



Articolo / Article

## Il monitoraggio dell'ululone dal ventre giallo (*Bombina variegata* Linnaeus, 1758) in Trentino

Sonia Endrizzi<sup>1\*</sup>, Matteo Trenti<sup>1</sup>, Matteo Anderle<sup>2,1</sup>, Luca Roner<sup>1,3</sup>, Matteo Sartori<sup>4</sup>, Antonio Romano<sup>3,1</sup>, Paolo Pedrini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> MUSE - Museo delle Scienze, Ufficio Ricerca e collezioni museali, Biologia della Conservazione, Corso del lavoro e della Scienza 3, 38122 Trento

<sup>2</sup> Eurac Research, Istituto per l'ambiente alpino, Viale Druso 1, 39100 Bolzano/Bozen

<sup>3</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la BioEconomia, Via dei Taurini 19, 00100 Roma

<sup>4</sup> Servizio Sviluppo Sostenibile e Aree Protette, Provincia Autonoma di Trento, Via Gardini R., 38121 Trento

### Parole chiave

- Anfibi
- *Bombina variegata*
- Cattura-marcatura-ricattura
- Indice di condizione corporale
- Specie d'interesse comunitario
- Trentino

### Riassunto

Il monitoraggio dell'ululone dal ventre giallo (*Bombina variegata*) si inserisce nel programma finalizzato alla valutazione dello stato di conservazione della fauna vertebrata della Rete Natura 2000 del Trentino (azione A5 – Life T.E.N., Pedrini et al. 2014), per il quale è stato elaborato un protocollo per il monitoraggio della specie in provincia. A tale scopo sono stati analizzati i dati pregressi che hanno permesso di individuare le aree campione e gli habitat riproduttivi più rappresentativi per descrivere lo stato di conservazione della specie in Trentino. Il monitoraggio sistematico, avviato nel 2018, è condotto nel periodo tardo primaverile-estivo in 79 siti distribuiti nel settore centrale del Trentino. Sono applicati i metodi dei conteggi ripetuti e della cattura marcatura ricattura per la stima dell'abbondanza e, nel lungo periodo, dei parametri demografici delle popolazioni. Sono inoltre rilevati dati biometrici e il sesso degli animali catturati, per valutare la struttura e lo stato di salute delle popolazioni attraverso il calcolo di indici di condizione corporale (BCI - Body condition index), oltre ai fattori ambientali che possono influenzare la contattabilità degli animali. I risultati ottenuti nel corso dei primi tre anni di monitoraggio mostrano la presenza di popolazioni localmente anche abbondanti, ma che presentano in generale una leggera tendenza negativa. Inoltre, le popolazioni legate ad ambienti naturali presentano indici di condizione corporale maggiori rispetto a quelle di ambienti semi-naturali e artificiali.

### Key words

- Amphibian
- *Bombina variegata*
- Capture–recapture
- Body condition index
- Species of Community interest
- Trentino

### Summary

Monitoring protocol of yellow-bellied toad (*Bombina variegata*) was developed as part of the program which aims to evaluate the conservation status of vertebrate fauna in Nature 2000 Network within the Autonomous Province of Trentino (action A5 – Life T.E.N. Project, Pedrini et al. 2014). Available data on the species distribution in Trentino were analyzed to select the most representative sampling areas and reproductive habitats. The monitoring started in 2018 and is carried out during late spring-summer within 79 sampling sites selected in the central area of Trentino. Repeated counts and capture–recapture methods are applied to estimate populations abundance and long-term demographic parameters. Moreover, biometrical data and sex of captured animals are collected to evaluate the structure and the body condition index of the surveyed populations. Environmental characteristics which could influence the animals contactability are also registered. The results of the first three years of monitoring showed locally abundant populations but generally showing a slight negative trend. Furthermore, populations sampled in natural reproductive habitats are characterized by a higher body condition index respect to the semi-natural and artificial sites.

\* Autore corrispondente:  
 e-mail: [sonia.endrizzi@muse.it](mailto:sonia.endrizzi@muse.it)

## Introduzione

L'ululone dal ventre giallo, *Bombina variegata* Linnaeus, 1758, è un anfibio anuro di piccole-medie dimensioni, piuttosto longevo che può raggiungere i 20 anni di età. Il nome volgare deriva dal tipico richiamo emesso dal maschio nel periodo riproduttivo e dalla colorazione del ventre, gialla a macchie nere. La specie è distribuita in gran parte dell'Europa centro-meridionale; in Italia è presente in Lombardia, Trentino, Veneto e Friuli-Venezia Giulia (Di Cerbo & Bressi 2007). Dato l'areale di distribuzione globale ancora abbastanza ampio (maggiore di 20.000 km<sup>2</sup>), è classificata nella Lista Rossa della IUCN come "specie a minor preoccupazione", sebbene sia localmente a rischio. In Italia, infatti, secondo quanto indicato nel quarto rapporto nazionale della Direttiva Habitat (2013-2018), *B. variegata* sarebbe in cattivo stato di conservazione e in costante declino a causa della modificazione, frammentazione e scomparsa degli habitat, determinati da urbanizzazione, inquinamento, bonifica di zone umide e trasformazione nelle pratiche agropastorali tradizionali (Ercole et al. 2021). Data la precarietà degli ambienti occupati, l'ululone dal ventre giallo è protetto dalla Direttiva Habitat (92/43/CEE, allegati II e IV), quale specie di interesse comunitario che necessita di una protezione rigorosa e della designazione di zone speciali di conservazione (Commissione Europea, 1992), e dalla Convenzione di Berna (1979) quale "specie animale strettamente protetta" (Appendice II).

In Trentino, la prima analisi distributiva di *B. variegata* è stata fornita dall'Atlante degli anfibi e dei rettili della Provincia di Trento, che integra testimonianze storiche, segnalazioni occasionali e dati di ricerche specifiche rilevati tra il 1857 e il 2002. Nella prima proposta di Lista Rossa degli Anfibi e dei Rettili del Trentino *B. variegata* è classificata come specie fortemente minacciata, rara e in regressione, presente solo localmente nel settore centrale e meridionale del Trentino, dal fondovalle ai 1500 m di quota. I fattori di minaccia sono la perdita e la frammentazione degli habitat dovute alle trasformazioni ambientali di origine antropica (Caldonazzi et al. 2002). Successivamente, il quadro distributivo della specie è stato aggiornato grazie a monitoraggi e ricerche condotte entro e fuori le aree protette della provincia (Caldonazzi et al. 2013; Cornetti 2013; Di Cerbo et al. 2010; Sartori 2012; Scala 2005; Zanghellini et al. 2014). Da questo quadro conoscitivo sono state avviate le indagini propedeutiche ai monitoraggi del progetto europeo LIFE T.E.N. (Azioni A; [http://www.lifeten.tn.it/actions/preliminary\\_actions](http://www.lifeten.tn.it/actions/preliminary_actions)), attraverso le quali sono state individuate le popolazioni e gli habitat riproduttivi più importanti per la specie in Trentino (sopralluoghi MUSE 2016-2018). Tali dati sono utilizzati per la realizzazione del nuovo Atlante degli Anfibi e dei Rettili del Trentino (in prep., MUSE), progetto di Citizen Science implementato tramite la piattaforma INaturalist (<https://www.inaturalist.org/projects/atlan-te-anfibi-e-rettili-del-trentino>), Ornitho.it e la pagina Facebook dedicata (<https://www.facebook.com/RettiliAnfibiTrentinoAltoAdige>), ed archiviati nel WebGis Trentino Living Atlas (<https://tla.muse.it>).

Il presente lavoro, oltre a fornire un quadro generale sulla distribuzione e le caratteristiche degli habitat riproduttivi della specie, descrive il protocollo di monitoraggio di lungo periodo attuato in provincia di Trento. Tale progetto era previsto nell'Azione A 5 LIFE T.E.N. (Pedrini et al. 2014), ideato dai ricercatori del MUSE e collaudato nel periodo 2016-2021 (Trenti 2017, 2021). Sono inoltre presentate le analisi riassuntive dei dati rilevati nel corso dei primi tre anni di indagine.

## Area di studio

Il quadro conoscitivo sulla distribuzione della specie disponibile al 2015 ha permesso di selezionare le aree campione utili a monitorare lo stato di conservazione della specie in provincia di Trento, definite considerando le diverse tipologie di habitat riproduttivi presenti e la distribuzione altitudinale della specie. Le aree considerate comprendono territori di fondovalle e collinari vocati alla coltivazione della vite e dell'ulivo (Val di Cembra e Valle del Sarca), e ambienti di media e alta montagna caratterizzati da pascoli e praterie secondarie

(Monte Bondone, Riserva della Scanupia e Monte Baldo). Entro le aree campione sono stati selezionati 79 siti di campionamento, distribuiti tra i 100 a 1600 m di quota, rappresentati da: 57 vasche agricole in Val di Cembra, quattro pozze artificiali oggetto di intervento di riqualificazione ambientale a favore degli anfibi e una pozza naturale sul Monte Bondone, un pozzo glaciale in Valle del Sarca, 12 pozze d'alpeggio sul Monte Baldo e quattro pozze d'alpeggio nella Riserva Naturale della Scanupia.

