

A. LUGLIÉ, R. RUIU, G. CECCHERELLI, N. SECHI

VARIABILITÀ SPAZIO-TEMPORALE DELLA STRUTTURA DEL  
FITOPLANKTON NEL GOLFO DELL'ASINARA (SARDEGNA)

*SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY OF PHYTOPLANKTON  
STRUCTURE IN THE ASINARA GULF (SARDINIA)*

Estratto da:

BIOLOGIA MARINA MEDITERRANEA, Periodico edito dalla Società Italiana di Biologia Marina  
Vol. 9 - fasc. 1 - 2002 (PARTE PRIMA) - NUMANA (4-9 Giugno 2001)

A. LUGLIÉ, R. RUIU, G. CECCHERELLI, N. SECHI

Dipartimento di Botanica ed Ecologia vegetale, Università di Sassari, Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.

## VARIABILITÀ SPAZIO-TEMPORALE DELLA STRUTTURA DEL FITOPLANCTON NEL GOLFO DELL'ASINARA (SARDEGNA)

### *SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY OF PHYTOPLANKTON STRUCTURE IN THE ASINARA GULF (SARDINIA)*

#### **Abstract**

*The spatio-temporal variability of phytoplankton and some environmental parameters in the gulf of Asinara are examined (05/97-04/98). Along the whole coastal area, stations at 500 and 3000 m from coast across 6 transects are considered. Results point out some variations in phytoplankton composition and dynamics. Multidimensional Scaling ordinations and Bray-Curtis cluster analyses identified two major zones at 500 m from coast, one for the site of Lu Bagnu and one for the other five sites; at each stations, a great similarity was found in its respective share. On the contrary, at 3000 m from coast, no cluster was identified.*

**Key-words:** *impact, dynamics, phytoplankton, Sardinia.*

#### **Introduzione**

Il Golfo dell'Asinara, situato nella parte Nord-occidentale della Sardegna (Fig. 1), è una vasta area marina di forma semicircolare con un'estensione di circa 500 Km<sup>2</sup> ed una massa d'acqua approssimativamente di  $20 \times 10^9$  m<sup>3</sup>. La profondità media si aggira sui 35-40 metri; le maggiori batimetriche vengono raggiunte con una debole inclinazione, tanto che solo il 35% della sua superficie ha una profondità superiore ai 50 m. I venti predominanti provengono dal I e dal IV quadrante. Nella fascia costiera terrestre si trovano centri urbani e turistici, un importante sito industriale, centrali termoelettriche, un porto industriale (Porto Torres), più porti turistici e, nella sua parte più occidentale, un parco nazionale (Parco Nazionale dell'Asinara). Gli effetti complessivi dei disturbi sul golfo non sono conosciuti e si dispone solo di scarse e limitate informazioni sia in termini spaziali, che temporali, che di compartimento, compreso quello planctonico (Cossu e Sechi, 1996; Sechi *et al.*, 1998).

In questo studio viene esaminata la dinamica del fitoplancton e di alcuni parametri ambientali lungo un ciclo annuale (maggio 1997-aprile 1998) per valutare la loro variabilità spaziale e temporale e valutare il condizionamento dei diversi disturbi ambientali sulla qualità delle acque.

#### **Materiali e metodi**

Lo studio è stato svolto da maggio 1997 ad aprile 1998 su 6 transetti (da ovest ad est, Asinara, Saline, Porto Torres, Platamona, Marritza e Lu Bagnu), distribuiti nella porzione centro occidentale del golfo (Fig. 1). Per ogni transetto sono state considerate due stazioni, a 500 e 3000 m dalla costa, ed in ogni stazione i prelievi, effettuati con cadenza mensile tra ottobre e maggio e quindicinale tra giugno a settembre, sono stati effettuati a tre differenti profondità (superficie, intermedia, fondo). In questo lavoro viene riportato l'andamento di alcuni parametri ambientali, quali la temperatura, il fosforo totale (Strickland e Parsons, 1972) l'azoto inorganico totale (come sommatoria

dell'azoto nitrico, nitroso ed ammoniacale, analizzati secondo Strickland e Parsons, 1972), e per il fitoplancton l'andamento della densità cellulare (Utermöhl, 1958) e della sua composizione specifica. La struttura del fitoplancton è stata analizzata considerando l'analisi dei cluster: similitudini tra stazioni e profondità nell'ambito della stessa stazione sono state testate ordinando secondo un'analisi non-metrica multidimensionale (MDS) basata sull'indice di similarità di Bray-Curtis della composizione in specie. Le specie che maggiormente contribuiscono alle differenze tra stazioni sono state identificate usando la procedura SIMPER (Clarke, 1993).

