

Le diatomee della Palude di Colfiorito: biodiversità ed ecologia

Rosalba Padula

Arpa Umbria, via Pievaiola str. San Sisto – 06132 Perugia. E-mail: r.padula@arpa.umbria.it

Pervenuto il 6.12.2022; accettato il 6.4.2023

RIASSUNTO

La Palude di Colfiorito, nella regione Umbria, è riconosciuta a livello europeo come un'area ad alto interesse naturalistico. Il presente lavoro pone l'attenzione sulle diatomee, organismi autotrofi, unicellulari, indicatori biologici indispensabili per la valutazione della qualità di un ecosistema. I dati ottenuti confermano una condizione qualitativa in delicato equilibrio: 209 sono le specie riconosciute; elevato è il numero di specie di cui non si hanno informazioni rispetto agli indici di qualità biologica (Indice di Sensibilità agli Inquinanti -IPS e Indice Trofico -TI); rispetto all'indice TI, nessuna specie è indicatrice di classe "cattiva"; gli indici di diversità biologica mostrano comunità poco diversificate, soprattutto se legate all'ambiente epifittico di *Phragmites australis*; elevato è il numero di specie rare o occasionali.

PAROLE CHIAVE: Umbria / indicatori biologici / area naturale

The diatoms of the Colfiorito Swamp: biodiversity and ecology

The Colfiorito Swamp, in the Umbria (Italy), is recognized at the European level as an area of high naturalistic interest. The present work focused its attention on diatoms, autotrophic, unicellular organisms that are indispensable biological indicators for assessing the quality of an ecosystem. The data obtained confirm a qualitative condition in delicate balance: 209 are recognized species; high is the number of species for which no information is available with respect to biological quality indices (Index of Sensitivity to Pollutants -IPS and Trophic Index -TI); with respect to the TI index, no species is indicative of "bad" class; biological diversity indices show little diversified communities, especially when related to the epiphytic environment of *Phragmites australis*; high is the number of rare or occasional species.

Key words: Umbria / biological indicators / natural area

INTRODUZIONE

Favorire la conoscenza di un parco regionale, tutelare un bene naturalistico di eccellenza, ampliare lo studio di un patrimonio culturale di interesse internazionale, sono obiettivi prioritari per uno studioso della biodiversità del territorio. In Umbria, un esempio di particolare rilievo è la Palude di Colfiorito, nel Comune di Foligno (PG). Unica di sette conche di origine tettonico-carsica dove l'acqua permane tutto l'anno, la zona umida della Palude di Colfiorito è il più piccolo parco della regione Umbria (Parco Naturale di Colfiorito - LR.7 - 3 marzo 1995). Situata a 760 m s.l.m., interessa un'area di circa 74 ettari ed è certificata da numerosi riconoscimenti internazionali: zona umida della Convenzione di Ramsar

(Site reference number 7IT006/76), Biotopo Corine (54.2 - Rich fens - cod. 300100505), Zona di Protezione Speciale (ZPS IT5210072), Sito di Importanza Comunitaria (SIC IT5210034) della rete Natura 2000 (Direttiva Habitat 92/43/CEE), Area IBA (Important Bird Area, dal 1989).

Il grande interesse storico e naturalistico dell'area è testimoniato da una ricca bibliografia dedicata alla conoscenza della biodiversità floristica e faunistica, al paesaggio, alle vicende storiche e geologiche dei Piani di Colfiorito. Lo studio della flora microscopica, invece, è ancora poco sviluppato e indagato. Per questo risulta necessario aggiungere questo specifico approfondimen-

to scientifico.

Gli studi biologici attualmente disponibili sulle diatomee che popolano l'area naturale sono, infatti, datati ed incompleti (Orsomando *et al.*, 2005).

Scopo della presente ricerca è caratterizzare la Palude di Colfiorito attraverso lo studio sistematico ed ecologico delle diatomee. A tal fine, nel 2016, sono stati eseguiti campionamenti nell'area umida e in differenti *habitat* ad essa collegati.

MATERIALI E METODI

AREA DI STUDIO

Descrizione dell'area di studio

L'area umida, che si sviluppa complessivamente su 105,8 ettari, può essere suddivisa in:

- ambiente lacustre (15,9 ettari) caratterizzato dalla presenza della ninfa bianca (*Nymphaea alba*) e dal millefoglio d'acqua (*Myriophyllum spicatum* e *Myriophyllum verticillatum*). La profondità massima di quest'area viene raggiunta in condizioni di piena nella zona centrale "Pianavalle" o in corrispondenza di alcune depressioni. Negli anni '90 questa è stata calcolata in circa 3 m. A seguito dell'accumulo di sedimenti, però, tale profondità oggi potrebbe essere significativamente minore;
- ambiente palustre (75,9 ettari) caratterizzato dalla presenza della cannuccia di palude (*Phragmites australis*) e dello scirpo (*Schoenoplectus lacustris*). Estese e ripetute sono le zone palustri con profondità variabili fino a pochi centimetri che la rendono particolarmente adatta all'avifauna;
- ambiente dei prati umidi (7,4 ettari) costituito da terreni spesso inondata. La zona ecotonale dei prati umidi, campi coltivati, incolti e siepi rappresenta il naturale raccordo tra la Palude e gli Altopiani circostanti; dunque, un'area sicuramente di grande interesse naturalistico.

Tenendo presente le caratteristiche ambientali del luogo, le pressioni indotte dal turismo e dall'agricoltura, ma anche le possibilità di approdo e di campionamento, senza dimenticare le condizioni di rappresentatività, illuminazione, distanza, l'assenza di scarichi puntuali e la disponibilità di substrati idonei, sono state individuate quattro stazioni (Fig. 1).

L'Idrologia

Nella Palude di Colfiorito non esiste una significativa rete idrografica superficiale in quanto i terreni permeabili fanno sì che l'acqua penetri fino a raggiungere le falde che scorrono verso occidente dando origine alle sorgenti di Rasiglia, Bagnara, Mosciano, Cassignano, Capodacqua, Nocera Umbra. La quantità d'acqua presente nella Palude, e quindi la superficie del bacino, varia

dunque in base alla stagione e agli eventi piovosi. Ma all'alimentazione dello specchio idrico contribuiscono anche alcune piccole sorgenti sotterranee, dette "polle". Tre inghiottitoi, invece, di cui il più grande è detto "Il Molinaccio", regolano il livello dell'acqua. La Palude di Colfiorito, con il suo particolare e caratteristico sistema idraulico, rimane l'unico esempio di Palude carsica con specchio lacustre perenne in tutto l'Appennino.

Tutto ciò rende evidente come tra le criticità dell'ecosistema palustre vi è senz'altro l'elevata variabilità del livello dell'acqua, storicamente regimato dalle piogge e da una soglia artificiale che consente all'acqua in esubero di fluire verso un inghiottitoio naturale.

Per poter meglio studiare questi apporti e il sistema idraulico dell'area, nel 2020 ARPA Umbria, il Comune di Foligno e l'Ente Parco hanno progettato ed installato un sistema di misura in continuo del livello dell'acqua costituito da un'asta idrometrica ancorata ad un palo metallico, il cui zero idrometrico è stato allineato con la soglia di sfioro presente nella zona del Molinaccio associata ad un misuratore idrostatico che acquisisce il livello e la temperatura dell'acqua ogni 12 ore. Il sistema, dal mese di agosto 2020, trasmette i dati al server di acquisizione di ARPA Umbria, sulla cui pagina web (www.arpa.umbria.it) sono disponibili tutti i valori puntuali e prime elaborazioni grafiche.

I dati finora disponibili (Fig. 2) hanno messo in

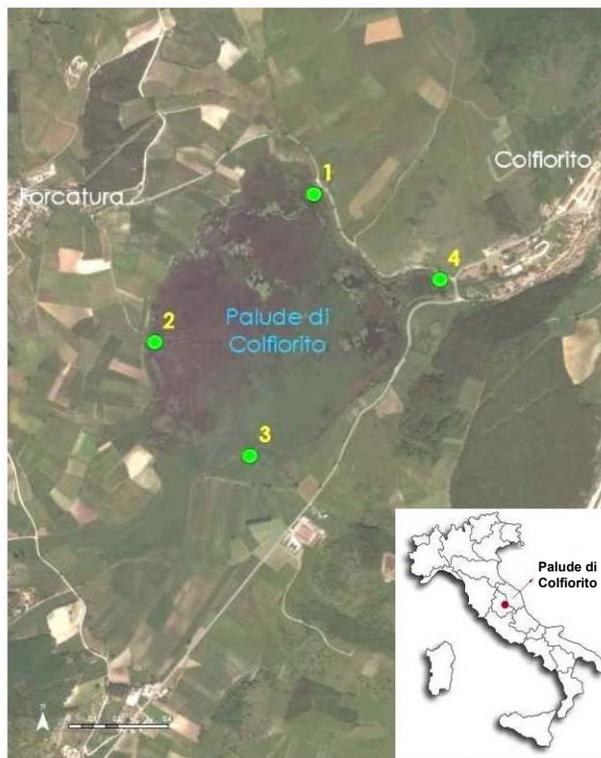


Fig. 1. Localizzazione geografica dell'area di studio e individuazione dei 4 punti di campionamento.

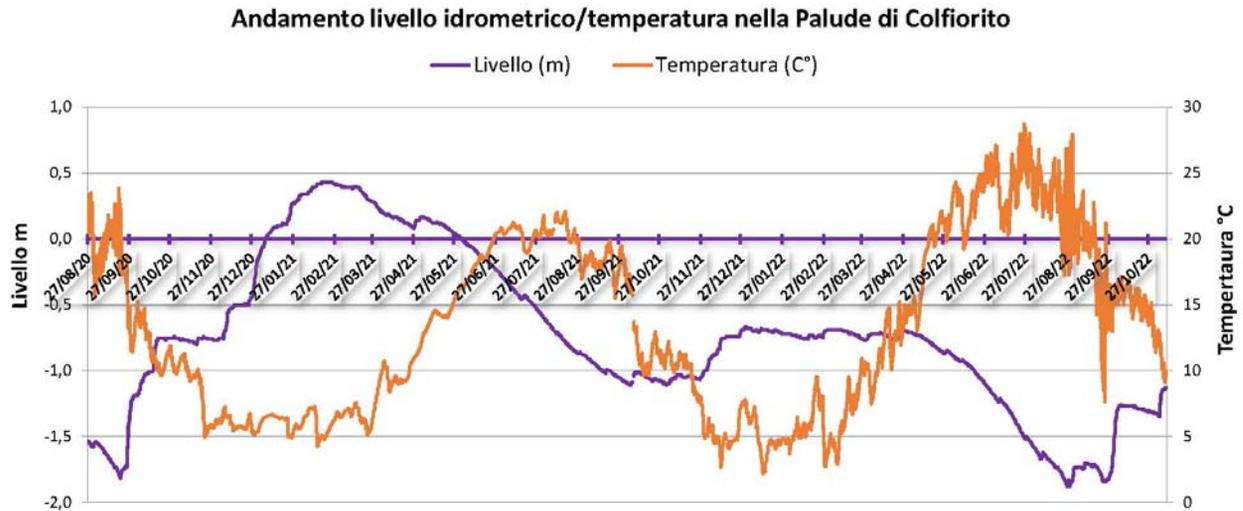


Fig. 2. Andamento del livello idrometrico e della temperatura dell'acqua, misurato con strumentazione in continuo a scansione semi-giornaliera nel periodo agosto 2020-ottobre 2022. Dati Arpa Umbria.

evidenza che la temperatura dell'acqua della Palude di Colfiorito raggiunge nel periodo invernale anche valori inferiori ai 5 °C. In particolare nel 2021 tali temperature sono state abbastanza frequenti nei mesi di gennaio, febbraio e dicembre, con valori minimi rispettivamente di 4,89 °C, 4,25 °C e 2,69 °C. Nella successiva stagione 2022 tali temperature si sono protratte fino al mese di marzo, quindi per quasi un mese in più rispetto all'anno precedente, raggiungendo anche valori molto più bassi. In particolare tra il 12 e il 14 gennaio 2022 sono state registrate temperature con valori compresi tra 2,21 °C e 2,31 °C, ma anche nei mesi di febbraio e marzo il termometro ha rilevato una minima di 2,72 °C il 28/02 e 2,87 °C il 09/03. Nel periodo estivo, invece, le temperature più elevate, superiori ai 20°C, sono state registrate a fine giugno nel 2021, mentre nel 2022 già a metà maggio il termometro ha rilevato 20,21 °C (16/05/2022). La stagione calda, inoltre, nel 2022 si è protratta fino a fine settembre (21,22 °C il 25/09/2022), mentre nel 2021 l'ultimo valore più elevato è stato registrato a fine agosto (20,08 °C il 28/08/2021).

Le altezze idrometriche registrate in automatico nel punto di misura a ridosso della soglia di esubero dell'inghiottitoio denotano una criticità verificatasi nell'inverno/primavera 2022, quando, neppure nel periodo più piovoso, è stato raggiunto lo zero idrometrico. I valori disponibili denotano, infatti, che, se nel 2021 tra gennaio e fine maggio veniva superato lo zero idrometrico (valore max 0,43 m dal 17 al 25 febbraio 2021), nel 2022, invece, il livello idrometrico più alto osservato fa riferimento al periodo compreso tra gennaio ed aprile con valori compresi tra -0,68 m/-0,77 m. Al centro della Palude, dove la profondità massima invernale può raggiungere i 2-3 metri di altezza, le acque sono state comunque sempre presenti.

Il Clima

Lo studio delle microalghe nelle acque della Palude non può sottrarsi ad una attenta analisi climatica che è anche causa delle abbondanze e della tipologia delle diatomee nell'area umida. Le evoluzioni climatiche degli Altipiani di Colfiorito, studiate dalla seconda metà degli anni '90, hanno permesso con le tecniche e le conoscenze allora disponibili di confermare il periodo Olocenico (circa 10.000 anni fa) quale l'inizio della fase di inaridimento del sedimento –passaggio da terreni argillosi a torbosi– che spiega il naturale spostamento della zona dalla fase lacustre a quella palustre. Questo periodo manca di indicatori antropici ma presenta fossili animali, per lo più di grandi dimensioni, tipici del periodo glaciale Pleistocenico, caratterizzato dal clima freddo, e del successivo periodo temperato. La vegetazione fossile attesta la presenza, sui Piani Plestini, di un'antica glaciazione (90.000 anni fa). Nel periodo postglaciale si rileva poi la presenza di una pineta con prevalenza del genere *Pinus* e poi (circa 7000-5000 anni fa) di una foresta di latifoglie, che segna il passaggio dal clima mite ad uno più rigido e che perdura almeno fino a 1000 anni fa. Successivamente il paesaggio subisce un'importante variazione, dovuta all'incremento delle temperature e si fanno sempre più evidenti gli effetti delle attività umane. Negli ultimi decenni gli Altipiani si caratterizzano per la presenza di una significativa quota di vegetazione termofila tipica delle praterie e un'intensificazione delle colture agrarie.

Lo studio di alcuni parametri climatici, in epoca più moderna, è gestito dal Servizio Idrografico della Regione Umbria, che monitora periodicamente i cambiamenti di temperatura e piovosità della zona. La stazione di riferimento, che fa parte dell'attuale rete di monitoraggio regionale, è quella di Foligno che registra dati pluviometrici e termometrici dal 1951, anche se non

con regolare continuità. L'analisi dei dati disponibili per valutare eventuali e più recenti cambiamenti è stata possibile confrontando i valori degli ultimi due decenni (2000-2009 e 2010-2019) con la serie storica più antica e completa, 1960-1969, che possiamo considerare, nel nostro caso, quale serie storica di riferimento. I dati (Fig. 3) confermano che a distanza di 40 e 50 anni sono sempre più visibili gli aumenti dei periodi meno piovosi, soprattutto nella stagione autunnale e invernale; mentre per quanto riguarda le temperature si segnalano significativi aumenti che nel decennio 2000-2009 raggiungono in media di 0,5 °C, ma che nel decennio 2010-2019 superano l'importante soglia di 1 °C. Ancora più elevate ed importanti sono le criticità se si considerano le medie mensili. Nel mese di luglio del decennio 2000-2009, ad esempio, si registra un aumento di ben +3,8 °C rispetto allo stesso mese del decennio 1960-1969; e di +4,75 °C sempre nel mese di luglio del decennio 2010-2019 rispetto allo stesso mese del periodo di riferimento.

