

**ACQUACOLTURA**

## INFESTAZIONE DA PARTE DI *POLYDORA CILIATA* DI VONGOLE FILIPPINE MANTENUTE IN SOSPENSIONE IN MARE ADRIATICO

Tratto da: BOSCOLO R., GIOVANARDI O., 2002, “*Polydora ciliata* shell infestation in *Tapes philippinarum* Manila clam held out of the substrate in the Adriatic sea, Italy”, *Journal of Invertebrate Pathology*, 79: 197-198

In Italia sono prodotte circa 62000 t/anno di vongole filippine di cui circa 40000 provengono dalla laguna di Venezia (dati MiPAF). Tutte le aree di prelievo dei molluschi nella laguna sono classificate come zona B, le cui acque sono associate a caratteristiche igieniche che richiedono un periodo di purificazione del prodotto in centri autorizzati oppure di permanenza in “zona A”, le cui acque hanno i requisiti microbiologici, biologici, chimici e fisici che permettono il consumo umano diretto dei molluschi (secondo la Direttiva Europea n. 492 del 15 luglio 1991). In vongole filippine allevate in coltura sospesa all’interno di lanterne poste in mare Adriatico a circa 5 miglia da Porto Caleri (RO), al fine della stabulazione in zona A, è stata riscontrata la presenza di *Polydora ciliata*; si tratta di un polichete sedentario appartenente alla famiglia degli spionidi la cui presenza all’interno del nicchio di *Tapes philippinarum* non era mai stata segnalata prima. Il genere *Polydora* scava dei cunicoli generalmente in substrati contenenti carbonato di calcio come le rocce calcaree, alghe incrostanti e nei nicchi di vari organismi animali quali ostriche, pettini, mitili, gastropodi (Zottoli e Carriker, 1974; Bower *et al.*, 1992; Handley e Bergquist, 1997; Caceres-Martinez *et al.*, 1999; Liu e Hsieh, 2000).

*P. ciliata* può raggiungere 30 mm di lunghezza e una larghezza di 0,7-1 mm, contando fino a 180 segmenti. È munito di due lunghi palpi molto mobili che sporgono dalla testa e che arrotola a spirale quando l’animale è disturbato (fig. 1). Questa specie vive in un tubo a forma di U scavato all’in-

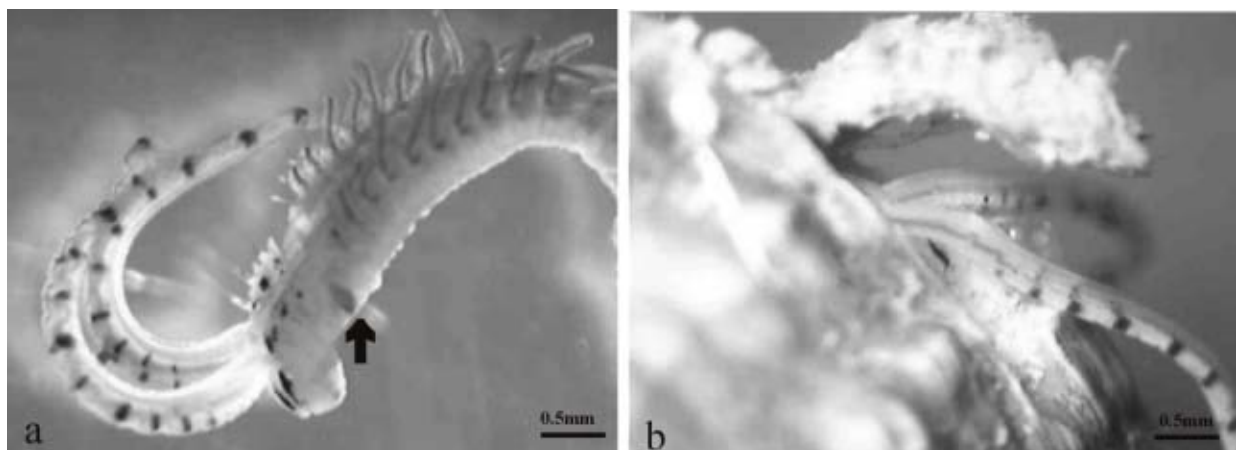


Fig. 1. a) Parte anteriore del corpo di *P. ciliata*; la freccia indica il quinto setigero modificato. b) Palpi di *P. ciliata* che emergono dalla conchiglia di *T. philippinarum*.

terno della conchiglia dell’ospite (fig. 2a) e dotate di due aperture esterne. L’estremità anteriore dell’animale emerge dal tubo e si alimenta delle particelle prese dalla superficie del sedimento o dalla colonna d’acqua sovrastante servendosi dei palpi (Daro e Polk, 1973; fig. 1b). Secondo Blake ed Evans (1973) il cunicolo può essere realizzato con 2 meccanismi principali e dalla loro interazione: chimico, quando una speciale ghiandola secerne una soluzione acida per dissolvere il substrato; meccanico, quando le grosse chele modificate del quinto setigero (fig. 1a) abrasano il substrato. L’attività di insediamento può raggiungere la superficie interna delle coperture dei molluschi ed indurre l’ospite a secernere degli strati di conchiolina e di calcite, al fine di isolare l’ospite all’interno di una bolla (fig. 2b). Le bolle di madreperla prodotte dal mollusco in risposta all’infezione di *P. ciliata* possono provocare atrofia e, nei casi più gravi, il distacco del muscolo adduttore, ma anche interferire con la produzione dei gameti quando le creste calcaree si presentano adiacenti alle gonaadi (Bower *et al.*, 1994). Kent (1979, 1981) ha segnalato, a causa dell’infestazione di *P. ciliata* sui mitili una diminuzione dell’indice di condizione e una perdita di qualità commerciale del prodotto. *P. ciliata* è un serio problema per le ostriche e i mitili, anche se ad essere aggredito è solo l’involu-

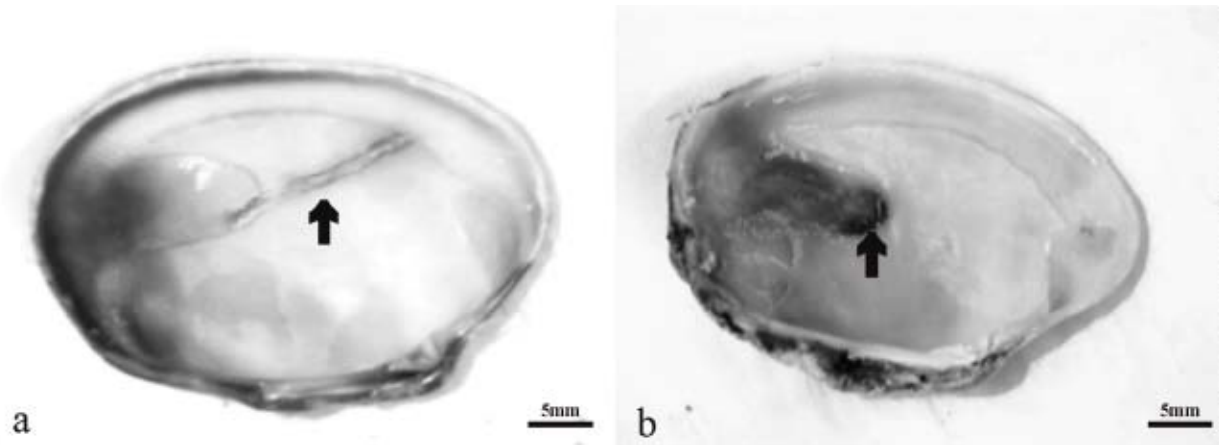


Fig. 2. Superficie interna di valve di *T. philippinarum* infestata da *P. ciliata*. a) Tubo in cui si insedia il parassita. b) Bolla di madreperla prodotta dal mollusco in risposta alla presenza del parassita.

cro esterno dei molluschi, perché quando l'infestazione è notevole i nicchi sono indeboliti rendendo gli organismi ospiti più facilmente suscettibili alla predazione. Nel campione di vongole filippine esaminato i primi segnali di infestazione si sono registrati a settembre 2000, dopo tre mesi di permanenza nelle lanterne di stabulazione il 5% degli animali era impattato. Tra novembre 2000 e gennaio 2001 si raggiunse il 7%, in marzo il 10%, in maggio il 16% e in luglio il 20%. I molluschi infestati mostravano delle conchiglie molto danneggiate, ma non erano in una condizione di sofferenza evidente. I campioni hanno mostrato la produzione dei gameti e lo stato del corpo edibile non era in una condizione di particolare magrezza. Comunque le valve erano indebolite e la qualità commerciale del prodotto risultava ridotta.

### Bibliografia

- BLAKE, J. A., AND EVANS, J. W. 1973. *Polydora* and related genera as borers in mollusc shell and other calcareous substrates (Polychaeta: Spionidae). *Veliger*, 15, 235-249.
- BOWER, S. M., BLACKBOURN, J., MEYER, G. R., AND NISHIMURA, D. J. H. 1992. Diseases of cultured Japanese scallops (*Patinopecten yessoensis*) in British Columbia, Canada. *Aquaculture*, 107, 201-210.
- BOWER, S. M., MCGLADDERY, S. E., AND PRICE, I. M. 1994. Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish. *Annu. Rev. Fish Dis.* 4, 1-199.
- CACERES-MARTINEZ, J., TINOCO, G. D., BUSTAMANTE, M. L. U., AND GOMEZ-HUMARAN, I. M. 1999. Relationship between the burrowing worm *Polydora* sp. and black clam *Chione fluctifraga* (Showerby). *J. Shellfish Res.* 18 (1), 85-89.
- DARO, M. H., AND POLK, P. 1973. The autecology of *Polydora ciliata* along the Belgian coast. *Neth. J. Sea. Res.* 6, 130-140.
- HANDLEY, S. J., AND BERQUIST, P. R. 1997. Spionid polychaete infestations of intertidal pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg), Mahurangi Harbour, northern New Zealand. *Aquaculture*, 153, 191-205.
- KENT, R. M. L. 1979. The influence of heavy infestations of *Polydora ciliata* on the flesh content of *Mytilus edulis*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 59, 289-297.
- KENT, R. M. L. 1981. The effect of *Polydora ciliata* on the shell strength of *Mytilus edulis*. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 39, 252-255.
- LIU, P. J., AND HSIEH H. L. 2000. Burrow architecture of the spionid polychaete *Polydora villosa* in the corals *Montipora* and *Porites*. *Zool. Stud.* 39 (1), 47-54.
- ZOTTOLI, R. A., AND CARRIKER, M. R. 1974. Burrow morphology, tube formation, and microarchitecture of shell dissolution by spionid polychaete *Polydora websteri*. *Mar. Biol.* 27, 307-316.



## SCELTA DI UN INDICE DI CONDIZIONE E UTILIZZO DEL TEMPO DI SOPRAVVIVENZA ALL'ARIA PER IL CONFRONTO TRA TRE DIVERSE TIPOLOGIE D'ALLEVAMENTO DI *TAPES PHILIPPINARUM*

TRATTO DA: BOSCOLO R., CORNELLO M., GIOVANARDI O., 2003, "Condition index and air survival time to compare three kinds of Manila clam *Tapes philippinarum* (Adamas & Reeve) farming systems", *Aquaculture International*, 11: 243-254.

