

doi.org/10.83114/reticula41/03

NON SOLO UCCELLI: L'IMPORTANZA DELLA COMPONENTE VEGETALE SOMMERSA NEL MONITORAGGIO DELL'ECOSISTEMA DEL LAGO DI PERGUSA IN SICILIA

[Angelo Troia](#)^{1,6}, Riccardo Guarino¹, Dario Salemi^{1,7}, Vincenzo Ilardi¹, Adriana Arnal², María A. Rodrigo², Karl-Georg Bernhardt³, Barbara Turner³, Pablo García-Murillo⁴, Johanna Weitzel⁵, Hendrik Schubert⁵

¹Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche (STeBiCeF) - Università degli Studi di Palermo (Italia), ²Cavanilles Institute for Biodiversity and Evolutionary Biology - University of Valencia (Spain), ³Department of Integrative Biology and Biodiversity Research, *BOKU*-University of Natural Resources and Life Sciences (Austria), ⁴ Department of Plant Biology and Ecology, Faculty of Pharmacy - University of Sevilla (Spain), ⁵ Institute for Biosciences, Chair Aquatic Ecology - University of Rostock (Germany), ⁶National Biodiversity Future Center (NBFC), Palermo (Italy), ⁷Dipartimento delle Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM) - Università degli Studi di Palermo (Italia)

Abstract: Il progetto Biodiversa+ ProPartS (attualmente in corso) studia *Chara canescens*, un'alga carofita alofila che presenta popolazioni sia sessuali che partenogenetiche, al fine di comprenderne la diversità genetica e promuoverne la conservazione. Il Lago di Pergusa (Sicilia), sede storica di una rara popolazione sessuale, ha subito nel tempo gravi alterazioni ambientali, tra cui urbanizzazione, introduzione di specie aliene e immissione di acqua dolce, che hanno compromesso l'ecosistema lacustre. Recenti indagini hanno rilevato la ricomparsa di *C. canescens*, probabilmente in forma partenogenetica (data l'assenza di individui maschili). Il progetto evidenzia l'importanza di monitorare la vegetazione acquatica sommersa e coinvolgere gli *stakeholder* nella gestione ecologica dei siti, con l'obiettivo di sviluppare strategie di conservazione a scala internazionale.

Parole chiave: zone umide, rete Natura 2000, macrofite acquatiche, carofite.

NOT ONLY BIRDS: THE IMPORTANCE OF SUBMERGED MACROPHYTES IN MONITORING THE LAKE PERGUSA ECOSYSTEM (SICILY)

[Angelo Troia](#)^{1,6}, Riccardo Guarino¹, Dario Salemi^{1,7}, Vincenzo Ilardi¹, Adriana Arnal², María A. Rodrigo², Karl-Georg Bernhardt³, Barbara Turner³, Pablo García-Murillo⁴, Johanna Weitzel⁵, Hendrik Schubert⁵

¹Department of Biological, Chemical and Pharmaceutical Sciences and Technologies - University of Palermo (Italy), ²Cavanilles Institute for Biodiversity and Evolutionary - University of Valencia (Spain), ³ Department of Integrative Biology and Biodiversity Research, BOKU - University of Natural Resources and Life Sciences (Austria), ⁴ Department of Plant Biology and Ecology, Faculty of Pharmacy - University of Sevilla (Spain), ⁵Institute for Biosciences, Chair Aquatic Ecology - University of Rostock (Germany), ⁶National Biodiversity Future Center (NBFC), Palermo (Italy), ⁷Department of Earth and Marine Sciences - University of Palermo (Italy)

Abstract: *The currently ongoing Biodiversa+ project ProPartS focuses on Chara canescens, a halophilous charophyte alga with both sexual and parthenogenetic populations, to investigate its genetic diversity and support its conservation. Lake Pergusa in Sicily, historically home to one of the few known sexual populations, has experienced significant environmental degradation due to urbanization, invasive species, and the artificial addition of freshwater. Recent surveys have detected the return of C. canescens, likely in a parthenogenetic form (given the absence of male individuals). The project highlights the importance of monitoring submerged aquatic vegetation and engaging stakeholders in ecological site management, aiming to develop transnational conservation strategies for species with mixed reproductive systems.*