## Metodi

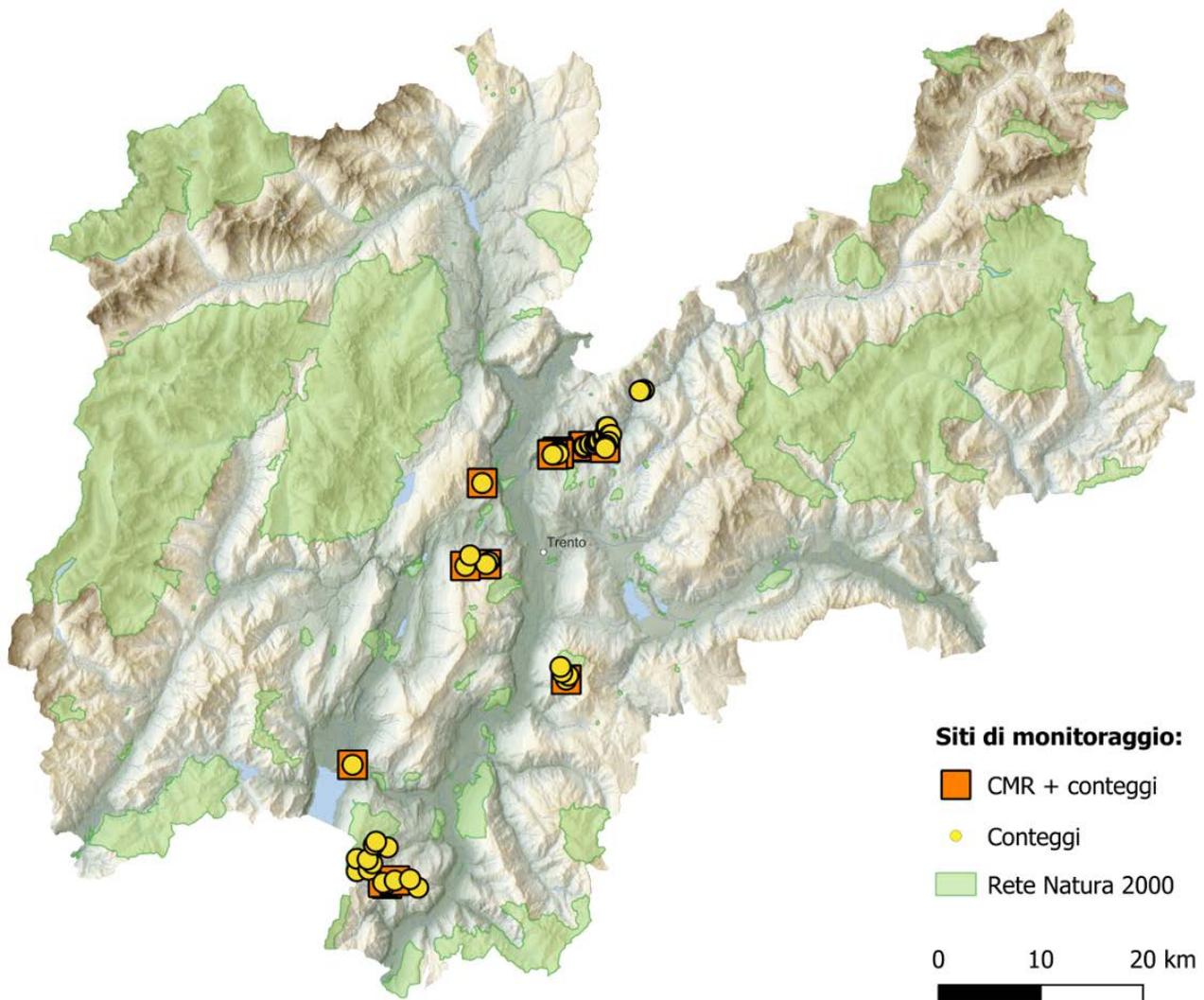
### Quadro distributivo della specie

Nel periodo 2012-2013 sono stati condotti sopralluoghi mirati per individuare le aree di maggior presenza della specie al fine di implementare il quadro conoscitivo sulla dimensione delle diverse popolazioni e indirizzare la scelta delle aree utili al monitoraggio sistematico della specie in provincia di Trento. L'integrazione successiva dei dati, anche grazie all'avvio del nuovo Atlante erpetologico provinciale, ha permesso di verificare la rappresentatività delle aree scelte, permettendo di scegliere quelle più significative in termini di dimensione delle popolazioni ivi presenti e del valore conservazionistico delle stesse a scala provinciale.

### Monitoraggio sistematico delle popolazioni

Il monitoraggio si è svolto con cadenza annuale nel periodo tardo primaverile - estivo quando le temperature erano tali da garantire l'insediamento della popolazione nei siti riproduttivi con una certa stabilità numerica. I metodi applicati sono quelli previsti, per la specie, dal Manuale Ispra per il monitoraggio delle specie animali di interesse comunitario (Stoch & Genovesi 2016) ovvero: i conteggi ripetuti nel tempo e nello spazio e la cattura-marcatura-ricattura (CMR), utili a valutare stime di abbondanza, sopravvivenza, reclutamento e tendenze demografiche delle popolazioni (Pollock 1990; Royle 2004) in gran parte dell'aerale di distribuzione della specie in Trentino mantenendo uno sforzo di campionamento sostenibile. Il metodo dei conteggi ripetuti, più speditivo, è stato applicato in tutti i siti selezionati (79; Tabella 1, Figura 1) e consiste nel conteggio degli ululoni adulti avvistati da parte di un operatore. Il conteggio è stato ripetuto quattro volte in ogni sito nel corso di giornate consecutive o comunque il più possibile ravvicinate. In ogni occasione è stato registrato l'orario di inizio e fine conteggio, utile a ricavare lo sforzo di campionamento in ciascun sito. L'orario di esecuzione dei conteggi nei medesimi siti è stato inoltre variato nel corso delle quattro sessioni poiché può influire sulla contattabilità degli animali. L'attività è stata svolta sempre dagli stessi operatori in modo da ridurre al minimo l'errore derivante dalle differenti abilità di rilievo.

Il metodo CMR richiede sforzi decisamente maggiori ed è quindi stato applicato su una parte dei siti (28 dei 79 siti selezionati; Tabella 1, Figura 1); consiste nel catturare una parte degli individui di una popolazione, marcarli tramite fotografia del *pattern* ventrale e quindi rilasciarli. L'attività è stata svolta nelle stesse giornate dei conteggi ripetuti e successivamente a questi per un totale di quattro sessioni di campionamento. La cattura degli anfibi, mediante retino da pesca, è stata effettuata da uno o due operatori a seconda delle dimensioni del sito; generalmente uno per le vasche agricole e due per le pozze naturali e d'alpeggio (vedi Tabella 1). Gli individui catturati sono stati riposti temporaneamente in secchi contenenti acqua. Al termine della sessione di campionamento gli animali sono stati "marcati" fotografando il *pattern* ventrale che, variando per forma e distribuzione delle macchie nere in risalto sullo sfondo giallo del ventre, permette l'identificazione individuale (Donnelly et al. 1994). A tale scopo l'animale è stato posizionato in una capsula di Petri dotata di fondo in gommapiuma, coperto con vetro antiriflesso e quindi fotografato (Figura 2). Oltre alla marcatura, gli individui catturati sono stati sottoposti al rilievo di dati biometrici: lunghezza muso-urostilo (mm) e peso (g) misurati mediante calibro (accuratezza 0,02 mm) e bilancia elettronica da campo (linearità  $\pm 0,2$  g; Figura 2). La caratterizzazione per sesso, possibile nei soli individui adulti maturi, è basata sulla presenza/assenza di calli nuziali nei maschi. Sono stati considerati giovani immaturi, di sesso indeterminato, tutti gli individui



**Fig. 1 -** Siti di monitoraggio dell'ululone dal ventre giallo in Trentino. / **Fig. 1 -** Distribution of monitoring sites of yellow-belly toad in Trentino.

di dimensioni inferiori a 32 mm, misura ricavata dalla dimensione media degli individui più piccoli che presentavano calli nuziali osservati nell'ambito di questo studio. Sono stati esclusi dalla cattura i giovani dell'anno in quanto presentano pattern ventrale in via di formazione che potrebbe impedirne l'identificazione nell'anno successivo (Gollmann & Gollmann 2011). Come per i conteggi ripetuti: è stato registrato l'orario di inizio e fine campionamento per calcolare lo sforzo impiegato, è stato variato l'orario di cattura nel corso delle quattro sessioni e sono stati coinvolti sempre gli stessi operatori.

#### Rilievo delle caratteristiche ambientali

Ogni anno sono stati rilevati i seguenti dati ambientali e biologici: I) tipo di alimentazione del corpo idrico (corso d'acqua, precipitazioni, tubo di alimentazione con erogazione continua o controllata); II) dimensione del corpo idrico (nel caso di vasche o recipienti la lunghezza del lato maggiore e minore; nel caso delle pozze il perimetro); III) profondità massima del corpo idrico (misura tra il fondo e la superficie dell'acqua nel punto di maggiore profondità del corpo idrico); IV) percentuale di copertura della superficie bagnata (copertura della superficie dell'acqua determinata ad esempio dalla presenza di vegetazione acquatica o da proliferazione algale); V) esposizione del corpo idrico all'irraggiamento solare (pieno sole, ombra o parzialmente ombreggiato); VI) presenza di ovature, girini, giovani o individui morti di *B. variegata*; VII) presenza di altre specie di erpetofauna o invertebrati legati agli ambienti acquatici.

#### Analisi dei dati

Il materiale fotografico relativo al pattern ventrale di ciascun individuo catturato è stato analizzato in laboratorio, al termine di ciascuna stagione di campionamento, mediante l'utilizzo del software APHIS (Moya et al. 2015), sviluppato dalla Fondazione BIT e dal gruppo di ricerca GEDA-IMEDEA e liberamente scaricabile dal seguente sito: <http://imedea.uib-csic.es/bc/ecopob/>. Il software è in grado di confrontare numerose foto, considerando l'area corporea indicata dall'operatore tramite l'apposizione di tre punti, ed individuare le foto che riportano lo stesso *pattern* e quindi lo stesso individuo. In questo modo è possibile valutare efficacemente il numero effettivo di animali osservati e il numero di ricatture dello stesso individuo effettuate nel corso delle diverse giornate e dei diversi anni di campionamento, utili alla stima di abbondanza, sopravvivenza e alla valutazione di tendenze demografiche di lungo periodo delle popolazioni indagate.

