

# Le Fonti del Clitunno – Studio della comunità diatomica

Rosalba Padula

A.R.P.A. Umbria, via Pievaiola Str.San Sisto 06132 Perugia (PG) r.padula@arpa.umbria.it

Pervenuto il 19.4.2017; accettato il 11.12.2017

## Riassunto

L'aspetto straordinariamente piacevole delle Fonti del Clitunno, e l'interesse storico-naturalistico dell'area, hanno indotto la Regione Umbria a inserirla tra le aree soggette a tutela/valorizzazione e tra i siti di importanza comunitaria (SIC) della Rete Natura 2000 ("IT5210053 - Fiume e Fonti del Clitunno").

Con il presente lavoro si intende contribuire alla conoscenza delle Fonti del Clitunno dal punto di vista biologico, esaminando l'aspetto floristico delle acque sorgive. In particolare l'attenzione è diretta allo studio, presenza e distribuzione delle Bacillariophyceae, micro-alghe unicellulari, solitarie o coloniali, responsabili della produzione di ossigeno e alla base della catena trofica.

PAROLE CHIAVE: Bacillariophyceae / forme teratologiche / forme alloctone / Lista Rossa

## Fonti del Clitunno - Study of diatomic community

The extraordinarily pleasant Clitunno's springs' appearance, and the historical-naturalistic appeal of the area, has driven the Umbria regional administration to insert them among the zones, subject to safeguard and promotion and among the sites of community importance (SIC) of the Natura 2000 Network ("IT5210053 - River and Clitunno's springs").

The aim of this study is to contribute in spreading the biological knowledge of the Clitunno's springs, examining their floral aspect. In particular, the study was focused on Bacillariophyceae, unicellular micro-algae which are important oxygen producers at the bottom of the trophic chain.

KEYWORD: Bacillariophyceae / teratological forms / alien shapes / Red List

## INTRODUZIONE

Le Fonti del Clitunno rappresentano uno specchio d'acqua di notevole limpidezza, colonizzato, per tutto lo spessore, da una spettacolare vegetazione acquatica. Le acque sorgive, mediamente mineralizzate a bicarbonati e solfati alcalino terrosi, provengono dalla dorsale appenninica dei monti del Serano; la loro portata è fortemente correlata all'andamento pluviometrico, con un ritardo di circa 6 mesi della portata massima rispetto alle precipitazioni (Vetturini, 1995). Le Fonti sono formate da numerose sorgenti sotterranee che fuoriescono da fessurazioni della roccia (sorgenti reocrene) e da polle, vene poste sotto il livello dell'acqua (sorgenti limnocrene), individuabili nel fondo del laghetto. Tali sorgenti alimentano il fiume Clitunno che scorre per 60 km, parallelamente alla Via Flaminia, e confluisce nei pressi del paese di Cannara, nel Fiume Topino, affluente

del Fiume Tevere. Lo specchio d'acqua che si origina dalle Fonti ha una superficie di 9.880 m<sup>2</sup> (perimetro 405 m, lunghezza 115 m in direzione est-ovest, larghezza circa 100 m). Tale vaso, il cui fondo si presenta irregolare ed accidentato, ha una profondità variabile da 10 cm fino a 6 m nelle zone più profonde. La sistemazione delle Fonti del Clitunno, così come le vediamo oggi, è dovuta all'opera di Paolo Campello della Spina, che tra il 1860 e il 1865 creò lo spazio per il laghetto e provvide alla piantumazione della vegetazione che ancora oggi le caratterizza, come i salici piangenti e i pioppi. Particolarmente interessanti su tutto lo specchio acquatico, la presenza di velari algali costituiti da specie filamentose che tappezzano il fondo sabbioso o formano trame sospese tra le idrofite sommerse.

Al fine di individuare i migliori siti di campionamen-

to, sono stati studiati i diversi ambienti presenti nell'area di studio (Fig. 1). Ciò ha permesso di differenziare la composizione delle comunità diatomiche nei diversi microhabitat bentonici (epifitici, epipelici, epilittici) e planctonici.

Le acque sorgive sono caratterizzate da valori chimico-fisici costanti nell'anno, che non sembrano essersi modificati neppure nel tempo (Tab. I). Particolarmente interessanti i valori di temperatura dell'acqua che, a qualunque profondità e stagione, rimangono pressoché costanti.

Dal punto di vista meteo-climatico, i dati disponibili per il periodo 2000-2012, validati dal Servizio Idrografico Regionale, mostrano nell'area un andamento pluviometrico in linea con le osservazioni nazionali: a fronte di un totale medio annuo di 756 mm di pioggia (stazione di riferimento di Azzano, Comune di Spoleto), sono stati misurati 452 mm di pioggia annui nel 2011 (confermandosi tra gli anni più siccitosi del decennio), e 762 mm nel 2012. Rispetto ai valori di temperatura

atmosferica, invece, si può far riferimento alla stazione meteorologica di "Spoleto" (Comune di Spoleto). I dati disponibili evidenziano temperature medie mensili che variano da +3°C a +27°C nelle condizioni più estreme, e, nel periodo di nostro interesse, valori di +14,2 (maggio 2011) e +3,7 (febbraio 2012) rimanendo così in linea con la tendenza dell'ultimo decennio.

