

ANTONELLA PETROCELLI, ESTER CECERE

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) –  
CNR Talassografico “A. Cerruti”, 74100 Taranto  
Unità Operativa Stazione di Biologia Marina

## IL MACROFITOBENTHOS

### SUMMARY

Information about the phytobenthos of the brackish lake of Acquatina are here reported for the first time, as a result of the research Project “Biological and ecological characterisation of the brackish lake of Acquatina (Frigole, LE) aiming at the improvement of fishing management in the respect of the environment (CAGEPRA)”. From a floristic point of view, 38 taxa of macroalgae, at a specific and an infraspecific level, were identified. Among them, 21 are Rhodophyta (55%), 3 are Ochrophyta (8%), 14 are Chlorophyta (37%). Two seagrasses were collected: *Cymodocea nodosa* and *Ruppia maritima*. Following the directions of the European Waterframe Directive (2000/60), by means of indexes which are based on the phytobenthos as a biological quality element, the ecological status of this transitional environment was assessed. It resulted of high quality.

The finding of the non-indigenous invasive chlorophycean macroalga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* was particularly interesting, in that it could represent a real threaten for the biodiversity of the lake of Acquatina.

### INTRODUZIONE

Le fitocenosi a macroalghe bentoniche del Lago di Acquatina sono state studiate per la prima volta, sia da un punto di vista floristico che vegetazionale, nell'ambito del Progetto “Caratterizzazione biologica e biocenotica del lago salmastro di Acquatina (Frigole, LE) ai fini di un miglioramento della gestione della pesca nel rispetto dell'ambiente (CAGEPRA)” (POR PUGLIA 2000-2006). A tal fine sono state realizzate due campagne di campionamento, nell'estate 2006 (PETROCELLI *et al.*, 2007), e nell'inverno 2007 (PETROCELLI and CECERE, 2007).

È, infatti, noto che gli studi sinecologici a livello di comunità fitobentoniche sono stati spesso utilizzati per la valutazione dello stato ecologico degli ecosistemi, attraverso la registrazione della presenza di determinati taxa (studi floristici) e della tipologia delle associazioni vegetali nei diversi piani bionomici (studi vegetazionali). Oggi, con l'applicazione della Direttiva Europea sulle Acque (2000/60/

CE), che a partire dal 2008 è stata estesa anche agli ambienti di transizione, il macrofitobenthos, comprendente macroalghe e fanerogame, viene riconosciuto come elemento biologico di qualità nei programmi di monitoraggio (ICRAM, 2008). Di conseguenza, sono stati messi a punto degli indici, basati sulle associazioni di macrofite, per la determinazione dello stato ecologico sia delle acque costiere (ORFANIDIS *et al.*, 2003; BORJA *et al.*, 2004) che degli ambienti di transizione (SFRISO *et al.*, 2005; 2007; 2009).

## MATERIALI E METODI

I prelievi di macroalghe e fanerogame sono stati condotti nel luglio 2006 e nel marzo 2007, in immersione in quattro stazioni con caratteristiche differenti (Fig. 1). La stazione 1 è la più vicina al mare, con il quale comunica, dopo l'interramento del canale principale, attraverso un canale poco profondo largo 15 m e lungo circa 400 m. La stazione 2 è la più confinata, situata nel braccio che si protende verso sud, chiamato "ansa di Frigole". La stazione 3 è posizionata al centro del bacino ed è caratterizzata dalla presenza di substrato mobile, ma sono stati campionati in corrispondenza anche i substrati duri lungo la costa. La stazione 4 è localizzata in prossimità del canale Giammatteo, vettore di acque dolci. La raccolta del materiale è stata effettuata alla profondità di circa -0,5 m. Solo nella stazione 3 è stato possibile un ulteriore prelievo a -1,5 m.



Fig. 1 - Localizzazione delle stazioni di campionamento nel Lago di Acquatina. Nel riquadro, localizzazione di Acquatina in Italia (puntino rosso).

Nelle stazioni 2, 3 e 4, in cui il popolamento algale, insediato su substrato duro, si presentava omogeneo, il campionamento è stato di tipo quantitativo, tramite grattaggio di un'area minima corrispondente a 400 cm<sup>2</sup>, con tre repliche. Nella stazione 1 ed in corrispondenza delle praterie di fanerogame, si sono effettuati unicamente campionamenti qualitativi. Il materiale campionato è stato fissato in una soluzione di formaldeide in acqua di mare al 5% e portato in laboratorio, dove si è provveduto all'identificazione dei taxa presenti.

