

M. MARTINELLI, M. SANTONI, A. CASTELLI

I POLICHETI DELLO STAGNO DI CÀLIC (ALGHERO): EVOLUZIONE A MEDIO TERMINE DEI POPOLAMENTI

Introduzione

Una corretta gestione e conservazione degli ambienti naturali ed in particolare di quelli salmastri deve avvenire attraverso la conoscenza di questi biotopi (Carrada e Fresi, 1988; Cataudella, 1988; Castelli, 1996; Cognetti, 1997) ed una loro caratterizzazione ambientale risulta perciò fondamentale per tale scopo. A tale proposito, poichè le comunità bentoniche di fondo molle rappresentano una vera e propria "memoria biologica" del sistema, esse si prestano ad essere confrontate, in tempi successivi, al fine di mettere in evidenza l'estensione spazio-temporale di eventuali alterazioni e modifiche ambientali consentendo di risalire a ciò che si verifica e si è verificato nel dominio bentonico e nell'intero ecosistema lagunare. La composizione faunistica delle comunità bentoniche è relativamente varia ed in ambiente salmastro dominano i policheti, che di per se sono rappresentativi delle caratteristiche dell'intera comunità. La loro distribuzione è suffragata da pochi studi, in proporzione all'elevata estensione di territorio occupato dalle zone umide presenti in Sardegna. Lo scopo di questo lavoro è quello di effettuare una caratterizzazione ecologica dello stagno di Càlic attraverso lo studio della polichetofauna presente. Lo stagno di Càlic, che occupa una superficie di 97 ha nei pressi della città di Alghero (Sardegna nord-occidentale), si estende con la sua maggiore lunghezza (2.650 m) in parallelo al litorale marino, da cui dista 400m circa. Il Rio Barca è il principale immissario fluviale, seguono il Canale Collettore del Comprensorio di Bonifica della Nurra ed il Rio Fangal. L'intero bacino imbrifero ha attualmente un'estensione di circa 36.500 ha e comprende numerosi insediamenti urbani, agricoli, turistici ed industriali. La comunicazione con il mare è rappresentata da un canale situato presso Fertilia.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati in cinque stazioni lungo il gradiente interno esterno dello stagno; al fine di valutare l'evoluzione

delle condizioni dello stagno nell'ultimo decennio i prelievi, effettuati in marzo 1988, sono stati replicati nelle medesime stazioni nel marzo 1995 (Fig.1). Per la raccolta del sedimento è stato utilizzato un box corer a chiusura manuale, avente un'area di presa di 10x17 cm. In laboratorio si è proceduto allo smistamento della macrofauna, con particolare riferimento ai Policheti, i quali sono stati identificati, ove possibile, a livello di specie.

I dati ottenuti sono stati analizzati statisticamente. Per ogni stazione sono stati calcolati alcuni parametri strutturali delle comunità quali l'indice di diversità specifica (Shannon-Weaver, 1949) e l'indice di equitabilità (Pielou, 1966). Sono state utilizzate anche diverse tecniche di analisi multivariata, un metodo di classificazione ed uno di ordinamento basati su una matrice di similarità fra i popolamenti delle varie stazioni, ottenuta mediante il coefficiente di Bray-Curtis (1957), calcolato su dati opportunamente trasformati. La classificazione è stata rappresentata mediante un dendrogramma conseguito con il metodo del legame medio; l'ordinamento dei dati è stato effettuato mediante multi dimensional scaling (MDS) (Kruskal e Wish, 1978), un metodo multivariato non parametrico, particolarmente adatto allo studio di comunità (Warwick e Clarke, 1991, 1994). È stato inoltre utilizzato un metodo multivariato di ordinamento, l'Analisi Fattoriale delle Corrispondenze (Benzecri, 1982), che permette di rappresentare nello stesso modello di ordinamento, sia le specie sia le stazioni, e di facilitare l'individuazione delle relazioni esistenti fra l'insieme delle specie e delle stazioni esaminate.

Risultati

Nei campionamenti effettuati nel marzo 1988 il popolamento a policheti è costituito da 1336 individui, appartenenti a 52 specie, in quelli svolti nel marzo 1995 il numero totale di individui rinvenuti è stato di 1446, ripartiti in 42 specie. Solo 27 taxa sono stati rinvenuti in entrambe le campagne, su un totale di 67 raccolti; essi sono indicati con un asterisco nella Tab.2. Fra le più abbondanti, in relazione al numero di individui, possiamo menzionare, in marzo 1988, *Streblospio shrubsolii* e *Hediste diversicolor* (st. A e B); *Capitella* cfr *capitata*, raccolta in tutte le stazioni; *Heteromastus filiformis* (st. B, C e D); *Paradoneis armata* e *P. silvana* nella E; *Neanthes caudata* (st. D ed E); *Diopatra neapolitana* (st. D); *Lumbrineris gracilis* e *Protodorvillea kefersteini* quasi esclusivamente nella stazione D. Per quanto riguarda marzo 1995 *Prionospio multibranchiata*, *Hediste diversicolor* e *Streblospio shrubsolii* (st. A, B e C); *Heteromastus filiformis* (st. A, B, C ed E); *Pionosyllis anophthalma*

(st. B, C e D); *Neanthes caudata* e *S. taylora* (st. D ed E); *Cirrophorus furcatus* (st. D); *Sphaerosyllis* cfr *pirifera* (st. D e E). Da un primo confronto tra le due campagne, si rileva l'abbondanza in entrambe di due specie tipiche di ambienti salmastri, *S. shrubsolii* ed *H. diversicolor*, che risultano dominanti nelle stazioni interne e che nel '95 si raccolgono anche nella stazione C. Una considerazione a parte merita *H. filiformis*, specie che sopporta condizioni di forte arricchimento organico, che presenta una distribuzione molto più ampia rispetto all'88. C. cfr. *capitata*, anch'essa specie tipica di substrati inquinati e arricchiti di sostanza organica, raccolta in tutte le stazioni nel 1988, risulta invece molto scarsa nel 1995.

