ATTI

DELLA

SOCIETÀ TOSCANA

DI

SCIENZE NATURALI

RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE B
SUPPLEMENTO VOL. LXXXVI - ANNO 1979

ATTI XI CONGRESSO
DELLA SOCIETA' ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA

ORBETELLO 23 - 26 Maggio 1979

ARTI GRAFICHE PACINI MARIOTTI - PISA - 1980

La Biologia Marina e la gestione della Fascia Costiera

INDICE

Gestione delle risorse di pesca nella fascia costiera			
Giovanni Bombace - La gestione razionale delle risorse ne stiera (Introduzione al tema)		pag.	3
Dino Levi, M. Gabriella Andreoli - Nota metodologic va sulle indagini esplorative mediante attrezzature a s	ca introdutti- strascico	»	6
Carlo Froglia, Giuliano Orel - Considerazioni sulla peso nella fascia costiera delle tre miglia in Adriatico .	ca a strascico	»	17
Arturo Bolognari - Creazione di zone di riposo biologico timenti marittimi italiani	nei compar-	»	26
Guglielmo CAVALLARO, Fortunato Munaò, Franco Andalor Soldano - La situazione della piccola pesca litorale ne Messina nel dodicennio 1967-78	ello stretto di	»	30
Giovanni Marano, Raffaele Vaccarella, Nicola Casavola, C Lo - Pesca e banchi naturali di Lamellibranchi in Terra		»	34
Acque salmastre: biologia e acquacoltura			
Giuseppe Colombo, Ireneo Ferrari, Victor U. Ceccherell Vallini, Remigio Rossi - Fattori idrologici e struttura d ti planctonici e bentonici della Sacca degli Scardovari	ei popolamen-	»	41
Giulio RELINI, Eva PISANO - Popolamenti di substrato duro di Orbetello	nelle lagune	»	48
Giulio Relini, Giorgio Matricardi - I Cirripedi Toracici di Orbetello	delle lagune	»	55
Eva PISANO - Osservazioni sistematico-ecologiche su alcun la laguna di Orbetello	i Briozoi del-	»	58
Giovanni Diviacco - Remarks on Crustaceans Amphipods o lo laggons (Grosseto)	f the Orbetel-	»	62
Giorgio Matricardi - Echinodermi della laguna di Orbetello)	»	65
Daniele Bedulli, Elisabetta Peretti - Recent development benthos in a brackish lagoon of the Po river delta.	of the macro-	»	69
Attilio Solazzi - Il fitoplancton: interazioni tra acque cos salmastre		»	73
Francesco CINELLI - Possibilità di reale sfruttamento dei v delle coste italiane	egetali marini	»	77
Gianni CAVALLINI, Francesco PAESANTI - Nota sul ciclo ann ratteristiche idrologiche e della concentrazione in Clo planctonica della Sacca degli Scardovari (Delta del	nuale delle ca- profilla-A fito-	»	80
Claudio Tolomio, Mara Marzocchi, Attilio Solazzi, Fabio ra Salafia - Popolamenti fitoplanctonici in una stazio il delta del Po	one antistante	»	83
Claudio Tolomio, Fabio Cavolo, Paolo Favero, Mara Malio Solazzi - Delta del Po. II. Ricerche fitoplanctonic	rzoccні, Atti- he e idrologi-		0.4
che nella Sacca del Canarin (nov. 1977 - ott. 1978). Maria Grazia MAZZOCCHI, Ireneo FERRARI - Variazioni a lui termine dello zooplaneton pella Sacca del Canarin (Di	ngo e a breve	»	84