La vongola filippina, *Tapes philippinarum*, è una specie originaria delle coste asiatiche e nord-americane dell'Oceano Pacifico, che è stata introdotta nella Laguna di Venezia nel Bacino di Chioggia nel 1983 a scopo sperimentale, in vista di un suo possibile sfruttamento commerciale. Essa si è rapidamente acclimatata e nel volgere di pochi anni ha letteralmente invaso la Laguna soppiantando la vongola verace, il congenere *T. decussatus*, che è la specie autoctona lagunare. Attualmente in Italia vengono prodotte circa 62.000 t di vongole veraci, delle quali 40.000 provenienti dalla Laguna di Venezia (Rossi, 2000). Solo in questi ultimi anni, oltre al prodotto proveniente da una pesca in libero accesso, in molte zone del territorio lagunare si è affiancata una attività gestita di acquacoltura, con reperimento delle vongole giovanili da letti naturali e ingrasso in specchi d'acqua dati in concessione per l'allevamento della vongola. Le aree adibite a tale scopo ammontano a circa 3000 ha e sono distribuite nel territorio lagunare in zone definite di tipo "B" (91/492/CEE, D.L530/92), ossia con caratteristiche igienico sanitarie tali da rendere necessario, prima della commercializzazione, un periodo di depurazione in centri autorizzati o la stabulazione in una zona di tipo "A" cioè con requisiti microbiologici, biologici, chimici e fisici che consentono il consumo umano diretto dei molluschi prodotti. Fino ad oggi l'etichetta di zona di tipo "A" è stata attribuita unicamente ad aree marine e per il momento tali zone sono assenti all'interno della Laguna di Venezia. Visti i quantitativi elevati di vongole provenienti dalla laguna, la presenza di zone di tipo "A" rappresenta un elemento importante per la molluschicoltura sia in termini di miglioramento della qualità del prodotto, sia in termini di abbassamento dei costi di produzione rispetto al processo di depurazione. Infatti, molti sono gli autori che evidenziano come periodi più o meno lunghi di permanenza dei bivalvi in acque idonee abbattano contaminazioni sia batteriologiche sia dovute ad inquinanti (Latouche & Mix 1982, Regoli & Orlando 1994, Presepi *et al.* 1997).

*T. philippinarum* è una specie fossoria che vive su fondi sabbiosi e fangosi; il mantenimento in sospensione per lunghi periodi potrebbe arrecare agli organismi uno stato di stress che si può manifestare come perdita di peso. Questo fattore può essere indagato attraverso l'utilizzo degli indici di condizione, che riflettono cambiamenti a lungo termine nello stato di nutrizione dei molluschi bivalvi, e sono principalmente usati per evidenziare le eventuali variazioni stagionali in campioni prelevati sia da popolazioni naturali (Walne 1970, Gabbott & Walker 1971, Gee *et al.* 1977), che da popolazioni allevate (Gabbott & Stephenson 1974, Bayne & Thompson, 1970). Il mantenimento dei molluschi fossori in condizioni non naturali come appunto in sospensione all'interno di "lanterne", potrebbe portare a stati di stress fisiologico che oltre a manifestarsi con variazioni ponderali potrebbero ridurre la capacità di resistenza in aria.

I campioni di *T. philippinarum* esaminati sono stati raccolti da giugno a novembre 2000 e provengono da tre diverse tipologie di allevamento: individui allevati sul fondale di un'area in concessione situata in una zona di tipo "B" nel bacino Sud della Laguna di Venezia ad ovest della città di Chioggia e indicati dalla sigla FS (*Farming Sediment*); individui provenienti da uno stesso stock e mantenuti in sospensione in lanterne, in parte nella stessa concessione, indicati con LS (*Lagoon Suspended*), e in parte in un'area classificata di tipo "A" nel Mar Adriatico all'interno di un impianto di mitilicoltura situato a 5 miglia al largo della costa, indicati con la sigla SS (*Sea Suspended*). Mensilmente, a 39 esemplari di ciascuna stazione, sono state misurate e calcolate le seguenti variabili: la lunghezza della conchiglia (SL) con un calibro decimale (al mm inferiore) e la lunghezza al cubo (SL<sup>3</sup>), il volume valvare (SV) tramite aspirazione con siringa graduata al decimo di ml del contenuto interno di liquido di una valva (poi moltiplicato per due), il peso secco delle carni (DW) e il peso secco della conchiglia (SW) (48 h in stufa a 105 °C), la quantità di ceneri (4 h in muffola a 450 °C), il peso secco senza ceneri (AFDW) come differenza tra il peso secco e le ceneri (vedi Fig. 1). Tutti i pesi sono stati effettuati con una bilancia analitica con precisione 10<sup>-5</sup> gr.

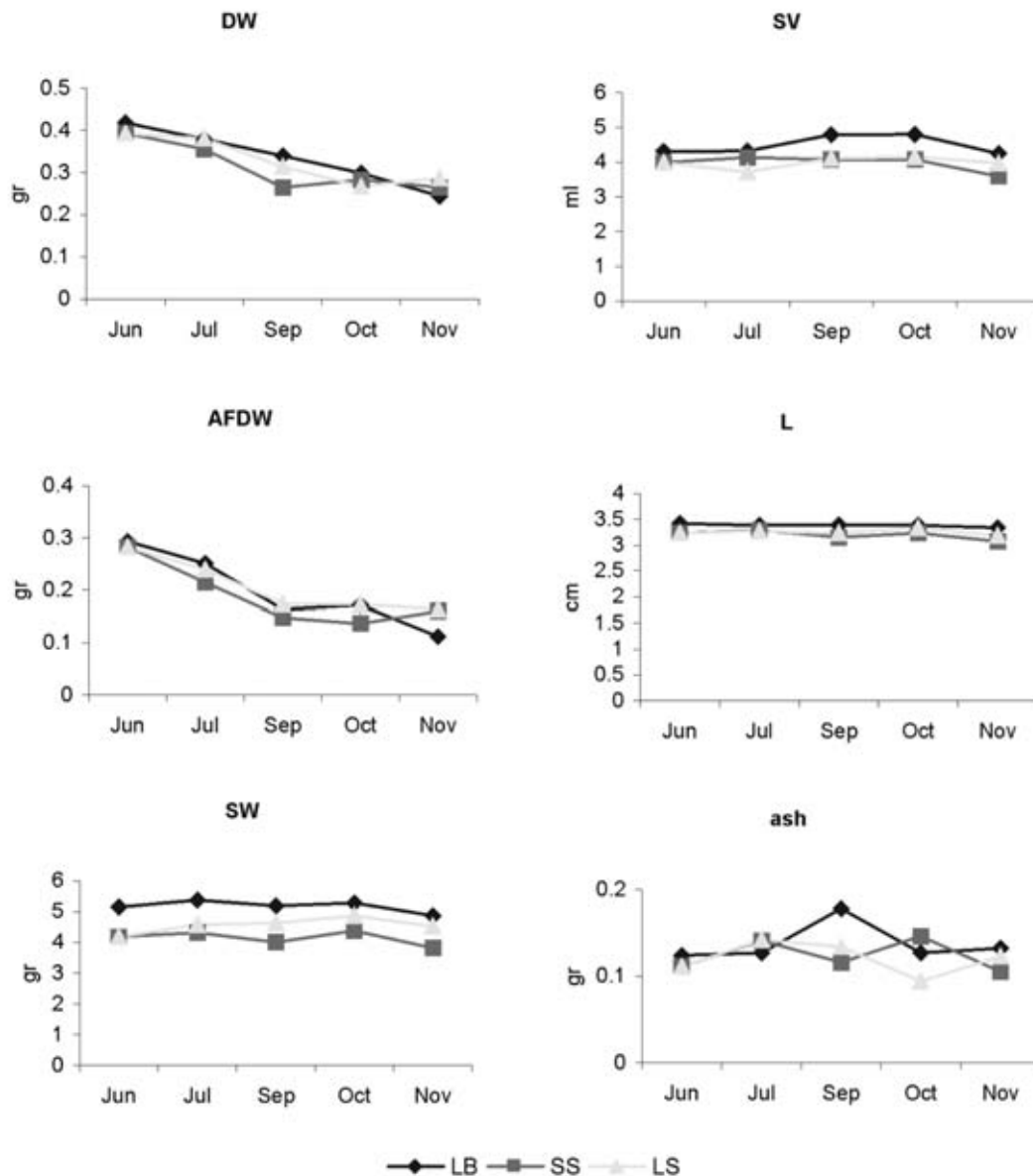


Figura 1. Andamento dei parametri biometrici per i tre trattamenti. ◆ laguna fondo, ■ mare sospensione, ▲ laguna sospensione.

Utilizzando le diverse variabili corporee si sono infine calcolati otto indici di condizione: DW/SW (Walne 1976, Mann & Glomb 1978, Pazos *et al.* 1997), DW/SV (Hopkins 1949, Baird 1958, Walne 1970, Hickman & Illingworth 1980, Whyte & Englar 1982, Okumu & Stirling 1998), AFDW/SV (Phernambucq e Vroonland 1983), AFDW/SW (Hrs-Brenko 1967, Walne & Mann 1975), DW/SL, DW/SL<sup>3</sup>, AFDW/SL e AFDW/SL<sup>3</sup> (Valli *et al.* 1995). Per il test della sopravvivenza in aria, all'arrivo in laboratorio 30 vongole per ogni trattamento sono state lavate accuratamente, asportando eventuali epibionti con l'ausilio di un bisturi, asciugate e poste in contenitori a tenuta con tasso di umidità a saturazione, dove sono stati mantenuti a temperatura costante (18±0,5 °C). A partire dal giorno successivo e con cadenza giornaliera sono stati eliminati gli individui morti, registrandone il numero fino ad esaurimento del campione. Gli animali sono stati considerati morti quando si presentavano con le valve ben aperte e anche in seguito a stimolazione meccanica, punzecchiando l'animale o cercando di chiudere le valve, non si è osservata alcuna risposta. Per la comparazione dei valori medi degli indici di condizione di ciascun campione è stata usata l'analisi della varianza a due vie (ANOVA) e il test HSD di Tukey. Le differenze sono state considerate significative per P<0,05. Con il t-test sono stati comparati i campioni di giugno dello stock usato per la sospensione con i campioni provenienti dall'allevamento. I dati di sopravvivenza, sono stati rappresentati come curve di sopravvivenza cumulativa ed elaborati secondo la funzione di Kaplan e Maier (1958), che ha consentito il calcolo della LT50 (ossia il tempo necessario per ottenere la morte del 50%



CI	SDC	%
AFDW/SL	41	62.1
AFDW/SL <sup>3</sup>	43	65.2
AFDW/SV	49	74.2
AFDW/SW	38	57.6
DW/SL	39	59.1
DW/SL <sup>3</sup>	35	53.0
DW/SV	43	65.2
DW/SW	40	60.6

CI: indice di condizione  
SDC: numero di casi significativi  
%: percentuale di casi significativi

Tabella 1. Risultati riassuntivi del test HSD di Tuckey sugli indici di condizione. Numero di casi significativi ( $P < 0,05$ ) nella comparazione tra le interazioni tra i 4 tempi di campionamento e i 3 trattamenti sperimentali.

month	LB	SS	LS
GIU	8	4	4
LUG	7	5	7
SET	6	5	5
OTT	7	5	5
NOV	5	5	7

LT<sub>50</sub>: valori sono espressi in giorni  
LB: laguna fondo  
LS: laguna sospensione  
SS: mare sospensione

Tabella 2. Valori del LT<sub>50</sub> (tempo necessario per verificare la morte del 50% degli esemplari del campione) ottenuti dalle funzioni di sopravvivenza di Kaplan-Meier.

degli esemplari del campione; Tab. 1). Il confronto tra le funzioni di sopravvivenza è stato effettuato con il test F di Cox.