I valori dei parametri strutturali calcolati sono bassi sia in marzo '88 sia in marzo '95, seppur con qualche differenza tra gli anni e tra le stazioni (Tab. 1); in entrambe le campagne si osserva infatti un gradiente esterno-interno abbastanza evidente, con maggiore ricchezza specifica e diversificazione nelle stazioni esterne ed in particolare nella D. In questa stazione e nell'altra esterna (st. E), i valori dei parametri appaiono leggermente più elevati nel 1995, pur se l'ordine di grandezza è suppergiù paragonabile. La struttura della comunità si mantiene quindi pressochè costante, anche in presenza di una modificazione relativamente consistente della sua composizione specifica; alcune specie di spionidi, paraonidi e sillidi, raccolti in marzo '88, non sono stati infatti rinvenuti in marzo '95, quando sono stati "sostituiti" da altre specie appartenenti alle stesse famiglie sopra citate. Per quanto riguarda l'interno dello stagno si può osservare che nel 1988 i parametri strutturali tendono ad essere inferiori rispetto al 1995, soprattutto nelle st. B e C; la st. A presenta invece valori abbastanza comparabili con quelli del 1995.

Tab. 1. Parametri strutturali del popolamento a policheti (1988-1995)

| stz | 1988 | | | | 1995 | | | |
|-----|------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|------------|
| | specie | individui | Shannon | evennes | specie | individui | Shannon | evennes |
| A | 4,66±1,15 | 108±29,51 | 1,96±0,05 | 0,90±0,10 | 5,66±0,57 | 75,33±3,51 | 1,92±0,17 | 0,76±0,04 |
| B | 3,66±0,57 | 63±11,13 | 1,28±0,09 | 0,69±0,04 | 8,66±1,15 | 118,6±34,5 | 2,28±0,35 | 0,73±0,07 |
| C | 3±1 | 11,33±8,50 | 1,31±0,53 | 0,85±0,14 | 9±4 | 142,6±115,9 | 2,26±0,12 | 0,76±0,16 |
| D | 17,66±7,23 | 178,3±151,7 | 3,47±0,20 | 0,86±0,07 | 17±4 | 113±39,15 | 3,36±0,30 | 0,82±0,004 |
| E | 15±13,22 | 84,66±88,51 | 2,88±0,84 | 0,83±0,06 | 9±2 | 32,33±21,12 | 2,61±0,26 | 0,84±0,15 |

Dalla classificazione dell'intero set di dati raccolti, ottenuta con il metodo di similarità di Bray-Curtis (Fig. 2), risulta un dendrogramma che pone in evidenza due gruppi, uno costituito dalle stazioni interne (A, B e C), l'altro dalle stazioni esterne (D ed E). Nel primo raggruppamento è evidente l'omogeneità delle stazioni A e B che appaiono legate ad un elevato livello di similarità, sia nell'88 che nel '95 (oltre il

50%), come si evince anche dai parametri strutturali calcolati per queste stazioni. La stazione C, nell'88 si colloca in posizione intermedia tra i due clusters, confermando quanto osservato con i valori dei parametri strutturali univariati, che rilevano un gradiente interno-esterno nello stagno. Nel '95 questa stazione risulta omogenea alle st. A e B legandosi ad esse ad un valore di similarità intorno al 70%. Nel 2° raggruppamento si conferma sostanzialmente la tendenza all'uniformità della staz. D, infatti i campioni si legano ad un livello di similarità superiore al 40%, mentre quelli della E presentano livelli di similarità del 25%. Il confronto tra le due stazioni nei diversi anni risulta pressochè comparabile, mantenendosi a livelli di similarità intorno al 26% in entrambe le campagne di raccolta. Il modello di ordinamento ottenuto con l'MDS mostra anch'esso una generale separazione tra le stazioni interne e quelle esterne (Fig.3); è da rilevare come nell'88 le stazioni si dispongono lungo un gradiente parabolico, coincidente con il gradiente interno-esterno dello stagno, con la stazione C collocata in posizione intermedia. Nel '95 le stazioni A, B e C risultano fortemente raggruppate, a testimonianza della tendenza ad una omogeneità dello stagno propriamente detto. Esse si contrappongono alle esterne D ed E che in questo caso appaiono più distanti rispetto all'88. Nella rappresentazione grafica i prelievi della stazione E risultano tra loro piuttosto distanti, accentuando il basso livello di similarità riscontrato.

L'Analisi Fattoriale delle Corrispondenze, applicata all'intero set dei dati raccolti, ha fornito il modello di ordinamento rappresentato in Fig. 4. In esso, ottenuto sul piano dei primi due assi (gli unici significativi per $p < 0,05$, in quanto spiegano rispettivamente il 19,9% ed il 16,5% della varianza totale) i punti appaiono localizzati all'interno di una nube pressochè triangolare. Il primo asse è legato al principale gradiente osservato, e cioè il gradiente interno-esterno; le stazioni più interne sono localizzate presso il polo positivo e sono opposte alla stazione E del 1988, localizzata presso il polo negativo. Al terzo vertice, localizzato presso il polo negativo del secondo asse, sono collocate la stazione D e, limitatamente alla campagna del 1995, la stazione E. Si evidenzia che tra il cluster delle stazioni più interne (comprendente le stazioni A, B e la C della campagna del 1995) e quello che caratterizza il terzo vertice della nube triangolare, è localizzato un raggruppamento intermedio rappresentato dai punti relativi alla stazione C del 1988. Si può osservare che la stazione C nel 1995, a testimonianza della omogeneità della situazione ambientale nella zona centrale dello stagno, si raggruppa insieme alle stazioni più interne, mentre è maggiormente spostata verso le stazioni più esterne nel 1988. Anche la stazione E, come già osservato, presenta un diverso andamento nelle due campagne. Le specie