Keywords: *wetlands, Natura 2000 network, aquatic macrophytes, charophytes.*

INTRODUZIONE

La perdita della diversità genetica è considerata un passaggio cruciale nel vortice dell'estinzione. La diminuzione delle dimensioni della popolazione riduce a sua volta il numero di varianti genetiche disponibili per far fronte ai cambiamenti nelle condizioni dell'habitat; insieme ad altri fattori come la deriva genetica, questa perdita diminuisce progressivamente la *fitness* di una determinata specie. Ciò è particolarmente vero per le specie a riproduzione asessuata, dove la ricombinazione dei tratti è limitata alla variabilità genetica di un singolo genitore. La conservazione della diversità costituisce quindi un elemento centrale nella biologia della conservazione. Nelle specie in cui sono presenti popolazioni asessuate e sessuate, è importante valutare la diversità genetica e la struttura genetica per identificare le aree di conservazione prioritarie.

Il progetto Biodiversa+ [ProPartS](#) - Sviluppo di strategie per la protezione dei taxa costituiti da ceppi con riproduzione sessuale e partenogenetica interconnessi” mira allo studio di una particolare specie *target*: si tratta di *Chara canescens* Loisel., una carofita, ossia un'alga verde appartenente alla famiglia delle *Characeae*, tipica di acque salmastre. Questa specie è dioica, ma presenta per lo più popolazioni costituite esclusivamente da individui femminili che si riproducono asessualmente, per partenogenesi; solo raramente si osservano popolazioni sessuate, con presenza di individui maschili e femminili. Le popolazioni partenogenetiche sono diffuse e presenti in tutta Europa, con popolazioni conosciute anche in Nord America, Australia e Asia centrale. Le popolazioni sessuali sono molto rare e sparse, con solo cinque siti attualmente conosciuti, tutti in Europa.

Studi precedenti hanno dimostrato che le popolazioni asessuate di *Chara canescens* presentano una diversità genetica più elevata di quanto

atteso. Questi risultati hanno portato alla formulazione della seguente ipotesi: “Le specie costituite da popolazioni sessuali e asessuali, collegate tra di loro, possono superare il rischio di perdita della diversità genetica purché sia assicurato un flusso genico efficiente tra popolazioni”. Al momento si sa poco sulle connessioni tra le linee evolutive sessuali e asessuali di una specie. Tutto questo insieme costituisce la base del progetto, che mira a chiarire in che misura popolazioni provenienti da diverse regioni e con diverse strategie riproduttive siano collegate, e se avviene uno scambio genetico. Affinché sia possibile uno scambio e quindi una rete coerente di popolazioni, sono necessari biotopi di passaggio (*stepping-stones*) tra le popolazioni. In questi biotopi, le popolazioni di carofite devono essere mantenute in condizioni favorevoli, mentre eventuali biotopi di passaggio perduti, così come i siti dove erano segnalate popolazioni sessuali, potrebbero ancora contenere riserve di diaspore utili ad aumentare la resilienza in situazioni di cambiamento climatico. In questo quadro, gli uccelli migratori acquatici giocano un ruolo fondamentale, in quanto trasportando in vario modo le spore (ad esempio ingerendole o trasportandole su zampe e penne), mettono in contatto popolazioni di *C. canescens* anche molto distanti fra loro.

Nello scenario sopra delineato si colloca il lago di Pergusa in Sicilia, situato lungo le rotte migratorie di molte specie di uccelli e sede storica di una delle rarissime popolazioni sessuali di *Chara canescens*, che vengono qui presentate come caso studio specifico nel quadro complessivo del progetto [ProPartS](#), avviato nella primavera del 2023 e che si concluderà nell'autunno del 2026.

IL CASO STUDIO

Il Lago di Pergusa

Il lago di Pergusa (Figura 1) è uno dei pochi laghi



Figura 1. Vista panoramica del lago di Pergusa, sullo sfondo a sinistra l'Etna (luglio 2010) (foto di T. Puma).

naturali di Sicilia. Situato al centro dell'isola, nei pressi di Enna, a una quota di circa 667 metri slm, è noto fin dall'antichità classica per il mito di Kore/Proserpina, rapita da Ade/Plutone re degli Inferi, ricordato nelle *Metamorfosi* di Ovidio (I secolo d.C.) e nel *ratto di Proserpina* di Claudiano (IV secolo d.C.).