I dati di cattura rilevati nei 28 siti di campionamento nel corso del triennio sono stati ricondotti a 10 popolazioni. Infatti, siti di cattura vicini (distanza massima considerata 350 m.), tra i quali è stata osservata o ritenuta plausibile la migrazione di individui nel corso delle diverse sessioni di campionamento, sono stati attribuiti ad un'unica popolazione come indicato in tabella 1.

Le stime di abbondanza sono state ricavate tramite i modelli di cattura-ricattura per popolazioni chiuse utilizzando lo Schnabel Method (Schnabel 1938), il quale si basa sugli stessi principi del Lincoln-Petersen Index (Seber 1982) considerando però più di due

**Tab. 1** - Elenco dei siti di cattura distinti per area campione e con indicazione della quota, del tipo di corpo idrico/struttura per la raccolta dell'acqua (Pr = pozza riqualificata; Pn = pozza naturale; Vpc = vasca agricola in pietra e cemento; Vp = vasca in plastica; Pa = pozza d'alpeggio; Pg = pozzo glaciale), del numero di operatori impiegati per la cattura. Per i siti interessati dall'applicazione del metodo CMR sono indicate le popolazioni cui sono ricondotti (ID popolazione). / **Tab. 1** - Details of monitored sites: elevation, type of water body/structure (Pr = restored pond; Pn = natural pond; Vpc = traditional agricultural tank; Vp = plastic agricultural tank; Pa = Pasture puddle; Pg = glacial well), number of observers. CMR sites belonging to the same population are shown with the same name in the table field "ID Popolazione".

Area campione	ID Sito	Quota	Tipo	Metodo	N. Operatori	ID Popolazione	Area campione	ID Sito	Quota	Tipo	Metodo	N. Operatori	ID Popolazione
Monte Bondone	1	1150	Pr	CMR_C	2	Malghet		32	529	Vpc	C	1	
	2	985	Pr	CMR_C	2	Malga Brigolina		33	488	Vpc	C	1	
	85	800	Pn	CMR_C	2	Prada		34	485	Vpc	C	1	
	4	979	Pr	C	1			35	485	Vpc	C	1	
	5	865	Pr	C	1			36	520	Vpc	C	1	
Val di Cembra	6	471	Vpc	CMR_C	1			37	547	Vpc	C	1	
	7	463	Vpc	CMR_C	1			38	555	Vpc	C	1	
	8	434	Vpc	CMR_C	1			39	552	Vpc	C	1	
	10	413	Vpc	CMR_C	1			40	635	Vpc	C	1	
	11	376	Vpc	CMR_C	1			41	656	Vpc	C	1	
	12	390	Vpc	CMR_C	1	Verla	Val di Cembra	42	576	Vpc	C	1	
	13	390	Vpc	CMR_C	1			43	575	Vpc	C	1	
	14	391	Vpc	CMR_C	1			44	562	Vpc	C	1	
	15	399	Vpc	CMR_C	1			45	565	Vpc	C	1	
	16	398	Vpc	CMR_C	1			46	568	Vpc	C	1	
	50	444	Vpc	CMR_C	1			47	568	Vpc	C	1	
	51	421	Vpc	CMR_C	1	Cembra		48	544	Vpc	C	1	
	57	545	Vpc	CMR_C	1			49	534	Vpc	C	1	
	58	534	Vpc	CMR_C	1		52	403	Vpc	C	1		
	59	523	Vpc	CMR_C	1		53	729	Vpc	C	1		
	60	521	Vpc	CMR_C	1		54	711	Vpc	C	1		
61	511	Vpc	CMR_C	1	Lisignago	55	716	Vp	C	1			
62	510	Vpc	CMR_C	1		56	702	Vpc	C	1			
63	536	Vpc	CMR_C	1			70	1234	Pa	CMR_C	2	Pravert	
64	563	Vpc	CMR_C	1			71	1476	Pa	CMR_C	1	Malga Postemon	
9	438	Vpc	C	1			72	1380	Pa	CMR_C	1		
17	588	Vpc	C	1			66	1283	Pa	C	2		
18	588	Vpc	C	1			67	1458	Pa	C	2		
21	553	Vpc	C	1			73	1411	Pa	C	1		
22	552	Vpc	C	1			74	1482	Pa	C	1		
23	555	Vpc	C	1			75	1647	Pa	C	1		
24	542	Vpc	C	1			76	1632	Pa	C	1		
25	541	Vpc	C	1			77	1450	Pa	C	1		
26	564	Vpc	C	1			78	1500	Pa	C	1		
27	552	Vpc	C	1			79	1547	Pa	C	1		
28	550	Vpc	C	1									
29	553	Vpc	C	1			Valle del Sarca	81	90	Pg	CMR_C	2	Nago
30	554	Vpc	C	1				82	1559	Pa	C	1	
31	526	Vpc	C	1			RN Scannupia	83	1534	Pa	CMR_C	2	Malga Palazzo
								84	1653	Pa	C	1	
								86	1580	Pa	C	1	

sessioni di cattura. Le variazioni interannuali sono state valutate confrontando gli intervalli di confidenza delle stime delle varie popolazioni (Pollock et al. 1990).

Il tasso di ricattura ( $Nr$ ) tra i diversi anni è stato calcolato a livello di popolazione dividendo il numero delle ricatture ( $r$ ) dall'anno precedente sul totale delle catture dell'anno considerato ( $M$ ):

$$Nr = \frac{r(t)}{M(t+1)}$$

La Sex Ratio (SR), è stata calcolata come proporzione di maschi sul totale, considerando i soli individui maturi (Wilson & Hardy 2002):

$$SR = \frac{N. \text{maschi}}{N. \text{maschi} + N. \text{femmine}}$$

Scostamenti significativi dall'equilibrio della SR sono stati verificati con il test binomiale a due code su una distribuzione di probabilità ( $p$ ) uguale a 0,5.

I dati biometrici (lunghezza muso – urostilo e peso) sono stati utilizzati per la valutazione del Body Condition Index (BCI), calcolato come Scaled Mass Index (SMI) che da analisi comparative con altri metodi risulta essere il più robusto (Peig & Green, 2009):

$$SMI = M_i \left[ \frac{L_0}{L_i} \right]^{b_{SMA}}$$

Dove:  $M_i$  = massa corporea (peso) e  $L_i$  = Lunghezza totale dell'individuo  $i$ ;  $b_{SMA}$  è il componente di "scala" stimato dalla regressione del "maggior asse standardizzato" di  $\log M$  su  $\log L$ ;  $L_0$  è un valore arbitrario di  $L$  (media aritmetica per la popolazione di studio).

Al fine di evitare qualsiasi possibile influenza generata dalla presenza di femmine ovigere, il BCI è stato calcolato considerando i soli individui di sesso maschile.

Differenze significative nel BCI tra popolazioni ed entro popolazioni tra i diversi anni di monitoraggio sono state testate mediante analisi di varianza (ANOVA) e il test HSD di Tukey (Tukey 1949).

## Risultati

### Distribuzione della specie e dei suoi habitat

Dalle ricerche mirate condotte nel periodo 2012-2015 e implementate dai rilievi e segnalazioni per il nuovo Atlante erpetologico provinciale emerge che l'ululone dal ventre giallo è oggi prevalentemente distribuito nel settore centrale del Trentino, dai principali fondivalle fino alla fascia montana (Figura 3) in contesti agropastorali e aree umide marginali. Popolazioni localizzate sono presenti nei settori dolomiti dove la disponibilità di raccolte d'acqua naturali è limitata dalla geologia del territorio.



**Fig. 2** Attività di campionamento. Da sinistra in senso orario: attività di cattura in una pozza d'alpeggio, marcaggio attraverso il rilievo fotografico del pattern ventrale, rilievo di dati biometrici (peso e lunghezza). / Sampling activity. Clockwise, from top left: capture activity of individuals in a pasture puddle, photographic mark-recapture scheme of ventral pattern, biometric data collection (weight, length).

