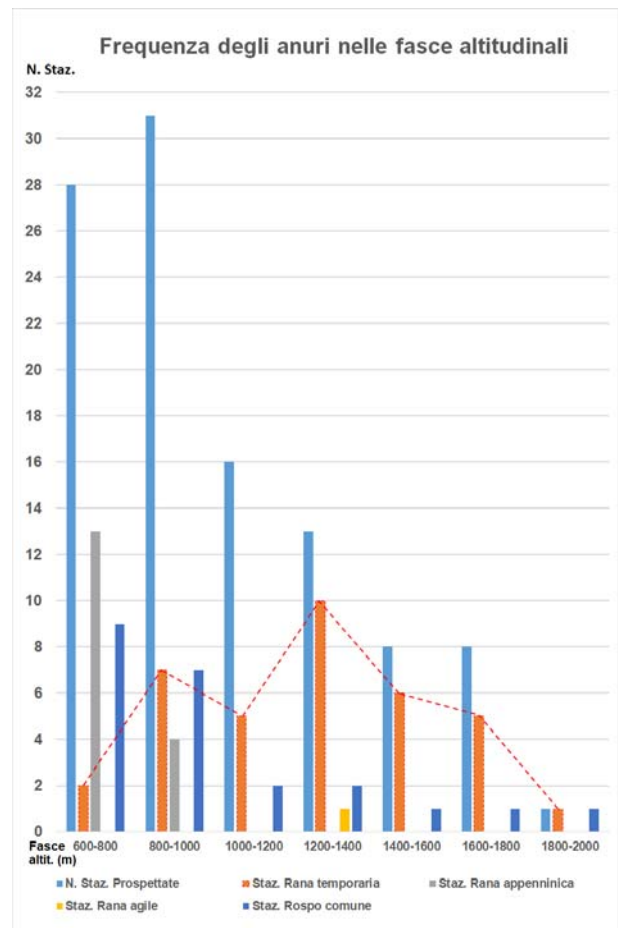
Anche negli esemplari appartenenti ai vari stadi larvali acquatici osservati nei siti riproduttivi dal 2004 non sono mai state rilevate, a una ispezione esterna, patologie evidenti, deformità o anomalie comportamentali; l'esame nei siti non ha mai permesso di rilevare contingenti di larve o girini natanti (Fig. 1) colpiti da agenti infettivi o intossicati da biocidi (Vences *et al.*, 2002). Solo saltuariamente sono state osservate nei siti di fregola alcune ovature contenenti gran parte delle uova o degli embrioni (stadi di doccia neurale o di abbozzo caudale evidente) biancastri, fenomeno dovuto a gelate improvvise, infertilità, fungo *Saprolegnia*, mancata fecondazione, eccessiva acidità del corpo idrico (Honegger, 1981).

## CONCLUSIONI

La rana temporaria è la specie di anfibio dominante in quasi tutto il suo areale pistoiese (Fig. 17): in molte stazioni scoperte pare addirittura l'unica rana presente nei siti umidi lotici e lentici presenti, mentre ve ne sono altre ove, secondo i nostri monitoraggi, risulta l'unico rappresentante della classe degli Anfibi (Tab. II).

Per questo suo ruolo di anfibio esclusivo in molte zocenososi, avendo un ruolo basilare nella catena trofica a partire dagli stadi iniziali del ciclo riproduttivo (uovo, larva e girino, fasi acquatiche), fino ai neometamorfosati, ai subadulti e agli adulti, e non solo per l'estensione limitata dell'areale e per il rischio di insularizzazione e conseguente scomparsa di alcune sue sub-popolazioni evidenziato nel presente lavoro, è ragionevole ritenere che questa specie debba esser fatta oggetto di regolari monitoraggi in tutte le stazioni ove risulterà minacciata a breve e medio termine e che

sia meritevole di essere cercata in altre stazioni per assicurare l'estensione spaziale della sua popolazione e il suo consolidamento nel tempo.



**Fig. 17.** Istogramma della frequenza delle specie di anuri trovate durante lo studio nelle fasce altitudinali comprese nell'area indagata (numero di stazioni in cui è presente una specie in un intervallo altitudinale).

## Ringraziamenti

Gli autori ringraziano Simone Vergari, Sichi Adriano e Giacomo Bruni che hanno fornito segnalazioni su alcune aree dove ricercare la rana temporaria.

La ricerca ha beneficiato degli importanti contributi di Vincenzo Ferri, di Davide Pagliai e di Fabrizia Fagnani nel chiarificare alcuni aspetti biologici e per gli interventi sul campo finalizzati alla conservazione dei nuclei di alcune stazioni.

Ringraziano Alessandra Cristofari e Anita Panci della rivista L'Universo (IGM) per la definizione del reticolo geografico appropriato alla ricerca, il posizionamento delle stazioni nel reticolo, il reperimento delle mappe, la loro disponibilità e i loro consigli.

Il Corpo Forestale dello Stato - Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Pistoia ha concesso il permesso per l'accesso alla Riserva Biogenetica Orientata di Campolino.

Stefano Vanni, Marco Alberto Luca Zuffi e Benedetto Lanza hanno supportato in vari modi la ricerca. Siamo infine riconoscenti verso Sergio Mezzadri per l'identificazione di alcuni reperti e per i consigli durante la stesura e la revisione finale del testo.

## ADDENDA

Nel corso di alcune recenti indagini sono state scoperte altre 3 stazioni dove è presente la specie (indicate nella Carta 1 con i numeri 33, 34 e 35): La Segaccia, presso Pian di Novello, altitudine: 1070 metri, coordinate geogr.: 44°07'10" N - 1°46' O, dove il 4 giugno 2023 in destra idrografica del torrente Sestaione, nella parte bassa del versante, presso un corso d'acqua, sono stati osservati 2 adulti; Fosso della Calanca, che origina dall'omonimo colle,

altitudine 1240 metri, coordinate geogr.: 44°06'50" N - 1°40' O, dove il 19 agosto 2023 sono stati osservati un neometamorfosato e due adulti (uno, catturato, femmina, a riva di una pozza dove era presente anche un salmonide di media taglia); Voltraia, località tra il rio Piastroso e il Rio della Piaggiata in destra idrografica del torrente Sestaione, 980 metri circa di quota, coordinate geogr.: 44°06'55" N - 1°44'50" O, dove il 24 febbraio 2024 in un ripiano del basso versante, sulle rive di una grande pozza artificiale scavata lungo il corso di un ruscello, erano presenti una coppia di adulti in amplesso e 4 ovature visibilmente deposte nei giorni immediatamente precedenti.

La seconda località appartenente al bacino del rio di Andia, ramo sorgentizio del torrente Volata, colma la discontinuità presente in questo settore centrale dell'areale. Ha inoltre anche un importante rilievo conservazionistico in quanto non distante dalla stazione del lago San Giovanni Gualberto dove negli ultimi anni il nucleo di rana temporaria presente è andato incontro al declino e probabilmente all'estinzione per distruzione del sito di fregola.

## BIBLIOGRAFIA

- Ambrogio A., Mezzadri S., 2014. *Girini d'Italia - Tadpoles of Italy*. Gavia Edizioni. IX+102 pp.
- Ambrogio A., Mezzadri S., 2018. *Rane rosse d'Italia - Brown frogs of Italy*. Gavia Edizioni, IX+88 pp.
- Andreone F., Delmastro G.B., Boano G., 1988. Distribuzione delle rane rosse nel Piemonte occidentale (Amphibia: Ranidae). *Suppl. Pianura*, 2: 7-20.
- Baker J., Gillett L.G., 1996. Frogs breeding in stream. *Brit. Herp. Soc. Bull.*, 57: 24-25.
- Barbieri F., 1994. *Rana temporaria* (pp. 66-67). In: Doria G. & Salvidio S. (eds); *Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Liguria*. Regione Liguria, Cataloghi Beni Naturali n. 2, Genova: pp. 66-67.
- Bartolini S., Cioppi E., Rook L., Delfino M., 2014. Late Pleistocene fossils and the future distribution of *Rana temporaria* (Amphibia, Anura) along the Apennine Peninsula (Italy). *Zoological Studies*, 53: 76.
- Benson P.A., 1998. How many clumps of frog spawn are laid annually at Anlaby Common? *Brit. Herp. Soc. Bull.*, 65: 23-25.
- Bernini F., Razzetti E., 2006. *Rana temporaria* Linnaeus, 1758. In: Sindaco R., Doria G., Razzetti E. & Bernini F. (eds.). *Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia*. Soc. Herp. It., Edizioni Polistampa, Firenze, pp. 368-373.
- Biaggini M., Corti C., Paggetti E., 2008. *Anfibi e Rettili delle tre Limentre*. Ed. Provincia di Pistoia e Museo Storia Naturale di Firenze 'La Specola', 65 pp.
- Caldonazzi M., Zanghellini S., Marsilli A., Torboli C., Barbieri F., Ferrari C., Pedrini P., 1999. *Il monitoraggio sugli Anfibi nei biotopi del Trentino*. Collana Piano valorizzazione Didattica, Culturale, Ricreativa e Sociale dei biotopi tutelati, Servizio Parchi e Foreste demaniali della Provincia Autonoma di Trento. n. 6, 86 pp.
- Caldonazzi M., Pedrini P., Zanghellini S., 2002. Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Provincia di Trento. 1987-1996 con aggiornamenti al 2001. *Studi trent. Sci. nat., Acta Biol.*, 77: 57-85.
- Camerini C., 1942. Probabile fenomeno di cattura dell'Alto Reno nell'Appennino Pistoiese. *Riv. Geogr. It.*, anno XLIX, fasc. 4-6, pp. 126-137.
- Canigiani F., 1977. Libro Aperto, Corno alle Scale, Foresta del Teso e Valle dell'Orsigna. In: *Aree verdi e tutela del paesaggio*. Ist. di Geogr. dell'Univ. di Firenze. Guaraldi Editore. pp. 58-63.
- Capula M., 2000. *Rana temporaria* Linnaeus, 1758. In: Bologna M., Capula M., Carpaneto G.-M. (a cura di), *Anfibi e Rettili del Lazio*. Fratelli Palombi Ed., Roma, pp. 62-63.
- Capula M., Bagnoli C., 1983. Il *Triturus alpestris* (Laurenti) e la *Rana temporaria* (Linnaeus) nell'Appennino centrale (Amphibia). *Boll. mus. civ. Stor. Nat. Verona*, 9: 333-344.
- Carton A., 2006. Geomorfologia. In: Laghetti d'alta quota - Perle nel paesaggio di montagna. *Quaderni Habitat* n. 14. Museo Friulano di Storia Naturale. Comune di Udine. 158 pp.
- Cassol M., 2007. *Rana temporaria* *Rana temporaria* Linnaeus 1758. In: Bonato L., Fracasso G., Pollo R., Richard J., Semenzato M. (eds). *Atlante degli Anfibi e dei Rettili del Veneto*. Associazione Faunisti del Veneto, Nuovadimensione Ed., pp. 110-113.
- Castaldini D., Caredio F., Puccinelli A., 1998. Geomorfologia delle valli del Rio delle Pozze e del Torrente Motte (Abetone, Appennino tosco-emiliano). *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 21: 177-204.
- Dauvergné L., 2015. Grenouille rousse - *Rana temporaria* Linnaeus, 1758. In: GHRA - LPO Rhone-Alpes. *Les Amphibiens et Reptiles de Rhone-Alpes*. LPO coordination Rhone-Alpes, Lyon, pp. 244-251.
- Delmastro G., 1999. *Rana temporaria* Linnaeus, 1758. In: Andreone F., Sindaco R., (a cura di). Erpetologia del Piemonte e della Valle D'Aosta, in Atlante degli Anfibi e dei Rettili. *Mus. Reg. Sc. Nat. - Monografie XXVI* (1998): 186-187.
- Di Nicola M.R., Cavigioli L., Luiselli L., Andreone F., 2019. *Anfibi & Rettili d'Italia*. Edizioni Belvedere, Latina, 'le scienze' (31), 568 pp.
- Di Toro F., Minuti G., Coppari L., De Albeniis M., Laghi P., Scaravelli D., Ricciardi V., Bruni G., 2021. *Rana temporaria* on Monti della Laga (Central Italy): isolated population or wide distribution? First record in Abruzzo and Marche. *Acta Herpetol.*, 16 (1): 45-51.
- Dodd M.H.I., Dodd J.M., 1976. *The biology of metamorphosis*. Physiology of the Amphibia - III. Academic Press. pp. 467-599.
- Dondini G., Vergari S., 2007. *Anfibi, Rettili e Mammiferi dell'Appennino Pistoiese*. Itinerari Ed., San Marcello Pistoiese, 88 pp.
- Dondini G., Vergari S., 2009. *Natura sull'Appennino Pistoiese (Toscana settentrionale)*. Ghezzeno (Pi), Felici ed., 193 pp.
- Duguet R., Melki F. (eds), 2003. *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg*. Biotope, Mèze, Collection Parthénope.
- Gentili A., Barbieri F., 2002. *Anfibi e rettili del Parco dell'Adamello e del Parco dell'Alto Garda Bresciano*. La Cittadina, Gianico, Brescia, 96 pp.
- Gosner K.L., 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *J. Herpetol.*, 7: 337-361.
- Griffiths R.A., Raper S.J., 1994. How many clumps are there in a mass of frog spawn? *Brit. Herp. Soc. Bull.*, 50: 14-16.
- Grosset O., Guyétant R., 2012. *Rana temporaria* Linnaeus, 1758. In: Lescure J., Massary de J.-C., (coords). *Atlas des Amphibiens et Reptiles de France*. Biotope, Mèze; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection inventaires & biodiversité), pp. 140-141.
- Grossenbacher K., 1988. *Atlas de distribution des Amphibiens*

- de Suisse. Ligue Suisse pour la protection de la nature. Doc. Faun. Helv., Basilea, n. 8, 208 pp.
- Grossenbacher K., 1990. *La rana temporaria: biologia e protezione*. Karch, Berna.
- Grossenbacher K., 2004. '*Rana temporaria* Linnaeus 1758'. In: Gasc J.-P., Cabela A., Cnrobnya-Isailovich J., Dolmen D., Grossenbacher K., Haffner P., Lescure J., Martens H., Martinez Rica J.-P., Maurin H., Oliveira M., Sofianidou T., Veith M. & Zuiderwijk A., (a cura di), *Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe*, Réédition, Paris, Soc. Eur. Herp. & Mus. Nat. d'Hist. Nat. (IEGB/SPN), pp. 158-159.
- Guyétant R., 1986. Les Amphibiens de France. In: *Rev. fr. Aquar. Herp.*, **13** (1-2).
- Guyétant R., 1989. *Rana temporaria* (Linné, 1758) Grenouille rousse. In: *Atlas de répartition des Amphibiens et Reptiles de France*. Société herpétologique de France, Paris, pp. 92-93.
- Guyétant R., Miaud C., Battesti Y., Nelva A., 1994. Caractéristiques de la reproduction de la grenouille rousse *Rana temporaria* L. (*Amphibia*, *Anura*) en altitude (Massif de la Vanoise, Alpes du nord). *Bull. Soc. Herp. Fr.*, **71-72**: 13-21.
- Heusser H., 1961. Die Bedeutung der auseren Situation im Verhalten einiger Amphibienarten. *Rev. Suisse Zool.*, **68** (1): 1-39.
- Heusser H., 1968. Wie Amphibien schützen?. *Naturforsch. Ges.*, Schaffhausen, Flugblatt, Ser. II, n. 3. pp. 3-12.
- Heyer W.R., Donnelly M.A., Mc Diarmid R.W., Hayeck L.A.C., Foster M.S., 1994. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution. USA.
- Honegger R.E., 1981. *Threatened Amphibians and Reptiles in Europe*. Council of Europe - European Committee for the Conservation of Nature and Natural Resources. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 159 pp.
- Jacob J.P., Kinet T., 2007. La grenouille rousse - *Rana temporaria* (Linnaeus, 1758). In: Jacob J.-P., Percsy C., de Wavrin H., Graitson E., Kinet T., Denoel M., Paquay M., Percsy N., Remacle A., 2007. *Amphibiens et Reptiles de Wallonie*. Aves - Rainne et Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois (MRW-DGRNE), Série Faune - Flore - Habitats n. 2, Namur, Belgique. pp. 180-193.
- Lanza B., 1946. La *Rana temporaria* L. sull'Appennino toscano-emiliano. *Monit. Zool. It.*, **55**: 45-52.
- Lanza B., 1965. Il *Triturus alpestris* (Laurenti) e la *Rana temporaria* L. sull'Appennino. *Arch. bot. biogeogr. it.*, **10** (3-4): 261-272.
- Lanza B., 1983. Anfibi, Rettili (*Amphibia*, *Reptilia*). *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*. CNR, Vol. 27, Roma, 198 pp.
- Lanza B., Lotti S., Catelani T., 2006. *Amphibia Anura* donated by Benedetto Lanza to the Museo di Storia Naturale, University of Florence. Catalogue with morphological, taxonomic and biological data, plus an updating of the paper on *Caudata*. *Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Trieste*, **52**: 87-202.
- Losacco U., 1940. Appunti sulla morfologia glaciale dell'Appennino settentrionale. *Boll. R. Soc. Geogr. It.*, ser. VII, **5**: 86-107.
- Losacco U., 1982. Gli antichi ghiacciai dell'Appennino settentrionale - Studio morfologico e paleogeografico. *Atti Soc. Nat. Mat. di Modena*, 113.
- Mancini F., 1958. I terrazzi quaternari del fiume Lima (Appennino Toscano). *Riv. Geogr. It.*, anno LXV, fasc. IV, pp. 281-313.
- Marcadour B., Desnoues L. (coord.), 2015. *Programme d'actions régionales en faveur de la grenouille rousse - Rana temporaria - dans les Pays de la Loire. Bilan des actions 2012-2014*. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, CPIE Sèvre et bocage.
- Mazzotti S., Caramori G., Barbieri C., 1999. Atlante degli Anfibi e Rettili dell'Emilia-Romagna (Aggiornamento 1993/1997). *Quad. Staz. Ecol. Civ. St. nat. Ferrara*, **12**, 128 pp.
- Meyer A., Zumbach S., Schmidt B., Monney J.-C., 2009. *Les amphibiens et les reptiles de Suisse*. Haupt Verlag, Bern - Stuttgart - Wien, 336 pp.
- Miaud C., Muratet J., 2004. *Identifier les oeufs et les larves des amphibiens de France*. INRA Ed., Paris, 204 pp.
- Nincheri R., 2011. Il torrente Orsigna al Ponte del Saltello: un ambiente umido da proteggere nella Valle dell'Orsigna. *L'Universo*, anno XCI, n. 5 (sett.-ott.), Ist. Geogr. Mil., Firenze, pp. 724-752.
- Nincheri R., Vezzani A., 2016. Censimento sugli Anfibi e i Rettili della Montagna Pistoiese (2004-2012) - Risultati preliminari. *L'Universo*, n. 4 (lug.-ago.), anno XCVI: 644-793, Ist. Geogr. Mil., Firenze.
- Pinston H., Craney E., 1993. Relations entre la dynamique fluviale naturelle et les peuplements d'Amphibiens: le cas de la basse vallée du Doubs. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, **67-68**: 21-47.
- Raffaelli M., Mori Secci M., Mariotti Lippi M., Fiorini G., 1997. Indagini floristico-vegetazionali e actuopalinologiche sul Lago Baccio e sul Lago del Greppo (Appennino Tosco-Emiliano). *Webbia*, **51** (2): 201-235.
- Razzetti E., Zanghellini S., Bernini F., 2007. *Rana temporaria* Linnaeus, 1758. In: *Amphibia - Fauna d'Italia*. vol. XLII, (pp. 417-424). (opera a cura di: Lanza B., Andreone F., Bologna M., Corti C., Razzetti E.). Ed. Calderini, Bologna. IX+540 pp.
- Sacco F., 1893. Lo sviluppo glaciale nell'Appennino settentrionale. *Boll. CAI*, vol. XXVII: 263-282.
- Sestini A., 1926. Forme glaciali e antico limite delle nevi nell'Appennino settentrionale. *Riv. Geogr. It.*, **XLIII**: 293-298.
- Speybroeck J., Beukema W., Bok B., Van Der Voort J., 2016. *Field Guide to the Amphibians & Reptiles of Britain and Europe*. Bloomsbury Publishing Plc.
- Stoch F., 2005. Piccole Acque. In: Pozze, stagni e paludi. *Quaderni Habitat* n. 11. Museo Friulano di Storia naturale - Comune di Udine, 160 pp.
- Tedaldi G., 2003. *Anfibi e Rettili nel Parco*. Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi. Quaderni del Parco - Serie Natura. San Giustino Umbro (PG), 54 pp.
- Tedaldi G., 2005. *Gli Anfibi e i Rettili* (pp. 155-168). In: Agostini N., Senni L., Benvenuto C. (eds.). *Atlante della biodiversità del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi*. Vol. 1. Ente Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Forlì-Cesena.
- Townson S., 1996. Estimating the size of Common Frog (*Rana temporaria*) populations. *Brit. Herp. Soc. Bull.*, **55**: 41-42.
- Vacher J.-P., Cheylan M., Lourdaï O., Miaud C., Thirion J.-M., 2012. Ménaces et Conservation. In: *Atlas des Amphibiens et Reptiles de France*: 41-56. Biotope, Mèze; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires & biodiversité).
- Vanni S., Nistri A., 2006. *Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Toscana*. ed. Regione Toscana, Firenze, 380 pp.
- Vences M., Puente M., Nieto S., Vieites D.R., 2002. Phenotypic plasticity of anuran larvae: environmental variables influence body shape and oral morphology in rana temporaria tadpole. *J. Zool.*, **257**: 155-162.
- Vergari S., Dondini G., Zuffi M.A.L., 2016. Seasonal dynamic of a mountain lake in the northern Apennines: the case of 'Lago Nero' (Toscana - Pistoia). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie B*, **123**: 93-97.



# Historical sketch of Primates in Italian Zoological Gardens and their scientific relevance

Spartaco Gippoliti<sup>1</sup>, Dario Frascchetti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IUCN/SSC Primate Specialist Group, Viale Liegi 48 –00198 Roma. e-mail: spartacolobus@hotmail.com

<sup>2</sup> Società Italiana per la Storia della Fauna “G. Altobello”, Viale Manzoni, 28 –00185 Roma. e-mail: dariofrascchetti@yahoo.it

Pervenuto il 30.9.2024; accettato il 25.10.2024

## Abstract

In the present paper, we present an overview on primates in zoological gardens in post-unitarian Italy with a special emphasis on their scientific relevance. We carried out an analysis of the current collections and a comparison with historical data. Additionally, we provided an analysis of the scientific research concerning primates in Italian zoological gardens in the last 14 years. A significant difference between the frequency of the different research categories and the studied species was found. More than half of the publications concerned ethology and the majority of the species was studied in only a single publication while a lower number of species was the subject of a relatively high number of ethological publications such as *Lemur catta* and *Mandrillus sphinx*.

KEY WORDS: primates / zoological gardens / scientific research / historical overview

## Quadro storico e rilevanza scientifica dei Primati nei giardini zoologici italiani

In questo articolo presentiamo una panoramica dei primati nei giardini zoologici dell'Italia post-unitaria con un' enfasi sul loro ruolo scientifico. Abbiamo svolto un' analisi delle collezioni attuali e un confronto con i dati storici. Inoltre, abbiamo svolto un' analisi della ricerca scientifica sui primati nei giardini zoologici italiani negli ultimi 14 anni. Una differenza significativa tra la frequenza delle diverse categorie di pubblicazioni scientifiche e le specie studiate è stata trovata. Oltre la metà delle pubblicazioni riguardava l' ambito etologico. La maggioranza delle specie è stata studiata in una singola pubblicazione mentre un ridotto numero di specie come *Lemur catta* e *Mandrillus sphinx* è stato oggetto di un numero relativamente alto di pubblicazioni.

PAROLE CHIAVE: primati / giardini zoologici / ricerca scientifica / panoramica storica

## INTRODUCTION

Despite the historical traditions in the development of Natural History along the Italian Peninsula during Renaissance, literature concerning the keeping of wild animals, especially Primates, in menageries and zoological gardens has received relatively scarce attention, despite a recent increase of historical interest (Masseti & Veracini, 2010). The fact that Italy was one of the last European countries to have a long-lasting modern zoological garden (1911 in Rome) and that similar institutions were extremely rare until the economic boom of the 1960s exemplify the critical relationship between modern Italians and wildlife (Gippoliti, 2021a). Today there is still a lack of literature concerning the

activities and history of Italian zoological gardens. While zoologists have produced some publications on this topic (Finotello, 2004; Gippoliti, 2010), the majority of publications has been produced by local historians with little scientific background (Argnani and Silimbani, 2011; Robecchi, 2014). However, even if sketchy, the growing literature may provide crucial data to researchers interested in the development of zoo biology and zoo history in Italy. As an example of this kind of research, we highlight a recent paper on the history of polar bears in Italian zoos, a contribution to a finer knowledge of the species in confined habitats (Frascchetti, 2022).

## MATERIALS AND METHODS

Literature sources provided most data on the history of primates in Italian zoos, and one paper provided clues of the relationship between zoos and the study of primate biology in Italy (Gippoliti, 2021b). Regarding the current situation, in order to provide a description of the current primate collections of Italian zoos, we accessed from the Zoo Information Management System data concerning the species kept and respective number of zoos which keep them on August 29<sup>th</sup> 2024 (<http://zims.species360.org/>). As a conspicuous number of Italian zoological gardens does not have a ZIMS subscription, data for those institutions was accessed from the public website Zootierliste (<https://www.zootierliste.de>) on August 29<sup>th</sup> 2024. We made a descriptive analysis concerning the representation of the different families and the number of zoos which keep the different species.

To investigate the current scientific role of the primate collections of licensed Italian zoological gardens, we performed a literature search on Google Scholar on 7<sup>th</sup> September 2024. We searched the name of each licensed zoological garden as of September 2023 (<https://www.mase.gov.it>) followed by the word “Primates”. Only papers on peer reviewed journals published from 2010 were considered. For each paper we reported the species involved (from herein studied species), which were mentioned either in the materials or in the supplementary materials of each paper we found with our literature search. Papers involving both Italian and foreign zoos were not considered when it was not possible to determine which were the species kept in Italian zoos. Similarly, papers involving the group of *Sapajus apella* belonging to the CNR were not included, despite the animals being located within the premises of the Bioparco in Rome. We then assigned each paper to an exclusive category based on the topic. We chose the categories described in Table I. We then carried out descriptive analyses on the studied species, and the aforementioned categories. We carried out a chi-squared test with a significance level of  $p < 0.05$  in order to infer if there a significant difference between the research categories and the number of studied species and between the number of publications for each species in each category. For the second test we divided the species in four categories:

species studied in a single publication, in two to four publications, in five to nine publications, and in more than ten publications.

## LIVING PRIMATES IN ITALY

Primates had a critical role in shaping our understanding of nature and later of evolutionary theories. Following the publication of Darwin's *On the Origin of Species*, a growing debate interested even Italy, where at the time Rome was still under the Pope's rule. In 1864 Filippo De Filippi held a famous conference in Turin titled *L'uomo e le scimmie* (On man and monkeys, 1864). At that time people could observe monkeys, gibbons, and young orangutans at the Royal Zoological Garden, which was open to visitors only when the King was not in Turin. In Florence, at the time capital of Italy, a conference by the Russian physiologist Aleksandr Herzen *Sulla parentela tra l'uomo e la scimmia* (on relationship between man and monkey) was held (1869) and produced a considerable debate on Darwinism principles applied to our own species.

King Vittorio Emanuele II encouraged the creation of a public Zoological Garden in Florence but, from the data available, no apes were kept there. Therefore, most Italians could only see living young apes occasionally in travelling menageries that were also the only source available to most anatomists and zoologists. In 1888 a young chimpanzee died in the Back Menagerie and provided unique material for the Turin Anatomists Carlo Giacomini and Giuseppe Sperino (Sperino, 1898). Apparently, there was little opportunity to describe the behaviour of monkeys and apes. Michele Lessona was the only zoologist to be familiar with orangutans living in Turin (Fig. 1) (Lessona, 1889). His ideas on how to keep this species in captivity (i.e. in a complex indoor environment; Gippoliti, 2000) and the need of conspecifics, the keepers and their families demonstrates a full acknowledgement of the elevated psychological needs of young orangutans. Little is known about eventual psychological-behavioural observations, but Paolo Lioy reported some observations by Lessona at his request on the use of the right or left hand by monkeys in the Turin Zoological Garden and a little chimpanzee in a travelling menagerie (Lioy, 1873).

**Table I.** Categories assigned to each paper and their definition.

Category	Definition
Ethology	Self-explanatory
Husbandry	dealt with how the animals are or have been kept and managed in a zoological garden
Microbiology	dealt with seroprevalence or molecular analyses of bacteria, viruses, and gut bacteria
Molecular biology	dealt with analyses on Primates DNA
Parasitology	dealt with parasite infections or their molecular analyses
Veterinary sciences	dealt with clinical cases, histological analyses, or treatment of infections



**Figure 1.** Monkey house of the Regio Giardino Zoologico di Torino at the end of the 19<sup>th</sup> century (Archivio Gippoliti).