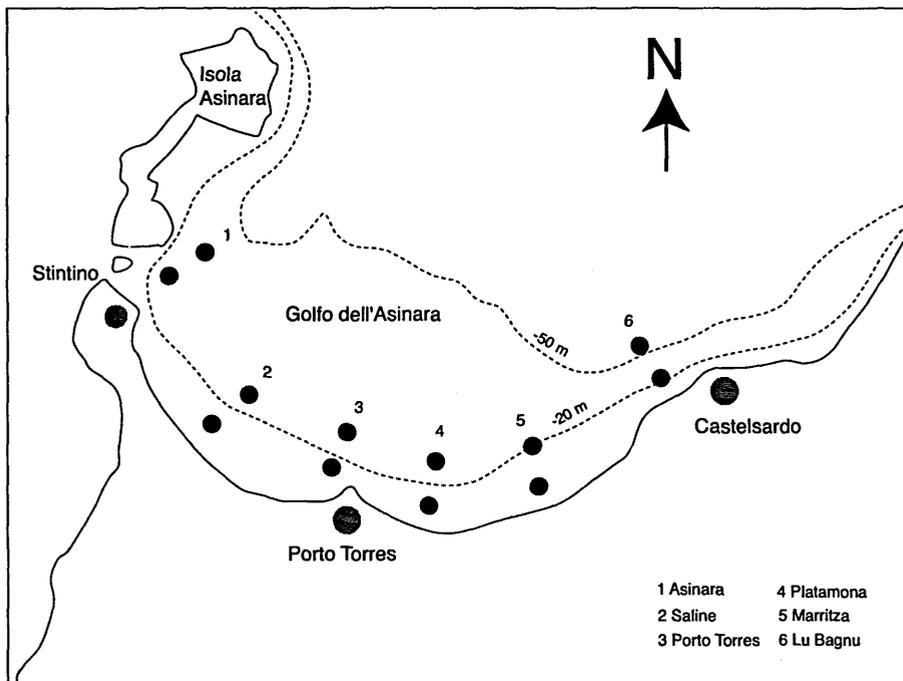


Fig. 1 - Il Golfo dell'Asinara e le stazioni di campionamento.

*Asinara Gulf and the sampling stations.*

## Risultati

L'andamento della temperatura ha evidenziato la presenza di un termoclino tra giugno e agosto in tutte le stazioni a 3000 m dalla costa, che risulta invece assente in quelle a 500 m, ad eccezione delle stazioni dei transetti Asinara e Lu Bagnu (Fig. 2). I valori medi annuali della temperatura delle stazioni di questi due transetti, calcolate come media delle tre profondità campionate, sono stati più bassi di quelli delle altre (Tab. 1). Le medie annuali del fosforo totale e dell'azoto inorganico (Tab. 1) hanno variato a 500 m, rispettivamente, tra 0,19  $\mu\text{M}$ -0,25  $\mu\text{M}$  e 0,49  $\mu\text{M}$ -0,69  $\mu\text{M}$ , ed a 3000 m tra 0,21  $\mu\text{M}$ -0,26  $\mu\text{M}$  e 0,37  $\mu\text{M}$ -0,68  $\mu\text{M}$ . I transetti Asinara e Saline hanno evidenziato, complessivamente, le minori disponibilità di nutrienti, con il fosforo totale

per lo più inferiore a  $0,2 \mu\text{M}$  e l'azoto inorganico a  $0,5 \mu\text{M}$ . Nei transetti P. Torres e Platamona questi valori sono stati invece superati frequentemente. I picchi massimi sono stati rilevati a P. Torres a 500 m ( $0,76 \mu\text{M}$  per il fosforo e  $2,16 \mu\text{M}$  per l'azoto).