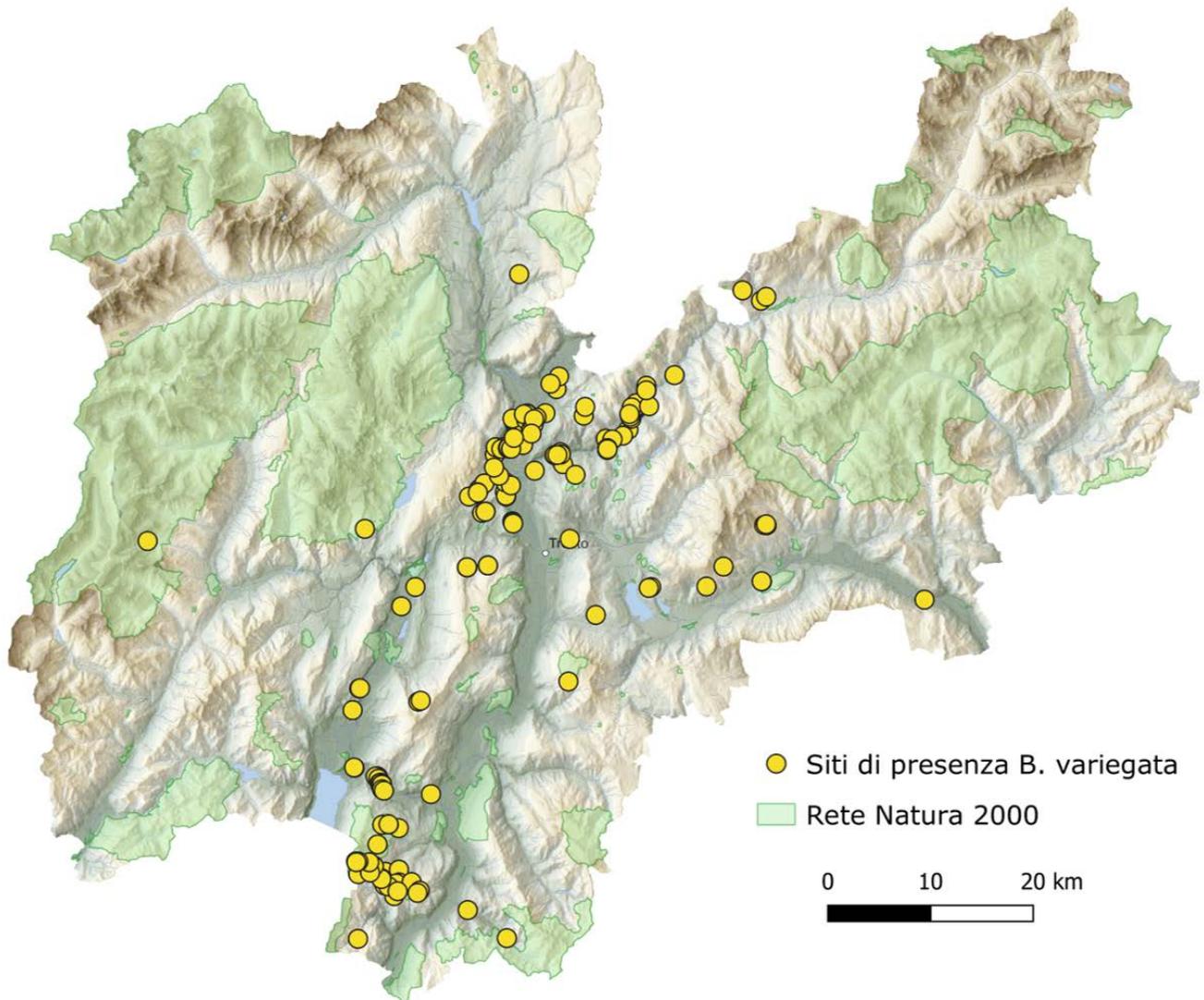


Fig. 3 – Siti di presenza di *Bombina variegata* rilevati in Trentino. / Fig. 3 – Distribution of *Bombina variegata* in Trentino

Gli habitat riproduttivi sono rappresentati da raccolte d'acqua di piccole dimensioni a carattere spesso temporaneo, di origine naturale o antropica, qui di seguito descritti.

*Vasche agricole* – si tratta di strutture in cemento utilizzate in passato per la miscelazione di prodotti fitosanitari per il trattamento della vite. Questi siti artificiali utilizzati per la raccolta dell'acqua caratterizzano ancora oggi il paesaggio agricolo della Val di Cembra sebbene abbiano perso la loro funzione originaria. Sono infatti mantenute ancora oggi attive, esclusivamente come riserva d'acqua, soprattutto nell'area agricola compresa tra i comuni di Verla e di Valda mentre sono state in gran parte dismesse e sostituite da cisterne in plastica chiuse negli altri comuni di Altavalle e negli ambienti agricoli distribuiti in sinistra orografica. L'alimentazione delle vasche è generalmente legata alle precipitazioni sebbene in alcuni casi l'apporto idrico sia garantito attraverso la captazione da piccoli ruscelli. Le vasche agricole utilizzate dall'ululone dal ventre giallo nel periodo riproduttivo hanno dimensioni contenute, il cui perimetro è compreso tra i due e i sei metri (Figura 4), mentre tendono ad evitare quelle di dimensioni maggiori, utilizzate più frequentemente da altre specie di anfibi come il rospo comune *Bufo bufo* (Linnaeus 1758). L'utilizzo delle vasche in associazione con l'ululone è stato invece osservato per la salamandra pezzata *Salamandra salamandra* (Linnaeus 1758), la quale sfrutta anche questi ambienti per la riproduzione nel periodo primaverile.

*Fossi agricoli* – si tratta di canali artificiali che svolgono la funzione di drenaggio di aree originariamente paludose, evitando così allagamenti di zone abitate e la comparsa di ristagni d'acqua nelle campagne. In Trentino la gestione dei fossi è in gran parte affidata al Consorzio Trentino di Bonifica che si occupa della regolazione dell'apporto idrico e di operazioni di manutenzione, come il taglio della vegetazione, mentre fossi più piccoli sono direttamente gestiti dai proprietari dei fondi. La fitta rete di canali agricoli che caratterizza la Piana Rotaliana (Figura 5) ospita la popolazione più abbondante di ululone dal ventre giallo della provincia oltre ad altre specie di anfibi come la rana verde (*Pelophylax* spp.).

*Pozze d'alpeggio* – si tratta di bacini idrici di piccole dimensioni utilizzati per l'abbeverata del bestiame al pascolo, in passato molto diffusi in tutta la provincia soprattutto in prossimità delle malghe. Le pozze sono costruite e gestite dagli allevatori, generalmente sfruttando depressioni del terreno, dove tendono a raccogliersi, per ruscellamento, le acque di precipitazione. Il ristagno dell'acqua al loro interno è favorito attraverso la posa di materiale impermeabilizzante. Di forma tipicamente circolare, presentano generalmente dimensioni e profondità ridotte (Figura 6). La presenza e abbondanza di vegetazione è legata principalmente al grado di calpestio esercitato dal bestiame all'interno ed in prossimità della pozza stessa, e risulta quindi generalmente assente lungo il perimetro mentre si può sviluppare nella porzione centrale. Particolarmente vegetate risultano le pozze



**Fig. 4** – Vasca agricola in località Verla, Val di Cembra. / **Fig. 4** – Agricultural tank in Verla, Val di Cembra.



**Fig. 5** – Fosso agricolo in località San Rocco, Piana Rotaliana. / **Fig. 5** – Agricultural ditches in San Rocco, Piana Rotaliana.



**Fig. 6** – Pozza d'alpeggio nella Riserva Naturale della Scanupia. / **Fig. 6** – Pasture puddle in Scanupia Nature Reserve.

dotate di recinzione che impediscono l'accesso del bestiame a una parte o all'intera pozza.

In seguito al progressivo abbandono di questo tipo di strutture, sostituite da vasche in metallo, le pozze sono state di recente oggetto di interventi di riqualificazione allo scopo di conservare gli ambienti

umidi presenti in quota altrimenti assenti o destinati a scomparire, soprattutto nelle zone di natura carsica. Le pozze d'alpeggio sono siti importanti per la riproduzione dell'ululone dal ventre giallo nella Riserva della Scanupia, sul Monte Stivo e nel Parco Naturale Locale Monte Baldo e sono inoltre utilizzate da altre specie di anfibi come rospo comune, rana temporaria (*Rana temporaria*, Linnaeus 1758), tritone alpino (*Ichthyosaura alpestris*, Laurenti, 1768) e in alcuni casi anche da salamandra pezzata.

*Pozze per anfibi* – sono piccoli bacini idrici realizzati allo scopo di ripristinare sul territorio la presenza di siti riproduttivi per gli anfibi favorendo anche altri organismi legati agli ambienti acquatici per la riproduzione come gli odonati (Figura 7). L'utilizzo di questi ambienti da parte dell'ululone dal ventre giallo è stato confermato sul Monte Bondone dove è stata inoltre documentata la riproduzione del rospo comune e di rana temporaria.

*Pozze di cava* – sono raccolte d'acqua in depressioni del terreno formatesi in seguito all'estrazione di materiale da costruzione (Figura 8). A seconda delle dimensioni e della gestione dell'attività estrattiva le pozze possono avere carattere temporaneo o permanente. In questi ambienti è stata osservata la riproduzione dell'ululone dal ventre giallo, del rospo comune e della rana verde.

*Prati umidi* – questi sono ambienti naturali soggetti a periodici ristagni d'acqua, particolarmente estesi nel periodo primaverile. Essi favoriscono la riproduzione oltre che dell'ululone dal ventre giallo anche di altre specie di anfibi come rospo comune, rana temporaria e tritone alpino, come osservato in località Prada. Le zone inondate vanno riducendosi nel corso dell'estate a piccole raccolte d'acqua puntiformi (Figura 9).

*Pozze laterali fluviali* – si tratta di raccolte d'acqua temporanee che si formano nelle aree laterali inondabili dei corsi d'acqua nei periodi di portata maggiore, in primavera-estate, in seguito alle abbondanti piogge primaverili e allo scioglimento della neve nelle aree montane. Sono tipicamente utilizzate dall'ululone dal ventre giallo in Val di Cembra lungo il Torrente Avisio (Figura 10) e in Valsugana.

*Pozzi glaciali* – sono depressioni nella roccia formatesi per azione erosiva dell'acqua di scioglimento degli antichi ghiacciai che occupavano le vallate alpine nell'ultima fase dell'era Neozoica (Figura 11). L'acqua piovana può accumularsi al loro interno richiamando gli anfibi nel periodo riproduttivo. Si trovano tipicamente nella Valle del Sarca e sono frequentate da ululone dal ventre giallo, rospo comune, rospo smeraldino (*Bufo viridis* Laurenti, 1768) e salamandra pezzata.

*Raccolte d'acqua temporanee* – questi siti acquatici si formano in depressioni del terreno in seguito ad abbondanti precipitazioni e possono essere utilizzati in periodo primaverile per la deposizione delle uova da parte dell'ululone dal ventre giallo e altri anfibi come la rana temporaria (Figura 12). Dato il carattere estremamente effimero, queste raccolte d'acqua rappresentano spesso delle trappole ecologiche andando in secca prima del completamento del ciclo di sviluppo di uova e girini. Possono comunque essere utili nella fase di dispersione degli individui in migrazione verso ambienti più stabili.

### Monitoraggio sistematico delle popolazioni

La presenza dell'ululone dal ventre giallo è stata accertata, almeno in un'occasione nel corso dei tre anni di monitoraggio, nel 70% dei siti indagati e in particolare, in trentasette vasche agricole in Val di Cembra, undici pozze d'alpeggio tra Monte Baldo e Riserva Naturale della Scanupia, un pozzo glaciale in Valle del Sarca e tre pozze oggetto d'intervento di riqualificazione sul Monte Bondone. Per ciascun sito di presenza i conteggi hanno portato al rilievo di un numero compreso generalmente tra uno e quattordici individui, ad eccezione delle pozze d'alpeggio presso Malga Bes (sito n. 78) e Malga Postemon (sito n. 72) sul Monte Baldo dove è stato rilevato un netto aumento nel numero di animali contati nel 2020 rispetto ai



**Fig. 7** – Pozza oggetto di intervento di ripristino di habitat riproduttivi per anfibi sul Monte Bondone. / **Fig. 7** – Restored amphibian pond, Monte Bondone.