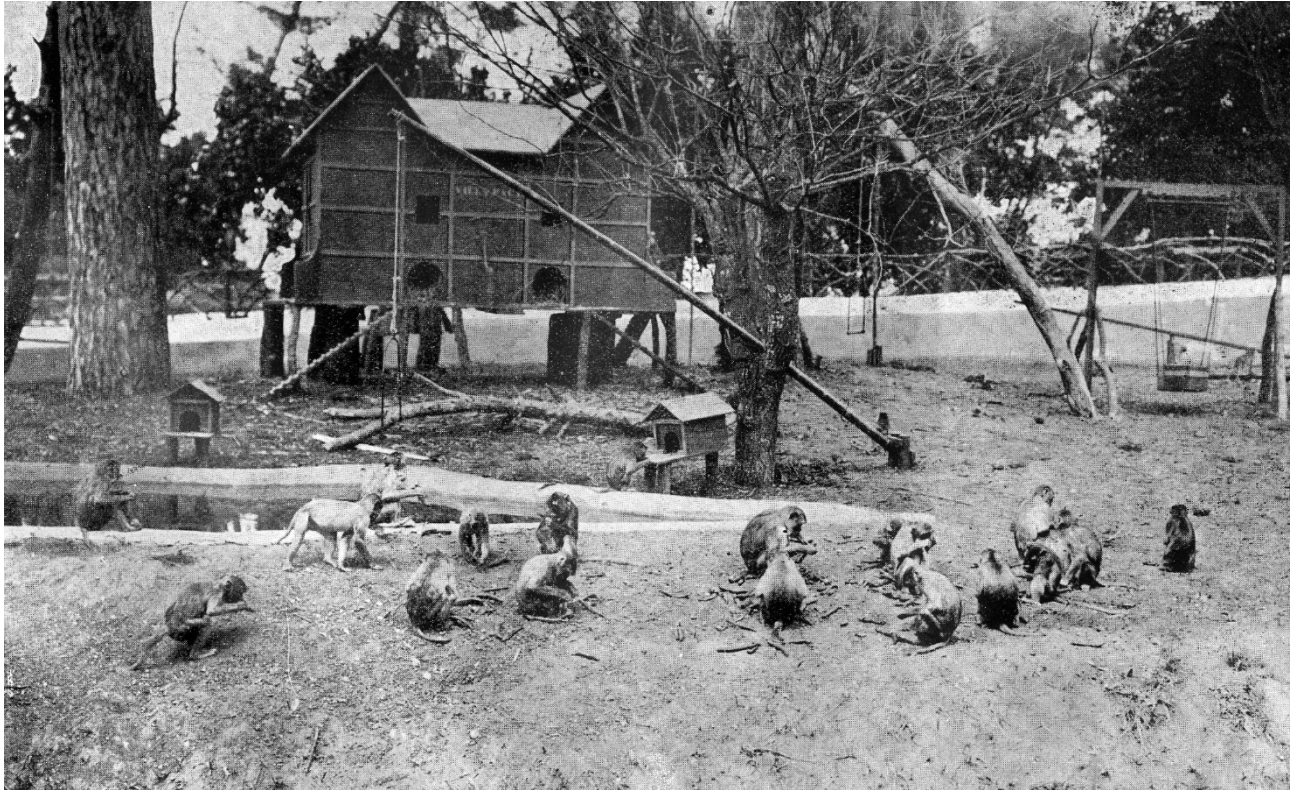
Despite the lack of zoological gardens, primates were certainly held with a variable degree of success by private holders and in the gardens of some cities. The nobleman and surgeon Enrico Cartolari (1881-1969) held in his native Verona a small private menagerie that included not only a giraffe, but also at least one *Chlorocebus pygerythrus*, *Macaca rhesus* and *Eulemur macaco*. Today some data may be extracted from the records of the oldest museum collections. Among the most scientific-oriented holders, we would like to cite the naturalist Giuseppe Scarpa (1851-1937) in Treviso, founder of an important natural history collection now at the Seminario Arcivescovile in Treviso (Zanata *et al.*, 2011). According to a note published by Giovanni Battista Torossi, Scarpa kept in his home a long-lived howler monkey *Alouatta*, a breeding pair of marmosets *Callithrix*, a lion tamarin *Leontopithecus rosalia* (Linnaeus, 1766) and a night monkey *Aotus* sp. (Torossi, 1897). On 8<sup>th</sup> May 1907 he acquired a spider monkey *Ateles hybridus* (I. Geoffroy, 1829) who lived until 2<sup>nd</sup> May 1934 and whose skeleton and mounted skin are now preserved as almost all primates that died in his home (Zanata *et al.*, 2011). Other species he held include young chimpanzees and orangutans for short periods, and species of genera *Eulemur*, *Loris*, *Cercopithecus*. Regrettably, it seems that Scarpa wrote nothing about his activity as captive animal breeder, although he recorded a lot of details with the specimens of his museum. We were not able to document any scientific interest toward primate behaviour in the first 50 years of post-unification Italy.

The opening of a large zoological garden in Rome in 1911 for the International Exhibition celebrating the 50<sup>th</sup> anniversary of Italy's unification offered new research opportunities. Managed by the German zoologist Theodor Knottnerus-Meyer (1876-1936), the collection provided by Carl Hagenbeck included apes, monkeys and lemurs. Knottnerus-Meyer documented some observations about the pair of chimpanzees, specifically about the ventro-

ventral position assumed during mating (Knottnerus-Meyer, 1914). At the time no chimpanzee had ever been bred in zoos. In the same report the author also noted that a male *Eulemur macaco* born in Rome in 1911 was already sexually mature in 1913 but two years later his colour was black only on the head, tail and hands. He also reported that in June 1914 an infant of the rare *Macaca hecki* (Matschie, 1901) was born with his face and hands of a white-pinkish colour and these gained a black colour, like the one of his parents, when he was four months old. These detailed observations by Knottnerus-Meyer ceased with the War when he was forced to return to Germany. After 1920 he resumed the role of scientific director of the Giardino Zoologico and describe additional behavioural observations in a popular book that was widely known internationally (Knottnerus-Meyer, 1926). In this volume Knottnerus-Meyer described his observation on the macaque colonies which at the times were kept in the "Villaggio delle scimmie" (Figure 2). He argued that in primates the main drive behind grooming was the search for crystallised secretions, which the animals would later eat, and that primates who had constant access to a pool, as was the case in Rome, engaged less frequently in this behaviour. This theory was partly criticised by Ewing (1935) who argued that monkeys do not produce crystallised secretions due to sweating but during grooming they tend to eat hair covered with salty secretions.

In 1917 Gioacchino Leo Sera (Rome 1878-Florence 1960) improved Italian contribution to Primatology by creating in Pavia the first journal dedicated to Primates, the short-lived *Giornale per la Morfologia dell'Uomo e dei Primati*. Sera's research programme included an extensive study of most of the primatological collections found in the major Italian Zoological and Anthropological museums (mainly Genoa, but also Turin, Milan, Pisa, Florence, Pavia, and Rome; Sera, 1918). Furthermore, in one of his primatological papers (Sera, 1923) on the relationship between skeletal characters and locomotion in primates, he particularly acknowledged the help of Theodor Knottnerus-Meyer, «che gli facilitò le frequenti e lunghe visite al Giardino Zoologico di Roma, di cui tanto giovamento ha tratto questo lavoro» (Sera, 1923). Specifically, Sera cites his observations of two geladas *Theropithecus gelada*, in Rome reporting their scarce arboreal capabilities. Oscar de Beaux studied specimens he collected in the Hagenbeck Tierpark and later deposited to the Museo di Storia Naturale in Genoa. His main interest in primatology was the use of *os penis* as a taxonomic character, especially in the genus *Macaca* and in Homiidae (de Beaux, 1917a, 1917b, 1929). He also developed a small zoological garden in the park of Nervi but at the outbreak of war in 1940 the zoo was dismantled without any known scientific contribution to primatology (Gippoliti, 2006a).

In the subsequent years, the scientific contribution



**Figure 2.** Macaques in the Villaggio delle scimmie at Giardino Zoologico di Roma in the 1920s (Knotterus-Meyer, 1925).

of Italian zoological gardens to primatology was quite scarce if non-existent. An inversion of this trend took place only after the end of WWII at the Giardino Zoologico di Roma. In particular, the appointment of the new veterinary Bertolino in 1952 (Gippoliti, 2010) led to an increase of veterinary publications concerning primates. Among his research we remember the description of parasitosis in geladas (Bertolino, 1957) and tuberculosis on a number primate species (Bertolino, 1958) for which a list of individuals was provided, albeit without a scientific name (Table II).

In the 1960s Brunetto Chiarelli from the University of Turin was the first Italian professor of Primatology. He established a Primatological Centre in the Giardino Zoologico di Torino (Torchio, 1963), which under Alulah Taibel's direction in the late 1950s had already published the scientific bulletin *Zoo-Bollettino dei Giardini Zoologici di Milano e Torino* (Gippoliti, 2019). Chiarelli's research involved mainly molecular biology as he published the description of the Chromosomes of the orangutang (*Pongo pygmaeus* at the time) using samples from two individuals (1.1) kept in the Giardino Zoologico di Roma (Chiarelli, 1961). It is now known that the male belonged to *Pongo abelii* and the female to *Pongo pygmaeus* (Gippoliti and D'Alessandro, 2013). Chiarelli also used samples from different Italian zoological gardens for three publications concerning the morphometric analysis

of primate chromosomes (Chiarelli 1962a, 1962b, 1963). A list of the animals studied by Chiarelli in these three publications is provided on Table III. This list has an important value as it provides a glimpse of the primate collections as it includes several species which are no longer kept in Italian zoological gardens or in captivity altogether. It is also important mentioning that for these publications Chiarelli also used samples from animals belonging to the Busacchi animal dealer company which used to dispatch animals to different Italian institutions. Among these we find, 1.1 *Pan troglodytes*, 1.0 *Papio hamadryas*, and 1.0 *Symphalangus syndactylus*.

The 1980s saw the development of behavioural research on primates in Italian zoological gardens. This was mainly possible thanks to the collaboration between the Institute of Comparative Psychology of the National Research Council (CNR) and the Giardino Zoologico di Roma which led to the development of two research projects. One involved the study of behaviour and cognitive development of a colony of *Sapajus apella* which lived in the Giardino Zoologico (Fig. 3) but was owned and managed by the CNR (Antinucci and Visalberghi, 1986). The other project involved the intensive study of a colony of Japanese macaques *Macaca fuscata* which was donated to the Giardino Zoologico in 1977 from Japanese authorities and which was kept in the newly refurbished Villaggio delle Scimmie. Research on this

**Table II.** List of all the primate species mentioned by Bertolino (1958). As only the common names were reported, we listed the Italian common name and inferred the most likely scientific name. The individuals read as males and females. For example 5.1 Amadriade means five males and one female.

Name reported	Likely scientific name	Individuals
Amadriade	<i>Papio hamadryas</i> (Linnaeus, 1758)	5.1
Babuino	<i>Papio cynocephalus</i> (Linnaeus, 1766)	0.2
Cappuccino a gola bianca	<i>Cebus capucinus</i> (Linnaeus, 1758)	1.1
Cebo dai cornetti	<i>Sapajus apella</i> (Linnaeus, 1758)	1.1
Cercopiteco a gola bianca	<i>Cercopithecus albogularis</i> (Sykes, 1831)	2.1
Cercopiteco a mani nere	<i>Chlorocebus pygerythrus</i> (F. Cuvier 1821)	4.0
Cercopiteco giallo-verde	<i>Chlorocebus sabaues</i> (Linnaeus, 1766)	1.2
Cercopiteco grigioverde	<i>Chlorocebus aethiops</i> (Linnaeus, 1758)	2.4
Cinopiteco	<i>Macaca nigra</i> (Desmarest, 1822)	0.1
Drillo	<i>Mandrillus leucophaeus</i> (F. Cuvier, 1807)	0.1
Gelada	<i>Theropithecus gelada</i> (Rüppell, 1835)	0.2
Gibbone	<i>Hylobates</i> sp.	1.1
Hulmann	<i>Semnopithecus</i> sp.	0.1
Macaco	<i>Macaca fascicularis</i> (Raffles, 1821)	1.1
Mandrillo	<i>Mandrillus sphinx</i> (Linnaeus, 1758)	0.1
Mangabè a gola bianca	<i>Cercocebus lunulatus</i> (Temminck, 1853)	1.0
Mangabè a testa rossa	<i>Cercocebus torquatus</i> (Kerr, 1792)	1.0
Mona	<i>Cercopithecus mona</i> (Schreber, 1774)	0.2
Rhesus	<i>Macaca mulatta</i> (Zimmermann, 1780)	1.0
Sileno	<i>Macaca silenus</i> (Linnaeus, 1758)	1.0

**Table III.** A list of all the species kept in Italian zoological gardens mentioned by Chiarelli (1962a, 1962b, 1963) with the respective number of individuals and the institution. The individuals read as males and females. For example in the case of *Macaca mulatta* 2.1 means two males and one female. We update the taxonomy when needed.

Species	Individuals	Italian zoological garden
<i>Cercocebus galeritus</i> (Peters, 1879)	2.0	Roma
<i>Cercocebus torquatus</i> (Kerr, 1792)	4.0	Roma
<i>Hylobates lar</i> (Linnaeus, 1771)	2.1	Napoli (1.0) Torino (1.1)
<i>Hylobates agilis</i> (F. Cuvier, 1821)	2.2	Napoli (1.0) Roma (2.1)
<i>Hylobates moloch</i> (Audebert, 1798)	1.0	Napoli
<i>Lophocebus albigena</i> (Gray, 1850)	1.0	Napoli
<i>Lophocebus aterrimus</i> (Oudemans, 1890)	1.2	Roma
<i>Macaca assamensis</i> (M'Clelland, 1839)	1.1	Torino
<i>Macaca fascicularis</i> (Raffles, 1821)	0.1	Roma
<i>Macaca fuscata</i> (Blyth, 1875)	0.1	Torino
<i>Macaca mulatta</i> (Zimmermann, 1780)	2.1	Roma (1.1) Torino (1.0)
<i>Macaca silenus</i> (Linnaeus, 1758)	1.1	Torino
<i>Macaca sylvanus</i> (Linnaeus, 1758)	1.0	Torino
<i>Mandrillus sphinx</i> (Linnaeus, 1758)	1.1	Roma
<i>Mandrillus leucophaeus</i> (F. Cuvier, 1807)	1.1	Roma (1.0) Torino (0.1)
<i>Pan troglodytes</i> (Blumenbach, 1775)	1.1	Roma (0.1) Torino (1.0)
<i>Papio cynocephalus</i> (Linnaeus, 1766)	2.0	Roma
<i>Papio hamadryas</i> (Linnaeus, 1758)	0.3	Torino
<i>Pongo abelii</i> (Lesson, 1827)	1.0	Roma
<i>Pongo pygmaeus</i> (Linnaeus, 1766)	0.1	Roma
<i>Theropithecus gelada</i> (Rüppell, 1835)	1.1	Roma



colony involving topics such as mother-infant relationship, allogrooming, aggression and competition, and demography was carried out in the subsequent decades and a review of over 20 years of research on this colony and its main findings is found in Majolo *et al.* (2005). Other taxa studied at the Giardino Zoologica di Roma were the western lowland gorilla *Gorilla gorilla gorilla* (Savage, 1847) particularly Romina the only gorilla to have been born in an Italian zoo (Visalberghi, 1984) and Javan macaques *Macaca fascicularis* (Troisi and Schino, 1987). In the same decade, behavioural research in other Italian zoological gardens was quite scarce with some studies carried out at the Giardino Zoologico di Torino on pig-tailed macaques *Macaca nemestrina* (Figure 4) (Giacoma, 1983; Giacoma and Messeri, 1992) before its closure in 1988 and at the Cavriglia Natural Park on its colony of *Macaca fuscata* (Camperio Ciani *et al.*, 1984; Lunardini, 1989; Corradino 1990). Additionally, the 1980s saw the foundation of the API-Associazione Primatologica Italiana (De Stefano, 1984-1985). During the 2000s, other Italian zoological gardens, namely Giardino Zoologico Città di Pistoia and Parco Natura Viva, started to publish primatological research. In the first zoological garden research focus mainly on *Lemur catta* thanks to a collaboration with the University of Pisa (Palagi *et al.*, 2002; 2005; Palagi, 2009), while in the other behavioural research has been carried out on larger number of species (Gippoliti, 2021b).

## COLLECTIONS

The first comprehensive checklist of the primate species kept in Italian zoological gardens was produced at the end of the 1980s by Gandini and Rocca (1988). Table IV reports a copy of this checklist with updated taxonomy. At the time 35 species were kept in Italian zoological gardens with nearly 60% of them (20 species) belonging to the Cercopithecidae family while the remaining families were not represented by more than five species. Seven species were represented by only a single individual and over one third of the species (37%) was kept in a single institution. At the time, the most common species (i.e. the ones found in more than 10 zoological gardens) all belonged to the Cercopithecidae: *Chlorocebus aethiops*, *Macaca fascicularis*, *Macaca nemestrina*, and *Papio hamadryas*.

Italian zoological gardens keep 50 species of primates belonging to eight families (Table V). The two families represented by the highest number of species are Cercopithecidae and Cebidae, represented respectively by 16 and 15 species. The other taxa are represented by less than 10 species with Lemuridae being represented by eight species while all the other families are represented by less than five species. Most species are kept either in one institution (23 out of 50) or in less than five (20 out of 50). The most common Lemuridae species are the

ring-tailed lemur *Lemur catta* being kept in 17 institutions, followed by the two *Varecia* species *V. rubra* and *V. variegata* which are both kept in nine institutions. In the case of South-American primates the most common species belong to Cebidae, respectively *Saguinus oedipus*, *Sapajus apella* (both kept in eight zoological gardens), and *Callithrix jacchus* (six zoological gardens) while species belonging to Atelidae and Pitheciidae are not common. Despite being the family represented by the highest number of species, the majority of Cercopithecidae species are kept in less than five zoological gardens with only *Macaca fuscata* being kept in six institutions. In the case of Hominoidea, *Hylobates lar* (Hylobatidae) and *Pan paniscus* (Hominade) are both kept in six zoos each while the remaining species are kept in four institutions or less.



**Figure 3.** Two individuals of *Sapajus apella* from the colony studied by the CNR. The animals still live in the Bioparco di Roma and are visible to the public but are managed by the CNR (Photo S. Gippoliti)



**Figure 4.** *Macaca nemestrina* at the Giardino Zoologico di Torino in 1985 (Photo P. Dollinger).

## CURRENT RESEARCH

We found 88 papers published between 2010 and 2024 and involving 36 species of primates kept in Italian zoos (Figure 5). The chi-squared test indicated a significant difference between the frequencies of the publications of each category and those of the studied species (chi-squared=11.51, d.o.f.=5; p-value=0.042). Ethological research was the focus of 55% of publications (48 out

of 88) (Figure 5). The second most-represented category was veterinary sciences with roughly 20% of publications, followed by microbiology and parasitology (respectively represented by eight and seven publications). Molecular biology and husbandry were the least common categories with respectively four and two publications each. An equal number of species (18) was studied in both ethological and veterinary publications. Respectively

**Table IV.** Checklist of the primates in Italian Zoological gardens, respective individuals and institutions from Gandini and Rocca (1988). The individuals read as total, males, females, and indeterminate. For example, in the case of *Chlorocebus aethiops* 43 (20.20.3) means 43 individuals in total of which 20 are males, 23 are females and three are of indeterminate sex.

Family	Species	Individuals	Institutions
Lemuridae	<i>Eulemur macaco</i> (Linnaeus 1766)	4 (2.2)	1
	<i>Lemur catta</i> (Linnaeus, 1758)	1 (1.0)	1
Atelidae	<i>Ateles paniscus</i> (Linnaeus, 1758)	4 (2.1.1)	1
Cebidae	<i>Cebus capucinus</i> (Linnaeus, 1758)	7 (5.2)	2
	<i>Saimiri</i> sp.	18 (8.9.1)	5
	<i>Sapajus apella</i> (Linnaeus, 1758)	9 (5.4)	2
Cercopithecoidea	<i>Cercopithecus diana</i> (Linnaeus, 1758)	4 (3.1)	3
	<i>Cercopithecus mona</i> (Schreber, 1774)	7 (2.5)	4
	<i>Cercopithecus nictitans</i> (Linnaeus, 1766)	5 (4.1)	2
	<i>Cercopithecus petaurista</i> (Schreber, 1774)	1 (1.0)	1
	<i>Cercocebus lunulatus</i> (Temminck, 1853)	11 (4.7)	2
	<i>Chlorocebus aethiops</i> (Linnaeus, 1758)	43 (20.20.3)	12
	<i>Colobus guereza</i> (Rüppell, 1835)	1 (1.0)	1
	<i>Erythrocebus pata</i> (Schreber, 1775)	6 (1.5)	1
	<i>Macaca arctoides</i> (I. Geoffroy, 1831)	5 (4.1)	3
	<i>Macaca assamensis</i> (McClelland, 1839)	4 (2.2)	2
	<i>Macaca fascicularis</i> (Raffles, 1821)	80 (39.22.19)	10
	<i>Macaca fuscata</i> (Blyth, 1875)	77 (33.42.2)	2
	<i>Macaca nigra</i> (Desmarest, 1822)	1 (0.1)	1
	<i>Macaca mulatta</i> (Zimmermann, 1780)	54 (30.23.2)	9
	<i>Macaca nemestrina</i> (Linnaeus, 1766)	41 (22.19)	10
	<i>Macaca sylvanus</i> (Linnaeus, 1758)	9 (4.4.1)	2
<i>Mandrillus sphinx</i> (Linnaeus, 1758)	6 (2.4)	2	
<i>Papio anubis</i> (Lesson, 1827)	18 (9.9)	6	
<i>Papio cynocephalus</i> (Linnaeus, 1766)	274 (5.4.265)	5	
<i>Papio hamadryas</i> (Linnaeus, 1758)	60 (25.28.7)	12	
Hylobatidae	<i>Hylobates lar</i> (Linnaeus, 1771)	9 (4.5)	4
	<i>Hylobates muelleri</i> (Martin, 1841)	2 (1.1)	1
	<i>Hylobates pileatus</i> (Gray, 1861)	1 (0.1)	1
	<i>Nomascus concolor</i> (Harlan, 1826)	2 (1.1)	2
Hominidae	<i>Gorilla gorilla</i> (Savage, 1847)	2 (1.1)	1
	<i>Pan paniscus</i> (Schwartz, 1929)	1 (1.0)	1
	<i>Pan troglodytes</i> (Blumenbach, 1775)	30 (13.17)	7
	<i>Pongo abelii</i> (Lesson, 1827)	1 (1.0)	1
	<i>Pongo</i> sp.	2 (0.2)	1



**Table V.** Species of primates kept in Italian Zoological gardens, the number of institutions in which they are kept, and the number of individuals reported on ZIMS. The individuals read as total, males, females, and indeterminate. For example, in the case of *Saguinus oedipus* 29 (11.12.6) means 29 individuals in total of which 11 are males, 12 are females and six are of indeterminate sex. For species which are kept only in institutions without ZIMS, n.a. was listed as the number of individuals.

Family	Scientific Name	Institutions	Individuals (ZIMS)	
Lemuridae	<i>Eulemur albifrons</i> (É. Geoffroy, 1796)	1	n.a.	
	<i>Eulemur coronatus</i> (Gray, 1842)	2	4 (2.2)	
	<i>Eulemur macaco</i> (Linnaeus 1766)	4	10 (7.3)	
	<i>Eulemur mongoz</i> (Linnaeus, 1766)	1	1 (1.0)	
	<i>Eulemur rubriventer</i> (I. Geoffroy, 1850)	2	n.a.	
	<i>Lemur catta</i> (Linnaeus, 1758)	17	87 (44.43)	
	<i>Varecia rubra</i> (É. Geoffroy, 1812)	9	6 (2.4)	
	<i>Varecia variegata</i> (Kerr, 1792)	9	15 (4.11)	
	Cheirogaleidae	<i>Microcebus murinus</i> (J. F. Miller, 1777)	1	5 (5.0)
Atelidae	<i>Alouatta caraya</i> (Humboldt, 1812)	1	2 (1.1)	
	<i>Ateles fusciceps</i> (Gray, 1865)	1	2 (2.0)	
	<i>Ateles paniscus</i> (Linnaeus, 1758)	1	n.a.	
Cebidae	<i>Callimico goeldii</i> (Thomas, 1904)	1	2 (1.1)	
	<i>Callithrix geoffroyi</i> (Humboldt, 1812)	2	5 (0.5)	
	<i>Callithrix jacchus</i> (Linnaeus, 1758)	6	3 (2.1)	
	<i>Cebuella pygmaea</i> (Spix, 1823)	2	1 (1.0)	
	<i>Leontopithecus chrysomelas</i> (Kuhl, 1820)	2	5 (2.3)	
	<i>Leontopithecus rosalia</i> (Linnaeus, 1766)	1	2 (2.0)	
	<i>Saguinus imperator</i> (Goeldi, 1907)	3	10 (8.1.1)	
	<i>Saguinus labiatus</i> (É. Geoffroy, 1812)	2	2 (2.0)	
	<i>Saguinus midas</i> (Linnaeus, 1758)	1	1 (0.1)	
	<i>Saguinus oedipus</i> (Linnaeus, 1758)	8	29 (11.12.6)	
	<i>Saimiri boliviensis</i> (I. Geoffroy and Blainville, 1834)	3	16 (8.8)	
	<i>Saimiri sciureus</i> (Linnaeus, 1758)	3	6 (2.4)	
	<i>Sapajus apella</i> (Linnaeus, 1758)	8	12 (5.7)	
	<i>Sapajus libidinosus</i> (Spix, 1823)	1	3 (1.2)	
	<i>Sapajus nigritus</i> (Goldfuss, 1809)	1	1 (1.0)	
Pitheciidae	<i>Pithecia pithecia</i> (Linnaeus, 1766)	2	11 (4.7)	
Cercopitheciidae	<i>Allochrocebus lhoesti</i> (P. Sclater, 1898)	1	2 (1.1)	
	<i>Cercocebus lunulatus</i> (Temminck, 1853)	1	5 (1.4)	
	<i>Cercopithecus cephus</i> (Linnaeus, 1758)	1	n.a.	
	<i>Cercopithecus mona</i> (Schreber, 1774)	1	3 (1.2)	
	<i>Cercopithecus neglectus</i> (Schlegel, 1876)	1	3 (2.1)	
	<i>Chlorocebus aethiops</i> (Linnaeus, 1758)	4	4 (2.2)	
	<i>Colobus guereza</i> (Rüppell, 1835)	3	5 (2.3)	
	<i>Macaca fascicularis</i> (Raffles, 1821)	1	n.a.	
	<i>Macaca fuscata</i> (Blyth, 1875)	6	66 (28.38)	
	<i>Macaca mulatta</i> (Zimmermann, 1780)	4	n.a.	
	<i>Macaca nemestrina</i> (Linnaeus, 1766)	2	2 (1.1)	
	<i>Macaca sylvanus</i> (Linnaeus, 1758)	4	14 (6.8)	
	<i>Mandrillus sphinx</i> (Linnaeus, 1758)	2	8 (2.6)	
	<i>Papio hamadryas</i> (Linnaeus, 1758)	3	n.a.	
	<i>Semnopithecus entellus</i> (Dufresne, 1797)	1	2 (1.1)	
	<i>Theropithecus gelada</i> (Rüppell, 1835)	1	4 (4.0)	
	Hylobatidae	<i>Hylobates lar</i> (Linnaeus, 1771)	6	14 (6.8)
		<i>Nomascus concolor</i> (Harlan, 1826)	1	2 (1.1)
		<i>Nomascus gabriellae</i> (Thomas, 1909)	2	8 (4.3.1)
<i>Symphalangus syndactylus</i> (Gloger, 1841).		4	12 (7.5)	
Hominidae	<i>Pan troglodytes</i> (Blumenbach, 1775)	6	14 (5.9)	
	<i>Gorilla gorilla</i> (Savage, 1847)	1	n.a.	

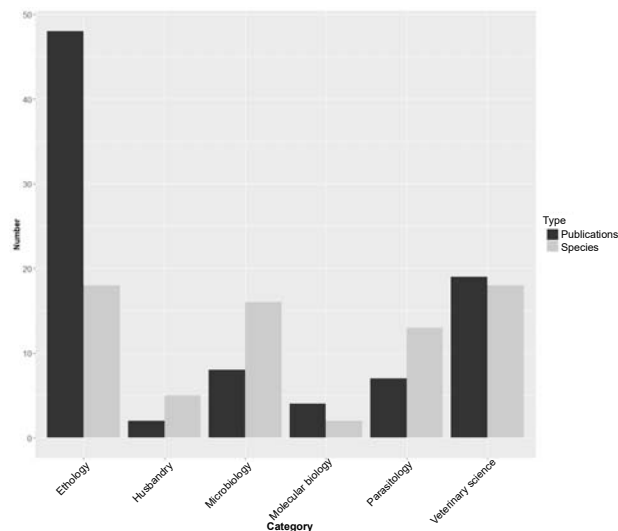
16 and 13 species were studied in microbiological and parasitological publications. Only five and two species were respectively involved in publications concerning husbandry and molecular biology.

Roughly 50% of the species have been studied in only one publication while around 42% have been studied in two to nine publications (Figure 6). Only four species have been studied in more than 10 publications: *Lemur catta* (26 publications), *Mandrillus sphinx* (18 publications), *Macaca fuscata* (13 publications), and *Pan troglodytes* (11 publications). When the species are broken down by the different research categories (Figure 6), the chi-squared test indicated a significant difference between the frequencies of the species studied in the different research categories (chi-squared=26.41, d.o.f.=15, p-value=0.033). In the case of ethological, parasitological, and veterinary research the majority of species was the subject of a single publication and a progressively smaller number of species was the subject of more publications. In the case of ethological research, two species *Mandrillus sphinx* and *Lemur catta* were studied in more than ten publications while *Macaca sylvanus* and *Pan troglodytes* were the only two species studied in five to nine publications. In the case of veterinary research *Lemur catta* and *Papio hamadryas* are the only two species which have been studied in more than four publications while in parasitology no species has been studied in more than four papers. Conversely, in the case of microbiology only 25% of the species have been studied in a single paper while the rest has been studied in two to four publications. In the case of molecular biology one species was studied in one publication and the other in three while in the case of husbandry all the species were the subject of one publication.