È risultato che i valori delle medie degli 8 indici di condizione sono influenzati in modo statisticamente significativo principalmente dal periodo di raccolta, ma anche dalla collocazione dei campioni e dagli effetti interattivi tra le due variabili spazio e tempo. Con il test HSD di Tuckey ( $P < 0,05$ ) è emerso che AFDW/SV è l'indice con il più alto numero di coppie stazione/mese significativamente diverse delle 66 possibili (circa il 74%; Tab. 2). Per i campioni del mese di giugno si è verificato con il t-test che i valori di AFDW/SV della popolazione da cui si è estratto lo stock per la sospensione e della popolazione nella concessione non avessero medie significativamente diverse ( $P < 0,05$ ) al fine di confrontare successivamente i campioni come se fossero provenienti da un'unica popolazione. Nell'andamento dell'indice per le tre stazioni riportato in figura 2 si osserva una diminuzione dei valori medi da giugno a settembre per tutti i trattamenti. Per i mesi successivi LS si mantiene stabile fino a novembre senza differenze statisticamente significative; lo stesso accade per SF e SS fino ad ottobre. A novembre si ha un incremento per SS e una diminuzione per FS entrambi significativi. Mensilmente i campioni provenienti da LS hanno valori medi dell'indice significativamente superiori rispetto SF, eccetto a luglio dove le differenze non sono significative. I campioni di SS invece presentano a luglio valori significativamente più bassi rispetto SF, successivamente fino ad ottobre non si evidenzia nessuna differenza, mentre a novembre il valore medio della sospensione in mare è significativamente maggiore del valore del campione proveniente dall'allevamento. Infine confrontando le due sospensioni LS e SS, si osserva come i primi abbiano valori più alti rispetto ai secondi, con differenze significative unicamente a luglio e ad ottobre. La maggior sensibilità di AFDW/SV rispetto agli altri indici è imputabile alle caratteristiche intrinseche dei parametri che lo compongono. L'esclusione della quantità di ceneri dal peso secco, riduce la variabilità del parametro. Infatti le ceneri sono influenzate da molteplici fattori tra cui la salinità e la presenza nella colonna d'acqua di metalli (Okumu & Stirling 1998), lo stato nutrizionale dell'individuo (Wilkins 1967) e il ciclo riproduttivo (Beninger & Lucas 1984). Per quanto riguarda il volume della cavità conchiagliare questo è il parametro che meglio risponde alla crescita del mollusco in quanto un aumento

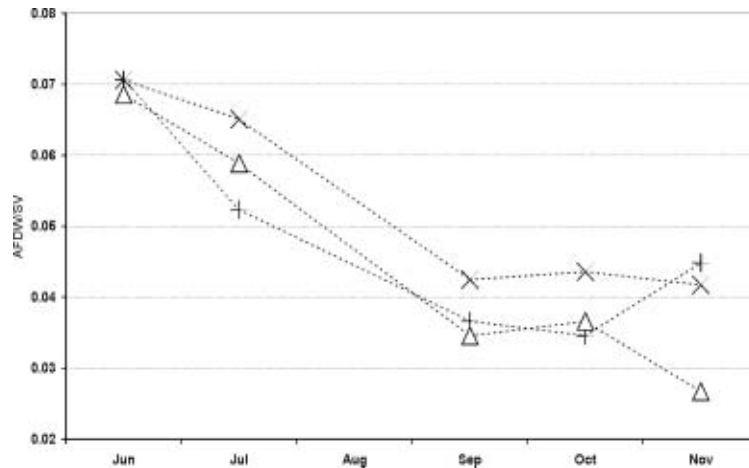


Figura 2. Valori medi dell'indice di condizione AFDW/SV tra giugno e novembre 2000 per i tre trattamenti sperimentali.  $\Delta$  laguna fondo, + mare sospensione,  $\times$  laguna sospensione.

mese	Temperatura °C	Salinità psu	O <sub>2</sub> saturazione (%)	Clorofilla a $\mu\text{g/l}$
<b>MARE</b>				
giu	16	38	105.5	0.9
lug	22	37	104.5	1.6
set	22	37	102.0	0.5
ott	20	37	81.5	0.5
nov	16	36	98.0	3.7
<b>LAGUNA</b>				
giu	24	29	104.0	4.0
lug	27	31	96.0	7.0
set	21	32	75.9	0.2
ott	16	26	85.0	0.3
nov	6	28	80.0	0.7

Tabella 3. Parametri ambientali misurati nelle stazioni di campionamento.

della massa corporea è inevitabilmente seguito da un aumento tridimensionale della sua conchiglia (Whyte & Englar 1982). Le variazioni mensili nei valori degli indici di condizione sono il risultato della complessa interazione di molteplici fattori tra cui in ordine di importanza troviamo: lo stadio del ciclo gametogenico, la disponibilità di nutrimento, le condizioni ambientali quali temperatura e salinità (Hickman & Illingworth 1980, Smaal & van Stralen 1990). La diminuzione dei valori di AFDW/SV da giugno a novembre per gli individui allevati nel sedimento dell'area in concessione concorda con quanto già descritto da Beninger & Lucas (1984) ed è principalmente imputabile alle continue emissioni che si hanno durante tale periodo, in particolare il decremento di novembre coincide con lo svuotamento delle gonadi con le ultime emissioni tardive autunnali (Breber 1996). Inoltre va considerato la riduzione della temperatura, che in questo periodo nelle acque basse e ferme della Laguna di Venezia raggiunge valori di 5-6 °C, e la diminuzione della disponibilità di cibo. Il mantenimento in sospensione in laguna sembra essere vantaggioso fin dal primo mese, questo probabilmente perché le vongole non sono direttamente interessate alle condizioni di ipossia e alla presenza di idrogeno solforato, che generalmente si instaurano a livello del sedimento nei periodi più caldi dell'anno (Sorokin *et al.* 1996).

Per la sospensione in mare, non sembrano esserci particolari differenze vantaggiose rispetto all'allevamento tradizionale eccetto nel mese di novembre dove si ha un significativo aumento del valore dell'indice. Le cause possono essere ricercate nei fattori ambientali, in quanto nel periodo tardo autunnale inizia il processo di destratificazione delle masse d'acqua che comporta il rimescolamento dei nutrienti e il possibile innesco di fioriture fitoplanctoniche. Inoltre la temperatura dell'acqua subisce una ridotta escursione stagionale e rimane più elevata rispetto alla temperatura lagunare del



medesimo periodo (circa 16°C). Per quanto riguarda il tempo di sopravvivenza in aria, dai confronti mensili dei valori di LT50, cioè il tempo necessario a constatare la morte del 50% degli individui del campione, con il test F di Cox emerge che a giugno, all'inizio dell'esperimento, i dati di sopravvivenza delle vongole provenienti dall'allevamento e di quelle utilizzate per la successiva sospensione differiscono significativamente per  $P < 0,05$  avendo rispettivamente valori di LT50 di 7 e 4. Nei mesi successivi le funzioni di sopravvivenza sono sempre significativamente diverse eccetto a luglio tra LS e SF, e a novembre tra LS e SS. Premesso che il tempo di sopravvivenza in aria per i bivalvi è fortemente influenzato oltre che da fattori biotici, come la disponibilità di riserve energetiche interne e lo stadio riproduttivo, anche da fattori abiotici come la temperatura, il livello di ossigeno, la salinità e la presenza di inquinanti (Eertman & de Zwaan 1994), i valori di LT50 tendenzialmente più bassi per gli organismi sospesi in laguna e soprattutto per quelli mantenuti in mare indicano che il drastico cambiamento dalle condizioni di habitat naturale interferiscono con lo stato fisiologico del mollusco. Il range di salinità ideale per *T. philippinarum* è tra 25 e 35 psu (Helm & Pelizzato 1990), valori d'escursione tipici dell'ambiente lagunare (Candela *et al.* 1982). Nella stazione in mare, da rilevamenti personali, l'escursione salina nel periodo indagato è compresa tra 35,5 e 37 psu (Tab. 3). Queste salinità più elevate, associate ad una condizione non naturale di mantenimento, probabilmente interferiscono con i processi di osmoregolazione delle vongole influenzando i meccanismi adattativi di metabolismo anaerobico una volta fuori dall'acqua. Concludendo possiamo dire che il mantenimento in sospensione delle vongole, anche per lunghi periodi, non influisce negativamente sullo stato nutrizionale degli individui, ma anzi ne migliora le condizioni se viene effettuato nell'ambiente lagunare. La sospensione in mare potrebbe essere un buon espediente oltre che per la stabulazione igienico-sanitaria delle vongole, per una fase di ingrasso circoscritta al periodo autunnale visto le migliori condizioni ambientali marine rispetto a quelle lagunari. Lo stesso non può essere detto per i tempi di sopravvivenza all'aria, in quanto le vongole allevate in mare presentano valori inferiori rispetto agli individui allevati con le altre metodologie.

## Bibliografia

- BAIRD, R.H. (1958) Measurement of condition in mussels and oysters. *J. Cons. Perm. Inter. Explor. Mer.* 23, 249-257.
- BAYNE, B.L. AND THOMPSON, R.J. (1970) Some physiological consequences of keeping *Mytilus edulis* in the laboratory. *Helgoländerwiss Meeresunters* 20, 526-552.
- BENINGER, P.G. AND LUCAS, A. (1984) Seasonal variations in condition, reproductive activity, and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat: *Tapes decussatus* L. (Jeffreys) and *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 79, 19-37.
- BODOY, A., PROU, J. AND BERTHONNE, J.P. (1986) Etude comparative de différents indices de condition chez l'huitre creuse (*Crassostrea gigas*). *Haliotis* 15, 173-182.
- BREBER, P. (1996) L'allevamento della vongola verace in Italia. Cleup, Padova, 157 pp.
- CANDELA, A., SCONFETTI, R. AND TORELLI, A.R. (1982) Ricerche sperimentali sulla dinamica stagionale delle zoocenosi intermareali della Laguna di Venezia (Parte I). *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Venezia* 33, 23-72.
- GABBOT, P.A. AND STEPHENSONS, R.R. (1974) A note on the relationship between the dry weight condition index and the glycogen content of adult oyster (*Ostrea edulis* L.) kept in the laboratory. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 35, 359-361.
- GABBOTT, P.A. AND WALKER, A.J.M. (1971) Changes in the condition index and biochemical content of adult oysters (*Ostrea edulis* L.) maintained under hatchery conditions. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 34, 99-106.
- GEE, J.M., MADDOCK, L. AND DAVEY, J.T. (1977) The relationship between infestation by *Mytilicola intestinalis*, Steuer (Copepoda, Cyclopoidea) and the condition index of *Mytilus edulis* in South West England. *J. Cons. int. Explor. Mer.* 37, 300-308.
- HELM, AND PELLIZZATO, (1990) Riproduzione ed allevamento in schiuditoio della specie *Tapes philippinarum*. In: *Tapes philippinarum* biologia e sperimentazione (ed. by E.S.A.V.), pp.117-140. Regione Veneto Press, Italy.
- HICKMAN, R.W. AND ILLINGWORTH, J. (1980) Condition cycle of the green lipped mussel *Perna canaliculus* in New Zealand. *Mar. Biol.* 60, 27-38.
- HOPKINS, A.E. (1949) Determination of condition of oysters. *Science* 110, 567-568.
- HRS-BRENKO, M. (1967) Index of condition in cultured mussels on the Adriatic coast. *Thalassia Jugosl.* 3, 173-179.
- KAPLAN, E.L. AND MEIER, P. (1958) Non parametric estimation from incomplete observations. *J. Amer. Statist. Assoc.* 53, 457-481.
- LATOCHE, Y.D. AND MIX, M.C. (1982) The effect of depuration, size and sex on trace metal levels in bay mussels. *Mar. Pollut. Bull.* 13 (1), 27-29.
- MANN, R. AND GLOMB, S.J. (1978) The effect of temperature on growth and ammonia excretion of the Manila clam *Tapes japonica*. *Estuarine Coastal Mar. Sci.* 6, 335-339.





- OKUMU, I. AND STIRLING, H.P. (1998) Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs. *Aquaculture* 159, 249-261.
- PAZOS, A.J., ROMÁN, G., ACOSTA, C.P., ABAD, M. AND SÁNCHEZ, J.L. (1997) Seasonal changes in condition and biochemical composition of the scallop *Pecten maximus* L. from suspended culture in the Ria de Arousa (Galicia, N.W. Spain) in relation to environmental conditions. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 79, 19-37.
- PHERNAMBUQ, A.J.W. AND VROONLAND, C.S. (1983) A comparison of four indexes of condition of the european flat oyster (*Ostrea edulis* L.). *Intern. Coun. Explor. Sea C.M.* 1983/F3, pp. 11.
- PRESEPI, D., SERRATORE, P., MILANDRI S., VIVIANI, R. AND PAESANTI, F. (1997) Valutazione del processo di decontaminazione microbiologica in molluschi bivalvi stabulati in acque marina idonee. *Igiene Moderna* 107, 311-326.
- REGOLI, F. AND ORLANDO, E. (1994) Accumulation and subcellular distribution of metals (Cu, Fe, Mn, Pb, and Zn) in the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* during a field transplant experiment. *Mar. Pollut. Bull.* 28, 592-600.
- ROSSI, R. (2000) Elementi di valutazione ecologica, economica e sociale per fronteggiare la flessione produttiva di vongole filippine nell'Alto Adriatico. MiPAF, Ministry of Agricultural and Forest Politics. Final report, Project 5C02, pp. 64.
- SMAAL, A.C. AND VAN STRALEN, M.R. (1990) Average annual growth and condition of mussels as a function of food source. *Hydrobiologia* 195, 179-188.
- SOROKIN, YU. I., SOROKIN, P. YU., GIOVANARDI, O. AND DALLA VENEZIA, L. (1996) Study of the ecosystem of the lagoon of Venice, with emphasis on anthropogenic impact. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 141, 247-261.
- VALLI, G., MAZZOLINI, D. AND RAIMONDI, V. (1995) Ciclo riproduttivo e biometria in *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) dell'alto Adriatico durante un ciclo annuale. *Hydrores* 15, 41-53.
- WALNE, P.R. AND MANN, R. (1975) Growth and biochemical composition in *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*. In: Proc. Ninth Europ. Mar. Biol. Symp. (ed. by H. Barnes), pp. 587-607. Aberdeen University Press, Aberdeen.
- WALNE, P.R. (1970) The seasonal variation of meat and glycogen content of seven populations of oyster *Ostrea edulis* L. and a review of the literature. *Fish. Invest. Ser. II Mar. Fish. G.B. Minist Agric. Fish. Food* 26, 35pp.
- WALNE, P.R. (1976) Experiments on the culture in the sea of the Butterfish *Venerupis decussata* L. *Aquaculture* 8, 371-381.
- WHYTE, J.N.C. AND ENGLAR, J.R. (1982) Seasonal variation in the chemical composition and condition indices of Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*, grown in trays or on the sea bed. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39, 1084-1094.
- WILKINS, N.P. (1967) Starvation of the herring, *Clupea harengus* L.: survival and some gross biochemical changes. *Comp. Biochem. Physiol.* 23, 503-518.