Tab. 1 - Medie annuali dei parametri ambientali considerati.  
*Annual means of environmental variables considered.*

	Densità	P-Ptot	N-Ninor	Temperatura
	cell. $\text{l}^{-1}$	$\mu\text{M}$	$\mu\text{M}$	$^{\circ}\text{C}$
Asinara				
500 m	14279	0,19	0,49	18,83
3000 m	7961	0,22	0,39	19,01
Saline				
500 m	10421	0,20	0,39	20,57
3000 m	16512	0,24	0,37	19,39
Porto Torres				
500 m	130007	0,25	0,69	20,40
3000 m	19211	0,21	0,51	19,28
Platamona				
500 m	58159	0,25	0,69	20,31
3000 m	38893	0,26	0,58	19,44
Marritza				
500 m	68003	0,25	0,63	20,37
3000 m	36225	0,23	0,56	19,04
Lu Bagnu				
500 m	37391	0,22	0,63	19,20
3000 m	24749	0,21	0,68	18,79

Le medie annuali della densità totale del fitoplancton, calcolate come media delle tre profondità campionate, sono state più alte nelle stazioni a 500 m che in quelle a 3000 m, ad eccezione del transetto Saline (Tab. 1, Fig. 3). Per le stazioni poste a 500 m dalla costa, la media annuale più elevata è stata riscontrata a P. Torres ( $130 \times 10^3$  cell.  $\text{l}^{-1}$ ) e quella più bassa alle Saline ( $10 \times 10^3$  cell.  $\text{l}^{-1}$ ); per quelle a 3000 m, rispettivamente, a Platamona ( $39 \times 10^3$  cell.  $\text{l}^{-1}$ ) e all'Asinara ( $8 \times 10^3$  cell.  $\text{l}^{-1}$ ). Nei transetti Asinara e Saline, la dinamica del fitoplancton è stata simile a 500 m e 3000 m, con una modesta densità estiva, un lento e progressivo incremento autunnale, culminato in un picco invernale, seguito da un netto calo primaverile. Negli altri transetti, oltre al picco invernale più o meno anticipato e prolungato, rilevato sia a 500 m che a 3000 m, di entità solo leggermente maggiore rispetto ai transetti precedenti, sono stati riscontrati frequenti ed improvvisi incrementi della densità fitoplanctonica. Il valore massimo nelle stazioni a 500 m dalla costa, è stato rilevato all'inizio di giugno a P. Torres ( $972 \times 10^3$  cell.  $\text{l}^{-1}$ ) e in quelle a 3000 m a maggio a Platamona ( $178 \times 10^3$  cell.  $\text{l}^{-1}$ ). In tutte le stazioni il picco invernale è stato determinato dall'affermazione di diverse specie di Bacillariophyceae (Fig. 3), risultate in genere anche responsabili dei repentini incrementi osservati nei transetti P. Torres, Platamona, Marritza e Lu Bagnu. La composizione percentuale media annuale per classi algali (Fig. 3) ha mostrato un maggior contributo di Haptophyceae (per lo

