

Sechi, Nicola (1983) *Lo Stato trofico dello stagno di Pilo (Sardegna settentrionale)*. Bollettino della Società sarda di scienze naturali, Vol. 22 (1983(1982)), p. 189-201. ISSN 0392-6710.

<http://eprints.uniss.it/3313/>

VOL. XXII

S. S. S. N.

1983 (1982)

BOLLETTINO

della

SOCIETÀ SARDA
DI SCIENZE NATURALI

La Società Sarda di Scienze Naturali ha lo scopo d'incoraggiare e stimolare l'interesse per gli studi naturalistici, promuovere e sostenere tutte le iniziative atte alla conservazione dell'ambiente e costituire infine un Museo Naturalistico Sardo.

S.S.S.N.
SOCIETÀ SARDA di SCIENZE NATURALI

Via Muroli, 25 - 07100 Sassari.

CONSIGLIO DIRETTIVO (1980-1982)

Presidente: Franca Valsecchi.

Segretario: Bruno Corrias.

Consiglieri: Giovanni Cordella, Franca Dalmaso, Umberto Giordano, Maria Pala, Gavino Vaira.

Revisori dei Conti: Giancarlo Rodella, Ulisse Prota, Giovanni Maria Testa.

Collegio Probiviri: Giovanni Manunta, Vico Mossa, Enzo Sanfilippo.

Consulenti Editoriali per il XXII Volume:

Prof. Pier Virgilio ARRIGONI (Firenze)
Prof. Emilio BALDACCINI (Parma)
Prof. Antonello CROVETTI (Pisa)
Prof. Tullio DOLCHER (Sassari)
Prof. Anna FARINACCI (Roma)
Prof. Paolo Roberto FEDERICI (Sassari)
Prof. Alberto FIDANZA (Roma)
Prof. Nicole GOURBAULT (Parigi)
Prof. Elvidio LUPIA PALMIERI (Roma)
Prof. Enio NARDI (Firenze)
Prof. Mario SANGIORI (Roma)
Prof. Giuseppe SIRNA (Roma)
Prof. Livia TONOLLI (Pallanza)

Direttore Responsabile e Redattore
Prof. FRANCA VALSECCHI

Autorizzazione Tribunale di Sassari n. 70 del 29.V.1968

Lo stato trofico dello stagno di Pilo (Sardegna settentrionale).*

NICOLA SECHI

Istituto di Botanica dell'Università
Via Muroni 25, 07100 Sassari

Sechi N., 1983 - **The trophic level of Pilo's brackish pond.** Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 22: 189-201.

Seasonal changes of nutrient concentrations and other chemical and biological parameters in Pilo's brackish pond were investigated to assess its trophic level. The pond shows eutrophic conditions. In the whole pond the mean biomass value of submersed macrophytes is high (500 g m^{-2}). There is a large range of seasonal variations of total alkalinity concentrations ($1,2-5 \text{ meq l}^{-1}$), oxygen saturation (65-120%) and pH values (8-10). Nevertheless the mean concentrations of nitrate nitrogen (30 mg m^{-3}), ammonia nitrogen (50 mg m^{-3}), total phosphorus (17 mg m^{-3}) and chlorophyll *a* (5 mg m^{-3}) are low, as well as the phytoplankton biomass, ($0,5 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$).

KEY WORDS: Trophic status, Brackish pond, Sardinia.

INTRODUZIONE

Lungo le coste della Sardegna sono presenti numerose lagune salmastre per una estensione complessiva di 12.000 ettari. L'attività principale che interessa queste lagune è la pesca che, negli ultimi anni, ha subito una netta flessione quantitativa oltre che un cambiamento qualitativo delle specie con un aumento percentuale di quelle poco pregiate. È verosimile che questi cambiamenti siano stati indotti dagli scarichi di ogni tipo che si riversano in moltissime lagune. Le informazioni a questo riguardo sono molto scarse se si fa eccezione per lo Stagno di S. Gilla (COTTIGLIA, MAN-

* Ricerca svolta con il contributo del Ministero Pubblica Istruzione.

CA e MASCIA, 1968; COTTIGLIA, MANCA e TAGLIASACCHI MASALA, 1973; CONTU, SARRITZU, SAU ed ENNAS, 1979; CONTU, CIOGLIA, SARRITZU e SCHINTU, 1982; SECHI, CIOGLIA e CONTU, 1983). Nelle altre lagune, solo di recente, nell'ambito del Progetto Finalizzato del C.N.R. «Promozione della Qualità dell'Ambiente», è stata portata a termine una indagine conoscitiva tendente ad individuare la situazione attuale dello stato trofico.