## STUDIO PRELIMINARE PER LA SCELTA DI UN INDICE DI CONDIZIONE APPLICATO ALLA MITILICOLTURA NELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE

tratto da: BOSCOLO R., CORNELLO M., GIOVANARDI O., 2002, *Biologia Marina Mediterranea*, 9 (1): 542-546.

I mitili, *Mytilus galloprovincialis*, nell'ambito della maricoltura sono i bivalvi maggiormente allevati lungo le coste italiane ed è, quindi, importante conoscere il periodo in cui il mollusco presenta una quantità di polpa maggiore al fine di commercializzare un prodotto più apprezzabile. Tale informazione può essere ottenuta tramite l'utilizzo degli indici di condizione. Allo scopo di individuare tra i vari indici di condizione quello che più è rappresentativo del campione esaminato, sono stati raccolti degli esemplari nell'impianto di mitilicoltura della cooperativa VISMA di Chioggia, situato a 5 miglia a largo di Porto Caleri (RO).

La frequenza dei prelievi è stata bimestrale da agosto '99 ad aprile '00, poi si sono susseguiti con cadenza mensile fino luglio '00. Per ogni campione, composto da 40 esemplari, sono state misurate le seguenti variabili: la lunghezza (LUNG) con un calibro decimale (al mm inferiore), il peso secco delle carni (PS) e il peso secco della conchiglia (PC) (dopo 48 h in stufa a 105°C), la quantità di ceneri (dopo 4 h in muffola a 450°C), il volume valvare (VV) tramite aspirazione con siringa graduata al decimo di ml del liquido contenuto all'interno di una valva (e poi moltiplicato per due). Infine si è calcolato il valore di AFDW (peso secco senza ceneri) come differenza tra il peso secco e le ceneri. Tutti i pesi sono stati effettuati con una bilancia analitica con precisione 10<sup>-5</sup> gr.

Attraverso le diverse variabili corporee si sono calcolati una serie di indici di condizione (Hrs-Brenko, 1967; Phernambucq e Vroonland, 1983; Valli *et al.*, 1995, Pazos *et al.*, 1997, Okumu & Stirling, 1998): PS/VV, PS/PC, PS/LUNG, AFDW/PC e AFDW/LUNG. In Fig. 1 sono

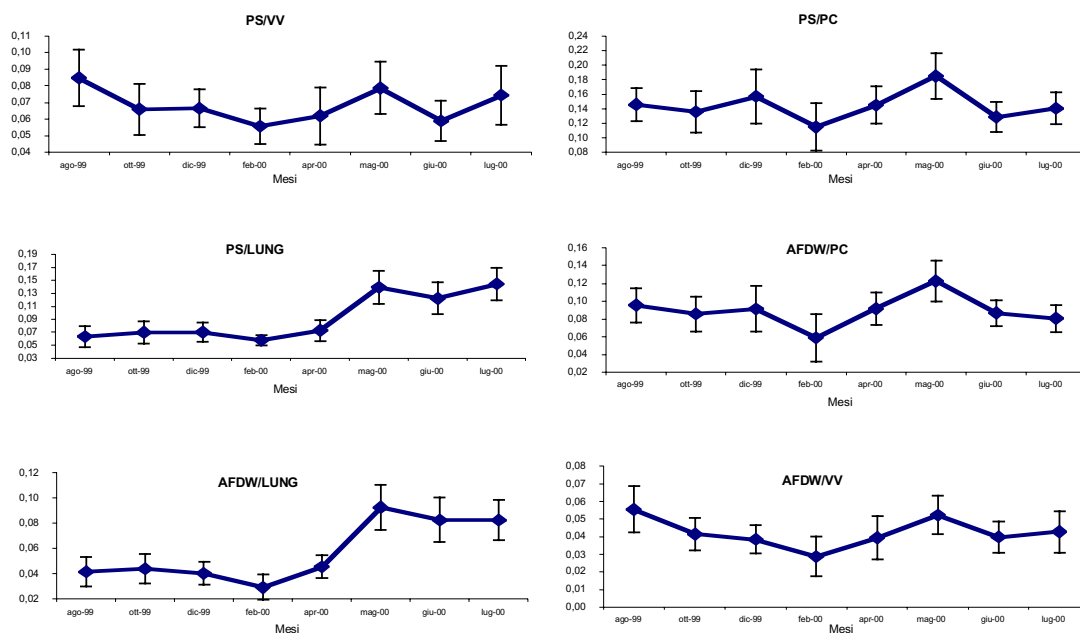


Fig. 1: Valori medi ( $\pm$  DS) degli indici di condizione.

rappresentati gli andamenti dei valori medi ( $\pm$  D.S.) degli indici di condizione calcolati per ciascun mese di campionamento. Per discriminare le variabili corporee e gli indici di condizione si è applicata l'analisi delle funzioni canoniche, preceduta dall'analisi della varianza (ANOVA) per verificare la diversità tra i campioni per ciascuna variabile. L'ANOVA ha dato valori significativi ( $p < 0,01$ ) sia per i parametri corporei che per gli indici di condizione. In Tab. 1a sono riportati, per i parametri corporei, i coefficienti standardizzati delle funzioni canoniche, dai quali emerge che la prima radice (69% della varianza spiegata) è associata principalmente al peso della conchiglia seguita con valori simili tra loro dalle variabili peso secco e AFDW. Per quanto riguarda l'analisi condotta sugli indici di condizione le prime due radici esprimono l'84% della varianza spiegata e sono associate



Variabili	radice 1	radice 2
LUNG	-0.305	-1.660
VV	0.179	-0.369
PC	-0.865	2.041
PS	0.501	-0.546
AFDW	-0.597	0.261
varianza cumulativa	0.687	0.928

a)

Variabili	radice 1	radice 2
PS/VV	-0.378	-0.827
PS/PC	1.409	-1.573
PS/LUNG	-1.229	3.542
AFDW/VV	1.032	1.683
AFDW/PC	-1.341	0.978
AFDW/LUNG	-0.027	-3.799
varianza cumulativa	0.723	0.841

b)

Tab. 1: Coefficienti standardizzati delle funzioni canoniche e varianza cumulativa spiegata per a) i parametri corporei, b) gli indici di condizione.

Variabili	radice 1	radice 2
PS/VV	-0.026	0.167
PS/PC	-0.082	-0.318
PS/LUNG	-0.804	0.076
AFDW/VV	-0.054	-0.048
AFDW/PC	-0.114	-0.482
AFDW/LUNG	-0.763	-0.243

a)

Gruppo	radice1	radice2
Aug-99	2.426	0.514
Oct-99	1.276	-0.078
Dec-99	1.666	-0.404
Feb-00	1.798	0.361
Apr-00	1.020	-0.321
May-00	-2.520	-1.108
Jun-00	-2.636	-0.852
Jul-00	-3.096	1.867

b)

Tab. 2: a) coefficienti di correlazione tra le variabili e le funzioni canoniche per gli indici di condizione b) valori medi delle variabili canoniche per gli indici di condizione

rispettivamente a PS/PC-AFDW/PC e PS/LUNG-AFDW/LUNG (Tab. 1b). Dai valori di correlazione tra le variabili e le funzioni canoniche emerge che la radice 1 è maggiormente correlata con PS/LUNG-AFDW/LUNG, mentre la radice 2 con PS/PC-AFDW/PC (Tab. 2a).

La separazione tra i mesi, emersa osservando le medie delle variabili canoniche per gli indici di condizione riportate in Tab. 2b e gli andamenti dei valori medi delle variabili (Fig. 1) alle quali la radice 1 è maggiormente correlata, mettono in evidenza una divisione tra gli ultimi tre mesi, in cui il prodotto raggiunge la maturazione commerciale, e i mesi precedenti; nella radice 2 la separazione è meno evidente (Fig. 2).

L'indice di condizione ha la finalità di quantificare la parte edule del mollusco rispetto all'intero organismo, quindi le variabili che appaiono al denominatore devono essere in grado di esprimere un numero d'informazioni elevato sulla biometria del mollusco, in particolare in relazione all'andamento di crescita (Whyte e Englar, 1982). La crescita del mitilo nel tempo non è lineare ed omogenea per tutti i parametri (allometria). È stato dimostrato che negli organismi più giovani la maggior parte

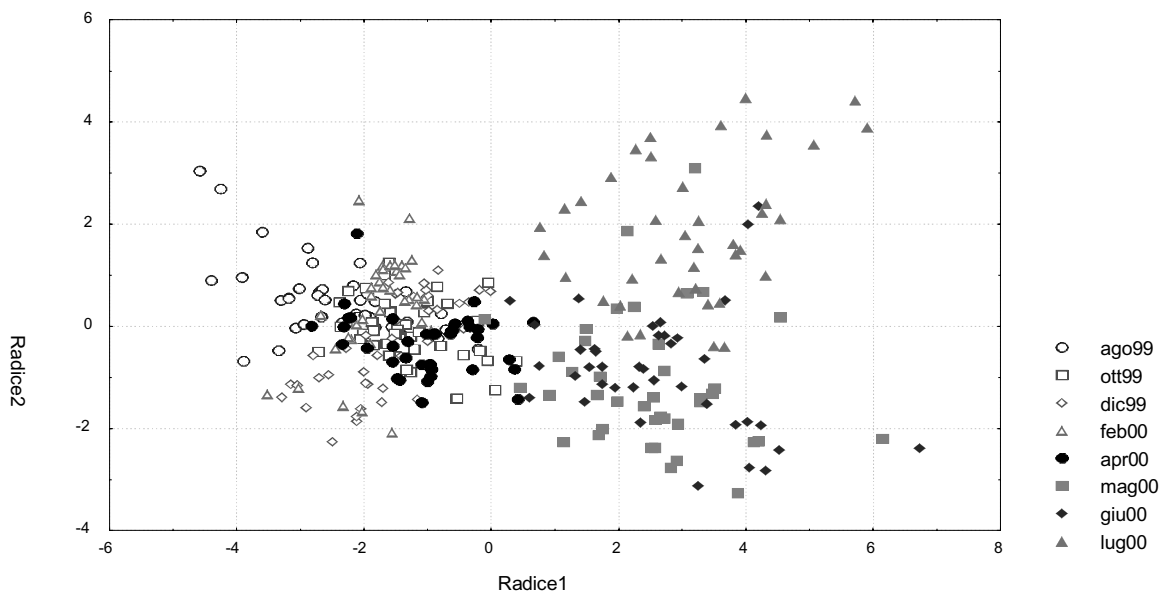


Fig. 2: Diagramma di dispersione per le funzioni canoniche degli indici di condizione.



della crescita è a carico della lunghezza (Coe e Fox, 1942). Con l'aumentare dell'età la crescita in lunghezza diminuisce mentre aumenta in larghezza. La deposizione di carbonato di calcio, invece, continua per tutta la vita, quindi il peso della conchiglia continua ad aumentare anche quando larghezza e lunghezza non si modificano. Da ciò probabilmente deriva la capacità del peso della conchiglia di discriminare tra i diversi gruppi di variabili in relazione ai diversi mesi.