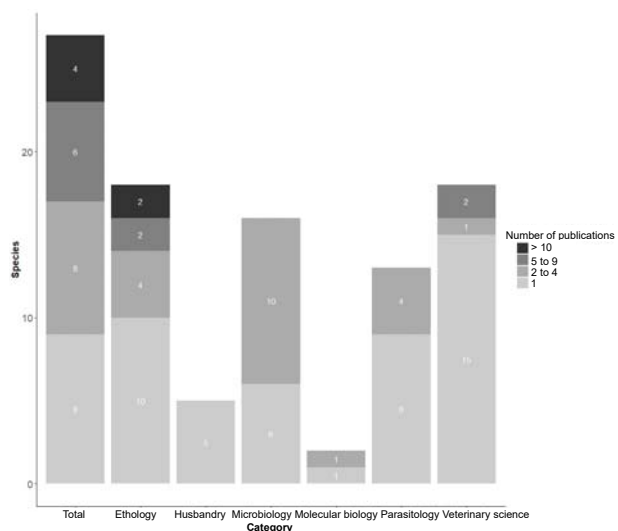
## DISCUSSION

Primate families such as Lemuridae, Cebidae, and Cercopithecidae are represented in Italian zoological by a low number of species (i.e. one to three) which are rather common in the different institutions and a higher number of species which are present in a low number of institutions, a trend which is common with other mammalian Orders in Italian zoological gardens (Fraschetti and Gippoliti, 2022). Among the species belonging to the latter category, it is worth mentioning the threatened *Cercocebus lunulatus* a species which has been historically bred at the Giardino Zoologico di Roma (now Bioparco) (Figure 7) (D'Alessandro and Gippoliti, 1992; Gippoliti 2010) as part of a European captive breeding programme (EEP) through which its population in Europe has progressively increased (Jara *et al.*, 2016; Fraschetti and Gippoliti, 2024). Since the late 1980s primate collections in Italian zoological gardens have changed with an increase in the number of species, genus, and families kept. In particular, in the 1980s Lemuridae were not only

represented by two species but they were scarcely represented in the collections. Today they are represented by a higher number of species and some of them (i.e. *Lemur catta*) have become the most popular primate species in Italian zoos. Similarly, at the end of the 1980s, species belonging to Callitrichinae were not kept in any Italian facility while now they are represented by ten species with some of them such as *Saguinus oedipus* and *Callithrix jacchus* being quite widespread. Nonetheless, other South American taxa such as Atelidae and Pitheciidae are still



**Figure 5.** Breakdown of the publications concerning primates in Italian zoological gardens according to studied species and type of research.



**Figure 6.** Breakdown of the species according to the number of publications which involved them. The breakdown was done for the cumulative sample and for all the different research categories. The number of publications which involved each species was colour coded according to the following intervals: one, two to four, five to nine, 10 or more.

quite rare in Italian zoos. Cercopithecidae while still being the family represented by the highest number of species, has seen a decrease from 20 to 16. During the 1980s, the most popular species in Italian zoological gardens all belonged to this taxon: *Chlorocebus aethiops*, *Macaca fascicularis*, *Macaca mulatta*, *Macaca nemestrina*, and *Papio hamadryas*. These species are now kept in far less institutions than at the time. While *Macaca* is still the most represented genus, with an increase of zoos keeping *M. fuscata* and *M. sylvanus*, some species such as *M. arctoides*, *M. assamensis*, and *M. nigra* have disappeared over the course of time as well as *M. leonina* (Bylth, 1863), once considered a subspecies of *M. nemestrina*, which was kept in the Giardino Zoologico di Roma (Gippoliti, 2001). In the case of Hylobatidae, *Symphalangus syndactylus* which was absent in the 1980s has become quite popular while in the case of Hominoidea, *Pongo*, a genus whose reproductions had been historically successful in Rome (Figure 8) (Gippoliti, 2000; Gippoliti and D'Alessandro, 2013), the genus has disappeared from Italian collections.

In the past 14 years primates in Italian zoological gardens have still been the subject of several scientific publications. In a similar fashion to the species held, only a minority of species has been the subject of a relatively high number of scientific publications. A significant difference between the frequencies of the research categories and the studied species was found. Continuing with the trend started in the previous decades, ethology was still the most important field of research with more than half of the publications dealing with this topic. The most studied species were *Lemur catta*, and *Mandrillus sphinx*. In the case of the first species, the collaboration started in the early 2000s between the University of Pisa and the Giardino Zoologico di Pistoia (Gippoliti, 2021b) has produced further research on the species (Palagi and Norscia, 2015; Palagi *et al.*, 2017; Zonato *et al.*, 2023) and other studies have been carried out in other zoological gardens such as Parco Natura Viva (Santacà *et al.*, 2017; Speizio *et al.*, 2017) and Roma (Schino and Alessandrini, 2018). *Mandrillus sphinx* is present in only two institutions but has been the subject of a number of studies carried out at Bioparco di Roma (Schino and Pellegrini, 2011; Schino and Marini, 2014; Schino and Sciarretta, 2016; Schino and Lasio, 2019; Schino and Scerbo, 2020). On the other hand, *Macaca fuscata*, whose colony in Roma had been the subject of a number of ethological studies in the past decades (Majolo *et al.*, 2005) was the subject of only three studies in the last 14 years (Schino and Alessandrini, 2015; Tiddi *et al.*, 2017; Balasubramaniam *et al.*, 2018) while some studies have been carried out on the *Macaca sylvanus* colony at Parco Natura Viva (Sandri *et al.*, 2017; Regaiolli *et al.*, 2018; Baldachini *et al.*, 2021). With the increase of Callithrichidae in Italian zoological gardens, species belonging to this taxon were the subject of some ethological studies such as *Saguinus oedipus*

(Fontani *et al.*, 2014; Schino *et al.*, 2023), *Saguinus imperator* (Speizio *et al.*, 2022) and *Callithrix jacchus* (Norscia and Palagi, 2011). While *Pan troglodytes* is a relatively popular species in Italian zoological gardens and chimpanzees in zoos have been extensively studied (Bloomsmith and Else, 2005), only three publications involving research on this species in Italian zoological gardens, always at Parco Natura Viva (Figure 9), have been published (Huffman *et al.*, 2011; Forrester *et al.*, 2012; Speizio *et al.*, 2021). Behavioural data have also



**Figure 7.** *Cercopithecus lunulatus* at Bioparco di Roma in 2012 (Photo by S. Gippoliti).



**Figure 8.** Orangutangs Sahib and Sahiba at Giardino Zoologico di Roma in 1928 (Archivio Gippoliti).





**Figure 9.** Chimpanzees at Parco Natura Viva (Photo by S. Gippoliti).

been used for comparative ethological studies involving species belonging to same family such as Callitrichidae (Regaiolli *et al.*, 2020), to more primate families (Fornalé *et al.*, 2012) or even comparing the behaviour of primates with that of Chiroptera (Carter *et al.*, 2019).

Research on veterinary sciences has concerned mainly clinical cases in a single facility involving species such as *Lemur catta* (Poglayan *et al.*, 2016; Rocchignani *et al.*, 2022) or *Symphalangus syndactylus* (Piga *et al.*, 2016). The colony of *Papio hamadrias* kept at Zoosafari Fasanolandia has provided the basis for a number of studies (Cutroneo *et al.*, 2015; Lacitignola *et al.*, 2022; Scardia *et al.*, 2023; Sgroi *et al.*, 2023). The description and treatment of outbreaks involving different species have been the subject of such as *Encephalomyocarditis* at Parco Natura Viva (Canelli *et al.*, 2010), and *Giardia duodenalis* at Parco Faunistico le Maitine (Capasso *et al.*, 2022) while some collections have provided their data for pooled research involving the levels of Vitamin D in *Pan troglodytes* in European zoological gardens (Moittié *et al.*, 2022) or ophthalmic examination in *Lemur catta* in Italian zoos (Rawicka *et al.*, 2023). A main trend for parasitological research could not be identified as it has either focused on molecular studies on parasites living in several species kept in Italian zoological gardens (Di Filippo *et al.*, 2020), on the description of parasites

assemblages (Berrilli *et al.*, 2011; Fagiolini *et al.*, 2010; Rondón *et al.*, 2024), or on clinical cases (Dini, 2023). In the case of microbiological research, it is worth mentioning that samples from *Saguins imperator* and *Saguinus oedipus* kept at Parco Natura Viva have been the basis for the description of four new species of the genus *Bifidobacterium* (Michelini *et al.*, 2016; Modesto *et al.*, 2018). Research on molecular biology has focused exclusively on samples from primates kept at the Bioparco di Sicilia such as the study of the chromosomes of *Cercopithecus petaurista* (Schreber, 1774) (Lo Bianco *et al.*, 2017; Tolomeo *et al.*, 2020; Milioto *et al.*, 2023) and the identification of the subspecies of *Pan troglodytes* through DNA analysis (Giangreco *et al.*, 2018). This last work is reminiscent of previous research which identified through DNA analysis an individual belonging to *Pan troglodytes vellerosus* (Gray, 1862) which was kept at the Giardino Zoologico di Roma (Gippoliti, 2007). Publications on husbandry, i.e. how captive primates are (or have been) managed in zoological gardens, has been rather neglected in Italian zoological gardens with only two publications in the last 14 years (Gippoliti and D'Alessandro, 2013; Gippoliti *et al.*, 2020). While the husbandry of primates in Italian zoological gardens has been somewhat historically neglected, a wealth of literature on the topic was produced in the past decades

(Gippoliti, 2006) also thanks to the *International Zoo Yearbook*, which ceased its publication in 2020.

In conclusion, despite the focus on animal behaviour, research on primates in Italian zoological gardens has been quite diverse, encompassing to a lesser extent stu-

dies on veterinary science, parasitology, and microbiology with some species remaining understudied. While animal husbandry remains understudied, an increase of publications on this topic would be beneficial in order to contribute to the welfare of these species in captivity.

## REFERENCES

- Antinucci F., Visalberghi E., 1986. Tool use in *Cebus apella*: A case study. *International Journal of Primatology*, **7**: 351-363.
- Argnani R., Silimbani M.G. 2011. *Il Tondo. Storia del Giardino Zoologico di Faenza*. Valgimigli, Faenza, 128 pp.
- Balasubramaniam K.N., Beisner B.A., Berman C.M., De Marco A., Duboscq J., Koirala S., Majolo B., MacIntosh A.J., McFarland R., Molesti S., Ogawa H., Petit O., Schino G. Sosa S., Sueur C., Thierry B., de Waal F.B.M., McCowan B., 2018. The influence of phylogeny, social style, and sociodemographic factors on macaque social network structure. *American Journal of Primatology*, **80**(1): e22727.
- Baldachini M., Regaioli B., Llorente M., Riba D., Spiezio C., 2021. The influence of target animacy and social rank on hand preference in Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *International Journal of Primatology*, **42**(2): 155-170.
- Berrilli F., Prisco C., Friedrich K.G., Di Cerbo P., Di Cave D., De Liberato C., 2011. *Giardia duodenalis* assemblages and *Entamoeba* species infecting non-human primates in an Italian zoological garden: zoonotic potential and management traits. *Parasites & Vectors*, **4**, 1-8.
- Bertolino P. 1957. Studio clinico ed anatomo-patologico su due casi di cenurosi in *Theropithecus gelada*. *Profilassi Rivista di Patologia Comparata* **30**: 3-10 (reprint).
- Bertolino P., 1958. Osservazioni e considerazioni sull'impiego a scopo diagnostico della "Esopterocolina Finzi" (E.T.F.) nelle scimmie del giardino Zoologico di Roma. *Profilassi Rivista di Patologia Comparata*, **31**(6): 161-171.
- Bloomsmith M.A., Else J.G., 2005. Behavioral management of chimpanzees in biomedical research facilities: the state of the science. *ILAR journal*, **46**(2): 192-201.
- Camperio Ciani A., Corradino C., Lunardini A., Righi E., 1984. A general description of the ecology and organization of the *Macaca fuscata* colony established in the Cavriglia Natural Park (Arezzo), Italy. *Antropologia Contemporanea*, **7**: 233-238.
- Canelli E., Luppì A., Lavazza A., Lelli D., Sozzi E., Moreno Martin A.M., Gelmetti D., Pascotto E., Sandri C., Magnone W., Cordioli P., 2010. *Encephalomyocarditis* virus infection in an Italian zoo. *Virology Journal*, **7**: 1-7.
- Capasso M., Ciuca L., Procesi I.G., Zinno F., Berrilli F., Cringoli G., Rinaldi L., 2022. Single and synergistic effects of fenbendazole and metronidazole against subclinical infection by *Giardia duodenalis* in non-human primates in a zoological garden in southern Italy. *Frontiers in Veterinary Science*, **9**: 929443.
- Carter G.G., Schino G., Farine D., 2019. Challenges in assessing the roles of nepotism and reciprocity in cooperation networks. *Animal Behaviour*, **150**: 255-271.
- Chiarelli B., 1961. Chromosomes of the orang-utan (*Pongo pygmaeus*). *Nature*, **192**: 121.
- Chiarelli B., 1962a. Comparative morphometric analysis of Primate chromosomes I. The chromosomes of Anthropoid Apes and of Man. *Caryologia*, **15**(1): 99-121.
- Chiarelli B., 1962b. Comparative morphometric analysis of primate chromosomes. II. Chromosomes of the genera *Macaca*, *Papio*, *Theropithecus* and *Cercocebus*. *Caryologia*, **15**(2): 401-420.
- Chiarelli B., 1963. Comparative Morphometric Analysis of Primate Chromosomes. III. The Chromosomes of the Genera *Hylobates*, *Colobus* and *Presbytis*. *Caryologia*, **16**(3): 637-648.
- Corradino C., 1990. Proximity structure in a captive colony of Japanese monkeys (*Macaca fuscata fuscata*): An application of multidimensional scaling. *Primates*, **31**: 351-362.
- Cutroneo G., Centofanti A., Speciale F., Rizzo G., Favaloro A., Santoro G., Bruschetta D., Milardi D., Micali A., Di Mauro D., Vermiglio G., Anastasi G., Trimarchi F., 2015. Sarcoglycan complex in masseter and sternocleidomastoid muscles of baboons: an immunohistochemical study. *European Journal of Histochemistry*, **59**(2): 164-172.
- D'Alessandro A., Gippoliti S., 1993 A list of wild mammals breeding at the zoo of Rome from its foundation (1911) to 1991. *Hystrix*, **4**(2): 45-59.
- de Beaux O., 1917a. Osservazioni morfologiche e sistematiche sul penis del *Macaca arctoides* J. Geoff. e di cinque altre specie di macachi. *Giornale per la Morfologia dell'Uomo e dei primati* **1**: 1-12.
- de Beaux O., 1917b. Sul pene degli antropomorfi. *Giornale per la Morfologia dell'Uomo e dei primati* **1**: 222-227.
- De Beaux O., 1929. Rettifica, Descrizioni e deduzioni sul genere *Cynopithecus* Is. Geoff. *Bollettino Musei Zoologia e Anatomia Comparata R. Università di Genova*, **9**(28): 1-35.
- De Stefano G.F., 1984-1985. Considerazioni sulla Primatologia in Italia. *Rivista di Antropologia*, **63**: 357-362.
- Di Filippo M.M., Berrilli F., De Liberato C., Di Giovanni V., D'Amelio S., Friedrich K.G., Cavallero S., 2020. Molecular characterization of *Trichuris* spp. from captive animals based on mitochondrial markers. *Parasitology international*, **75**: 102043.
- Dini F.M., Caffara M., Galliani M., Cotignoli C., Capasso M., Tedesco P., Galuppi R., 2023. Unveiling a novel parasitosis: *Trichostrongylus colubriformis* infection in captive ring-tailed lemurs (*Lemur catta*). *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, **22**: 300-304.
- Elenco strutture licenziate aggiornato al settembre 2023. Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. [https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/cites/elenco\\_strutture\\_licenziate\\_aggiornato\\_settembre\\_2023.pdf](https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/cites/elenco_strutture_licenziate_aggiornato_settembre_2023.pdf) consulted on 29<sup>th</sup> August 2024.
- Ewing H.E., 1935. Sham Louse-Picking, or Grooming, among Monkeys. *Journal of Mammology*, **16**(4): 303-306.
- Fagiolini M., Lia R.P., Laricchiuta P., Cavicchio P., Mannella R., Cafarchia C., Otranto D., Finotello R., Perrucci S., 2010. Gastrointestinal parasites in mammals of two Italian zoological gardens. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, **41**(4): 662-670.
- Finotello P., 2004. *I Parchi faunistici*. L'Epos, Palermo, 220 pp.
- Fontani S., Vaglio S., Beghelli V., Mattioli M., Bacci S., Accorsi P.A., 2014. Fecal concentrations of cortisol, testosterone, and progesterone in cotton-top tamarins housed in different zoological parks: relationships among physiological data, environmental conditions, and behavioral patterns. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, **17**(3): 228-252.
- Fornalé F., Vaglio S., Spiezio C., Previde E.P., 2012. Red-green

- color vision in three catarrhine primates. *Communicative & Integrative Biology*, **5(6)**: 583-589.
- Forrester G.S., Quaresmini C., Leavens D.A., Spiezio C., Val-lortigara G., 2012. Target animacy influences chimpanzee handedness. *Animal Cognition*, **15**: 1121-1127.
- Fraschetti D., 2022. A historical overview of polar bears (*Ursus maritimus* Phipps, 1774) in Italian zoological gardens. *Der Zoologische Garten*, **90(2)**: 85-102.
- Fraschetti D., Gippoliti S., 2022. Which mammal species can I see at the zoo? A first analysis of mammal collections of Italian licensed zoological gardens. *Biologia Ambientale*, **36**: 29-42.
- Fraschetti D., Gippoliti S., 2024. Present status and trends of "ex situ" Cercopithecinae monkey populations worldwide. *Journal for Nature Conservation*, **81**: 126687.
- Gandini G., Rocca F., 1988. Censimento dei Primati nei Giardini Zoologici Italiani: Considerazioni sulla gestione demografica e genetica delle popolazioni. In Atti "VI Congresso A.P.I.", Trieste, Giugno 1988.
- Giacoma C., 1983. Early social interactions of juvenile pigtail macaques, *Macaca nemestrina*, *Italian Journal of Zoology*, **50**: 41-45.
- Giacoma C., Messeri, P. 1992. Attributes and validity of dominance hierarchy in the female pigtail macaque. *Primates*, **33**: 181-189.
- Giangreco V., Provito C., Sineo L., Lupo T., Bonanno F., Reale S., 2018. Identification of subspecies and parentage relationship by means of DNA fingerprinting in two exemplary of *Pan troglodytes* (Blumenbach, 1775) (Mammalia Hominidae). *Biodiversity Journal*, **9(2)**: 107-114.
- Gippoliti S., 2000. Orangutans in zoos: husbandry, welfare and management in an atypical arboreal solitary mammal. *International Zoo News*, **47(6)**: 356-368.
- Gippoliti S., 2001. Notes on the taxonomy of *Macaca nemestrina leonina* Blyth, 1863. *Hystrix It. J. Mamm.*, **12(1)**: 51-54.
- Gippoliti S., 2006. Oscar de Beaux: a noteworthy Italian mammalogist and conservationist. *Italian Journal of Zoology*, **73**: 285-289.
- Gippoliti S., 2006. Applied primatology in zoos: history and prospects in the field of wildlife conservation, public awareness and animal welfare. *Primate Report*, **73**: 57-71.
- Gippoliti S., 2007. A note on the identification of a Nigerian chimpanzee at Rome Zoo. *International Zoo News*, **54(5)**: 282-286.
- Gippoliti S., 2010. *La giungla di Villa Borghese. I cento anni del Giardino Zoologico di Roma*. Edizioni Belvedere, Latina, 206 pp.
- Gippoliti S., 2019. Alulah Taibel (1892-1984) a remarkable ornithologist, aviculturist and zoo-biologist. *Rivista Italiana di Ornitologia*, **89(2)**: 21-26.
- Gippoliti S., 2021a. Giardini Zoologici e Conservazione della biodiversità: Il contributo italiano. *Atti Società Naturalisti Matematici Modena*, **152**: 109-125.
- Gippoliti S., 2021b. The role of zoological gardens in the birth of Italian primatology. *Archivio per l'Antropologia e la Etnologia*, **151**: 195-206.
- Gippoliti S., Capasso M., Corvini A., 2020. Mantenimento dei primati presso lo Zoo d'Abruzzo: considerazioni sulla gestione e sui criteri espositivi. *Biologia Ambientale*, **34**: 29-33.
- Gippoliti S., D'Alessandro, A. 2013. Great apes in the Giardino Zoologico di Roma (1910-1998): an overview. *Der Zoologische Garten*, **82**: 113-128.
- Herzen A. 1869. *Sulla parentela fra l'uomo e le scimmie*. Bettini, Firenze, 72 pp.
- Huffman M.A., Spiezio C., Sgaravatti A., Leca J.B., 2010. Leaf swallowing behavior in chimpanzees (*Pan troglodytes*): biased learning and the emergence of group level cultural differences. *Animal Cognition*, **13**: 871-880.
- Jara, S.F., Abelló, M.T., Oliva, F., Teijeiro, J.D.R. 2016. Intensive demographic and genetic management through European Endangered Species Programmes (EEP s) can make a difference: Cherry-crowned mangabey *Cercocebus torquatus* European studbook and White-naped mangabey *Cercocebus atys lunulatus* EEP results. *International Zoo Yearbook*, **50(1)**: 174-182.
- Knottnerus-Meyer T., 1914. Osservazioni varie fatte nel Giardino Zoologico. *Bollettino Società Zoologica Italiana*, **3(3)**: 149-52.
- Knottnerus-Meyer T., 1926. *Nel Giardino Zoologico. Osservazione e studi*. Maglione e Strini, Roma, 417 pp.
- Lacitignola L., Laricchiuta P., Imperante A., Acquafredda C., Stabile M., Staffieri F. 2022. Laparoscopic salpingectomy in *Papio hamadryas* for birth control in captivity. *Veterinary Surgery*, **51**: 98-106.
- Lessona M., 1889. *Storia Naturale Illustrata. I Mammiferi*. Sonzogno, Milano, 504 pp.
- Lioy P., 1873. *Sulla legge della produzione dei sessi*. Treves, Milano, 362 pp.
- Lo Bianco S., Masters J.C., Sineo L., 2017. The evolution of the Cercopithecini: a (post) modern synthesis. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, **26(6)**: 336-349.
- Lunardini A., 1989. Social organization in a confined group of Japanese macaques (*Macaca fuscata*): An application of correspondence analysis. *Primates*, **30**: 175-185.
- Majolo B., Schino G., Troisi A., 2005. Towards thirty years of ethological research on the Japanese Macaque (*Macaca fuscata*) colony of the Rome Zoo: a review. *Journal of Anthropological Sciences*, **83**: 43-60.
- Masseti M., Veracini C., 2010. The first record of Marcgrave's capuchin in Europe: South American monkeys in Italy during the early sixteenth century. *Archives of natural history*, **37(1)**: 91-101.
- Michelini S., Modesto M., Filippini G., Spiezio C., Sandri C., Biavati B., Pisi A., Mattarelli P., 2016. *Bifidobacterium aerophilum* sp. nov., *Bifidobacterium avesanii* sp. nov. and *Bifidobacterium ramosum* sp. nov.: three novel taxa from the faeces of cotton-top tamarin (*Saguinus oedipus* L.). *Systematic and Applied Microbiology*, **39(4)**: 229-236.
- Milioto V., Sineo L., Dumas F., 2023. Chromosome Painting in *Cercopithecus petaurista* (Schreber, 1774) Compared to Other Monkeys of the Cercopithecini Tribe (Catarrhini, Primates). *Life*, **13(5)**: 1203.
- Modesto M., Michelini S., Sansosti M.C., De Filippo C., Cavaliere D., Qvirist L., Andlid T., Spiezio C., Sandri C., Pascarelli S., Sgorbati B., Mattarelli P., 2018. *Bifidobacterium callitrichidarum* sp. nov. from the faeces of the emperor tamarin (*Saguinus imperator*). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **68(1)**: 141-148.
- Moititié S., Jarvis R., Bandelow S., Byrne S., Dobbs P., Grant M., Reeves C., White K., Liptovszky M., Baiker K., 2022. Vitamin D status in chimpanzees in human care: a Europe wide study. *Scientific Reports*, **12(1)**: 17625.
- Norscia I., Palagi E., 2011. When play is a family business: adult play, hierarchy, and possible stress reduction in common marmosets. *Primates*, **52**: 101-104.
- Palagi E., 2009. Adult play fighting and potential role of tail signals in ringtailed lemurs (*Lemur catta*). *Journal of Comparative Psychology*, **123**: 1-9.
- Palagi E., Caltabiano V., Stanyon R., Zannella A., 2017. Tri-



- adic post-conflict behaviour in wild and captive ring-tailed lemurs. *Folia Primatologica*, **88**: 202-202.
- Palagi E., Dapporto L., Borgognini Tarli S., 2005. The neglected scent: On the marking function of urine in *Lemur catta*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **58**: 437-445.
- Palagi E., Gregorace A., Borgognini Tarli S., 2002. Development of olfactory behavior in captive ring-tailed lemurs (*Lemur catta*). *International Journal of Primatology*, **23**: 587-599.
- Palagi E., Norscia I., 2015. The season for peace: reconciliation in a despotic species (*Lemur catta*). *PloS one*, **10(11)**: e0142150.
- Piga S., Negro F., Meda S., Bertuglia A., 2016. A simple technique to repair a hand fracture in a captive Siamang. *Journal of Medical Primatology*, **45(6)**: 324-326.
- Poglayen G., Varcasia A., Bettini G., Morandi B., Galuppi R., Galliani M., 2016. *Echinococcus granulosus* "sensu stricto" in a captive ring-tailed lemur (*Lemur catta*) in Northern Italy. *Pakistan Veterinary Journal*, **36(1)**: 121-123.
- Rawicka A., Capasso M., Silvestre P., Giudice C., Juśkiewicz J., Zinno F., D'Anna N. (2023). Ophthalmic examination findings in captive ring-tailed lemurs (*Lemur catta*, Linnaeus 1758). *Journal of Exotic Pet Medicine*, **44**: 8-13.
- Regaiolli B., Angelosante C., Marliani G., Accorsi P. A., Vaglio S., Spiezio C., 2020. Gum feeder as environmental enrichment for zoo marmosets and tamarins. *Zoo Biology*, **39(2)**: 73-82.
- Regaiolli B., Spiezio C., Hopkins W.D., 2018. Hand preference on unimanual and bimanual tasks in Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *American Journal of Primatology*, **80(3)**: e22745.
- Robecchi F., 2014. *Lo zoo. Dai giardini zoologici ai nuovi parchi naturalistici. L'esempio Brescia*. Luciano Salodini per Grafo, Brescia, 207 pp.
- Rocchigiani G., Fonti N., Nardoni S., Cavicchio P., Mancianti F., Poli A., 2022. Toxoplasmosis in Captive Ring-Tailed Lemurs (*Lemur catta*). *Pathogens*, **11**: 1142.
- Rondón S., Cavallero S., Montalbano Di Filippo M., De Liberato C., Berrilli F., Capitani N., D'Amelio S., 2024. Intestinal parasites infecting captive non-human primates in Italy. *Frontiers in Veterinary Science*, **10**: 1270202.
- Sandri C., Regaiolli B., Vespini A., Spiezio C., 2017. New food provision strategy for a colony of Barbary macaques (*Macaca sylvanus*): Effects on social hierarchy. *Integrative Food, Nutrition and Metabolism*, **4**: 1-8.
- Santacà M., Regaiolli B., Miletto Petrazzini M.E., Spiezio C., Agrillo C., 2017. Preliminary study to investigate the Delboeuf illusion in ring-tailed lemurs (*Lemur catta*): Methodological challenges. *Animal Behavior and Cognition*, **4(3)**: 365-377.
- Scardia A., Laricchiuta P., Stabile M., Acquafredda C., Lacitignola L., Uva A., Corvace A., Staffieri F., 2023. Use of Laryngeal Mask and Anesthetic Management in Hamadryas Baboons (*Papio hamadryas*) Undergoing Laparoscopic Salpingectomy—A Case Series. *Veterinary Sciences*, **10(2)**: 158.
- Schino G., Alessandrini A., 2015. Short-term costs and benefits of grooming in Japanese macaques. *Primates*, **56**: 253-257.
- Schino G., Alessandrini A., 2018. Mutual grooming functions to prolong grooming received in ringtailed lemurs. *Animal Behaviour*, **146**: 31-35.
- Schino G., Cherubini C., Pellegrini Quarantotti B., Di Giovanni M., 2023b. Precursors and aftermath of severe targeted aggression in captive cotton-top tamarins. *Primates*, **64(5)**: 539-547.
- Schino G., Lasio F., 2019. Mandrills represent their own dominance hierarchy on a cardinal, not ordinal, scale. *Animal Cognition*, **22(6)**: 1159-1169.
- Schino G., Marini C., 2014. Redirected aggression in mandrills: is it punishment? *Behaviour*, **151(6)**: 841-859.
- Schino G., Pellegrini B., 2011. Grooming and the expectation of reciprocation in mandrills (*Mandrillus sphinx*). *International Journal of Primatology*, **32**, 406-414.
- Schino G., Scerbo M., 2020. Monitoring of group mates in relation to their behavior in mandrills. *American journal of primatology*, **82(6)**: e23129.
- Schino G., Sciarretta M., 2016. Patterns of social attention in mandrills, *Mandrillus sphinx*. *International Journal of Primatology*, **37(6)**: 752-761.
- Sera G.L., 1918. I caratteri della faccia e il polifiletismo dei Primati. *Giornale per la Morfologia dell'Uomo e dei Primati*, **2**: 1-296.
- Sera G.L., 1923. Sopra alcune caratteristiche morfologiche differenziali di valore statico meccanico nella colonna vertebrale e nel bacino dei Primati. *Giornale per la Morfologia dell'Uomo e dei Primati*, **4**: 1-120, 129-216.
- SgROI G., Iatta R., Carelli G., Uva A., Cavaleri M. A., Laricchiuta P., Otranto D., 2023. *Rickettsia conorii* Subspecies *israelensis* in Captive Baboons. *Emerging Infectious Diseases*, **29(4)**: 841.
- Spiezio C., Pugassi M., Agrillo C., Regaiolli B., 2022. Color preference and manual laterality in the emperor tamarin (*Saguinus imperator*). *American Journal of Primatology*, **84(10)**, e23375.
- Spiezio C., Vaglio S., Scala C., Regaiolli B., 2017. Does positive reinforcement training affect the behaviour and welfare of zoo animals? The case of the ring-tailed lemur (*Lemur catta*). *Applied Animal Behaviour Science*, **196**: 91-99.
- Spiezio C., Vaglio S., Vandelle C., Sandri C., Regaiolli B., 2021. Effects of rearing on the behaviour of zoo-housed chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Folia Primatologica*, **92(2)**: 91-102.
- Sperino G., 1987. *Anatomia del cimpanzè Anthropithecus troglodytes in rapporto con quella degli altri antropoidi e dell'uomo*. Utet, Torino, 487 pp.
- Tiddi B., di Sorrentino E.P., Fischer J., Schino G., 2017. Acquisition and functional consequences of social knowledge in macaques. *Royal Society Open Science*, **4(2)**: 160639.
- Tolomeo D., Capozzi O., Chiatante G., Sineo L., Ishida T., Archidiacono N., Rocchi M., Stanyon R., 2020. Eight million years of maintained heterozygosity in chromosome homologs of cercopithecine monkeys. *Chromosoma*, **129**: 57-67.
- Torchio M., 1963. Il Centro di Primatologia dell'Università di Torino: sua finalità ed attualità. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, **103**: 154-162.
- Troisi A., Schino G., 1987. Environmental and social influences on autogrooming behaviour in a captive group of Java monkeys. *Behaviour*, **100**: 292-302.
- Visalberghi E., 1984. Aspects of space representation in an infant gorilla. In: King F., Taub A. (eds.), *Current perspectives in primate social dynamics*. Van Nostrand Reinhold, New York: 445-452.
- Zanata G., Mezzavilla F., Benetton G. 2011. Le Collezioni di Vertebrati di Giuseppe Scarpa presso il Seminario Vescovile di Treviso. In Atti "6° Convegno Faunisti Veneti", Museo di Storia Naturale di Venezia, 15-16 maggio 2010. Bollettino Museo Civico Storia Naturale Venezia, suppl. 61: pp. 35-42.
- ZIMS Species Holdings, 2024. Species360 Zoological Information Management System. <http://zims.species360.org/>, consulted on 29<sup>th</sup> August 2024.
- Zonato A., Gagliardo A., Bandoli F., Palagi E., 2023. Reaching versus catching: flexible hand preference in ring-tailed lemurs. *Ethology Ecology & Evolution*, **35(4)**: 449-470.
- Zootierliste. <https://www.zootierliste.de/>, consulted on 29<sup>th</sup> August 2024