I risultati complessivi di questa indagine sono già stati resi noti (SECHI, 1982) ed altri più specifici sono in corso di stampa. In questo lavoro vengono riportati i risultati delle indagini svolte nello Stagno di Pilo che si trova nella parte occidentale del Golfo dell'Asinara nella Sardegna Settentrionale. Lo stagno comunica direttamente col mare solo di rado ed in particolare quando viene attivato un breve canale che permette l'ingresso del novellame ittico. L'estensione dello stagno è di 119 ettari, la profondità massima di 2 m e la media di 1 m; il tempo medio di ricambio idraulico è di circa 25 giorni. In primavera ed estate il ricambio è molto più lento perché gli afflussi continentali sono modesti e gli scambi col mare, attraverso il cordone litorale, sono presumibilmente molto scarsi. Il livello dello stagno dall'inverno all'estate si abbassa di almeno 0,5 m. Il bacino imbrifero ha una estensione di 56,8 Km ed è caratterizzato dalla mancanza pressoché totale di zone alberate; è presente invece una notevole attività zootecnica ed agricola con estese coltivazioni di cereali.

METODI

I campionamenti sono stati effettuati, nel 1980, con frequenza mensile, in tre stazioni dislocate lungo l'asse principale dello stagno (Fig. 1). Il prelievo avveniva alla profondità di 25 cm contemporaneamente al rilevamento della temperatura. In ogni campione sono stati determinati il pH, i cloruri, l'alcalinità totale, l'ossigeno disciolto, l'azoto nitrico, nitroso e ammoniacale, il fosforo reattivo e totale, la silice reattiva, la clorofilla *a* e la densità del fitoplancton. Le analisi sono state eseguite secondo STRICKLAND e PARSON (1968); la clorofilla è stata calcolata secondo UNESCO (1966); la densità delle principali specie fitoplanctoniche è stata rilevata con tecnica di UTHERMÖHL (1931); per determinare la biomassa del-

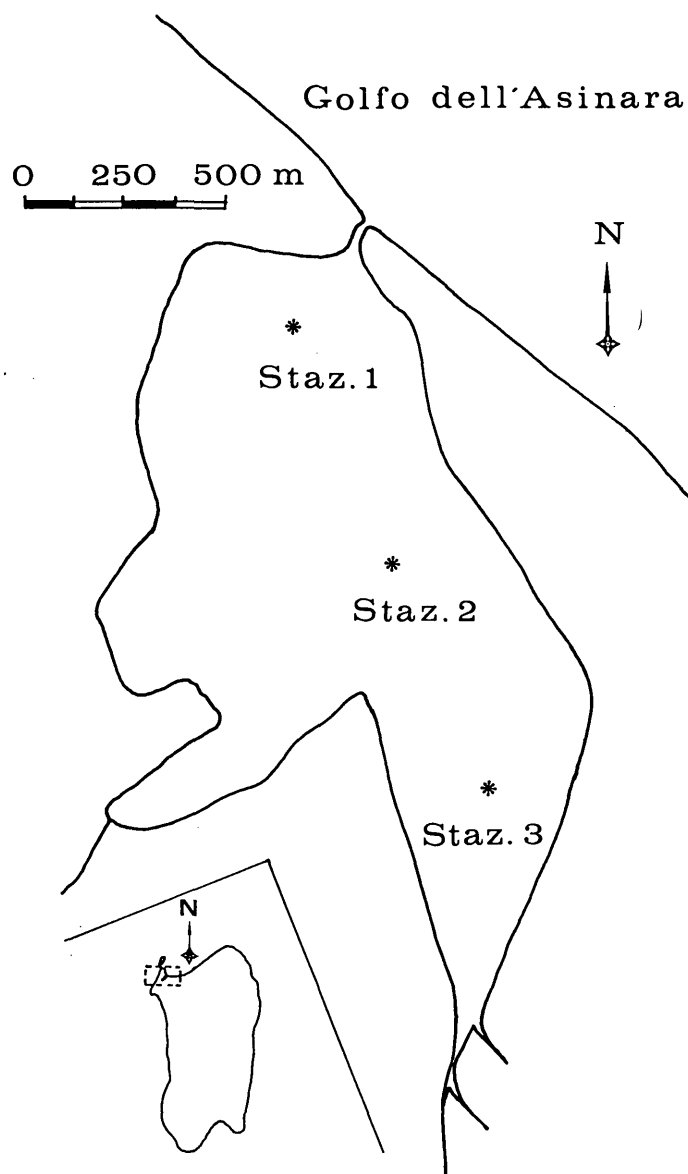


Fig. 1 - Stagno di Pilo e stazioni di prelievo.

le macrofite sommerse sono stati prelevati, nel mese di giugno, 47 campioni, da aree definite in vari punti dello stagno, dei quali si è determinato il peso secco dopo essere stati lavati, asciugati ed essiccati a 105 °C.

RISULTATI

I valori della temperatura rilevati nello stagno (Fig. 2) sono compresi tra 8 e 25 °C con un minimo in dicembre ed un massimo in agosto. Le variazioni stagionali sono pressoché identiche nelle tre stazioni di rilevamento.