Le variabili ambientali, temperatura e salinità, sono state misurate nelle singole stazioni con una sonda multiparametrica interfacciabile con un PC (AQUAMATIC, AQPL UV912).

Per la valutazione della qualità dell'ambiente, sono stati applicati gli indici "Rapporto R/C" (Rhodophyta/Chlorophyta) (SFRISO *et al.*, 2005) di tipo tassonomico, l'indice "E-MaQI" di tipo qualitativo, che richiede l'identificazione tassonomica delle specie presenti e l'indice "R-MaQI" che si basa sulla conoscenza generale delle condizioni ambientali della zona esaminata (SFRISO *et al.*, 2009).

## RISULTATI

### Variabili chimico-fisiche

Nella stazione 1 sono stati registrati i più alti valori di salinità in entrambe le stagioni (38,1 ‰ in estate e 36,3 ‰ in inverno) e la più alta temperatura in estate (25,6° C); nella stazione 4 sono stati misurati i valori più bassi di salinità (33,6 ‰ in estate e 28,8 ‰ in inverno) e di temperatura (23,8° C in estate e 15,9° C in inverno) in entrambe le stagioni.

### Considerazioni floristiche

Complessivamente, sono stati rinvenuti 38 taxa macroalgali determinati a livello specifico ed infraspecifico (Tab. 1), di cui 21 Rhodophyta (55 %), 3 Ochrophyta (8 %), 14 Chlorophyta (37 %) (Fig. 2).

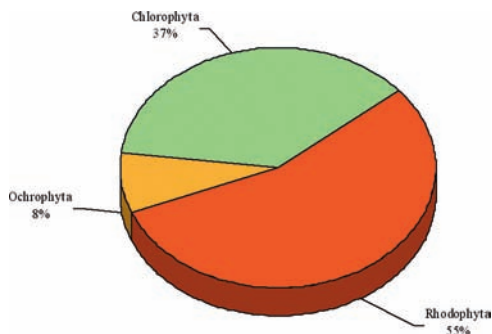
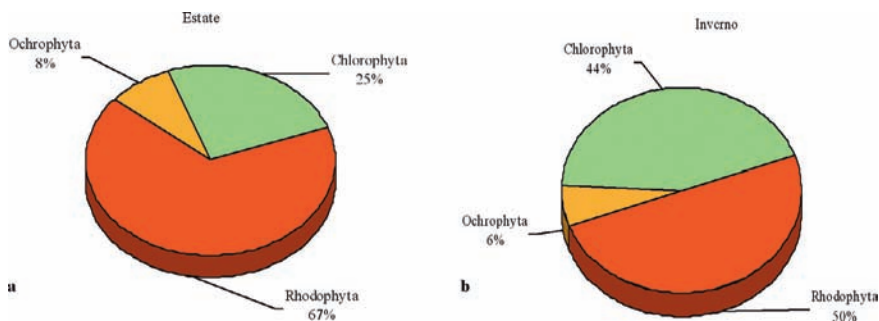


Fig. 2 – Percentuali delle tre divisioni tassonomiche presenti nel Lago di Acquatina.



**Fig. 3** – Percentuali delle tre divisioni tassonomiche nelle due stagioni di campionamento (a = estate; b = inverno).

In particolare, in estate le specie ritrovate erano 24, di cui 16 Rhodophyta (67 %) 2 Ochrophyta (8 %) e 6 Chlorophyta (25 %) (Fig. 3a). In inverno, sono state rinvenute 16 specie, di cui 8 Rhodophyta (50 %), 1 Ochrophyta (6 %) e 7 Chlorophyta (44 %) (Fig. 3b).

Per quanto riguarda il confronto tra le quattro stazioni, in estate, nella stazione 2 (caratterizzata da una salinità di 31,8 ‰) si è ritrovata una più alta percentuale di Chlorophyta (56 %); nelle stazioni 1 e 3 le Rhodophyta sono risultate nettamente dominanti e, addirittura, le uniche presenti nella stazione 4. In inverno, in tutte le stazioni sono risultate prevalenti le Rhodophyta (per la maggior parte rappresentate da specie fortemente eurivalenti), ma si è riscontrato un aumento della percentuale di Chlorophyta, poiché sono comparse le Ulvales, assenti in estate.

Di particolare rilievo, nella campagna invernale, è stato il ritrovamento della Chlorophyta non indigena *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, non osservata nella precedente campagna estiva.

Le fanerogame ritrovate, in entrambe le stagioni, sono due.