Il lago è caratterizzato da acque basse e un bacino idrografico molto limitato, privo di emissari e quindi endoreico; attualmente in condizioni abituali ha una superficie di circa 1,4 Km² e una profondità massima di circa 2,2 m, mentre la superficie dell'intero bacino imbrifero si estende per circa 10 Km². La sua collocazione determina le particolari caratteristiche delle sue acque, salmastre e soggette a cicli idrologici che ne riducono periodicamente l'estensione, aumentandone la salinità; ciò determina periodiche crisi caratterizzate da acque rosse e solfobatteri, e un generale sconvolgimento della sua fauna e della sua flora. Questo ha portato in passato studiosi come Forti (1933) a definire quello di Pergusa uno stagno più che un lago, il che non va inteso come un declassamento ma probabilmente solo come una migliore descrizione delle caratteristiche del bacino. Peraltro, il lago era in passato più esteso ed è stato limitato forzatamente dalla costruzione di un autodromo che lo circonda completamente, un vero muro/diga tra il lago e il suo bacino.

La lunga serie di "attentati" al lago (così definiti da Corleone, [1996](#)) inizia nel 1917 quando viene incluso nei piani delle bonifiche idrauliche. Nel 1957 l'anello stradale circumlacuale in terra battuta viene trasformato in autodromo (tuttora attivo) e nel 1960 viene realizzato un canale sfioratore per impedire alle acque di invadere la pista (Grasso et al., 2003); nel 1977 vengono effettuati i lavori di dragaggio dei fondali con la costruzione di una serie di vasche di decantazione che hanno profondamente modificato il contorno lacustre nel settore orientale (Grasso et al., 2003). Come conseguenza dell'urbanizzazione dell'area, nell'ambito del bacino sono stati scavati numerosi pozzi da parte dell'Amministrazione comunale, del Demanio forestale e di ville ed abitazioni private (Grasso et al., 2003), pozzi che evidentemente interferivano con la falda idrica e con il lago stesso, e che ad oggi risultano chiusi. Come fattore di pressione aggiuntivo, per molti anni sulle sponde del lago è stato attivo un impianto di tiro al piattello che ha continuato a riversare sul lago stesso grandi quantità di pallini di piombo, anche dopo che la caccia agli anatidi e alle folaghe era stata chiusa ([Termine et al., 2008](#)). Infine, l'introduzione di specie alloctone come le gambusie prima, e le carpe più recentemente ([Termine et al., 2008](#)), ha contribuito ad alterare ulteriormente gli equilibri dell'ecosistema lacustre.

A seguito dell'ennesimo periodo di siccità avvenuto tra il 2000 e il 2002 che aveva portato il lago alla quasi totale scomparsa, si decide di riempire il lago in crisi con acqua dolce proveniente da un bacino artificiale (Ancipa) distante 40 Km, operazione che viene effettuata in due tempi, tra il dicembre 2002 e il maggio 2003, e poi tra marzo e maggio 2004. L'aspetto paesaggistico viene così ristabilito, ma non quello ecologico, dato che l'immissione di acqua dolce ha drasticamente modificato le caratteristiche fisico-chimiche, e in particolare la salinità, delle acque del lago. L'aspetto più appariscente è stato un drastico cambiamento dell'avifauna, in particolare la scomparsa dei grossi contingenti di anatidi e folaghe (Figura 2) e l'aumento di specie piscivore quali aironi, gabbiani e cormorani; nello stesso periodo, sono state infatti illegalmente introdotte delle carpe (luglio 2006), soggette nel 2008 ad una vistosa e mas-

siccia moria legata ad un bloom di una microalga ([Barone et al., 2008](#)).

A fronte di queste numerose e articolate pressioni, il lago è stato progressivamente sottoposto a diverse forme di tutela: designato Oasi di Protezione della Fauna (Legge Regionale 37/81) e inserito nel Piano Regionale dei Parchi e delle Riserve (L.R. 14/88); nel 1995 viene istituita la Riserva Naturale Speciale del Lago di Pergusa, "con il fine di salvaguardare il bacino pergusino e le relative presenze floro-faunistiche"; nello stesso anno, nel quadro della Direttiva Habitat, il lago viene designato anche come proposto Sito di Importanza Comunitaria (SIC, con il codice ITA060002), nel 1998 diventa anche Zona di Protezione Speciale (ZPS), e dal dicembre 2015 il sito è una Zona Speciale di Conservazione (ZSC). Il lago è oggi anche parte del [Rocca di Cerere UNESCO Global Geopark](#).