maggiormente legate alle stazioni più interne risultano: *Hediste diversicolor*, *Streblospio shrubsolii*, *Prionospio multibranchiata*, *P. cirrifera* e *Scoloplos armiger* (le ultime due legate prevalentemente al cluster della stazione C del 1988. Per la stazione D e la E del 1995, le specie maggiormente concorrono alla disposizione sono: *Neanthes caudata*, *Genetyllis rubiginosa*, *Diopatra neapolitana*, *Protodorvillea kefersteini*, *Armandia cirrhosa*, *Owenia fusiformis* e *Sphaerosyllis taylori*. Per quanto riguarda la stazione E dell'88 la sua separazione dalle altre stazioni è legata soprattutto alla presenza di *Pettiboneia urciensis*, *Exogone verugera*, *Aricidea cerrutii* e *Prionospio malmgreni*. *Capitella* cf. *capitata* è localizzata anche in questo caso in posizione pressochè centrale nel modello, a testimonianza della sua generale importanza nello stagno, e nella porzione positiva del secondo asse verso cui generalmente tendono le stazioni della campagna 1988, nella quale tale specie è risultata particolarmente rilevante.

Tab. 2 *Elenco generale delle famiglie e delle specie di policheti raccolte nello stagno di Călic; gli asterischi (**)* indicano le specie in comune tra le due campagne

| | |
|---|--|
| <p>Orbiniidae</p> <p><i>Orbinia latreillii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1883)</p> <p><i>Phylo foetida</i> (Claparède, 1870) **</p> <p><i>Scoloplos armiger</i> (O.F. Müller, 1776)</p> <p><i>Protoaricia oerstedii</i> (Claparède, 1874) **</p> <p>Spionidae</p> <p><i>Aonides oxicephala</i> (M. Sars, 1862) **</p> <p><i>Malucoceros fuliginosus</i> (Claparède, 1870) **</p> <p><i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)</p> <p><i>Prionospio cirrifera</i> Wiren, 1883</p> <p><i>Prionospio multibranchiata</i> Berkeley, 1926</p> <p><i>Prionospio malmgreni</i> Claparède, 1870 **</p> <p><i>Pseudopolydora antennata</i> (Claparède, 1870)</p> <p><i>Spio decoratus</i> Bobretzky, 1870 **</p> <p><i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan, 1890) **</p> <p>Paraonidae</p> <p><i>Aricidea</i> cfr. <i>assimilis</i> Tebble, 1959</p> <p><i>Aricidea cerrutii</i> Laubier, 1966 **</p> <p><i>Cirrophonus furcatus</i> (Hartman, 1957) **</p> <p><i>Paradoneis armata</i> Glémarec, 196</p> <p><i>Paradoneis iluxama</i> Castelli, 1985</p> | <p>Cirratulidae</p> <p><i>Aphelochaeta marioni</i> (Saint-Joseph, 1894) **</p> <p><i>Caulleriella alata</i> (Southern, 1914)</p> <p><i>Caulleriella caputesocis</i> (Saint-Joseph, 1894)</p> <p><i>Caulleriella</i> sp.</p> <p>Cirratulidae n.c.</p> <p>Ctenodrilidae</p> <p><i>Ctenodrilus serratus</i> (Schmidt, 1857) **</p> <p>Capitellidae</p> <p><i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780) **</p> <p><i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864) **</p> <p><i>Heteromastus</i> sp.</p> <p>Arenicolidae</p> <p><i>Abarenicola claparedii</i> (Levinsen, 1884)</p> <p>Maldanidae</p> <p><i>Euclymene</i> cfr. <i>palermitana</i> (Grube, 1840)</p> <p>Ophelidae</p> <p><i>Armandia cirrhosa</i> Philippi, 1865 **</p> <p><i>Polyopbthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)</p> <p>Phyllodocidae</p> <p><i>Genetyllis rubiginosa</i> (Saint-Joseph, 1888) **</p> <p>Glyceridae</p> |
|---|--|

Glycera alba (O.F. Muller, 1776) **

Glycera tridactyla Schmarcka, 1861

Hesionidae

Microphthalmus tyrrhenicus Zunarelli Vandini, 1967

Podarkeopsis capensis (Day, 1963)

Syllidae

Pionosyllis anophthalma Capac. & S. Martin, 1990 **

Exogone dispar Webster, 1879

Exogone meridionalis Cognetti, 1955

Exogone naidina Oersted, 1845

Exogone verugeta (Claparède, 1868)

Exogone sp.

Parapionosyllis elegans (Pierantoni, 1903)

Parapionosyllis minuta (Pierantoni, 1903)

Sphaerosyllis (*Prosphaerosyllis*) sp.

Sphaerosyllis (*Sphaerosyllis*) *hystrix* Cla., 1863 **

Sphaerosyllis (*Sphaerosyllis*) cfr. *pirifera* Cla., 1868 **

Sphaerosyllis (*Sphaerosyllis*) *taylori* Perkins, 1981 **

Sphaerosyllis (*Sphaerosyllis*) sp.

Syllis garciai Campoy, 1982 **

Syllis cfr. *mediterranea* Ben-Eliahu, 1977

Syllis prolifera (Krohn, 1852)

Nereididae

Hediste diversicolor (O.F. Muller, 1776) **

Neanthes caudata (Delle Chiaje, 1828) **

Nephtyidae

Nephtys bombeyi Savigny, 1818

Sigalionidae

Pholoe sinophthalmica Claparède, 1868

Onuphidae

Diopatra neapolitana Delle Chiaje, 1841 **

Eunicidae

Eunice vittata (Delle Chiaje, 1828)

Lumbrineridae

Lumbrineris gracilis (Ehlers, 1868) **

Dorvilleidae

Pettiboneia urciensis Campoy & San Martin, 1982

Protodorvillea kefersteini (Mc Intosh, 1879) **

Schistomeringos rudolphi (Delle Chiaje, 1828)

Oweniidae

Owenia fusiformis Delle Chiaje, 1841 **

Flabelligeridae

Piromis eruca (Claparède, 1870)

Terebellidae

Terebella lapidaria Linnaeus, 1767

Sabellidae

Desdemona ornata Banse, 1957

Serpulidae

Pomatoceros lamarkii (Quaterfages, 1865)