**Fig. 10** – Raccolta d'acqua laterale lungo il Torrente Avisio in Val di Cembra. / **Fig. 10** – Fluvial puddles along the Avisio stream, Val di Cembra.



**Fig. 8** – Pozza in ambiente di cava, Val di Non. / **Fig. 8** – Quarry puddle, val di Non.



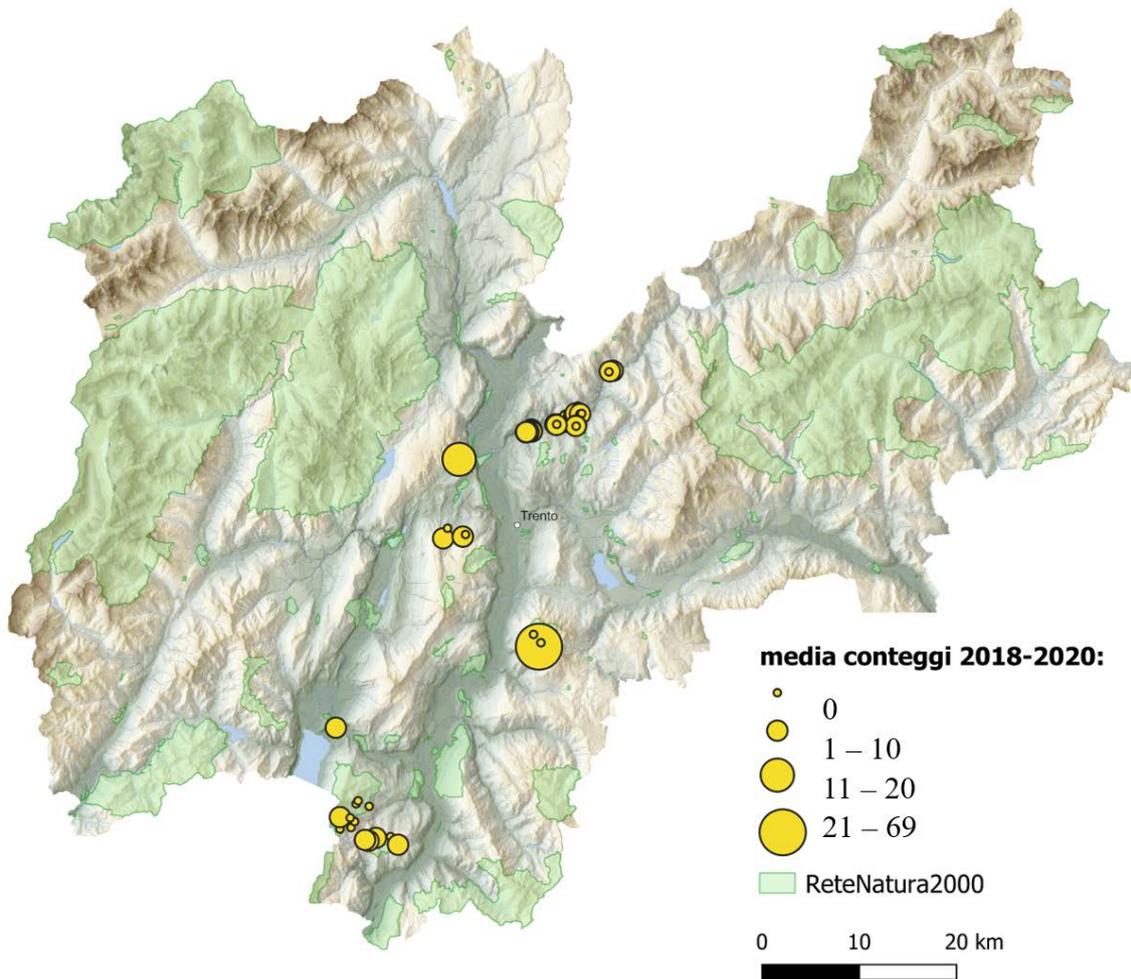
**Fig. 11** – Pozzo glaciale in Valle del Sarca. / **Fig. 11** – Glacial well, Valle del Sarca.



**Fig. 9** – Prato umido Monte Bondone. / **Fig. 9** – Wet meadow, Monte Bondone.



**Fig. 12** – Raccolta d'acqua in depressione del terreno creata dal passaggio di automezzi. / **Fig. 12** – Collection of water in depression of the ground created by the passage of vehicles.



**Fig. 13** – Siti di campionamento dell'ululone dal ventre giallo, la dimensione dei punti varia in rapporto al numero medio di individui contati in ciascun sito nel triennio 2018-2020. / **Fig. 13** – Yellow-belly toad sampling sites: point size varies in relation to the mean repeated counts over the three study years 2018-2020.

due anni precedenti, passando da 0 a 37 individui nella prima e da 10 a 93 nella seconda. Popolazioni abbondanti sono state rilevate anche nella pozza d'alpeggio di Malga Palazzo nella Riserva della Scanupia (sito n. 83) e nella pozza naturale in Località Prada (sito n. 85), con un numero di individui contati nei tre anni compreso tra 40 e 69 nella prima, e tra 11 e 33 nella seconda (Figura 13).

Nei 28 siti selezionati per le attività CMR, sono state effettuate complessivamente 2.477 catture nei tre anni di monitoraggio; l'analisi del materiale fotografico per il riconoscimento individuale degli animali catturati ha permesso di valutare il numero di individui effettivamente osservati nel triennio, risultato pari a 1.206: 475 nel 2018, 323 nel 2019 e 408 nel 2020. Come emerso dall'analisi descrittiva dei conteggi, nei siti selezionati per le attività CMR è stata rilevata una elevata variabilità nel numero di individui catturati tra i diversi siti di campionamento (Tabella 2).

La percentuale di individui ricatturati nel corso dei diversi anni di campionamento presenta in gran parte dei casi modeste variazioni entro popolazione, mentre varia notevolmente tra popolazioni diverse passando dal 17-25% di individui ricatturati per la popolazione di Pravert, sul Monte Baldo a percentuali di ricattura molto elevate, comprese tra il 69 e l'83% per la popolazione della pozza d'alpeggio di Malga Palazzo nella Riserva Naturale della Scanupia.

L'abbondanza delle popolazioni, stimata mediante l'indice di Schnabel, varia da una decina di individui nelle pozze riqualficate di Malghet (sito n. 1), Malga Brigolina (sito n. 2) e nel pozzo glaciale di Nago (sito n. 81), a qualche centinaio nelle pozze d'alpeggio di

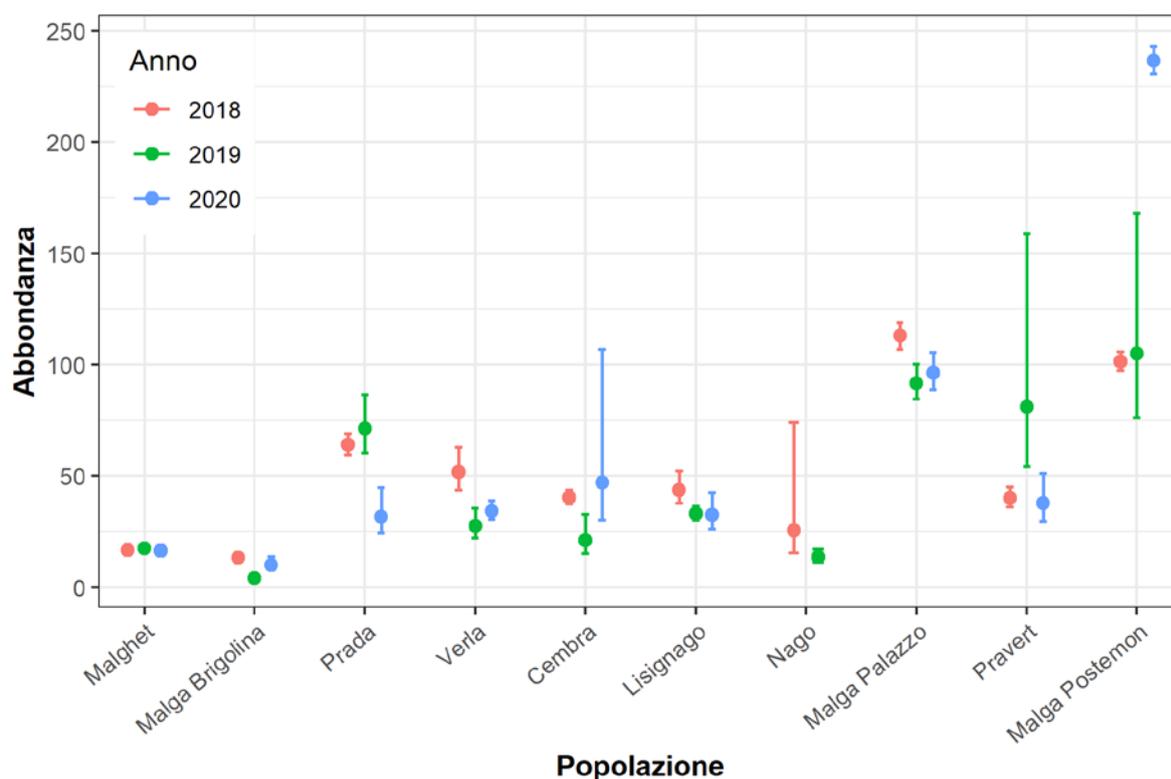
Malga Postemon sul Monte Baldo (sito n. 71 e 72) e Malga Palazzo nella Riserva della Scanupia (sito n. 83; Figura 14, Tabella 2). L'abbondanza delle popolazioni rimane sostanzialmente costante tra i diversi anni di monitoraggio pur mostrando un trend leggermente negativo in tutte le popolazioni, fatta eccezione per quella di Malga Postemon, in notevole aumento nel 2020 fino a oltre 300 individui. Il monitoraggio della popolazione di Nago non è stato possibile nel 2020 in quanto il sito è risultato in secca per tutto il periodo tardo primaverile - estivo.