Per la biodiversità queste considerazioni sottolineano la fragilità dell'ecosistema palustre che è sicuramente messo a dura prova dagli stress ambientali, quali la forte diminuzione idrica naturale, l'evapotraspirazione e i prelievi idrici. Ancora una volta si conferma la necessità di incrementare gli studi per migliorare le conoscenze e la necessità di monitorare i cambiamenti delle comunità vegetali strettamente legati alla loro sopravvivenza.

MATERIALE E METODI

La Palude è un ecosistema acquatico naturale, dove acqua, suolo, sostanze nutrienti, piante e animali interagiscono tra loro, creando macro- e microambienti molto particolari. Per ottenere un quadro complessivo dei diversi ambienti presenti, per questo studio i cam-

pionamenti, eseguiti secondo la Direttiva comunitaria 2000/60/CEE e le indicazioni dei Metodi Biologici di ISPRA-CNR-ISS (MLG 111/2014), sono stati svolti sia nelle acque lacustri e palustri, sia sui substrati immediatamente adiacenti.

Per poter caratterizzare il "sistema palude" ed ottenere un quadro più completo possibile della popolazione diatmica presente, si è scelto di effettuare il riconoscimento delle diatomee sia leggendo interamente due repliche per ogni ambiente considerato e per ogni data di campionamento, sia eseguendo la lettura di ciascun vetrino su 400 valve per poter definirne abbondanze ed eventuali indici di qualità (Marchetto *et al.*, 2013).

Campionamenti

In tutta l'area di studio sono state individuate 4 stazioni di prelievo.

Stazione 1 (Il Molinaccio): è considerata la porta turistica della Palude. Il nome è dovuto alla presenza delle vestigia di un antico mulino, divenuto oggi punto di video-osservazione della Palude. Cuore del parco, l'area rappresenta zona di interesse naturalistico e storico. Comprende l'inghiottitoio, la casa del Mollaro e il pontile. L'inghiottitoio è un fenomeno carsico di superficie: quando il livello della Palude sale, funziona da troppo pieno facendo defluire nell'acquifero sotterraneo le acque in eccesso che, fino agli anni '40, alimentavano l'antico mulino. Il pontile rappresenta, invece, il punto di arrivo del percorso pedonale che dal "Fagiolaro" conduce intorno al lago, con una visione pressoché completa dello specchio lacustre.

Stazione 2 (Forcatura): è posizionata a valle dell'abitato di Forcatura dal quale si gode di un completo panorama dell'area umida e permette di entrare nella Palude attraverso un lungo pontile che porta ad un osservatorio situato al centro della sponda occidentale della Palude,

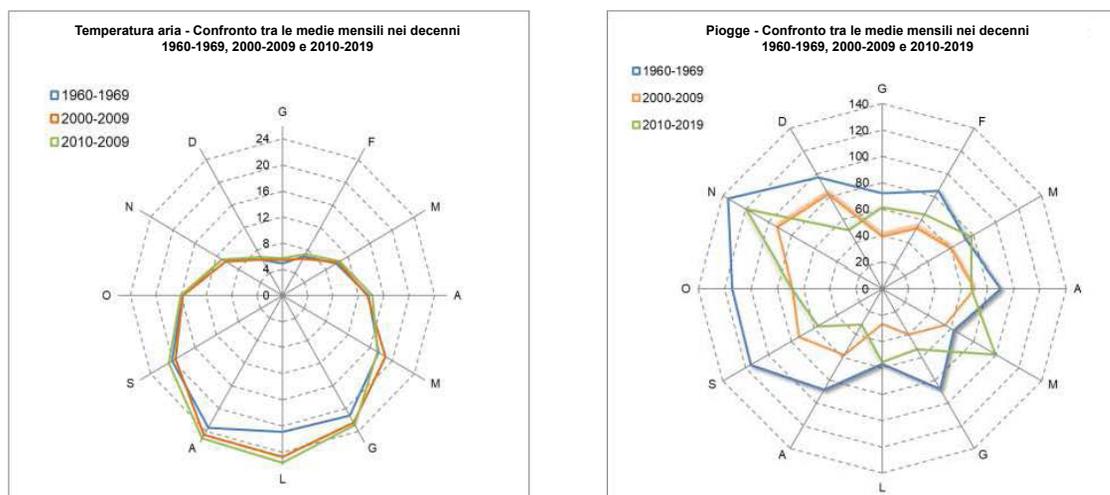


Fig. 3. Andamento medio decennale per i parametri di temperatura dell'aria e piogge nell'area di studio. Dati Servizio Idrografico Regione Umbria, stazione di Foligno.

fruibile per la pratica del birdwatching. L'area umida che circonda il pontile è un'ampia zona paludosa che si restringe fino a scomparire quando il canneto si espande talmente da quasi soffocare la casetta di osservazione. L'altezza dell'acqua, nei periodi idrici più favorevoli, non supera 150 cm. Per questi motivi la stazione risulta molto particolare, dove la presenza di piante acquatiche e spondali spesso si confondono e si sovrappongono.

Stazione 3 (Osservatorio LIPU): rappresenta il punto di campionamento più meridionale dell'area di studio. In questa zona i prelievi sono stati eseguiti all'interno del sistema Palude dove piccoli specchi d'acqua si confondono tra terreni parzialmente o interamente impaludati.

Stazione 4 (Il Fagiolaro): con tale toponimo locale viene individuata l'area più orientale della Palude dove, fino al 1989, si estendevano ampi campi coltivati a fagioli. I numerosi orti presenti in questa area a seguito dei lavori di "rivitalizzazione" degli anni '90 sono stati trasformati in area umida, caratterizzando così il paesaggio del "nuovo Fagiolaro". Traccia dell'"antica" presenza dell'area coltivata sono alcuni isolotti visibili quando il livello dell'acqua si abbassa notevolmente. In questo punto, nel periodo di massima piovosità, l'acqua non supera il metro di profondità, mentre nel periodo estivo spesso il Nuovo Fagiolaro rimane anche parzialmente scoperto ed asciutto. Le acque si presentano generalmente prive di piante acquatiche galleggianti. Sulle ampie sponde, invece, alle fitocenosi naturali e seminaturali si sono nel tempo sostituite e aggiunte specie legnose igrofile, anche di grandi dimensioni, come salici (*Salix* spp), pioppi (*Populus* spp.) e aceri (*Acer* spp.).

In ciascuna stazione sono stati prelevati campioni planctonici, epipelici ed epifitici su *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Nymphaea alba* L. 1753, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Myriophyllum* sp. R.Br. 1814.

Il campionamento planctonico è stato eseguito nelle aree più aperte della Palude, con idoneo strumento costituito da un manico e un telaio metallico (apertura di circa 8 cm) su cui è stato fissato il retino con maglie di 50 µm. All'estremità del retino è stata applicata una bottiglia svitabile per la raccolta del campione.

Per portarne a termine il riconoscimento si è, prima di tutto, proceduto alla pre-concentrazione del campione. Ma la procedura non permetteva di ottenere vetrini

leggibili e con dati sufficienti alla caratterizzazione. Per questo sono state sperimentate due diverse modalità di concentrazione del campione:

- nella prima prova, ogni campione planctonico di diatomee è stato sottoposto ad una prima centrifugazione di 100 mL di soluzione acquosa. Il campione così ottenuto (pari a 5 mL) è stato poi sottoposto a ossidazione e lavaggio/centrifugazione come da protocollo ufficiale;
- nella seconda prova è stato filtrato 1 L di campione d'acqua su "Millipore" da 2 µ, con pompa a vuoto. Il filtro è stato quindi lavato con acqua distillata e la sospensione così raccolta è stata sottoposta a ossidazione e lavaggio/centrifugazione come per la preparazione di un normale campione di diatomee. Questo secondo trattamento si è rivelato il più idoneo per ottenere un campione sufficientemente ricco di diatomee planctoniche e poter procedere alla loro identificazione.

Particolarmente articolato è stato anche il campionamento e lo studio delle diatomee epipeliche. Questa indagine si è svolta soprattutto nell'area paludosa, dove l'ambiente umido ospita ecosistemi fragili e minacciati. Il campionamento delle diatomee epipeliche nelle pozze umide a stretto contatto con le aree calpestabili ha permesso di rilevare la presenza di specie tipiche di ambienti aerei o terrestri sul sedimento molle, sul detrito fine, sul terreno di contatto tra l'esterno e l'interno della Palude. Da sottolineare anche la difficoltà di preparazione dei vetrini permanenti e la complessità del riconoscimento tassonomico che non trova per l'Umbria una approfondita bibliografia di riferimento.

In ognuna delle 4 stazioni di prelievo (Fig. 1) contemporaneamente al monitoraggio biologico sono state eseguite anche le analisi chimico-fisiche con l'aiuto di una sonda multiparametrica H20 Hydrolab, i cui risultati sono riportati in tabella I.

Analisi dei campioni

Le diatomee sono state tutte prelevate su substrati naturali e conservate in Falcon da 50 mL. In laboratorio il campione è stato trattato come da Protocollo ISPRA-CNR-ISE (MLG 111/2014) e fissato in vetrini permanenti. Un'aliquota è stata conservata con aggiunta di Etanolo (C₂H₅OH) al 70%. Tutti

Tab. I. Analisi chimico-fisiche effettuate in campo con sonda multiparametrica Hydrolab H20, durante il campionamento.

Data	Aprile 2016				Ottobre 2016			
	1 Pontile	2 Forcatura	3 Oss. LIPU	4 Fagiolaro	1 Pontile	2 Forcatura	3 Oss. LIPU	4 Fagiolaro
T °C	13,9	13,3	11,4	15,1	9,5	8,5	8,0	11,0
pH	7,5	7,4	7,1	8,0	8,0	7,8	7,5	8,5
Cond. (µS/cm)	438	451	625	422	409	515	767	407
Redox (mV)	150	83	80	140	141	48	32	82
O ₂ (mg/l)	4,3	3,9	3,0	7,0	4,5	9,6	1,8	9,8
Torb. (NTU)	6,8	8,7	14,8	6,8	2,5 (<l.r. FCU)			

i campioni, raggruppati per *habitat* e data, sono stati letti al microscopio ottico (Olympus BX51 e Nikon Eclipse Ni-U) a 40X e 100X per permettere il riconoscimento e le misurazioni anche degli individui più piccoli ed avere maggiore possibilità di valutare la presenza di specie r-strateghe, che figurano con un numero molto elevato di individui, e di specie k-strateghe che compaiono quasi sempre con un numero ridotto di esemplari. Per conoscere le abbondanze relative è stata eseguita la conta su 400 individui.

Per le registrazioni delle immagini ritenute più significative in .jpg/.tiff, e la misurazione degli individui (lunghezza, larghezza e conta delle strie) sono stati utilizzati il software Nikon NIS-Elements D4.4, telecamere Nikon DS-Fi2 e Nikon DS.

Per permettere il riconoscimento delle specie più fragili, che con il trattamento ossidativo avrebbero potuto subire alterazioni del frustulo e non essere correttamente fissate nel vetrino, alcuni campioni planctonici sono stati letti al microscopio invertito Olympus IX50. Il campione, in questo caso è stato trattato secondo il metodo Utermöhl (1958), in camerette cilindriche di sedimentazione da 10 mL adatte alla microscopia inversa, combinate, costituite da una colonna verticale in plexiglass e da una base in teflon.

Infine, in alcuni casi è stato usato il SEM (microscopio elettronico a scansione), da banco, JEOL Neoscope JCM-6000plus con tavolino motorizzato XY, per esaminare i campioni resi conduttivi con la metallizzazione in oro (JEOL Smart Coater). L'identificazione dei frustuli di diatomee con il SEM si è rivelata particolarmente importante per i numerosi dettagli strutturali evidenziati.

Per l'identificazione delle specie sono stati utilizzati i testi di Bey e Ector (2013), Hofmann *et al.* (2011), Krammer e Lange-Bertalot (2004), Krammer (2000-2003), Krammer e Lange-Bertalot (1986-1991); Lange-Bertalot (2001 e 2013), e consultati alcuni siti specialistici.

RISULTATI

Lo studio relativo alle diatomee della Palude di Colfiorito ha portato al riconoscimento di 209 specie/varietà diverse (Tab. II). In particolare sono state identificate 101 specie/varietà nei campioni planctonici, 61 nei campioni epipelici e 173 nei campioni bentonici-epifittici. Nella stessa tabella sono messi in evidenza anche i luoghi in cui le specie sono state ritrovate, se in campioni planctonici (P), epipelici (E) o epifittici (BE).

In totale le diatomee identificate appartengono a 58 generi: 46 nell'ambiente planctonico di cui 23 costituiti da una sola specie; 35 generi nell'ambiente epipelico con 25 generi rappresentati da una sola specie; 52 generi nell'ambiente epifittico, con 25 generi descritti da una sola specie. Complessivamente il 38% dei generi è rappresentato da una sola specie e il 77% di questi è stato ritrovato su campioni epifittici.

I generi più comuni (Fig. 4) presenti in tutti i campioni studiati, o rappresentati da un numero di specie/varietà superiore a 10, sono *Achnantheidium*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia* e *Pinnularia*. In particolare il genere *Gomphonema* è presente con 24 specie/varietà di cui il 79% con IPS (indice di sensibilità rispetto all'inquinamento organico) "buono-elevato".

La consapevolezza che le variabili fisico-chimiche influenzano fortemente la comunità diatomica ha indotto a prendere in considerazione gli indici che ne caratterizzano la sensibilità ai nutrienti, al pH, alla presenza di ossigeno disciolto, alla temperatura, alla salinità. Per questo sono state condotte elaborazioni rispetto all'indice IPS (Cemagref, 1982), TI (Rott *et al.*, 1997) e agli indici ecologici di Van Dam *et al.*, 1994 (Tab. III).

Lo studio attraverso l'indice IPS (sensibilità all'inquinamento organico) e l'indice TI (valutazione dello stato trofico e del carico di nutrienti di origine naturale) evidenzia oltremodo che il numero di specie in classe

I generi più abbondanti nei diversi habitat

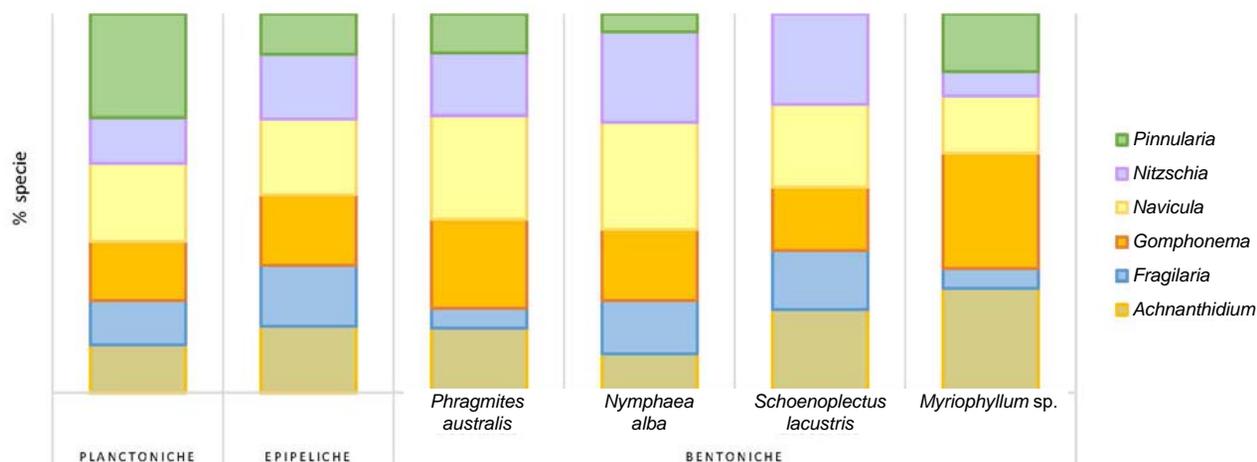


Fig. 4. Distribuzione dei (6) generi più presenti per numero di specie, nei diversi habitat.