Lo studio vuole migliorare la conoscenza delle Bacillariophyceae presenti nel sistema sorgivo delle Fonti del Clitunno. Infatti, le diatomee individuate in lavori precedenti (ad esempio da Torrissi e Dell'Uomo 2001), vista la loro particolarità ecologica e tassonomica, hanno indotto ad ulteriori approfondimenti individuando così una comunità significativa e di particolare interesse.

## MATERIALI E METODI

Le Fonti sono situate nel comune di Campello sul Clitunno (PG), cittadina a metà strada tra Foligno e Spoleto. Nel laghetto si possono distinguere cinque importanti zone, in cui sono stati localizzati i sei punti

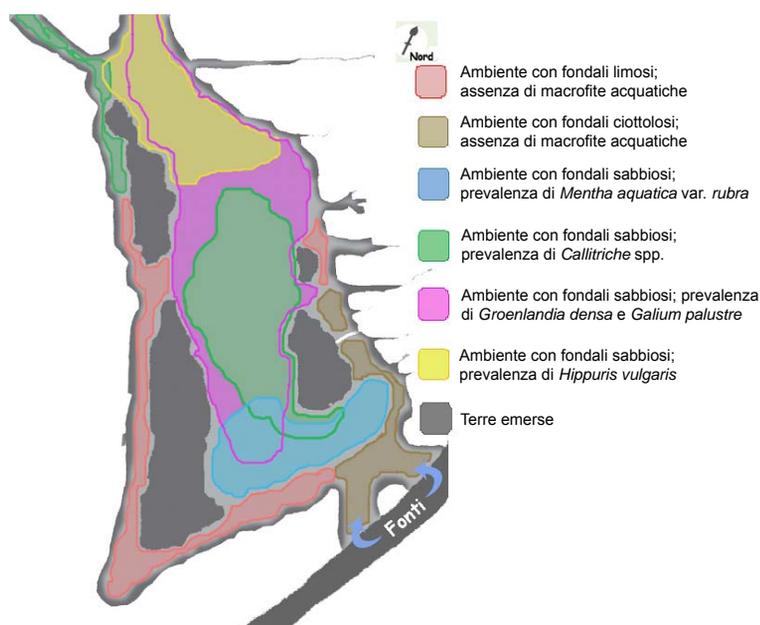


Fig. 1. Individuazione degli areali.

Tab. I. Dati chimico-fisici: valori medi di alcuni parametri tratti dalla letteratura o misurati da ARPA Umbria.

Parametro	Valori Medi			
	Moretti G., 1949	Torrissi e Dell'Uomo, 2001	ARPA Umbria, 2000-2008	ARPA Umbria, Feb.2012
Temperatura (°C)	13,0	12,3	12,2	11,8
ph (unità pH)	7,2	7,39	7,44	7,4
Conducibilità (µS/cm)	-	752,8	740,7	840,0
Ossigeno disciolto (mg/L)	<9	6,62	7,00	6,5
BOD (mg/L)	-	0,84	0,91	-
Cloruri (mg/L)	<10	10,46	5,9	-
Azoto Amm. (mg/L NH <sub>4</sub> )	<0,04	-	<0,04	-

di campionamento (Fig. 2):

- ZONA DELLE PRIME VENE REOCRENE: acque poco profonde (10-20 cm), limpide, con fondo sassoso e buona velocità di corrente. Punto 1;
- ZONA DELLE VENE REOCRENE LATERALI - Area est del bacino: acque poco profonde (20-80 cm), leggermente torbide, con fondo misto, ciottoloso e limoso, e discreta velocità di corrente. Punto 2;
- ZONA DELLE POLLE LIMNOCRENE – Area centrale del bacino: acque molto profonde (1-6 m), limpide, con fondo sabbioso e moderata velocità di corrente. Punti 3, 5, 6;
- ZONA DELL'EMISSARIO: acque profonde (1-4 m), limpide, inizialmente con fondo ciottoloso che col proseguire del corso diventa più sabbioso, misto a sabbia e limo; polle poco profonde e sempre più sporadiche; buona velocità di corrente soprattutto superficiale. Punto 4;
- ZONA DI PALUDE – Area ovest del bacino: acque poco profonde (20 cm-1 m), torbide, con fondo melmoso, acque stagnanti. Questa zona elocrenica è stata esclusa dallo studio in quanto la ridotta velocità di corrente non permette l'insediamento di una comunità diatomica rappresentativa del sistema sorgivo.

Rispetto alla tipologia del substrato campionato, sono state studiate le diatomee bentoniche epilittiche (Punti 1, 2 e 4), epifittiche (Punti 3, 4 e 5), epipeliche (Punto 2) e planctoniche (Punto 6).