Numerosi autori prediligono il volume valvare al denominatore dell'indice rispetto il peso della conchiglia (Baird, 1958; Hickman e Illingworth, 1980; Whyte e Englar 1982; Okumu? e Stirling, 1998), contrariamente da quanto è emerso dall'analisi dei coefficienti delle funzioni canoniche in cui il volume valvare e gli indici che lo comprendono hanno il più basso potere discriminante. Tale parametro infatti è notevolmente influenzato dall'età dell'individuo. I mitili, come succede anche per altri molluschi quali le ostriche (Galstoff, 1964), in giovane età hanno una conchiglia più piatta rispetto agli individui adulti, di conseguenza il volume valvare è quasi interamente occupato dal tessuto molle. Ne consegue che in questa fase del ciclo di crescita, il rapporto tra il peso secco delle carni con il volume valvare, dà valori più elevati. Concludendo si può dire che le variabili che più discriminano tra i gruppi sono il peso della conchiglia seguite da peso secco e AFDW. Allo stesso tempo gli indici di condizione con maggior potere discriminante sono PS/PC e AFDW/PC. Poiché è emerso che il peso secco e l'AFDW hanno un potere discriminante paragonabile, è consigliabile utilizzare il PS/PC, vista la maggiore velocità e semplicità operativa nell'elaborazione di tale indice.

### **Bibliografia**

- BAIRD R.H. (1958) - Measurement of condition in mussels and oysters. *J. Cons. Perm. Inter. Explor. Mer.* 23: 249-257.
- COE W.R., FOX D.L. (1942) - Biology of the Californian sea mussel *Mytilus californianus*. Influence of temperature, food, supply, sex and age on the rate of growth. *J. Exp. Zool.*, 90: 1-30.
- GALTSOFF P.S., 1964 - The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service, vol. 64, pp. 480.
- HICKMAN R.W., ILLINGWORTH J. (1980) - Condition cycle of the green lipped mussel *Perna canaliculus* in New Zealand. *Mar. Biol.* 60: 27-38.
- HRS-BRENKO M. (1967) - Index of condition in cultured mussels on the Adriatic coast. *Thalassia Jugosl.*, 3: 173-179.
- OKUMU I., STIRLING H.P. (1998) - Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs. *Aquaculture* 159: 249-261.
- PAZOS A.J., ROMÁN G., ACOSTA C.P., ABAD M., SÁNCHEZ J.L. (1997) - Seasonal changes in condition and biochemical composition of the scallop *Pecten maximus* L. from suspended culture in the Ria de Arousa (Galicia, N.W. Spain) in relation to environmental conditions. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 79: 19-37.
- PHERNAMBUQ A.J.W., VROONLAND C.S. (1983) - A comparison of four indexes of condition of the european flat oyster (*Ostrea edulis* L.). *Inter.coun.Explor. Sea C.M.* 1983/F3, pp. 11.
- VALLI G., MAZZOLINI D., RAIMONDI V. (1995) - Ciclo riproduttivo e biometria in *Tapes philippinarum* (Adams e Reeve, 1850) dell'alto Adriatico durante un ciclo annuale. *Hydrores*, 15: 41-53.
- WHYTE J.N.C., ENGLAR J.R. (1982) - Seasonal variation in the chemical composition and condition indices of Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*, grown in trays or on the sea bed. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 1084-1094.





## DISMISSIONE (*DECOMMISSIONING*) DELLE PIATTAFORME PER L'ESTRAZIONE DEL METANO E POSSIBILITÀ DI RIUTILIZZO COME SUBSTRATI PER L'INCREMENTO DELLE RISORSE RINNOVABILI (*ARTIFICIAL REEFS*)

Tratto da:

GIOVANARDI O., 1995, "Generalità sulle strutture artificiali *off-shore* e le risorse rinnovabili (con particolare riferimento al caso del mare Adriatico)", Atti workshop Society of Petroleum Engineers, Italian Section: 136-141.

GIOVANARDI O., RINALDI A., 1999, "Effects of decommissioned offshore structures on renewable resources in the Adriatic Sea", Atti OMC99, Offshore Mediterranean Conference, Ravenna: 1121-1132.

GIOVANARDI, O., RINALDI A., 2000, "*Decommissioning* delle piattaforme e loro riutilizzo in *artificial reefs*", Ricerca Petrolifera e Ambiente, Society of Petroleum Engineers Italian Section: 100-105.

Le caratteristiche del Mare Adriatico - elevata trofia (dovuta alla presenza di bassi fondali e apporto di nutrienti dalle acque fluviali), fondali strascicabili (perché pressoché privi di zone rocciose) - hanno da sempre consentito un'intensa attività di pesca che, negli ultimi decenni, è stata sempre più praticata mediante uso di reti a strascico. Questo tipo di pesca, poco selettivo, spesso è a carico di individui giovani, che non hanno ancora compiuto il primo anno di età. Negli ultimi dieci anni, l'intensificarsi di tale attività di pesca ha portato al progressivo depauperamento di alcune delle specie commerciali, e le misure di prevenzione finora adottate (utilizzo di maglie non inferiori a 40 mm, interdizione della pesca entro 3 miglia dalla costa, periodo di fermo biologico, ecc.) si sono spesso rivelate insufficienti. Ragion per cui si è pensato all'istituzione, spesso in via sperimentale, di Aree Marine Protette, in modo da migliorare la produzione delle cosiddette "risorse rinnovabili" e consentire una migliore gestione delle attività di pesca. In base alla definizione proposta dall'IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) in occasione della XVII Assemblea Generale, Febbraio 1988, un'Area Marina Protetta (AMP) è intesa come una "qualunque area dell'infraitorale o del mesolitorale, le cui acque, comprendenti la flora, la fauna e le caratteristiche storiche e culturali, sono sottoposte a misure di protezione riferite, in tutto o in parte, all'ecosistema ambientale che vi è compreso." Quindi, la protezione di aree marine può perseguire vari scopi che vanno dalla tutela di sistemi biologici, alla ricerca di un uso sostenibile delle risorse naturali, fino a quelli formativi e di ricerca scientifica. In molti casi, l'istituzione di Zone di Tutela Biologica (ZTB) è avvenuta mediante la costruzione di barriere artificiali (dette *artificial reefs*) che, poste all'interno di un'area marina, costituiscono zone di rifugio per varie specie ittiche (molte delle quali di interesse commerciale). Con l'andar del tempo, all'interno di queste *artificial reefs* si forma un vero e proprio microecosistema: un processo simile a quello che avviene all'interno dei *reef* naturali. C'è da dire che le strutture di questo tipo vengono utilizzate da secoli dalle comunità umane che vivono in zone costiere, e oggi, più che mai, il loro utilizzo è tornato nuovamente alla ribalta come sistema di gestione delle risorse alieutiche. Molti biologi marini dibattono sull'impatto causato da tali strutture, perché, se poste su fondali molli, possono soffocare la porzione di fondale sulla quale poggiano e alterare il normale flusso delle correnti di fondo. Inoltre, l'assemblaggio dei vari gruppi faunistici (attratti dalla struttura), provoca un aumento dell'attività metabolica della comunità, con conseguente variazione del contenuto di sedimento organico, e aumento dei fenomeni predatori. D'altra parte, è innegabile che queste strutture possano costituire un *habitat* per determinate specie bersaglio, e ciò contribuirebbe ad aumentare la portanza biologica della zona, in termini di abbondanza e diversità di specie, con ricadute positive sulla produttività globale delle risorse rinnovabili. Nelle *artificial reefs*, infatti, sono stati spesso riscontrati valori di biomassa e di densità specifica perfino superiori a quelli evidenziati nelle barriere naturali. Oltre ad attrarre e, di conseguenza, consentire l'aggregazione di vari gruppi faunistici per una rapida ricolonizzazione del nuovo ecosistema formatosi, le *artificial reefs* costituiscono zone idonee per la riproduzione, la deposizione delle uova e la crescita delle larve, perché sia il substrato che le zone *nursery* presentano tane e nicchie che pongono gli esemplari al riparo dalla pressione di molte specie di predatori, proteggendoli durante il loro periodo di maggiore vulnerabilità e fornendo loro un'adeguata disponibilità di cibo, a concentrazioni superiori a quelle riscontrabili in mare aperto. Inoltre, nelle aree utilizzate per la coltivazione di bivalvi, si crea un riciclaggio di nutrienti. In tal modo, è possibile attuare il recupero biologico di zone degradate, grazie a un nuovo tipo di colonizzazione, che consente anche la formazione di ulteriori catene alimentari. Le alghe e gli invertebrati colonizzano la struttura molto rapidamente; la composizione finale della comunità biologica dipende dalla composizione del substrato, dalla stagione in cui il materiale è depositato e dalle variabili ambientali (p.es. temperatura e composizione chimica dell'acqua). I pesci tendono a radunarsi piuttosto rapidamente: il loro "reclutamento" avviene nel giro di poche ore dall'installazione delle strutture, ma la popolazione raggiunge il *climax* nel giro di qualche mese. In genere, la comunità biologica



all'interno di questo ambienti si stabilizza in un periodo compreso tra 1 e 5 anni. Inoltre, le *artificial reefs* impediscono l'uso indiscriminato delle reti a strascico, dal momento che il fondo non risulta più facilmente strascicabile come in precedenza, e la pesca potrà avvenire mediante l'uso di attrezzi più selettivi (reti fisse, nasse, ecc.) che catturano in prevalenza le forme adulte. Quindi, è possibile avere un maggior controllo del pesce pescato, che si traduce in una maggiore responsabilizzazione del pescatore verso le zone di pesca. L'uso di reti fisse implica anche un minor consumo di carburante, dato che i pescherecci possono essere dotati di motori meno potenti. L'impiego delle *artificial reefs* come strutture per l'industria ittica si è da tempo affermato in Giappone, dove il loro insediamento in aree marine strategiche ha notevolmente aumentato la produttività di risorse rinnovabili in mare aperto. Anche negli U.S.A. l'uso di tali strutture ha incentivato il finanziamento di programmi di ricerca e produzione ittica ad ampio respiro. Esistono vari tipi di potenziali *artificial reefs*, la maggior parte presenti in zone poco profonde, soprattutto all'interno delle acque costiere, (p.es. costruzioni in legno o cemento abbandonate, oppure carcasse d'auto), ma è possibile anche avere *artificial reefs* fuori dalla fascia costiera come le piattaforme *off-shore* dismesse, perché qualsiasi struttura che attragga le specie ittiche influenzandone il comportamento può essere considerata come *artificial reef* a tutti gli effetti. Il reimpiego delle piattaforme *off-shore* dismesse come *artificial reefs* è stato ampiamente documentato.