Il rapporto sessi è risultato generalmente equilibrato nelle popolazioni indagate (Tabella 2), con scostamenti dalla condizione di equilibrio a favore dei maschi, osservati soltanto in alcune occasioni nelle popolazioni di: Pravert (nel 2018, P-value < 0,05), Cembra (nel 2018 e nel 2019, P-value < 0,05), Lisignago (nel 2018 e 2019, P-value < 0,05), Verla (nel 2020, P-value < 0,05) e Prada (nel 2020, P-value < 0,01). Per la popolazione di Malga Palazzo è stato rilevato un sex ratio sbilanciato a favore delle femmine (P-value < 0,01) per l'intero triennio di indagine.

Differenze significative nell'indice di condizione corporale (BCI) sono state rilevate tra le popolazioni campionate negli ambienti naturali (Prada e Nago) che presentano un indice maggiore, e quindi condizioni corporali potenzialmente migliori, rispetto a quelle di ambienti semi-naturali e artificiali (pozze d'alpeggio e vasche agricole; Figura 15, Tabella 3). Variazioni nel BCI sono inoltre state rilevate entro popolazione nel corso dei diversi anni di monitoraggio (ANOVA P-value < 0,05) mostrando quindi una potenziale variazione delle condizioni fisiologiche delle popolazioni nel tempo.

**Tab. 2** - Sintesi dei dati di cattura per ciascuna popolazione monitorata nel triennio 2018-2020: numero di catture effettuate nelle quattro sessioni di campionamento annuali (C), abbondanza stimata (A) e intervallo di confidenza (IC), rapporto sessi (SR); nr = non rilevato. / **Tab. 2** - CMR data summary: number of individuals captured annually in the four-sampling sessions (C), populations abundance estimated (A) and confidence interval (CI), sex ratio (SR); nr = not detected.

Popolazione	2018			2019			2020		
	C	A (IC 95%)	SR	C	A (IC 95%)	SR	C	A (IC 95%)	SR
Malghet	55	17 (14-20)	0,58	37	18 (16-20)	0,65	45	16 (14-19)	0,63
Malga Brigolina	38	13 (12-15)	0,48	12	4 (4)	0,50	28	10 (8-14)	0,55
Prada	118	64 (60-70)	0,58	136	71 (60-87)	0,59	42	32 (24-45)	0,83
Verla	120	52 (38-52)	0,64	65	27 (22-36)	0,70	66	34 (31-39)	0,70
Cembra	66	41 (38-52)	0,72	34	21 (15-33)	0,79	37	47 (30-107)	0,50
Lisignago	100	44 (38-52)	0,61	69	33 (30-37)	0,73	47	32 (26-43)	0,58
Pravert	46	40 (36-45)	0,79	17	81 (54-159)	0,56	27	38 (30-51)	0,48
Malga Postemon	132	101 (97-106)	0,45	60	105 (76-168)	0,62	267	237 (231-243)	0,42
Nago	20	26 (15-74)	0,47	23	14 (11-17)	0,64	nr.	nr.	nr.
Malga Palazzo	359	113 (107-119)	0,34	165	92 (85-100)	0,30	246	97 (89-106)	0,35



**Fig. 14** – Numero di individui stimati (in base all'indice di Schnable) per le 10 popolazioni sottoposte a cattura-ricattura nel triennio 2018-2020. Le barre verticali indicano l'intervallo di confidenza pari al 95%. / **Fig. 14** – Estimated number of individuals (based on Schnable's index) for the ten populations monitored by the mark-recapture method between 2018-2020. Vertical bars indicate the 95% confidence interval.

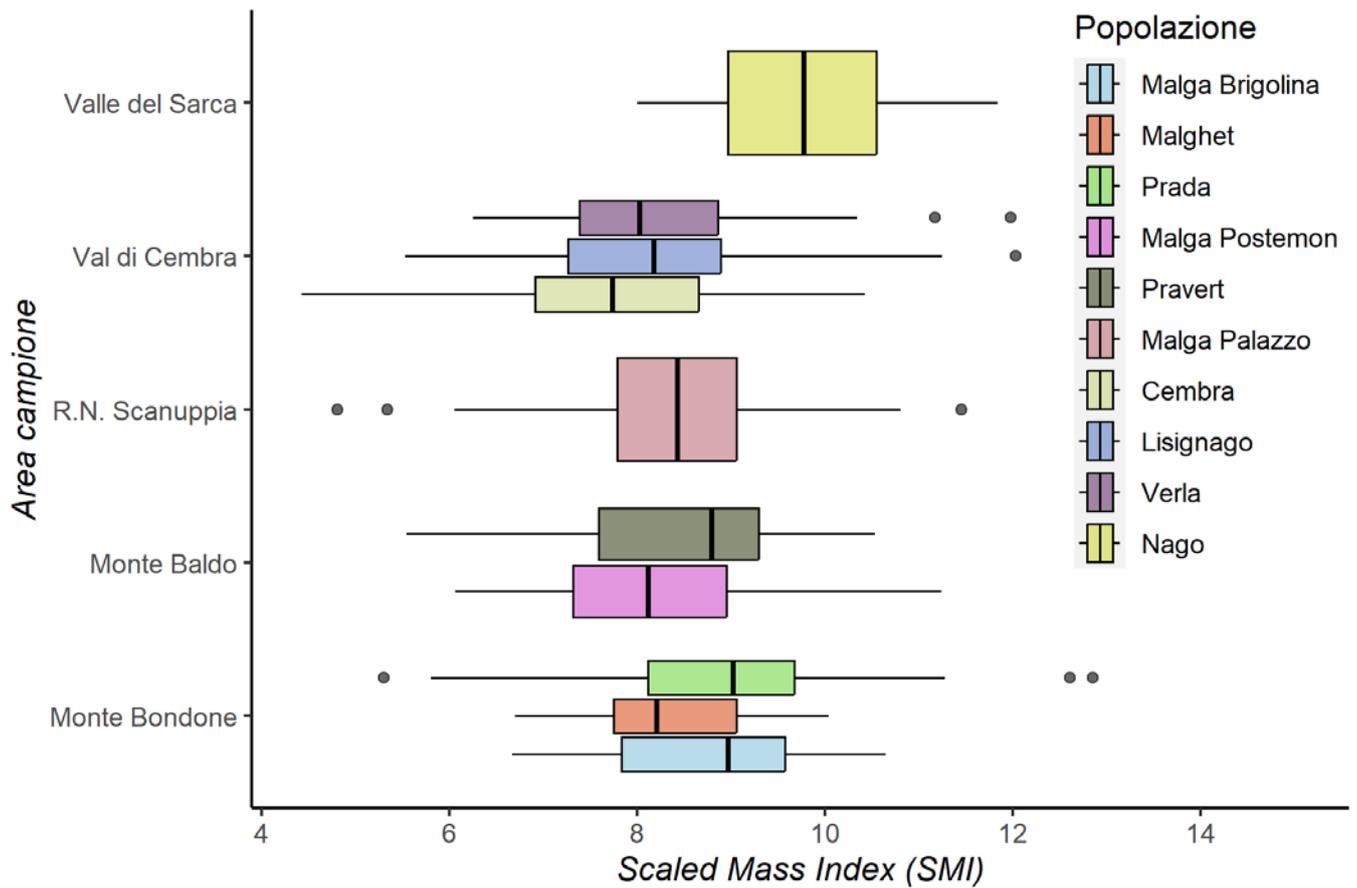


Fig. 15 – Box plot dello Scaled Mass Index (SMI) valutato per ciascuna popolazione indagata. / Fig. 15 – Scaled Mass Index (SMI) box plot evaluated for each studied population.

Tab. 3 - Tabella 3 – Differenze nell'indice di condizione corporale (Scaled Mass Index) rilevate tra le popolazioni indagate (Test HSD di Tukey). Differenze statisticamente significative sono riportate in grassetto. / Tab. 3 - Differences in Body condition index (Scaled Mass Index) between populations (HSD Tukey Test). Statistical significance differences are in bold.

	Prada	Verla	Cembra	Lisignago	Malghet	Malga Postemon	Malga Palazzo	Pravert	Nago
<b>M. Brigolina</b>	0,9991411	0,9386023	0,4147731	0,9253489	0,9943129	0,8498361	0,9990707	0,9999596	0,3916909
<b>Prada</b>		<b>0,0025019</b>	<b>0,0000041</b>	<b>0,0013416</b>	0,9991411	<b>0,0000147</b>	0,0605470	0,5370070	0,3677209
<b>Verla</b>			0,8483297	1,0000000	0,9997629	0,9999983	0,9716546	0,9615998	<b>0,0003310</b>
<b>Cembra</b>				0,8677320	0,7832989	0,9006695	0,1330623	0,2209959	<b>0,0000047</b>
<b>Lisignago</b>					0,9999674	0,9999998	0,9527162	0,9446702	<b>0,0002447</b>
<b>Malghet</b>						0,9991197	0,9999878	0,9997629	<b>0,0063361</b>
<b>M. Postemon</b>							0,7163513	0,7984814	<b>0,0000507</b>
<b>M. Palazzo</b>								0,9999994	<b>0,0034156</b>
<b>Pravert</b>									<b>0,0215310</b>