raccolto presso le due bocche principali della laguna di Grado (Alto Adriatico)	»	89
Costanzo M. De Angelis - Situazione e prospettive dell'acquacoltura lun-	"	03
go le coste della Toscana	»	94
Mario Giannini, Roberto Vitali, Gilberto Gandolfi - Studio quantitativo sul popolamento ittico di un ambiente salmastro del delta del fiume Po (Sacca del Canarin)	»	100
Anna R. Chieregato, Ireneo Ferrari, Remigio Rossi - Il regime alimentare degli stadi giovanili di orata, branzino, botolo e lotregano nella Sacca di Scardovari	»	104
Claudio Costa, Roberto Minervini - Le specie ittiche del lago di Sabaudia di prevalente interesse economico. Nota I. Una metodica per l'allevamento intensivo di <i>Dicentrarchus labrax</i> (L.) e <i>Diplodus sargus</i> (L.)	»	108
Lia Paggi, Paola Orecchia, Gabriella Cancrini, Nicola Catalini, Roberto Minervini - Le specie ittiche del lago di Sabaudia di prevalente interesse economico. Nota II. Osservazioni parassitologiche	»	112
Febo Lumare - Studio comparativo di metodologie di riproduzione indotta in <i>Penaeus kerathurus</i> Forskäl 1775 (Decapoda, Natantia)	»	114
Giovanni Palmegiano, Marco G. Saroglia - Utilizzazione di scarichi termici in crostaceicoltura. Rapporto tra tasso di accrescimento e « carryng capacity »	»	123
Paolo Breber, Giovanni B. Palmegiano - Uova di Sepia officinalis seminate nella laguna di Lesina a scopo di pesca: prime esperienze .	»	127
Victor U. CECCHERELLI, Aurora Prati, Vittorio Gaiani - Note sull'accrescimento e la produzione di <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamk in un banco naturale della Sacca di Scardovari	»	134
Corrado Piccinetti, Gabriella Piccinetti Manfrin - La pialassa ravennate: ambiente vallivo da risanare	»	138
Inquinamento costiero: fonti, natura ed effetti		
Joseph Bergerard - Consequences ecologiques de la pollution petrolière due au naufrage de l'« Amoco Cadiz » sur le côtes de Bretagne .	»	143
Dan Manolell - Des modifications survenues ces 30 dernières années dans la composition de la faune bentique du littoral roumain (Mer Noire)	»	152
Anna M. Bonvicini Pagliai, Roberto Crema, Edmondo Ioannilli, Mauro Bertonati, Romeo Cironi, Roberto Vitali - Caratteristiche strutturali del macrobenthos della fascia infralitorale antistante la		460
centrale di Torre Valdaliga (Civitavecchia)	»	160
Edmondo Ioannilli, Roberto Crema, Anna M. Bonvicini Pagliai, Mauro Bertonati, Romeo Cironi, Roberto Vitali - Qualità dell'acqua e comunità fitoplanctoniche in rapporto allo scarico termico della centrale termoelettrica di Torre Valdaliga (Civitavecchia)	»	168
Roberto Crema, Edmondo Ioannilli, Anna M. Bonvicini Pagliai, Mauro Bertonati, Romeo Cironi, Roberto Vitali - Chimico fisica delle acque e produttività primaria nel tratto di mare antistante la centrale termoelettrica di Piombino		100
Mario Innamorati, Adriana Bochicchio, Roberto Gabbrielli, Carlo Len-	»	182
ZI GRILLINI - Effetti dell'incremento termico artificiale nel mare di Torre del Sale (Golfo di Follonica). Primi risultati	»	190