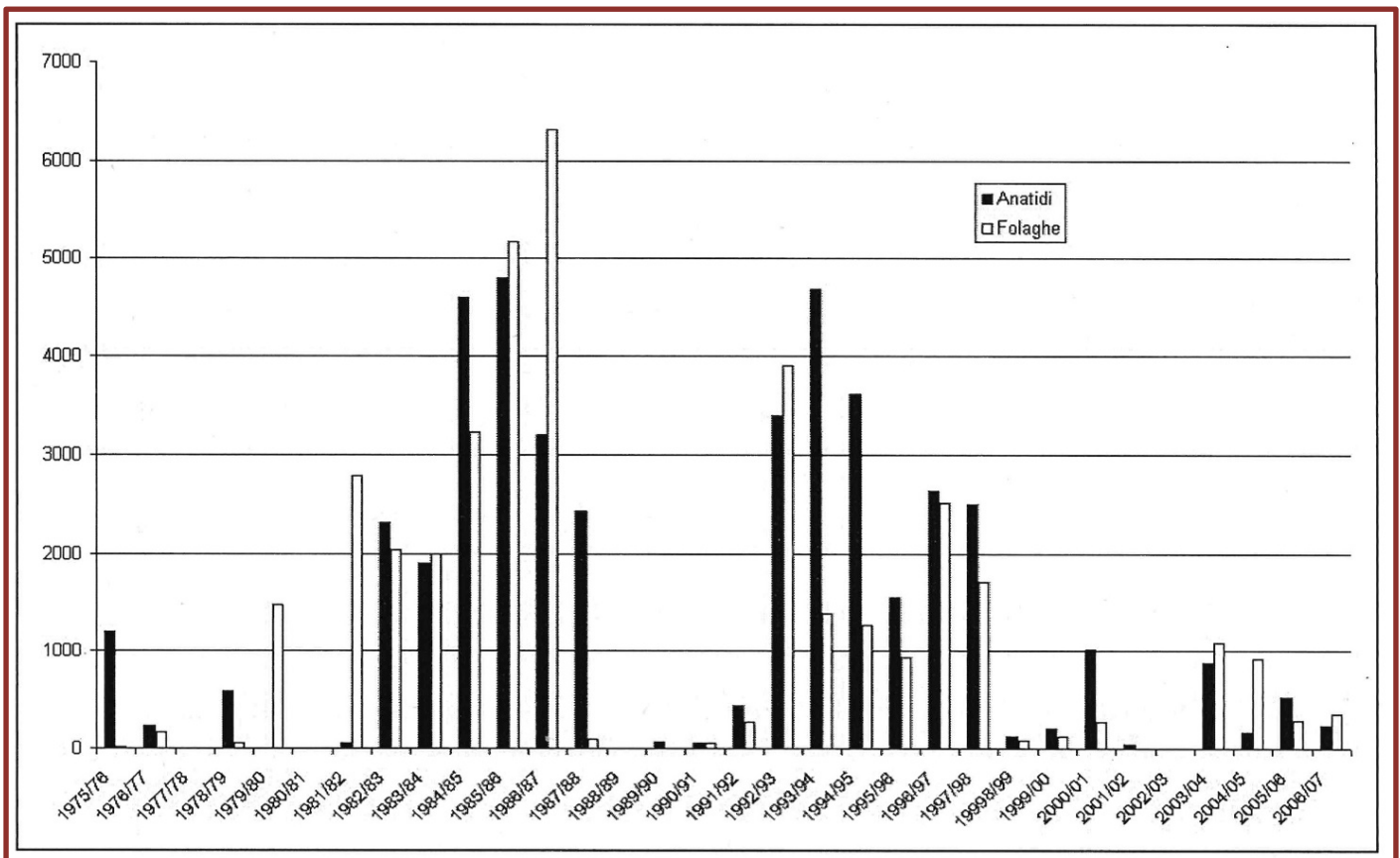


Figura 2. Censimenti invernali di anatidi e folaghe nel lago di Pergusa tra 1975/76 e 2006/2007 (fonte: [Termino et al., 2008](#)). Si notano i crolli nei periodi di siccità (1988-1989 e 2000-2002), e i numeri bassi dopo l'immissione di acqua dolce (2002-2004).