### Quadro vegetazionale

Da un punto di vista vegetazionale, in generale, i popolamenti algali sono poveri, scarsamente strutturati e caratterizzati da un basso numero di epifiti.

L'unico popolamento osservato in entrambe le stagioni è quello a *Palisada papillosa* nelle stazioni 2, 3 e 4 in cui questa specie ha mostrato valori di ricoprimento fino al 70 %. In estate, i talli erano completi e tetrasporici, mentre in inverno sono state osservate soltanto le parti basali. Come specie accompagnatrici sono state rinvenute *Chylocladia verticillata* in estate e *Callithamnion corymbosum* in inverno.

Le altre specie censite sono state generalmente rinvenute epifite sulle macroalghie dominanti o sulle foglie di *Cymodocea nodosa*.

Pur non essendo stato effettuato uno studio quantitativo e, quindi, solo sulla base di semplici osservazioni, è possibile affermare che la prateria della fanero-

Tab. 1 – Elenco floristico delle specie raccolte nelle due stagioni di campionamento.

	Estate	Inverno
<b>Rhodophyta</b>		
<i>Acanthophora nayadiformis</i> (Delile) Papenfuss	+	
<i>Aglaothamnion caudatum</i> (J. Agardh) Feldmann-Mazoyer		+
<i>Anthamnion cruciatum</i> (C. Agardh) Nägeli		+
<i>Callithamnion corymbosum</i> (J.E. Smith) Lyngbye		+
<i>Ceramium flaccidum</i> (Kützing) Ardissonne	+	
<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harvey	+	
<i>Chylocladia verticillata</i> (Lightfoot) Bliding v. <i>kaliformis-unistratosa</i> (Ercegovic) Cormaci et G. Furnari f. <i>breviarticulata</i> (Ercegovic) Cormaci et G. Furnari	+	
<i>Crouania attenuata</i> (C. Agardh) J. Agardh	+	
<i>Erythrocladia irregularis</i> Rosenvinge	+	
<i>Hydrolithon boreale</i> (Foslie) Y.M. Chamberlain	+	
<i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V. Lamouroux) Penrose et Y.M. Chamberlain	+	+
<i>Laurencia majuscula</i> (Harvey) A.H.S. Lucas	+	
<i>Laurencia minuta</i> Vandermeulen, Garbary et Guiry ssp. <i>scammaccae</i> G. Furnari et Cormaci	+	
<i>Lophosiphonia obscura</i> (C. Agardh) Falkenberg		+
<i>Palisada papillosa</i> (C. Agardh) K.W. Nam	+	+
<i>Peyssonnelia</i> sp.		+
<i>Polysiphonia scopulorum</i> Harvey	+	
<i>Rytiphlaea tinctoria</i> (Clemente) C. Agardh	+	
<i>Spermothamnion flabellatum</i> Bornet	+	
<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) K.M. Drew	+	
<i>Wrangelia penicillata</i> (C. Agardh) C. Agardh	+	
<b>Ochrophyta</b>		
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux var. <i>intricata</i> (C. Agardh) Greville	+	
<i>Hinckia dalmatica</i> (Ercegovic) Cormaci et G. Furnari		+
<i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux	+	
<b>Chlorophyta</b>		
<i>Acetabularia acetabulum</i> (Linnaeus) P.C. Silva	+	
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh var. <i>cylindracea</i> (Sonder) Verlaque, Huisman et Boudouresque		+
<i>Cladophora dalmatica</i> Kützing	+	
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kützing		+
<i>Cladophora liniformis</i> Kützing	+	
<i>Cladophora nigrescens</i> Zanardini ex Frauenfeld	+	
<i>Cladophora ruchingeri</i> (C. Agardh) Kützing		+
<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing	+	
<i>Entocladia viridis</i> Reinke	+	
<i>Ulothrix implexa</i> (Kützing) Kützing		+
<i>Ulva curvata</i> (Kützing) De Toni		+
<i>Ulva prolifera</i> O.F. Müller		+
<i>Valonia macrophysa</i> Kützing	+	
<i>Valonia utricularis</i> (Roth) C. Agardh		+
<b>Spermatophyta</b>		
<i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Ascherson	+	+
<i>Ruppia maritima</i> Linnaeus	+	+

gama *Cymodocea nodosa* è estesa e densa anche se gli epifiti algali sono presenti solo sulle foglie delle piante insediate in prossimità del canale di collegamento con il mare, nella stazione 1, che mostra il più alto valore di salinità. Infatti, le piante raccolte nelle stazioni 2 e 3 non presentano epibionti algali, ma soltanto animali.