Romano Ferrara, Alfredo Seritti, Stefano De Ranieri, Antonio Petrosino, Giovanni Del Carratore, Maurizio Torti - Distribuzione dei metalli pesanti nelle acque costiere della Toscana Settentrionale .	»	199
Enzo Orlando, Marina Mauri - Esperienze in laboratorio sull'accumulo di manganese in <i>Donax trunculus</i> L. (Bivalvia)	»	204
Marina Mauri - Incorporazione del manganese e del ferro nella conchiglia di <i>Donax trunculus</i> L. (Bivalvia)	»	211
Cristina Nasci, Valentino U. Fossato - Studio sulla fisiologia dei mitili e sulla loro capacità di accumulare idrocarburi e idrocarburi clorati	»	216
Giancarlo Fava, Eugenio Crotti - Effetto paradosso di un detersivo a base di LAS in <i>Tisbe holothuriae</i> Humes (Copepoda Harpacticoida).	»	219
Angelo Strusi, Pietro Panetta, Raffaele Serio - Correlazione tra le cariche batteriche ed i nutrienti nei mari di Taranto	»	223
Conoscenza e promozione dell'ambiente costiero		
Robert B. CLARK - Monitoring change in the marine environment	»	229
Michele Sara' - Il ruolo dei Poriferi nell'ecosistema marino litorale	»	248
Patrizia Casali, Gabriella Manfrin, Anna Rosa Scarani, Nadia Tegaccia - Dati preliminari sull'ecologia di una zona costiera dell'Adriatico .	»	254
Silvano RIGGIO, Giovanni DI PISA - Indagini preliminari sui patterns di insediamento dei popolamenti bentonici nel porto di Palermo	»	258
Anna M. Cognetti Varriale - Su due Policheti Owenidi di sabbie infralitorali del golfo di Follonica	»	263
Riccardo Cattaneo, Sebastiano Geraci - Il popolamento a Briozoi (Cheilostomata) della prateria a <i>Posidonia</i> di Procchio (Isola d'Elba)	»	268
Mario Innamorati, Marta De Pol Signorini - Spettri della radiazione visibile sottomarina nel Mar Ligure	»	269
Carlo Lenzi Grillini, Ferdinando Budini Gattai - Comunità fitoplanctoniche del porto di Livorno e delle acque costiere antistanti	»	273
Armando Battiato, Mario Cormaci, Giovanni Furnari, Blasco Scam- macca - Osservazioni preliminari sulla zonazione dei popolamenti fitobentonici di substrato duro della penisola della Maddalena (Si- racusa)	»	278
Raffaele Olivotti - Rimozione di alcuni metalli pesanti dalle acque residue urbane mediante consueti trattamenti di depurazione	<i>"</i>	279
Giuseppe Cognetti - Prospettive per una migliore tutela delle acque dopo l'approvazione della legge del 24 dicembre 1979 nº 650	<i>"</i>	291
Luigi Boitani, G. Domenico Ardizzone - Interventi locali e approccio integrato in una strategia di conservazione del Mediterraneo.		294
Insediamenti su substrati duri artificiali	»	234
Alvise Barbaro, Mario Chieppa, Antonia Francescon, Giulio Relini, Angelo Tursi - Le repliche nello studio del fouling Carla Morri - Remarques sur les Hydraires vivants dans les salissures	»	301
biologiques de quelques centrales thermo-électriques côtières ita- liennes	»	305
Giulio Relini, Carlo N. Bianchi - Prime osservazioni sul fouling della centrale termoelettrica di Torvaldaliga (Civitavecchia)	»	308
Giovanni Diviacco - Amphipods of fouling in the conduits of the electric power station of Torvaldaliga (Civitavecchia)	»	312