Tab. II. Elenco delle diatomee (col relativo codice OMNIDIA® 6.1) riconosciute nei diversi habitat studiati.

P= Planctoniche, E= Epipeliche, BE= Bentoniche-Epifittiche.

<i>Specie</i>	Cod.	P	E	BE
<i>Achnanthydium affine</i> (Grunow) Czarnecki	ACAF	X		
<i>Achnanthydium atomus</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot & Ector	ADAT			X
<i>Achnanthydium catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	ADCT			X
<i>Achnanthydium delmontii</i> Peres, Le Cohu et Barthes	ADMO			X
<i>Achnanthydium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	ADEU			X
<i>Achnanthydium exile</i> (Kützing) Heiberg	ADEX		X	
<i>Achnanthydium jackii</i> Rabenhorst	ADJK			X
<i>Achnanthydium lineare</i> W. Smith	ACLI			X
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ADMI	X	X	X
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	ADPY	X	X	X
<i>Achnanthydium saprophilum</i> (Kobayasi et Mayama) Round & Bukhtiyarova	ADSA			X
<i>Adlafia bryophila</i> (Petersen) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	ABRY			X
<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot	ADMS			X
<i>Amphora inariensis</i> Krammer	AINA	X	X	X
<i>Amphora lange-bertalotii</i> Levkov & Metzeltin var. <i>tenuis</i> Levkov & Metzeltin	ALGT	X	X	X
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing var. <i>ovalis</i>	AOVA	X	X	
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	APED	X	X	X
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Ehrenberg) Pfitzer	ASPH	X	X	X
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	AFOR	X		X
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	AAMB	X	X	X
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	AUGR	X		
<i>Caloneis fontinalis</i> (Grunow in Van Heurck) Cleve-Euler	CFON	X		X
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	CLCT	X		X
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	CSIL	X	X	X
<i>Caloneis tenuis</i> (Gregory) Kramme	CATE			X
<i>Caloneis vasileyevae</i> Lange-Bertalot Genkal & Vekhov	CVAS			X
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg emend Romero & Jahn	CEUG	X		X
<i>Cocconeis euglyptoides</i> (Geitler) Lange-Bertalot	CEUO			X
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	CPED	X	X	
<i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bertalot	COPL			X
<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) Mann	CRAC			X
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) Mann	CAMB	X		
<i>Cyclostephanos invisitatus</i> (Hohn & Hellerman) Theriot Stoermer & Håkansson	CINV	X		X
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt	CDTG	X		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CMEN	X		X
<i>Cymatopleura solea</i> (Brebisson in Breb. & Godey) W. Smith var. <i>solea</i>	CSOL		X	X
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	CCYM	X		X
<i>Cymbella excisa</i> Kützing var. <i>excisa</i>	CAEX	X	X	X
<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	CNCI			X
<i>Cymbella neolanceolata</i> W. Silva	CNLC	X		X
<i>Cymbopleura subaequalis</i> (Grunow) Krammer var. <i>subaequalis</i>	CSAQ		X	

<i>Specie</i>	Cod.	P	E	BE
<i>Delicata delicatula</i> (Kützing) Krammer var. <i>delicatula</i>	DDEL			X
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow var. <i>kuetzingii</i>	DKUE			X
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	DTEN	X		
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	DMES			X
<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing ssp. <i>moniliformis</i>	DMON	X	X	X
<i>Diatoma problematica</i> Lange-Bertalot	DPRO			X
<i>Diatoma vulgare</i> Bory 1824	DVUL	X		X
<i>Diploneis fontium</i> Reichardt	DIFO	X		
<i>Diploneis separanda</i> Lange-Bertalot	DSEP		X	X
<i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk et Klee	DPST	X		X
<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing var. <i>caespitosum</i>	ECAE	X	X	X
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	ENMI			X
<i>Encyonema neogracile</i> Krammer	ENNG	X		X
<i>Encyonema obscurum</i> (Krasske) D.G. Mann var. <i>obscurum</i> in Round Crawford & Mann	EOBS			X
<i>Encyonema ventricosum</i> (Agardh) Grunow in Schmidt & al.	ENVE		X	X
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	ECES	X		X
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	ENCM			X
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & Reichardt	ECPM	X		X
<i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & Reichardt	ESUM			X
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	EOMI	X	X	X
<i>Eolimna subminuscula</i> (Manguin) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	ESBM			X
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	EADN	X	X	X
<i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse	EGOE	X		
<i>Epithemia sores</i> Kützing	ESOR	X		
<i>Eunotia arcubus</i> Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot	EARB	X		X
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills var. <i>bilunaris</i>	EBIL	X		X
<i>Eunotia implicata</i> Nörpel-Schempp Alles & Lange-Bertalot in Alles & al.	EIMP			X
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow in Van Heurck	EMIN	X		X
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann ssp. <i>pygmaea</i> in Lange-Bertalot & al.	FPYG			X
<i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow in V. Heurck) D.G. Mann	FSBH			X
<i>Fallacia sublucidula</i> (Hustedt) D.G. Mann	FSLU		X	
<i>Fistulifera pelliculosa</i> (Brébisson) Lange-Bertalot	FPEL			X
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>capucina</i>	FCAP		X	
<i>Fragilaria danica</i> (Kütz.) Lange-Bertalot	FDAN			X
<i>Fragilaria delicatissima</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	FDEL			X
<i>Fragilaria dilatata</i> (Brébisson) Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot	FDIL			X
<i>Fragilaria distans</i> (Grunow in Van Heurck) Bukhtiyarova	FDST			X
<i>Fragilaria gracilis</i> Østrup	FGRA	X		X
<i>Fragilaria nanana</i> Lange-Bertalot	FNAN	X		X
<i>Fragilaria perminuta</i> (Grunow) Lange-Bertalot	FPPEM		X	X
<i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	FRCP	X		X
<i>Fragilaria rumpens</i> (Kütz.) G.W.F. Carlson	FRUM			X

<i>Specie</i>	Cod.	P	E	BE
<i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	FTEN		X	
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	FVAU			X
<i>Fragilariforma nitzschiioides</i> (Grunow) L-B in Hofmann, Werum & Lange-Bertalot	FFNI	X	X	X
<i>Gomphonema acidoclinatum</i> Lange-Bertalot & Reichardt	GADC			X
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg var. <i>acuminatum</i>	GACU			X
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	GANG			X
<i>Gomphonema brebissonii</i> Kützing	GBRE	X		X
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehr.	GCAP			X
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg	GCLA	X		X
<i>Gomphonema elegantissimum</i> Reichardt & Lange-Bertalot in Hofmann & al.	GELG		X	X
<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt	GEXL			X
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	GGRA		X	X
<i>Gomphonema lagenula</i> Kützing	GLGN			X
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing var. <i>micropus</i>	GMIC			X
<i>Gomphonema minutum</i> (Ag.) Agardh f. <i>minutum</i>	GMIN		X	
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson var. <i>olivaceum</i>	GOLI	X	X	X
<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>calcareum</i> (Cleve) Cleve in Van Heurck	GOLC			X
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i>	GPAP	X	X	X
<i>Gomphonema productum</i> (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt	GPRO			X
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot	GPUM	X		X
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GPRI			X
<i>Gomphonema rosenstockianum</i> Lange-Bertalot & Reichardt	GROS			X
<i>Gomphonema sarcophagus</i> Gregory	GSAR	X	X	X
<i>Gomphonema tergestinum</i> (Grunow in Van Heurck) Schmidt in Schmidt & al.	GTER			X
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehr. var. <i>capitatum</i> (Ehr.) Patrick	GTCA	X		X
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	GTRU	X	X	X
<i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg	GVIB			X
<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov	HLMO	X	X	
<i>Hantzschia abundans</i> Lange-Bertalot	HABU	X	X	X
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grunow in Cleve et Grunow	HAMP			X
<i>Luticola ventricosa</i> (Kützing) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	LVEN		X	
<i>Mayamaea atomus</i> (Kützing) Lange-Bertalot var. <i>atomus</i>	MAAT			X
<i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) Bruder & Medlin	MPMI			X
<i>Melosira varians</i> Agardh	MVAR	X	X	X
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A. Agardh var. <i>circulare</i>	MCIR	X	X	X
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	NANT			X
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	NCPR			X
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	NCRY	X		X
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	NCTE	X	X	X
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	NCTO		X	X
<i>Navicula dealpina</i> Lange-Bertalot	NDEA	X		
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	NGRE			X

<i>Specie</i>	Cod.	P	E	BE
<i>Navicula oblonga</i> Kützing	NOBL	X	X	X
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	NRAD	X	X	X
<i>Navicula radiosafallax</i> Lange-Bertalot	NRFA			X
<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	NRCS			X
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot var. <i>reichardtiana</i>	NRCH		X	X
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	NTPT	X		X
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot var. <i>trivialis</i>	NTRV	X		X
<i>Navicula veneta</i> Kützing	NVEN			X
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	NVIR			X
<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer	NEAF			X
<i>Neidium ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer in Krammer & Lange-Bertalot	NEAM	X		X
<i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg) Cleve	NEDU			X
<i>Neidium paraffine</i> Lange-Bertalot. Cavacini. Tagliaventi & Alfinito	NPAF			X
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.M. Smith	NACI	X		X
<i>Nitzschia acidoclinata</i> Lange-Bertalot	NACD			X
<i>Nitzschia alpina</i> Hustedt	NZAL			X
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow f. <i>amphibia</i>	NAMP	X	X	X
<i>Nitzschia conferta</i> (Richter) M. Peragallo	NZCF			X
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow ssp. <i>dissipata</i>	NDIS		X	X
<i>Nitzschia filiformis</i> (W.M. Smith) Van Heurck var. <i>filiformis</i>	NFIL	X		X
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Van Heurck	NFON		X	X
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsc	NIGR	X		X
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	NINC		X	X
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow	NINT			X
<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow in Cleve & Moller	NMIC			X
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith var. <i>palea</i>	NPAL			X
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow in Cl. & Grun	NPAD			X
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in van Heurck	NPAE			X
<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M. Peragallo	NIPM			X
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch in Rabenhorst	NREC	X	X	
<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	NSOC			X
<i>Nitzschia tenuis</i> W. Smith	NITE			X
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kütz.) Rabenhorst var. <i>brebissonii</i>	PBRE	X		
<i>Pinnularia decrescens</i> (Grunow) Krammer var. <i>decrescens</i>	PDEC			X
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	PGIB			X
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve var. <i>microstauron</i>	PMIC	X	X	X
<i>Pinnularia neomajor</i> Krammer var. <i>neomajor</i>	PNEO			X
<i>Pinnularia nobilis</i> (Ehrenberg) Ehrenberg var. <i>nobilis</i>	PNOB	X		
<i>Pinnularia pisciculus</i> Ehrenberg	PPIS	X		
<i>Pinnularia subgibba</i> Krammer var. <i>subgibba</i>	PSGI			X
<i>Pinnularia subrupestris</i> Krammer var. <i>subrupestris</i>	PSRU	X		
<i>Pinnularia undulata</i> Gregory	PUDL	X		

Specie	Cod.	P	E	BE
<i>Pinnularia viridiformis</i> Krammer var. <i>viridiformis</i> morphotype 1	PVIF	X	X	
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg var. <i>viridis</i> morphotype 1	PVIR			X
<i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) Cox	PELG		X	X
<i>Placoneis paraelginensis</i> Lange-Bertalot in Rumrich & al.	PPAE	X	X	X
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	PLFR	X	X	X
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brebisson ex Kützing) Lange-Bertalot	PTLA	X		X
<i>Platessa conspicua</i> (A. Mayer) Lange-Bertalot	PTCO		X	X
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun. in Van Heurck) Williams & Round	PSBR			X
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W. Smith) Morales	PPRS	X		
<i>Puncticulata radiosa</i> (Lemmermann) Håkansson	PRAD	X		
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	RSIN	X		X
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	RABB	X	X	X
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müller var. <i>gibba</i>	RGIB	X		X
<i>Rossithidium petersenii</i> (Hustedt) Round & Bukhtiyarova	RPET			X
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G. Mann	SEBA	X	X	X
<i>Sellaphora capitata</i> D.G. Mann & S.M. Mc Donald	SECA		X	X
<i>Sellaphora laevis</i> (Kützing) D.G. Mann	SELA	X		X
<i>Sellaphora lanceolata</i> D.G. Mann & S. Droop	SLCL			X
<i>Sellaphora pseudopupula</i> (Krasske) Lange-Bertalot	SPPU		X	
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky	SPUP	X		X
<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G. Mann	SSEM			X
<i>Simonsenia delognei</i> Lange-Bertalot	SIDE			X
<i>Stauroforma exiguiiformis</i> (Lange-Bertalot) Flower Jones et Round	SEXG		X	
<i>Stauroneis gracilis</i> Ehrenberg	SGRC	X		
<i>Stauroneis kriegeri</i> Patrick	STKR			X
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	SCON			X
<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & Moeller	SSVE	X	X	X
<i>Staurosirella lapponica</i> (Grunow in Van Heurck) Williams & Round	STLA	X	X	X
<i>Staurosirella leptostauron</i> var. <i>dubia</i> (Hustedt) Flores Moreira-Filho & Ludwig	SLED	X		
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehr.) Williams & Round	SPIN			X
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kützing) Round	STMI	X		X
<i>Surirella angusta</i> Kützing	SANG	X		
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	SBKU	X		X
<i>Surirella linearis</i> W.M. Smith in Schmidt & al.	SLIN	X		X
<i>Surirella minuta</i> Brebisson ex Kützing 1849	SUMI		X	
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	UACU	X		X
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	UBIC	X		X
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	UCAP	X		X
<i>Ulnaria danica</i> (Kützing) Compère et Bukhtiyarova	UDAN	X		X
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	UULN	X		X
<i>Urosolenia eriensis</i> (H.L. Smith) Round & Crawford in Round, Crawford & Mann	UERI	X		
<i>Urosolenia longiseta</i> (Zach.) Bukhtiyarova	ULON	X		

“scarsa” è particolarmente limitato: 4 per l’indice IPS e nullo (0) per l’indice TI. Nelle classi “elevata” e “buona” si può rilevare, invece, il 67,9% per IPS e il 38,7% del TI. Questo dato è particolarmente importante perché qualifica l’ambiente naturale della Palude di Colfiorito come un ambiente di pregio dove il 100% (nel caso dell’IPS) delle specie è molto sensibile all’inquinamento organico; ne deriva che le diatomee si configurano come sentinelle dell’impronta antropica: l’immissione di inquinanti organici destabilizzerebbe fortemente gli equilibri raggiunti. Lo studio ribadisce però la necessità di migliorare questa informazione in quanto in letteratura non sono note le preferenze ecologiche di molte specie; ben oltre il 30% delle diatomee rinvenute risulta infatti non classificato, soprattutto per l’indice TI.

Nella tabella III viene presentata anche la valutazione ecologica secondo Van Dam *et al.*, 1994. Nella figura 5 viene proposta l’elaborazione dei dati secondo Van Dam *et al.* (1994) evidenziando che il 47,8% delle specie

sono aerofile; il 70,8% prediligono un pH intorno a 7; il 17,2% richiede una elevata ossigenazione delle acque, ma il 37,3% non è ancora valorizzato; il 59,8% delle specie si adatta ad acque leggermente saline; il 29,7% è poco tollerante all’inquinamento organico, percentuale che, se aggiunta alle specie che sono molto sensibili, raggiunge il 49,8% del totale. Queste percentuali sottolineano come la Palude abbia raggiunto un suo delicato e fragile equilibrio tra naturalità e presenza umana.