Discussione e conclusioni

Lo studio della polichetofauna dello stagno di Càlic, effettuato nella stagione primaverile negli anni 1988 e 1995, contribuisce a fornire un quadro della dinamica a medio termine delle comunità bentoniche di questo bacino e quindi dello stagno nel suo complesso. Le analisi effettuate sulla polichetofauna presente nel 1988 hanno permesso di mettere in evidenza una modificazione progressiva del popolamento, lungo un gradiente diretto dall'interno all'esterno piuttosto marcato, ma

anche graduale, in quanto la situazione all'interno dello stagno appare abbastanza diversificata. Il suddetto gradiente si esprime sia in termini di modifiche strutturali dei popolamenti, sia in termini di sostituzione di specie. Le stazioni A e B sono notevolmente influenzate dagli apporti del Rio Barca e risentono scarsamente dell'influenza marina; esse sono colonizzate da poche specie tipiche di ambienti salmastri (*H. diversicolor*, *S. sbrubsolii*), o tolleranti la presenza di elevate concentrazioni di sostanza organica anche in ambienti dissalati (*C. cfr. capitata*); La stazione C, interessata dagli apporti fluviali del Canale Collettore di Bonifica della Nurra, ma assai più vicina al mare, risulta estremamente povera sia da un punto di vista qualitativo sia quantitativo. Le esigenze delle poche specie presenti, tra cui si può mettere in evidenza oltre alla già citata *C. cfr. capitata*, anche *H. filiformis* e *Genetyllis rubiginosa*, testimoniano una situazione di stress, probabilmente a causa della elevata quantità di materiale organico ed inorganico in sospensione e, soprattutto, al rimaneggiamento del fondale dovuto alle attività di dragaggio, seppure in fase di conclusione, nel bacino. Il non trascurabile grado di similarità fra la stazione C e quelle esterne, messo in evidenza prevalentemente dall'AFC, è dovuto alla presenza comune di alcune specie, comuni in ambienti influenzati dalla sostanza organica, come *H. filiformis*, *Neantbes caudata*, o tipicamente marine come *Syllis garciai*, *Shaerosyllis bystrix*, *Exogone naidina*, *E. verugera*. Si tratta quindi di un ambiente di "transizione" tra lo stagno ed il mare, caratterizzato da specie con esigenze ecologiche differenti.

Nella stazione D i vari parametri strutturali, presentano i valori più elevati, sia rispetto all'interno dello stagno (e questo appare abbastanza prevedibile secondo le principali teorie sulla zonazione dei popolamenti di ambiente salmastro (A.A.V.V., 1958; Cognetti, 1982; Guelorget e Perthuisot, 1983), ma anche rispetto all'esterno, alla stazione E. Quest'ultima, che risente ormai solo di una scarsa influenza delle acque dello stagno (ciò è messo in evidenza dall'assenza di specie tipicamente salmastre come *H. diversicolor* e *S. sbrubsolii*), è infatti sottoposta ad ulteriore stress legato al carico organico derivato dal porto di Fertilia, al margine del quale è localizzata la stazione. Il popolamento in essa presente è fortemente caratterizzato da specie tipiche di substrati arricchiti da sostanza organica, e ciò è testimoniato dalla presenza oltre che di *C. cfr. capitata*, anche di *P. foetida*, *N. caudata* e *Pseudopolydora antennata* (Bellan, 1967; Cognetti, 1982; Giangrande et al., 1984); essa comunque, come la stazione D, presenta un ricco corredo di specie marine tipiche di substrati sabbiosi; non si tratta solo di specie interstiziali, come *Syllis garciai*, *Sphaerosyllis taylori*, *S. cfr. pirifera*, *S. bystrix*, *Parapionosyllis elegans*, *Exogone dispar*, *E. naidina*, *E. verugera*, *Paradoneis ilvana*, *P. armata* e *Aricidea cerruti*, ma anche di spe-

cie appartenenti all'infauna di fondi sabbiosi come *Glycera alba*, *Pettiboneia urciensis* ed *Owenia fusiformis*, quest'ultima fra l'altro esclusiva della biocenosi SFBC - sabbie fini ben classate - (Pérès e Picard, 1964).

La zonazione delle comunità osservata nel 1988 lungo il gradiente interno-esterno del bacino appare quindi legata all'interazione di diversi fattori (Carrada e Presi, 1988; Lardicci et al., 1993), per lo più noti per avere notevole importanza in ambiente salmastro, come la salinità (Gunter, 1961; A.A.V.V., 1958) il cui gradiente è piuttosto netto, il confinamento (Guelorget e Perthuisot, 1983) che permette di distinguere nettamente la zona più interna, il rimaneggiamento del substrato derivato dalle operazioni di dragaggio (Bonvicini Pagliai et al., 1985), che sottopone localmente ad ulteriori stress le zone interne dello stagno, gli apporti inquinanti derivati prevalentemente dagli affluenti o, nella zona più esterna, dall'adiacente porto ed abitato di Fertilia, che permette la colonizzazione di numerose specie indicatrici di inquinamento prevalentemente di tipo organico (Bianchi, 1988). Tale situazione provoca il susseguirsi, lungo l'asse del bacino, di una serie di comunità legate alla risultante delle interazioni dei vari parametri che controllano le condizioni dello stagno. La suddetta zonazione può essere sintetizzata in una rappresentazione ideale in cui su uno sfondo comune, legato alla presenza di una facies biocenotica tipica di aree inquinate da sostanza organica rappresentata da *C. cfr. capitata*, da *H. filiformis* e, per quanto riguarda solo l'area più esterna, da *N. caudata* e *P. foetida* [un misto di elementi delle biocenosi STP (substrati molto inquinati) e SVMC (sabbie fangose di moda calma) (Pérès e Picard, 1964)], si sovrappongono situazioni locali lungo il gradiente risultante sopra citato. Nella zona interna tale facies ha un'importanza relativamente marginale, in quanto la comunità è caratterizzata prevalentemente da *H. diversicolor* e *S. shrubsolii* e siamo in presenza quindi di una biocenosi identificabile come LEE (lagunare eurialina euriterma), di Pérès e Picard, (1964). Procedendo lungo l'asse principale dello stagno, verso la foce, ma anche verso la confluenza del Canale Collettore, si assiste ad un aumento relativo dell'importanza della componente legata ad inquinamento, parallelamente ad una diminuzione delle forme salmastre, a causa probabilmente, come già messo in evidenza in precedenza, dagli stress aggiuntivi legati alle operazioni di dragaggio e agli scarichi inquinanti di vario tipo presenti nel Canale Collettore.