Carlo N. BIANCHI - Note préliminaire sur les Polychètes Serpuloidea (Annélides) de substrats artificiels immergés dans le Golfe de Gênes . Eva PISANO - Osservazioni preliminari sui Briozoi di substrati artificiali	»	316
immersi nel piano infralitorale del promontorio di Portofino (Mar Ligure)	»	320
Attività subacquee e loro ruolo nella ricerca biologica in mare		
Eugenio Fresi - Attività subacquee e loro ruolo nella ricerca biologica marina	*	325
Francesco Cinelli, Eugenio Fresi - Contributo alla valutazione dell'effettiva incidenza della pesca subacquea sul patrimonio biologico delle acque costiere italiane	»	330
Paolo Colantoni - Problemi legali e amministrativi dell'immersione scientifica	»	339
Varia		
Lodovico Galleni, Ursula Salghetti, Paolo Tongiorgi - Ricerche sui predatori dei mitili. La progressione della predazione nel policlade Stylochus mediterraneus	»	349
Patrizia Nardi, Marco Nigro, Paolo Tongiorgi - Ricerche sui predatori dei mitili. Il gasteropode perforatore <i>Ocinebrina edwarsii</i>	»	353
Paolo M. Bisol, Vittorio Varotto, Bruno Battaglia - Variabilità genetica di tre popolazioni del copepode arpacticoide <i>Tisbe bulbisetosa</i> .	»	357
Massimiliano Cervelli, Giancarlo Fava - Variabilità genetica in <i>Tisbe bulbisetosa</i> (Copepoda, Harpacticoida) di tre lagune adriatiche	»	360
Milena Marini, Ivan Benedetti - Considerazioni sulla variabilità di alcuni sistemi di neuroni in Teleostei appartenenti alla stessa famiglia .	»	363
Anna M. Bolognani Fantin, Enzo Ottaviani, Lorenzo Bolognani, Antonella Franchini, Massimo Masserini - Studio istofunzionale dell'apparato digerente di Murex brandaris e Murex trunculus	»	366
Gilberto Gandolfi, Remigio Rossi, Paolo Tongiorgi, Paolo Vil- LANI - Osservazioni sulla montata delle ceche (Anguilla anguilla L.) alla foce dell'Arno (ottobre 1978 - maggio 1979)	»	370
Maurizio Wurtz - I cefalopodi raccolti nel Mar Ligure durante la campagna di pesca batiale 1977-78	»	374
Stefano De Ranieri - La maturità sessuale nelle femmine di Mullus barbatus L. nell'Alto Tirreno	»	378
Giorgio Fanciulli, Lidia Relini Orsi - Biologia di <i>Phycis blennioides</i> Brunn. 2. Rapporto sessi e osservazioni sulla maturità sessuale	*	383
Marino VACCHI, Lidia RELINI ORSI - Alimentazione di Chimaera monstrosa L. sui fondi batiali liguri	»	388
Silvano Focardi, Lucia Falciai, Cristina Gambi, Valeriano Spadini - Alimentazione di Mullus barbatus nel Mar Tirreno	»	392
Laura ROTTINI SANDRINI - Valutazione statistica della variabilità intraspecifica in tre popolazioni mediterranee di <i>Muggiaea kochi</i> Will (Siphonophora, Calycophorae)	»	396
Salvatore CACCAMESE, Roberto AZZOLINA, Mario CORMACI, Giovanni FURNARI - Attività antimicrobica in alcune alghe della costa orientale della Sicilia	*	397
Stellario Creazzo - Nota sulla distribuzione delle correnti di gradiente nel basso Tirreno	»	398

INQUINAMENTO COSTIERO: FONTI, NATURA ED EFFETTI

R. Crema (*), E. Ioannilli (**), A.M. Bonvicini Pagliai (*), M. Bertonati (**), R. Cironi (**), R. Vitali (**)

CHIMICO FISICA DELLE ACQUE E PRODUTTIVITA' PRIMARIA NEL TRATTO DI MARE ANTISTANTE LA CENTRALE TERMOELETTRICA DI PIOMBINO

Riassunto — Fra il settembre 1977 e il settembre 1978 è stata condotta un'indagine sulla qualità dell'acqua e la produttività primaria nel tratto di mare antistante la centrale termoelettrica di Piombino. L'indagine è stata condotta mediante una serie di misure ripetute mensilmente e riguardanti sia i principali parametri chimici di interesse ecologico sia la produttività primaria fitoplanctonica. I risultati delle indagini hanno permesso di caratterizzare il ciclo annuale dei parametri in esame e di escludere sensibili modificazioni legate alla presenza dello scarico termico.

Abstract — Water quality and primary production in the sea area facing the power station of Piombino (Thyrrenian sea coast). Main chemical environmental parameters and primary production were monthly (September 1977-September 1978) extimated in the sea area facing fuel power station of Piombino (Thyrrenian sea coast, Tuscany). Comparison of the annual cycles pattern of these parameters among stations located at various distance from the outlet allows to establish that heated effluent has not brought about detectable alterations to the environment.

Key words — Thermic pollution, primary production, water quality.

La centrale termoelettrica di Piombino è situata nel Golfo di Follonica in corrispondenza della località denominata Torre del Sale. L'impianto è entrato in funzione nel gennaio 1977 ed è attualmente costituito da due unità, per una potenza complessiva di 640 MW.

La quantità di acqua marina utilizzata per il raffreddamento è di circa 22 m³/sec; essa subisce, nell'attraversamento del condensatore, un aumento massimo di temperatura di circa 8,5°C. Tra il settembre 1977 ed il settembre 1978 è stata condotta un'indagine sulla qualità dell'acqua e la produttività primaria nel tratto di mare antistante la centrale per rilevare eventuali effetti dello scarico termico.