Lo studio ha analizzato anche la presenza di specie inserite in Red List (Fig. 6). In questo caso si fa riferimento ai lavori di Lange-Bertalot e Steindorf (1996) e di Hofmann *et al.* (2018). Anche se non sono direttamente legati alla realtà locale, sono gli unici lavori in bibliografia sufficientemente completi per produrre un quadro complessivo rispetto alla problematica. Nella Palude di Colfiorito non è stata ritrovata alcuna specie considerata estinta. Del rimanente e comunque considerevole numero di specie minacciate di estinzione, o a

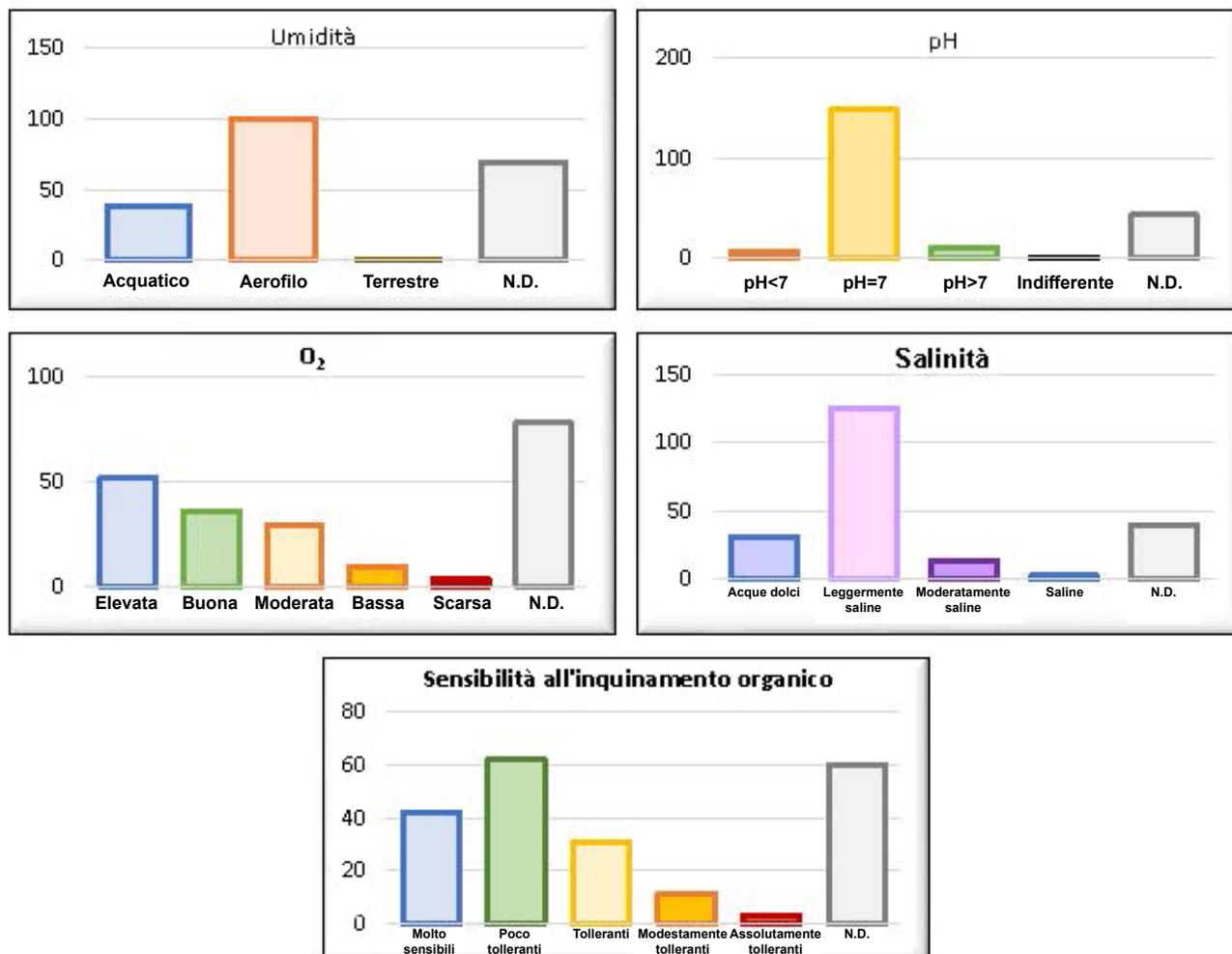


Fig. 5. Distribuzione delle 209 pecie rinvenute nella Palude di Colfiorito sulla base delle loro preferenze ecologiche (secondo Van Dam *et al.*, 1994). Gli assi delle ordinate riportano il numero di specie. Si noti l’elevato numero di specie le cui preferenze ecologiche non sono note (N.D.).

Tab. III. Elenco delle specie (indicate col loro codice OMNIDIA[®]6.1) con valorizzazione degli indici IPS (Cemagref, 1982), TI (Rott, *et al.*, 1999) e le preferenze ecologiche secondo Van Dam *et al.* (1994). La classificazione per colori per gli indici IPS e TI rispetta le indicazioni della direttiva quadro sulle acque (2000/60/CEE). E=Elevato; B=Buono; S=Sufficiente; Sc=Scarso; C=Cattivo. Per l'indice di Van Dam *et al.*, 1994: Preferenze relative all'assorbimento di azoto: (1) sensibile N-autotrofo; (2) tollerante N-autotrofo; (3) facoltativamente N-eterotrofo; (4) obbligatoriamente N-eterotrofo. Preferenze rispetto a valori ottimali di PH: (pH<5,5) acidobiontico; (pH<7) acidofilo; (pH~7) circumneutrale; (pH>7) alcalifilo; (pH esclusivamente>7) alcalibiontico. Preferenze rispetto allo stato trofico del sistema acquatico: (1) oligotrofico; (2) oligo-mesotrofico; (3) mesotrofico; (4) meso-eutrofico; (5) eutrofico; (6) ipereutrofico; (7) indifferente. N.D.= Dato non disponibile.

Cod. OMNIDIA [®] 6.1	IPS	TI	(Van Dam <i>et al.</i> , 1994)						
			Umidità	Assorb. Azoto	pH	O ₂	Salinità	Sensibilità inq. organico	Stato trofico
ACAF	E	B	N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Molto sensibili	N.D.
ADAT	E		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
ADCT	E		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
ADMO	B		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
ADEU	S		Aerofilo	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	5
ADEX	E	E	N.D.	1	pH>7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	2
ADJK	E	E	N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Molto sensibili	N.D.
ACLI	E	B	N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
ADMI	E	E	Aerofilo	2	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Poco tolleranti	7
ADPY	E	E	N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	3
ADSA	S	S	N.D.	4	pH~7	Scarsa	Leggermente saline	Assolutam. tolleranti	6
ABRY	E	E	Terrestre	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	3
ADMS	S	E	Aerofilo	N.D.	pH~7	N.D.	Acque dolci	Poco tolleranti	1
AINA	E	B	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Leggermente saline	N.D.	1
ALGT			N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
AOVA	S	S	Acquatico	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
APED	B	S	Aerofilo	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
ASPH	Sc	S	Aerofilo	2	pH>7	Bassa	Discretamente saline	Tolleranti	5
AFOR	B	B	Acquatico	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
AAMB	B		Acquatico	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
AUGR	S		Acquatico	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
CFON	E		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
CLCT	B		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
CSIL	E	S	Acquatico	1	pH~7	Buona	Leggermente saline	Molto sensibili	4
CATE	E	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	3
CVAS		E	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
CEUG	B	B	Aerofilo	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
CEUO	B		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
CPED	B	S	Acquatico	2	pH~7	Buona	Discretamente saline	Poco tolleranti	5
COPL	E		N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	N.D.
CRAC	C	Sc	Aerofilo	4	pH~7	Scarsa	Leggermente saline	Assolutam. tolleranti	6
CAMB	S		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Leggermente saline	N.D.	5
CINV	S		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Leggermente saline	N.D.	5
CDTG	B		Acquatico	N.D.	pH~7	Elevata	Leggermente saline	N.D.	N.D.
CMEN	Sc	S	Aerofilo	3	pH~7	Scarsa	Discretamente saline	Modestam.tolleranti	5
CSOL	B	S	Acquatico	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
CCYM	B	B	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	2
CAEX	B		Aerofilo	3	pH~7	Scarsa	Discretamente saline	Modestam.tolleranti	5
CNCI	B		Acquatico	1	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
CNLC	B		Acquatico	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Poco tolleranti	7
CSAQ	E	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	2
DDEL	E	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	1
DKUE	B	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Poco tolleranti	3
DTEN	E	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	3
DMES	E	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	3
DMON	B	B	N.D.	N.D.	pH>7	N.D.	Saline	N.D.	5
DPRO	B		Acquatico	2	pH~7	Moderata	Discretamente saline	Tolleranti	5

Cod. OM-NIDIA*6.1	IPS	TI	(Van Dam <i>et al.</i> , 1994)						
			Umidità	Assorb. Azoto	PH	O ₂	Salinità	Sensibilità inq. organico	Stato trofico
DVUL	B	B	Acquatico	2	pH>7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
DIFO			N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
DSEP	E	E	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
DPST	B		Acquatico	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	5
ECAE	B	B	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Leggermente saline	Tolleranti	7
ENMI	B	B	N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	N.D.
ENNG	E	E	Aerofilo	1	pH<7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	2
EOBS	E		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
ENVE	B		N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
ECES	E	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	1
ENCM	B	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	4
ECPM	B		N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
ESUM	E		N.D.	N.D.	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	1
EOMI	Sc	S	Aerofilo	3	pH~7	Bassa	Leggermente saline	Modestam. tolleranti	5
ESBM	Sc	Sc	Aerofilo	4	pH~7	Bassa	Leggermente saline	Modestam. tolleranti	5
EADN	B	B	Aerofilo	1	pH>7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
EGOE	E		Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	N.D.	N.D.
ESOR	B	S	Aerofilo	1	pH>7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
EARB	E		Aerofilo	1	pH~7	N.D.	Acque dolci	Molto sensibili	2
EBIL	E	E	Aerofilo	2	Indifferente	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	7
EIMP	E	E	Aerofilo	N.D.	pH<7	N.D.	Acque dolci	N.D.	N.D.
EMIN	E	S	Aerofilo	N.D.	pH<7	N.D.	Acque dolci	Molto sensibili	N.D.
FPYG	Sc	Sc	Aerofilo	3	pH>7	Moderata	Discretamente saline	Tolleranti	5
FSBH	B	S	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	4
FSLU	S	S	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
FPEL	S	S	N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	2
FCAP	E	B	N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Poco tolleranti	3
FDAN	B		Acquatico	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
FDEL	B	E	Acquatico	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	3
FDIL	B	S	Acquatico	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	5
FDST	E	B	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
FGRA	E	E	N.D.	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	2
FNAN	E	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	2
FPEM	B	B	N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	N.D.
FRCP	B		N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Tolleranti	5
FRUM	B	E	N.D.	2	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
FTEN	B	E	Aerofilo	1	pH<7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	2
FVAU	S	B	Aerofilo	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	5
FFNI	E		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
GADC	B		Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	3
GACU	B	S	Aerofilo	1	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
GANG	S		N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	4
GBRE	E		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
GCAP	B		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
GCLA	E		Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	4
GELG	E		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
GEXL	E	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	1
GGRA	B		Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	3
GLGN	Sc		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
GMIC	S	B	Aerofilo	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
GMIN	B	B	N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
GOLI	E	S	Acquatico	2	pH>7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
GOLC	E	B	Aerofilo	2	pH>7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	N.D.
GPAR	Sc	Sc	Aerofilo	3	pH~7	Bassa	Leggermente saline	Modestam. tolleranti	5

Cod. OM-NIDIA ^{6.1}	IPS	TI	(Van Dam <i>et al.</i> , 1994)						
			Umidità	Assorb. Azoto	PH	O ₂	Salinità	Sensibilità inq. organico	Stato trofico
GPRO	B	E	Aerofilo	2	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Poco tolleranti	2
GPUM	E	E	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Leggermente saline	N.D.	7
GPRI	B		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
GROS	E		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
GSAR	S	E	Aerofilo	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Poco tolleranti	3
GTER	B	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	2
GTCA	B		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
GTRU	B	B	Aerofilo	1	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
GVIB	B		Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
HLMO	S	S	Aerofilo	2	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
HABU	Sc	Sc	Aerofilo	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Tolleranti	7
HAMP	Sc	Sc	Aerofilo	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Tolleranti	7
LVEN	Sc	S	Aerofilo	2	pH~7	Elevata	Discretamente saline	Poco tolleranti	5
MAAT	Sc	S	Aerofilo	4	pH~7	Buona	Leggermente saline	Modestam. tolleranti	6
MPMI	Sc	S	Aerofilo	3	pH~7	Bassa	Leggermente saline	Modestam. tolleranti	5
MVAR	B	S	Aerofilo	3	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	5
MCIR	B	S	Acquatico	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	7
NANT	B	B	N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	5
NCPR	S	S	Acquatico	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	5
NCRY	B	Sc	Aerofilo	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	7
NCTE	B	B	Aerofilo	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Poco tolleranti	7
NCTO	B		N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Poco tolleranti	7
NDEA	B		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
NGRE	S	Sc	Aerofilo	2	pH~7	Bassa	Discretamente saline	Tolleranti	5
NOBL	E	S	Acquatico	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
NRAD	E	E	Aerofilo	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
NRFA	E		N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	5
NRCS	S	S	Aerofilo	N.D.	pH~7	N.D.	Discretamente saline	Tolleranti	5
NRCH	B	B	N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Tolleranti	N.D.
NTPT	B	S	Aerofilo	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
NTRV	Sc	S	Aerofilo	2	pH~7	Moderata	Discretamente saline	Tolleranti	5
NVEN	Sc	Sc	Aerofilo	2	pH~7	Bassa	Discretamente saline	Modestam. tolleranti	5
NVIR	S	Sc	Acquatico	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Tolleranti	5
NEAF	B	E	Acquatico	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	4
NEAM	E	B	Aerofilo	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	2
NEDU	B	B	Acquatico	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
NPAF			N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
NACI	Sc	Sc	Acquatico	4	pH~7	Bassa	Leggermente saline	Tolleranti	5
NACD	E	B	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Poco tolleranti	3
NZAL	E	E	N.D.	1	N.D.	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	1
NAMP	Sc	Sc	Aerofilo	3	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	5
NZCF	S		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
NDIS	B	B	Aerofilo	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
NFIL	S	Sc	Aerofilo	3	pH~7	Moderata	Saline	Tolleranti	5
NFON	B	B	Acquatico	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
NIGR	S	S	Acquatico	N.D.	pH~7	Buona	Acque dolci	Poco tolleranti	3
NINC	S	S	Aerofilo	3	pH~7	Moderata	Discretamente saline	Tolleranti	5
NINT	C	S	Acquatico	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
NMIC	C	Sc	Acquatico	4	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	5
NPAL	C	S	Aerofilo	4	pH~7	Bassa	Leggermente saline	Assolutam. tolleranti	6
NPAD	S	B	Aerofilo	N.D.	pH~7	N.D.	Acque dolci	Molto sensibili	1
NPAE	S	B	Aerofilo	4	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	5
NIPM	E	B	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	2
NREC	S	S	Acquatico	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	7