Nella zona di foce e nella zona esterna, alla componente legata ad arricchimento organico, si sovrappone infine una componente sempre più marina, costituita da diverse facies rappresentate in prevalenza da elementi endobentonici o interstiziali legati alle biocenosi SFBC (sabbie fini ben classate) e, specialmente nella zona esterna, alle biocenosi SVMC (sabbie fangose di moda calma) di Pérès e Picard (1964).

Nel marzo '95, quando ormai da lungo tempo erano terminate le

operazioni di dragaggio, la situazione dello stagno appare tendente verso una maggiore omogeneità. Si osserva comunque ugualmente una modificazione progressiva del popolamento (derivato sia da modifiche strutturali, sia da sostituzione di specie), lungo un gradiente diretto dall'interno all'esterno. Questo però appare assai più netto, marcato da una evidente discontinuità che si può localizzare poco più all'interno dell'area di foce; le 3 stazioni interne risultano infatti chiaramente distinte dalle due esterne ed i due gruppi risultano fra loro molto più omogenei di quanto si è potuto rilevare nel 1988.

Le stazioni A, B e C sono caratterizzate, anche nel '95, da specie tipiche di ambienti salmastri, unite ad una componente tipica di aree sottoposte ad arricchimento organico; alcune di esse erano presenti anche sette anni prima, come *H. diversicolor*, *S. shrubsolii*, *H. filiformis*, altre, come *P. multibranchiata* e *P. anophthalma*, assenti o molto scarse nel 1988, hanno costituito popolazioni particolarmente abbondanti negli anni successivi. Le stazioni esterne sono caratterizzate invece, oltre che da specie tipiche di ambienti arricchiti di sostanza organica (*N. caudata* già abbondante nel 1988), anche da specie psammofile come *O. fusiformis* e le forme interstiziali *S. taylori* e *Parapionosyllis minuta*. Lo stagno appare quindi suddiviso in una zona più interna ed una più esterna chiaramente separate, a causa probabilmente della semplificazione dei gradienti ecologici che insistono sul bacino nel suo complesso; i massicci apporti dulciacquicoli, ricchi in sostanza organica e più in generale di elementi terrigeni derivati dal Rio Barca e dal Canale Collettore, limitano la vivificazione marina alla zona più esterna, fino a non più di 100 m dalla foce, e permettono la colonizzazione dello stagno propriamente detto ad una comunità relativamente omogenea costituita da un'insieme di forme salmastre e di forme legate ad arricchimento organico [LEE + STP (Pérès e Picard, 1964)]. La zona più esterna si presenta invece come un grande ambiente di "transizione" fra lo stagno e il mare antistante, con biocenosi comparabili a quelle del 1988, ma comunque relativamente molto più omogenee e meno diversificate, a causa anche degli effetti della presenza del molo di soprafflutto di recente costruito lungo il porto di Fertilia, che limita il ricambio delle acque ed aumenta quindi il livello di "confinamento", sensu Guelorget e Perthuisot (1983), anche nella fascia più esterna dell'area presa in esame dove è localizzata la stazione E. Per quanto riguarda il mutamento della composizione specifica della polichetofauna dello stagno di Càlic, si può osservare inoltre una non trascurabile modificazione della componente di aree sottoposte ad inquinamento, o comunque arricchimento organico. L'importanza di *C. cfr. capitata*, presente nel 1988 in tutto il bacino, si riduce fortemente nel 1995, quando viene sostituita, come distribuzione e probabilmente anche da un punto di vista funzionale, da un altro capitellide *H. filiformis*, già riscontrato anche

nel 1988. Questa specie è anch'essa indicatrice di arricchimento organico, anche se non nota per sopportare condizioni di stress al pari di *C. cfr. capitata*, la cui popolazione locale dello stagno di Càlic, probabilmente non è stata in grado di sopportare qualcuno degli stress verificatisi negli anni intercorsi fra i due campionamenti e comunque è stata sostituita da una popolazione di un'altra specie localmente più "adatta" alle condizioni ambientali ivi presenti. È possibile, tuttavia, notare la sostituzione di specie congeneriche o comunque molto affini funzionalmente che si verifica nella zona più esterna dello stagno, soprattutto a carico di specie interstiziali appartenenti prevalentemente alle famiglie dei paraonidi e dei sillidi.

Nel 1988 sono presenti *Paradoneis armata*, *P. ilvana*, *E. verugera* e *Parapionosyllis elegans*, mentre nel 1995 sono stati rinvenuti i sillidi *Exogone meridionalis* e *Parapionosyllis minuta*. Questo fatto può essere messo in relazione con le strategie di colonizzazione degli ambienti salmastri da parte delle specie tipicamente marine, già citate nell'introduzione (Cognetti, 1982); la presenza di queste specie può essere infatti legata all'ingresso di popolazioni provenienti dalle comunità bentoniche adiacenti particolarmente favorito nella stagione primaverile (quando cioè sono stati effettuati i campionamenti presi in esame in questo lavoro), periodo in cui le condizioni dello stagno sono relativamente "migliori". La variabilità di questa componente può essere legata invece a colonizzazioni che si sono verificate in anni diversi da parte di specie anche differenti, ma comunque ecologicamente e anche tassonomicamente affini, la maggior parte delle quali non è riuscita a resistere a lungo nello stagno a causa delle condizioni sempre più difficili che caratterizzano questo bacino durante la stagione estiva.