Quando le piattaforme d'estrazione *off-shore* vengono dismesse per esaurimento del giacimento di petrolio o gas, vengono tradizionalmente eseguite le operazioni di rimozione. Tali operazioni, però, pongono grossi problemi sia in termini di sicurezza che di inquinamento, oltre a costituire un grosso onere economico a carico della ditta. In particolare, è necessario impiegare personale altamente qualificato, utilizzare tecniche sofisticate, con particolare riferimento alle attrezzature di taglio subacqueo e alle rimozione delle strutture in calcestruzzo che tengono ancorata la piattaforma al fondale, senza compromettere l'integrità del sistema (e facendo anche ricorso a sistemi di zavorramento), eseguire le operazioni di smaltimento finale dei rottami metallici e plastici, nonché degli oli usati e di altri prodotti altamente inquinanti, in modo da non provocare alcun tipo di impatto ambientale. Una volta eseguita la rimozione dall'area marina, la rottamazione a terra impone il problema della destinazione dei materiali non più riutilizzabili, lo smaltimento finale delle sostanze inquinanti, il lavaggio e la bonifica degli impianti qualora non sia stato possibile eseguire queste operazioni in mare. In tempi recenti, una valida alternativa alla rimozione è stata considerata quella di utilizzare le piattaforme *off-shore* dismesse come *artificial reefs*. Le prime sperimentazioni sono state compiute nel Golfo del Messico, perché è stato osservato che molte strutture artificiali posta al largo della costa della Louisiana attraevano numerose specie di pesci oggetto di pesca sportiva, per cui è stato possibile istituire un'attività commerciale di quel tipo in zone che non erano mai state precedentemente interessate da quel fenomeno. Queste strutture, infatti, sono risultate particolarmente idonee alla creazione di *artificial reefs*, in quanto forniscono *habitat* a fondo solido, utilizzabile per la deposizione delle uova o come zona *nursery*. Per il loro particolare design - un complesso di box, fenestrature, scale, balaustre e tralici leggeri, che consentono un'adeguata circolazione dell'acqua - si ha un alto rapporto superficie/volume; questo consente un notevole insediamento di organismi sessili che forniscono un'ampia disponibilità di cibo alle specie ittiche che vi si aggregano. La struttura contribuisce alla creazione di un *range* verticale di differenti tipi di *habitat* lungo la colonna d'acqua, in modo che le varie specie abbiano l'opportunità di stazionare alla profondità più favorevole e presenta, inoltre, zone idonee per l'esecuzione di eventuali monitoraggi, anche dall'esterno (uso di telecamere e/o sonde). Nel caso del Mar del Nord, non sono ancora state condotte iniziative del tipo descritto per il Golfo del Messico, ma sono state osservate clamorose forme di aggregazione di specie commerciali attorno alle piattaforme *off-shore* della Ecofisk in attività. In particolare, studiando il comportamento di quelle specie ittiche, sono stati ricavati tre interessanti modelli che possono essere verosimilmente applicati per aumentare la produttività di quelle aree:

- modello A – i pesci pelagici, o che popolano gli strati medi della colonna d'acqua, tendono a rimanere negli strati superiori aggregati in banchi;
- modello B – i pesci demersali si aggregano attorno alla struttura, ma non in modo stanziale;
- modello C – i pesci stanziali vivono all'interno degli spazi della struttura.

È probabile che vi sia una combinazione di fattori agenti in maniera sinergica a determinare questa distribuzione di pesci attorno alle piattaforme, ma la vera ragione di un'eventuale aumento della produzione sta nel fatto che le piattaforme creano dei microhabitat per l'aggregazione di forme giovanili, al riparo dalla pressione di predatori. Ciò contribuisce a diminuire notevolmente la mortalità larvale, che è l'anello debole del reclutamento delle specie ittiche. In genere, la creazione di barriere artificiali sommerse comporta impegni finanziari ragguardevoli a seguito degli elevati costi per il reperimento del materiale da utilizzare. Nel caso delle piattaforme dismesse, i costi



sono di gran lunga inferiori. Tuttavia, l'utilizzo delle piattaforme dismesse come *artificial reefs* non deve essere considerato alla stregua di un semplice espediente per disfarsi di una struttura non più utilizzabile, ma come un sistema per convertire validamente tale struttura in un'altra da destinare ad un uso completamente diverso. Il problema principale è quello di stabilire quale materiale possa essere realmente reimpiegato e le necessarie operazioni di bonifica da eseguire per evitare il rilascio di qualsiasi tipo di elementi e/o sostanze inquinanti. In genere, le parti da riutilizzare necessitano di opportune bonifiche per rimuovere totalmente le plastiche, il materiale coibente, le batterie, i pannelli solari e i serbatoi contenenti residui di oli, combustibili e prodotti chimici di qualsiasi tipo. La rimozione delle sostanze tossiche o potenzialmente tali, come metalli pesanti, solventi organici, materiale radioattivo, idrocarburi e cloro-fluorocarburi deve essere completa. È evidente, infatti, l'impatto che il rilascio di sostanze inquinanti avrebbe sulle risorse di pesca, ma fino ad ora in letteratura non esistono dati certi su una maggiore presenza di questi composti nei tessuti delle specie che si aggregano attorno alle piattaforme. Alla luce di quanto descritto finora, è possibile sostenere che la creazione di *artificial reefs* dalle piattaforme dismesse possa avere delle ricadute positive per la gestione delle risorse di pesca. La pesca in un'area ristretta richiede un minor sforzo da parte del pescatore in termini di tempo, fatica e spese generali. Gli stock di pesci presenti all'interno della struttura possono essere monitorati più facilmente rispetto alle zone di mare aperto, per cui è possibile eseguire un più adeguato controllo sullo stato delle risorse e sullo sforzo di pesca nell'area in questione e nelle zone circostanti, ad es. in termini di quantità e taglia del pescato, zone di maggior presenza di specie commerciali ed eventuale stabilità degli stock. Nel caso del Mare Adriatico, esistono limitati dati sugli effetti della pesca sulle piattaforme *off-shore* presenti nell'area, anche se l'esperienza dei pescatori rivela che si hanno rese migliori in prossimità di tali strutture rispetto alle zone circostanti. Tuttavia esiste un caso meritevole di attenzione: un *artificial reef* a Sud-Est del porto di Ravenna a 12 miglia dalla costa, su una batimetria di 25 m, che è gestita dalla Associazione Paguro (senza fini di lucro). In quella zona è ubicato il relitto della piattaforma di perforazione Eni Divisione Agip "Paguro", una piattaforma *self elevating* di 5000 t. Utilizzato per affondarvi sopra altre strutture derivanti dall'attività *off-shore*, il relitto venne presto colonizzato dalla macrofauna bentonica, e ciò lo portò al centro di numerosi interessi sia di tipo turistico che scientifico. Oggi il relitto è in buono stato di conservazione grazie anche all'opera di manutenzione di alcuni subacquei. Sono stati abbattuti i carichi pericolanti più instabili e rimosse le reti che venivano calate periodicamente dai pescatori malgrado i divieti di pesca vigenti. Il relitto del Paguro è riconosciuto quale "Zona di Tutela Biologica" dal 1995 e l'associazione che lo gestisce è autorizzata a guidare delle escursione subacquee sul sito (Fig. 1). Tenuto conto delle caratteristiche biologiche ed ecologiche dell'area, l'associazione Paguro ha realizzato un progetto per l'installazione di nuove strutture da aggiungere a quelle già presenti, in modo da offrire ulteriori zone di rifugio per la fauna marina ed aumentare le dimensioni dell'area. In tal modo si offrono non solo paesaggi inconsueti ai subacquei in visita, ma si viene a creare un laboratorio sul campo per lo studio e la ricerca in mare aperto. Il livello trofico presente nell'area in oggetto, in relazione anche alla particolare influenza dovuta all'apporto del fiume Po e di altri fiumi minori della regione e della libera circolazione delle correnti, garantisce un rifugio per le varie specie ittiche, con elevati tassi di accrescimento e ottimi livelli riproduttivi. Possibili fenomeni anossici restano confinati nello strato più profondo e per brevi periodi, limitando eventuali effetti al solo allontanamento dei pesci. Inoltre, la sistemazione di ulteriori manufatti sul

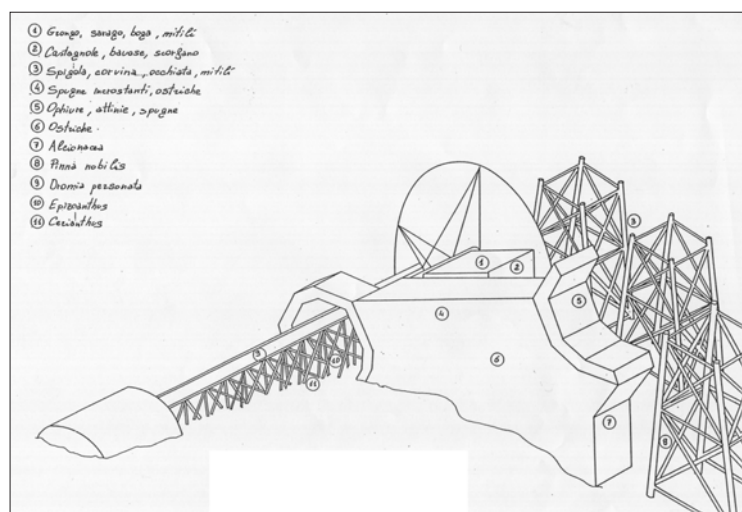


Fig. 1 – Esempio di percorso naturalistico subacqueo.



fondo permette di aumentare l'area in termini di rifugio e ripopolamento. La biomassa fitoplanctonica è più alta nella parte superiore del relitto (da -8 a -14 m dalla superficie), per la presenza di più elevate concentrazioni di nutrienti e maggiore illuminazione. La maggior parte delle alghe appartengono alle Rodofite fotofile (Ceramiacee e Corallinacee), che non vanno oltre i -40 m, anche se non mancano Feofite (*Sphacelaria* sp.) e Clorofite (Caulerpales, fino a -60 m). Ad alte profondità abbiamo le alghe rosse sciafile (Rodymeniacee). Le superfici sono coperte da organismi filtratori. Sono riscontrabili due facies principali: nella zona più superficiale si sviluppa quella a *Mytilus galloprovincialis* (cozza), mentre, con densità variabile e decrescente verso il fondo si sviluppa la facies a *Ostrea edulis* (ostrica piatta). I gruppi faunistici annoverano: *Ciona intestinalis* e *Phallusia mamillata* fra i Tunicati, i generi *Cerianthus*, *Aiptasia* e *Condylactis* tra i Celenterati, nonché specie di Briozoi e Policheti (in particolare Serpulidi). I Poriferi risultano abbondanti nella zona superficiale e intermedia, in particolare *Dysidea* sp. Gli invertebrati mobili sono rappresentati da Policheti ed Echinodermi, soprattutto *Amphiuria chiajei* e *Ophiothrix fragilis*, quest'ultima specie è maggiormente addensata lungo gli spigoli delle strutture e nelle zone maggiormente vivificate dalle correnti. Nello strato intermedio e profondo del relitto la biomassa diminuisce, anche se si hanno relativamente alte concentrazioni di Tunicati e Ofiuridi. Tra i Crostacei va segnalato l'astice (*Homarus gammarus*), la cui presenza è ubiquitaria in tutto il relitto, dato che si tratta di una specie di per se dotata di grande mobilità, che si adatta a vivere su tutti i substrati che offrono riparo. Altre specie di Crostacei sono *Dromia personata*, *Maia verrucosa* e *Maia squinado* (grancevola); di quest'ultima, non è difficile reperire esemplari morti impigliati nelle reti che vengono calate abusivamente sopra il relitto. Nel fondale ci sono alte densità del Bivalve *Pinna pectinata* e Celenterati del genere *Cerianthus*, Echinodermi adattati ai fondali fangosi come *Ophiura texturata* e *Ophiura albida*. Stupisce la presenza di specie tipiche dei fondali molli, ma ciò è dovuto alla presenza di numerosi microhabitat detritici, che si formano negli interstizi fra i bivalvi per accumulo di sedimenti e di pseudofeci prodotte. Questo spiega l'abbondanza di Ofiuroidei. Le specie ittiche stanziali annoverano la presenza di *Serranus scriba* (sciarrano) e *Diplodus sargo* (sarago), e specie tipiche dei fondali rocciosi, quindi difficilmente riscontrabili in altre parti dell'Alto Adriatico per l'assenza di fondali duri. Abbondanti anche Labridi e Blennidi, che costituiscono una grossa attrazione per i sub, data la vivacità dei loro colori. Fra i pesci più legati al substrato, la cui presenza è necessariamente dovuta al relitto, troviamo il grongo (*Conger conger*). Fra i pesci necronici che restano e si rifugiano nei pressi del relitto, si riscontrano: *Dicentrarchus labrax* (branzino) che è sempre presente con congregazioni di un certo rilievo, *Johnius umbra* (corvina) e *Oblada melanura* (occhiata); molte di queste specie sono abituate alla presenza di sub. Sulla base dell'esperienza del Paguro, sarà possibile costruire, negli anni a venire, *artificial reefs* per scopi commerciali, da utilizzare come siti per la maricoltura e/o per la pesca con reti fisse. Come ipotesi di estendibilità dell'esperienza del Paguro si può citare la Fossa di Pomo, una depressione profonda circa 200 m, al largo della costa di Pescara. Si tratta di una vera e propria area *nursery*, dal momento che vi si riproducono i naselli (*Merluccius merluccius*) provenienti dall'alto e medio Adriatico e sono presenti anche cospicue quantità di scampi (*Nephrops norvegicus*). Quest'area potrebbe venire realmente protetta posizionandovi corpi ad effetto deterrente antistrascico, che impediscano quindi l'uso di attrezzi trainati sul fondo. Per quanto riguarda eventuali attività produttive compatibili con la struttura del reef, la nostra attenzione è focalizzata sulla maricoltura. Per quanto riguarda i mitili, la Coop. Nuova Conisub di Ravenna ha accesso alla piattaforma per disincrostarla dai mitili che continuamente vi si attaccano; è facile intuire le ricadute positive sulla produzione, sia in qualità che quantità. Però, se per i mitili la produzione mediante maricoltura è ormai matura e standardizzata (Giovanardi e Prioli, 1995), non altrettanto si può dire per altre specie di bivalvi e per i pesci. A questo proposito, l'ICRAM ha avviato una sperimentazione per la coltivazione della capasanta (*Pecten jacobaeus*), ed è stato osservato che le acque della zona del reef presentano caratteristiche termiche e saline di gran lunga più idonee di quelle della fascia costiera (Maffei et al., 1997).