# Misure per contenere la dispersione della vongola asiatica *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) e di altri organismi invasivi d'acqua dolce

Mauro Grano<sup>1</sup>, Roberto Crosti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Via Val Cenischia 24, Roma, Italia. [elaphe@yahoo.it](mailto:elaphe@yahoo.it)

<sup>2</sup> ISPRA, Istituto Superiore Ricerca e Protezione Ambientale, Dipartimento BIO, Roma. [roberto.crosti@isprambiente.it](mailto:roberto.crosti@isprambiente.it)  
Pervenuto il 4.2.2024; accettato il 8.5.2024

## Riassunto

Negli ambienti acquatici la dispersione, e successiva colonizzazione, delle specie aliene è fortemente legata alle diverse attività antropiche che hanno a che fare direttamente con l'acqua. Mezzi, attrezzatura, vestiario e movimentazione di terra ed acqua diventano i principali vettori di dispersione di organismi sia in aree dello stesso fiume ove non sono già presenti, sia in altri sistemi acquatici. *Corbicula fluminea*, un mollusco bivalve originario dell'Asia, è considerata una specie problematica per gli impatti sia ecologici sia economici e la sua diffusione è stata favorita da vettori antropici. La specie è presente in diversi sistemi acquatici in Europa, compresa l'Italia, dove, comunque, in numerosi ambienti la sua presenza non è stata ancora rilevata. In questo lavoro vengono proposte alcune misure di prevenzione per ridurre la dispersione di *C. fluminea*, degli altri molluschi alieni d'acqua dolce ed in generale di tutti gli organismi invasivi che vivono nei sistemi acquatici. Le misure di contenimento proposte sono state ricavate dall'esame di pubblicazioni scientifiche e dei protocolli internazionali noti come "Check, clean & dry" adattate ed aggiornate, per la realtà italiana.

PAROLE CHIAVE: Ecologia fluviale / molluschi / misure di prevenzione / vettori antropici / specie aliene

## Measures to contain the spread of Asian clam *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) and other invasive freshwater organisms

Ecosystem exposed to several pressures are less resilient and can have a consistent negative impact due to non-indigenous invasive species. Once the impact gets substantial and visible it is already too late to avoid negative effects. In riverine ecosystems, spread of invasive species is due to transport vectors linked to human activities, such as vehicles, equipment and clothing. *Corbicula fluminea*, an invasive species from Asia is spreading fast into European, and Italian, riverine systems although in many rivers the species is not recorded yet. Here we propose, in Italian, measures for the spread-prevention of *C. fluminea*, and other fresh water invasive species, based on published literature and the international "Check, clean & dry" protocols.

KEYWORDS: riverine ecology / alien molluscs / prevention measures / anthropogenic transport / spread invasive freshwater

## INTRODUZIONE

Numerose sono le pressioni a cui sono sottoposti gli ambienti acquatici in Europa, tra le quali l'inquinamento da nutrienti, la modificazione della morfologia fluviale, l'alterazione del regime idrico e la presenza di specie aliene invasive (Grizzetti *et al.*, 2017) che ormai interessano oltre il 50% dei sistemi acquatici europei (Polce *et*

*al.*, 2023). Tra le specie invasive, la vongola asiatica *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia: Venerida: Cyrenidae), un mollusco bivalve originario dell'Asia, è ormai diffusa anche negli habitat d'acqua dolce nelle Americhe, in Europa ed in Italia.

Gli impatti economici ed ecologici delle vongole asiatiche

sono notevoli; negli Stati Uniti, ad esempio, sono costati all'industria circa un miliardo di dollari all'anno per l'ostruzione dei tubi di aspirazione/filtrazione dell'acqua ed il danneggiamento degli impianti di generazione termo-elettrica attraverso il biofouling legato alle acque di raffreddamento; gravi sono anche le ripercussioni nel settore

del turismo (Araujo *et al.*, 1993; Pimental *et al.*, 2005).

La rapida crescita, la maturità sessuale precoce, il ciclo vitale breve, l'elevata fecondità e le ampie capacità di dispersione, spesso legate alle attività antropiche, rendono *C. fluminea* una delle specie acquatiche invasive di maggior successo e dannose per gli ecosistemi acquatici (Sousa *et al.*, 2008). Nonostante il problema della fauna aliena invasiva sia ampiamente conosciuto e studiato, per le ripercussioni ecologiche e gli impatti sulla biodiversità, economici e socio-sanitari che comporta, le conoscenze su alcune specie sono scarse e le misure da adottare per prevenire o contenere le introduzioni e la diffusione di tali specie sono ancora insufficienti, in particolare per i molluschi (Cianfanelli e Bodon, 2014).

La precoce segnalazione e il monitoraggio delle popolazioni aliene invasive in fase di sviluppo, infatti, consentono di determinare le possibilità del loro controllo e gestione (Tamborini *et al.*, 2018). Pertanto, data la rapida espansione della vongola asiatica negli ambienti acquatici italiani, si rende necessaria una accurata gestione del problema attraverso continui monitoraggi e l'adozione di alcuni fondamentali comportamenti, in attesa di misure legislative che ne limitino la dispersione (Scalera *et al.*, 2018).

Tali comportamenti, precauzionalmente, devono essere messi in atto anche in assenza di segnalazioni di presenza della specie. Eliminare o, più pragmaticamente, rallentare la diffusione delle specie aliene, congiuntamente alla diminuzione delle altre pressioni e all'incremento delle misure di conservazione, può infatti migliorare lo stato ecologico dei corsi d'acqua e in generale la qualità degli ambienti acquatici.

Scopo di questo lavoro è aumentare la consapevolezza sulla dispersione delle specie aliene in ambienti d'acqua dolce promuovendo l'adozione dei protocolli di contenimento ad un pubblico vasto. Un sondaggio sul grado di consapevolezza dell'ambiente da parte di chi pratica escursionismo lungo i fiumi, sia in alveo che sulle sponde, ha infatti evidenziato una scarsa conoscenza su temi di conservazione della natura (Crosti e Ceschin, 2021).

## BIOLOGIA E DIFFUSIONE

*Corbicula fluminea* è un mollusco bivalve adattato a tutti gli ambienti d'acqua dolce; è considerata una specie problematica in quanto provoca forti impatti ecologici, sia a livello di individuo sia di ecosistema, ed economici nell'area dove prolifera (Sousa *et al.*, 2014).

La specie è ermafrodita e può autofecondarsi (McMahon, 2000); la fecondazione avviene nella cavità palleale e le larve vengono incubate nei tubi branchiali dell'acqua, dove sono protette in un ambiente ricco di sostanze nutritive. Quando le larve maturano, i giovani vengono rilasciati in acqua e sepolti nel sedimento del substrato (Sousa *et al.*, 2008). Negli Stati Uniti uno studio ha verificato come la presenza di *C. fluminea* porti ad un effetto negativo sulla crescita di altre specie di molluschi unionidi nativi (Haag *et al.*, 2021); di contro, però, da esperimenti realizzati in Portogallo da Modesto *et al.* (2023), è emerso che la presenza della specie non ha particolari effetti negativi sulle condizioni fisiologiche di tre specie native di unionidi.

I giovani sono relativamente piccoli, circa 250 µm, completamente formati e possono facilmente disperdersi attraverso le correnti d'acqua e le attività antropiche; gli adulti, invece raggiungono una

grandezza media di 2-3 cm. Si ancorano ai sedimenti, alla vegetazione e ad altre superfici dure (ad esempio oggetti immersi in acqua) con un bisso mucillaginoso. Quando si verificano flussi turbolenti o altri disturbi, essi possono risospendersi ed essere soggetti ad ulteriore dispersione (McMahon, 2000).

Le vongole asiatiche hanno elevati tassi di assimilazione e filtrazione che consentono il raggiungimento della maturità sessuale 3-8 mesi dopo la fecondazione (Sousa *et al.*, 2008); l'adulto vive 1-5 anni e depone le uova 1-3 volte per stagione riproduttiva, a seconda di fattori biotici e abiotici (Phelps, 1994; McMahon, 2000; Sousa *et al.*, 2008). Gli adulti hanno un'elevata fecondità e un individuo medio può produrre circa 35.000 larve per stagione riproduttiva (Mouthon, 2001; McMahon, 2002). Tuttavia, le vongole asiatiche hanno una bassa sopravvivenza giovanile e un alto tasso di mortalità durante tutta la loro vita, il che porta a popolazioni dominate da elevate percentuali di giovani (McMahon, 2002; Sousa *et al.*, 2008).

La specie, inoltre, è incapace di risalire la corrente con moto proprio di dispersione attiva, mentre attraverso vettori (umani o animali) può spostarsi anche verso monte con la dispersione passiva (Pernecker *et al.*, 2021). A seguito della colonizzazione di un nuovo habitat, o dopo essere stata sottoposta a stress ambientale, *C. fluminea* è in grado di formare massicce densità di popolazione (McMahon, 2002). Queste caratteristiche consentono inoltre alla specie di raggiungere densità elevate in diversi habitat acquatici e in quelli suscettibili alle perturbazioni ambientali. Prosperano in fiumi ben ossigenati e laghi oligotrofici con substrati sabbiosi o ghiaiosi, ma si trovano

anche in acque torbide, sotto grandi massi o nei limi morbidi di laghi profondi (Sousa *et al.*, 2008). Normalmente si trovano infossate nei primi 10-15 cm del substrato in una profondità d'acqua compresa tra 2 e oltre 40 m, con le densità più elevate che si verificano tra 3 e 10 m di profondità (Wittman *et al.*, 2008).

Gli effetti negativi delle vongole asiatiche sono comuni sulle popolazioni autoctone di molluschi: l'attività di scavo e bioturbazione delle vongole asiatiche nei sedimenti può spostare o ridurre gli habitat dei bivalvi autoctoni limitando anche la disponibilità di cibo planctonico (Araujo *et al.*, 1993); possono ingerire, se in popolazioni dense, grandi quantità di liquido seminale di Unionidae, glochidi e giovani bivalvi appena metamorfosati (Sousa *et al.*, 2008).

Questo organismo invasivo non solo ha un impatto diretto sulle specie autoctone, ma può anche influenzare indirettamente la biodiversità locale alterando la chimica dell'acqua. A causa dell'elevata velocità di filtrazione, le vongole asiatiche espellono livelli elevati di azoto e fosforo nell'interfaccia lago-sedimenti, portando alla fioritura di alghe verdi e alla riduzione dell'ossigeno disciolto in acqua (Phelps, 1994; Wittman *et al.*, 2008). Allo stesso modo, una moria di massa della specie può favorire la fioritura delle alghe e l'esaurimento dell'ossigeno disciolto (Johnson e McMahon, 1998).

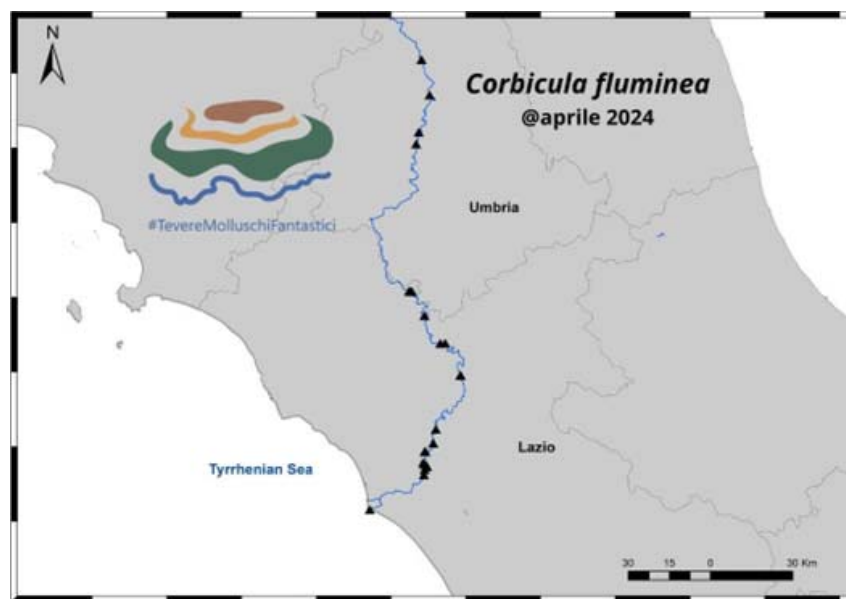
La qualità dell'acqua è ulteriormente influenzata dall'aumento dei livelli e della bioconcentrazione di calcio, osservata a una profondità fino a 4,7 cm, a causa dell'intensa deposizione di gusci (Phelps, 1994; Wittman *et al.*, 2008). Questo accumulo di calcio può favorire la diffusione di altre specie non indigene con fabbisogni di calcio più elevati, come *Dreisse-*

*na polymorpha* (Wittman *et al.*, 2008). I cambiamenti nella chimica dell'acqua da parte delle vongole asiatiche, inoltre, sono stati associati alla diminuzione delle popolazioni acquatiche di macrofite sommerse a cui possono seguire modifiche nell'intero ecosistema acquatico, dallo zooplancton agli uccelli migratori (Phelps, 1994).

### Diffusione in Italia

In Italia, Mienis (1991) segnala *Corbicula fluminea* per la Sicilia (Trapani) su esemplari raccolti dal Coen probabilmente intorno al 1940. Lo stesso Autore avanza diverse ipotesi su questo ritrovamento, osservando come la data di raccolta corrisponda alla prima segnalazione di questa specie per il Nord America nel 1938 (Hanna, 1966). Le prime segnalazioni certe di questa specie in Italia (Bedulli *et al.*, 1995) sono riferite ad ambienti di acque correnti, e in particolare nel corso principale del medio-basso Po e nei rami deltizi del Po di Goro, di Venezia e della Donzella (Fabbri e Landi, 1999;

Malavasi *et al.*, 1999; Bodon *et al.*, 2020). La specie è stata anche segnalata nel lago di Garda (Nardi e Braccia, 2004; Ciutti *et al.*, 2007), nel lago Maggiore (Kamburska *et al.*, 2013), nel fiume Senio in provincia di Ravenna (Pezzi, 2008), nel canale Emiliano Romagnolo (Stagioni, 2009), nel fiume Ticino in provincia di Pavia (Nicolini e Lodola, 2011), nel fiume Serchio in provincia di Lucca (Ercolini e Cenni, 2015; Bodon *et al.*, 2020). Alcuni esemplari segnalati da questi Autori si sono rivelati poi, con successivi approfondimenti descritti da Bodon *et al.*, 2020, appartenenti alla specie *Corbicula leana*. Nel Lazio è stata segnalata per la prima volta nel lago Albano e nei canali di Maccarese (Grano e Di Giuseppe, 2020), nel fiume Tevere (Grano *et al.*, 2020) e successivamente anche in altre località (Cesarini *et al.*, 2023; Pieri *et al.*, 2023). La segnalazione più recente di questa specie è quella relativa all'Umbria, sempre nel fiume Tevere (Grano *et al.*, 2023). Nel 2023 è stato attivato il progetto di Citizen Science



**Fig. 1.** Mappa della distribuzione di *Corbicula fluminea* lungo il Tevere da segnalazioni di Citizen Science del progetto #teveremolluschifantastici, ricavata dal webgis (ad aprile 2024).

*#teveremolluschifantastici* coordinato da ISPRA, con la creazione di un webgis dinamico dove sono inserite, una volta validate e verificate, le segnalazioni della specie (Fig. 1).

Nella maggior parte dei corsi d'acqua, però, al momento non ci sono segnalazioni della sua presenza, o per assenza vera o per mancanza di rilevazione; da qui la necessità di contenere la sua diffusione nei sistemi acquatici italiani.

### MISURE DI PREVENZIONE

*Corbicula fluminea* è ormai diffusa in gran parte del territorio italiano; pertanto, è importante attuare alcune misure di prevenzione che possano rallentarne la diffusione in acque ancora non colonizzate. In Italia, così come nel resto del mondo, la sua diffusione è favorita da alcune attività antropiche: uno dei mezzi di diffusione più comune per i molluschi dulciacquicoli è il trasporto passivo sui natanti (Giusti e Oppi, 1972; Campaioli *et al.*, 1994; Roncaglio e Borsani, 2005; Cianfanelli *et al.*, 2007; Quaglia *et al.*, 2008; Mastrantuono *et al.*, 2011; Cappelletti e Ciutti, 2017; Grano, 2022a, 2022b). Diversi, però, possono essere i vettori di propaguli di specie aliene invasive dulciacquicole legati all'uomo con le sue frequentazioni degli ambienti acquatici come ad esempio: abbigliamento ed attrezzatura per la pesca, attività di caccia in ambienti umidi, attività agricole irrigue come le risaie; attività lavorative in acqua anche con mezzi di trasporto (azioni di bonifica, dragaggio); attività ludiche con natanti minori (SUP/canoe); inoltre, altre forme di diffusione sono legate a pompaggio di acqua tra diversi bacini naturali ed artificiali ed alle attività di acquariologia (Karatayev *et al.*, 2007; Schneiker *et al.*, 2016; Pernecker *et al.*, 2021; Cesarini *et al.*, 2023).

Purtroppo, in Italia, non è stata fatta una ricerca specifica direttamente sulla sopravvivenza delle specie una volta fuori dall'ambiente acquatico; ciononostante informazioni ricavate da trattamenti in laboratorio e linee guida internazionali già pubblicate, comunque, possono essere un ottimo punto di partenza per la redazione di misure, ad indirizzo scientifico, per ridurre la dispersione dei propaguli negli ambienti di acqua dolce (Souza *et al.* 2014; Anderdson *et al.*, 2015; Barton, 2016; MPI, 2023).

*C. fluminea*, ad esempio, può tollerare un pH fino a 5,4 e se il pH è superiore a 6,5 può vivere in acque con livelli minimi di calcio di 6 mg/L (McMahon, 2002; Souza *et al.*, 2008). Inoltre, le vongole asiatiche possono sopravvivere ad ampi intervalli di temperatura, compresi tra 2 e 36 °C (McMahon, 2000; Johnson e McMahon, 1998). Un'altra caratteristica che rende le vongole asiatiche un'efficiente specie invasiva è la loro tolleranza all'emersione; possono sopravvivere per 36 giorni fuori dall'acqua, a 20 °C e con un'umidità relativamente elevata (McMahon, 2002).

Per limitare la diffusione della specie, attraverso mezzi di trasporto, attrezzatura e vestiario che venendo a contatto con ambienti d'acqua dolce possano veicolare questi molluschi in altri ambienti, si possono usare accorgimenti idonei: strofinare accuratamente le parti immerse del natante con una spazzola a setole rigide e sciacquare con acqua, possibilmente a pressione; le parti smontabili possono essere trattate attraverso il congelamento (4 ore a -3 °C) o nel bagno in acqua calda (10 minuti almeno 45/50 °C); pulire le parti più piccole utilizzando dei comuni detergenti disinfettanti contenenti composti di ammonio quaternario (ad esempio, alchil dimetil benzilammonio cloruro [ADBAC];

dicil dimetil ammonio cloruro [DDAC]). L'attrezzatura deve essere immersa in una delle sopra descritte soluzioni per cinque minuti e poi risciacquata accuratamente con acqua di rubinetto, lontano da corpi idrici (Oregon State University, 2010).

Anche i pescatori sportivi possono contribuire a veicolare i molluschi da un sito all'altro attraverso le loro attrezzature, soprattutto stivali e guadini. Per evitare questo basterebbe attenersi a due semplici regole: rimuovere accuratamente il fango dall'attrezzatura e vestiario; spruzzare gli stivali, le nasse, i guadini ed eventualmente le ruote dei veicoli e quant'altro sia entrato in contatto con acqua o fango del sito, con una soluzione diluita di ipoclorito di sodio (100 ppm di cloro libero) lasciando agire per almeno cinque minuti. Efficace anche una soluzione al 10% di candeggina per uso domestico (contenente circa 5% di ipoclorito di sodio) preparata aggiungendo, ad esempio, 10 ml a 100 ml di acqua ed immergendo per un'ora (Barbour *et al.*, 2013).

Le operazioni sopra descritte, per quanto finalizzate a ridurre la diffusione di *C. fluminea* possono valere per il contenimento sia degli altri molluschi dulciacquicoli invasivi (ad esempio per *Dreissena polymorpha* la mortalità in acqua calda domestica avviene già a 40 °C anche con immersioni brevi 10 secondi/1 minuto -Shannon *et al.*, 2018) sia in generale anche per ridurre la diffusione di altre specie aliene invasive.

Oppure anche il normale detersivo per piatti casalingo può essere usato, con una concentrazione pari allo 0,1% per circa 30 minuti o all'1% per 3 minuti circa (<http://www.biosecurity.govt.nz/pests/salt-freshwater/freshwater>).

In diversi paesi dove il controllo delle specie invasive è una

priorità, per la conservazione degli ecosistemi acquatici naturali, le autorità pubbliche hanno sviluppato già diversi protocolli e ideato il comportamento noto come *Check, clean and dry* ed anche “disinfect”, promosso in Europa nel 2010 dal Government’s Department of Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) nel Regno Unito, ispirato alle campagne di prevenzione della dispersione operate in Nuova Zelanda. L’applicazione di questi protocolli favorisce una politica di conservazione della natura al duplice scopo, sia di rendere consapevoli i “frequentatori” dei fiumi/laghi delle problematiche legate alle specie invasive sia di contenere la loro diffusione. Questi comportamenti, peraltro, sono raccomandabili anche in assenza di conoscenza sulla presenza di specie invasive nel corso d’acqua, sia perché la presenza potrebbe essere solo nota alla comunità scientifica e/o autorità e non essere di dominio pubblico, sia perché la specie potrebbe essere presente ma non ancora rilevata; particolare attenzione e consapevolezza su questi temi, inoltre, andrebbe favorita nelle Aree Protette (Carotenuto *et al.*, 2020) anche, eventualmente, attraverso pratiche di valutazione appropriata che tengano in considerazione la problematica della dispersione degli organismi alloctoni.

Il protocollo si basa su semplici, ma efficaci, misure da eseguire, in sequenza, per limitare la diffusione di “propaguli” di specie aliene, di molluschi ed altri invertebrati, ad opera di vettori collegati ad attività antropiche svolte direttamente in acqua.

Tali comportamenti vanno messi in atto, dopo una analisi del rischio, in particolare se:

1. si prevede di andare a monte dello stesso specchio d’acqua (questo perché per il tratto a valle, il fiume stesso farà co-

munque da vettore) o si intende andare in altri corsi d’acqua/laghi (per i quali non si hanno informazioni sulla presenza della specie aliena); oppure si prevede di andare dal fiume principale al suo affluente (non nel caso contrario dall’affluente al fiume principale senza risalirlo);

2. si prevede di utilizzare l’attrezzatura ed/o vestiario prima di un mese (questo perché è probabile che, non trovandosi in ambiente idoneo, dopo questa finestra temporale è più difficile che l’organismo sopravviva al di fuori del suo ambiente);
3. il vestiario/l’attrezzatura hanno ristagni d’acqua o di fango umido (ambienti idonei alla sopravvivenza degli organismi).

Di seguito vengono riassunti i comportamenti noti, e semplici, per eliminare “propaguli” su attrezzature e vestiario che sono venuti a contatto con ambienti fluviali.

**Controllare (Check):** una volta fuori dall’acqua verificare su mezzi, attrezzatura e vestiario che non ci siano ristagni d’acqua o agglomerati di fango o parti che possano trattenere l’umidità.

**Pulire (Clean):** pulire bene tutta l’attrezzatura ed il vestiario direttamente sulla sponda del fiume e rimuovere ogni potenziale ristagno d’acqua; togliere fango da scarpe, soles e dall’attrezzatura; svuotare l’acqua presente all’interno di natanti svitando tappi o eventuali portelli ed asciugare con panno, rimuovere qualsiasi materiale visibile come erba, fango e qualsiasi altro tipo di sostanza che possa mantenere umidità; se impossibilitati a fare la pulizia direttamente sulla sponda evitare comunque di farlo in prossimità di un reticolo idrico o condotte non trattate. Lo stesso vale una volta a casa, o al rimessaggio/magazzino, per il materiale più piccolo non

visibile, come uova, larve o stadi giovanili: sciacquare abbondantemente con acqua, meglio se con candeggina (vedi sopra).

In caso di utilizzo di motori per natanti, farlo girare a vuoto per qualche secondo, una volta fuori dall’acqua, per svuotare l’impianto di raffreddamento.

Lo stesso vale, a maggior ragione, per componenti di macchinari da lavoro come cingoli, ruote, benna, ed altra attrezzatura per attività di bonifica e dragaggio e pompe di trasferimento di acqua. Nello specifico, per opere di bonifica e dragaggio è importante procedere da monte a valle e, se si dovesse operare in più siti, scegliere per ultimo il sito dove è più probabile, o nota, la presenza di organismi alieni.

Se pulito a casa, il vestiario, andrebbe trattato in acqua molto calda con candeggina domestica diluita al 5-10% (1 minuto a 60 °C; 5 minuti se 50-54 °C).

**Asciugare (Dry):** asciugare il vestiario sulle sponde; in generale, dopo il lavaggio a casa, assicurarsi che i vestiti siano asciutti e, nel caso, posizionarli sul calorifero o utilizzare un asciugacapelli.

**Disinfettare (Disinfect):** qualora non fosse possibile asciugare per bene e per il periodo necessario il materiale si può ricorrere ai “disinfettanti” o saponi come sopra descritto.

Anche il pompaggio di acqua tra bacini diversi può favorire la dispersione di organismi alieni (Foster *et al.*, 2015; Cesarini *et al.*, 2023) in particolare considerando i grossi volumi di acqua che vengono trasferiti. Non esistono, al momento, particolari protocolli per evitare che il trasferimento di acqua possa trasferire anche tali organismi. Si può, però, considerare la grande esperienza di protocolli per il trattamento delle acque di zavorra (Lakshimi *et al.*, 2021) cercando



di adattare alle pompe di trasferimento dell'acqua tecnologie come: filtrazione, idrocycloni, cavitazione idrodinamica, ultrasuoni, microonde, radiazioni ultraviolette, impulsi elettrici, elettro-ionizzazione magnetica; oltre a metodi di trattamento chimico non dannosi. Tale tecnologia, comunque deve essere adattata e necessiterebbe di sperimentazione dedicata.