Alcune delle specie tipicamente marine che sono riuscite a colonizzare lo stagno di Càlic hanno, tuttavia, manifestato una elevata abbondanza in entrambi gli anni presi in esame, o soltanto in uno dei due; questo fatto può essere legato o ad eventi di colonizzazione successivi ed indipendenti dallo schema descritto precedentemente, oppure all'"adattamento" locale alle condizioni dello stagno di popolazioni di origine marina (Cognetti, 1982); quest'ultimo è il caso, ad esempio, di *Prionospio multibranchiata* che, assente nell'88, nel '95 è riuscita a colonizzare ampiamente anche le zone più interne, e di *Sphaerosyllis* cfr. *pirifera*, la cui distribuzione è limitata prevalentemente alla fascia più esterna.

Lo studio della polichetofauna del Càlic, effettuato nella stagione primaverile negli anni 1988 e 1995 (ad una distanza quindi di 7 anni), contribuisce a fornire un quadro della dinamica a medio termine delle comunità bentoniche di questo stagno e quindi del bacino stesso nel suo complesso e nel contempo, con l'individuazione di numerose specie più o meno tipiche di aree salmastre, ha contribuito alla conoscen-

za della polichetofauna presente negli stagni costieri sia della Sardegna e più in generale di tutte le coste italiane (Cognetti et al., 1978; Giangrande et al., 1984; Castelli et al., 1988; Lardicci et al., 1993, 1995).

Marirosa Martinelli-Matteo Santoni-Alberto Castelli

Università di Sassari

BIBLIOGRAFIA

A.A.V.V. - 1958 - Deliberazione conclusiva. Il "Sistema di Venezia" per la classificazione di acque marine in base alla salinità. In: Simposio sulla classificazione delle acque salmastre - Symposium on the classification of brackish waters, Venezia 8-18 aprile 1958. *Archo Ocean. Limnol.*, 11, suppl.: 1-248.

Bellan G. - 1967 - Pollution et peuplements benthiques sur substrat meuble dans la région de Marseille. Deuxième partie - L'ensable portuaire marseillais. *Rev. Int. Oceanogr. Med.*, 8: 51-95.

Bianchi C.N., - 1988 - Tipologia ecologica delle lagune costiere italiane. In: *Le lagune costiere: ricerca e gestione*. G.C. Carrada, F. Cicogna, E. Fresi (Editors). C.I.E.M., Massa Lubrense (Napoli): 57-66.

Bonvicini Pagliai A.M., Cognetti Varriale A.M., Crema R., Curini-Galletti M., Vandini Zunarelli R., - 1985 - Environmental impact of extensive dredging in a coastal marine area. *Mar. Pollut. Bull.*, 16: 483-488.

Benzecri J.P. (Ed.) - 1982 - L'analyse des données. Vol. 2: l'analyse des correspondances. Paris, Dunod (3ème édition), 1-632.

Bray J.R., Curtis J.T. - 1957 - An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27: 325-349.

Carrada G.C., Fresi E. - 1988 - Le lagune salmastre costiere. Alcune riflessioni sui problemi e sui metodi. *Le lagune costiere: ricerca e gestione*, G.C. Carrada, F. Cicogna, e E. Fresi (Editors), C.I.E.M. Massa Lubrense (Napoli), 35-56.

Clarke K.R., Warwick R.M. - 1994 - Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, UK, 144 pp.

Castelli A. - 1985 - Paraonidae (Anellidae, Polychaeta) des fonds meubles infralittoraux des cotes toscanes. *Cah. Biol. Mar.*, 26: 267-279.

Castelli A., Curini-Galletti M., Lardicci C. - 1988 - Structure of benthic communities of brackish-water microhabitats: spatial and temporal variations. In "study of ecosystem modifications in areas influenced by pollutants (Activity I)". MAP Technical Report Series, 22: 19-46.

Castelli A., Abbiati M., Badalamenti F., Bianchi C.N., Cantone G., Gambi M.C., Giangrande A., Gravina M.F., Lanera P., Lardicci C., Somaschini A., Sordino P. - 1995 - "Checklist delle specie della fauna italiana", 19. Ed. Calderini.

Castelli A. - 1996 - Gli ambienti salmastri: alcune prospettive di valorizzazione. Da "Recupero e gestione della fascia costiera" Roma 1996, pp.287-291.

Cataudella S. - 1988 - Contributi dell'acquacoltura alla gestione produttiva degli ambienti lagunari. Le lagune costiere: ricerca e gestione, G.C. Carrada, F. Cicogna, e E. Fresi (Editors), CLEM Massa Lubrense (Napoli), 35-56.

Cognetti G., De Angelis C.M., Orlando E., Bonvicini Pagliai A.M., Cognetti Varriale A.M., Crema R., Marim., Mauri M., Tongiorgi P., Zunarell. Vandini R. - 1978 - Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico delle Lagune di Orbetello. I. Situazione ecologica e itticultura. *Ingegneria Ambientale*, 7: 343-406.

Cognetti G., - 1982 - Adaptive strategies of brackish water fauna in pure and polluted waters. *Mar. Pollut. Bull.*, 13: 247-250.

Giangrande A., Gravina M.F., Gambi M.C., Fresi E., Ardizzone G.D. - 1984 - Policheti di fondo mobile di aree costiere semichiusa: fattori di selezione in ambiente salmastro. *Nova Thalassia*, 6, Suppl., 155-163.

Guelorget O., Perthuisot J.P. - 1983 - Le Demain Paralique. Expression Geologiques, Biologiques et Economiques du Confinement. *Trav. Lab. Geol., Paris*, 16: 1-136.

Gunter G. - 1961 - Some relation of estuarine organisms to salinity. *Limnol. Oceanogr.*, 6: 182-190.

Kruskal J.B., Wish M. - 1978 - Multidimensional scaling. Sage Publication, Beverly Hills, California.