Le concentrazioni dei cloruri (Fig. 2) sono più elevate nei periodi estivi con un massimo nel mese di settembre con 18 g l⁻¹ e più basse in quelli invernali e primaverili con un minimo nel mese di maggio con 8 g l⁻¹. Sebbene l'andamento stagionale sia molto simile nelle tre stazioni, si possono riscontrare delle leggere differenze; infatti nel periodo primaverile nella staz. 3, che si trova più vicina all'immissario principale, le concentrazioni sono più contenute, presumibilmente per la maggiore diluizione causata dagli apporti di acqua dolce.

Il pH (Fig. 2) presenta fluttuazioni molto vistose dei suoi valori che oscillano da minimi di 8,3, riscontrati in dicembre, a massimi di 10 nei mesi di giugno e luglio. Le variazioni stagionali del pH sono simili in tutte le stazioni, peraltro nel periodo estivo i valori sono leggermente inferiori nella staz. 3.

Le concentrazioni dell'alcalinità totale (Fig. 2) sono caratterizzate da variazioni molto marcate comprese tra 1,3 e 5 meq l⁻¹. I valori più bassi si riscontrano durante l'estate e quelli più elevati nei periodi invernali e primaverili.

Anche le concentrazioni dell'ossigeno disciolto sono caratterizzate da notevoli variazioni con valori estremi di 5 mg l⁻¹ nel mese di settembre e di 12 mg l⁻¹ nel mese di febbraio. A questi valori corrispondono percentuali di saturazione del 65% e del 100% (Fig. 3), che però divengono più elevate nei mesi di luglio (120%) e di aprile (115%).

Le concentrazioni dell'azoto, rilevate nelle tre forme minerali, sono più elevate in quella ammoniacale (Fig. 3); in questa i contenuti vanno da un minimo di 10 mg m⁻³ nel periodo estivo ad un

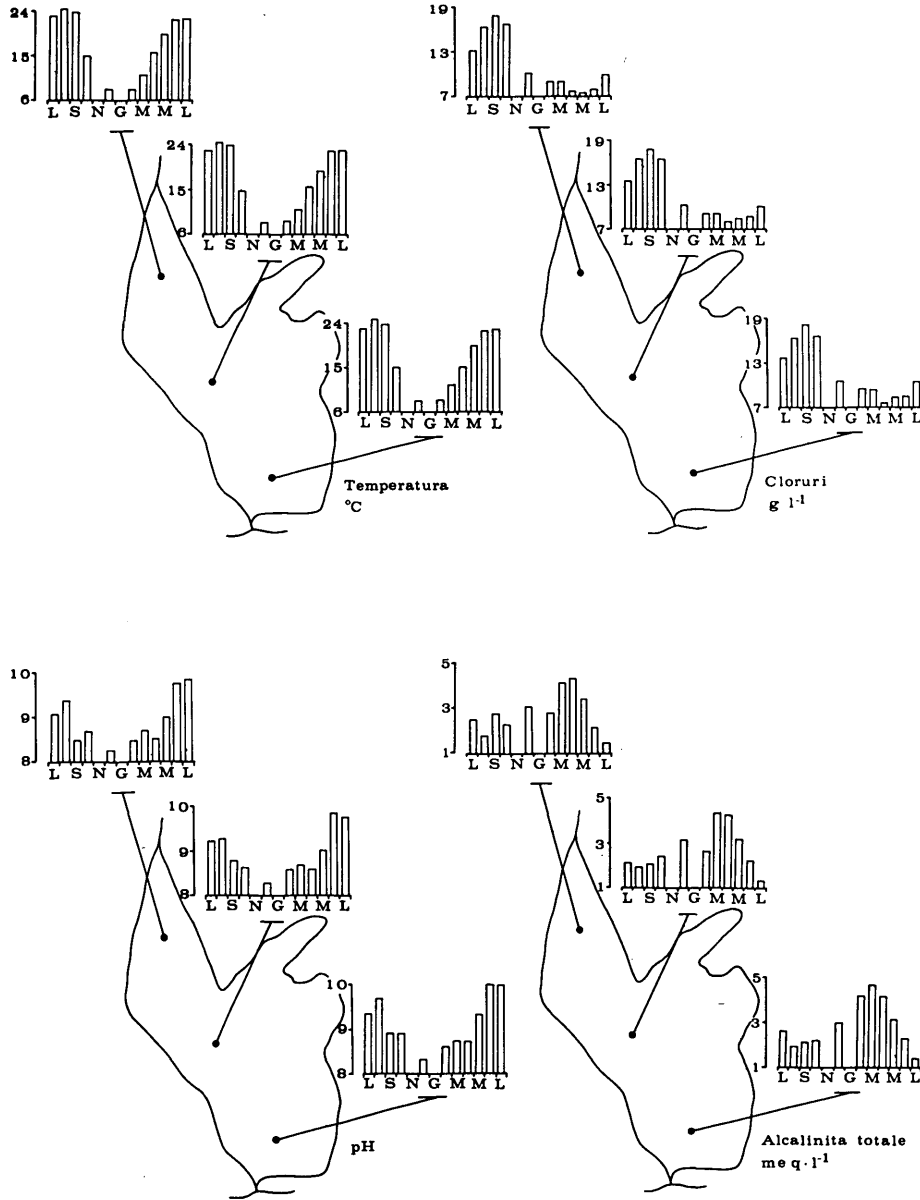


Fig. 2 - Variazioni stagionali della temperatura, cloruri, pH e alcalinità totale.