Altra causa di dispersione accidentale nell'ambiente è legata all'acquariologia; molti molluschi dulciacquicoli sono utilizzati come organismi detritivori per la pulizia degli acquari (Cowie e Robinson, 2003; Whittington e Chong, 2007; Gherardi *et al.*, 2009); tra le molte specie, sia di gasteropodi sia di bivalvi, con i nomi commerciali di vongole dorate vengono vendute anche le specie appartenenti al genere *Corbicula*. Il rilascio volontario, ma anche l'immissione nella rete idrica a causa dei cambi d'acqua previsti per la normale manutenzione dell'acquario, contribuiscono alla diffusione negli ambienti naturali di

questi molluschi; il cosiddetto *pet trade*, infatti, è considerato come il maggior responsabile della presenza dei molluschi dulciacquicoli in natura (Gherardi *et al.*, 2009; Padilla e Williams, 2004; Rosa *et al.*, 2011). In Europa per valutare il rischio correlato ai molluschi d'acqua dolce oggetto del commercio di animali domestici è stato utilizzato il FI-ISK, Freshwater Invertebrate Invasiveness Scoring Kit (FI-ISK v.1.19.; UK Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science 2010) e *Corbicula fluminea* è risultata avente un valore FI-ISK 14 e inserita nella categoria a medio rischio (Patoka *et al.*, 2017).

Infine, anche se è un'opera più di riduzione della popolazione che di contenimento della diffusione, durante le opere di dragaggio dei fiumi (ad esempio in prossimità delle dighe) la presenza di un malacologo/naturalista esperto permetterebbe l'individuazione immediata di specie aliene, da contenere, e di specie autoctone da preservare e rimettere nei sedimenti.

## CONCLUSIONE

Gli ambienti acquatici sono sottoposti a diverse pressioni che creano condizioni in cui le specie aliene impattano maggiormente sulla biodiversità locale. In Europa, ed in Italia, *Corbicula fluminea*, specie aliena invasiva, la cui dispersione nei e tra i bacini acquatici è favorita dalle attività umane svolte in acqua, è stata segnalata in diversi fiumi, laghi e canali. Allo scopo di ridurre la diffusione, come quella di altre specie invasive degli ecosistemi acquatici, sono state proposte delle misure da adottare volontariamente, ricavate da pubblicazioni e protocolli internazionali.

Raccomandare l'uso di tali misure, aumentare la consapevolezza del danno causato dalle specie invasive e del ruolo che le attività antropiche hanno nel favorire la loro dispersione, sono pratiche che possono, insieme alla riduzione delle pressioni ed a programmi di conservazione della biodiversità, mitigare il danno che esse provocano.

## BIBLIOGRAFIA

- Anderson L.G., Dunn A.M., Rosewarne P.J., Stebbing P.D. 2015. Invaders in hot water: a simple decontamination method to prevent the accidental spread of aquatic invasive non-native species. *Biological Invasions*, **17**: 2287-2297.
- Araujo R., Moreno D., Ramos M.A., 1993. The Asiatic clam *Corbicula fluminea* (Muller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Europe. *American Malacological Bulletin*: 39-49.
- Barbour J.H., McMenamin S., Dick, J.T., Alexander M.E., Caffrey J.M. 2013. Biosecurity measures to reduce secondary spread of the invasive freshwater Asian clam, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774). *Management of Biological Invasions*, **4**(3): 219-230.
- Barton E., 2016 (November). European Code of Conduct on Recreational Boating and Invasive Alien Species. In: *Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats – 36th meeting of the Standing Committee*-Strasbourg 17 pp.
- Bedulli D., Castagnolo L., Ghisotti F., Spada G., 1995. Bivalvia, Scaphopoda. In: Minelli A., Ruffo S., La Posta S. (a cura di), *Checklist delle specie della fauna italiana*, 18. Calderini, Bologna.
- Bodon M., López-Soriano J., Quiñonero-Salgado S., Nardi G., Niero I., Cianfanelli S., Dal Mas A., Elvio F., Baldessin F., Turco F., Ercolini P., Baldaccini G.N., Costa S., 2020. Unraveling the complexity of *Corbicula* clams invasion in Italy (Bivalvia: Cyrenidae). *Bollettino Malacologico* 56: 127-171.
- Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S., 1994. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol. 1*. Provincia Autonoma di Trento. 357 pp.
- Cappelletti C., Ciutti F., 2017. Bivalvi alloctoni nel Lago di Garda. *Biologia Ambientale*, **31**: 169-173.
- Carotenuto L., Monaco A., Genovesi P., 2020. *La gestione delle specie aliene invasive nelle aree protette*. Progetto Life ASAP. NEMO editore, 123 pp.

- Cesarini G., Battisti C., Gallitelli L., Scalici M., 2023. Non-native *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia, Veneroidea) in Central Italy: do the waters pumped by Reclaimed Agencies may have a role in spreading through translocation? *BioInvasions Records*, **12** (4): 1069-1077.
- Cianfanelli S., Bodon M., 2014. I Molluschi alloctoni del Lazio. In: *Alieni. La minaccia delle specie alloctone per la biodiversità del Lazio. Lo stato delle conoscenze*: 50-55. Ed. Palombi.
- Cianfanelli S., Lori E., Bodon M., 2007. Non-indigenous freshwater molluscs and their distribution in Italy. In: F. Gherardi (Ed.), *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution and threats*. Springer, The Netherlands: 103-121.
- Ciutti F., Girod A., Mariani M., 2007. Considerazioni su una popolazione di *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) nel Lago di Garda sud-orientale (Italia). *Natura Bresciana*, **35**: 121-124.
- Cowie R.H., Robinson D.G., 2003. Pathways of introduction of non-indigenous land and freshwater snails and slugs. In: Ruiz G.M., Carlton J.T. (eds) *Invasive species: vectors and management strategies*. Island Press, Washington: 93-122.
- Crosti R., Ceschin F.M., 2021. Il conflitto tra le pressioni del turismo fluviale e conservazione della natura: il contratto di fiume come luogo di mediazione. *Urbanistica Informazioni*, **47**: 293-294.
- Ercolini P., Cenni M., 2015. Prima segnalazione di *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) nelle acque del Fiume Serchio (Lucca). *Biologia Ambientale*, **29** (1): 71-74.
- Fabbri R., Landi L., 1999. Nuove segnalazioni di molluschi, crostacei e pesci esotici in Emilia-Romagna e prima segnalazione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) in Italia (Mollusca Bivalvia, Crustacea Decapoda, Osteichthyes Cypriniformes). *Quaderno di studi e notizie di storia naturale della Romagna*, **12**: 9-20.
- Foster A.M., Fuller P., Benson A., Constant S., Raikow D., Larson J., Fusaro A., 2015. *Corbicula fluminea*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, Florida. Available: <http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?SpeciesID=92>. (July 2015).
- Gherardi F., Gollasch S., Minchin D., Olenin S., Panov V.E., 2009. Alien invertebrates and fish in European inland waters. In: *DAISIE: Handbook of alien species in Europe*. Springer, Berlin: 81-92.
- Giusti F., Oppi E., 1972. *Dreissena polymorpha* (Pallas) nuovamente in Italia (Bivalvia, Dreissenidae). *Memorie Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, **20**: 45-49.
- Grano M., 2022a. Prima segnalazione di *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) (Bivalvia: Dreissenidae) nel Lago del Turano e per la provincia di Rieti (Lazio). *Alleryana*, **40**(1): 12-15.
- Grano M., 2022b. The non-indigenous freshwater molluscs, and particularly *Helisoma scalare* (Jay, 1839) (Gastropoda Planorbidae), of Lake Albano (Rome, Italy). *Biodiversity Journal*, **13**(1): 281-291.
- Grano M., Di Giuseppe R., 2020. Un nuovo mollusco alloctono nel Lazio: *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae). *Alleryana*, **38** (1): 34-37.
- Grano M., Nistri R., Di Giuseppe R., 2020. Aggiornamento sui molluschi alloctoni nel fiume Tevere a Roma (Bivalvia). *Alleryana*, **38**(2): 117-121.
- Grano M., Barbadoro S., Crosti R., Nucci D., Vitullo C., Sforzi A., Bini G., 2023. Esperienza di Citizen Science sui molluschi dulciacquicoli durante la Discesa Internazionale del Tevere-DIT 2023 e prima osservazione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Umbria. *Biologia Ambientale*, **37**: 20-27.
- Grizzetti B., Pistocchi A., Liqueste C., Udias A., Bouraoui F., W. van de Bundet W., 2017. Human pressures and ecological status of European rivers. *Scientific Reports*, **7**: 1-11.
- Haag W.R., Culp J., Drayer A.N., McGregor M.A., White D.E., Price S.J. 2021. Abundance of an invasive bivalve, *Corbicula fluminea*, is negatively related to growth of freshwater mussels in the wild. *Freshwater Biology*, **66**(3): 447-457.
- Hanna G.D., 1966. Introduced mollusks of western North America. *Occasional papers of the California Academy of Sciences*, **48**: 1-108.
- Kamburska L., Lauceri R., Beltrami M., Boggero A., Cardeccia A., Guarneri, I., Manca M., Riccardi N., 2013. Establishment of *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) in Lake Maggiore: a spatial approach to trace the invasion dynamics. *Bio-Invasions Records*, **2**(2): 150-171.
- Karatayev A.Y., Padilla D.K., Minchin D., Boltovskoy D., Burlakova L.E. 2007. Changes in global economies and trade: the potential spread of exotic freshwater bivalves. *Biological Invasions*, **9**: 161-180.
- Johnson P.D., McMahon R.G., 1998. Effects of temperature and chronic hypoxia on survivorship of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) and Asian clam (*Corbicula fluminea*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **55**: 1564-1572.
- Lakshmi E., Priya M., Achari V.S. 2021. An overview on the treatment of ballast water in ships. *Ocean & Coastal Management*, **199**: 1-12.
- Malavasi D., Fabbri R., Bernardoni A., 1999. Prima segnalazione nel tratto medio del Fiume Po di *Corbicula fluminea* Müller (Mollusca Bivalvia Corbiculidae). *Pianura*, **11**: 183-185.
- Mastrantuono L., Livretti F., Mancinelli T., 2011. Short note on an alien *Planorbella* (Gastropoda: Pulmonata) in volcanic lakes in Central Italy. *Aquatic Invasions*, **6**: 125-128.
- McMahon R.F., 2000. Invasive characteristics of freshwater bivalve *Corbicula fluminea*. In R. Claudi, & J. Leach (Eds.), *Nonindigenous freshwater organisms: vectors, biology, and impacts* (1st ed., pp. 315-343). Boca Raton, Florida, Lewis Publishers.
- McMahon R.F., 2002. Evolutionary and physiological adaptations of aquatic invasive animals: r selection versus resistance. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **59**: 1235-1244.
- Mienis H.K., 1991. Some remarks concerning asiatic clams invading Europe with a note on sample of *Cor-*

- bicula fluminea* (Müller, 1774) from Trapani, Sicily. *Notiziario della Società Italiana di Malacologia*, **9**: 137-139
- Modesto V., Ilarri M., Castro P., Carvalho F., Cavalheri T., Lopes-Lima M., Teixeira A., Ozorio R.O.A., Antunes C., Sousa R.G., 2023. Interspecific differences in the physiological condition of native freshwater mussels in response to the invasive Asian clam *Corbicula fluminea*. *Hydrobiologia*, 1-11. doi.org/10.1007/s10750-023-05209-3
- Mouthon J., 2001. Life cycle and populations dynamics of the Asian clam *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) in the Saone River at Lyon (France). *Hydrobiologia*, **452**: 109-119.
- MPI, 2023. <https://www.mpi.govt.nz/biosecurity/exotic-pests-and-diseases-in-new-zealand/>
- Nardi G., Braccia A., 2004. Prima segnalazione di *Corbicula fluminea* (O. F. Müller, 1774) per il Lago di Garda (Provincia di Brescia) (Mollusca Bivalvia, Corbiculidae). *Bollettino Malacologico*, **39**: 181-184.
- Nicolini L., Lodola A., 2011. Densità di popolazione e biometria di *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), bivalve alloctono invasivo nel Fiume Ticino (Pavia). *Studi Trentini di Scienze Naturali*, **89**: 145-147.
- Oregon State University, 2010. How to Prevent the Spread of New Zealand Mudsnails through Field Gear. Second Edition, Oregon Sea Grant. 8 pp. [Download pdf](#).
- Padilla D.K., Williams S.L., 2004. Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **2**: 131-138.
- Patoka J., Kopecky O., Vrabec V., Kalous L., 2017. Aquarium molluscs as a case study in risk assessment of incidental freshwater fauna. *Biological Invasions*, **19**(7): 2039-2046.
- Pezzi M., 2008. Prima segnalazione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) nel Fiume Senio (provincia di Ravenna) (Mollusca, Bivalvia, Corbiculidae). *Quaderno della Stazione di Ecologia Civico Museo di Storia naturale di Ferrara*, **18**: 89-92.
- Phelps H.L., 1994. The Asiatic clam (*Corbicula fluminea*) invasion and system-level ecological change in the Potomac River Estuary near Washington, D.C. *Estuaries*, **17**: 614-621.
- Pieri E., Bonifazi A., De Bonis S., Caprioli R., Amorosi V., Tintea R., Lombardo M.F., 2023. Nuovi dati sulla distribuzione nel Lazio del bivalve alieno *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae). *Convegno CISBA Ecosistemi acquatici e cambiamenti climatici*, 2-3 marzo 2023, Reggio Emilia. [Download pdf](#).
- Pimental D., Zuniga R., Morrison D., 2005. Update on the environmental and economic cost associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics*, **52**: 273-288.
- Pernecker B., Czirok A., Mauchart P., Boda P., Móra A., Csabai Z., 2021. No experimental evidence for vector-free, long-range, upstream dispersal of adult Asian clams [*Corbicula fluminea* (Müller, 1774)]. *Biological Invasions*, **23**: 1393-1404.
- Polce C., Cardoso A.C., Deriu I., Gervasini E., Tsiamis K., Vigiak O., Zulian G., Maes J., 2023. Invasive alien species of policy concerns show widespread patterns of invasion and potential pressure across European ecosystems. *Scientific Reports*, **13**(1): 8124.
- Quaglia F., Lattuada L., Mantecca P., Bacchetta R., 2008. Zebra mussels in Italy: where do they come from? *Biological Invasions*, **10**: 555-560.
- Roncaglio P., Borsani G., 2005. Analisi della struttura di popolazione del mollusco bivalve *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) nel Sebino (Lombardia, Italia settentrionale). *Natura Bresciana. Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. Brescia*, **34**: 49-53.
- Rosa I.C., Pereira J.L., Gomes J., Saraiva P.M., Gonçalves F., Costa R., 2011. The Asian clam *Corbicula fluminea* in the European freshwater-dependent industry: a latent threat or a friendly enemy? *Ecological Economics*, **70**(10):1805-1813.
- Scalera R., Bevilacqua G., Carnevali L., Genovesi P. (a cura di) 2018. *Le specie esotiche invasive: andamenti, impatti e possibili risposte*. ISPRA. pp 1-121.
- Schneider J., Weisser W.W., Settele J., Bustamante J.V., Marquez L., Villareal S., ... Türke M., 2016. Is there hope for sustainable management of golden apple snails, a major invasive pest in irrigated rice? *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, **79**: 11-21.
- Shannon C., Quinn C.H., Stebbing P.D., Hassall C., Dunn A.M. 2018. The practical application of hot water to reduce the introduction and spread of aquatic invasive alien species. *Management of Biological Invasions*, **9**(4): 417-423.
- Sousa R., Antunes C., Guilhermino L., 2008. Ecology of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in aquatic ecosystems: an overview. *International Journal of Limnology*, **44**: 85-94.
- Sousa R., Novais A., Costa R., Strayer D.L., 2014. Invasive bivalves in fresh waters: impacts from individuals to ecosystems and possible control strategies. *Hydrobiologia* **735**: 233-251.
- Stagioni P.L., 2009. *Corbicula fluminea*. Segnalazioni Faunistiche n. 94-98. *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna*, **28**: 191-197
- Tamborini D., Trasforini S., Puzzi C., 2018. Molluschi. In: Bisi F., Montagnani C., Cardarelli E., Manenti R., Trasforini S., Gentili R., Ardenghi N.M.G., Citterio S., Bogliani G., Ficetola F., Rubolini D., Puzzi C., Scelsi F., Rampa A., Rossi E., Mazzamuto M.V., Wauters L.A., Martinoli A. (2018, aggiornato 2022) *Strategia di azione e degli interventi per il controllo e la gestione delle specie alloctone in Regione Lombardia*. Ed. Regione Lombardia, 33 pp.
- Whittington R., Chong R., 2007. Global trade in ornamental fish from an Australian perspective: the case for revised import risk analysis and management strategies. *Prev. Vet. Med.*, **81**: 92-116.
- Wittman M., Reuter J., Schladow G., Hackley S., Allen B., Chandra S., Caires A., 2008. University of California Davis, Research, *Aquatic Invasive Species, Asian Clam*. Retrieved from University of California Davis: <http://terc.ucdavis>.

# Alluvioni, demografia e consumo del suolo

**Gian Carlo Perosino**

Via Guido Gozzano, 26/1 - 10078 - Venaria Reale (TO). Email: [gian.carlo.perosino@gmail.com](mailto:gian.carlo.perosino@gmail.com)

Pervenuto il 10.11.2024; accettato il 29.11.2024

## Riassunto

Il cambiamento climatico in corso favorisce l'incremento della frequenza e dell'intensità degli eventi meteorologici caratterizzati da elevata intensità e dei fenomeni del dissesto idrogeologico, tra i quali le alluvioni. Tale situazione comporta rischi sempre più gravi per le persone, per gli edifici e per le infrastrutture e maggiori danni economici. Si discute molto intorno a tali problemi, in particolare sulle cause e sulle soluzioni, spesso con proposte di interventi di sistemazioni idrauliche sui fiumi alterandone pesantemente la funzionalità fluviale. Occorre mettere in evidenza un aspetto molto importante: l'occupazione del suolo. Le aree di pianura e di bassa collina del territorio italiano presentano densità di popolazione tra le più elevate del pianeta; lo spazio è insufficiente e l'occupazione del suolo coinvolge anche le fasce di pertinenza fluviale. In questa situazione gli interventi di sistemazione idraulica sono quasi sempre poco utili e dannosi per le cenosi acquatiche; sarebbe invece necessario rivedere il rapporto della società con la natura che non può più essere di opposizione, bensì di adattamento.

PAROLE CHIAVE: cambiamento climatico / densità di popolazione / danni economici

## Floods, demography and land consumption

The ongoing climate change favors the increase in the frequency and intensity of meteorological events characterized by high intensity and of hydrological instability phenomena, including floods. This situation entails increasingly serious risk for people, buildings and infrastructures and greater economic damage. There is much discussion around these problems, in particular on the causes and solutions, often with proposals for hydraulic interventions on rivers, significantly altering their river functionality. A very important aspect must be highlighted: land occupation. The plain and low hill areas of the Italian territory have among the highest population densities on the planet; the space is insufficient and the occupation of the land also involves the river areas. In this situation, hydraulic interventions are almost always of little use and harmful to the aquatic communities; it would instead be necessary to review society's relationship with nature which can no longer be one of opposition, but of adaptation.

KEY WORDS: climate change / population density / economic damage

L'alluvione che nell'ottobre 2024 ha colpito la regione della Valencia, nella Spagna meridionale, ha suscitato sui mezzi di informazione un'ampia discussione sui gravi danni dovuti al dissesto idrogeologico, destinati ad aggravarsi a causa dei mutamenti climatici.

Negli ultimi 30 anni le inondazioni in Europa hanno colpito 5,5 milioni di persone, causando quasi 3.000 vittime e danni per oltre 170 miliardi di euro<sup>1</sup>. Nel 2023, secondo Copernicus<sup>2</sup>, le inonda-

zioni hanno interessato 1,6 milioni di persone in Europa e causato l'81 % delle perdite economiche dell'anno dovute al cambiamento climatico (ANSA). Secondo la Re-

**1.** Dati riportati nella proposta di risoluzione del Parlamento Europeo del 18 settembre 2024 (RC-B10-0057/2024).

**2.** Copernicus è finanziato dall'UE e dall'Agenzia Spaziale Europea; con l'European Earth Observation Programme, è un insieme di sistemi che raccoglie dati da satelliti e da sensori di terra e di mare; fornisce agli utenti, istituzionali e privati, informazioni con servizi su ambiente, territorio e sicurezza.

**3.** Agenzia per la sicurezza territoriale e

giione Emilia-Romagna l'alluvione del maggio 2023 ha comportato un danno di quasi 9 miliardi di euro<sup>3</sup>.

Giacomo Talignani<sup>4</sup>, sulla Repubblica, a commento dell'e-

la protezione civile della Regione Emilia-Romagna. Comunicato del 10 maggio 2024 (alluvione, un anno dopo: il bilancio su quanto fatto dalla Regione, i contributi e le iniziative).

**4.** Giornalista che scrive di ambiente, esteri, cronaca e viaggi. Da quindici anni lavora con La Repubblica e con il sito "Green&Blue", dove tratta di attualità con attenzione sulla crisi climatica, ambientale e le emergenze italiane e del mondo.



vento che ha colpito Valencia, ha proposto un articolo nel quale si cita la World Meteorological Organization: “*le perdite economiche sono in costante crescita e le alluvioni in Europa Centrale lo confermano; non si può minimizzare quello che sta accadendo*”. Tuttavia l’Autore tiene a precisare che la corretta valutazione dell’entità dei danni non deve essere espressa nel loro valore assoluto, ma nella loro percentuale del PIL. Prosegue infatti affermando che “*I danni provocati da fenomeni atmosferici estremi sono in costante diminuzione se rapportati alla ricchezza complessiva, inferiori all’1 % del PIL totale. Il calcolo in cifre assolute non ha senso perché un mondo popolato da otto miliardi di persone viene maggiormente danneggiato in caso di eventi calamitosi di un mondo assai meno popolato*”.

Sul *Washington Post* dell’ottobre 2024 Harry Stevens<sup>5</sup> con l’articolo “Il vero motivo per cui disastri da miliardi di dollari come l’uragano Helene stanno diventando più comuni” nota che molti attribuiscono al riscaldamento globale la maggior frequenza dei disastri che provocano danni per miliardi di dollari e che altri Autori dicono che i disastri sono più costosi perché c’è di più da distruggere. Mette poi in evidenza quanto sostenuto dal fisico e oceanografo D. James Baker<sup>6</sup>: “*mettere in discussione se l’influenza del riscaldamento globale possa essere riscontrata nei dati economici sui disastri non equivale a mettere in dubbio se il cambiamento climatico sia reale o se la società debba abbandonare i combustibili fossili*”. In sintesi:

- il riscaldamento climatico è definitivamente accertato; maggiore energia in atmosfera ed il Mediterraneo più caldo di 2-3 °C rispetto al secolo scorso<sup>7</sup>, significa più alta probabilità di

eventi meteo estremi, in termini di intensità e di frequenza;

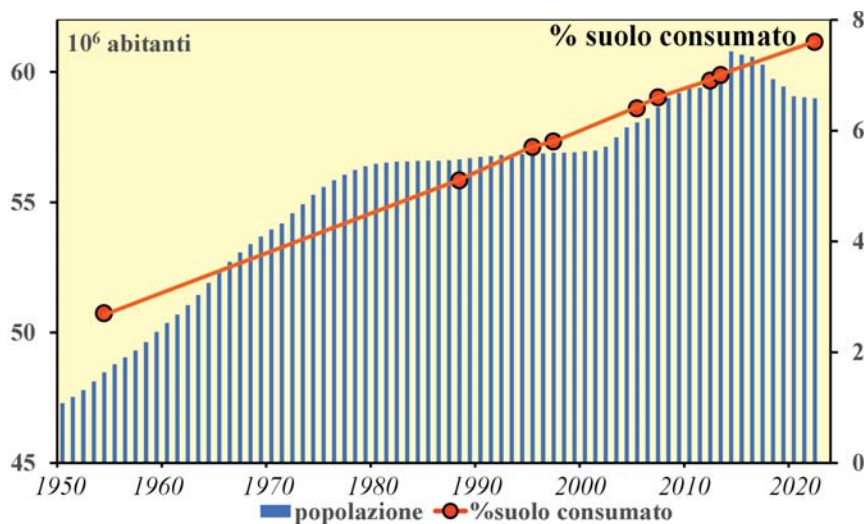
- risulta evidente, in valori assoluti, l’incremento dei danni economici e delle vittime a causa delle alluvioni e più in generale del dissesto idrogeologico (qualche dubbio per la difficoltà di ottenere precise informazioni su questo tema, ma che costituisce una constatazione ampiamente diffusa);

- l’attribuzione delle cause delle alluvioni ai mancati interventi di sistemazione idraulica, “pulizia” dei fiumi, dragaggi, ecc. sono false e fuorvianti, risultato della banalizzazione, con sem-

plici slogan, di sistemi complessi come gli ecosistemi fluviali (cfr. Forneris *et al.*, 2001)<sup>8</sup>;

- danni alle cose e alle persone sono dovuti certamente all’intensità degli eventi meteo, ma anche e soprattutto alla gestione/sfruttamento/occupazione del territorio; questo è il tema principale.

Al netto del cambiamento climatico, consideriamo due temi fondamentali: demografia e occupazione del suolo. Secondo ISPRA<sup>9</sup>, il consumo di suolo in Italia è passato dal 2,7 % degli anni Cinquanta del secolo scorso al 7,6 % del 2022, mentre la popolazione



**Fig. 1.** Correlazione, a livello nazionale, tra incremento demografico (+0,31% medio annuo) e consumo (cementificazione-occupazione) del suolo (+7,1% medio annuo). Dati ISPRA<sup>9</sup>. Il consumo di suolo procede ad un ritmo crescente, superiore all’incremento demografico, anche durante l’attuale “crisi delle nascite” (dopo il massimo culminato nel 2015 con 60,796 milioni di abitanti).

5. Editorialista del Climate Lab presso il Washington Post.

6. ha guidato la NOAA (agenzia governativa “Nazional Oceanic and Atmospheric Administration”) dal 1993 al 2001.

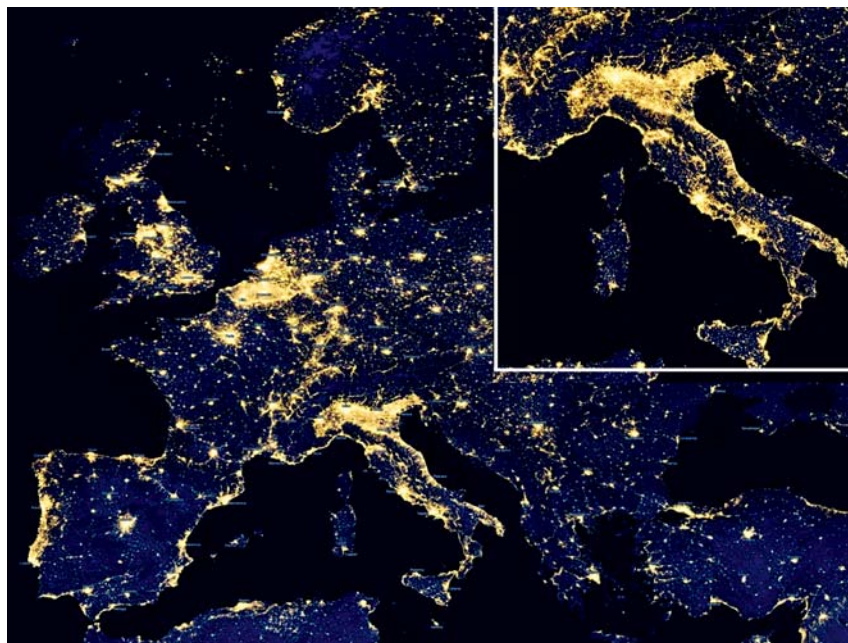
7. “Tra luglio e agosto (del 2024) il mare ha spesso superato i 28 °C e tale valore si è mantenuto per giorni, arrivando anche a sfiorare i 30 °C in diverse giornate. Così ci siamo trovati a metà agosto ad avere un mare a Trieste (ma non solo) con temperature costantemente tra i 29 e 30 °C: circa 4-5 °C in più rispetto alla media 1934-2023” (ARPA-FVG, 2024). <https://www.arpa.fvg.it/temi/temi/meteo-e-clima/news/un-mare-sempre-piu->

caldo-i-record-del-2024-e-i-segnali-dal-clima-in-fvg-nel-golfo-e-nella-laguna/

8. Forneris G., Perosino G.C., Trossero M., 2001. L’imbroglio idrogeologico. A.T.A. (Associazione Tutela Ambiente), 26 pp. Ciriè (TO). <https://green-crest.blog/wp-content/uploads/2018/01/2011-imbroglio-idrogeologico.pdf>

9. ISPRA, 2023. Consumo del suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione ottobre 2023. Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente. 441 pp. [https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2023/10/Rapporto\\_consumo\\_di\\_suolo\\_2023.pdf](https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2023/10/Rapporto_consumo_di_suolo_2023.pdf)





**Fig. 2.** La foto da satellite notturna del continente europeo mette in evidenza, grazie alle luci, il livello di antropizzazione del territorio che risulta massimo nel Nord Italia (in particolare la pianura padana, la costa adriatica e le aree metropolitane di Roma e Napoli) insieme alla regione dei Paesi Bassi. Le aree più antropizzate d'Italia presentano valori delle densità di popolazione e delle occupazioni del suolo tra i più elevati del pianeta. Immagine elaborata dalle foto pubblicate sul sito web del Post ([ilpost.it/2017/04/14/foto-mondo-notte-nasa/](http://ilpost.it/2017/04/14/foto-mondo-notte-nasa/)).

nazionale è passata da 48.770.000 abitanti del 1955 a 59.030.000 nel 2022 (Fig. 1).