Lardicci C., Abbiati M., Crema R., Morri C., Bianchi C.N., Castelli A. - 1993 - The distribution of polychaetes along environmental gradients in the Orbetello Lagoon (Italy). *P.S.Z.N.I.: Mar. Ecol.*, 14: 35-52.

Lardicci C., Ceccherelli G., Mattera P. - 1995 - Dinamica di popolazione di *Streblospio shrubsolii* (Anellida: Polychaeta): fluttuazioni stagionali e attività produttiva. *Biol. Mar. Medit.*, 2 (2): 383-385.

Peres J.M. e Picard J. - 1964 - Nouveau Manuel de Bionomie de la Mer Méditerranée. *Reel. Trav. St. mar. Endoume*, 31 (47).

Pielou E.C. - 1966 - The measurement of diversity in different types of biological collectio. *J. Theor. Biol.*, 13:131-144.

San Martin G. - 1984 - Estudio biogeografico, faunistico y sistematico de los poliquetos de la familia siliidos (Syllidae: Polychaeta) en Baleares. Tesis Doctoral, Univ. Complutense Madrid.

Shannon C.E., Weaver W. - 1949 - The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press.

Warwick R.M., Clarke K.R. - 1991 - A comparison of some methods for analysing changes in benthic community structure. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 71: 225-244.