METODI

Le misure e i prelievi di campioni sono stati effettuati in stazioni fisse (fig. 1) collocate su tre perpendicolari alla costa. La transetta T1 po-

^(*) Istituto di Zoologia dell'Università, via Università 4, 41100 Modena. (**) ENEL, Laboratorio Centrale DCO, via Bixio 39, 29100 Piacenza.

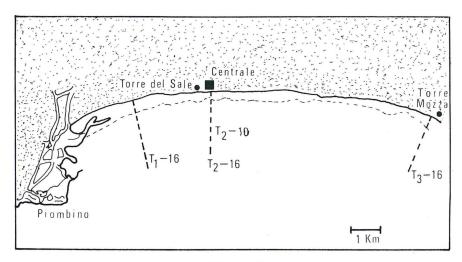


Fig. 1 - Area di indagine e posizione delle stazioni di campionamento.

sta in corrispondenza dello stabilimento Dalmine, circa 1,5 Km a Ovest di Torre del Sale; la transetta T2 sull'asse del canale di scarico della centrale; la transetta T3 in località Torre Mozza, 7-8 Km a Est.

La T1 è stata istituita per valutare la qualità dell'acqua in prossimità di una zona industriale (area portuale di Piombino, stabilimenti Italsider, Dalmine, Magona ecc.) che può influire, a seconda delle correnti, sulle condizioni del tratto di mare antistante la centrale; la T2 è stata collocata nella zona interessata dal pennacchio termico; la T3 rappresenta un'area di caratteristiche simili alla precedente, ma trovandosi sicuramente al di fuori dei possibili effetti dello scarico termico è stata assunta come termine di riferimento.

I campionamenti sono stati effettuati in corrispondenza di ogni transetta sulla profondità di 16 m, con due replicati per stazione. Per la transetta T2 è stata inoltre istituita una seconda stazione alla profondità di 10 m (T2 - 10) collocata a circa 450 m dallo sbocco del canale di scarico della centrale. I rilevamenti sono stati ripetuti con frequenza mensile.

Per la produttività primaria le misure sono state effettuate mediante il metodo del C¹⁴ alle profondità di 1 m, 5 m, 10 m in ogni stazione. Le misure di ossigeno disciolto, salinità, temperatura sono state eseguite lungo tutto il profilo verticale delle stazioni fissate. I campionamenti per le analisi chimiche sono stati effettuati a circa 50 cm di profondità, per mezzo di una bottiglia non metallica: ogni campione era costituito da quattro prelievi consecutivi miscelati.

I valori dei parametri chimici misurati nelle diverse stazioni nei mesi in esame sono stati confrontati fra loro mediante analisi della varianza a due fattori. Nei casi in cui sono state evidenziate differenze significative tra i parametri è stato effettuato il test di Duncan per l'identificazione delle coppie di stazioni differenti tra di loro, periodo per periodo.

RISULTATI

Caratteristiche generali dell'acqua

La temperatura risulta compresa tra i minimi di 11°-12°C (gennaio-febbraio) e massimi di 21°-21,8°C (settembre 1977, giugno-luglio 1978), con medie intorno a 18°C nell'autunno 1977 e a 14°C nella primavera 1978.

La temperatura ha mostrato i tipici andamenti spaziali (sul profilo verticale) e temporali associati al ciclo annuale; la Tabella 1 riporta i Δ T $^{\circ}$ C