La procedura di campionamento delle diatomee ha rispettato per i Punti 1, 2, 3, 4 e 5 il "Protocollo per il campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua", e per il Punto 6 il "Protocollo per il campionamento di fitoplancton in ambiente lacustre" redatto da APAT (2007), aggiornato poi da ISS-ISPRA-ISE-IRSA-ENEA (2014). Per ogni punto di prelievo



Fig. 2. Stazioni di campionamento.

è stata campionata una superficie sufficientemente rappresentativa dell'area di studio, prelevando diatomee da substrati duri, macrofite o alghe, e diatomee planctoniche.

Per ogni campione prelevato, trattato prima con perossido di idrogeno a freddo e poi a caldo, sono stati preparati vetrini permanenti montati su Naphrax®. L'osservazione, effettuata con microscopio ottico a 1000 ingrandimenti, ha permesso la determinazione a livello di genere e di specie, e ove possibile di varietà, di ogni individuo esaminato (Tav. I e II). L'identificazione dei taxa è stata eseguita consultando la Monografia di Krammer e Lange-Bertalot (1986-1991, Teil 1, 2, 3 e 4), il volume Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa (Hofmann *et al.*, 2013), i volumi di Diatoms of Europe (Lange-Bertalot, 2000-2003) e l'Atlante di Bey e Ector (2013, Tome 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

Con l'ausilio di una fotocamera e di un software di elaborazione dati, collegati al microscopio ottico, è stata poi realizzata una banca dati fotografica dei diversi taxa ritrovati. Quindi è stato redatto un atlante di tutte le specie osservate (al momento non pubblicato) che comprende le immagini di ogni specie riconosciuta, le caratteristiche del sito, della specie e le sue qualità ecologiche, oltre ad una check-list per ogni punto di prelievo.

Infine è stata effettuata la conta su 400 valve per evidenziare le abbondanze relative (UNI EN 14407, 2014); i dati sono stati elaborati anche con il software OMNIDIA® 5.3 database 2015, per determinare i diversi indici diatomici.

Per il riconoscimento delle alghe filamentose e delle macrofite acquatiche, l'osservazione è stata eseguita con microscopio ottico a 40X e stereomicroscopio, collegati entrambi ad un sistema di misura e ad una telecamera per la registrazione e l'archiviazione dei dati. I taxa sono stati identificati utilizzando i volumi di Bourrelly (1981, 1985 e 1990), la monografia di Pignatti (2003), e la pubblicazione di Cingolani *et al.* (2011).