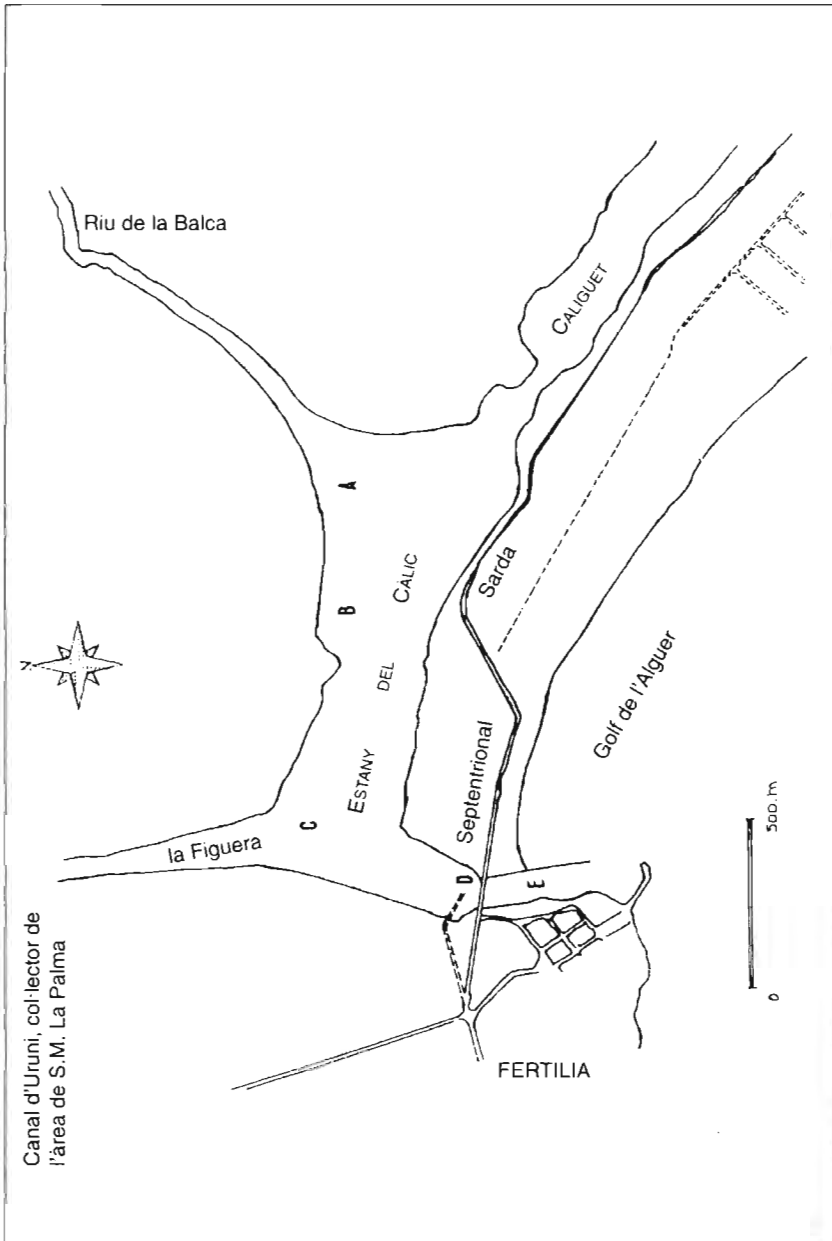


Fig. 1. Lo stagno di Càlic: stazioni di campionamento

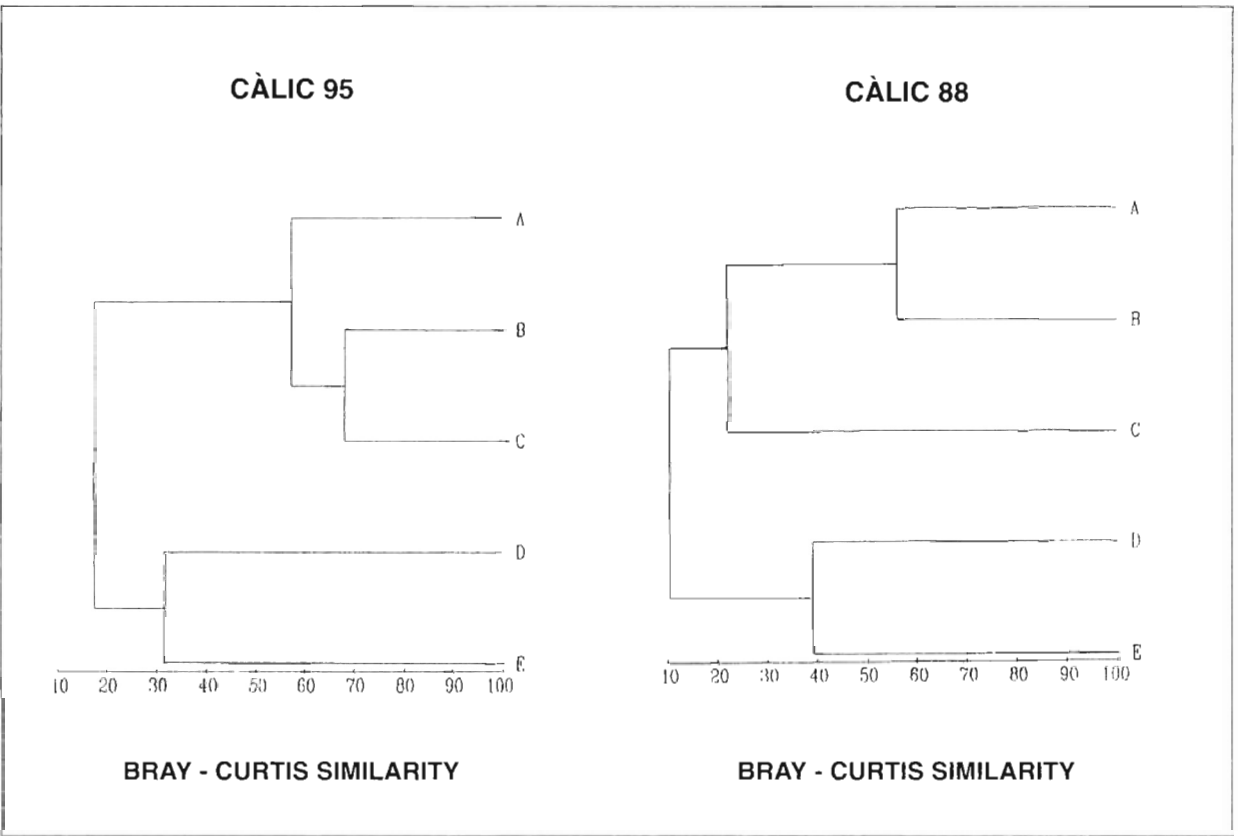


Fig. 2. Dendrogramma ottenuto mediante l'analisi dei dati raccolti rispettivamente nel 1995 e nel 1988.

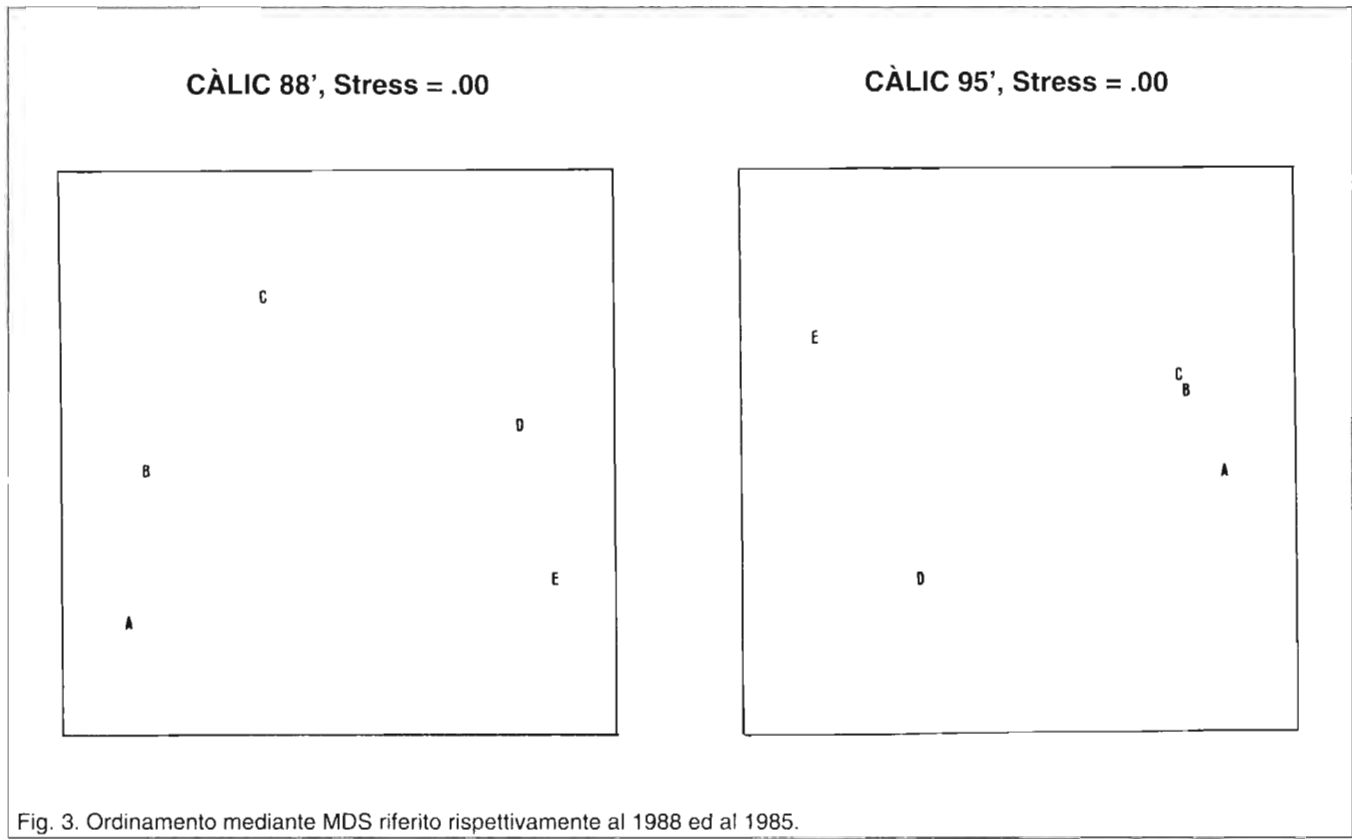


Fig. 3. Ordinamento mediante MDS riferito rispettivamente al 1988 ed al 1985.