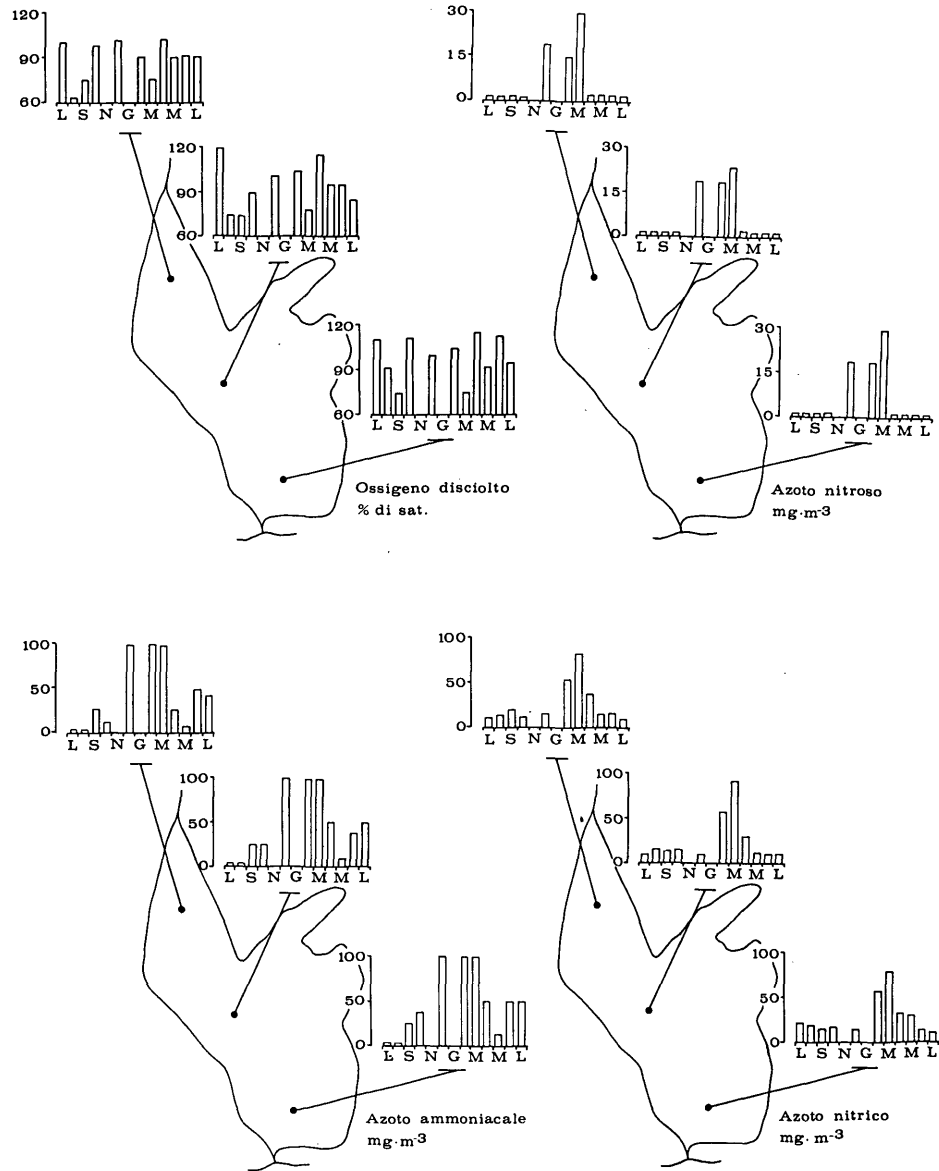


Fig. 3 - Variazioni stagionali dell'ossigeno disciolto, dell'azoto nitrico, nitroso e ammoniacale.

massimo di 100 mg m^{-3} nel periodo invernale. Il contenuto medio annuale dell'azoto ammoniacale è di circa 50 mg m^{-3} . L'azoto nitrico (Fig. 3) evidenzia i contenuti più elevati nel periodo invernale, in particolare nei mesi di febbraio con 60 mg m^{-3} e marzo con 100 mg m^{-3} ; il valore medio annuale è di circa 30 mg m^{-3} . L'azoto nitroso (Fig. 3) è presente in contenuti apprezzabili nei soli mesi invernali con un massimo di 30 mg m^{-3} .

Le concentrazioni del fosforo reattivo (Fig. 4) sono molto modeste e, risultano sempre inferiori a 6 mg m^{-3} ; sono invece più apprezzabili le concentrazioni del fosforo totale (Fig. 4) comprese tra 5 e 40 mg m^{-3} . Il valore più elevato (40 mg m^{-3}) è stato riscontrato nella staz. 3 nei mesi di settembre, febbraio e marzo per cui il contenuto medio annuale è di circa 23 mg m^{-3} . Nelle altre due stazioni, essendo le concentrazioni più contenute, le medie annuali sono inferiori (15 mg m^{-3} in entrambe).