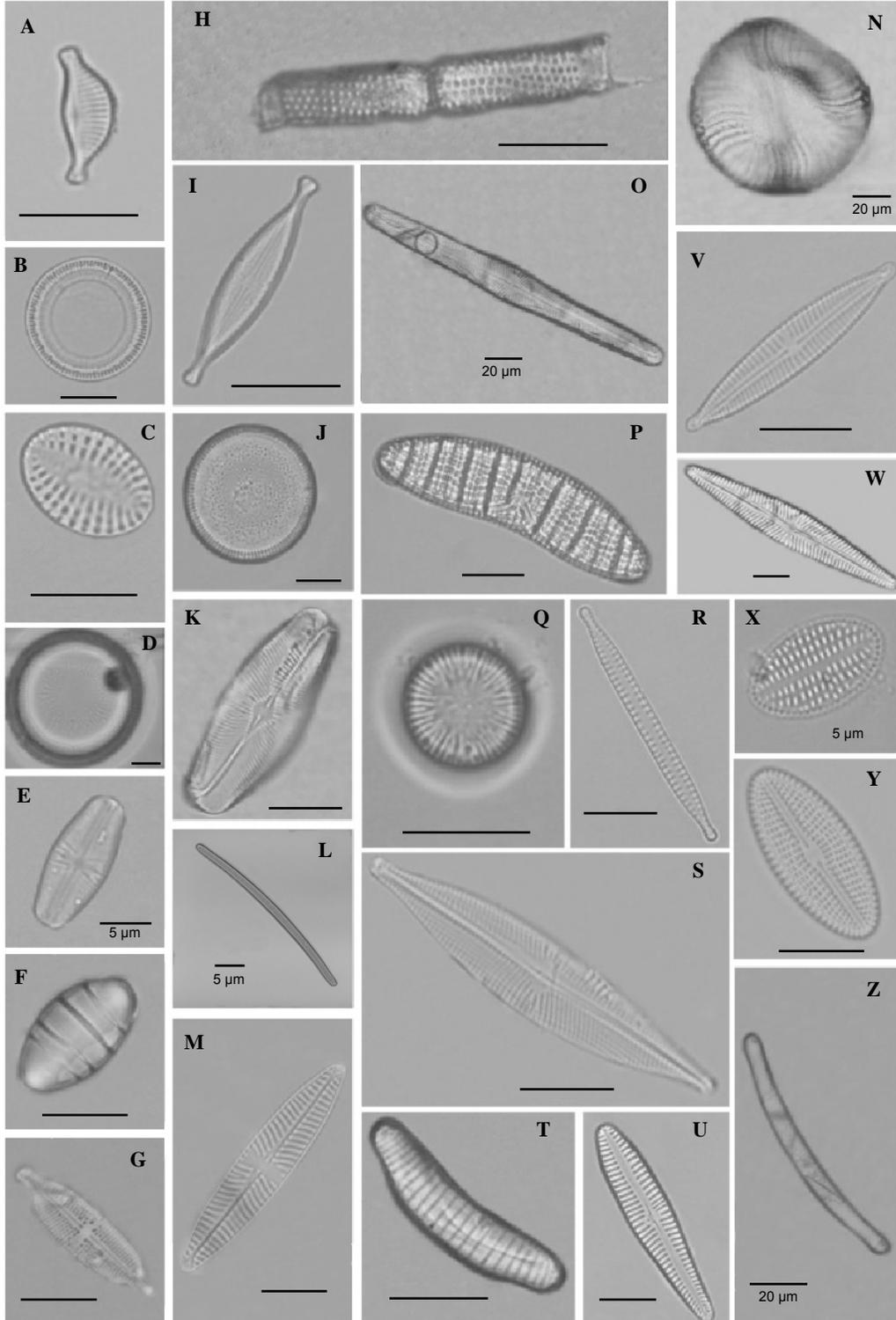
## RISULTATI

Lo studio delle acque del complesso sorgentizio delle Fonti inizia con il censimento delle polle (15 scaturigini di diverse dimensioni) e con la valutazione areale della distribuzione delle alghe e delle macrofite acquatiche. L'indagine ha evidenziato che le colonie algali e i velari sono principalmente composti da: *Chaetophora* sp., *Microspora* sp., *Mougeotia* sp., *Spirogira* sp., *Ulothrix* sp. e *Zignema* sp.

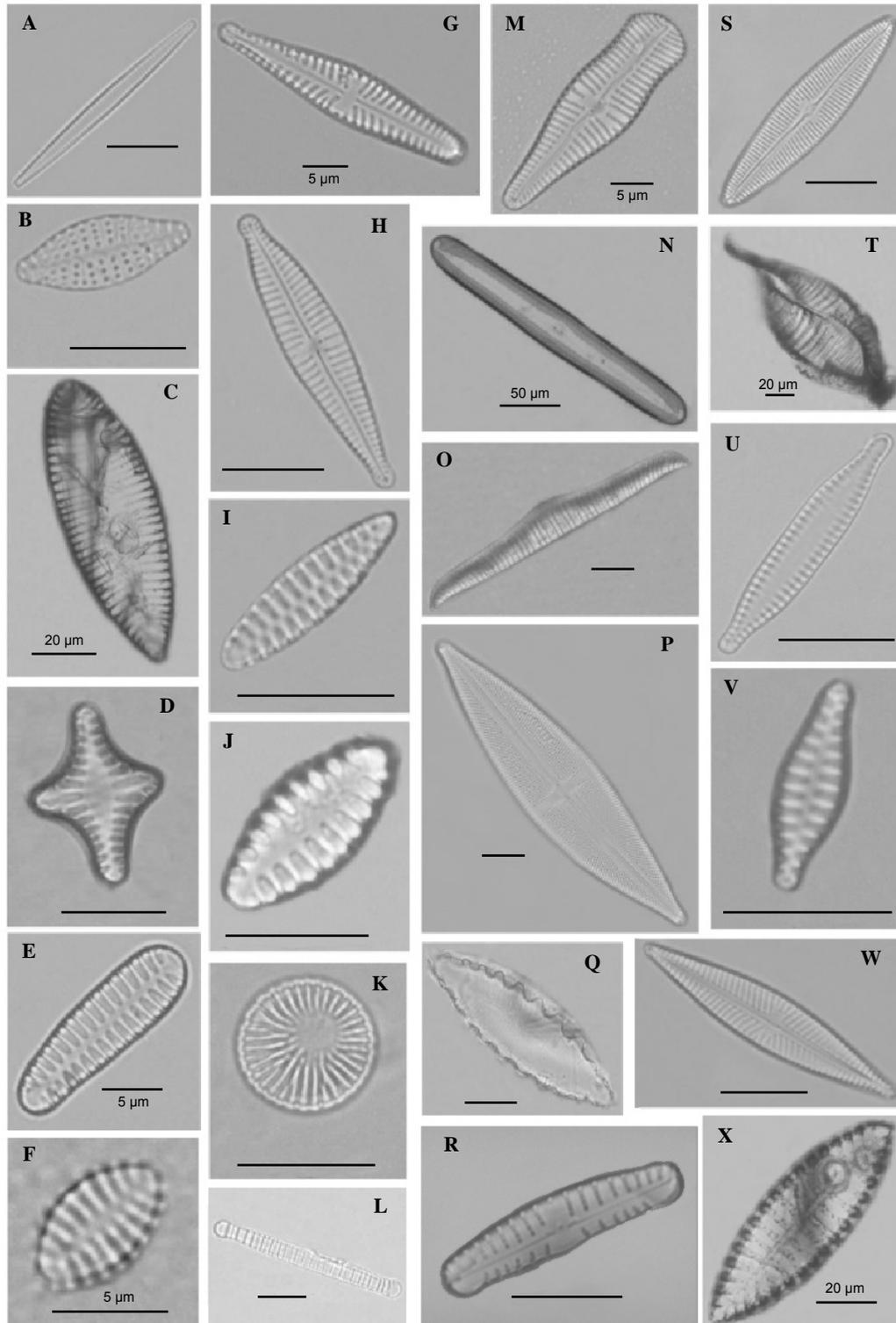
Tra le idrofite presenti e che si distinguono nell'area anche per abbondanza, si elencano: *Callitriche hamulata* Kütz. ex W.D.J. Koch, *Callitriche obtusangula* Le Gall, *Callitriche palustris* L., *Callitriche stagnalis* Scop., *Galium palustre* L., *Groenlandia densa* (L.) Fourr., *Hippuris vulgaris* L., *Mentha aquatica* (L.) var. *rubra*, *Potamogeton nodosus* Poiret.