### Ringraziamenti

Questo lavoro è stato effettuato con il contributo della DG Pesca ed Acquicoltura del Mi.P.A.F. attraverso il programma di ricerca "Utilizzazione di aree esposte e riconversione di piattaforme *offshore* dimesse ai fini dell'incremento della produzione ittica", nell'ambito III Piano Triennale della Pesca.

### Bibliografia

GIOVANARDI E PRIOLI, 1995. Manuale per la molluschicoltura in mare aperto su filari: tecnologie e materiali. Quaderno ICRAM n. 8  
MAFFEI, M., PRIOLI G., PIVA P., GIOVANARDI O., 1997. Prove di allevamento di capasanta (*Pecten jacobaeus*) su strutture off-shore in Adriatico. Rel. Finale ICRAM-Ecomar, 25 pp.





## UTILIZZO DI AREE ESPOSTE E DI PIATTAFORME *OFF-SHORE* DISMESSE AI FINI DELL'INCREMENTO DELLA PRODUZIONE ITTICA

Tratto da: GIOVANARDI O., PRIOLI G., 1998, *Biologia Marina Mediterranea*, 5 (3): 1763-1770.

Inizialmente la maricoltura ha avuto il suo maggior sviluppo in aree costiere caratterizzate dalla presenza di ambienti protetti e riparati da fenomeni meteomarinari che possono causare inconvenienti alle strutture di allevamento ed ai prodotti in esse contenute. Nel corso del tempo si è giunti ad una “saturazione” dei siti disponibili ad opera di iniziative che, raggiungendo lo stadio di massima produttività, possono avere come conseguenza l’insorgere di alterazioni a carico dell’ambiente dovute ad un aumento del carico trofico dell’area ed alla mancanza di un adeguato ricambio idrico, tale da garantire il ripristino delle condizioni iniziali. Questa situazione risulta ancora più vera se rapportata alla realtà italiana, in cui, nonostante i numerosi chilometri di costa, i siti idonei alla maricoltura appaiono in numero limitato e spesso legati a vincoli di carattere ambientale o turistico. Con tali premesse appare evidente che il futuro della maricoltura sarà condizionato dalla ricerca ed occupazione di aree di mare situate al di fuori della fascia più strettamente costiera, e perciò maggiormente esposte. Questo comporta la necessità di adottare tecnologie che consentano da un lato di opporsi ai rischi derivanti dalle avverse condizioni meteo marine, dall’altro di superare in maniera efficiente i limiti imposti da una collocazione delle strutture di allevamento in zone in cui risulta maggiormente difficoltoso condurre la gestione ed il controllo degli impianti stessi. Alla luce di queste considerazioni ci si è mossi alla volta dell’individuazione di soluzioni pratiche che consentano di partire dalla utilizzazione di strutture *off-shore* già esistenti, quali le piattaforme metanifere presenti in Adriatico, che potrebbero costituire, una volta dismesse, un valido supporto logistico per la sistemazione dei materiali di supporto, quali i mangimi, i sistemi di alimentazione e di controllo. Al fine della messa a punto di attrezzature e servizi atti a sviluppare un sistema di controllo e gestione di un impianto pilota per l’allevamento ittico situato in area *off-shore*, si è utilizzata quale piattaforma fissa una struttura presente presso l’impianto di molluschicoltura di proprietà dell’Associazione Produttori Pesca di Cattolica, situata a circa 1,5 miglia dalla costa e posizionata su una batimetrica di circa 11 m (Figura 1). Tale piattaforma (Figura 2) è posta al centro dell’area in concessione, delle dimensioni di 1600x1000 m, in prossimità dei filari per mitilicoltura ed a qualche centinaio di metri da un impianto di “barriere artificiali” presente fin dal 1987. Questa zona si trova in posizione completamente esposta ai venti di Maestrale, Tramontana, Greco,

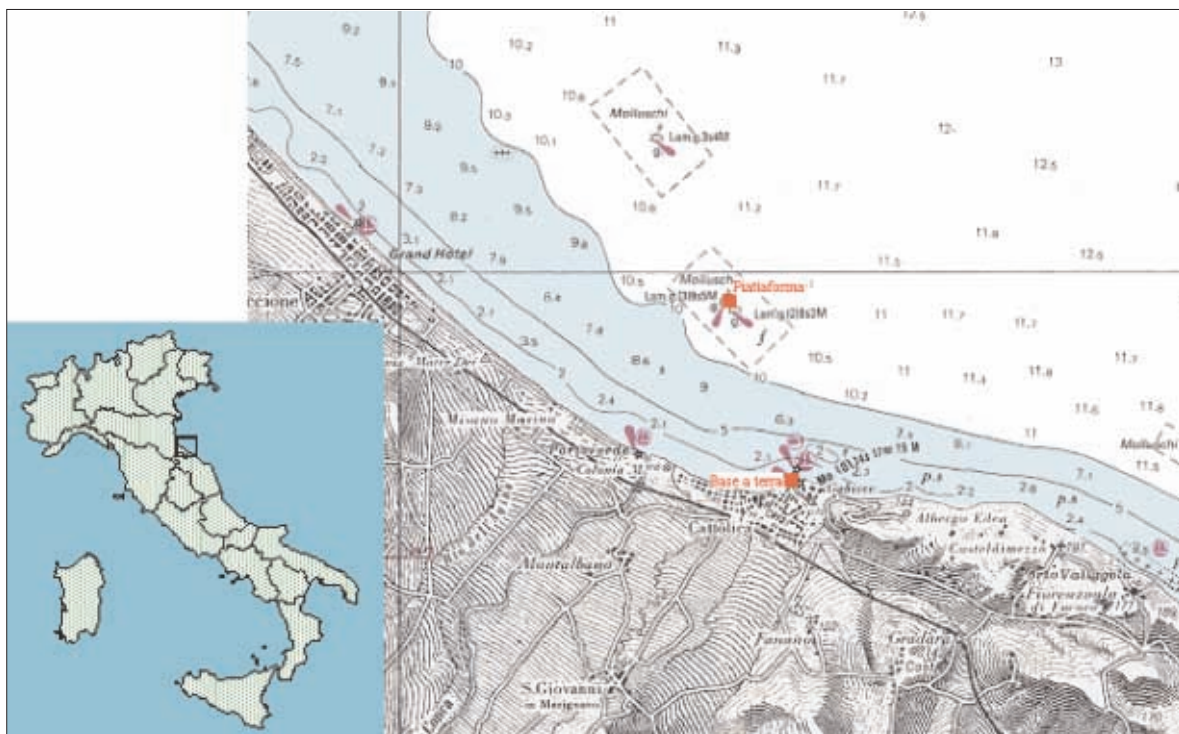


Figura 1 - Area sede della sperimentazione.



Figura 2 - Piattaforma utilizzata per la sperimentazione.

Levante e Scirocco, che soprattutto durante la stagione invernale, generano mareggiate anche di notevole intensità. In sintesi il sistema di controllo dell'impianto è costituito da due unità principali, la prima, situata sulla piattaforma, esplica differenti funzioni tra cui:

- la gestione di moduli relativi alla fornitura del cibo ed al controllo di parametri idrologici;
- la registrazione dei dati locali;
- l'attivazione delle funzioni di controllo e di allarme;
- interfaccia con il sistema di trasmissione da e verso costa.

La seconda unità, situata a terra, consente agli operatori di gestire le differenti funzioni installate sulla piattaforma, e più precisamente permette:

- il controllo remoto del sistema di alimentazione;
- la gestione degli allarmi;
- la gestione delle informazioni registrate per la compilazione di statistiche inerenti il quantitativo di alimento fornito, la temperatura a livello delle gabbie, gli allarmi;
- interfaccia con il sistema di trasmissione da e verso l'impianto.

Il sistema a terra è costituito da un PC munito di un software di monitoraggio e controllo che effettua automaticamente la supervisione dell'impianto; a questo è connesso un trasmettitore radio, banda UHF, che consente il collegamento con l'impianto a mare.

Il sistema a mare è costituito da una unità di controllo e da diversi moduli che esplicano le seguenti funzioni:

- la fornitura automatica dell'alimentazione;
- il controllo della temperatura dell'acqua a livello delle gabbie;
- la fornitura di energia;
- la trasmissione dei dati.

Per verificare il buon funzionamento del sistema implementato il programma prevedeva l'allevamento in due piccole gabbie sommerse, per un periodo di circa 6 mesi, di due lotti di orata mantenuti a differenti densità, ma con le medesime modalità di alimentazione.

Il tipo di gabbia utilizzato è estremamente semplice ed è costituito da un telaio portante formato da tratti di cima in polipropilene collegati tra loro a formare un cubo ai cui vertici interni viene fissata una gabbia in rete, mentre quelli esterni vengono vincolati ai punti di ormeggio, costituiti in questo caso da tubi in acciaio infissi nel terreno ed emergenti in superficie. La struttura viene mantenuta in sospensione a circa 5 m di profondità da comuni galleggianti per mitilicoltura, a loro volta collegati al telaio portante (Figura 3). Si ottiene così un sistema relativamente elastico la cui forma è determinata, nella parte superiore, dalla trazione esercitata sulla struttura portante dagli ormeggi, nella parte inferiore, da 4 pesi di circa 60 Kg ognuno. La gabbia in rete è costituita da due parti principali: l'armatura in corda (Figura 4) e la rete. La prima

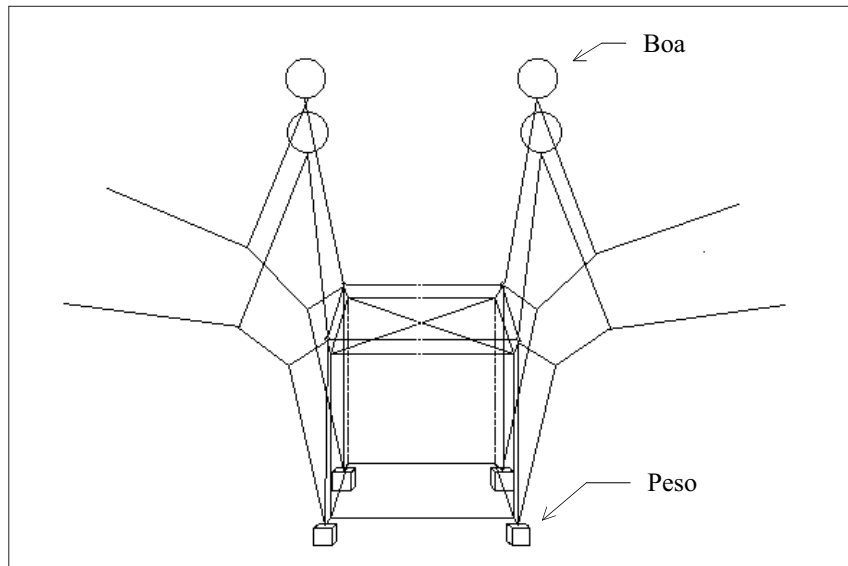


Figura 3 - Schema della gabbia utilizzata.