T1 -16 (S-F)	T2 -10 (S-F)	T2 -16 (S-F)	T3 -16 (S-F)	(T2 -10) (T3 -16)	Carico medio Centrale (MW)
0°	O°	0°	0°	0°	f.s.
0°	0,20	-0,2°	Oo	0°	248
-0,5°	-0,5°	-1°	-1°	0°	320
0,3°	10	0,5°	0,5°	1°	292
O°	2°	0°	-O,5°	1°	293
-0,8°	0°	0°	0°	-0,5°	f.s.
0,4°	O°	0,5°	0,40	0,20	236
O°	10	0,8°	0,8°	0,5°	259
0,9°	1,70	10	0,9°	0,8°	239
0,4°	0,5°	0,40	0,5°	0,2°	202
0,3°	0,8°	-0,8°	0,3°	1°	231
1,20	O°	2,5°	0,5°	-0,5°	438
	(S-F) 0° 0° -0,5° 0,3° 0° -0,8° 0,4° 0,9° 0,4° 0,3°	(S-F) (S-F) 0° 0° 0° 0,2° -0,5° -0,5° 0,3° 1° 0° 2° -0,8° 0° 0,4° 0° 0° 1° 0,9° 1,7° 0,4° 0,5° 0,3° 0,8°	(S-F) (S-F) (S-F) 0° 0° 0° 0° 0,2° -0,2° -0,5° -0,5° -1° 0,3° 1° 0,5° 0° 2° 0° -0,8° 0° 0° 0,4° 0° 0,5° 0° 1° 0,8° 0,9° 1,7° 1° 0,4° 0,5° 0,4° 0,3° 0,8° -0,8°	(S-F) (S-F) (S-F) (S-F) 0° 0° 0° 0° 0° 0,2° -0,2° 0° -0,5° -0,5° -1° -1° 0,3° 1° 0,5° 0,5° 0° 2° 0° -0,5° -0,8° 0° 0° 0,4° 0° 0,5° 0,4° 0,9° 1,7° 1° 0,9° 0,4° 0,5° 0,4° 0,5° 0,3° 0,8° -0,8° 0,3°	(S-F) (S-F) (S-F) (S-F) (T3 -16) 0° 0° 0° 0° 0° 0° 0° 0° 0,2° -0,2° 0° 0° -0,5° -0,5° -1° -1° 0° 0° 2° 0° -0,5° 1° -0,8° 0° 0° 0° -0,5° 0,4° 0° 0,5° 0,4° 0,2° 0° 1° 0,8° 0,8° 0,5° 0,4° 0,5° 0,4° 0,5° 0,2° 0,4° 0,5° 0,4° 0,5° 0,2° 0,3° 0,8° -0,8° 0,3° 1°

TABELLA 1 - Δ T°C tra la superficie e il fondo (S-F), tra i valori superficiali di T₂₋10 e T₃-16 e carico medio della centrale nelle 12 ore precedenti le misure (f.s. = fuori servizio).

tra superficie e fondo rilevati nel corso dell'anno, nonchè quelli tra la T2-10 e la T3-16 in superficie, unitamente ai valori del carico medio della centrale nelle 12 ore precedenti i campionamenti. Da notare l'instaurarsi di una stratificazione inversa (Δ T°C = 0,5 \div -1°C) in concomitanza con le piene dei corsi d'acqua locali (novembre 1977).

Dalla Tabella 1 si può osservare anche che la differenza tra le temperature superficiali della stazione più vicina allo scarico (T2-10, a circa 450 m dall'immissione in mare dell'effluente termico) e quella di riferimento (T3-16) è sempre abbastanza contenuta, raggiungendo un massimo di 1°C nel luglio 1978.

Il pH ha oscillato tra 8,05 e 8,31, mantenendosi entro limiti del tutto normali per le acque costiere; l'alcalinità totale è risultata compresa fra 121 e 177 ppm come CaCO₃, con massimi (150-177 ppm) nel bimestre giugno-luglio 1978.

Le concentrazioni di ossigeno disciolto (tab. 2) rilevate in superficie sono comprese fra 6,8 e 8,6 ppm; quelle rilevate al fondo tra 6,2 e 9,2 ppm. Le percentuali di saturazione hanno variato rispettivamente fra il 91,9 e il 113,4% e fra l'83,8 e il 112,9%. Entrambi i parametri indicano