La silice reattiva (Fig. 4) presenta valori più elevati nel periodo estivo con un massimo di $1,8 \text{ mg l}^{-1}$ del mese di luglio. Nel periodo autunnale ed invernale si hanno contenuti più modesti, inferiori a $0,3 \text{ mg l}^{-1}$.

Le concentrazioni medie annuali della clorofilla *a* fitoplanctonica sono di 9 mg m^{-3} nella staz. 3 e di 3 mg m^{-3} nelle altre due. I contenuti più elevati della clorofilla si riscontrano in febbraio nella staz. 3 (54 mg m^{-3}) ed in marzo nelle stazioni 1 e 2 (17 mg m^{-3}).

L'analisi del fitoplancton è stata effettuata su campioni prelevati nella sola stazione 2. L'identificazione ed il conteggio hanno presentato delle difficoltà a causa della presenza di notevole materiale particellato che ostacolava le osservazioni.

Le specie più significative, presenti con oltre 1000 cell. per litro, sono sette e sono elencate nella Tab. 1; vengono anche riportati i relativi volumi cellulari medi calcolati da misure originali. È da rilevare che alcune specie di piccole dimensioni e di difficile identificazione sono state considerate come ultraplankton.

La densità totale più elevata è stata rilevata in giugno con $2,75 \times 10^6 \text{ cell. l}^{-1}$ e la minima in agosto con $0,7 \times 10^6 \text{ cell. l}^{-1}$. Tra le classi che compongono il fitoplancton le densità più elevate sono espresse dalle Cloroficee con *Ankistrodesmus falcatus* ($2 \times 10^6 \text{ cell. l}^{-1}$) in giugno e dalle Crisoficee con *Ochromonas crenata* ($1,6 \times 10^6 \text{ cell. l}^{-1}$) in febbraio. Anche l'ultraplankton esprime densità rilevanti ($1,8-2 \times 10^6 \text{ cell. l}^{-1}$) nei mesi di luglio e ottobre.