Cod. OM-NIDIA ^{6.1}	IPS	TI	(Van Dam <i>et al.</i> , 1994)						
			Umidità	Assorb. Azoto	pH	O ₂	Salinità	Sensibilità inq. organico	Stato trofico
NSOC	S	S	Acquatico	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
NITE	S		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
PBRE	B	B	Acquatico	N.D.	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Modestam. tolleranti	5
PDEC	B		Aerofilo	N.D.	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	1
PGIB	E	B	Aerofilo	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	7
PMIC	S	E	Aerofilo	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Poco tolleranti	7
PNEO	E		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
PNOB	E	E	Aerofilo	1	pH<7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	1
PPIS	E		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
PSGI	E	E	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
PSRU	E		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
PUDL			N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
PVIF	E		Aerofilo	1	pH<7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	2
PVIR	B	E	Aerofilo	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Poco tolleranti	7
PELG	B	B	Aerofilo	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
PPAE	B		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
PLFR	S	S	N.D.	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
PTLA	E	S	Aerofilo	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	5
PTCO	B	B	Acquatico	1	pH~7	Buona	Acque dolci	Molto sensibili	7
PSBR	S	S	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	7
PPRS	B	B	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
PRAD	B		Acquatico	1	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
RSIN	E	B	Aerofilo	2	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Poco tolleranti	3
RABB	B	S	Aerofilo	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
RGIB	E	S	Aerofilo	1	pH>7	Moderata	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
RPET	E	E	N.D.	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	1
SEBA	B	B	Aerofilo	1	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
SECA			N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
SELA	E	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	3
SLCL			N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
SPPU	Sc		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
SPUP	S	Sc	Aerofilo	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	4
SSEM	Sc	S	Aerofilo	3	pH~7	Bassa	Leggermente saline	Modestam. tolleranti	5
SIDE	S	S	Aerofilo	N.D.	N.D.	Elevata	Discretamente saline	Tolleranti	5
SEXG	E	E	Aerofilo	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	1
SGRC	E		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
STKR	E	S	Aerofilo	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
SCON	B	B	Acquatico	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
SSVE	B	B	Acquatico	2	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Poco tolleranti	4
STLA	E		Aerofilo	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	N.D.
SLED	B		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
SPIN	B	B	Aerofilo	2	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Poco tolleranti	7
STMI	B		Aerofilo	2	pH>7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	6
SANG	B	Sc	Aerofilo	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
SBKU	S		Aerofilo	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	5
SLIN	E	E	Aerofilo	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Poco tolleranti	2
SUMI	S	Sc	Aerofilo	N.D.	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Tolleranti	5
UACU	B	B	Aerofilo	2	pH~7	Buona	Leggermente saline	Tolleranti	5
UBIC	S	Sc	N.D.	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	N.D.	5
UCAP	B	S	Acquatico	1	pH~7	Elevata	Leggermente saline	Molto sensibili	5
UDAN	B		Acquatico	N.D.	pH~7	N.D.	Leggermente saline	Poco tolleranti	5
UULN	S	Sc	Aerofilo	2	pH~7	Moderata	Leggermente saline	Modestam. tolleranti	7
VERI	Sc		Acquatico	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	3
ULON	S		Acquatico	1	pH~7	Elevata	Acque dolci	Molto sensibili	4

rischio di estinzione, o rare o in diminuzione (secondo Lange-Bertalot 43 specie in totale; secondo Hofmann 28), le maggiori criticità sono state riscontrate tra le specie tipiche dell'ambiente epifitico. Tra le specie/varietà rilevate sono risultate presenti in tutti gli ambienti *Amphora inariensis*, considerata specie minacciata e *Gomphonema sarcophagus*, *Navicula oblonga*, *Pinnularia microstauron* var. *microstauron*, *Sellaphora bacillum* tutte specie considerate "In diminuzione". Inoltre, nei campioni epifitici, soprattutto su *Schoenoplectus lacustris*, sono state ritrovate, anche se con numeri contenuti (da 2 a 10), le specie *Achnanthydium lineare*, *Encyonema neogratile*, *Encyonema obscurum* var. *obscurum*, *Gomphonema vibrio* e *Rossithidium petersenii*, tutte considerate specie "Minacciate" (RedList 3).

Lo studio dei campioni prelevati nel corso del 2016 analizza anche i risultati derivanti dalla conta su 400

valve (Protocollo di campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua – MLG 111). I risultati di questa analisi sono:

- attraverso la conta su 400 valve sono state riconosciute 142 specie in totale, pari al 68% di tutte le specie determinate nella lettura dei vetrini permanenti;
- le specie presenti in tutti i campioni sono: *Achnanthydium minutissimum*, *Epithemia adnata*, *Gomphonema truncatum*, *Navicula oblonga*;
- l'analisi delle abbondanze relative (Fig. 7) mette in evidenza come sia elevato il numero delle specie rare o occasionali. L'ambiente epifitico è quello in cui è stato rinvenuto il maggior numero di specie (134; 40 in ambiente planctonico e 61 in ambiente epipelico), ed anche quello in cui la popolazione risulta più stabile in quanto le percentuali delle specie rinvenute con maggiore frequenza e più comuni, risultano essere

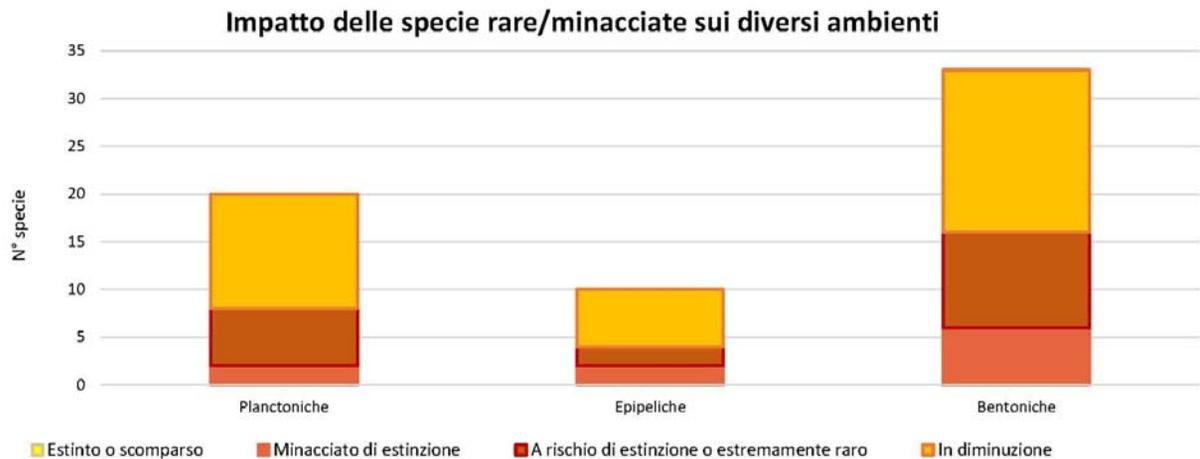


Fig. 6. Distribuzione delle specie Estinte, Minacciate di estinzione, A rischio di estinzione, In diminuzione, nei diversi ambienti di studio.

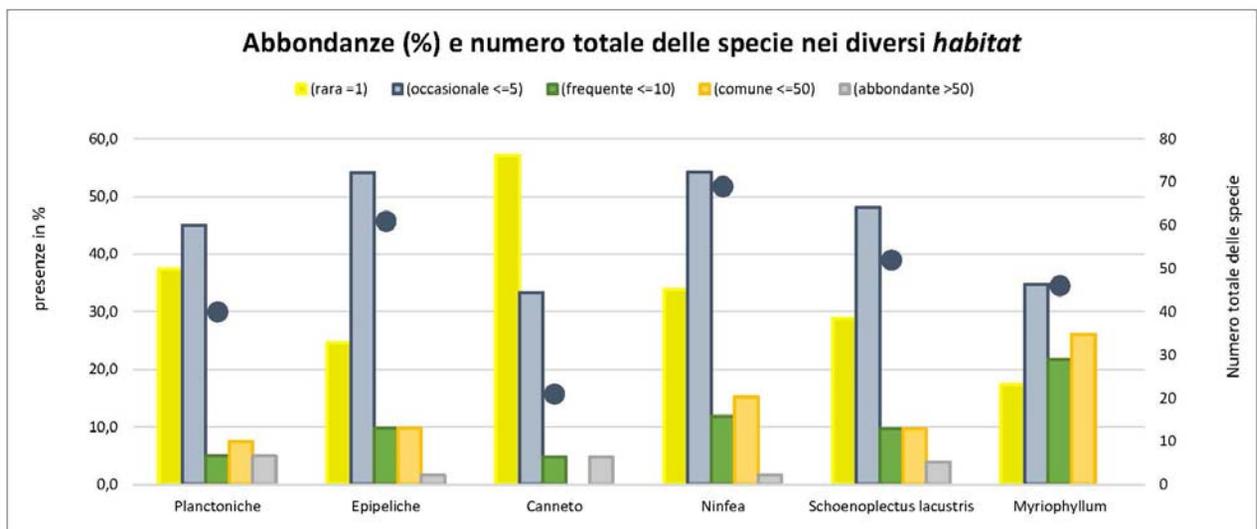


Fig. 7. Analisi delle abbondanze nei diversi habitat: specie rare (=1), occasionali (≤ 5), frequenti (≤ 10), comuni (≤ 50) e abbondanti (> 50), in rapporto al numero totale delle specie (pallino blu).

- superiori al 34%;
- nonostante la Direttiva Europea sulle Acque valuti la Palude di Colfiorito (N01003AL) stabilmente in classe “Sufficiente”, se si potesse applicare l’indice EPI-L per la valutazione della qualità ecologica dei laghi, lo studio relativo alle sole diatomee potrebbe fornire un giudizio di qualità “Elevato” per tutti gli habitat. Ciò non ridimensiona la considerazione che ci troviamo di fronte ad un sistema a rischio, e sottolinea come la variabilità biologica del luogo e dunque la presenza di questi organismi microscopici, debba essere tutelata e ancor più approfondita;
- l’analisi degli indici di α -diversità (Fig. 8) rappresentati dall’Indice di Shannon (Shannon e Weaver, 1949) H' (la diversità della composizione specifica della comunità) e dall’Indice di Simpson (1949) “c” (la concentrazione della dominanza di una o poche specie) indica che, se pur le comunità biotiche si adattano alle pressioni naturali e/o antropiche del territorio, l’ambiente planctonico e quello epifitico della *Phragmites*, risultano le più sofferenti perché la comunità è meno diversificata e prevalgono specie pioniere come *Achnanthydium minutissimum*, o tipiche del plancton lacustre come *Aulacoseira ambigua*, che si caratterizza per avere zigoti che sopravvivono nei sedimenti.

DISCUSSIONE

Le acque della Palude di Colfiorito sono caratterizzate da una biodiversità floristica e faunistica che la rendono unica nel sistema carsico degli Altipiani Plestini dell’Appennino umbro-marchigiano. Biodiversità sicuramente condizionata dalle variazioni del livello idrico che influenza anche i valori chimico-fisici delle acque. Nonostante la Palude sia una conca carsica perennemente inondata, le oscillazioni stagionali e annuali del livello idrico sono fortemente determinate dalle variazioni meteorologiche ma anche dalla batimetria irregolare, dalla natura calcarea del terreno e dalla presenza di

sorgenti sotterranee e di inghiottitoi. L’ampia conca di forma rotondeggiante, sempre più spesso si prosciuga durante i mesi estivi lasciando un’area inaridita estesa, mentre resistono all’essiccamento le due depressioni più importanti poste nell’area centrale della Palude e vicine tra loro, la Pianavella grande e la Pianavella piccola.

Le analisi chimico-fisiche effettuate nel periodo 2000-2020 definiscono condizioni qualitative tendenti al peggioramento, che tuttavia non comportano una diversa valutazione della qualità trofica dell’area umida, ma devono comunque considerarsi un campanello di allarme anche in relazione alla perdita di biodiversità.

La formazione idrofittica più tipica che si può osservare nella Palude di Colfiorito è costituita dalla *Nimphaea alba* il cui sviluppo ed estensione dipendono dalla profondità e dalla permanenza dell’acqua. La vegetazione elofittica che si trova soprattutto nella parte più esterna dello specchio d’acqua è, invece, prevalentemente composta dalla cannuccia di palude (*Phragmites australis*) che, con i suoi 59 ettari circa, ne caratterizza e determina il paesaggio e dallo scirpo (*Schoenoplectus lacustris*). Queste piante si sviluppano dove il terreno è ricoperto d’acqua dall’autunno all’inizio dell’estate e rimane fangoso durante le altre stagioni.

Lo studio delle diatomee in ambiente planctonico, epipelico e epifitico si è rivelato di grande interesse non solo per il numero di specie riconosciute (209) ma anche per le loro caratteristiche ecologiche.

Il calcolo dell’indice di qualità delle acque attraverso l’utilizzo delle diatomee bentoniche lacustri (EPI-L) non è applicabile. Ad oggi, infatti, per ogni campione analizzato non oltre il 49% delle specie riconosciute possono essere utilizzate per il calcolo dell’indice. Si coglie dunque l’occasione per segnalare quanto lavoro è ancora necessario perché queste informazioni diventino inappuntabili.

Gli indici di sensibilità all’inquinamento organico (IPS) e allo stato trofico e al carico di nutrienti di origine naturale (TI), caratterizzano le specie determinate in

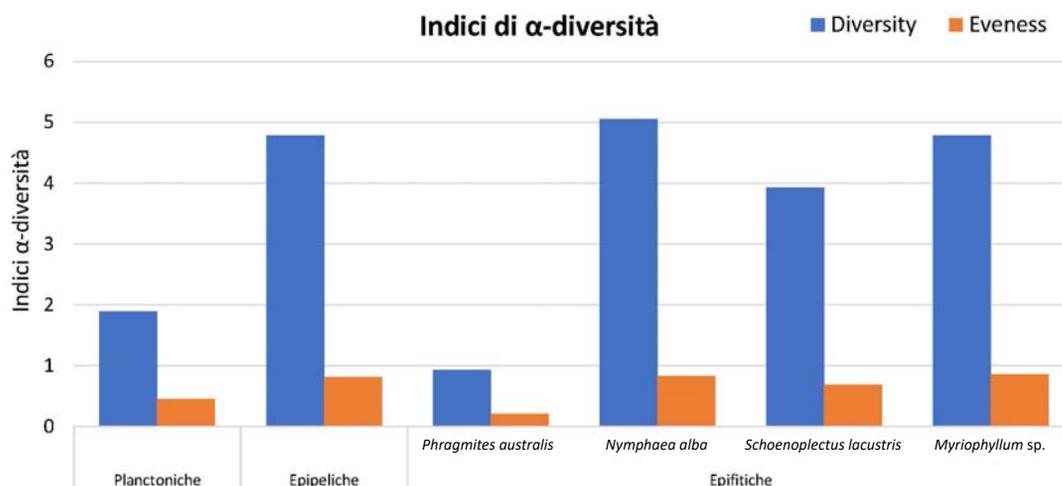


Fig. 8. Indici di α -diversità Shannon (H') e Simpson (c) nei diversi habitat.

modo alquanto differente (Fig. 9). L'indice IPS inserisce un buon numero di specie in classe "elevata" e "buona", pari a circa il 70% in tutti gli ambienti, mentre l'indice TI ne classifica in tale giudizio un numero inferiore, pari a circa il 40%. Bisogna però precisare che l'indice TI, non prende in considerazione un numero di specie molto elevato, pari ad oltre il 25% in ogni ambiente.

Il lavoro mette in evidenza anche le importanti lacune rispetto alla verifica di presenza delle specie rare e/o minacciate (Fig. 10). Per la Palude di Colfiorito si segnala un'alta percentuale di specie considerate non minacciate o con dati insufficienti (il 79% secondo Lange-Bertalot e l'87% secondo Hofmann).

Lo studio ecologico che risulta dalle elaborazioni dei dati acquisiti nel 2016, mette in evidenza, dunque, un ambiente molto delicato dove il buon livello di biodiversità diatomica è sicuramente rappresentativo di un ambiente in equilibrio con le attività umane, ma rafforza la necessità di continuare a lavorare per la tutela e la protezione dell'ambiente.