Mese	N - NH3	N - NO ₂	N - NO3	PO ₄ solubile	P tot.sol.	Si solubile
Set.'77	n.s.	T1 > T2,T3 T2-10 > T2,T3 T3 > T2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ott.'77	T2-10 > T1,T2 T3 > T1,T2-10,T2	T1 > T2,T3 T2-10 > T2,T3 T3 > T2	T1 > T2-10 T3 > T2	n.s.	n.s.	n.s.
Nov.'77	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Dic.'77	T2-10 > T2,T3 T2 > T1,T3	T1 > T3 T2-10 > T3 T2 > T3	T2-10 > T1,T2,T3	T1 > T2-10, T2, T3	n.s.	n.s.
Gen.'78	n.s.	n.s.	T1 > T3 T2-10 > T3 T2 > T3	n.s.	n.s.	n.s.
Feb. ' 78	n.s.	n.s.	T1 > T3 T2-10 > T3 T2 > T3	T1 > T2-10 T2 > T2-10 T3 > T2-10	n.s.	n.s.
Mar.'78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Apr.'78	n.s.	T1 > T3 T2-10 > T3	T1 > T2-10,T2,T3	n.86	n.s.	n.s.
Mag.'78	n.s.	n.s.	T2-10 > T1 T1 > T2 T3 > T1	n.s.	n.s.	n.s.
Giu.'78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lug.'78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Set.'78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

TABELLA 2 - Confronti statistici mensili tra le concentrazioni di nutrienti nelle varie stazioni (n.s. = differenze non significative).

una situazione buona dal punto di vista dello stato di inquinamento organico. Le concentrazioni minime sono state riscontrate nell'ottobre 1977, le massime, alla T2-10, nel febbraio 1978; le percentuali di saturazione hanno mostrato i valori più bassi in autunno e i più alti in estate. Nessuna differenza di rilievo è apparsa fra le varie stazioni, mentre in alcune occasioni sono stati riscontrati gradienti, positivi o negativi, tra la superficie e il fondo (0,1-1,2 ppm in concentrazione e 1-8% in saturazione, con due punte di +10 e —16%).

Nutrienti

Gli andamenti temporali delle concentrazioni di nutrienti (medie fra le stazioni) sono riportati in Figura 2 mentre la Tabella 2 sintetizza i risultati dei confronti, effettuati per mezzo dell'analisi della varianza, tra le concentrazioni rilevate ogni mese nelle varie stazioni.

L'azoto nitroso, quello nitrico e l'ortofosfato solubile mostrano un ci-

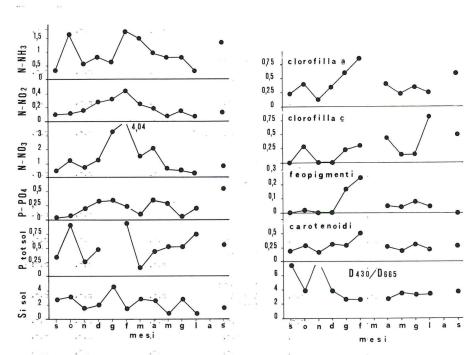


Fig. 2 - Andamento temporale delle concentrazioni di nutrienti (medie tra le stazioni, µg at/l).

Fig. 3 - Andamento temporale delle concentrazioni di pigmenti (medie tra le stazioni, mg/m³).

clo annuale piuttosto regolare e ben interpretabile, con minimi nei mesi caldi e massimi nei mesi freddi. L'azoto ammoniacale e il fosforo totale solubile presentano invece oscillazioni irregolari, in conseguenza più o meno diretta dell'andamento degli apporti esterni (scarichi urbani, acque di dilavamento ecc.). In particolare i dati relativi al mese di ottobre, risentono delle abbondanti piogge dei giorni immediatamente precedenti i campionamenti.

Il silicio solubile non mostra di risentire dei cicli di assimilazione da parte degli organismi utilizzatori.

Sotto il profilo spaziale, l'analisi della varianza (tab. 2) non rivela disomogeneità sistematiche tra zona e zona e non mostra modificazioni correlabili con la vicinanza allo scarico termico.

Indici dell'attività fotosintetica

I risultati relativi alle concentrazioni dei pigmenti fitoplanctonici sono riportati nella Figura 3, che mostra l'andamento temporale dei livelli dei pigmenti principali e dell'indice di Margalef (D430/D665). La Tabella 3 riporta i risultati dell'analisi di varianza tra le concentrazioni mensili di pigmenti nelle varie stazioni.