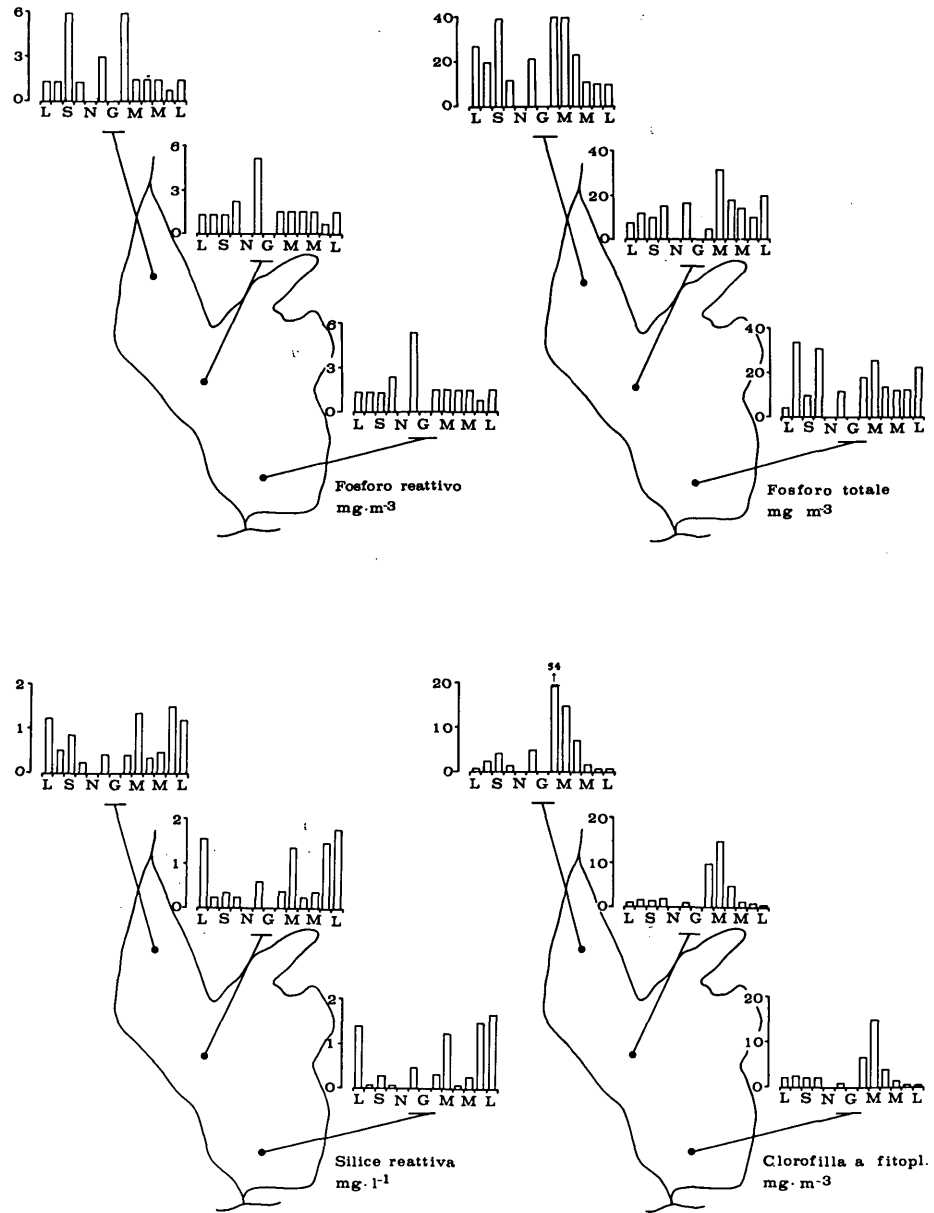


Fig. 4 - Variazioni stagionali del fosforo reattivo e totale, della silice reattiva e della clorofilla a.

Tab. 1 - Densità totale, delle classi, delle specie ($\times 10^3$ cell. l^{-1}) e biomassa totale e delle classi (cm^{-3} m^{-3}) del fitoplancoton dello Stagno di Pilo (+ indica valori inferiori a 1000 cell. l^{-1} o a 0,1 cm^{-3} m^{-3}).

	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Dic.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.
DINOFICEE											
<i>Peridinium granii</i> Klebs (1700 μ^3)	—	5	2	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Peridinium</i> sp. (3000 μ^3)	+	+	+	+	60	—	—	—	—	—	5
DENSITÀ DINOFICEE	+	5	2	+	60	—	—	—	—	—	5
BIOMASSA DINOFICEE	+	+	+	+	0,2	—	—	—	—	—	+
DIATOMEI											
<i>Fragillaria</i> sp. (700 μ^3)	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cyclotella</i> sp. (1500 μ^3)	—	6	1	2	1	—	—	—	—	—	—
DENSITÀ DIATOMEI	5	6	1	2	1	—	—	—	—	—	—
BIOMASSA DIATOMEI	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
CLOROFICEE											
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Rales. (numero di fasci. Ogni fascio circa 150 μ^3)	200	100	—	—	—	600	800	500	1.500	2.000	1.000
<i>Closterium aciculare</i> T. West (6000 μ^3)	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
DENSITÀ CLOROFICEE	202	100	—	—	—	600	800	500	1.500	2.000	1.000
BIOMASSA CLOROFICEE	+	+	—	—	—	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2
CRISOFICEE											
<i>Ochromonas crenata</i> Klebs (1700 μ^3)	—	—	—	—	—	1.600	400	300	90	—	—
BIOMASSA CRISOFICEE	—	—	—	—	—	2,7	0,7	0,5	0,2	—	—
DENSITÀ ULTRAPLANKTON (18 μ^3)	2.000	600	900	1.800	1.200	—	—	—	—	750	1.100
BIOMASSA ULTRAPLANKTON	+	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+
DENSITÀ TOTALE	2.207	711	903	1.802	1.260	2.200	1.200	800	1.590	2.750	2.105
BIOMASSA TOTALE	+	+	+	+	0,2	2,8	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2

Il valore piú elevato della biomassa totale ($2,8 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$) si riscontra in febbraio proprio in corrispondenza della massima densità di *O. crenata*. Negli altri mesi i valori della biomassa sono sempre inferiori a $0,1 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$ e da luglio ad ottobre sono addirittura inferiori a $0,01 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$. Le variazioni stagionali della biomassa totale sono simili a quelle della clorofilla *a*; la correlazione statistica tra i due parametri è infatti significativa per $P < 0,05$.

Benché la densità totale, con un valore medio annuale di $1,6 \times 10^6 \text{ cell. l}^{-1}$, sia rilevante, in realtà il popolamento fitoplanctonico è esiguo poiché la biomassa totale ha un valore medio inferiore a $0,5 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$.

La biomassa delle macrofite sommerse (Fig. 5) è molto variabile; si possono rilevare valori modesti (2 g m^{-2}) ed elevati (3086 g m^{-2}) in zone stagnali contigue. Mediamente la biomassa nell'intera superficie dello stagno è di circa 500 g m^{-2} . Le specie presenti sono *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande e *Chaetomorpha aerea* (Dillow.) Kutz., che producono la quasi totalità della biomassa, ed *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link.

DISCUSSIONE

Dai risultati delle indagini svolte nello Stagno di Pilo emerge che il contenuto di sali nutritivi in soluzione è modesto perché i valori medi annuali del fosforo e dell'azoto inorganico sono inferiori a 20 mg P m^{-3} e a 80 mg N m^{-3} . Concentrazioni di questa entità non sono generalmente sufficienti (VOLLENWEIDER, 1968; OCDE, 1980) a sostenere uno sviluppo del fitoplancton tipico di stati di eutrofia.

La presenza del fitoplancton, in effetti, è modesta perché i valori medi annuali della biomassa e della clorofilla *a* sono inferiori a $0,5 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$ ed a 5 mg m^{-3} e solo occasionalmente, in inverno, esprimono valori significativamente elevati.