CONCLUSIONI

La Direttiva Quadro sulle acque considera la Palude di Colfiorito Corpo Idrico Naturale, Macrotipo L4, Tipo M1 (lago mediterraneo polimitico). Le classificazioni ecologiche ottenute ai sensi di tale direttiva per il periodo 2009-2012, 2013-2015 e 2015-2017 (Arpa Umbria, 2017) mostrano una situazione stabile nel tempo sia per gli elementi di qualità biologica (fitoplancton) che chimica (parametri chimico-fisici di base). Il giudizio complessivo è uno Stato Ecologico Sufficiente (RQE medio 0,52). Ma in effetti lo studio delle diatomee mette in evidenza diverse peculiarità e il carattere di unicità di questo ambiente:

- il numero di specie/varietà ritrovate in ambiente planctonico è molto elevato (101);
- sulla pianta semi-acquatica *Shoenoplectus lacustris* è stato ritrovato un alto numero di diatomee (133 specie), mentre, sulla cannuccia di palude sono state riconosciute molte specie (9) del genere *Achnanthe-dium*. Considerando il carattere pioneristico di questo

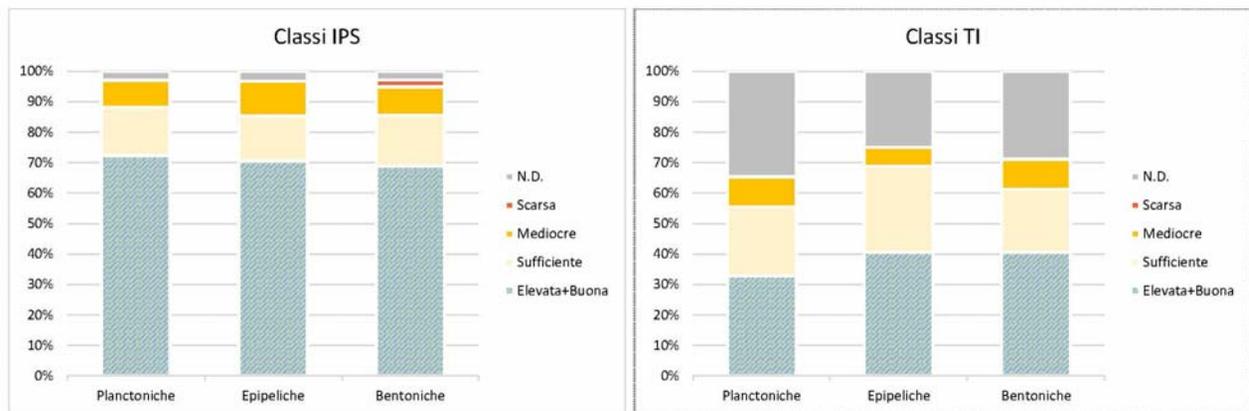


Fig. 9. Inquadramento ecologico e confronto delle classi di qualità IPS e TI (Inquinamento organico) nei diversi ambienti studiati. Si noti la percentuale di specie non classificate (N.D.).

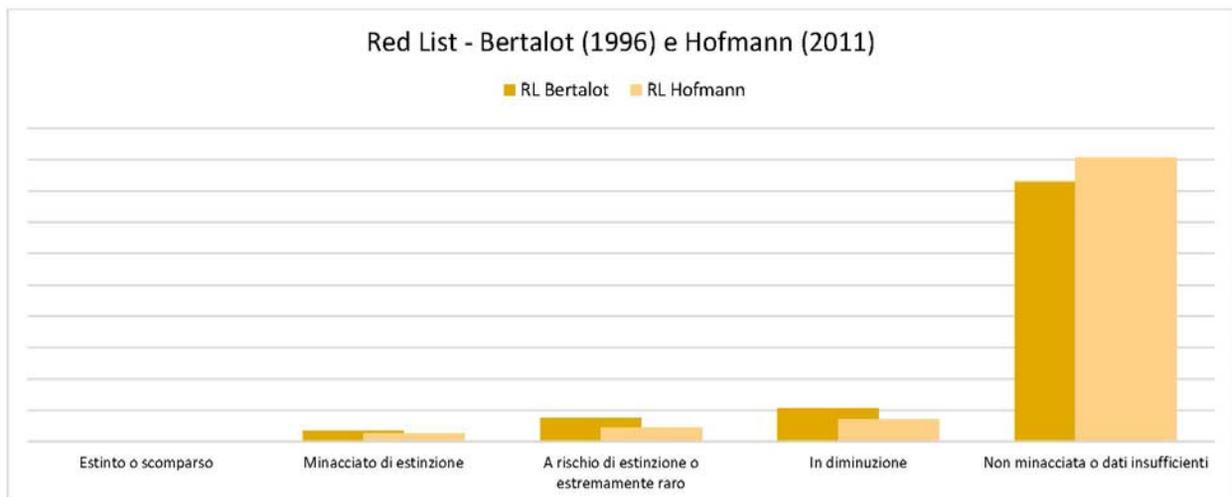


Fig. 10. Analisi delle specie in Red List secondo Lange-Bertalot (1996) ed Hofmann (2011).

genere, ciò potrebbe essere interpretato come indice di una popolazione ancora non stabile, una situazione di precarietà, in via di formazione;

- praticamente assenti (<2%), secondo la normativa europea sulle acque, le specie classificate in classe "scarsa";
- l'ambiente epifittico è quello in cui sono maggiormente presenti specie rare o minacciate di estinzione o in diminuzione.

La mancanza di liste floristiche storiche di diatomee tipiche della Palude è una difficoltà oggettiva per valutare se e in che termini, la situazione si sia evoluta nel tempo. Non possiamo ad oggi, infatti, spiegare come il sempre più scarso apporto di acque piovane ed il costante aumento di temperatura delle acque, possano agire sulla popolazione diatomica. L'elevato numero di specie evidenziate, 209 specie/varietà, stabilisce un punto di partenza per studi futuri, ma per spiegare possibili effetti

indotti dai cambiamenti climatici è necessario sicuramente portare avanti ulteriori studi di approfondimento.

A completamento dello studio sulle diatomee presenti nella Palude di Colfiorito, si riportano in Allegato 1 le immagini delle diatomee più frequenti presenti nell'ambiente planctonico, epipelico e epifittico; nell'Allegato 2 quelle più abbondanti e nell'Allegato 3 alcune diatomee osservate al microscopio elettronico (SEM).

RINGRAZIAMENTI

Ritengo doveroso ringraziare la collega Valentina Della Bella, indispensabile supporto in tutte le fasi di prelievo dei campioni; le colleghe Bianca Rita Eleuteri e Laura Picchiarelli per la disponibilità che hanno offerto come responsabili per il comune di Foligno del Parco Regionale di Colfiorito e del Museo Naturalistico per recuperare dati storici e documenti, per fornire supporto organizzativo e per coordinare importanti occasioni di divulgazione con le scuole del territorio oltre che sociali. Ringrazio infine il prof. Bruno Granetti per il grande sostegno morale e tecnico.

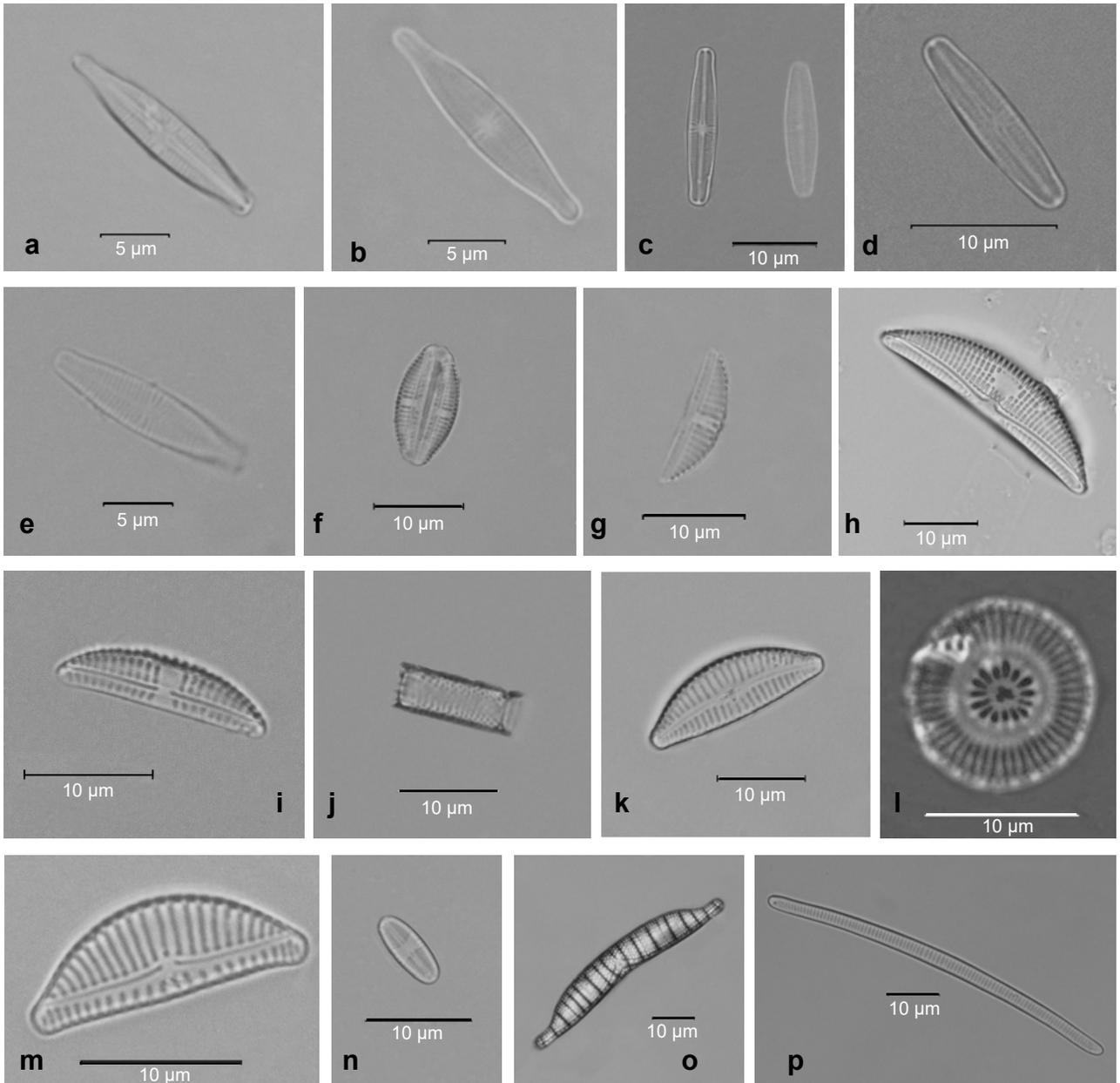
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

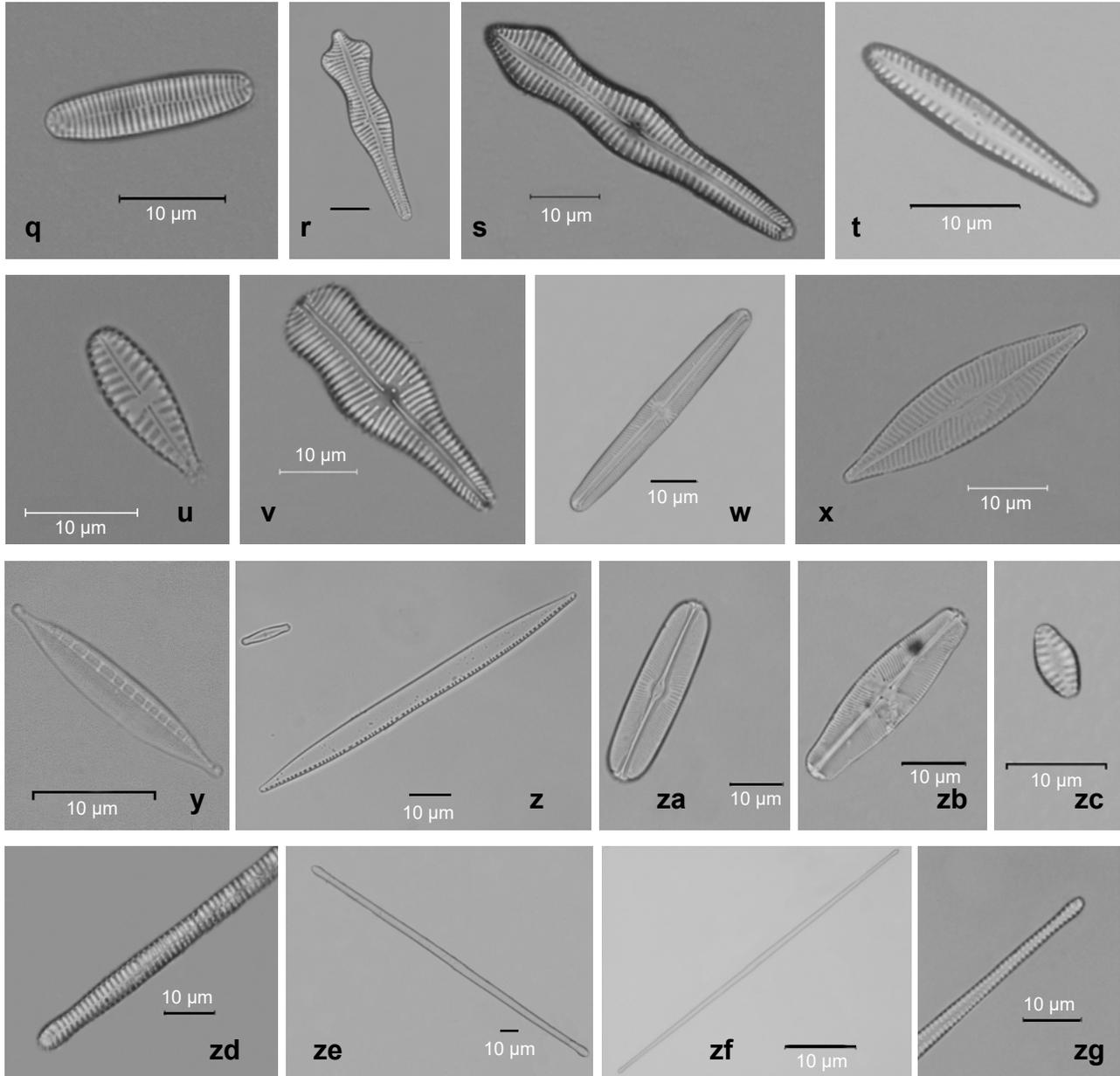
- Arpa Umbria, autori vari, 2017. *Valutazione dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici lacustri (2013-2015)*. Marzo 2017.
- Bey M., Ector L., 2013. *Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhône-Alpes. Tomes 1, 2, 3, 4, 5, 6*. Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement RHÔNE-ALPES. 1182+27 pp.
- CEMAGREF, 1982. *Etude de Méthodes Biologiques Quantitatives d'Appréciation de la Qualité des eaux. Rapport*. Q.E. Lyon-A.F.B. Rhone-Méditerranée-Corse. 218 pp.
- DIRETTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (GU L 27 del 22.12.2000).
- Hofmann, G., Werum, M., Lange-Bertalot, H., 2011. *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Bestimmungsflores Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. A.R.G. Gantner Verlag K.G (908 pp).
- Hofmann G., Lange-Bertalot H., Werum M., Klee R., 2018. *Rote Liste der limnischen Kieselalgen*. Naturschutz und Biologische Vielfalt **70** (7), 601-708.
- ISPRA-IS-ISE-IRSA CNR-ENEA, 2014. *Metodi biologici per le acque superficiali interne*. MLG 111/2014, Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali. Seduta del 27 novembre 2013 Doc.n.38/13CF.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1986-1991. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Ettl.H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenhauer D. (eds), 2/1. Bacillariophyta. Naviculaceae: 876 pp.; 2/2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae: 596 pp.; 2/3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae: 576 pp.; 2/4. Achnantheaceae: 437 pp. G. Fisher, Stuttgart, New York.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 2004. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Ettl.H., Gärtner G., Heynig H. & Mollenhauer D. (eds), 2/4. Bacillariophyta. Achnantheaceae: 468 pp. G. Fisher, Stuttgart, New York.
- Krammer K., 2000-2003. *Diatoms of Europe*. Vol.1. The genus Pinnularia: 703 pp.; Vol.2 Navicula: 526 pp.; Vol.3. Cymbella: 584pp.; Vol.4. Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella: 530 pp. H. Lange-Bertalot, A.R.G. Gantner Verlag K.G. Ruggell
- Lange-Bertalot H., 2001. *Diatoms of Europe*. Vol.2 (Navicula sensu stricto, 10 genera separated from Navicula sensu stricto, Frustulia)"- Edited H.Lange-Bertalot. 526 pp. 526 pp. Lange-Bertalot H., 2013. *Diatomen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. K. Scientific Books. 908 pp.
- Lange-Bertalot H., Steindorf A., 1996. *Rote Liste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyta) Deutschlands*. Schr. - R.f. Vegetationskde, **28**: 663-677.
- Marchetto A., Lugliè A., Padedda M.P., Mariani M.A. Sechi N., 2013. *Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi*. CNR-Istituto per lo studio degli Ecosistemi di Verbania. 154 pp.
- Orsomando E., Dell'Uomo A., Torrisi M., 2005. *L'arrossamento delle acque del Fagiolaro*. Estratto da Plestia Colfiorito XXVIII Mostra Mercato e Sagra della Patata Rossa della Montagna Umbro-Marchigiana. 12-21 agosto 2005: 23-38.
- Rott E., Hofmann G., Pall K., Pfister P., Pipp E., 1997. *Indikationslisten für Aufwuchsalgen*. Teil 1. Saprobienliste Indikation - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien. 73 pp.
- Rott E., Pipp E., Pfister P., Van Dam H., Orther K., Binder N., Pall K., 1999. *Indikatorlisten für aufwuchsalgen in Österreichischen fließgewässern*. Teil 2: Trophieindikation. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster, Wien, Austria.
- Shannon C.E., Weaver W., 1949. The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press *Techn. J.* **27**: 37-42.
- Simpson E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* **163**: 688.
- Utermöhl H., 1958. Zur vervollkommen der qualitativen Phytoplankton metodik. *Mitt. Int. Verein. Limnol.* **9**: 1-38.
- Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J., 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherland. *Nether. J. Aqu. Ecol.*, **28**(1): 117-133. <http://diatoms.org> <https://naturalhistory.museumwales.ac.uk/diatoms> <https://www.algaebase.org>

ALLEGATO 1

Di seguito si riportano alcune immagini delle diatomee più “frequenti” (n° valve > 10 su 400) nell’intera Palude.