La specie target

Come accennato nella introduzione, il progetto Biodiversa+ “[ProPartS](#)” mira allo studio di una specie *target* di particolare interesse scientifico e conservazionistico: si tratta della carofita *Chara canescens* Loisel., alga appartenente alla famiglia delle Characeae, ordine delle Charales, classe delle Charophyceae. Questo gruppo di alghe (pluricellulari e ramificate, note anche come “alghe a candelabro” per la loro forma) è considerato l'anello di congiunzione tra le piante terrestri e le alghe. La specie *Chara canescens* in particolare, all'interno del suo genere, è l'unica vera specie legata alle acque salmastre (cioè incapace di crescere sia in acqua dolce che in condizioni marine). Le popolazioni partenogenetiche sono presenti sia negli habitat salmastri delle lagune e degli stagni costieri, permanenti e temporanei, dalla Norvegia al Mediterraneo, sia nei siti salmastri interni sparsi per l'Europa; le popolazioni che si riproducono sessualmente sono invece limitate in alcuni rari siti interni: attualmente, nel quadro delle attività del progetto, abbiamo confermato quattro siti in Spagna, uno in Sardegna, uno in Corsica, uno in Austria, uno in Serbia.

La popolazione di *Chara canescens* del lago di Pergusa è stata segnalata per la prima volta da Ross (1905), che la rinvenne e raccolse qui nel 1893. Ross raccolse sia individui femminili che maschili, facendo di Pergusa una delle rarissime popolazioni sessuali del mondo. Purtroppo, l'ultimo riferimento preciso a questa specie risale a Forti (1933); gli studi botanici successivi, solo occasionali, non hanno messo nel giusto rilievo la presenza di questa specie riferendosi a *Chara* sp., incluso il dettagliato lavoro di Calvo et al. (1995) (“popolamenti monospecifici a *Chara* sp.” che coprono “una parte considerevole dei fondali”). Il Piano di Gestione del sito Natura 2000 (Papini et al. 2009), sulla base di indagini di campo probabilmente effettuate negli anni precedenti, segnala la presenza di *Chara globularis* Thuill. (sub *Chara fragilis*), insieme a *Ruppia* sp.; Termine (2012)

conferma che *C. globularis* era presente fino al 2007, ma rileva che dal 2008 al 2010 (periodo coperto da quest'ultimo rapporto) non è stata riscontrata alcuna carofita o pianta acquatica vascolare nel lago. Probabilmente quindi, dopo l'immissione di acqua dolce nel lago, la preesistente popolazione di *Chara canescens* (alofila) è stata sostituita da *Chara globularis* (tipica di acque dolci) che però è successivamente scomparsa a sua volta per lasciare posto al deserto. Pur non avendo riscontrato campioni raccolti in questi anni, in particolare fra il 1995 e il 2010, riteniamo che questa ricostruzione sia attendibile, considerando anche che le due specie sono facilmente distinguibili.

Il ruolo della vegetazione sommersa

Il lago di Pergusa è noto per il già citato mito di Proserpina (ad es. Rigoglioso 2005), per gli aspetti geologici (ad es. Battaglia et al., 1991, Grasso et al., 2003), limnologici (ad es. [Calvo et al., 1993](#), [Naselli-Flores et al., 2016](#)), paleontologici (ad es. [Sadori & Narcisi, 2001](#)), per la sua avifauna (ad es. Guercio et al., 1984), per gli anfibi, per il ritorno del Pollo sultano ([Termine et al., 2008](#)). Tuttavia, purtroppo, si sa pochissimo della componente vegetale acquatica, che è fondamentale perché è alla base della catena alimentare e più in generale dell'ecosistema lacustre: i dati disponibili sono assolutamente insufficienti anche ad avere un'idea dei cambiamenti avvenuti nel tempo nella composizione floristica delle comunità sommerse, o finanche a stabilire con certezza quando è scomparsa la prateria sommersa con *Chara canescens* che doveva essere presente probabilmente fino al 1988 ([Calvo et al., 1993](#)). Difficile quindi seguire e gestire i cambiamenti ad esempio dell'avifauna, se non si considera la situazione vegetazionale dei fondali. La “crisi” degli anatidi riscontrata successivamente alla immissione di acqua dolce del 2003-2004 non si può infatti ben comprendere se non con la scomparsa della vegetazione che ricopriva il fondale e che costituiva cibo (diretto o indiretto) per quella fauna. L'immissione delle carpe

ha peraltro reso più difficile il ripristino di una vegetazione di fondo (questi pesci, infatti, smuovono il sedimento alla ricerca di cibo, causando torbidità dell'acqua e alterando la struttura del fondale) e innescato invece una nuova catena trofica basata sui pesci e che ha visto l'arrivo di cormorani, gabbiani e aironi.