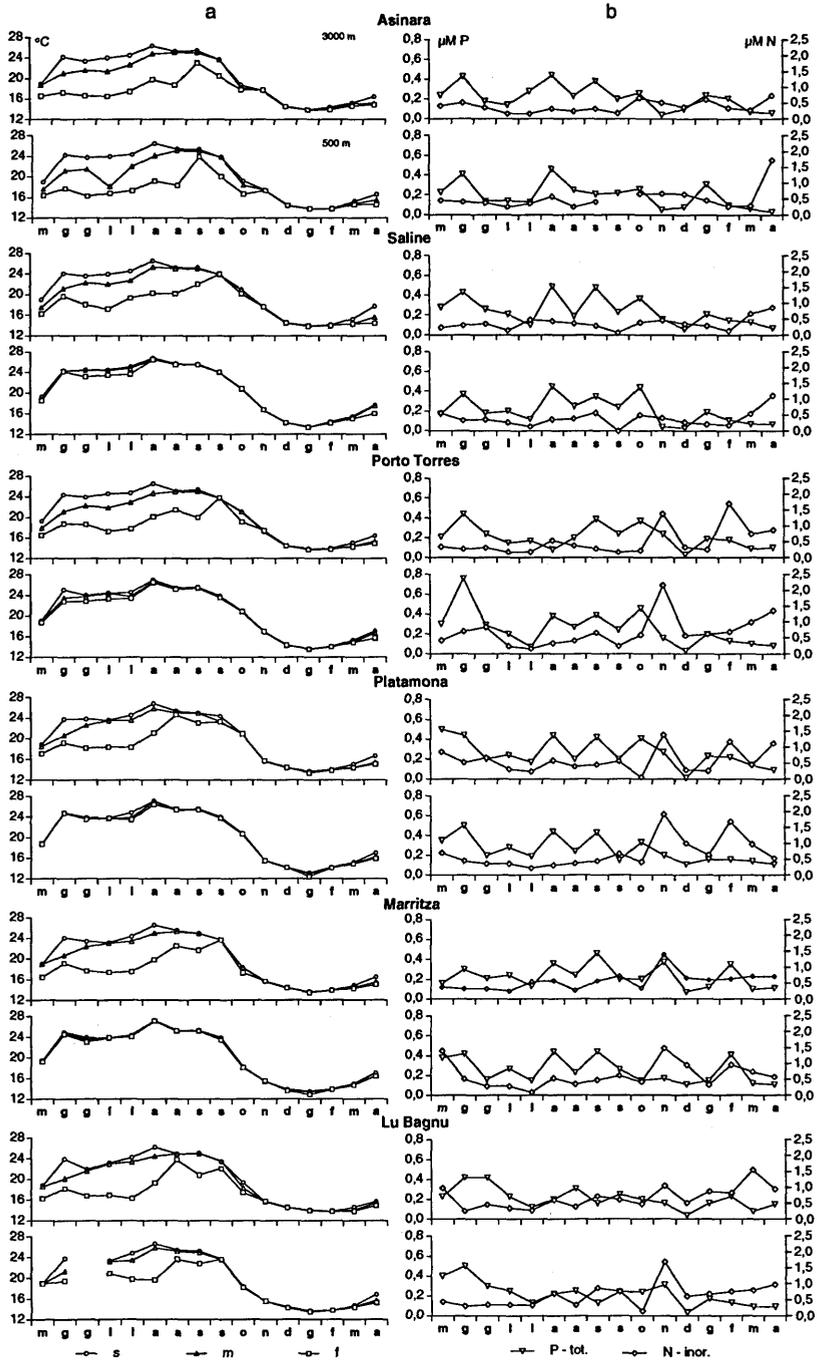


Fig. 2 - Dinamica dei parametri ambientali considerati in ogni stazione di campionamento (a, temperatura alle tre profondità di prelievo; b, fosforo totale e azoto inorganico).  
 Dynamics of environmental variables considered in each sampling station (a, temperature; b, total P and inorganic N).