### Indici qualitativi

Né l'indice "Rapporto R/C" né E-MaQI e R-MaQI sono risultati applicabili per la valutazione delle singole stazioni di campionamento, dal momento che non è mai stato ritrovato il numero minimo richiesto di 10 specie. Considerando però la totalità delle specie presenti, il Rapporto R/C è risultato pari a 1,5, l'E-MaQI è risultato pari a 1,3 ed il R-MaQI è risultato di grado elevato.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il basso numero di Ochrophyta è tipico degli ambienti di transizione, caratterizzati dall'elevata variabilità dei parametri ambientali, dal momento che a questa divisione appartengono specie generalmente stenovalenti.

Tra le Rhodophyta, è stato ritrovato un piccolo tallo aptofitico di *Acanthophora nayadiformis* nella stazione 2 ad una salinità di 32 ‰, il valore più basso a cui sinora la specie è stata osservata.

Non si hanno notizie dettagliate circa l'ecologia della specie *Palisada papillosa* [come *Chondrophyucus papillosus* (C. Agardh) Garbary et J. Harper) (NAM, 2007)]. Questa specie, è stata riportata raramente nella Laguna di Venezia, nelle zone più prossime al mare e con talli sterili (SFRISO and LA ROCCA, 2005); ma non è mai stata riportata in ambienti salmastri o di estuario, dove invece è presente *Palisada patentiramea* (Montagne) Serio, Cormaci et Furnari [come *Chondrophyucus patentirameus* (Montagne) K.W. Nam (SERIO et al., 2008)], dalla quale si differenzia essenzialmente per la densità e la disposizione della ramificazione (FURNARI et al., 2001).

Dalle osservazioni condotte, è emerso che, nel lago di Acquatina:

1. mancano completamente i popolamenti pleustofitici, tipici degli ambienti di transizione, sebbene non vi siano molti substrati duri;
2. in estate mancano completamente le Ulvales, che generalmente caratterizzano gli ambienti lagunari costieri;
3. sebbene poche e di piccole dimensioni, le specie sono per la gran parte fertili;
4. qualitativamente, non vi è somiglianza con altri ambienti simili, poiché in generale, in questi dominano le Ulvales tra le Chlorophyta e le Gracilariales tra le Rhodophyta, queste ultime mai rinvenute ad Acquatina.

Inoltre, sulla base dello studio del fitobenthos, il Lago di Acquatina non si presenta degradato. Anzi, il valore 1,5 del Rapporto R/C colloca il Lago nella quarta classe (valori compresi tra 1,43 e 1,91) corrispondente ad un ambiente di qualità buona (SFRISO et al., 2005); l'indice E-MaQI, superiore a 1, che SFRISO et al.

(2009) riportano come valore massimo, indica una qualità elevata dell'ambiente, confermata dall'indice R-MaQI risultato anch'esso equivalente ad un ambiente di elevata qualità (SFRISO *et al.*, 2009).

Infine, è risultato particolarmente interessante il rinvenimento di *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* solo nella seconda campagna di campionamento, il che ci consente di datare l'arrivo di questa specie nel Lago di Acquatina. Va osservato che tale specie non è stata osservata in nessuna delle quattro stazioni di campionamento, ma solo vicino al piccolo molo che serve per l'ormeggio dell'imbarcazione usata solitamente nel lago, dove la specie ricopriva una superficie di poco più di 1 m<sup>2</sup>. Dal momento che *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* è stata ritrovata per la prima volta proprio in quella zona, non si esclude che essa possa essere stata introdotta nel lago con qualche attrezzo da pesca usato in mare.

Quella ritrovata è una varietà che rappresenta attualmente una vera minaccia per la biodiversità degli ambienti costieri del Mediterraneo. Infatti, proveniente dall'Australia, e segnalata in Mediterraneo per la prima volta agli inizi degli anni '90, è attualmente diffusa lungo le coste di 11 nazioni che si affacciano in tale bacino (PIAZZI *et al.*, 2005; KLEIN and VERLAQUE, 2008).

Si è visto che *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* ha una velocità di propagazione elevatissima, sia in zone aperte che in ambienti confinati, nonché un'elevatissima resistenza anche alle condizioni più estreme (CECCHERELLI and PIAZZI, 2001), di conseguenza essa potrebbe velocemente propagarsi nell'intero lago, come già avvenuto nel Mar Piccolo di Taranto (CECERE and PETROCELLI, dati non pubblicati). Inoltre, è stato dimostrato che l'eradicazione non ha avuto alcun successo, poiché i sistemi di propagazione della specie sono molteplici (CECCHERELLI and PIAZZI, 2005). Pertanto, ci si propone di seguirne la diffusione nel Lago di Acquatina, per valutare i possibili impatti sull'ambiente e sulle attività umane.