Secondo ISPRA<sup>9</sup> gli incrementi del consumo del suolo si concentrano nella pianura Padana, con maggiore intensità nella parte lombarda e veneta (soprattutto lungo l'asse Milano-Venezia) e lungo la direttrice della via Emilia, sono molto intensi lungo tutta la costa adriatica, dal Veneto alla Puglia e con elevate densità di tra-

sformazione in tratti del litorale romagnolo e marchigiano (Fig. 2).

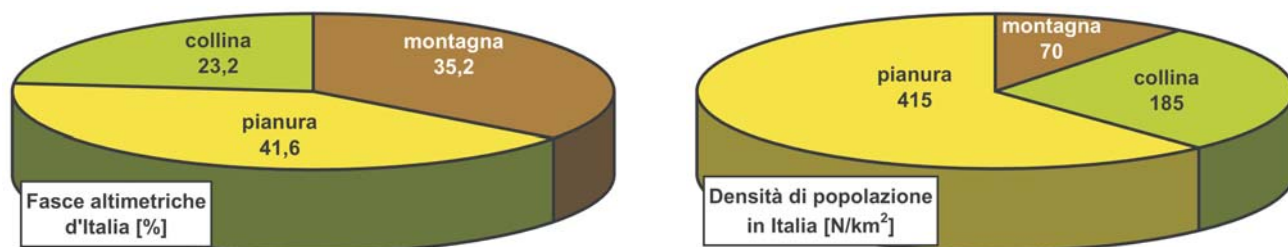
Il legame tra demografia e processi di urbanizzazione e di infrastrutturazione non è diretto (Fig. 1), con crescita delle superfici artificiali anche nei casi di decrescita della popolazione residente. Anche per tale ragione aumenta il valore medio annuo del suolo consumato pro capite fino ad arrivare, nel 2022, a circa 364 m<sup>2</sup>/ab/anno.

Secondo Wikipedia la densi-

tà di popolazione nel mondo (solo terra ed escludendo l'Antartide) è pari a 53 ab/km<sup>2</sup>; quella dell'Unione Europea 113 ab/km<sup>2</sup>. In Europa, escludendo i casi particolari (Monaco, Città del Vaticano, Malta, San Marino, e Paesi Bassi), l'Italia si trova al quarto posto con 196 ab/km<sup>2</sup> (fonte ISTAT), dopo Belgio con 351 ab/km<sup>2</sup>, Regno Unito con 261 ab/km<sup>2</sup> e Germania con 220 ab/km<sup>2</sup>, nella graduatoria decrescente dei singoli paesi. Ma l'Italia (ad esclusione di Svizzera e Austria, paesi a bassa densità demografica) presenta le più alte percentuali di territorio di collina e montagna e quasi la metà della popolazione italiana abita le pianure, dove la densità di popolazione media italiana raggiunge il valore di 415 ab/km<sup>2</sup>, tra le più elevate nel pianeta (Fig. 3).

La Lombardia presenta una densità media di quasi 420 ab/km<sup>2</sup>; circa 2/5 di quella regione è territorio montano poco popolato; la maggior parte degli abitanti abitano la pianura, dove le densità di popolazione raggiungono valori di 700-800 ab/km<sup>2</sup>; ciò spiega l'elevata luminosità notturna della pianura padana in Fig. 2.

Possiamo riprendere la succitata osservazione di Harry Stevens<sup>5</sup> sulle "crescenti" devastazioni causate dagli uragani: i disastri sono più costosi perché c'è di più da distruggere a causa dell'incremento dell'urbanizzazione delle aree soggette a tali eventi. Situa-



**Fig. 3.** A sinistra: distribuzioni % delle superfici montane, collinari e di pianura in Italia (fonte ISTAT). A destra: la densità demografica media in Italia è pari 196 abitanti/km<sup>2</sup>; La pianura occupa poco più di 2/5 del territorio italiano, ma è abitata da ben oltre la metà dell'intera popolazione italiana, con una densità (415 abitanti/km<sup>2</sup>) tra le più elevate nel pianeta (fonte ISTAT).

zione analoga anche per il territorio italiano. Al netto degli effetti del riscaldamento globale le alluvioni producono più danni perché le acque incontrano più strutture da distruggere e danneggiare. Oltre 59 milioni di abitanti sul suolo italiano di poco più di 302.000 km<sup>2</sup>, sono troppi, con metà della popolazione concentrata in un quinto dell'intero territorio. A ciò si aggiunge il forte incremento dell'urbanizzazione, spesso all'interno delle fasce di pertinenza fluviale, ovvero le aree che, da sempre, appartengono naturalmente alle acque.

Eppure il consumo di suolo continua inesorabile, nonostante il fatto che ormai è da molto tempo che si ritiene indispensabile una nuova filosofia di azione che implichi "...il riconoscimento tangibile e visibile che vi è una fascia del territorio che appartiene al fiume, nella quale ogni interferenza antropica, anche nelle forme degli usi agricoli e di quelli sociali e ricreativi, dovrebbe essere ridotta al minimo. Occorre una ricomposizione del paesaggio fluviale che renda leggibile e significativa l'autonomia del teatro nel quale il fiume deve restare o tornare il protagonista"<sup>10</sup>. Ciò significa restituire il più possibile al fiume la fascia di mobilità, salvaguardandone la libertà di divagazione e riducendo al minimo le interferenze nella dinamica evolutiva dell'alveo.

Scriveva Luca Mercalli a commento delle alluvioni che colpirono il Piemonte nel 1994, già tre decenni fa<sup>11</sup>: "*un'alluvione è un evento naturale estremo, uno scatenarsi di enormi energie, come un terremoto, un'eruzione vulcanica. Non ci si deve illudere che con più oculate tecniche di gestione del territorio essa possa essere evitata. Né si deve pensare che sia solo un certo approccio*

*all'uso del territorio tipico dell'uomo moderno a essere causa di tali disastri: chi magnifica una certa infallibile saggezza dell'uomo di un passato remoto, non conosce la storia. Gli archivi di ogni borgo sono pieni di cronache che contano i morti, i terreni corrosi, i ponti crollati, cento come mille anni fa...*"<sup>12</sup> Ciò dimostra che il rapporto della società con tali fenomeni non può più "... essere di opposizione, bensì di adattamento. Esiste certamente una quota parte di responsabilità precise e pesanti (...), ma senza dimenticare (...) l'esplosione demografica (...) che non ci permette di ragionare sul territorio con la stessa logica del medioevo. Ma tutto ciò rappresenta solo una parte del triste panorama che si lascia alle spalle un'alluvione. Inutile scagliarsi contro i disboscamenti inesistenti (l'alta Val Tanaro è una delle più boschive delle Alpi occidentali (...), l'apertura di fantomatiche dighe (...), l'abbandono delle montagne (...), l'agricoltura che ora è vista come benigna custode del territorio, ora scellerata sfruttatrice del suolo (...)) Chi ha visto le Langhe dopo il 6 novembre (...) avrà osservato (...) frane che hanno ferito interi versanti con e senza vigneti, con e senza boschi, con e senza case. Una grande alluvione non si può né evitare, né prevenire".

Ma si può limitare. È ipotizzabile una modesta riduzione dei picchi di piena ed un piccolo incremento dei tempi di corrivazione alle seguenti condizioni suggerite da Forneris *et al.*<sup>8</sup> già nel 2001;

- evitare interventi di sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali (ad eccezione delle aree fortemente urbanizzate); in tal modo si allungano i tempi di corrivazione e si favorisce la dissipazione dell'energia delle acque di piena;
- consentire la divagazione dei

fiumi, con realizzazione di vasche di laminazione, argini maestri con ampie zone golenali e limiti alle attività antropiche nelle fasce di pertinenza fluviale;

- conservare la naturalità delle fasce fluviali, tutelando la vegetazione spontanea lungo le rive ed evitando l'arboricoltura;
- sviluppare le potenzialità offerte dalla ingegneria naturalistica; è importante l'impegno delle amministrazioni nel curare i capitolati delle gare d'appalto prevedendo, quale condizione fondamentale, le nuove tecniche e figure professionali (geologi, naturalisti, forestali,...) che non siano solo quelle dell'ingegneria idraulica;
- procedere al massimo incremento della copertura forestale;
- deimpermeabilizzare il suolo, ovunque sia possibile.

Tali condizioni furono successivamente ribadite da Forneris *et al.* (2004)<sup>13</sup>, in un libro dedicato agli "interventi di sistemazione idraulica" nel quale, sin dalle prime pagine, si insiste sul seguente concetto: "*il fiume è il più importante filtro e riciclatore della materia a scala di bacino*"; non è un semplice canale sul quale applicare le regole dei manuali di idraulica, ma è un vero e pro-

**10.** IRES, 1989. Progetto Po, tutela e valorizzazione del fiume in Piemonte. 218 pp. Rosenberg & Sellier, Torino.

**11.** Mercalli L, 1994/95. Una volta all'asciutto si dimentica. NIMBUS, 6/7: 2; Società Meteorologica Subalpina, Torino.

**12.** Quale esempio cfr. Perosino G.C., Boano G., Curletti I., Delmastro G.B., 2019. Elementi climatici e successione degli eventi meteorologici e idrologici di Carmagnola dall'anno 1601. Rivista Piemontese di Storia Naturale, 40: 2 - 44.

**13.** Forneris G., Forneris S., Perosino G.C., 2004. Interventi di sistemazione idraulica (difesa dei fiumi, difesa dai fiumi, riflessioni e suggerimenti tecnici). 97 pp. Area Ambiente, Parchi, Risorse idriche e Tutela della Fauna. Provincia di Torino.

prio ecosistema, nel quale l'acqua non solo caratterizza l'ambiente fisico, ma è anche e soprattutto il mezzo che garantisce i processi biologici alla base della funzionalità fluviale. Considerare i fiumi come ecosistemi complessi e come importanti corridoi ecologici, evitando interventi di sistemazione idraulica distruttivi, permette il conseguimento di due obiettivi tra loro coerenti: riduzione dei rischi idrogeologici e tutela della qualità fisica e biologica delle acque e della biodiversità.

Quanto sopra tuttavia servirà a poco se si conserveranno

le strutture (fabbriche, impianti sportivi, case, campeggi, parcheggi...) che attualmente occupano le fasce esondabili. Le alluvioni aumenteranno di frequenza e intensità a causa del cambiamento climatico, con danni più onerosi. Ma nulla si spende per la ricollocazione delle strutture in aree a rischio, anzi si continua a costruire, occupando sempre più spazio che invece andrebbe destinato alle ricollocazioni.

Quale conclusione, vale la pena citare G. Targioni Tozzetti che, nel 1767, scrisse al granduca di Toscana, Pietro Leopoldo,

sull'alluvione di Firenze del 1333: *"...una legittima vendetta del fiume; l'imprevidenza dell'uomo aveva fatto il possibile per portar via all'Arno una striscia del suo giusto e necessario letto, pretendendo di obbligarlo a camminare per una fossa augusta e strozzata. Ma l'Arno seppe vendicarsi, ed armata mano ricuperare il suo necessario letto"* (in Ortalli, 1997)<sup>14</sup>.

---

**14.** Ortalli G., 1997. *Lupi genti culture - uomo e ambiente nel medioevo*. 232 pp. Einaudi, Torino.

## Trasporto marittimo e GHG: la sfida della transizione

Il trasporto marittimo rappresenta un elemento essenziale del commercio e dell'economia mondiali: le navi mercantili muovono infatti il 90% delle merci di tutto il mondo.

Nonostante i progressi degli ultimi anni, il trasporto marittimo continua a esercitare numerose pressioni sull'ambiente fra cui l'emissione di gas ad effetto serra (GHG): a livello mondiale esso genera circa il 3% delle emissioni climalteranti mentre a livello europeo è responsabile del 13,5% delle emissioni di GHG di tutto il settore dei trasporti, valore di poco inferiore a quello registrato per il trasporto aereo (14,4%) (ENI, EMSA).

Prosegue quindi la ricerca di nuove soluzioni per decarbonizzare il comparto.

### IL COMPARTO

Nel trasporto marittimo si riconoscono due grandi insiemi: quello delle navi che seguono linee regolari e quello delle navi che compiono trasporti occasionali. Nel primo caso le navi operano su rotte precise e fanno scalo sempre negli stessi porti, presso cui attraccano in giorni e ore fisse, secondo un calendario predefinito; la nave – generalmente un cargo o una portacontainer – assicura il servizio per conto di numerosi clienti, ognuno dei quali affitta uno spazio. Nel secondo caso la nave offre il trasporto per un unico cliente, secondo precise esigenze circa i porti e le date di carico e di scarico; al termine di ogni missione la nave dovrà trovare un nuovo contratto.

La crescita della flotta mondiale si è realizzata attraverso due distinti periodi di “gigantismo navale”: il primo ha modificato le dimensioni delle petroliere e delle portarinfuse negli anni 1950-1980, il secondo ha riguardato le portacontainer dopo il 1980. In entrambi i casi il principio è identico: la massificazione permette di realizzare delle economie di scala che si traducono nella riduzione dei costi di trasporto e in una maggiore competitività (Lacoste R. e Cariou P., 2008).

Mentre le portacontainer costruite nel periodo 1970-1980 hanno lunghezze di 217-290 metri e larghezza di 32 metri, quelle di ultima generazione hanno lunghezza di 400 metri e larghezza di 60 metri (Wikipedia).

Come noto, il container presenta il vantaggio di poter essere trasportato alla meta finale su gomma o su rotaia (trasporto intermodale) e ciò anche grazie al fatto che le sue dimensioni sono state standardizzate in unità di misura del sistema britannico: si tratta di un parallelepipedo di larghezza e di altezza fisse e di due lunghezze standard: 20 piedi (610 cm) e 40 piedi (1220 cm); dalla standardizzazione dimensionale, e quindi volumetrica, del container deriva la modalità di valutare la capacità di carico di una nave portacontainer in moduli TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) (Wikipedia).

Nel 2022 la classifica delle compagnie marittime mondiali vedeva la compagnia italo-svizzera MSC in prima posizione sia per consistenza della propria flotta

(716 navi) sia per traffico di merci, con 4.601.709 di TEU (uomini e trasporti).

La classifica dei porti, invece, nel 2021 era guidata da Shanghai con 47.025.000 container movimentati nell'anno, seguita da Singapore e dal porto cinese di Ningbo (ShipMag).

Anche i porti, spesso inseriti in zone urbane, contribuiscono alle emissioni generate dal trasporto marittimo; si riconoscono in particolare emissioni prodotte dalle navi in sosta e durante le manovre all'interno del polo portuale, e quelle prodotte dagli operatori portuali e dai veicoli leggeri e pesanti in transito nel porto (asvis).

Come detto, circa il 90% dei volumi del commercio globale avviene per mare; ciò consuma 4 milioni di barili di petrolio al giorno (corrispondente al 4% della produzione mondiale): i combustibili fossili coprono ancora il 98% del fabbisogno totale di carburanti delle navi (valori).

### LE STRATEGIE

Come primo passo importante, nel 2015 l'Unione Europea ha adottato il regolamento sul monitoraggio, la comunicazione e la verifica delle emissioni di anidride carbonica generate dal trasporto marittimo (Regolamento UE 2015/757). MRV (Monitoring, Reporting, Verification) è un sistema obbligatorio applicabile alle navi sopra le 5.000 tonnellate di stazza lorda che percorrono una o più tratte commerciali (merci o passeggeri) da e verso i porti

dell'Unione, indipendentemente dalla loro bandiera. Dal 2018 la raccolta dei dati sulle emissioni è stata messa a regime e la loro analisi consente di redigere rapporti ambientali come l'[European Maritime Transport Environmental Report 2021](#) (rina).

Per le politiche a livello europeo è necessario rifarsi al pacchetto *Pronti per il 55%*, che si riferisce all'obiettivo di ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030; il pacchetto contiene le proposte destinate sia a

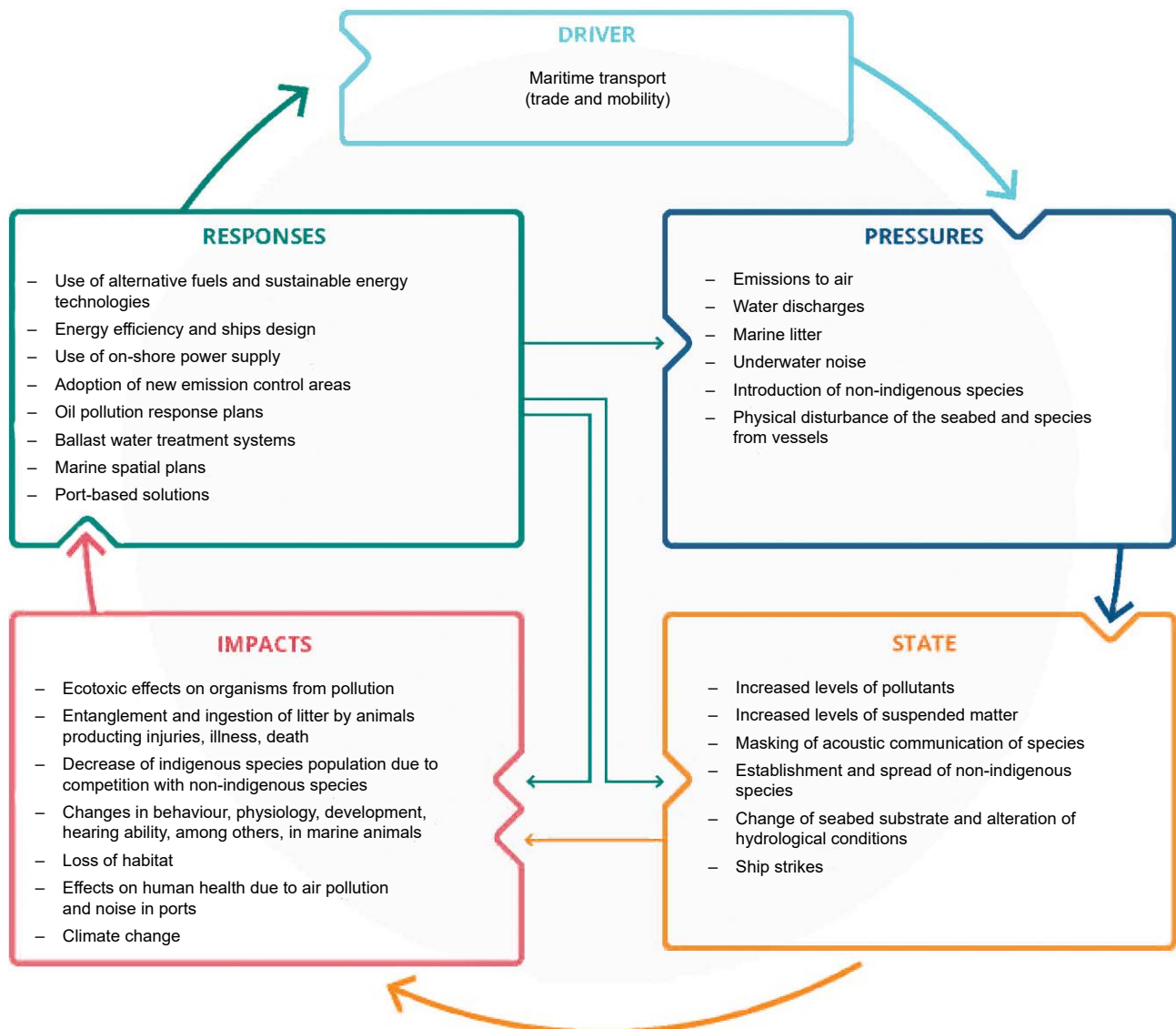
rivedere e aggiornare le normative europee sia ad avviare nuove iniziative per raggiungere gli obiettivi climatici dell'UE ([ConsiliumA](#)).

Di tale pacchetto fa parte l'iniziativa *FuelEU Maritime*, adottata nel luglio del 2023 e finalizzata alla decarbonizzazione del trasporto marittimo.

*FuelEU Maritime* si pone l'obiettivo di aumentare la domanda e l'uso di combustibili rinnovabili e a basse emissioni di carbonio, garantendo nel contempo il buon funzionamento del traffico marit-

timo e senza creare distorsioni nel mercato interno. Esso contiene numerose disposizioni, fra le quali gli incentivi per sostenere l'utilizzo di combustibili rinnovabili di origine non biologica e l'obbligo per le navi di collegarsi all'alimentazione elettrica da terra durante l'ormeggio in banchina ([ConsiliumB](#)).

Recentemente l'IMO (International Maritime Organisation, un'agenzia delle Nazioni Unite) ha adottato la *Strategia IMO 2023* sulla riduzione delle emissioni di gas serra delle navi ([IMO](#)).



**DPSIR framework for maritime transport.** Source: [EEA/EMSA \(2021\)](#)



La Strategia si pone l'ambizioso obiettivo di raggiungere l'azzeramento delle emissioni delle navi entro il 2050 e prevede una serie di obiettivi intermedi: rispetto alle emissioni del 2008 raggiungere almeno il 20% di riduzione entro il 2030 (puntando però al 30%) e almeno il 70% di riduzione entro il 2040 (puntando però all'80%).

Fra le misure indicate si annoverano l'adozione di carburanti a basso contenuto di carbonio e il miglioramento dell'efficienza energetica delle navi.

La Strategia si prefigge di mantenere in equilibrio la riduzione delle emissioni e la sicurezza/efficienza delle operazioni marittime; essa deriva inoltre dal bilanciamento delle esigenze dei diversi Stati nonché di quelle del settore privato, dei produttori di combustibili e delle aziende di logistica al fine di garantire che le soluzioni proposte risultino realisticamente praticabili ([Logistica](#)).

### LE STRADE PERCORRIBILI

Le emissioni di GHG dovute al trasporto marittimo possono essere ridotte abbandonando l'olio combustibile pesante e il diesel marino per passare a combustibili privi di carbonio (*zero-carbon fuels*); scartato l'elettrico, che da solo non è in grado di sviluppare potenze utili a movimentare navi di grandi dimensioni, l'attenzione dei ricercatori si è rivolta ai gas e i candidati più promettenti sono ammoniaca e idrogeno ([marinecue](#)).

L'ammoniaca può essere utilizzata come carburante per motori a combustione interna (ICE) e pile a combustibile (Fuel Cells); può essere facilmente liquefatta sottoponendola alla pressione di circa 8-9 bar a temperatura ambiente e presenta una densità energetica maggiore di quella dell'idrogeno (significa che immagazzina più

energia a parità di volume) ([Fuel](#)).

Essa presenta caratteristiche vantaggiose quali: l'alto contenuto di idrogeno (elemento importante per la produzione di energia nei motori ICE e nelle Fuel Cells), la densità (quattro volte superiore a quella dell'idrogeno, caratteristica che facilita il suo trasporto e stoccaggio), il numero di ottano (compreso fra 110 e 130, valore che la rende un ottimo carburante per i motori ICE modificati), è più sicura in quanto disperde rapidamente nell'atmosfera, è rilevabile grazie al suo odore e ha un ristretto intervallo di infiammabilità ([Martinelli A., 2023](#)).

Per essere uno *zero-carbon-fuel* l'ammoniaca deve essere prodotta in un processo che utilizzi elettricità da fonte rinnovabile: si parla così di "ammoniaca green".

L'ammoniaca green è considerata il carburante che potrebbe entrare nel mercato in tempi relativamente brevi e offrire una soluzione duratura a emissioni di carbonio prossime allo zero nell'uso diretto sulla nave e probabilmente nell'intero processo di produzione e consegna del carburante a bordo; i progetti navali sono però complicati dalle problematiche legate alla tossicità della molecola e ai rischi connessi, anche se gestibili ([Huffingtonpost](#)).

La buona realizzabilità di questa transizione risiede anche nel fatto che l'ammoniaca è una materia prima già molto commercializzata: ciò elimina la necessità di creare ex novo le infrastrutture per produrla, trasportarla, riceverla nei porti, distribuirla e stoccarla ([wired](#)).

Concretamente sono state avviate molte sperimentazioni tecnologiche, e il primo sistema di propulsione navale a quattro tempi con alimentazione ad ammoniaca è stato lanciato sul mercato da un'industria finlandese nel 2023 ([hydronews](#)).

Il mondo della ricerca continua ad investire anche sull'idrogeno, utilizzabile sia nelle pile a combustibile sia in motori a combustione interna modificati.

L'idrogeno non è una fonte energetica vera e propria bensì è un vettore energetico, cioè una sostanza che deve essere prodotta e raccolta a partire da una forma di energia precedente; l'idrogeno è infatti assente sulla Terra in forma molecolare ([Wikipedia](#)).

Il processo oggi più impiegato per la sua produzione consiste nella scomposizione di un idrocarburo in elementi più semplici; fra i prodotti della scomposizione vi è però anche l'anidride carbonica, che deve essere catturata per garantire un processo sostenibile: in questo caso si ottiene "idrogeno blu" mentre se la CO<sub>2</sub> non viene catturata si ottiene "idrogeno grigio", che rappresenta il 90% dell'idrogeno prodotto ([Finardi M., 2023](#)). "Idrogeno verde" si ottiene solo per elettrolisi dell'acqua ed esso è sostenibile al 100% solo se l'elettricità utilizzata per produrlo è stata ottenuta da fonti rinnovabili ([Bertelè F., 2022](#); [Enel](#)). Un'ultima tipologia emergente è quella del "bio-idrogeno", per la produzione del quale si sfruttano le capacità di alcuni microrganismi in processi quali la fermentazione in assenza o presenza di luce, la fotosintesi, la digestione anaerobica o i sistemi bio-ibridi; la sua produzione si basa completamente su fonti rinnovabili quali rifiuti solidi e acque reflue. La produzione di idrogeno biologico è ai primi passi e sarà dunque necessario superare numerose sfide prima di disporre di una soluzione commerciale praticabile ([microbiologiaitalia](#), [Teke G.M. et al., 2024](#)).

Il limite principale dell'uso dell'idrogeno come combustibile risiede nello stoccaggio.

L'idrogeno è caratterizzato

da un'elevata densità di energia per unità di massa e da una scarsa densità energetica volumetrica a pressione atmosferica: ciò significa che è necessario concentrarlo per rendere il suo immagazzinamento più efficiente. Può essere stoccato in forma gassosa compressa, ma i serbatoi risultano voluminosi e pesanti; in forma liquida, ma deve essere mantenuto a temperatura inferiore a -253 °C; stoccato in materiali solidi e quindi non più come sostanza pura.

Lo stoccaggio a bordo nave è particolarmente sfidante: da un lato è necessario immagazzinare grandi quantità di idrogeno sulla singola imbarcazione, sottraendo spazio sia al vano motore sia al carico pagante, dall'altro le operazioni di rifornimento del combustibile richiedono tempi molto lunghi (Van Hoecke L. *et al.*, 2021).

Essendoci grande incertezza relativamente alle tecnologie e ai carburanti del futuro, ultimamente stanno prendendo piede le navi a doppia alimentazione, cioè in grado di funzionare con carburanti sia convenzionali sia alternativi (*circularmobility*).

Gli armatori si stanno comunque muovendo anche su altri fronti: una compagnia di Singapore ha deciso di adottare l'energia eolica per alimentare una nave portarinfuse. La *Berge Olympus* è stata equipaggiata con quattro moduli eolici in materiale composito alti 37,5 metri e larghi 20: essi possono essere regolati separatamente per ottimizzare le prestazioni aerodinamiche della nave; le turbine eoliche trasmettono l'energia generata direttamente all'albero motore, che va a fornire energia elettrica al motore principale. La nave è dotata anche di un generatore da 1MW, alimentato dal motore principale, che fornisce elettricità all'intera imbarcazione. Questa innovazione permette alla

*Berge Olympus* di risparmiare fino al 20% di carburante al giorno su una rotta media mondiale e di ridurre quindi le emissioni di gas serra. La nave è stata noleggiata da un gruppo minerario brasiliano e navigherà fra Brasile e Cina (*Futuroprossimo, Marketscreener*).

Un'altra iniziativa interessante per la decarbonizzazione è quella dei Corridoi Marittimi Verdi (*Green Shipping Corridors* o GSC): essi sono considerati uno strumento essenziale per avviare la transizione del settore marittimo e sono stati presentati nella *Dichiarazione di Clydebank* nel 2021.

Questi corridoi sono specifiche rotte commerciali tra porti in grado di supportare soluzioni a emissioni nulle grazie a un quadro politico, normativo, d'incentivazione finanziaria e fiscale, di servizi e di forniture che può favorire l'impiego di navi e tecnologie sostenibili (*Valori*).

Un GSC interessante è quello che collega Los Angeles a Shanghai: corrisponde a una delle rotte container transpacifiche maggiormente trafficate a livello globale (nove servizi settimanali di compagnie di navigazione internazionali fra i due porti; traffico container fra loro che ha superato 1,3 milioni di TEU nel 2022). I principali obiettivi per questo corridoio riguardano l'introduzione graduale di navi meno impattanti, lo sviluppo delle migliori pratiche di gestione delle imbarcazioni e dei porti, e la decarbonizzazione della catena di approvvigionamento per migliorare la qualità dell'aria delle due grandi città.