-					
Mêşe	Clorofilla <u>a</u>	Clorofilla <u>c</u>	Feopigmenti	.Carotenoidi	Indice d Margalef
Set'77	T1> T2,T3	n.s.	n.s.	T1 > T2, T3	n.s.
	T2-10 > T2,T3		•	T2-10 T2,T3	
	T2 > T3		×		
Ott.'77	n.s.	n.s.	n.s.	T2-10>T1,T2,T3	n.s.
Nov.'77	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Dic'77	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Gen.'78	T2-10 > T1	n.s.	n.s.	T2 > T2-10,T1	n.s.
	T3 > T2		n	T3 > T2-10,T1	
Feb. '78	T1 > T2, T3	n.s.	T1 > T2, T3	T1:> T2,T3	n.s.
	T2-10 > T2,T3	n.s.	T2-10 > T2,T3	T2-10 > T2,T3	n.s.
Apr.!78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Mag. '78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Giu.!78:	T2-10 > T2	n.s.	T2-10 > T1,T2,T3	T2-10 > T1	n.s.
Lug.'78	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Set.'78	T1 > T2-10, T3 T2 > T2-10, T3	n.s.	n.s.	T2 > T1, T2-10,	T3 n.s.

TABELLA 3 - Confronti statistici mensili tra le concentrazioni di pigmenti fotosintetici nelle varie stazioni.

La clorofilla *a*, i feopigmenti e i carotenoidi hanno andamenti con un massimo più o meno evidente verso la fine dell'inverno (febbraio), la clorofilla *c* presenta un picco in luglio. L'indice di Margalef mostra alle T2-16 e T3-16 due picchi nel settembre e novembre 1977, mentre si mantiene su valori pressochè costanti in tutti gli altri casi.

Sul piano spaziale, l'analisi della varianza sui dati delle varie stazioni non mette in evidenza, nella maggior parte dei casi, differenze statisticamente significative; quando invece queste sussistono, non si nota la prevalenza sistematica di alcuna stazione sulle altre.

Produttività primaria

I valori della produttività primaria misurati mensilmente nelle varie stazioni sono riportati nelle Figure 4 e 5, rispettivamente per i valori integrati relativi ai primi dieci metri di colonna d'acqua e per quelli superficiali.

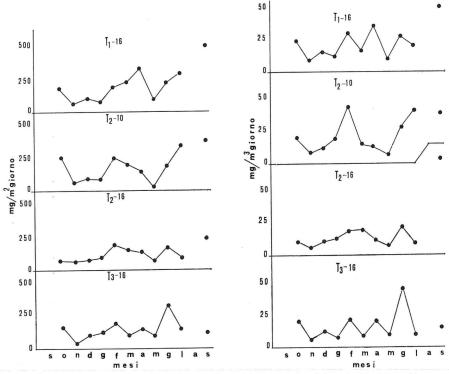


Fig. 4 - Andamento annuale della produttività primaria dei primi 10 m d'acqua $(mgC/m^2 \text{ giorno})$.

Fig. 5 - Andamento annuale della produttività primaria in superficie (mgC/m³ giorno).

L'andamento annuale è caratterizzato da un minimo invernale cui segue un risveglio che in qualche caso dà luogo ad un primo massimo primaverile nel mese di febbraio. Nei mesi estivi si assiste ad un progressivo aumento della produttività che generalmente si protrae fino all'autunno. Nelle varie stazioni questa situazione non sembra subire modificazioni sostanziali. Si deve osservare che questo andamento del ciclo annuale corrisponde perfettamente a quello che si riscontra in generale nei nostri climi. Anche la stazione più prossima agli effluenti di scarico della centrale (T2-10) non mostra segni di sfasamento o di modificazioni del ciclo annuale. Le stazioni in T2 si presentano tra di loro leggermente differenziate da un maggior grado di eutrofizzazione a carico della stazione T2-10, dove si riscontra una situazione molto simile a quella di T1. Questa leggera differenziazione potrebbe essere interpretata in rapporto alla maggior vicinanza alla costa di tale stazione oppure alla prossimità dello scarico termico. In reni caso le differenze sono, in senso assoluto, piuttosto limitate.

Si può, in conclusione, affermare che, nelle condizioni adottate nella presente indagine, non è stato possibile rilevare modificazioni del ciclo annuale, sia dei parametri chimici presi in esame che della produttività primaria fitoplanctonica, correlabili con la presenza dello scarico termico.