Il popolamento a *Chara canescens* del lago di Pergusa

In assenza di studi mirati alle carofite siciliane, e in generale italiane, nel corso del XX secolo la popolazione sessuale di *Chara canescens* del lago di Pergusa scoperta da Ross nel 1893 era tornata nell'oblio, rimanendo legata alle pubblicazioni specialistiche nazionali o internazionali ma assolutamente sconosciuta localmente, sia a livello regionale che a livello gestionale.

Quando nel recente periodo, tra il 2017 e il 2018, si è provato a ricercare la popolazione, si è riscontrata una situazione critica (Troia, 2020): non solo l'acqua si mostrava torbida e giallastra, ma i fondali erano assolutamente privi di vegetazione (come riferito già da Termine, 2012), condizioni proibitive per le Caracee.

Quando alla fine dell'estate del 2023 è stato svolto un ulteriore sopralluogo nell'ambito del progetto ProPartS, all'inizio di un periodo di siccità, sono



Figura 3. Il lago di Pergusa durante la fase siccitosa dell'estate 2024 (23 agosto 2024) (foto di A. Troia).



Figura 4. Il lago di Pergusa alla fine della primavera 2025 (10 giugno 2025), con il fondale ricoperto da una fitta vegetazione a *Chara canescens* e *Ruppia maritima* (foto di A. Troia).

stati riscontrati (spiaggiati sulle porzioni di fondale ormai asciutte) resti di *Chara canescens*! Purtroppo, da allora in poi il lago ha continuato a perdere acqua, arrivando a livelli minimi durante l'anno successivo (Figura 3). Finalmente nel 2025 il lago si è mostrato nuovamente pieno d'acqua e ricco di *Chara canescens* (Figure 4 e 5). Si è quindi potuto procedere ad effettuare alcuni campionamenti, che hanno riguardato vari aspetti: la vegetazione (analizzata con il metodo fitosociologico), la popolazione di *C. canescens* (verificando in particolare la presenza di individui maschili e femminili, facilmente distinguibili in presenza degli organi riproduttori, rispettivamente anteridi e oogoni), ma anche il suolo e l'acqua per ulteriori indagini riguardanti la banca delle spore nei sedimenti, aspetti microbiologici etc. Dalle indagini di campo preliminari, svolte lungo due profili in due diverse aree del lago, la popolazione di *Chara* sembra costituita solo da individui femminili, quindi sembrerebbe

che la ri-colonizzazione del lago abbia visto instaurarsi una popolazione partenogenetica e non più la preziosa popolazione sessuale. Ma il monitoraggio continua, anche attraverso una sonda che raccoglie più volte al giorno informazioni sulla conducibilità dell'acqua e sulla sua temperatura. Il monitoraggio di *C. canescens*, e in generale delle macrofite acquatiche presenti nel lago, rientra tra le misure di conservazione che sono state richieste alla Regione Siciliana in quanto responsabile del sito Natura 2000.

Il ruolo degli *stakeholders*

Un momento importante del progetto è il coinvolgimento degli *stakeholder*, a vari livelli. Questi includono non solo gli enti ufficialmente responsabili del sito (Ministero, Regione, Province, Comuni, Enti Gestori di parchi o riserve) ma anche realtà locali come Associazioni e altre organizzazioni territoriali di vario tipo (nel caso del lago di Pergusa, oltre alla Regione, e alla Provincia come Ente Gestore, sono state coinvolte associazioni ambientaliste, un centro di educazione ambientale e il Geopark). La logica di questo coinvolgimento è