Un altro GSC importante è rappresentato dal collegamento fra Australia e Giappone, incentrato sul trasporto di minerali di ferro. Nel 2019 sono stati trasportati 65 milioni di tonnellate di minerali bruciando –direttamente e nelle soste intermedie– circa 550.000

tonnellate di olio combustibile, equivalenti a 1,7 milioni di tonnellate di anidride carbonica emessa. Per quanto riguarda la tipologia di carburanti, questo corridoio intende usare principalmente ammoniac verde; si stima che sarà necessario utilizzare 41 navi appositamente costruite per decarbonizzare il commercio fra le due nazioni (*Valenti D.*, 2023).

Dal 2024, infine, il Sistema europeo di scambio di quote di emissione di gas a effetto serra (EU ETS) – il principale strumento adottato dall'Unione europea per raggiungere gli obiettivi di riduzione dei gas serra nei principali settori industriali e nel comparto dell'aviazione – verrà esteso anche al trasporto marittimo.

Come noto, il meccanismo ETS fissa un tetto massimo complessivo alle emissioni consentite sul territorio europeo nei settori interessati, cui corrisponde un equivalente numero di quote (1 tonnellata di CO<sub>2</sub> eq. = 1 quota) che possono essere acquistate/vendute su un apposito mercato; ogni operatore (industriale/aereo/marittimo) cui lo schema si applica deve compensare su base annuale le proprie emissioni effettive (verificate da un soggetto terzo indipendente) con un corrispondente quantitativo di quote. Il quantitativo complessivo di quote disponibili per gli operatori diminuisce nel tempo, imponendo di fatto una riduzione delle emissioni di gas serra nei settori ETS (*mase*).

I nuovi obblighi per il trasporto marittimo verranno introdotti progressivamente: nella prima fase (dal 2024) saranno soggette le navi di stazza lorda pari o superiore a 5000 tonnellate sia merci che passeggeri; seguiranno, dal 2025, le navi da carico e le navi offshore di stazza lorda inferiore a 5000 tonnellate ma non inferiore a 400 tonnellate e, dal 2027, le navi

offshore di stazza lorda pari o superiore a 5000 tonnellate ([mase](#)). Il meccanismo si applica al 100% delle emissioni delle navi che navigano fra porti degli Stati membri mentre si applica al 50% delle emissioni delle navi che effettuano tratte fra un porto di uno Stato membro e un porto fuori dall'Unione ([mglobale](#)).

Nel processo di decarbonizzazione del trasporto marittimo rivestono un'enorme importanza anche i porti e tutta la logistica collegata.

Normalmente in porto, durante la sosta in banchina, vengono spenti i motori di propulsione della nave e accesi quelli ausiliari per assicurare i servizi di bordo come l'illuminazione, il riscaldamento e il raffrescamento o le operazioni di carico/scarico: ciò comporta il consumo di combustibile nonché la produzione di rumore e vibrazioni.

Una soluzione tecnologica per ridurre l'emissione di inquinanti dalle navi in porto è il *cold ironing*, cioè la fornitura da terra dell'energia elettrica necessaria a bordo. Per fornire energia elettrica alle navi occorre elettrificare le banchine attraverso una linea generalmente connessa alla rete elettrica nazionale; la riduzione delle emissioni da combustione è garantita dal fatto che le emissioni del parco elettrico sono inferiori a quelle dei generatori delle navi sia grazie al maggior rendimento energetico delle centrali sia grazie

alla sempre maggior quota di energia prodotta da fonti rinnovabili.

Il *cold ironing* può ridurre anche l'impatto acustico del porto, generato dal rumore prodotto giorno e notte da navi, gru, operazioni di carico e scarico, cantieri navali, camion e treni.

La maggior parte dei porti non è ancora attrezzata con dotazioni di *cold ironing* e solo poche navi sono predisposte per ricevere energia elettrica da terra, ma molte amministrazioni portuali si stanno attivando in questo senso; la complessità maggiore nel realizzare le infrastrutture dedicate al *cold ironing* risiede nella diversità delle imbarcazioni da servire in termini di potenza e frequenza dell'energia elettrica fornita nonché in termini di connessione e interfaccia (ad esempio: altezza e posizione dell'attacco sulla nave e lunghezza dei cavi necessari).

La diffusione di questa tecnologia è ostacolata soprattutto dalla dimensione degli investimenti che vanno sostenuti sia dal sistema portuale che dagli armatori, sebbene entrambi siano interessati alla decarbonizzazione ([Enel X-Legambiente](#)).

In Italia nel 2021 ha preso avvio il *Piano Nazionale Cold Ironing*, con investimenti di poco inferiori agli 800 milioni di euro e una potenza installata prevista di 712 MW; nella prima fase l'elettrificazione riguarderà le banchine a uso di crociere e Ro/Ro-Pax (cioè navi che imbarcano mezzi

pesanti, automobili e passeggeri). Questa iniziativa ricade all'interno del progetto *Porti Verdi* che prevede interventi in materia di energia rinnovabile ed efficienza energetica nei porti finanziati dal PNRR; esempi di interventi sono: l'acquisto di veicoli e imbarcazioni di servizio a emissioni zero, conversione dei mezzi a combustibile fossile, installazione di colonnine di ricarica elettrica, efficientamento energetico degli edifici portuali e rinnovamento degli impianti di illuminazione pubblica ([scienzainrete](#), [e-distribuzione](#)).

## CONCLUSIONI

La decarbonizzazione del trasporto marittimo si connota come un problema molto complesso per risolvere il quale sono necessari ingenti investimenti sia su nuove tecnologie e carburanti per la propulsione sia – in prospettiva – per modificare i motori della flotta esistente al fine di garantire adeguate prestazioni tecniche, sia per realizzare le infrastrutture necessarie all'approvvigionamento delle navi, sia per adeguare le strutture portuali alle nuove realtà di distribuzione e stoccaggio. La transizione sembra dunque ancora lontana.

**Rossella Azzoni**

---

### Informazioni sull'autrice:

Socio fondatore ed ex Presidente CISBA, dirigente biologo in quietanza di ARPA Lombardia.  
e-mail: ross.azzoni@yahoo.com

## Nuove tendenze per lo sfalcio dei prati urbani

Negli ultimi anni si stanno facendo largo nuove pratiche di gestione dei prati urbani a sostegno della biodiversità. Si parla di sfalci ridotti o differenziati ma –nella maggior parte delle occasioni– le iniziative avviate nelle città italiane stanno suscitando alcune perplessità.

### UNA STORIA RECENTE

Se c'è un Paese appassionato di floricoltura, e del quale si apprezzano i bei giardini pubblici e privati, questo è la Gran Bretagna. Rigettando il canone secondo il quale il giardino migliore è quello perfettamente curato, nel 2019 l'associazione britannica *Plantlife* lanciò l'iniziativa più famosa nel suo genere: si tratta di *No Mow May*, che significa letteralmente “non falciare in maggio”. Chi aderisce all'iniziativa si impegna a tagliare con minor frequenza l'erba del prato per dare spazio alle piante native, lasciando che queste crescano e fioriscano dando nutrimento agli impollinatori e rifugio a molti insetti e altri piccoli artropodi.

Lo sfalcio ridotto del prato è dunque una pratica di gestione che riduce la frequenza di taglio dell'erba; in tal modo le varie piante completano il loro ciclo vegetativo fino alla fioritura e alla produzione dei semi.

In anni recenti molte città nel mondo stanno percorrendo questa strada nella gestione degli spazi pubblici e anche in Italia numerose amministrazioni comunali stanno adottando lo sfalcio ridotto; esempi ne sono [Bergamo](#), [Milano](#),

[Padova](#), [Parma](#), [San Lazzaro di Savena](#) e [Torino](#).

La risonanza di queste iniziative è notevole anche se le superfici interessate dallo sfalcio ridotto sono veramente esigue: ad esempio, attualmente, nel comune di Bergamo le aree in sperimentazione rappresentano il 3% del totale delle aree a sfalcio mentre nel comune di Milano la percentuale delle aree a sfalcio ridotto o tardivo rappresentano l'8,9% delle aree a prato (comunicazioni personali).

### I PRATI URBANI

In urbanistica “verde” è la zona costituita da parchi, prati e giardini situata nell'area urbana, non edificabile; essa è composta dal verde pubblico e da quello privato ([Treccani](#)). A questa si aggiungono le aree di arredo urbano quali le alberature dei viali o le aiuole spartitraffico piantumate; questo patrimonio verde svolge importanti funzioni sociali, ricreative, ambientali e culturali, e condiziona in modo sostanziale il paesaggio ([Abbate C., 2007](#)).

In tutto il mondo i prati rappresentano l'elemento più comune degli spazi verdi; essi sono ecosistemi ideati in Europa e possono essere definiti come una comunità vegetale dominata dalle erbe, creata e gestita artificialmente, e progettata per svolgere una serie di servizi ecosistemici.

L'elemento fondamentale del prato è il cotico erboso, cioè l'insieme delle graminacee e delle altre erbe, accompagnate dalle loro radici e dal terriccio impigliatovi ([Treccani](#)).

Il cotico erboso –in particolare grazie alla presenza delle graminacee prative che presentano apparati radicali fascicolati– migliora e rende più stabile la struttura del terreno: conferisce una maggior resistenza al calpestamento, riduce le escursioni termiche negli strati superficiali, rende la permeabilità del terreno più uniforme nel tempo, protegge dall'erosione del suolo ([Wikipedia](#)).

I prati forniscono inoltre molti servizi ecosistemici: regolano il ciclo dell'acqua in quanto favoriscono l'infiltrazione della pioggia facilitando la ricarica delle acque sotterranee; mitigano le isole di calore attraverso la traspirazione e l'evaporazione e generano microclimi più freschi; forniscono l'habitat per alcune specie animali epigee e mantengono gli organismi del suolo.

Ma il principale servizio ecosistemico universalmente riconosciuto ai prati urbani fin dalla loro introduzione è quello culturale, cioè quello di uno spazio destinato al tempo libero.

I prati però forniscono anche alcuni “disservizi”: possono ospitare parassiti o insetti che pungono, perdono qualità estetica nelle estati calde e secche, possono inquinare nel caso in cui vengano trattati con erbicidi e pesticidi.

Negli ultimi decenni il disservizio più discusso è stato però quello dell'uniformità estetica dei prati urbani, le cui comunità vegetali stavano diventando simili in disparate realtà territoriali a causa dell'uso di monoculture di una o due specie ([Ignatieva M. et al.](#),

2020). Ma l'inversione di tendenza si registra ormai da più di un decennio nei nuovi prati dei parchi storici ove tappeti erbosi e superfici di prati spontanei coesistono e reinterpretano gli spazi con "fantasia biologica" (AR).

I prati spontanei – veri e propri microcosmi arricchiti da specie ed ecotipi locali– stanno dunque conquistando le città.

### LA BIODIVERSITÀ NEI PRATI

Come detto, i prati sono habitat omogenei di specie erbacee ottenuti grazie all'azione dell'uomo; maggiore è il numero delle specie vegetali, maggiore è il valore ecologico del prato. Alla ricchezza floristica si associa infatti la ricchezza di artropodi –soprattutto di impollinatori– di fauna minore e di uccelli (APTrentino).

Un semplice prato verde spontaneo è dunque un microcosmo di biodiversità da tutelare.

In generale, i prati e le praterie sono probabilmente gli ambienti in cui la fauna invertebrata si manifesta con la maggiore varietà di forme, comportamenti e adattamenti; alcuni taxa sono riconosciuti come ottimi bioindicatori di qualità naturalistica in quanto particolarmente sensibili alle differenti tipologie gestionali quali lo sfalcio, il pascolo e la concimazione (MUSE).

Le Poaceae, comunemente conosciute come Graminacee, sono presenti in modo prevalente nei prati; esse sono angiosperme monocotiledoni erbacee, perenni o annuali. La famiglia comprende 733 generi riconosciuti e circa 11600 specie, di cui 350 circa italiane. Nella regione mediterranea, allo stato spontaneo, occupano praticamente tutti i tipi di habitat e si localizzano soprattutto in ambienti aperti; si spingono a tutte le latitudini, con notevole escursione altimetrica (Wikipedia).

Generalmente, in assenza di diserbo chimico, i prati urbani si arricchiscono di fiori spontanei come i comuni *Taraxacum officinale* (Asteracee) e *Trifolium repens* (Fabacee): dato il generalizzato declino degli habitat per gli impollinatori, tutte le specie erbacee a fiore in ambito urbano divengono fondamentali in quanto forniscono polline e nettare; il trifoglio bianco, ad esempio, è una pianta molto visitata dalle api (Lerman S., 2018).

Per quanto concerne il mondo animale, numerosi studi hanno documentato la decrescita in anni recenti e su larga scala della ricchezza e dell'abbondanza degli artropodi e l'urbanizzazione viene riconosciuta come un processo che contribuisce significativamente al declino degli insetti, classe che domina tutti gli altri raggruppamenti sia in termini di ricchezza in specie sia di abbondanza.

La maggior parte degli spazi verdi urbani manca delle strutture vegetali verticali e orizzontali necessarie per sostenere la diversità biologica perché è gestita in modo intensivo. Ciò porta frequentemente alla eliminazione delle dicotiledoni erbacee più alte, delle strutture fiorali e dei semi a favore di piante annuali basse, fatto che altera il microclima e riduce la disponibilità di cibo e di aree di riproduzione per molte specie animali; questa situazione favorisce inoltre la colonizzazione da parte di piante invasive come l'ambrosia. Una ricerca tedesca ha concluso che una gestione a sfalcio ridotto dei prati urbani ha un effetto positivo soprattutto sulle specie minacciate o rare di numerosi taxa come quelli delle api selvatiche, delle cavallette, dei coleotteri, delle farfalle e degli emitteri; sulla scorta di questi risultati vengono suggerite nuove pratiche di mantenimento degli spazi verdi quali una

riduzione della frequenza di sfalcio (l'ideale sarebbe non più di due volte all'anno), l'uso di falciatrici a barra invece dei tosaerba rotativi, la rimozione dell'erba falciata per permettere alle comunità vegetali rimaste di crescere e differenziarsi (Proske A. et al., 2022).

Lo studio svedese *Intensive management reduces butterfly diversity over time in urban green spaces* si è posto l'obiettivo di capire se differenti modalità di gestione degli spazi verdi urbani possono avere ripercussioni sulle comunità di farfalle e sui processi di estinzione e colonizzazione. Come noto, gli adulti di farfalla succhiano il nettare mentre le larve sono erbivore e la loro alimentazione è strettamente legata a una o poche piante nutrici: per questo motivo esse rispondono rapidamente ai cambiamenti della composizione della vegetazione e alla disponibilità di piante ospiti. Lo studio ha valutato tre tipologie di siti: aree ruderali (con successione precoce della vegetazione, non gestita), aree semi-naturali (parchi con erbe alte sfalciate una o due volte all'anno), parchi urbani (con erba tagliata bassa, fiori ornamentali e alberi). I risultati mostrano che durante il periodo di osservazione (2006–2015) le comunità di farfalle si sono semplificate con un declino generalizzato del numero di specie locali, sebbene il numero totale di specie osservate nel 2015 sia leggermente aumentato rispetto al 2006. Nel 2015 i parchi urbani tradizionali hanno registrato il minor numero di specie e la maggior perdita di specie nei nove anni mentre le aree semi-naturali e ruderali hanno registrato i numeri più alti e le perdite minori di specie. Gli autori concludono quindi che gli spazi verdi urbani assumono diverso valore per le farfalle a seconda della modalità di gestione; suggeriscono inoltre di arricchire



i parchi urbani tradizionali con essenze native per offrire alle farfalle risorse sia in termini di nettare sia di piante ospiti per gli stadi larvali (Aguilera G. *et al.*, 2018).

Una ricerca statunitense sottolinea invece l'importanza di seminare altre specie vegetali nei prati ricchi di trifoglio bianco, pur mantenendo loro l'aspetto adatto all'uso ricreativo. La sperimentazione ha confrontato le comunità di api che bottinano su prati a *Trifolium repens* con quelle che si nutrono in prati arricchiti con *Prunella vulgaris* e *Thymus serpyllum* (Lamiacee) concludendo che i secondi supportano comunità di apoidei a maggior diversità e a differente composizione. Nell'area della ricerca *T. repens* e *P. vulgaris* fioriscono nella stagione in cui l'erba è abbondante (maggio-agosto il primo e giugno-agosto la seconda) mentre il timo serpillone coltivato in zone a prato fiorisce fra luglio e settembre ed è utile alle api attive nella stagione tarda, quando le altre piante hanno terminato la fioritura (Wolfen J. *et al.*, 2023).

## LE PERPLESSITÀ

La pratica dello sfalcio ridotto sta interessando il dibattito politico e sta coinvolgendo non solo medici, ecologi ed entomologi ma anche la cittadinanza.

Occorre ribadire che –in generale– solo piccole e ben individuate porzioni del verde pubblico sono dedicate agli sfalci ridotti: ciò significa che nelle zone di maggior fruizione da parte della popolazione e degli animali d'affezione si procede con gli sfalci regolari ma a livello di mass media, di social networks e di opinione pubblica i ritardi nell'esecuzione di questi ultimi viene confusa con i primi.

Nel dibattito politico a livello comunale le principali obiezioni riguardano la probabilità che in mezzo all'erba alta si accumulino

rifiuti (con conseguenti spese per la pulizia da parte del Comune) o che gli animali da compagnia possano essere punti da insetti che procurano infezioni e malattie (cui potrebbero conseguire richieste di risarcimento al Comune), e infine c'è chi vede in questa proposta solo una strategia per risparmiare soldi (quando invece lo sfalcio ridotto comporta quantomeno la differenziazione operativa nel servizio di manutenzione ordinaria del verde e pertanto richiede una pianificazione).

Una certa preoccupazione è stata espressa da un noto virologo (poi ricredutosi) il quale temeva che il favorire la presenza di insetti possa favorire anche la presenza di zanzare, cioè di vettori di malattie fra cui anche la dengue (ilgiorno).

La risposta è arrivata da un entomologo della World Biodiversity Association che ha ampiamente spiegato come la consuetudine di tagliare l'erba per tenere il prato pulito banalizzi la fauna presente mentre una vegetazione più diversificata ospita tutte quelle specie –sia animali sia fungine o vegetali– che da quella diversità dipendono, tra cui anche i predatori potenziali delle zanzare adulte come piccoli insetti e ragni. Ha ricordato inoltre che le larve di zanzara sono acquatiche e che in città qualunque ristagno d'acqua ne rappresenta un potenziale luogo di sviluppo: le aree ad alta biodiversità ospitano i predatori naturali di tali larve quali coleotteri, eterotteri e larve di libellula, che ne riducono quindi la presenza. Per quanto riguarda il timore di un aumento del numero di zecche presenti sull'erba alta, l'entomologo ha spiegato che anche in questo caso una maggior biodiversità vegetale dovrebbe portare all'incremento della presenza di specie antagoniste di pulci e zecche (tg24).

Fra i cittadini –oltre a timo-

ri relativi al decoro urbano– sono presenti due diversi ordini di preoccupazione: l'aumento dei forasacchi e l'aumento degli allergeni.

Forasacco è il nome comune di numerose graminacee la cui spigetta presenta una tipica conformazione; possono attraversare le pareti dei sacchi, gli abiti o infingersi sotto l'epitelio boccale degli animali pascolanti (Treccani). In città si impigliano nel pelo degli animali, negli occhi, negli orecchi, nelle narici o addirittura vengono aspirati: una volta penetrati nell'animale, la conformazione a lancia delle spigette impedisce che possano ritornare indietro e di conseguenza causano infezioni più o meno gravi. La maggior parte dei forasacchi fa capo al genere *Bromus*, diffuso nelle regioni temperate di tutto il mondo; in Italia si contano circa due dozzine di specie nella flora spontanea, la maggior parte delle quali vive sull'arco alpino (Wikipedia). I forasacchi fioriscono in tarda primavera/inizio estate e rimangono presenti per tutto il periodo estivo (bluvel).

Le piante di questo genere sono un valido aiuto in zone montane per combattere l'erosione del suolo e vengono impiegate come nutrimento per gli animali da pascolo (picturethisai).

La risposta al timore dei forasacchi deriva dal buon senso: gli animali d'affezione che vivono in città non dovrebbero essere lasciati liberi nell'erba alta.

Per la seconda preoccupazione (l'aumento di allergeni) non sembra invece esistere una concreta soluzione, vista la diffusissima presenza delle graminacee nei prati.

Come noto, le graminacee rappresentano la base alimentare umana ma sono anche le responsabili del raffreddore da fieno; circa il 70% degli allergici reagisce ai pollini di graminacee che –uti-

lizzando l'impollinazione anemofila– producono enormi quantità di polline: una spiga di segale, ad esempio, produce mediamente sette milioni di granuli di polline ([pollenundallergie](#)).

Non tutte le graminacee provocano allergie nell'uomo: fra le allergeniche si trovano sia piante da coltivazione sia specie spontanee quali il loggiarello (*Lolium perenne*), l'erba mazzolina (*Dactylis glomerata*), l'erba codolina (*Phleum pratense*), la festuca dei prati (*Festuca pratensis*), la fienarola dei prati (*Poa pratensis*), la bambagina (*Holcus lanatus*) e l'erba canina (*Cynodon dactylon*) ([faromed](#)).

Infine, gli allergici al polline dell'ambrosia non devono temere conseguenze dalla pratica dello sfalcio ridotto in quanto (almeno

in Lombardia) i Comuni interessati dall'infestazione di questa pianta devono mappare le aree pubbliche infestate e provvedere agli interventi di pulizia per evitarne la fioritura ([comune.milano](#)).

## CONCLUSIONI

Gli spazi pubblici in cui viene adottato lo sfalcio ridotto stanno comparando in tutto il mondo: il termine indica che in alcune porzioni dei prati della città l'erba sarà più alta.

E ovunque questa è una scelta consapevole che consente di incrementare il valore ecosistemico degli spazi cittadini e sostenere la biodiversità.

È necessario però sensibilizzare l'opinione pubblica sulla pratica dello sfalcio ridotto sia rispet-

to ai numerosi benefici che essa apporta all'ecosistema urbano sia per fugare le perplessità dei diversi portatori di interesse.

## Ringraziamenti

Si ringraziano il Servizio Verde Pubblico del Comune di Bergamo e l'Assessorato all'Ambiente e Verde del Comune di Milano.

Un ringraziamento particolare va al dottor Gabriele Rinaldi, direttore dell'Orto Botanico di Bergamo.

**Rossella Azzoni**

---

## Informazioni sull'autrice:

Socio fondatore ed ex Presidente CISBA, dirigente biologo in quiete di ARPA Lombardia.  
e-mail: [ross.azzoni@yahoo.com](mailto:ross.azzoni@yahoo.com)



## Ripristino dei fiumi: finalmente un vero cambio di paradigma?

### LE QUATTRO DIMENSIONI DEL FIUME

Lo studio dell'ecologia delle acque correnti è iniziato nei primi anni del XX secolo ma solo dopo la metà degli anni '70 molti Autori, fra cui [R.L. Vannote](#), [J.D. Newbold](#) e [J.V. Ward](#), hanno iniziato a proporre modelli concettuali con lo scopo di interpretare le dinamiche che regolano gli ecosistemi fluviali, iniziando un percorso che – dall'approfondimento dei rapporti tra comunità acquatiche e ambiente circostante – ha condotto fino all'ecologia del paesaggio fluviale, gettando le basi per una visione ecosistemica e innovativa della gestione dei fiumi.

La sintesi di tutti i concetti espressi è forse ben rappresentata dal modello delle quattro dimensioni concepito da Ward nel 1989 per spiegare la vera natura degli ambienti lotici: prendendo in esame le interazioni tra le tre dimensioni fisiche (longitudinale, laterale e verticale), il modello riesce a rappresentare la struttura dell'ecosistema fluviale che, assoggettato alla quarta dimensione del tempo, viene plasmato dai mutamenti che si verificano durante il suo trascorrere.

La dimensione longitudinale evidenzia le interazioni che legano i vari tratti fluviali (che danno vita alla successione di ecosistemi aperti tra loro correlati) e i prevedibili mutamenti degli aspetti fisico-chimici e biologici che si verificano, passando da monte a valle, lungo la direzione della corrente, lungo un profilo altimetrico

in diminuzione e col progressivo incremento della portata.

La dimensione laterale, scuotendo la vecchia concezione che considerava “fiume” il solo alveo bagnato, coinvolge le interconnessioni trofiche e funzionali tra l'alveo fluviale, la zona riparia e la pianura alluvionale (ecotono ripario), in grado di accogliere – quando presente – le acque di piena e smorzarne gli effetti stressanti sulle comunità acquatiche.

La continuità naturale di entrambe le dimensioni è fondamentale per garantire le migrazioni trofiche e riproduttive delle comunità acquatiche e terrestri, compresi gli insetti, conferendo al fiume il ruolo di principale corridoio ecologico.

La dimensione verticale contribuisce a determinare la diversità idromorfologica e investe i rapporti tra il deflusso superficiale e la quota di acqua che, su substrati permeabili, si infiltra tra gli interstizi alimentando la falda e, attraversando il dominio iporreico, è soggetta a importanti processi come l'autodepurazione.

Infine, la dimensione temporale che si esplica in un ambito che varia dalle prevedibili sequenze giornaliere e stagionali, condizionate dal mutare del regime idrico e dalla pressione antropica, alle lente trasformazioni geomorfologiche che superano di gran lunga l'anno.

### I CONFLITTI

I modelli a cui si è fatto cenno rappresentano un contributo fondamentale per la comprensione delle dinamiche fluviali che condi-

zionano il naturale sviluppo delle comunità e del paesaggio fluviale, e forniscono i presupposti per una gestione sostenibile degli ambienti fluviali, aprendo la strada a un flusso interminabile di nuove ricerche e indagini. Nella gestione pratica, tuttavia, questi modelli concettuali sono stati per lo più ignorati, soverchiati dalle prepotenti spinte di uno sviluppo economico basato sul consumo di suolo, in un'epoca dominata da processi di trasformazione del territorio che non si ispiravano certo ai principi che oggi si direbbero *nature based*. Tali processi – tuttora in atto in Italia – hanno artificializzato gli alvei sottraendo loro spazio, costringendoli e irrigidendoli all'interno di argini e difese spondali a scapito della naturalità, e annullando tutte le dinamiche ben descritte nei modelli concettuali dell'ecologia fluviale.

Le morfologie fluviali così modificate nel corso degli anni hanno portato a una riduzione della biodiversità e alla perdita dei servizi ecosistemici che i fiumi possono fornire. I modelli concettuali di ecologia fluviale – sebbene nella pratica largamente trascurati a favore di un approccio prettamente idraulico, il più delle volte focalizzato localmente – hanno stimolato anche nel nostro Paese l'interesse in soggetti illuminati del mondo accademico e scientifico, dando avvio a criteri innovativi adottati inizialmente negli ambiti associativi più specializzati per poi diffondersi in quelli puramente ambientalisti ([CIRE](#), [WWF Fiumi](#)).

Ma il pensiero che proponeva una radicale inversione di tendenza ha sempre faticato a scalfire la cultura dominata da soluzioni tecnologiche, il più delle volte localistiche, che ignorano la centralità del bacino idrografico. Una cultura che –con il consenso di una politica fortemente condizionata dagli interessi economici– ha favorito la “velocizzazione” del flusso delle acque, aumentando e spostando le criticità a valle, e ha sempre stentato a muoversi verso processi rispettosi della natura.

Sta di fatto che ancora oggi solo coloro che hanno consolidate nozioni di ecologia fluviale percepiscono l'importanza dei cambiamenti e dei mutamenti che hanno subito gli scenari naturali. Fatto che invece sfugge alla maggior parte delle persone ma, così almeno sembrerebbe, anche a coloro che negli anni hanno continuato a sostenere strategie basate sulla regimazione dei fiumi, pur conoscendone gli effetti prodotti. Le modificazioni dell'idromorfologia dei corsi d'acqua, infatti, non si manifestano solo riducendo la naturalità e la funzionalità degli ecosistemi fluviali, interrompendo importanti fasi del ciclo delle acque o privandoci dei riconosciuti vantaggi per il benessere umano, ma soprattutto producendo gran parte delle forzanti che determinano il rischio idraulico, il cui livello è direttamente proporzionale al valore dei beni esposti ([APPA TN](#); [Kravčík 2007](#); [PLOS ONE](#); [CIRF 2010](#)).

Gli eventi catastrofici che hanno causato vittime non hanno origine nella storia recente ([Polaris 2019](#)) anche se in questa non accennano certo a diminuire ([Polaris 2023](#)). Sebbene questi report evidenzino solo cause legate agli eventi meteorici straordinari, da una analisi critica dei fatti si apprende chiaramente come, con le

piogge consistenti, emerge la fragilità del territorio. Se ne deduce che, nella maggior parte dei casi, tale fragilità sia strettamente connessa con la regimazione dei corsi d'acqua, l'evidente indisponibilità di superfici inondabili, l'impermeabilizzazione dei suoli, la tombinatura degli alvei, ecc.

## LE SOLUZIONI

In Italia, dopo alcuni spiragli aperti da una stagione politica favorevole ad affrontare i problemi ambientali con l'emanazione di normative come il D. lgs. 152/99 in grado di anticipare scenari futuri per la tutela delle acque, il testimone del progresso innovativo è rimasto confinato all'interno degli atenei universitari e dell'azionismo ambientale (piace anche ricordare la positiva esperienza iniziata alla fine del secolo scorso con i [Centri Tematici Nazionali](#), promossi dall'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente come laboratori di idee tra tecnici delle Agenzie e i maggiori esperti delle università italiane, purtroppo dissoltasi poi nel nulla).