**TAV. I.** **A** *Amphora thumensis*; **B** *Cyclotella distinguenda*; **C** *Cocconeis pseudothumensis*; **D** *Ellerbeckia arenaria*; **E** *Eucoconeis laevis*; **F** *Diatoma mesodon*; **G** *Luticola kotschy*; **H** *Aulacoseira* sp.; **I** *Brachysira vitrea*; **J** *Cyclotella planctonica*; **K** *Eucoconeis flexella*; **L** *Eunotia bilunaris*; **M** *Navicula dealpina*; **N** *Campylodiscus hibernicus*; **O** *Navicula oblonga*; **P** *Epithemia goeppertiana*; **Q** *Cyclotella kuetzingiana*; **R** *Fragilaria amphicephala*; **S** *Navicula gottlandica*; **T** *Eunotia arcus*; **U** *Gomphonema clavatum*; **V** *Encyonopsis cesatii*; **W** *Navicula striolata*; **X** *Cocconeis neodiminuta*; **Y** *Diploneis krammerii*; **Z** *Eunotia monodon*.

Dove non è diversamente indicato, il segmento nelle microfotografie misura 10  $\mu\text{m}$ .



**TAV. II.** **A** *Fragilaria gracilis*; **B** *Karayevia clevei*; **C** *Surirella elegans*; **D** *Stausosirella leptostauron*; **E** *Stausosirella pinnata* var. *intercedens*; **F** *Stausosira venter*; **G** *Gomphonema olivaceum* var. *calcareum*; **H** *Gomphonema exilissimum*; **I** *Stausosira mutabilis*; **J** *Stausosirella pinnata*; **K** *Staphanodiscus excentricus*; **L** *Diatoma tenue*; **M** *Gomphonema truncatum*; **N** *Pinnularia neomajor*; **O** *Rhopalodia gibba*; **P** *Stauroneis phoenicenteron*; **Q** *Surirella birostrata*; **R** *Reimeria uniseriata*; **S** *Navicula jakovljevicii*; **T** *Surirella spiralis*; **U** *Tabularia fasciculata*; **V** *Stausosirella romboides*; **W** *Navicula wildii*; **X** *Surirella bifrons*.  
Dove non è diversamente indicato, il segmento nelle microfotografie misura 10  $\mu$ m.



Relativamente alla comunità diatomica, invece, lo studio analizza in modo dettagliato la composizione della popolazione per ciascun punto di campionamento.

**Punto 1 (Fonti):** in questo ambiente sono state riconosciute 78 specie diatomiche. Solo una è considerata tollerante all'inquinamento organico: *Sellaphora seminulum* (Grunow) D.G. Mann, con un numero di individui molto limitato. Nell'area antistante le Fonti, lì dove il substrato si caratterizza per il fondo ciottoloso, l'assenza di vegetazione acquatica e una buona corrente, sono stati riconosciuti numerosi individui appartenenti a specie particolarmente esigenti per l'ossigeno disciolto, tra cui i generi *Cyclotella*, *Cymbella*, *Eucoconeis*, *Epithemia*, *Denticula*, *Staurosira*. La specie caratterizzante il sito è *Gomphonema olivaceum* var. *calcareum* (Cleve) Cleve in Van Heurck, ritrovata solo in questa stazione. Sono inoltre presenti *Cocconeis neodiminuta* Krammer in Ricard, *Cyclotella kuetzingiana* Thwaites, *Gomphonema truncatum* Ehr., specie che, se pur ritrovate in tutta l'area di studio, risultano già alle Fonti particolarmente abbondanti.

**Punto 2 (Ponticello):** l'ambiente complesso costituito da una sorgente reocrenica che scorre su un fondo limoso, con piccoli sassi, e quasi privo di vegetazione acquatica, si differenzia dagli altri punti di campionamento per la presenza complessiva di 131 specie di diatomee: è la stazione con il più alto numero di specie riconosciute. Ma 3 sono in effetti quelle che caratterizzano il sito, perché ritrovate solo in questo punto di campionamento *Navicula veneta* Kützing, *Nitzschia inconspicua* Grunow, e *Psammothidium helveticum* (Hustedt) Bukhtiyarova et Round.