- | | | | | | |
|----|--|----|--|----|--|
| a | <i>Achnantheidium jackii</i> , epivalva | b | <i>Achnantheidium jackii</i> , ipovalva | c | <i>Achnantheidium minutissimum</i> |
| d | <i>Achnantheidium saprophilum</i> , epivalva | e | <i>Achnantheidium saprophilum</i> , ipovalva | f | <i>Amphora indistincta</i> , connettivale |
| g | <i>Amphora indistincta</i> | h | <i>Amphora lange-bertalotii</i> var. <i>tenuis</i> | i | <i>Amphora pediculus</i> |
| j | <i>Aulacoseira ambigua</i> | k | <i>Cymbella excisa</i> | l | <i>Discostella pseudostelligera</i> (contrasto) |
| m | <i>Encyonema ventricosum</i> | n | <i>Eolimna minima</i> | o | <i>Epithemia adnata</i> |
| p | <i>Eunotia bilunaris</i> | q | <i>Fragilariforma nitzschioides</i> | r | <i>Gomphonema acuminatum</i> |
| s | <i>Gomphonema brebissonii</i> | t | <i>Gomphonema elegantissimum</i> | u | <i>Gomphonema olivaceum</i> |
| v | <i>Gomphonema truncatum</i> | w | <i>Navicula oblonga</i> | x | <i>Navicula trivialis</i> |
| y | <i>Nitzschia dissipata</i> ssp. <i>dissipata</i> | z | <i>Nitzschia intermedia</i> | za | <i>Sellaphora bacillum</i> |
| zb | <i>Sellaphora capitata</i> | zc | <i>Staurosira venter</i> | zd | <i>Ulnaria biceps</i> , particolare dell'estremità |
| ze | <i>Ulnaria biceps</i> | zf | <i>Ulnaria danica</i> | zg | <i>Ulnaria danica</i> , particolare dell'estremità |





- | | | | | | |
|----|--|----|--|----|--|
| a | <i>Achnantheidium jackii</i> , epivalva | b | <i>Achnantheidium jackii</i> , ipovalva | c | <i>Achnantheidium minutissimum</i> |
| d | <i>Achnantheidium saprophilum</i> , epivalva | e | <i>Achnantheidium saprophilum</i> , ipovalva | f | <i>Amphora indistincta</i> , connettivale |
| g | <i>Amphora indistincta</i> | h | <i>Amphora lange-bertalotii</i> var. <i>tenuis</i> | i | <i>Amphora pediculus</i> |
| j | <i>Aulacoseira ambigua</i> | k | <i>Cymbella excisa</i> | l | <i>Discostella pseudostelligera</i> (contrasto) |
| m | <i>Encyonema ventricosum</i> | n | <i>Eolimna minima</i> | o | <i>Epithemia adnata</i> |
| p | <i>Eunotia bilunaris</i> | q | <i>Fragilariforma nitzschioides</i> | r | <i>Gomphonema acuminatum</i> |
| s | <i>Gomphonema brebissonii</i> | t | <i>Gomphonema elegantissimum</i> | u | <i>Gomphonema olivaceum</i> |
| v | <i>Gomphonema truncatum</i> | w | <i>Navicula oblonga</i> | x | <i>Navicula trivialis</i> |
| y | <i>Nitzschia dissipata</i> ssp. <i>dissipata</i> | z | <i>Nitzschia intermedia</i> | za | <i>Sellaphora bacillum</i> |
| zb | <i>Sellaphora capitata</i> | zc | <i>Staurosira venter</i> | zd | <i>Ulnaria biceps</i> , particolare dell'estremità |
| ze | <i>Ulnaria biceps</i> | zf | <i>Ulnaria danica</i> | zg | <i>Ulnaria danica</i> , particolare dell'estremità |

ALLEGATO 2

Di seguito le immagini delle specie più “abbondanti” ritrovate nell’intera Palude (n° valve >50 su 400).

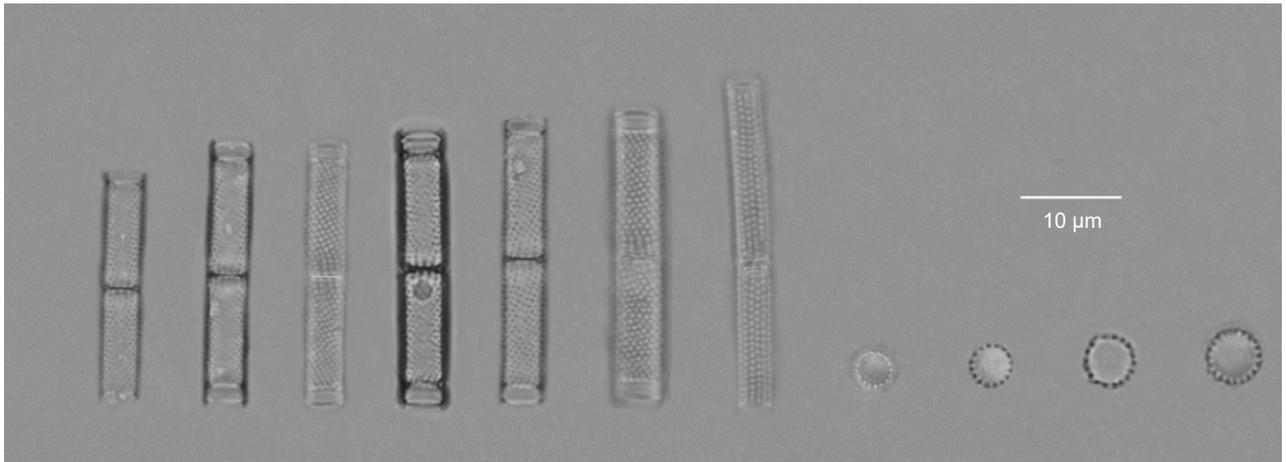
Specie dominanti in ambiente planctonico

Fig. 1. Variabilità morfologica di *Aulacoseira ambigua* in vista connettivale e valvare.

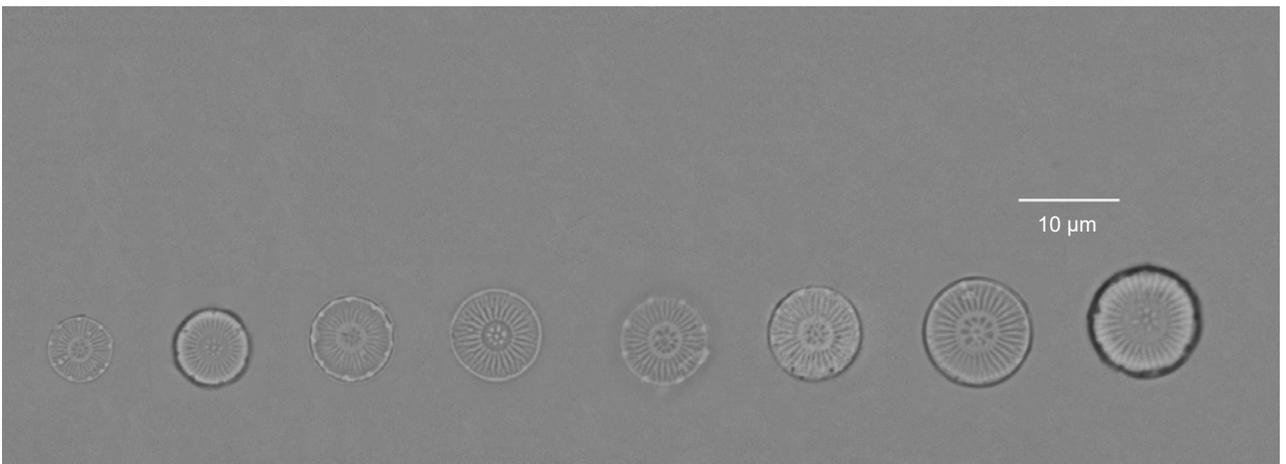


Fig. 2. Variabilità morfologica di *Discostella pseudostelligera* in vista valvare.

Specie dominante in ambiente epipelico

Fig. 3. Variabilità morfologica di *Sellaphora bacillum* in vista valvare.

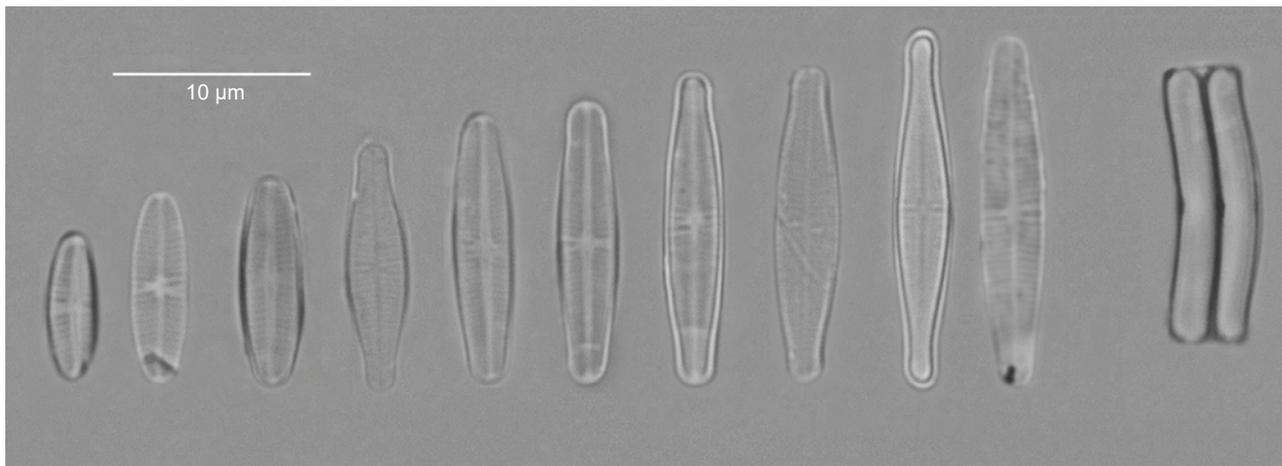
Specie dominanti in ambiente epifitico

Fig. 4. Variabilità morfologica di *Achnantheidium minutissimum* in vista valvare e connettivale.

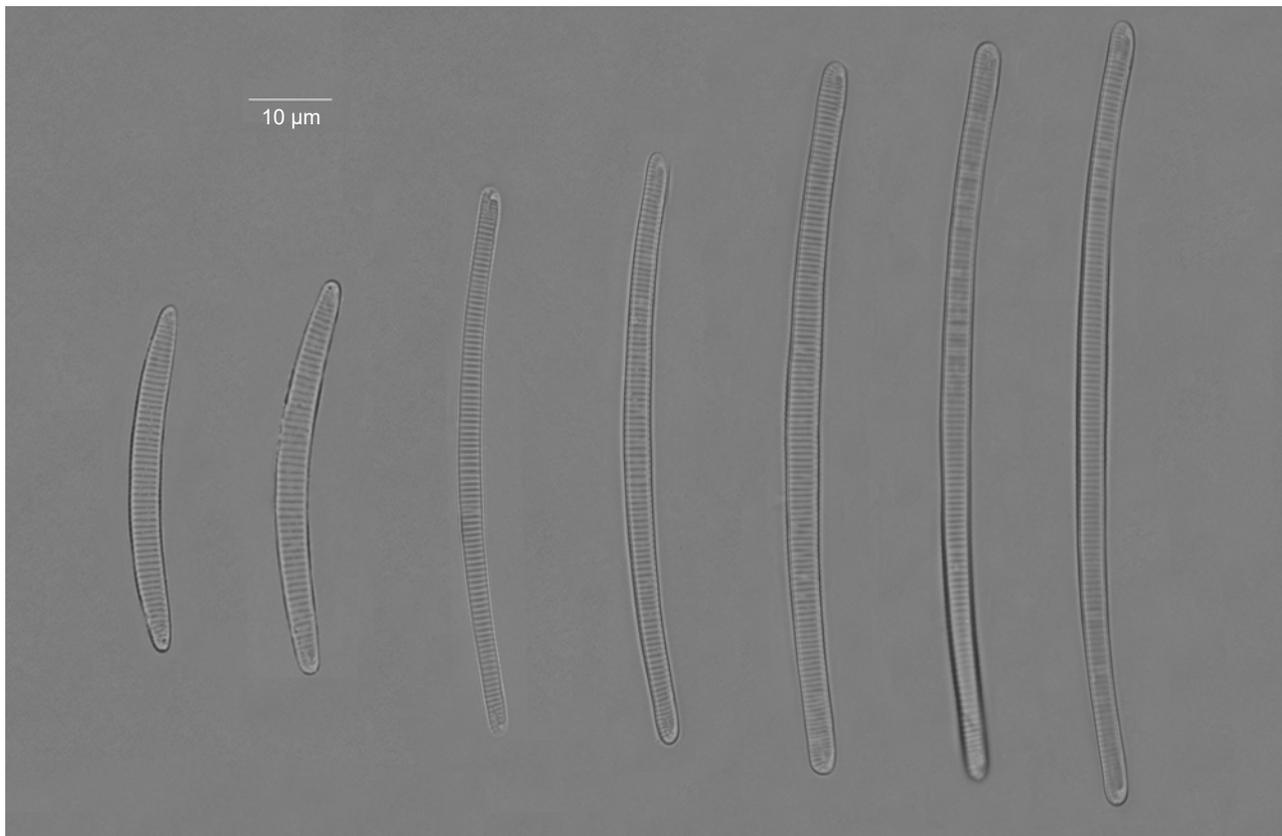
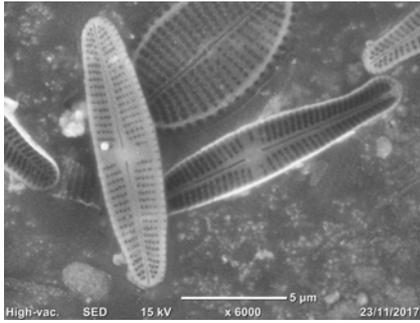


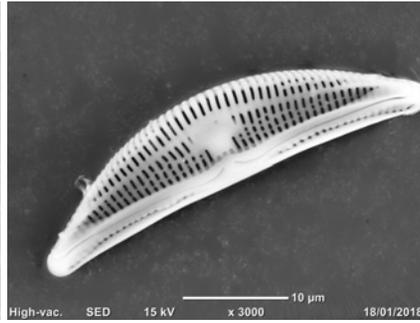
Fig. 5. Variabilità morfologica di *Eunotia bilunaris* in vista valvare.