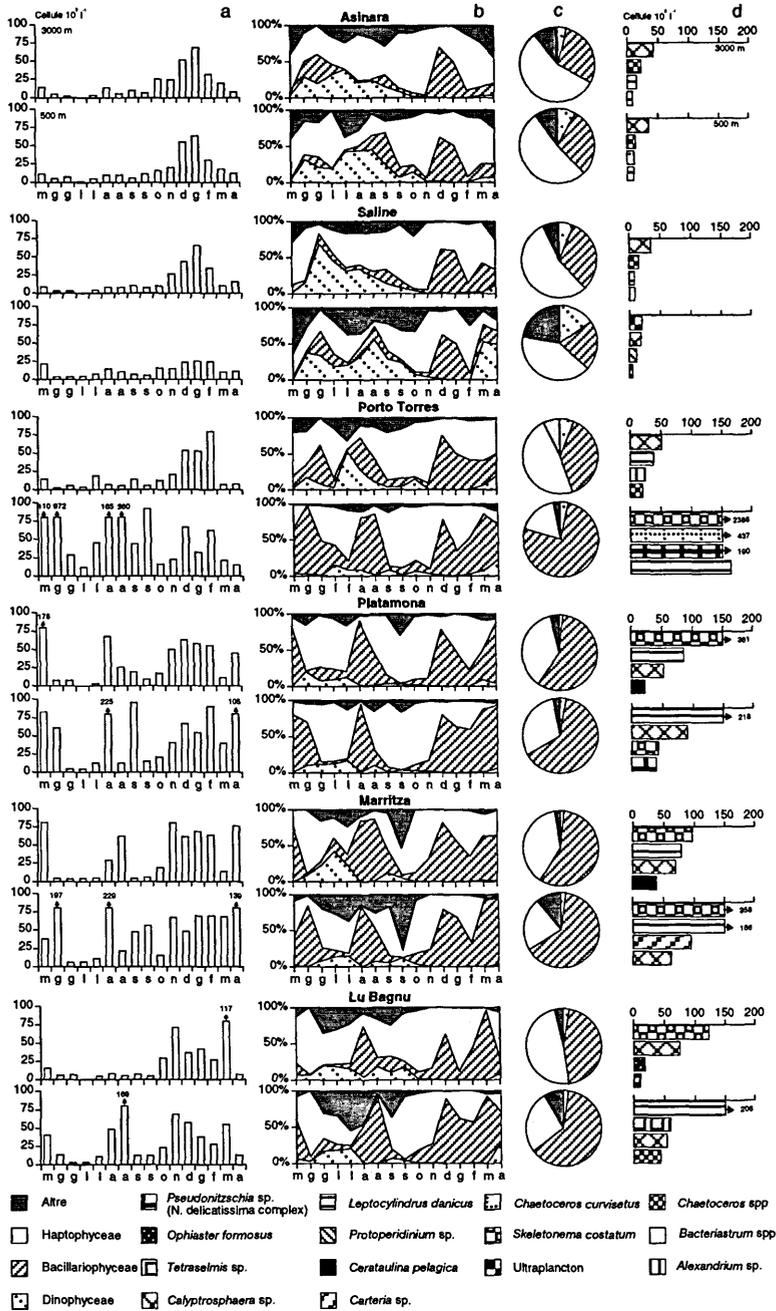


Fig. 3 - Dinamica del fitoplancton in ogni stazione (a, dinamica della densità totale; b, dinamica della composizione percentuale delle classi; c, composizione percentuale media annuale delle classi; d, le specie più abbondanti e loro massimi).

Phytoplankton dynamics (a, dynamics of total density; b, dynamics of percent composition of algal classes; c, percent composition of mean annual abundance of algal classes; d, most abundant species and their maximum values).

più Coccosphaerales) e una discreta presenza di Dinophyceae nei transetti Asinara e Saline, e di Bacillariophyceae negli altri, nei quali questa classe è stata particolarmente rilevante a 500 m. La componente "Altre" è stata rappresentata principalmente da Flagellati (Saline) e Prasinophyceae (Marritza). Considerando complessivamente le dodici stazioni, i maggiori valori di densità sono stati determinati da una quindicina di entità algali (Fig. 3), per lo più attribuibili alle Bacillariophyceae. In ogni stazione, almeno a livello di grado gerarchico, sono state rilevate evidenti differenze. Solo nei transetti Asinara e Saline la specie più importante è stata una Haptophyceae (*Calyptosphaera* sp.) mentre in tutti gli altri una Bacillariophyceae. Tra queste, *Skeletonema costatum* Greville (Cleve), *Chaetoceros curvisetus* Cleve, *Chaetoceros* spp. e *Leptocylindrus danicus* (Cleve) sono state le specie che hanno sviluppato le maggiori densità in gran parte delle stazioni. L'ordinamento multidimensionale effettuato sulla media delle abbondanze tra tutte le date di campionamento delle stazioni e profondità per stazione non ha identificato raggruppamenti a 3000 m dalla costa, né tra le stazioni né tra le profondità (stress=0.1,  $R=0.511$ ); a 500 m dalla costa è stata invece riscontrata una grande similitudine tra la composizione in specie relativa alle tre profondità della stessa stazione e una significativa differenza tra stazioni (stress=0.1,  $R=0.872$ ). La stazione che si è discostata notevolmente da tutte le altre è quella di Lu Bagnu: le altre si sono disposte in maniera molto simile alla loro localizzazione seguendo l'ordine Saline, Asinara, Marritza, Platamona. La composizione in specie della stazione P. Torres non ha mostrato alcuna similitudine tra le varie quote campionate. Secondo l'analisi SIMPER le specie che hanno contribuito maggiormente a questo raggruppamento sono *L. danicus*, *Calyptosphaera* sp. e *S. costatum* completamente assenti nella stazione di Lu Bagnu dove invece è risultato abbondante *Halopappus* sp.