## Discussione

La popolazione di ululone dal ventre giallo in Trentino è sostenuta dalla presenza di strutture seminaturali e artificiali tipiche dell'ambiente agropastorale quali fossi, vasche e pozze d'alpeggio, in risposta alla riduzione degli habitat naturali causata dagli estesi interventi di bonifica e di rettifica dei corsi d'acqua attuati nel corso dell'ultimo secolo. L'utilizzo, da parte di *B. variegata* ed altre specie di anfibi, di ambienti acquatici di origine antropica per la riproduzione e la dispersione è stato ampiamente documentato nell'ambito di numerosi studi (e.g. Barandun J., 1990; Tripepi et al. 2001; Garcia-Gonzales & Garcia-Vazquez 2011; Buono et al. 2019; Romano et al. 2007, 2010, 2012; Caballero-Diaz et al. 2020) evidenziando il loro importante ruolo nella conservazione delle popolazioni. Il progressivo abbandono e la conversione delle pratiche agropastorali tradizionali con la conseguente dismissione delle tipiche strutture per la raccolta e la conservazione dell'acqua a favore di sistemi più moderni, e certamente più efficienti in tal senso, rappresenta oggi un ulteriore rischio per la conservazione degli anfibi (Canessa et al. 2013; Romano et al. 2010, 2014a; Mirabile et al. 2009), come emerso anche nell'ambito di questo studio per le popolazioni di *B. variegata*. Infatti, la sostituzione delle vasche agricole con cisterne in plastica chiuse, ha ridotto notevolmente la presenza dell'ululone dal ventre giallo in Alta Val di Cembra mentre più a valle si osserva una presenza più capillare della specie in corrispondenza delle tradizionali vasche in cemento, in continuità con gli ambienti umidi naturali legati al Torrente Avisio. Analogamente, l'abbandono delle pozze d'alpeggio sul Monte Baldo, sostituite con vasche in acciaio per l'abbeverata del bestiame, non idonee alla riproduzione degli Anfibi (cf. Romano, 2012), ha portato alla progressiva riduzione dei siti riproduttivi disponibili.

Per contrastare la progressiva perdita degli elementi tradizionali del paesaggio agropastorale, in numerosi progetti di conservazione e gestione del paesaggio nell'area del Mediterraneo, finanziati dall'Unione Europea o da altri Enti (es. Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund), sono stati impiegati e ripristinati siti acquatici artificiali per la conservazione degli anfibi (e.g. LIFE Terra Musiva, LIFE LimnoPirineus, LIFE Arupa; Progetto Oltrepò (bio)diverso; Romano et al., 2014b). In Trentino, nell'ambito dell'azione C12 del Progetto LIFE11/NAT/IT/000187 "T.E.N." - Trentino Ecological Network (Ferrari et al. 2014) "Azione dimostrativa di tutela di specie: salvaguardia delle popolazioni di ululone dal ventre giallo" sono stati realizzati interventi per la creazione di piccole raccolte d'acqua in ambiente agricolo; il progetto ha portato inoltre all'istituzione delle Reti di Riserve che si sono impegnate, attraverso i rispettivi piani di gestione, a contrastare la frammentazione degli habitat e delle popolazioni mediante la realizzazione e il recupero, per gli anfibi, di ambienti riproduttivi (vasche e pozze). In tale contesto, l'Ente Parco Naturale Locale Monte Baldo ha messo in atto campagne di sensibilizzazione e fornito supporto ai gestori delle malghe per l'accesso ai fondi messi a disposizione dal Piano di Sviluppo Rurale (PSR) per il ripristino di numerose pozze per l'abbeverata del bestiame. Allo stesso modo la Rete di Riserve Monte Bondone ha realizzato in ambiente pascolato le pozze attualmente interessate dal monitoraggio descritto nel presente lavoro (siti n. 1, 2, 4, 5). L'utilizzo dei nuovi siti, da parte dell'ululone dal ventre giallo e di altri anfibi, osservato già gli anni successivi alla loro realizzazione, conferma l'importanza di questi interventi a fini conservazionistici.

Per una corretta comprensione delle dinamiche di popolazione, l'individuazione di potenziali rischi e l'elaborazione di corrette strategie d'intervento risulta fondamentale l'implementazione di studi e monitoraggi di lungo periodo (White 2019). La serie di dati raccolti in questo studio, attraverso campionamenti ripetuti annualmente, ha messo in evidenza già nel primo triennio d'indagine possibili criticità per la conservazione di alcune delle popolazioni monitorate. I dati biometrici rilevati, nei siti di cattura-ricattura, hanno permesso di valutare la struttura delle popolazioni fornendo preziose informazioni utili ad approfondire e meglio interpretare lo stato di conservazione e l'andamento demografico delle popolazioni. La popolazione presso la pozza d'alpeggio di Malga Palazzo, nella Riserva della

Scanupia, può apparire a un primo controllo in buone condizioni di conservazione considerata l'abbondanza di ululoni dal ventre giallo rilevati. In realtà l'accurato lavoro di cattura-marcatura-ricattura ha messo in evidenza uno scenario completamente diverso. Gli individui che ogni anno frequentano la pozza sono sempre gli stessi, adulti, di sesso per lo più femminile e non sono mai stati osservati individui giovani nel corso dei monitoraggi. Il rapporto sessi sbilanciato e forse la totale assenza di vegetazione nella pozza, utile ad offrire riparo alle uova e ai giovani nelle prime fasi di sviluppo, possono essere le cause di questa situazione. Un intervento di conservazione a sostegno di questa popolazione potrebbe consistere nella costruzione di un tratto di recinzione per limitare l'accesso del bestiame a una parte della pozza in modo da favorire la crescita di vegetazione in una zona localizzata. La chiusura dell'intera pozza è sconsigliabile in quanto il calpestio esercitato dal bestiame svolge un'importante azione di compattamento del substrato mantenendo la permeabilità della pozza oltre ad evitare fenomeni di interrimento dovuti ad un'eccessiva proliferazione della vegetazione. Inoltre, se ritenuto necessario, il rinforzo della popolazione mediante introduzione di individui giovani geneticamente compatibili, dovrebbe essere valutato ed eventualmente programmato attraverso l'elaborazione di uno studio di fattibilità nel breve periodo.

Ulteriori criticità sono state rilevate per il pozzo glaciale di Nago, regolarmente frequentato in passato dall'ululone dal ventre giallo, e che sembra non presentare oggi le condizioni necessarie a permettere la riproduzione della specie. Le prolungate condizioni di siccità o la minore permeabilità dovuta a possibili variazioni delle caratteristiche fisiche della pozza, possono essere la causa del precoce disseccamento del sito osservato nel corso degli ultimi controlli.

Un ulteriore strumento per valutare lo stato di salute delle popolazioni è rappresentato dagli indici di condizione corporale la cui importanza è stata evidenziata in molti studi ecologici (e.g. Wauters & Dhondt 1995; Bleeker et al. 2005); tali indici permettono di rilevare variazioni temporali nello stato di salute della stessa popolazione o contemporaneamente tra popolazioni viventi in luoghi diversi, ad esempio per le diverse condizioni dell'habitat o a causa di perturbazioni antropiche (e.g. Karraker & Welsh 2006; Wahbe et al., 2004; Welsh et al., 2008). Nell'ambito di questo studio, il minor BCI rilevato nelle popolazioni di ambienti semi-naturali e artificiali rispetto a quelli naturali costituisce quindi un aspetto interessante che sarà approfondito con il progredire del monitoraggio sistematico nel lungo periodo, considerando anche i parametri ambientali che caratterizzano i diversi habitat riproduttivi. Analogamente le differenze riscontrate entro popolazione tra diversi anni di monitoraggio richiedono conferma nel lungo periodo per verificare l'effettiva variazione delle condizioni di salute delle popolazioni nel tempo.

## Conclusioni

Alla luce dei primi risultati ottenuti appare evidente come il monitoraggio delle popolazioni di lungo periodo costituisca uno strumento essenziale per una corretta sorveglianza e valutazione dello stato di conservazione della specie e dei suoi habitat in provincia. I dati di monitoraggio rilevati, presentati in questo lavoro in via preliminare, saranno elaborati in modo più approfondito a partire dal quinto anno di indagine allo scopo di ottenere stime robuste di abbondanza delle popolazioni anche attraverso l'analisi dei conteggi ripetuti mediante N-mixture models (Royle 2004). I parametri demografici, quali sopravvivenza e reclutamento, saranno valutati mediante l'analisi dei dati di cattura-ricattura, che permetteranno di valutare anche i possibili effetti delle variabili ambientali o antropiche sulla dinamica spazio-temporale della specie in provincia. Le differenze riscontrate nelle condizioni di salute corporale saranno verificate sul lungo periodo per valutare l'eventuale influenza esercitata dalle diverse caratteristiche degli habitat e di possibili variazioni avvenute nel tempo. Tali informazioni risultano fondamentali per una migliore comprensione delle dinamiche di popolazioni e per elaborare le migliori strategie d'intervento a favore della specie e dei suoi habitat.

## Ringraziamenti

Gli autori ringraziano Simone Tenan per il supporto scientifico offerto nella fase di ideazione e programmazione del monitoraggio; Giulia Bombieri, Marco Salvatori, Karol Tabarelli de Fatis, Michele Pes, Aaron Iemma, Stefania Dal Pra, Paula Lorenzo Sanchez, Lucia Zanovello, Aurora Colangelo, Giorgio Iaderosa, Giuseppe Melchiori, Matteo Facchinelli, Federica Daldon per l'aiuto nelle attività di campo e Andreu Rotger Vallespir per l'analisi del materiale fotografico. Si ringraziano sentitamente tutti i proprietari o gestori dei fondi che hanno acconsentito l'accesso dei ricercatori ai siti di monitoraggio. La ricerca è stata in parte finanziata dal Servizio Sviluppo Sostenibile e Aree Protette PAT, dalle Reti di Riserve Val di Cembra e Monte Bondone, dal Parco Fluviale Sarca e dal Parco Naturale Locale Monte Baldo.