**Punto 3 (Callitriche):** tra le foglie e le sottili radici delle piante acquatiche completamente immerse nelle acque del laghetto, sono state ritrovate 110 specie diatomiche. In questa comunità poche sono le specie dominanti ( $\geq 50$  individui) *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Achnanthydium pyrenaicum* (Hustedt) Kobayasi, *Cocconeis euglypta* Ehrenberg emend Romero & Jahn, che risultano comunque essere presenti in tutta l'area di studio. Ben 10 sono, invece, le specie caratterizzanti, in quanto ritrovate solo tra le piante acquatiche, *Cymatopleura solea* (Brebisson in Breb. & Godey) W. Smith var. *solea*, *Cymbella cuspidata* Kützing, *Gomphonema clevei* Fricke, *Mayamaea permitis* (Hustedt) Bruder & Medlin, *Neidium binodeforme* Krammer, *Nitzschia angustata* (W. Smith) Grunow, *Nitzschia perminuta* (Grunow) M. Peragallo, *Pinnularia neomajor* Krammer var. *neomajor*, *Stauroneis anceps* Ehrenberg e *Stauroneis phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenberg. In questo punto di campionamento, inoltre, è stato riconosciuto il maggior numero di forme teratologiche, inteso come numero di individui che presentano alterazioni del profilo valvare (tipo 1, tipo 3 – Falasco *et al.*, 2009), anche se complessivamente le abbondanze sono sempre inferiori al 2%.

**Punto 4 (Immissione f. Clitunno):** la stazione rappresenta il punto terminale del laghetto sorgivo. Le specie riconosciute sono complessivamente 127. Quelle caratterizzanti il sito, non presenti cioè in alcun altro punto di campionamento, sono 19: *Cymbella cymbiformis* Agardh, *Cymbella delicatula* Kützing, *Cymbella hantzschiana* Krammer var. *hantzschiana* Krammer, *Cymbella subaequalis* Grunow in Van Heurck, *Cymbella subtruncata* Krammer var. *subtruncata*, *Diatoma vulgaris* Bory, *Diploneis fontium* Reichardt, *Gomphonema affine* Kützing, *Gomphonema bohemicum* Reichelt & Fricke ssp. *bohemicum*, *Gomphonema insigne* Gregory, *Gyrosigma nodiferum* (Grunow) Reimer, *Navicula praeterita* Hustedt, *Navicula radiosa* Kützing, *Navicula viridulacalcis* var. *viridulacalcis* Lange-Bertalot, *Nitzschia littorea* Grunow in Van Heurck, *Pinnularia ignobilis* (Krasske) Cleve-Euler, *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Müller var. *gibba*, *Surirella angusta* Kützing, *Surirella linearis* W.M. Smith in Schmidt *et al.* In quasi tutti i casi si tratta di specie ecologicamente molto esigenti.

**Punto 5 (Velari algali):** il particolare ambiente dei velari algali si contraddistingue per la presenza di 119 specie diatomiche. Alcune sono state ritrovate anche nella stazione 6 (colonna d'acqua), come le specie planctoniche *Cyclotella* spp., *Ellerbeckia arenaria* (Moore) Crawford, *Stephanodiscus excentricus* Hustedt; altre caratterizzano la stazione, come *Diploneis oculata* (Brebisson in Desmazières) Cleve, *Gomphonema subclavatum* Grunow, *Gomphonema vibrio* Ehrenberg, *Nitzschia filiformis* (W.M. Smith) Van Heurck var. *filiformis*, *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Smith, *Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkowsky, *Staurosira subsalina* (Hustedt) Lange-Bertalot, *Surirella birostrata* Hustedt in Schmidt *et al.* Nella stazione sono particolarmente abbondanti *Diatoma mesodon* (Ehrenberg) Kützing e alcune specie del genere *Achnanthydium*.

**Punto 6 (Colonna d'acqua):** la comunità diatomica che è stata riconosciuta nelle acque delle Fonti campionate nel punto di maggiore profondità, comprende 95 specie. 8 sono le centriche: *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen, *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen, *Cyclotella distinguenda* var. *distinguenda* Hustedt, *C. kuetzingiana*, *C. planctonica* Brunthaler, *C. meneghiniana* Kützing, *Ellerbeckia arenaria* (Moore) Crawford, *Stephanodiscus excentricus* Hustedt. Le specie che caratterizzano la stazione, sono: *Aulacoseira granulata*, *Campylodiscus hibernicus* Ehrenberg, *Cymbella affinis* Kützing var. *affinis*, *Surirella bifrons* Ehrenberg, *Surirella elegans* Ehrenberg, *Surirella spiralis* Kützing. Risultano particolarmente abbondanti le specie *Denticula tenuis* Kützing, *Diatoma mesodon*, *Fragilaria gracilis* Østrup, *Fragilaria rumpens* (Kütz.) G.W.F. Carlson, *Gomphonema exilissimum* (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt, *Melosira varians* Agardh, *Ulnaria acus* (Kützing) Aboal e il genere *Achnanthydium*.