innanzitutto quella di trasferire informazioni ed esperienze derivanti dal progetto agli *stakeholder*, per evitare che la conoscenza rimanga confinata agli studiosi e alle accademie, ma diventi invece supporto utile alla gestione dei siti, evidenziando l'importanza di questa specie e di queste popolazioni sessuali. Ma il rapporto con gli *stakeholder* risulta doppiamente virtuoso poiché bidirezionale: dagli *stakeholder* stessi possono arrivare esperienze, problemi e suggerimenti che possono essere utili al progetto e contribuire alla definizione di pratiche di conservazione più efficaci. Oltre all'azione locale è prevista quindi un'azione transnazionale, per cui gli *stakeholder* dei siti in cui sono (o erano) presenti popolazioni sessuali di *Chara canescens* sono entrati a fare parte di una rete internazionale: un primo incontro *online* è servito a porre una base comune e un primo contatto, mentre un incontro finale servirà a consolidare e formalizzare meglio la rete transnazionale, anche ai fini della elaborazione e della attuazione di linee guida per la gestione dei siti che ospitano, hanno ospitato o potrebbero ospitare popolazioni sessuali di *Chara canescens*. Fine ultimo del progetto



Figura 5. Dettaglio della vegetazione a *Chara canescens* (al centro della foto) e *Ruppia maritima* (foto di A. Troia).

sarà infatti l'elaborazione di schemi di gestione transnazionali per le popolazioni di *Chara canescens* nell'ambito di una strategia continentale di conservazione di questa specie, anche come modello per altre specie con analoga struttura demografica.

CONCLUSIONI

Il monitoraggio biologico del lago di Pergusa è stato finora basato essenzialmente sui vertebrati, e in particolare sugli uccelli, in quanto componente più appariscente anche rispetto all'opinione pubblica. È importante invece che, accanto agli uccelli, si ponga la dovuta attenzione alla componente vegetale sommersa (piante e alghe), che è fondamentale per l'equilibrio (pur dinamico) dell'ecosistema lacustre. È evidente che un lago con il fondale spoglio non è la stessa cosa di un lago con il fondale ricoperto da vegetazione, la quale (oltre a ossigenare l'acqua) costituisce cibo per molte specie, rifugio per altre. Probabilmente il modo più significativo in cui le carofite influenzano gli ecosistemi acquatici è attraverso la produzione di biomassa, che è un fattore importante nel ciclo dei nutrienti. Le carofite sono anche in grado di decalcificare l'acqua circostante (influenzando l'alcalinità e il pH), con conseguente accumulo di una grande porzione di carbonio incorporato nei sedimenti; inoltre, il processo di deposizione è accompagnato dalla coprecipitazione di fosforo inorganico. Infine, formando popolazioni dense e una vegetazione fitta e intricata, le carofite contribuiscono a stabilizzare il fondale, limitandone il rimescolamento da parte di correnti ed animali. Tutti gli effetti sopra descritti stabilizzano lo stato trofico e stimolano la limpidezza delle acque di un lago (Pukacz et al., 2016).

L'esperienza di Pergusa ci evidenzia infine l'importanza da un canto di monitorare tutte le principali componenti dell'ecosistema (per avere un quadro diacronico soddisfacente), ma anche di rispettare i cicli naturali e non forzare la gestione verso aspetti meramente estetici e paesaggistici:

l'immissione di acqua dolce ha avuto un impatto grave sulle comunità e sugli ecosistemi, un impatto prevedibile e tuttavia non adeguatamente monitorato, in parte non ancora quantificato e forse non quantificabile.

Fonte di finanziamento

Questa ricerca è stata finanziata da [Biodiversa+](#), [the European Biodiversity Partnership](#), nell'ambito del bando congiunto per proposte di ricerca BiodivProtect 2021-2022, cofinanziato dalla Commissione Europea (GA N°101052342) e con le organizzazioni finanziatrici Deutsche Forschungsgemeinschaft e.V. (Germania), Agencia Estatal de Investigación, Fundación Biodiversidad (Spagna), Ministero dell'Università e della Ricerca (Italia), Österreichischer Wissenschaftsfonds FWF (Austria).

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano il Libero Consorzio Comunale di Enna, Ente Gestore della Riserva Naturale Speciale "Lago di Pergusa", e in particolare il Responsabile della Riserva dott. Antonio Aveni, per avere autorizzato e facilitato le ricerche scientifiche nel lago; e il Centro di Educazione Ambientale "Alexander von Humboldt" di Pergusa, e in particolare il dott. Giuseppe Maria Amato, per avere agevolato in mille modi le attività di ricerca riguardanti il lago.

BIBLIOGRAFIA

Barone R., Termine R., Massa B., 2008. [Note su un bloom di *Prymnesium parvum* Carter \(Haptophyta\) nel Lago di Pergusa e sue conseguenze sulla fauna](#). Naturalista sicil. 32: 187–200.