### Discussione e conclusioni

Lo studio svolto nel Golfo dell'Asinara ha evidenziato la presenza di aree con condizioni ambientali differenti, tali da determinare uno sviluppo diversificato del fitoplancton, sia in termini quantitativi (valori e dinamica della densità) che qualitativi (composizione specifica e specie più importanti). È stata riscontrata una differenziazione tra i transetti centrali (P. Torres e Platamona) e quelli orientali (Marritza e Lu Bagnu), e tra quelli centrali e quelli occidentali (Asinara e Saline). I transetti centrali sono stati quelli che, anche concordemente alla maggiore vicinanza con le fonti di disturbo antropico (Cossu e Sechi, 1996), hanno mostrato le densità più alte di fitoplancton, con una dominanza delle diatomee e le maggiori concentrazioni di nutrienti. Nonostante la distanza dei transetti occidentali e orientali sia pressoché equivalente rispetto a quelli centrali, le situazioni riscontrate nelle due aree sono state differenti. I transetti occidentali, sono stati infatti caratterizzati da uno sviluppo del fitoplancton più ridotto, con la prevalenza delle Haptophyceae, una discreta presenza di Dinophyceae e con concentrazioni di nutrienti minori. Inoltre, in questi transetti, la dinamica temporale del fitoplancton ha mostrato una chiara stagionalità (massimi invernali e minimi estivi) sia a 500 m che a 3000 m dalla costa. Negli altri transetti la stagionalità è stata evidente solo nelle stazioni più distanti, in concomitanza, nei mesi estivi, ad una stratificazione termica definita, assente nelle stazioni a 500 m, con minori profondità. In ogni transetto è stata quindi individuata una differenziazione delle stazioni, in rapporto alla loro distanza dalla costa, con quelle più lontane caratterizzate da minori densità del fitoplancton e minori concentrazioni di nutrienti, la cui disponibilità per lo sviluppo algale potrebbe aver subito un maggior controllo da parte della termica delle acque, a sua

volta strettamente dipendente anche dalla batimetria del sito. Quest'insieme di fattori concatenati, potrebbe aver portato, nelle stazioni a 3000 m, delle maggiori differenze nella dinamica del fitoplancton, aspetto chiaramente estrapolato dall'analisi MDS, che ha evidenziato inoltre la peculiarità della stazione a 500 m del transetto Lu Bagnu, l'unica, oltre a quella dell'Asinara, con una profondità tale da consentire la formazione di un termoclino estivo. L'insieme dei risultati ottenuti permette di confermare quanto già ipotizzato da Sechi *et al.* (1998) rispetto all'eterogeneità delle condizioni ambientali nel golfo. Inoltre, gli effetti delle attività antropiche, svolte lungo la fascia costiera terrestre, sembrerebbero differenti nelle diverse aree marine in rapporto a più fattori, tra i quali la distanza dell'area dalle fonti di disturbo, l'andamento delle correnti marine prevalenti, la geomorfologia dei siti e le relative influenze sulla termica delle acque e sulla disponibilità dei nutrienti.

### Summary

This study investigates the spatio-temporal variability of phytoplankton structure and some main parameters (temperature and nutrients) in the Gulf of Asinara (north-western Sardinia) from May 1997 to April 1998. The western side of the gulf became recently national sea park; in the centre-eastern part of its coastal strip there are towns, industrial activities, thermoelectric plants, harbours and river mouths. Along the whole coastal area, 6 transects were considered and two stations per transect – at 500 m and 3000 m from coast – were sampled. Results pointed out considerable variations of environmental conditions in the Gulf of Asinara and their influences on both species composition and phytoplankton dynamics and on the other parameters. Multidimensional Scaling ordinations and Bray-Curtis cluster analysis identified two major zones at 500 m from coast: the western Lu Bagnu and the other zone with the five stations. In each of these stations, a great similarity was found among the three sampling depths. Conversely, at 3000 m from coast, no cluster was identified. Differences gradually decrease in the stations farther from coast and show that anthropic activities affect more the centre-eastern side of the gulf than the western one, being closer to the disturbance sources and probably because of the general hydrodynamics of the gulf.

### References

- CLARKE K.R. (1993) – Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.*, **18**: 117-143.
- COSSU A., SECHI N. (1996) – Indagini ecologiche nel porto industriale di Porto Torres: il fitoplancton. *Atti dell'11° Congresso AIOL, Sorrento, 26-28 Ottobre 1994*: 103-110.
- SECHI N., LUGLIÈ A., SOLINAS G., RUIU R., MANCA B. (1998) – La qualità dell'acqua dell'ambiente marino del golfo dell'Asinara dal punto di vista della componente trofica primaria. In: Gutierrez M., Mattone A., Valsecchi F. (eds), *L'Isola dell'Asinara. L'ambiente, la storia, il parco*. Poliedro, Nuoro: 177-180.
- STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1972) – A practical handbook of seawater analysis. *Fisheries Research board of Canada*.
- UTERMÖHL H. (1958) – Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton - Methodik. *Ver. int. Ver. theor. Angew. Limol.*, **9**: 1-38.