Sono marcate invece le variazioni stagionali delle concentrazioni dell'alcalinità totale ($1,3-5 \text{ meq l}$), del pH (8-10) e dell'ossigeno disciolto (60-120%).

La biomassa delle macrofite sommerse è consistente (500 g m^{-2}) e risulta superiore al valore di 200 g m^{-2} che WESTLAKE (1963, 1965) considera tipico di ambienti acquatici produttivi non marini.

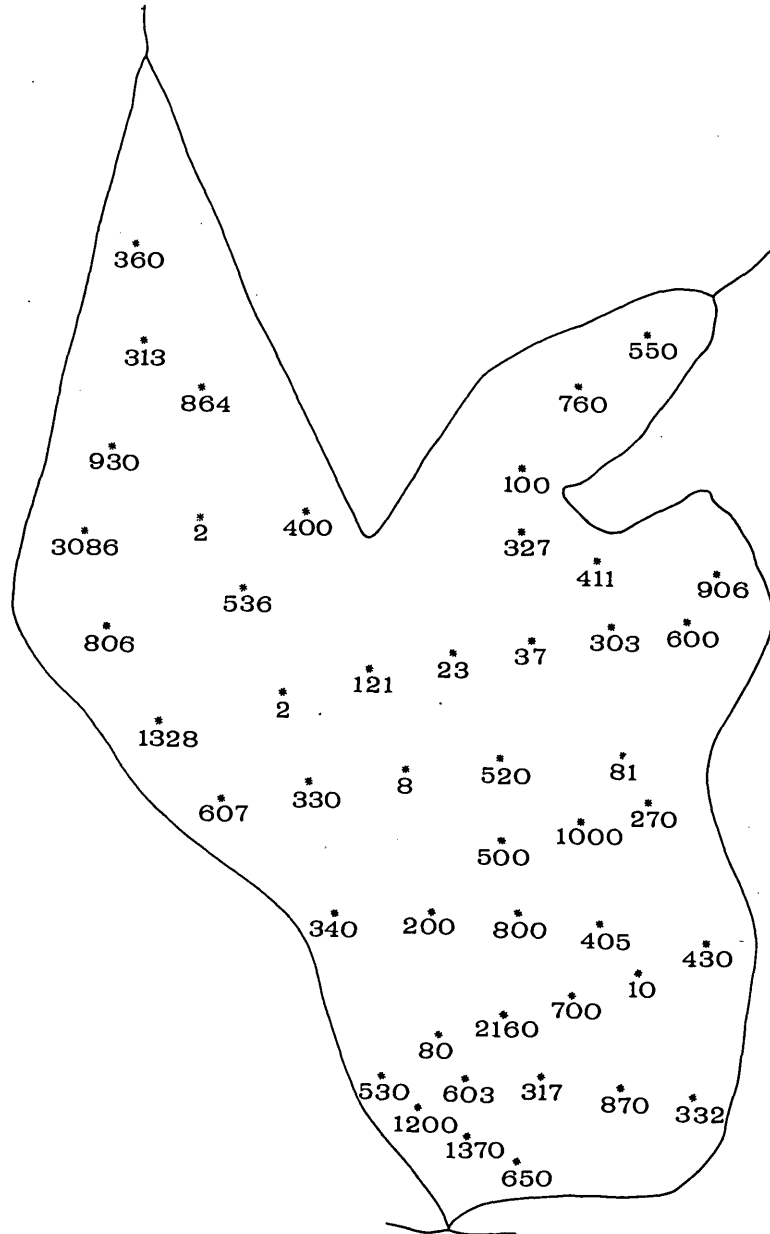


Fig. 5 - Distribuzione delle biomasse delle macrofite sommerse (g/metro quadro peso secco) rilevate nel mese di giugno del 1980.

Le macrofite sono dunque la componente vegetale più importante ed abbondante dallo stagno; dalla loro crescita e demolizione possono dipendere le consistenti variazioni dell'alcalinità, del pH e dell'ossigeno. Il fatto che i principali nutrienti abbiano contenuti modesti non influisce sulla loro crescita perché possono utilizzare quelli dei sedimenti (CARIGNAN e KALFF, 1980; BARKO e SMART, 1981; DENNY, 1972). Questi, anche se non sono state effettuate analisi specifiche, sono presumibilmente ricchi di nutrienti per il loro aspetto fangoso e per il notevole odore di acido solfidrico che emanano. È molto importante inoltre, per lo sviluppo delle macrofite, che la profondità media sia ridottissima ed il ricambio idraulico relativamente lento nei mesi tardo primaverili ed estivi.