### Abbondanza relativa dei taxa diatomici

La significativa velocità di corrente che caratterizza queste acque sorgive consente di assimilare le Fonti ad un piccolo corso d'acqua e, pertanto, di utilizzare gli stessi metodi di conteggio. Per questo si sono analizzati anche i risultati derivanti dalla conta effettuata su 400 valve, evidenziando le abbondanze relative. Facendo riferimento all'intero anno di studio 2011-2012, si evidenzia che complessivamente sono state riconosciute 92 specie diatomiche; quelle sempre presenti in tutti i sei punti di campionamento, e in tutti i periodi di campionamento, sono state *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Denticula tenuis*, *Achnanthydium pyrenaicum*. L'ecologia dei taxa riconosciuti (Van Dam *et al.*, 1994) evidenzia che: sono dominanti le specie alcalofile; sono prevalenti le specie che necessitano di una buona-elevata ossigenazione delle acque; sono predominanti le specie di acque dolci o leggermente saline. Rispetto alla sensibilità all'inquinamento organico sono ancora molte le specie per le quali manca un giudizio di saprobietà, ma tra quelle definite, prevale sicuramente la caratterizzazione di xeno-oligosaprobie. Gli indici elaborati con il software OMNIDIA<sup>®</sup> 5.3, evidenziano complessivamente una qualità buona-ottima per tutte le sei stazioni.

### Forme teratologiche

Le diatomee delle Fonti hanno presentato, anche se solo occasionalmente (presenze inferiori al 2%), e non in tutti i punti di campionamento (con predominanza nei campioni del Punto3-Callitriche), alcuni individui riconducibili a forme teratologiche. Le specie *Achnanthydium pyrenaicum*, *Achnanthydium thienemannii* (Hustedt) Lange-Bertalot, *Cocconeis neodiminuta* e *Fragilaria amphicephala* (Kützing) Lange-Bertalot, hanno evidenziato, a volte, modificazioni strutturali riguardanti prioritariamente il contorno della valva: ripiegata, incisa, rigonfia, e più o meno fortemente intagliata. Questa alterazione del profilo valvare, che in letteratura (Falasco *et al.*, 2009) trova la sua giustificazione nella elevata presenza di metalli pesanti (Cu, Zn, Cd) e/o prodotti fitosanitari, nello studio non è stato possibile avvalorarlo con dati sperimentali.

### Specie alloctone

La mancanza di studi italiani sulla distribuzione e classificazione delle specie invasive o esotiche, impedisce di approfondire lo studio della comunità diatomica delle Fonti su questo interessante aspetto. Facendo però riferimento alle più recenti pubblicazioni nazionali (Falasco *et al.*, 2013), nel nostro particolare ambiente si può segnalare la presenza della specie alloctona *Reimeria uniseriata* Sala, Guerrero e Ferrario 1993.

### Vulnerabilità specie

Un interessante approfondimento di questo studio è

l'analisi delle diatomee delle Fonti del Clitunno anche secondo la "Lista Rossa delle diatomee di Germania" (Lange-Bertalot e Steindorf, 1996) che, pur essendo una pubblicazione non recente, e, soprattutto, legata alla situazione tipica delle regioni d'oltralpe, che molte differenze ha con la realtà ambientale locale, è l'unica attualmente disponibile. Secondo questo documento, le specie a rischio di estinzione o rare, nel nostro ambiente di studio, sono 33.

### CONCLUSIONI

Lo studio della comunità diatomica sulle sei stazioni di controllo nell'area protetta delle Fonti del Clitunno, ha prodotto interessanti e particolari informazioni sulla composizione tassonomica, sulla distribuzione delle specie e sulla valutazione ecologica dell'ecosistema acquatico. Nel periodo di indagine sono stati riconosciuti 211 taxa di diatomee, appartenenti a 52 generi.

Le peculiarità dell'area di studio condizionano fortemente le caratteristiche del popolamento rinvenuto alle Fonti: i fattori chimico-fisici (costanti durante tutto l'anno), la presenza di significative correnti soprattutto superficiali, la gestione del piccolo bacino (asportazione della vegetazione acquatica, falciature delle macrofite) e la condizione di area protetta, fanno sì che la popolazione diatomica riconosciuta sia molto diversificata e particolare.

L'abbondanza di alcuni generi come *Achnanthydium* e *Cocconeis* con individui che rappresentano la comunità nei diversi stadi di sviluppo, è in linea con i bassi valori di torbidità riscontrati e con la presenza di una corrente significativa. Questi generi, in quanto forme peduncolate e prostrate, resistono al disturbo determinato dalla portata idrica e dal dilavamento. Inoltre l'assenza di pressioni civili, agricole e industriali, consente l'insediamento di una comunità molto diversificata, confermando una ottima-buona condizione generale dell'area protetta, avvalorata da una classificazione in I-II Classe, con un inesistente disturbo antropico.