## Bibliografia

- Barandun J., 1990 - Reproduction of yellow-bellied toads *Bombina variegata* in a man-made habitat. *Amphibia-Reptilia*, 11: 277-284.
- Bleeker M., Kingma S.A., Szentirmai I., Szekely T. & Komdeur J., 2005 - Body condition and clutch desertion in penduline tit *Remiz pendulinus*. *Behaviour*, 142: 1465-1478.
- Buono V., Bissattini A. & Vignoli L., 2019 - Can a cow save a newt? The role of cattle drinking troughs in amphibian conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(6): 964-975.
- Caballero-Díaz C., Sánchez-Montes G., Butler H.M., Vredenburg V.T. & Martínez-Solano Í., 2020 - The role of artificial breeding sites in amphibian conservation: a case study in rural areas in central Spain. *Herpetological Conservation and Biology*, 15(1): 87-104.
- Caldonazzi M., Pedrini P. & Zanghellini S., 2002 - Atlante degli Anfibi e Rettili della provincia di Trento (*Amphibia - Reptilia*), 1987-1996 con aggiornamenti al 2001. *Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Biologica* (2000), 77: 1-173.
- Caldonazzi M., Marchesi L., Torboli C., Tonon T., Zanghellini S., 2013 - Relazione concernente la realizzazione di studi propedeutici alla formazione di piani di protezione per specie animali di interesse comunitario potenzialmente presenti entro la Rete di Riserve. Azione N 10 del Piano di Gestione della Rete di riserve Alta Val di Cembra Avisio, 122 pp.
- Canessa S., Oneto F., Ottonello D., Arillo A. & Salvidio S., 2013 - Land abandonment may reduce disturbance and affect the breeding sites of an endangered Amphibian in Northern Italy. *Oryx*, 47: 280-287.
- Commissione Europea, 1992 - Direttiva 92/43/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. In: *Official Journal*, L 206, 22/07/1992, 7-50.
- Cornetti L., 2013 - Conservation genetics of the yellow-bellied toad (*Bombina variegata*) and the common lizard (*Zootoca vivipara*) in the Italian Alps. Tesi dottorato di ricerca in biologia evolutiva e ambientale, Università degli Studi di Ferrara, 115 pp.
- Di Cerbo A. R. & Bressi N., 2007 - *Bombina variegata* (pp. 280-287). In: Lanza B., Andreone F., Bologna M.A., Corti C., Razzetti E. (eds.), Fauna d'Italia XLII. Amphibia. Calderini, Bologna, 552 pp.
- Di Cerbo A. R., Sassi A. & Biancardi C. M., 2010 - Gli Anfibi e i Rettili della Valle di Fiemme (Trentino orientale). In: Di Tizio L., Di Cerbo A. R., Di Francesco N. & Cameli A. (Eds). Atti VIII Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica (Chieti, 22-26 settembre 2010), Ianieri Edizioni, Pescara: 119-125.
- Donnelly M.A., Guyer C., Juterbock J.E. & Alford R.A., 1994 - Techniques for marking amphibians (p. 277-284). In: Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek L-A.C. & Foster M.S. (eds), *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Washington and London, Smithsonian Institution Press.
- Ercole S., Angelini P., Carnevali L., Casella L., Giacanelli V., Grignetti A., La Mesa G., Nardelli R., Serra L., Stoch F., Tunesi L. & Genovesi P. (ed.), 2021 - Rapporti Direttive Natura (2013-2018). Sintesi dello stato di conservazione delle specie e degli habitat di interesse comunitario e delle azioni di contrasto alle specie esotiche di rilevanza unionale in Italia. *ISPRA, Serie Rapporti* 349/2021.
- Ferrari C., Pedrini P. & Martinelli L., 2014 - Verso la Rete ecologica del Trentino. Le Reti di Riserve ed il Progetto LIFE+ T.E.N. *Reticola*, 5: 6-10 <http://www.lifeten.tn.it/>.
- García-González C. & García-Vázquez E., 2011 - The value of traditional troughs as freshwater shelters for amphibian diversity. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems* 21: 74-81.
- Gollmann G. & Gollmann P., 2011 - Ontogenetic change of colour pattern in *Bombina variegata*: implications for individual identification. *Herpetology Notes*, 4: 333-335.
- Karraker N.E. & Welsh H.H., 2006 - Long-term impacts of even-aged timber management on abundance and body condition of terrestrial amphibians in Northwestern California. *Biological Conservation*, 131: 132-140.
- Mirabile M., Melletti M., Venchi A. & Bologna M.A., 2009 - The reproduction of the Apennine yellow-bellied toad (*Bombina pachypus*) in central Italy. *Amphibia-Reptilia*, 30: 303-312.
- Moya O., Mansilla P.L., Madrazo S., Igual J.M., Rotger A., Romano A., Tavecchia G., 2015 - APHIS: A new software for photo-matching in ecological studies. *Ecological informatics*, 27: 64-70.
- Pedrini P., Brambilla M., Bertolli A & Prosser F., 2014 - Definizione di "linee guida provinciali" per l'attuazione dei monitoraggi nei siti trentini della Rete Natura 2000. LIFE+T.E.N - Azione A5.
- Peig J. & Green J.A. 2009 - New perspectives for estimating body condition from mass/length data: the scaled mass index as an alternative method. *Oikos*, 118: 1883-1991.
- Pollock K.H., Nichols J.D., Brownie C. & Hines J.E., 1990 - Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monographs*, 107: 1-97.
- Royle J.A. 2004 - N-Mixture Models for Estimating Population Size from Spatially Replicated Counts. *Biometrics Journal of the International Biometric Society*, 60:108-115.
- Romano A., Montinaro G., Mattocchia M. & Sbordoni V., 2007 - Amphibians of the Aurunci Mountains (Latium, Central Italy). Checklist and conservation guidelines. *Acta Herpetologica*, 2(1): 17-25.
- Romano A., Ventre N., De Riso L., Pignataro C. & Spilinga C., 2010 - Amphibians of the "Cilento e Vallo di Diano" National Park (Campania, Southern Italy): updated check list, distribution and conservation notes. *Acta Herpetologica*, 5(2): 233-244.
- Romano A., Bartolomei R., Conte A.L. & Fulco E., 2012 - Amphibians in Southern Apennine: distribution, ecology and conservation notes in the "Appennino Lucano, Val d'Agri e Lagonegrese" National Park (Southern Italy). *Acta Herpetologica*, 7(2): 203-219.
- Romano A., 2012 - La salvaguardia degli Anfibi nei siti acquatici artificiali dell'Appennino - Linee guida per la costruzione, manutenzione e gestione. Edizioni Belvedere, Latina, Italia, 142pp.
- Romano A., Salvidio S., Mongillo D. & Olivari S., 2014a - Importance of a traditional irrigation system in amphibian conservation in the Cinque Terre National Park (NW Italy). *Journal for Nature Conservation*, 22(5): 445-452.
- Romano A., Bartolomei R. & Conte A., 2014b - Conservazione di una popolazione di *Bombina pachypus* (Bonaparte, 1838) nel parco Nazionale dell'Appennino Lucano - Val d'Agri - Lagonegrese tramite il recupero di habitat acquatici artificiali. *Atti X Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica*, 355-361.
- Sartori M., 2012 - Gli Anfibi in Valle dell'Adige: stato di conservazione e proposte gestionali. Tesi di Laurea Magistrale in Scienze e Gestione della Natura, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, 96 pp.
- Scala M., 2005 - Situazione e proposte di conservazione di *Bombina*

- variegata variegata* (Linnaeus, 1758) in Val di Cembra (Trentino – Alto Adige) - Tesi di Laurea Triennale in Scienze Naturali, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, 160 pp.
- Seber G.A.F., 1982 - Estimating animal abundance and related parameters, 2nd edn. Charles Griffin and Co., London, 654 pp.
- Shine R., 1979 - Sexual selection and sexual dimorphism in the amphibia. *Copeia*, pp: 297-306.
- Schnabel Z.E., 1938 - The estimation of the total fish population of a lake. *American Mathematical Monthly*, 45: 348-352.
- Stoch F. & Genovesi P. (ed), 2016 - Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 141/2016.
- Trenti M., 2017 - Studio di una popolazione di ululone dal ventre giallo (*Bombina variegata*) della Piana Rotaliana (Provincia di Trento). Tesi di Laurea Triennale in Scienze Naturali, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, 42 pp.
- Trenti M., 2021 - Habitat ed ecologia di alcune popolazioni di *Bombina variegata* (Linnaeus, 1758) in provincia di Trento. Tesi di Laurea magistrale in Scienze Naturali, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente - Università degli Studi di Pavia, 62 pp.
- Tripepi S., Giardinazzo E., Sperone E. & Bonacci A., 2001 - La salvaguardia degli anfibii in Calabria: Il ruolo degli ambienti acquatici di origine antropica. *Rivista di Idrobiologia*, 40: 335-341.
- Tukey J., 1949 - Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. *Biometrics*. 5 (2): 99-114.
- Wauters L.A. & Dhondt A.A., 1995 - Lifetime reproductive success and its correlates in female Eurasian red squirrels. *Oikos*, 72: 402-410.
- Wahbe T.R., Bunnell F.L. & Bury R.B. 2004 - Terrestrial movements of juvenile and adult tailed frogs in relation to timber harvest in coastal British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research*, 34: 2455-2466.
- Welsh H.H., Pope K.L. & Wheeler C.A., 2008 - Using multiple metrics to assess the effects of forest succession on population status: a comparative study of two terrestrial salamanders in the US Pacific *Biological Conservation*, 141: 1149-1160.
- White E.R., 2019 - Minimum Time Required to Detect Population Trends: The Need for Long-Term Monitoring Programs, *BioScience* 69 (1): 40-46.
- Wilson K. & Hardy I.C.W., 2002 - Statistical analysis of sex ratios: an introduction. In *Sex Ratios – Concepts and Research Methods*. I.C.W. Hardy (Ed.). *Cambridge University Press*. Cambridge, UK: 48-92.
- Zanghellini S., Marchesi L. & Caldonazzi M., 2014. Monitoraggio delle popolazioni di ululone dal ventre giallo (*Bombina variegata*), anfibio di interesse comunitario - Azione D5 del Piano di Gestione del Parco naturale locale del Monte Baldo.