Quanto su detto può spiegare lo sviluppo eccessivo delle macrofite; bisogna tuttavia identificare e quantificare la causa primaria che ha portato all'accumulo dei nutrienti nei sedimenti. Senza dubbio è molto importante, come in qualsiasi ambiente acquatico, l'apporto di nutrienti dal bacino imbrifero in relazione alla profondità media ed al tempo di ricambio idraulico (VOLLENWEIDER, 1976). Come esempio si può quantificare quello del fosforo. Applicando indici appropriati (VOLLENWEIDER, 1968) alla popolazione umana, al patrimonio zootecnico ed alle concimazioni agrarie è possibile stimare un carico teorico di circa 1 t per anno. Il carico tollerabile invece, calcolato adoperando la formula di VOLLENWEIDER (OCDE, 1980) e con ciò considerando lo stagno ipoteticamente simile agli ambienti lacustri, è pari a 0,25 t per anno.

Con tutte le cautele, per il fatto che lo Stagno di Pilo ha aspetti di estrema diversità dai laghi, si può presumere che le quantità di fosforo ed anche dell'azoto che derivano dal bacino imbrifero siano superiori alle sue capacità recettrici. Questa può essere la causa principale per cui si è formato un sedimento ricco di nutrienti che attualmente, insieme allo stesso carico, consente uno sviluppo consistente delle macrofite.

RIASSUNTO

Lo Stagno di Pilo è un ambiente salmastro costiero che si trova nella Sardegna Nord-occidentale. Lo stagno non comunica col mare se non in qualche occasione

quando viene aperto un piccolo canale di comunicazione per consentire la risalita del novellame ittico.

Lo studio riportato in questo lavoro tende a definire le caratteristiche di alcuni parametri chimici e biologici per valutare lo stato trofico attuale dello stagno.

Il livello trofico appare elevato perché è elevata la biomassa della macrofite sommerse ed inoltre sono ampie le variazioni delle concentrazioni dell'alcalinità totale, del pH e dell'ossigeno disciolto. Sono invece modeste le concentrazioni in soluzione dei nutrienti e le biomasse dei popolamenti fitoplanctonici.

Questa situazione è verosimilmente determinata sia dalla disponibilità di nutrienti nei sedimenti da cui possono attingere le macrofite sia dall'eccessivo carico che deriva dal bacino imbrifero.

PAROLE CHIAVE: stato trofico, stagno salso, Sardegna.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- BARKO J.W., SMART R.M., 1981 - Sediment-based nutrition of submersed macrophytes. *Aquatic Botany*, **10**: 339-352.
- CARIGNAN R., KALFF J., 1980 - Phosphorus sources for aquatic weeds: water or sediments? *Science*, **207**: 987-989.
- CONTU A., SARRITZU G., SAU M., ENNAS M.G., 1979 - Laguna di S. Gilla: situazione attuale e programmi di risanamento. *Igiene Moderna*, **7**: 741-755.
- CONTU A., CIOGLIA A.M., SARRITZU G., SCHINTU M., 1982 - Inquinamento misto cloacale-industriale in acque salmastri di estuario. Nota II: aspetti chimici. *Nuovi Annali di Igiene e Microbiologia* (in corso di stampa).
- COTTIGLIA M., MANCA C., MASCIA G., 1968 - Fenomeni di inquinamento nelle acque della Sardegna. Influenza di un'industria petrolchimica sul biotopo salmastro di S. Gilla e conseguenti ripercussioni sull'ittiofauna. *Acqua Industriale*, **56**: 3-19.
- COTTIGLIA M., MANCA C., TAGLIASACCHI MASALA M., 1973 - L'inquinamento nello Stagno di Cagliari. *La Programmazione in Sardegna*, **48**: 3-55.
- DENNY P., 1972 - Sites of nutrient absorption in aquatic macrophytes. *J. of Ecology*, **60**: 819-829.
- OECD, 1980 - *Shallow lakes and reservoirs*. Final report of cooperative programme for monitoring of inland waters.
- SECHI N., 1982 - Lo stato trofico di alcuni stagni salmastri costieri della Sardegna. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, **21**: 285-295.
- SECHI N., CIOGLIA A.M., CONTU A., 1983 - Inquinamento cloacale e industriale in acque salmastre di estuario. Possibilità di decontaminazione. Nota III: fenomeni di eutrofizzazione. *Nuovi Annali di Igiene e Microbiologia* (in corso di stampa).
- STRIKLAND J.D.H., PARSON T.R., 1968 - A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, **167**.
- UNESCO, 1966 - *Determination of photosynthetic pigments in seawater*. Report of Scor-Unesco Group 17, Paris.
- UTERMÖHL H., 1931 - Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, **5**: 567-595.
- WESTLAKE D.F., 1963 - Comparisons of plant productivity. *Biol. Rev.*, **38**: 375-425.
- WESTLAKE D.H., 1965 - Some basic data for investigation of the productivity of aquatic macrophytes. *Mem. Ist. Ita. Idrobiol.*, **18** suppl.: 229-248.
- VOLLENWEIDER R., 1968 - *Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to phosphorus and nitrogen as factors in eutrophication*. O.E.C.D. Technical report D.A.S./C.S.T./68.27.
- VOLLENWEIDER R., 1976 - Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Mem. Ist. Ita. Idrobiol.*, **33**: 53-83.