ALLEGATO 3

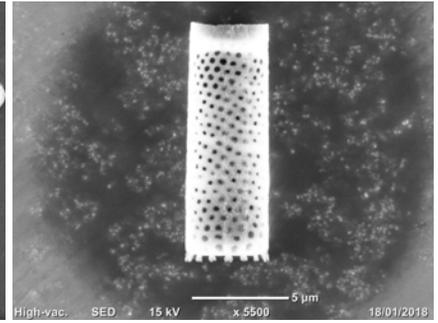
Immagini di diatomee studiate al microscopio elettronico a scansione (SEM)



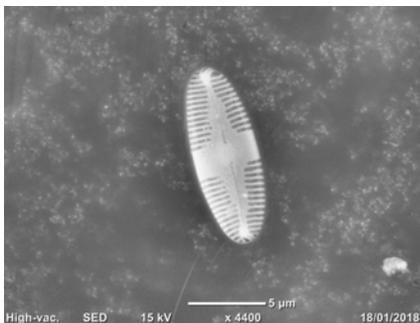
Achnanthisdium jackii ADJK, *Achnanthisdium minutissimum*, ADMI, *Cocconeis euglypta* CEUG -vista valvare -6000 ingrandimenti



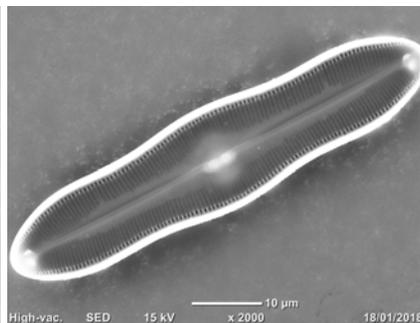
Amphora lange-bertalotii var. tenuis ALGT -vista valvare



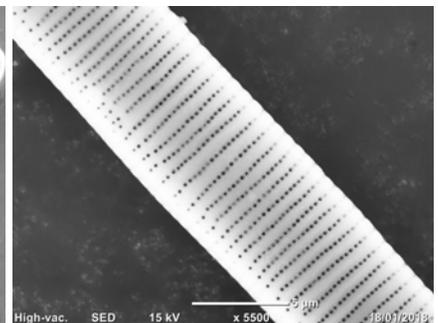
Aulacoseira ambigua AAMB -vista connettivale con il particolare delle spine corte e curvatura a destra delle areole -5500 ingrandimenti



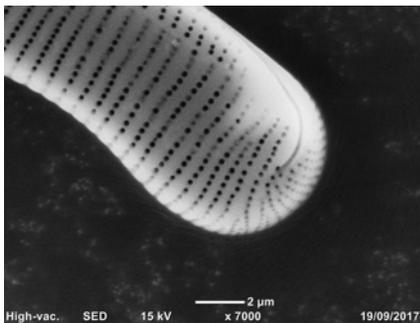
Caloneis fontinalis CFON -vista valvare -4400 ingrandimenti



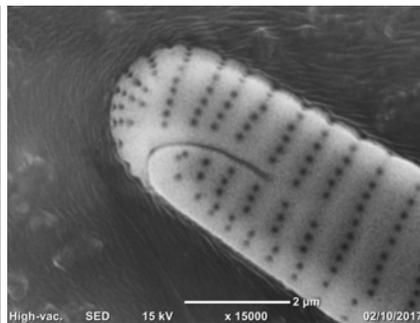
Caloneis silicula CSIL -vista della valva interna con le evidenze delle terminazioni centrali e terminali del rafe -2000 ingrandimenti



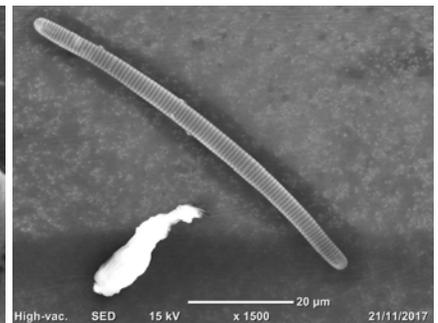
Eunotia arcubus EARB -vista valvare, particolare delle striae uniseriate nella porzione centrale della valva -5500 ingrandimenti



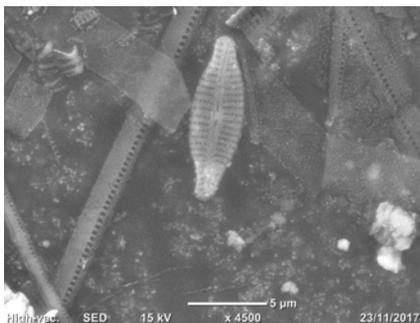
Eunotia arcubus EARB -vista valvare, particolare della terminazione della valva, visibili le striae e la chiusura del canale del rafe -7000 ingrandimenti



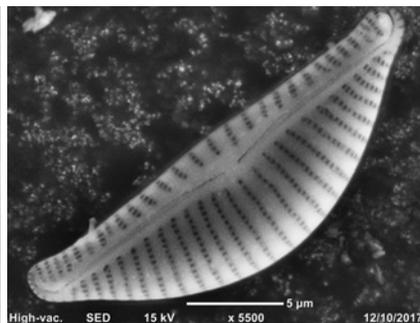
Eunotia bilunaris EBIL -vista valvare, particolare della terminazione della valva, visibili le striae e la chiusura del canale del rafe -15000 ingrandimenti



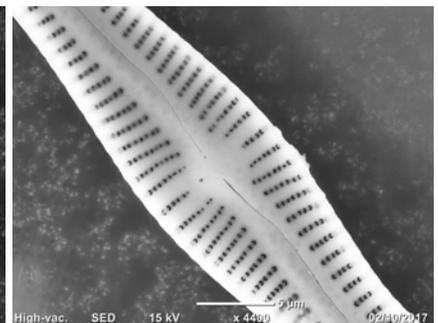
Eunotia bilunaris EBIL -vista valvare -1500 ingrandimenti



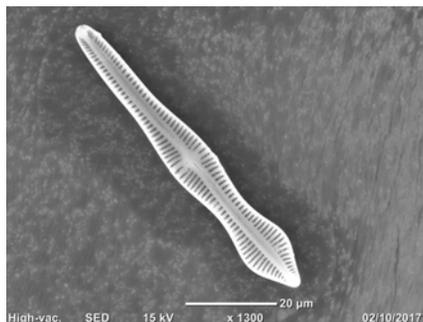
Encyonopsis minuta ECPM -vista valvare -4500 ingrandimenti



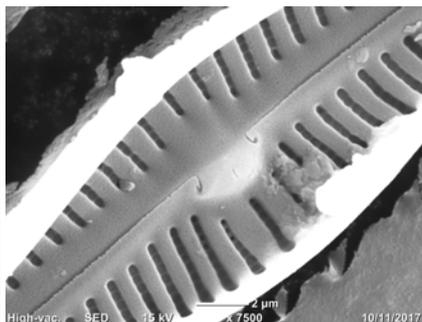
Encyonema ventricosum ENVE -vista valvare, con evidenza delle disposizioni delle striae, dello stigma, del canale del rafe -5500 ingrandimenti



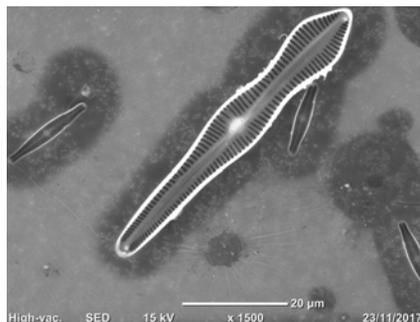
Gomphonema brebissonii GBRE -ingrandimento della porzione centrale della valva in vista valvare, visibile l'andamento ondulato del rafe e lo stigma -4400 ingrandimenti



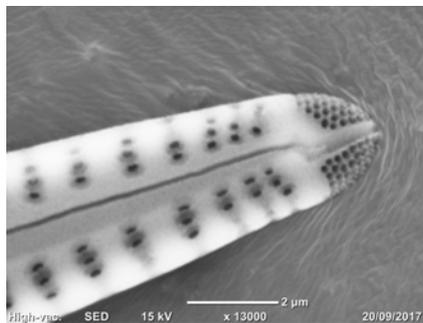
Gomphonema brebissonii GBRE -vista valvare -1300 ingrandimenti



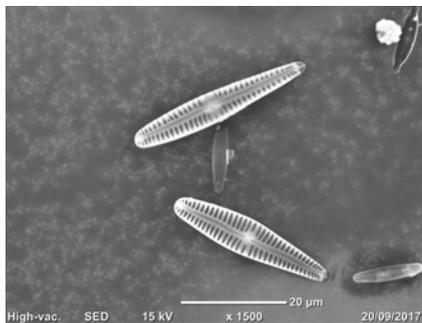
Gomphonema brebissonii GBRE -vista valvare, particolare della valva vista dall'interno, evidenti le terminazioni centrali del rafe e forma e disposizione delle strie -7500 ingrandimenti



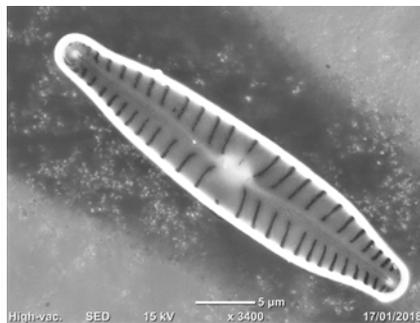
Gomphonema brebissonii GBRE -vista valvare, forme, terminazioni del rafe e striae come appaiono osservate dal suo interno -1500 ingrandimenti



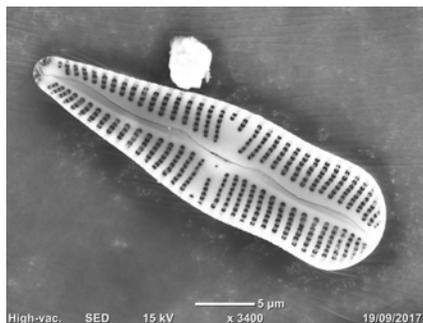
Gomphonema pumilum GPUM -vista valvare, particolare dei pori apicali all'estremità inferiore della valva -13000 ingrandimenti



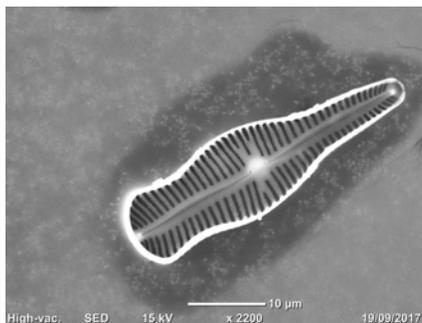
Gomphonema pumilum GPUM -vista valvare -1500 ingrandimenti



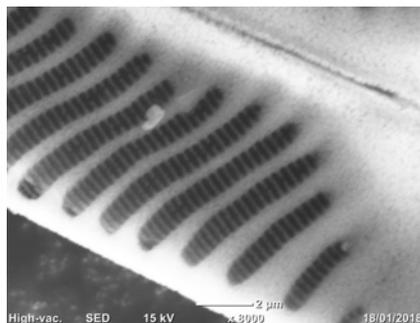
Gomphonema sarcophagus GSAR -vista valvare, valva osservata dal suo lato interno -3400 ingrandimenti



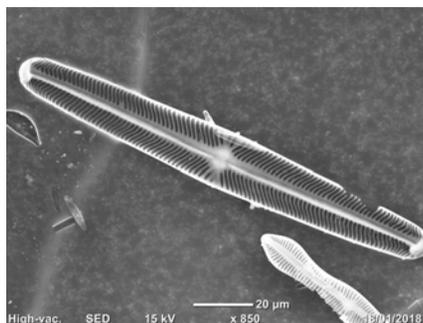
Gomphonema truncatum GTRU -vista valvare -3400 ingrandimenti



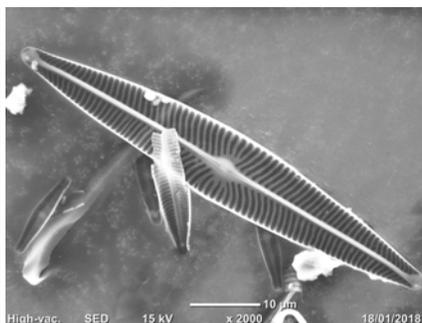
Gomphonema truncatum GTRU -vista valvare, valva osservata dal suo lato interno -2200 ingrandimenti



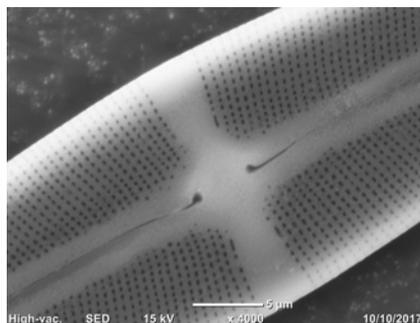
Navicula oblonga NOBL -vista valvare, dettaglio delle striae centrali -8000 ingrandimenti



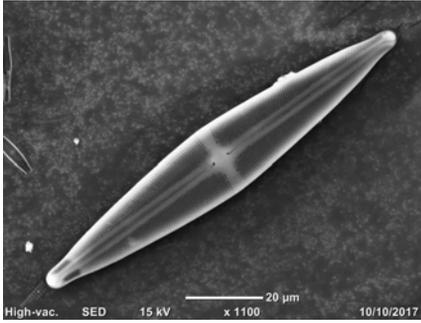
Navicula oblonga NOBL -vista valvare -850 ingrandimenti



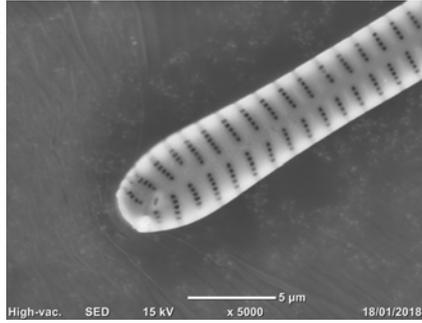
Navicula radiosa NRAD -vista valvare -2000 ingrandimenti



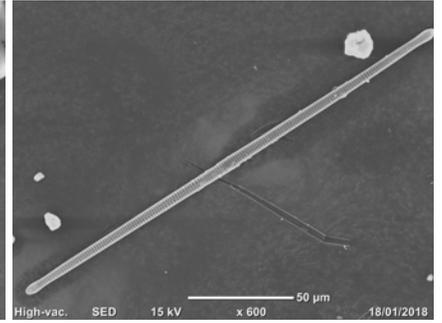
Stauroneis gracilis SGRC -vista valvare, particolare dell'area centrale, disposizione delle striae, delle terminazioni del rafe e della fascia centrale a forma di fiocco -4000 ingrandimenti



Stauroneis gracilis SGRC -vista valvare -1100 ingrandimenti



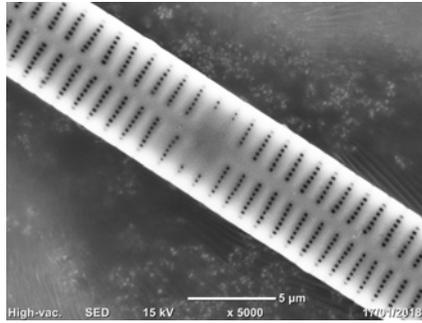
Ulnaria biceps UBIC -vista valvare, particolare della terminazione della valva -5000 ingrandimenti



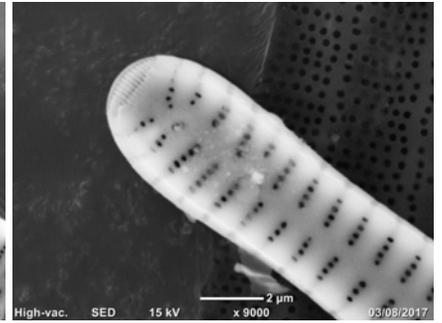
Ulnaria biceps UBIC -vista valvare -600 ingrandimenti



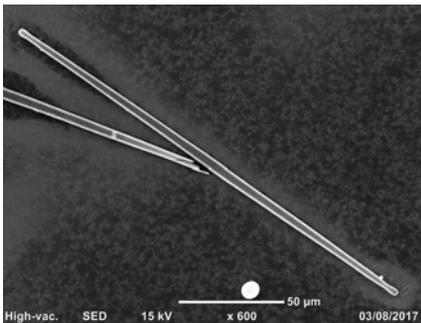
Ulnaria capitata UCAP -vista valvare -500 ingrandimenti



Ulnaria danica UDAN -vista valvare, particolare dell'area centrale, forma e disposizione delle strie e della fascia rettagonale -5000 ingrandimenti



Ulnaria danica UDAN -vista valvare, particolare dell'estremità della valva con i pori apicali -9000 ingrandimenti



Ulnaria danica UDAN -vista valvare -600 ingrandimenti