Battaglia M., Cimino A., Gottini V., Dongarrà G., Hauser S., Ingrasciotta M.V., Rizzo S., Sacco G., 1991. *Indagini geochimiche e geofisiche su un lago endoreico della Sicilia: Pergusa*. Boll. Soc. Geol. Ital. 110: 53–63.

- Calvo S., Barone R., Naselli Flores L., Fradà Orestano C., Dongarrà G., Lugaro A., Genchi G., 1993. *Limnological studies on lakes and reservoirs of Sicily*. *Naturalista sicil.* 17 (suppl.): 1–292.
- Calvo S., Marcenò C., Ottonello D., Fradà Orestano C., Romano S., Longo A., 1995. *Osservazioni naturalistiche ed ecologiche intorno al lago di Pergusa*. *Naturalista sicil.* 19: 63–84.
- Corleone F., 1996. *Proposta di legge d’iniziativa del deputato CORLEONE: Norme per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del lago di Pergusa*. Camera dei Deputati, XIII Legislatura della Repubblica italiana. Atto C.152 del 9 maggio 1996.
- Forti A., 1933. *Nuove notizie su l’arrossamento totale delle acque avvenuto nel lago di Pergusa in settembre del 1932, ed ulteriori considerazioni sui fenomeni di arrossamento in generale*. *Boll. pesca piscic. Idrobiol.* 9: 998–1019.
- Grasso M., Amore C., Maniscalco R., Geremia F., Ingrasciotta V., Ioppolo S., 2003. *Dati preliminari sulle ricerche stratigrafiche e sedimentologiche eseguite nel Lago di Pergusa (Enna)*. *Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, 36, 363: 173-190.
- Guercio V., Caracappa S., Corrao A., Galofaro V., Gallo L., 1984. *Anatidi selvatici come rilevatori biologici dell’inquinamento del lago di Pergusa*. *Atti Soc. Sc. veterin.* 38: 650-652.
- Naselli-Flores L., Termine R., Barone R., 2016. *Phytoplankton colonization patterns. Is species richness depending on distance among freshwaters and on their connectivity?* *Hydrobiologia* 764, 103–113.
- Papini F., Bardi A., Termine R., Lo Valvo F., Ronisvalle F., Nuccorini M., Tumminelli F., 2009. *SIC codice ITA 06002 “Lago di Pergusa”. Piano di Gestione (codice POR*
199.IT.6.1.PO.011/1.11/11.2.9/0321). Temi S.r.l., Agristudio S.r.l., Provincia Regionale di Enna.
- Pukacz A., Pełechaty M., Frankowski M., 2016. *Depth dependence and monthly variability of charophyte biomass production: consequences for the precipitation of calcium carbonate in a shallow Chara lake*. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 23: 22433–22442.
- Rigoglioso M., 2005. *Persephone’s Sacred Lake and the Ancient female mystery religion in the womb of Sicily*. *J. Fem. Stud. Relig.* 21: 5–29.
- Ross H., 1905. *Contribuzioni alla conoscenza della flora sicula. I. Characeae*. *Bull. Soc. Bot. Ital.* 1905: 254–258.
- Sadori L., Narcisi B., 2001. *The Postglacial record of environmental history from Lago di Pergusa, Sicily*. *The Holocene* 11: 655–670.
- Termine R., Canale E.D., Ientile R., Cuti N., Di Grande C.S., Massa B., 2008. *Vertebrati della Riserva Naturale Speciale e Sito d’Importanza Comunitaria Lago di Pergusa*. *Naturalista sicil.* 32: 105–186.
- Termine R., 2012. Università degli Studi di Enna “Kore”. *Programma di Ricerca “R.N.S. Lago di Pergusa. Monitoraggio ambientale ed elaborazioni scientifiche attraverso rilevazioni parametriche della stazione meteorologica computerizzata”. Rapporto finale 2008–2010*. Provincia Regionale di Enna.
- Troia A., 2020. *Homage to Proserpina, or: why did the charophytes of the Pergusa Lake vanish?* In: T. La Mantia, Badalamenti E., Carapezza A., Lo Cascio, P. e Troia, A. (a cura di), *Life on islands. 1. Biodiversity in Sicily and surrounding islands. Studies dedicated to Bruno Massa*. Edizioni Daus, Palermo: 47-51.