La presenza di specie con una risposta molto diversificata alla concentrazione di nutrienti, secondo la classificazione ottenuta con l'elaborazione dei maggiori indici, EPI-D (Dell'Uomo, 2004), IPS (Cemagref, 1982), TI (Rott, 1999) e TDI (Kelly *et al.*, 2001), evidenzia sì una predominanza di specie indicatrici di elevata qualità dell'acqua, ma anche un elevato numero di specie per le quali non è conosciuto un valore di sensibilità ai nutrienti ben definito e indiscutibile. L'indagine, quindi, non mette in discussione la metodica di assegnazione delle abbondanze attraverso il calcolo di 400 valve, che viene routinariamente utilizzato ai fini della sorveglianza ambientale per la descrizione della comunità, ma sottolinea la necessità di aggiornare la sistematica del territorio per avere una base-dati più solida che possa contribuire alla determinazione dei valori di sensibilità.

## BIBLIOGRAFIA

- APAT, 2007. *Metodi biologici per le acque*. Parte I. APAT, Roma.
- Bey M., Ector L., 2013. *Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhône-Alpes*. Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement RHÔNE-ALPES. Tomes 1, 2, 3, 4, 5, 6.
- Bourrelly P., 1981. *Les Algues d'Eau Douce-Les Algues Jaunes et Brunes*. Editions Boubée, Paris.
- Bourrelly P., 1985. *Les Algues d'Eau Douce-Les Algues Blues et Rouges*. Editions Boubée, Paris.
- Bourrelly P., 1990. *Les Algues d'Eau Douce-Les Algues Verts*. Editions Boubée, Paris.
- Cemagref, 1982. *Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux*. Rapport Q.E.Lyon – A.F. Bassin Rhôn-Méditerranée Corse. Lyon.
- Cingolani L., Lazzerini G., Padula R., 2011. *Il sito di interesse comunitario del f. Clitunno*. Relazioni e Atlanti della Fauna e della Flora. ARPA Umbria, Perugia.
- Dell'Uomo A., 2004. *L'indice diatamico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti*. APAT-ARPA, Firenze.
- Falasco E., Bona F., Badino G., Hoffmann L., Ector L., 2009. Diatom teratological forms and environmental alteration: a review. *Hydrobiologia*, **623**: 1-35.
- Falasco E., Piano E., Bona F., 2013. Guida al riconoscimento e all'ecologia delle principali diatomee fluviali dell'Italia nord occidentale. *Biologia Ambientale*, **27** (1): 292 pp.
- Hofmann G., Lange-Bertalot H., Werum M., 2013. *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Kelly M.G., Adams C., Graves A. C., Jamieson J., Krokowski J., Lycett E. B., Murray-Bligh J., 2001. *The Trophic Diatom Index: A User's Manual Revised Edition*. Environment Agency, Bristol.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1986-1991. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Ettl.H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenhauer D. (eds), **2/1 Bacillariophyceae. Naviculaceae: 876 pp.; 2/2 Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae: 596 pp.; 2/3 Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae: 576 pp.; 2/4 Achmanthaceae: 437 pp.** G. Fisher, Stuttgart, New York.
- Lange-Bertalot, 2000-2003. *Diatoms of Europe. 1 The genus Pinnularia: 703 pp.; 2 Navicula: 526 pp.; 3 Cymbella: 584pp.; 4 Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella: 530 pp.* Lange-Bertalot H., A.R.G. Gantner Verlag K.G. Ruggell.
- Lange-Bertalot H., Steindorf A., 1996. Rote Liste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands. *Schr.-R.f.Vegetationskde*, **28**: 633-677.
- ISS-ISPRA-ISE-IRSA-ENEA, 2014. *Manuale e Linee Guida, n° III. Metodi Biologici per le Acque superficiali interne*. ISPRA, 77-110; 215-233.
- Moretti G., 1949. *Contributo alla conoscenza della fauna delle Fonti del Clitunno (Foligno)*. Sonderdruck aus "Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie" Band X, pagg. 344-359.
- OMNIDIA® 5.3, 2015. *Software per la gestione degli inventari diatomici e calcolo degli indici*.
- Pignatti S., 2003. *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
- Rott E., Pfister P., Van Dam H., Pipp E., Poall K., Binder N., Ortler K., 1999. *Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fließgewässern, Teil 2: Trophieindikation und autökologische Ammerkungen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft*. Wasserwirtschaftskataster, Wien.
- Torrisi M., Dell'Uomo A., 2001. Alcune diatomee (Bacillariophyta) rare o notevoli rinvenute nelle Fonti del Clitunno (Umbria, Italia). *Arch. Geobot.*, **7** (1) 2011: 11-15.
- UNI EN 14407:2014. Norma che specifica i metodi per l'identificazione e la conta delle proporzioni relative dei taxa di diatomee su vetrini preparati e della interpretazione dei dati pertinenti alla verifica della qualità dell'acqua di fiumi e laghi.
- Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J.A., 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Neth. J. Aquat. Ecol.*, **28** (1). 117-133.
- Vetturini E., 1995. *Terre e acque in Valle Umbra. Storia idrografica della pianura*. Tipolitografia Porziuncola, Assisi, 74 pp.

**Sitografia:**

- <http://www.algaebase.org>  
<http://westerndiatoms.colorado.edu>  
<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/atlane-delle-diatomee-bentoniche-dei-corsi-dacqua-italiani>