Solo dopo il recepimento della [Direttiva Acque](#) avvenuto con il D. lgs. 152/06 sono comparsi nella normativa nazionale nuovi segni di una svolta culturale che tuttavia non sembra aver ancora prodotto gli effetti auspicati. Le principali innovazioni apportate dalla Direttiva riguardano il monitoraggio e la classificazione dei corpi idrici che tuttavia, nell'applicazione pratica, non hanno mai indotto l'adozione di vere e proprie misure di salvaguardia ([Baldaccini, 2009](#)) e sicuramente sono ancora lungi da suggerire iniziative di ripristino. La vera innovazione introdotta nella normativa nazionale è forse rappresentata dai [Contratti di fiume](#), nuova frontiera della partecipazione diffusasi in Italia con il grande pregio di mettere a confronto

punti di vista, anche contrastanti, sulle problematiche ambientali di una determinata area. La natura di queste iniziative non ha consentito tuttavia di modificare l'approccio prevalente sulla gestione del territorio per la tutela e il ripristino dei reticoli fluviali.

Il passo successivo verso una gestione basata sul ripristino sembrava dover scaturire dalla [Direttiva Alluvioni](#) del 2007 che, nel preambolo, sottolinea le vere cause degli eventi catastrofici (occupazione delle pianure alluvionali e riduzione della naturale capacità di ritenzione idrica del suolo), suggerendo di restituire maggior spazio ai fiumi attraverso il mantenimento o il ripristino delle loro pertinenze. Nell'articolato, però, si limita a consentire “semplicemente” la possibilità di promuovere pratiche sostenibili di utilizzo del suolo e l'inondazione controllata di certe aree. Possibilità che si è tradotta, nella maggior parte dei casi, nella progettazione di casse di esondazione e interventi tradizionali scarsamente adeguati a fronteggiare gli scenari futuri sovrastati dalla certezza dei cambiamenti climatici ([Nardini, 2023](#)).

Occorre attendere un altro decennio affinché, almeno a livello europeo, si manifesti la volontà di intervenire per la tutela della biodiversità con misure di riforestazione e recupero delle zone umide nella gestione delle risorse idriche ([Parlamento europeo, 2012](#)); oppure si ammetta che le pressioni sullo stato ecologico dei corpi idrici siano riconducibili alle modifiche strutturali (dighe, navigazione, argini, ecc.), mitigabili con interventi basati sul ripristino delle zone riparie, delle zone umide e delle pianure alluvionali per contenere le acque, sostenere la biodiversità e la fertilità del suolo ([Commissione europea, 2012](#)).

Ma la vera svolta contro la



cultura dell'artificializzazione pareva concretarsi nelle [infrastrutture verdi](#), concepite nel 2013 per rafforzare il capitale naturale del Continente europeo. Le infrastrutture verdi sembravano tradursi in ambito fluviale nel ripristino di vere e proprie fasce riparie boscate.

Tra le molte altre soluzioni proposte dal documento si può percepire un vero e proprio invito a valutare i benefici prodotti dai boschi alluvionali come la filtrazione dell'acqua, il mantenimento della falda freatica e la prevenzione dall'erosione. A questi si aggiunge il vantaggio economico (sul piano di costi e manutenzione) rispetto a soluzioni di natura esclusivamente tecnica, dato che le misure di ripristino favoriscono il collegamento del fiume con la pianura alluvionale, elemento di connettività fondamentale per specie di importanza comunitaria.

Una presa d'atto importante, dunque, che inizia a far intravedere nuove prospettive sullo scenario della gestione degli ambienti fluviali e delle opere di mitigazione del rischio idraulico.

Ecco che iniziano a sortire anche in Italia gli effetti di questa ondata innovativa portata dalle indicazioni della Comunità Europea. La legge "[Sblocca Italia](#)" del 2014, una vera novità, prevede che le risorse in materia di rischio idrogeologico siano prioritariamente destinate agli interventi integrati, finalizzati sia alla mitigazione del rischio sia alla tutela e al recupero degli ecosistemi e della biodiversità, riservando a questi ultimi almeno il 20% delle risorse. Anche se poi le strategie sembrano più orientate verso un ripristino dell'equilibrio sedimentario e la delocalizzazione di edifici e infrastrutture pericolosi per la pubblica incolumità.

L'azione comunitaria è cer-

tamente influenzata da una cultura scientifica che sta "maturando" ([EEA, 2018-2023](#)) e che invita al ripristino delle pianure alluvionali, evidenziandone i preziosi benefici. Si giunge quindi all'inserimento di interventi volti a riqualificare gli ecosistemi acquatici negli obiettivi dell'[Agenda 2030](#). La Commissione europea propone per l'importante traguardo del 2030 l'abbattimento degli sbarramenti restituendo ad almeno 25.000 km di corsi d'acqua la continuità del deflusso, senza chiarire peraltro con quale criterio i tratti chilometrici saranno suddivisi per ciascun paese dell'Unione; essa definisce il concetto di fiume a scorrimento libero evidenziando soprattutto la necessità di eliminare o adeguare gli sbarramenti che impediscono il passaggio di pesci migratori e migliorare il transito dei sedimenti, ma dedica solo un accenno al recupero delle pianure alluvionali. Sembrano dunque ancora prevalere l'interesse avanzato da alcuni paesi dell'Unione dove la migrazione ittica costituisce un indotto economico non da poco e quello di altri dove forse preoccupa la forte erosione delle coste. Sembra altresì sorgere la consapevolezza che toccare le pianure alluvionali significherebbe una rivoluzione culturale di portata epocale, politicamente impegnativa, socialmente costosa e difficilmente attuabile.

Recenti stime sulla interruzione della connettività fluviale causata da sbarramenti di vario tipo hanno in effetti prodotto numeri che fanno riflettere, come del resto le conseguenze che dagli stessi sbarramenti derivano ([Belletti et al., 2020](#)). Esse prendono in esame la dimensione longitudinale il cui ripristino, è vero, rappresenta il primo passo verso lo scorrimento libero ma che, per ovvi motivi, non sarebbe sufficientemente risolutivo per giungere a un vero e proprio

cambio di paradigma.

Gli indirizzi dell'Agenda 2030, vengono recepiti in Italia con un apposito [documento ministeriale](#) aggiornato al 2023.

Alla fine però è stato il [Regolamento](#) sul ripristino della natura a mettere ordine tra gli indirizzi dell'Agenda 2030, affermando il fondamentale passaggio dalla protezione e conservazione della natura al suo ripristino. L'adozione del Regolamento chiude un percorso normativo, nato a fatica molti anni fa, che sembra aprire nuovi scenari nei paesi dell'Unione Europea anche per la riqualificazione fluviale.

Il Regolamento ha tuttavia subito un iter travagliato per i conflitti legati agli interessi delle varie lobby e, a seguito degli emendamenti, ha perso la forza originale specie su alcuni aspetti sostanziali. Definendo all'art. 3 il concetto di fiume a "scorrimento libero" sembrava ambire chiaramente all'adozione di strategie che tenessero conto delle tre dimensioni fisiche illustrate da Ward. Ma poi all'art. 7, dedicato alla connettività fluviale, nella scelta degli sbarramenti da eliminare pone condizioni che potrebbero favorire la posizione di chi stenta ad abbandonare le soluzioni tradizionali per sostituirle con altre basate sulla natura, sebbene con pari o migliore efficacia.

## CONCLUSIONI

Il cambio di paradigma, per la sua stessa natura, impone una vera e propria rivoluzione nel contesto in cui si va ad operare. Una rivoluzione che conduca verso una visione diversa dei problemi, consenta di liberare la mente dal pensiero convenzionale e inviti ad abbracciare concetti che forniscano una miglior rappresentazione della realtà ([Kravčík, 2007](#)). Appare infatti ovvio che, se la rimozione degli sbarramenti si limita a quelli che non assolvono più la funzione



per cui erano stati creati, l'indicazione non facilita una scelta propositiva e rivoluzionaria ma asseconda lo spirito conservatore di chi è portato a mantenere le cose come stanno.

D'altronde se si analizzano i risultati che nel corso degli anni il percorso innovativo ha già prodotto in Europa, seppur limitatamente alla dimensione longitudinale, ci si rende conto come nella realtà italiana certi stimoli facciano fatica ad attecchire ([Damremoval 2020](#); [2021](#); [2022](#), [2023](#)).

Se tale premessa non è di

buon auspicio per modificare una visione radicata nel passato anche per interventi limitati a modificare la sola dimensione longitudinale, sono facilmente immaginabili le resistenze a intervenire sulla dimensione laterale (che implica la restituzione di spazio ai fiumi, su larga scala) e viene da chiedersi se mai ci sarà un vero cambio di paradigma per ripensare le strategie di gestione ecologica degli ambienti fluviali.

Senza considerare che ad oggi proprio il nostro Paese si colloca tra quelli che fanno il possibile per

ostacolare il percorso faticosamente intrapreso ([Green&Blue, 2024](#)).

**Gilberto N. Baldaccini**

### Ringraziamenti

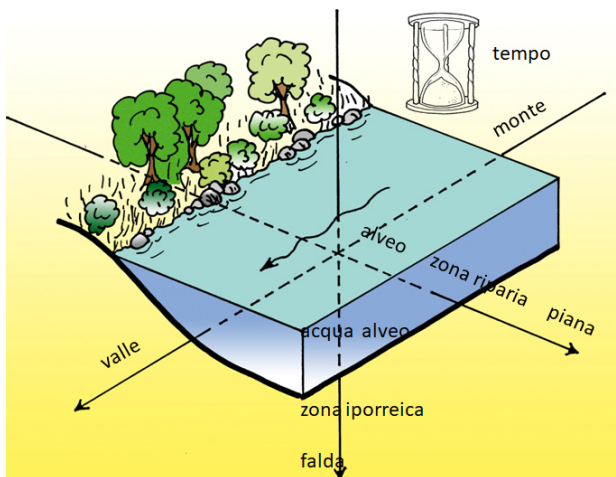
L'Autore ringrazia i revisori della Redazione per gli utili suggerimenti apportati con la lettura del manoscritto.

---

### Informazioni sull'autore:

biologo, socio CISBA, dirigente ARPAT in quiescenza.

e-mail: [gilbaldaccini@gmail.com](mailto:gilbaldaccini@gmail.com)



Le quattro dimensioni naturali dell'ambiente fluviale (longitudinale, laterale, verticale, temporale). Da Siligardi *et al.*, 2007, modificato.



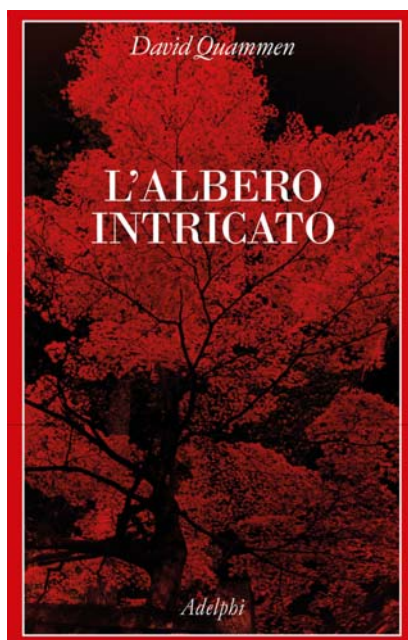
La più grande rimozione di dighe in Europa: la diga di Venzins. Un fiume Selune a flusso libero (a dx) (© Laura Soissons INRAE, Francia, 2021) in contrasto con il vecchio bacino (a sx) (© André Berne, Francia).

David Quammen. **L'albero intricato**. Una nuova e radicale storia della vita. Adelphi Edizioni, Milano, 2020, 544 pp.

Tratto in inganno dal titolo di copertina (L'albero intricato) che omette il sottotitolo (Una nuova e radicale storia della vita), ho acquistato il libro, insieme a un'altra trentina, nell'intento di trarne spunti per le mie schede divulgative sulle piante ornamentali. Mai errore fu così fecondo: fin dalle prime pagine, assodato che l'albero di cui si parla è quello della vita sulla Terra (basato sulla filogenetica molecolare), avverto scosse telluriche che fanno vacillare le mie certezze giovanili acquisite nei corsi universitari. In particolare, percepisco che vacilla la stessa idea darwiniana di evoluzione graduale basata sulla continua produzione di piccole variazioni e sulla affermazione, nella discendenza, di quelle più adatte, grazie alla selezione naturale.

A lettura conclusa le mie convinzioni su questo meccanismo esplicativo dell'evoluzione –che, nella sua semplicità (e negli avvincenti testi di Stephen J. Gould sulla struttura della teoria dell'evoluzione), ho sempre trovato mirabilmente coerente, elegante e convincente– restano valide per quanto riguarda il ruolo della selezione naturale, ma sono profondamente cambiate per quanto riguarda l'individuazione della fonte delle variazioni.

In particolare, la principale fonte di variazione genetica che dà luogo all'innovazione evolutiva non sarebbero le minuscole mutazioni graduali indicate dai neodarwinisti, ma l'acquisizione di interi genomi (per endosimbiosi o per altra via) o di loro parti. Il meccanismo delle variazioni graduali –pur mantenendo un suo ruolo e potere esplicativo– appare oggi



decisamente semplicistico, del tutto inadeguato a spiegare gli innumerevoli “salti” evolutivi osservati e le evidenze emerse dal sequenziamento genomico.

Radicali punti di divergenza che hanno creato nuovi gruppi tassonomici di livello elevato sono, ad esempio, quelli conseguenti all'endosimbiosi di batteri che, incorporati in cellule ameboidi di Archei (un Dominio antichissimo –di oltre 3 miliardi di anni fa– di cui però fino a pochi decenni fa non si sospettava nemmeno l'esistenza), anziché essere uccisi, sono stati integrati nel citoplasma dell'ospite, divenendone organuli specializzati in funzioni essenziali. Con l'incorporazione endosimbiontica di organismi appartenenti addirittura a un dominio diverso sono comparsi non solo mitocondri e cloroplasti ma anche (da batteri simili a spirochete) flagelli, ciglia e centrioli. Ma, soprattutto, è comparso il nuovo dominio degli Eucarioti i cui appartenenti sono dunque organismi “compositi” nelle cui cellule sono assemblati e integrati (sotto forma di organuli) individui di specie filogeneticamente molto lontane.

Ma le “intrusioni” all'interno della cellula non si limitano a quelle –di antichissima data– di microrganismi che, catturati nella cellula come prede (o penetrati in essa come invasori), vi si “sistemano” (o vengono “addomesticati”) come organuli.

Nuove inaspettate e insospettabili evidenze vengono dalle tecniche di sequenziamento molecolare, prima dell'mRNA, poi del DNA (oggi eseguibile automaticamente e rapidamente sull'intero genoma di una specie) che permisero non solo di dimostrare in maniera inequivocabile fenomeni fino ad allora inspiegabili o, al più, solo sospettati: la *trasformazione* del ceppo blando di pneumococco in virulento (grazie alla miscelazione del ceppo blando vivo con quello virulento morto); la *coniugazione* (in *E. coli*), che implicava uno scambio genetico tra batteri, sebbene si pensasse che si riproducessero unicamente per semplice scissione; la *trasduzione* di geni tra ceppi mutanti di *Salmonella typhimurium* (mediata da virus).

Dopo questi primi indizi, la consapevolezza del ruolo giocato dal trasferimento genico orizzontale (HGT–*horizontal gene transfer*) crebbe di colpo in maniera esplosiva negli anni '60 sulla spinta delle preoccupazioni (oggi ancor più pressanti) suscitate dalla comparsa della resistenza multipla agli antibiotici e dalla constatazione che essa si trasmetteva rapidamente *orizzontalmente* –cioè da una specie batterica a un'altra– grazie al trasferimento di un “episoma” (oggi plasmide). Questi trasferimenti di blocchi di geni tra specie diverse cominciavano a scuotere sia l'idea delle mutazioni graduali che quella della barriera genetica tra una specie e l'altra: pur partendo da un diverso ambito di ricerca, una parte della teoria darwiniana scricchiolava. Scric-

chiolii che diventano fracasso se si considera che i plasmidi saltano continuamente da una specie all'altra, tanto che alcuni ipotizzano che tutti i batteri della Terra costituiscano un'unica entità interconnessa.

Altri colpi vennero dalla scoperta del HGT da *E. coli* al lievito di birra (ancora un microrganismo, ma pur sempre un eucariote!). Un'altra sorpresa recente (2008) venne dal sequenziamento del genoma di rotiferi bdelloidei che ha mostrato geni provenienti (via HGT) da batteri, funghi e, addirittura, da una pianta (quindi addirittura da regni diversi)! Eventi che si ritenevano impossibili, a maggior ragione in specie che si riproducono asessualmente (unicamente per partenogenesi).

Così come si riteneva impossibile l'HGT da batteri a insetti: una convinzione crollata nel 2007 a seguito di studi di biologia computazionale che dimostrarono la capacità di batteri parassiti intracellulari (*Wolbachia*) di superare la "barriera di Weismann" penetrando così all'interno della linea germinale di insetti e altri invertebrati (pidocchi, crostacei, nematodi) e integrando il proprio genoma in quello nucleare dell'ospite: l'intero genoma di *Wolbachia* fu trovato nel genoma del moscerino *Drosophila ananassae*. Porzioni

di DNA batterico (*Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Helicobacter*) furono poi trovate nel genoma umano, con frequenza molto più elevata in cellule tumorali (non germinali) rispetto a quelle sane.

L'insieme delle conoscenze acquisite scuote anche l'albero (filogenetico) della vita e la sua raffigurazione grafica di una progressiva ramificazione dei taxa (con i più antichi progenitori presso la radice e i ramoscelli dei discendenti divergenti verso l'alto). Il completo sequenziamento del genoma di un membro degli Archaea (*Methanococcus jannaschii*), costituito da oltre 1700 geni (oltre la metà dei quali totalmente sconosciuti, senza alcun equivalente in altre forme di vita), non solo confermò che gli archei erano davvero un dominio separato, ma scosse profondamente l'idea dell'albero della vita. La comparazione dell'intero genoma dell'archo con quello di batteri e di un eucariote (nematode) mostrò in quest'ultimo una sconcertante mescolanza di geni batterici e di archei.

Altri studi, basandosi su 66 proteine essenziali per tutte le forme di vita e le loro varianti, appartenenti a un'ampia varietà di archei, batteri e eucarioti, costruirono un albero genealogico indipendente per ogni proteina. Ne emerse un risultato eloquente: i 66

alberi non corrispondevano; molti di essi erano incongruenti tra loro (con rami diversi che spuntavano in punti diversi). La conclusione logica fu che i geni hanno delle loro linee di discendenza individuali, non corrispondenti alla linea dell'organismo in cui sono attualmente presenti: mentre le specie si riproducono in linea verticale, i loro geni (a volte) si spostano da una specie all'altra. Insomma, ogni gene ha la sua storia. Com'era possibile? La risposta sta nel trasferimento genico orizzontale, da una specie a un'altra (anche molto distante).

In poche parole (soprattutto –ma non solo– nelle prime fasi della vita sulla Terra), la filogenesi delle specie non assomiglia più a un albero ma piuttosto a una rete; i rami dell'albero sarebbero collegati e intersecati come in una ragnatela; l'evoluzione sarebbe "reticolata", oltre che "ramificata". Le future ricerche chiariranno molti interrogativi.

Grazie Quammen: il tuo volume, vero antidoto alla pigrizia intellettuale, mi ha impedito di cullarmi nelle mie presunte certezze ma, soprattutto, ha fatto riesplodere quella curiosità scientifica che mi ha entusiasmato negli anni giovanili e non si è mai sopita del tutto.

**Giuseppe Sansoni**

**La rivista.** Per favorire la tempestiva pubblicazione dei lavori e consentire grafici e illustrazioni a colori, i singoli articoli accettati sono pubblicati *online* sul sito del CISBA (<http://www.cisba.eu/rivista/tutti-i-numeri-della-rivista>) in modalità *open access* (accessibili a tutti). Ogni lavoro è accompagnato dal DOI (Digital Object Identifier), un identificatore unico e persistente di proprietà intellettuale immediatamente azionabile in rete dai motori di ricerca. Alla chiusura del numero tutti gli articoli sono raccolti nel fascicolo della Rivista *online*.

**Manoscritti.** I lavori (in italiano o inglese) proposti per la pubblicazione nella sezione *Lavori originali*, accompagnati dalla dichiarazione che l'articolo non è già stato pubblicato o sottoposto ad altro editore, compatibilmente con il loro contenuto, devono essere suddivisi nei seguenti paragrafi: Introduzione, Materiali e metodi, Risultati, Discussione, Conclusioni, Ringraziamenti (opzionale), Bibliografia. Devono inoltre contenere: Riassunto, parole chiave, *Abstract* (in inglese, titolo compreso) e *Key words*. Si raccomanda che il riassunto non superi le 250 battute, sintetizzi fedelmente il contenuto dell'articolo, descriva la sperimentazione, i principali risultati e le conclusioni; che, preferibilmente, le parole chiave non siano ricavate dal titolo bensì dal riassunto o dal testo. Di norma, la lunghezza dei manoscritti non deve superare 25 pagine (figure e tabelle comprese). Le rassegne (*review*) possono essere strutturate diversamente, a discrezione dell'Autore. Prima di essere accettati, i contributi vengono sottoposti a revisione del Comitato Scientifico. Qualora un lavoro sia già stato pubblicato o sottoposto all'attenzione di altri editori (circostanza che deve essere chiaramente segnalata) potrà essere preso in considerazione per essere pubblicato, in forma sintetica, nella sezione *Informazione & Documentazione*. Quest'ultima, essendo finalizzata a favorire la circolazione di informazioni, esperienze, note tecniche, articoli divulgativi e resoconti, non richiede la struttura editoriale tipica dei *Lavori Originali*; sono comunque opportuni Riassunto, parole chiave, *Abstract* (con titolo e riassunto in inglese), *key words* e Bibliografia. Le fonti informative potranno essere riportate nel testo, anche sotto forma di collegamenti a pagine web o (solo se in numero contenuto) di note a piè di pagina. Per i lavori di ricerca destinati alla rubrica *Esperienze* è preferibile accorpate le fonti nel paragrafo Bibliografia, accompagnate dai relativi richiami nel testo. I lavori destinati alla rubrica *Cronaca Ambiente* dovranno contenere orientativamente un massimo di 10.000 caratteri, più eventuali figure; in coda all'articolo dovranno essere riportati l'indirizzo e-mail e 'Informazioni sull'autore', in forma molto concisa; i richiami bibliografici dovranno essere raccolti alla fine di ciascun periodo e inseriti con collegamento ipertestuale. I contributi della sezione *I&D* vengono revisionati solo dalla Redazione per l'accettazione.

**Titolo e Autori.** Il titolo deve essere informativo, il più possibile conciso e coerente con il contenuto dell'articolo; deve essere indicato anche un titolo breve (massimo cinquanta caratteri) da utilizzare come intestazione delle pagine successive alla prima. Il titolo deve essere seguito dal nome (per esteso) e dal cognome di tutti gli Autori. I nomi degli Autori devono essere indicati con le rispettive affiliazioni (relative al periodo in cui hanno partecipato al lavoro); per l'Autore corrispondente indicare anche l'indirizzo corrente, quello e-mail e il numero telefonico.

**Figure e tabelle.** Le figure, con la relativa didascalia e numerate con numeri arabi, possono essere inserite direttamente nel testo. Le tabelle devono essere complete di titolo e numerate con numeri romani. Curare titoli, legenda e didascalie in modo da rendere le tabelle e le figure autosufficienti, cioè comprensibili anche senza consultare il testo. Per le figure (grafici, disegni o fotografie di buona qualità), si raccomanda di verificare con opportune riduzioni l'aspetto finale e la leggibilità delle scritte, tenendo conto che saranno stampate riducendone la base a 8 cm (una colonna) o 17 cm (due colonne). Nella scelta degli accorgimenti grafici privilegiare sempre la facilità e immediatezza di lettura agli effetti estetici. **Importante:** i grafici e le illustrazioni inseriti in un file di testo non sono sufficienti per la realizzazione tipografica (comportano una perdita di nitidezza e difficoltà in fase di impaginazione); è perciò necessario **inviare sempre i grafici e le figure anche come file indipendenti**. Per i grafici realizzati con fogli elettronici inviare il file contenente sia i grafici che i dati

di origine al fine di consentirne il ridimensionamento o eventuali modifiche al formato, volte a migliorarne la leggibilità. I file delle foto e delle figure al tratto vanno inviati preferibilmente in formato TIF o JPG (con risoluzione minima 300 dpi e base 8 o 17 cm).

**Bibliografia.** In tutti gli articoli destinati alla sezione *Lavori Originali* o alla rubrica *Esperienze*, al termine del testo, deve essere riportata la bibliografia in ordine alfabetico. Ad ogni voce riportata nella bibliografia deve necessariamente corrispondere il riferimento nel testo e viceversa. Le citazioni bibliografiche devono essere riportate nel testo attenendosi ai seguenti esempi: (Hellawell, 1986; Corbetta e Pirono, 1988; Dutton *et al.*, 1994), oppure: "... secondo Pulliam (1996)..."; "Dutton *et al.* (1994) ritengono ...". Per la formattazione e la punteggiatura, attenersi strettamente ai seguenti esempi: Dutton I.M., Saenger P., Perry T., Luker G., Worboys G.L., 1994. An integrated approach to management of coastal aquatic resources. A case study from Jervis Bay, Australia. *Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems*, 4: 57-73. Hellawell J.M., 1986. *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*. Elsevier Applied Science Publishers, London and New York, 546 pp. Pulliam H.R., 1996. Sources and sinks: empirical evidence and population consequences. In: Rhodes O.E., Chesser R.K., Smith M.H. (eds.), *Population dynamics in ecological space and time*. The University of Chicago Press, Chicago: 45-69. Corbetta F., Pirono G., (1986-1987) 1988. I fiumi d'Abruzzo: aspetti della vegetazione. In: Atti Conv. Scient. "I corsi d'acqua minori dell'Italia appenninica. Aspetti ecologici e gestionali", Aulla (MS), 22-24 giugno 1987. Boll. Mus. St. Nat. Lunigiana 6-7: 95-98.

**Proposte di pubblicazione.** Gli articoli devono essere inviati in formato digitale a [biologia.ambientale@cisba.eu](mailto:biologia.ambientale@cisba.eu). Dopo una preliminare valutazione redazionale, i manoscritti dei *Lavori originali* saranno sottoposti alla lettura di revisori scientifici (*referee*); l'Autore referente per la corrispondenza sarà informato delle decisioni dalla Redazione. Per evitare ritardi nella pubblicazione e ripetute revisioni del testo, si raccomanda vivamente agli Autori di prestare la massima cura anche alla forma espositiva che deve essere concisa, chiara, scorrevole e in buona lingua (italiano o inglese), evitando neologismi superflui. Tutte le abbreviazioni e gli acronimi devono essere definiti per esteso alla loro prima occorrenza nel testo. I **nomi scientifici** delle specie devono essere in corsivo e, alla loro prima occorrenza, scritti per esteso e seguiti dal nome dell'Autore descrittore, anche abbreviato (es. *Arvicola terrestris* Linnaeus, 1758, oppure *Arvicola terrestris* L.). Nelle occorrenze successive, il nome del genere va sostituito dalla sola iniziale (salvo nei casi in cui la presenza di altri generi possa creare confusione) e il nome dell'Autore può essere ommesso (es. *A. terrestris*). Per i **nomi volgari** dei generi e delle specie usare l'iniziale minuscola (es. l'arvicola, l'arvicola terrestre); per le categorie tassonomiche superiori al genere, in latino usare sempre l'iniziale maiuscola (es. sottofamiglia Arvicolinae, fam. Muridae), mentre per i corrispondenti nomi volgari, in italiano e in inglese, usare l'iniziale minuscola (es. i mammiferi/mammals, i cladoceri/cladocerans, le graminacee/gramineous plants ecc.). La Redazione si riserva il diritto di apportare ritocchi linguistici e grafici e di respingere i manoscritti che non rispettano i requisiti delle presenti norme per gli Autori. Le opinioni espresse dagli Autori negli articoli firmati non rispecchiano necessariamente le posizioni del C.I.S.B.A.

**Bozze ed estratti.** Le bozze di stampa sono inviate all'Autore referente per la corrispondenza, che deve impegnarsi ad una accurata correzione del testo. A seguito della pubblicazione sul sito del CISBA, l'Autore referente riceve il file dell'articolo in formato PDF. Alla chiusura del numero l'Autore referente riceve il PDF completo della Rivista.

**Foto di copertina.** Oltre alle illustrazioni a corredo del proprio articolo, **gli Autori sono invitati a inviare una o più foto candidate alla copertina della rivista** (complete di una breve didascalia, dell'anno e del nome dell'Autore della foto stessa e preferibilmente attinenti al lavoro presentato). La redazione si riserva di scegliere, tra le foto pervenute, quella ritenuta più adatta al numero in uscita.

# Biologia Ambientale

volume 38

dicembre 2024

## SOMMARIO

### Lavori originali

- 1-31 Nincheri R., Rivola A. – *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 (Amphibia, Anura) sull'Appennino Pistoiese (Toscana, Italia centrale): aggiornamento dell'areale e primi dati sull'abbondanza delle popolazioni
- 32-45 Gippoliti S., Frascchetti D. – Historical sketch of Primates in Italian Zoological Gardens and their scientific relevance

### I&D

- es 1-6 Grano M., Crosti R. – Misure per contenere la dispersione della vongola asiatica *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) e di altri organismi invasivi d'acqua dolce

### Esperienze

- es 1-5 Perosino G.C. – Alluvioni, demografia e consumo di suolo

### Cronac Ambiente

- ca 1-5 Azzoni R. – Trasporto marittimo e GHG: la sfida della transizione
- ca 6-9 Azzoni R. – Nuove tendenze per lo sfalcio dei prati urbani
- ca 10-13 Baldaccini G. Ripristino dei fiumi: finalmente un vero cambio di paradigma?

### Recensioni

- rc 1 Quammen. L'albero intricato