## BIBLIOGRAFIA

- BORJA A., FRANCO J., VALENCIA V., BALD J., MUXIKA I., BELZUNCE M.J., SOLAUN O., 2004 - Implementation of the European water framework directive from the Basque country (northern Spain): a methodological approach. *Mar. Pollut. Bull.*, 48: 209-218.
- CECCHERELLI G., PIAZZI L., 2001- Dispersal of *Caulerpa racemosa* fragments in the Mediterranean: lack of detachment time effect on establishment. *Bot. Mar.*, 44: 209-213.
- CECCHERELLI G., PIAZZI L., 2005 - Exploring the success of manual eradication of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta): the effect of habitat. *Cryptogamie, Algol.*, 26 (3): 319-328.
- FURNARI G., CORMACI M., SERIO D., 2001 - The *Laurencia* complex (Rhodophyta, Rhodomelaceae) in the Mediterranean Sea: an overview. *Cryptogamie, Algol.*, 22: 331-373.



- ICRAM, 2008 - Protocolli per il campionamento e la determinazione degli elementi di qualità biologica e fisico-chimica nell'ambito dei programmi di monitoraggio ex 2000/60/CE delle acque di transizione. El-Pr-TW-Protocolli Monitoraggio-03.04, pp. 33.
- KLEIN J., VERLAQUE M., 2008 - The *Caulerpa racemosa* invasion: a critical review. *Mar. Pollut. Bull.*, 56: 205-225.
- NAM K.W., 2007 - Validation of the generic name *Palisada* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Algae*, 22: 53-55.
- ORFANIDIS S., PANAYOTIDIS P., STAMATIS N., 2003 - An insight to the ecological evaluation index (EEI). *Ecol. Indic.*, 3: 27-33.
- PETROCELLI A., CECERE E., 2007 - Marine benthic vegetation of the Acquatina lake (Adriatic Sea, Mediterranean Sea). 4th European Phycological Congress, 23-28 July 2007, Oviedo, Spain, Abstract book: P1Ma-18, pag. 92.
- PETROCELLI A., CECERE E., CANTASANO N., 2007 - Summer macroalgal flora of the brackish lake of Acquatina (Frigole, Lecce, southern Italy). *Biol. Mar. Medit.*, 14: 324-325.
- PIAZZI L., MEINESZ A., VERLAQUE M., AKÇALI B., ANTOLIĆ B., ARGYROU M., BALATA D., BALLESTEROS E., CALVO S., CINELLI F., CIRIK S., COSSU A., D'ARCHINO R., DJELLOULI A.S., JAVEL F., LANFRANCO E., MIFSUD C., PALA D., PANAYOTIDIS P., PEIRANO A., PERGENT G., PETROCELLI A., RUITTON S., ŽULJEVIĆ A., CECCHERELLI G., 2005 - Invasion of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea: an assessment of the spread. *Cryptogamie, Algol.*, 26: 189-202.
- SERIO D., CORMACI M., FURNARI G., 2008 - Sulla presenza di *Palisada maris-rubri* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) e la "scomparsa" del genere *Chondrophycus* in Mediterraneo. Atti della Riunione Scientifica Annuale del Gruppo di Algologia della Società Botanica Italiana (SBI), Abano Terme (PD) 14-15 novembre 2008: 32.
- SFRISO A., LA ROCCA B., 2005 - Aggiornamento sulle macroalghe presenti lungo i litorali e sui bassofondali della Laguna di Venezia. *Lavori Soc. Ven. Sc. Nat.*, 30: 45-56.
- SFRISO A., FACCA C., GHETTI P.F., 2006 - Utilizzo delle macroalghe e di variabili ecologiche per la valutazione della qualità ambientale degli ambienti marini di transizione. *Biol. Mar. Medit.*, 13: 434-445.
- SFRISO A., FACCA C., GHETTI P.F., 2007 - Rapid Quality Index (R-MaQI), based mainly on macrophyte associations, to assess the ecological status of the Mediterranean transitional environments. *Chem. Ecol.*, 23: 493-503.
- SFRISO A., FACCA C., GHETTI P.F., 2009 - Validation of the Macrophyte Quality Index (MaQI) set up to assess the ecological status of Italian marine transitional environments. *Hydrobiologia*, 617(1): 117-141.