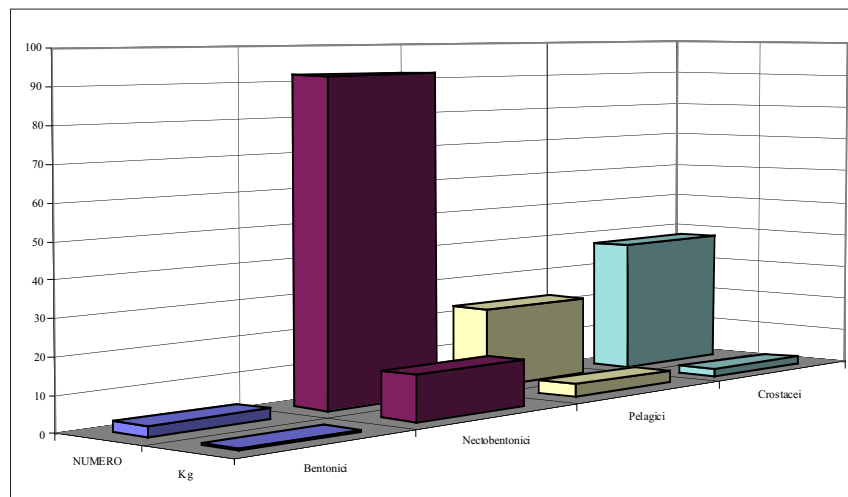


Figura 4 - Rappresentazione delle catture con tramaglio %

è definita dal collegamento di tratti di cima in poliestere ad alta tenacità e, quando è mantenuta in tensione, assume la forma di un cubo, con diagonali presenti sia nella parete superiore che inferiore. L'armatura in corda è una componente molto importante della gabbia in quanto ha la funzione di assorbire le forze scaricate su di essa dalla rete, soprattutto durante intense mareggiate. Sull'armatura viene cucita direttamente la pezza di rete, rispettando determinati criteri di armamento. Le gabbie hanno una forma cubica con lati di 2 m ed un volume di 64 m<sup>3</sup>, mentre la rete è caratterizzata da maglia esagonale di 5 mm di lato. Al centro delle pareti inferiore e superiore della gabbia vi sono due aperture di circa 50 cm di diametro, dalle quali si dipartono due tratti di rete tubolare (cogolli) della lunghezza di circa un metro. Attraverso l'apertura superiore avviene sia l'immissione del pesce che del tubo di alimentazione. L'apertura inferiore è invece utilizzata per estrarre eventuale pesce morto o materiale (*fouling*) staccatosi dalle pareti della gabbia, nonché per la raccolta del prodotto al termine dell'allevamento. Agli spigoli della gabbia in rete abbiamo i punti di attacco alla struttura portante. Questi sono costituiti dalle porzioni terminali delle medesime cime che formano l'armatura, che vengono "bozzate" attorno ad una grossa redancia. La gabbia in rete viene collegata alla struttura portante tramite l'utilizzo di maniglioni in acciaio.

La prova di allevamento fu ipotizzata con lo scopo di verificare il reale funzionamento del sistema adottato, procedendo nel contempo ad una eventuale messa a punto dei differenti componenti. In sede di attuazione si è comunque ritenuto opportuno procedere con l'immissione a due diverse densità di allevamento, così da valutare eventuali differenze di comportamento. Nel mese di giugno



1998 si è quindi provveduto alla immissione delle orate, del peso medio di circa 86 g, in numero di 798 e 519 individui per gabbia, per un densità rispettivamente di 8,6 Kg/m<sup>3</sup> e 5,6 Kg/m<sup>3</sup>. Nel corso dell'intero ciclo di allevamento sono stati impiegati mangimi estrusi e i quantitativi giornalieri sono stati ripartiti in più razioni, come riportato in Tabella 1. Sono stati eseguiti controlli subacquei, a cadenza settimanale, per verificare l'integrità delle strutture componenti, della rete, e la presenza di individui deceduti. Ispezioni più accurate sono state condotte successivamente al passaggio di mareggiate. Il prelievo di campioni per l'acquisizione dei parametri biometrici, quando le condizioni atmosferiche lo hanno reso possibile, sono avvenute con cadenza mensile. I campioni sono stati prelevati direttamente all'interno della gabbia da un subacqueo con l'aiuto di un breve tratto di rete a tramaglio. Una volta catturati i pesci sono stati portati in laboratorio dove ogni singolo individuo è stato misurato e pesato. La necessità di provvedere alla messa a punto del sistema nel corso dell'allevamento, soprattutto nelle prime fasi, ha comportato inevitabili inconvenienti alla corretta erogazione del mangime. Ciò ha fortemente condizionato la prova, soprattutto in merito ad un eventuale confronto tra i risultati delle due diverse gabbie. Del resto l'allevamento aveva quale scopo principale la verifica sperimentale delle funzioni costituenti l'intero sistema.

Le informazioni raccolte sono state comunque utilizzate per la determinazione di alcuni parametri di accrescimento quali la curva lunghezza/peso, il fattore di moltiplicazione del peso (peso medio finale/peso medio iniziale), la crescita assoluta giornaliera  $((P_t - P_{t_0})/\Delta t)$ , la crescita istantanea giornaliera  $((\ln P_t - \ln P_{t_0})/\Delta t)$ , il fattore di condizione  $(K=P/LT^3*100)$ , il fattore di conversione  $FC =$  quantità mangime somministrato/incremento in biomassa.

Composizione %		Quantitativi giornalieri						
Umidità	10,0 %							
Proteine grezze	48,0 %							
Grassi grezzi	20,0 %	Dal	al	I %	II %	III %	IV %	V %
Estratti inazotati	11,3 %	20-06-98	30-07-98	30	20	20	30	
Fibra grezza	1,2 %	31-07-98	26-10-98	20	20	20	20	20
Ceneri	9,5 %	27-10-98	26-11-98	25	25	25	25	

Tabella 1 – Composizione percentuale dei mangimi e ripartizione dei quantitativi giornalieri.

La valutazione dell'effetto F.A.D. (*Fish Aggregating Device*), ossia di richiamo dei pesci verso le attrezzature sommerse, è effettuata tramite l'acquisizione di immagini subacquee reperite sia con telecamera che fotocamera. Inoltre, in considerazione delle frequenti condizioni di scarsa visibilità presente nell'area sede dell'indagine, si è ritenuto opportuno effettuare, in prossimità delle strutture di allevamento, campionamenti periodici tramite tramaglio, i cui tempi di esecuzione sono stati in parte condizionati dall'acquisizione delle relative autorizzazioni da parte della competente Capitaneria di Porto. Complessivamente sono state effettuate 3 cale, in data 31-08-'98, 16-09-'98 e 15-10-'98. Considerate le dimensioni dell'area interessata dalla piattaforma, corrispondenti ad una superficie di circa 20 x 20 m, e la relativa vicinanza con le strutture a barriere artificiali, da un lato, ed i filari per miticoltura, dall'altro, si è ritenuto opportuno utilizzare pezze di tramaglio per una lunghezza complessiva di 100 m. Le pezze di rete presentavano caratteristiche analoghe a quelle già utilizzate nel corso di verifiche sperimentali presso strutture artificiali (Bombace *et al.*, 1998). Ogni pezza presentava un'altezza di 2 metri, pannello interno con maglie di 70 mm di apertura, pannelli esterni con maglie di 340 mm di apertura. Le reti sono state calate a circa 50 m dalla piattaforma, con direzione E-W. Il tempo di permanenza in mare è stato di circa 12-13 ore, in quanto la cala veniva effettuata al tramonto ed il salpamento all'alba del giorno successivo. Le catture venivano classificate per specie e per ogni singolo individuo è stata rilevata la lunghezza totale, per i pesci, o la lunghezza del carapace, per i crostacei, ed il peso fresco, ad esclusione di *Engraulis encrasicolus* e *Squilla mantis*, per i quali si è rilevato unicamente il numero ed il peso complessivo. Osservazioni venivano comunque svolte dagli operatori nel corso delle visite periodiche alle strutture di allevamento.



Nel novembre '98 il perdurare di una intensa mareggiata da ENE ha determinato la morte di tutto il pesce in allevamento, nonostante le strutture fossero poste a circa 4 metri di profondità, in quanto le dimensioni ridotte delle gabbie ed il modesto grado di elasticità degli ormeggi, non hanno consentito al pesce di assecondare in maniera adeguata il movimento circolare conseguente al moto ondoso. Tale effetto risulta particolarmente deleterio nel caso di mareggiate che si protraggono per alcuni giorni. La sperimentazione ha quindi avuto termine nel dicembre '98 quando, a seguito della perdita del pesce allevato, si è provveduto al recupero delle strutture presenti sulla piattaforma. Nel corso della prima fase della sperimentazione si è proceduto alla individuazione ed alla messa a punto sia del sistema di trasmissione dati che di controllo, valutando la compatibilità con le attrezzature già disponibili. Per la trasmissione dati si è optato per un sistema ad onde radio in banda UHF, in quanto altre modalità di tipo digitale - modem cellulare - non consentono un affidabile grado di sicurezza. Per quanto riguarda il sistema di gestione e controllo presente sulla piattaforma la soluzione finale risulta costituita dalle seguenti attrezzature:

- 1 una centralina munita di PLC, programmabile sia tramite un apposito tastierino presente sul frontale, sia tramite trasmissione remota dalla base a terra. Questa centralina esplica la funzione di gestione automatica dell'alimentazione, in maniera indipendente dal PC presente a terra, nonché di controllo sul corretto funzionamento delle principali apparecchiature componenti il sistema;
- 2 due accumulatori elettrici per fornire tensione di corrente a 24 volt alla centralina di controllo;
- 3 un carica batteria collegato ai due accumulatori ed al generatore elettrico;
- 4 un generatore elettrico silenziato della potenza di 4.000 W;
- 5 una centralina oleodinamica funzionante con tensione di corrente a 220 volt, munita di pressostati di controllo per ogni periferica;
- 6 una pompa dell'acqua ad azione oleodinamica;
- 7 un silos in acciaio inox del volume di circa 1 mc, per contenere mangime;
- 8 un agitatore oleodinamico posto all'interno del silos così da omogenizzare la discesa del mangime;
- 9 una coclea di alimentazione, dotata di in potenziometro per la regolazione della velocità di flusso del mangime;
- 10 due valvole a farfalla, una per gabbia, che con la loro movimentazione consentono il passaggio dell'acqua contenete il mangime nelle differenti gabbie;
- 11 tubi di alimentazione per il trasferimento del mangime dalla piattaforma alle gabbie;
- 12 un serbatoio ausiliario per gasolio;
- 13 una sonda per la registrazione della temperatura dell'acqua posta in prossimità della gabbia e collegata direttamente alla centralina;
- 14 sensori per il controllo della corretta apertura delle valvole;
- 15 sensori di minima per il serbatoio di gasolio;
- 16 sensori di controllo sulla tensione degli accumulatori elettrici di servizio;
- 17 allarme moto generatore;
- 18 allarme termico motore elettrico della centralina oleodinamica.

Il PLC presente all'interno della centralina di controllo è caratterizzato da un apposito *software* che consente di governare un serie di variabili funzionali alla gestione dell'alimentazione. I parametri programmabili sono riconducibili a due principali tipologie di dati, i primi sono relativi ad impostazioni inerenti le modalità di funzionamento di alcune attrezzature, i secondi consentono di programmare le fasi di fornitura del mangime. Nel primo caso risulta possibile impostare il tempo di movimento dell'agitatore presente nel silos, il tempo di movimento di apertura delle valvole oltre il quale scatta l'allarme, il tempo di moto del generatore elettrico, il tempo necessario a consentire il passaggio completo del mangime alle gabbie, la possibilità di fare affluire il mangime alle due diverse gabbie in maniera alternata, cioè frazionando ulteriormente il quantitativo fornito per ogni fascia oraria in piccole dosi, somministrate quindi in maniera alternata prima ad una gabbia e poi all'altra, oppure somministrando in una unica soluzione l'intera dose per fascia ad una gabbia e successivamente all'altra. Nel secondo caso è possibile programmare il quantitativo di mangime erogato dalla coclea nell'unità di tempo, la quantità di mangime da fornire nel corso della giornata, le fasce orarie in cui somministrare il mangime, in questo caso abbiamo a disposizione 5 fasce orarie, la percentuale di mangime per ogni fascia oraria, la dose di mangime ad ogni distribuzione, la possibilità di



abilitare o meno il flusso di mangime alle gabbie. Durante le fasi di alimentazione le suddette attrezzature vengono azionate secondo le seguenti modalità: la centralina di controllo ravvisa, tramite un orologio interno, che è giunto il momento di fornire alimento, a questo punto ordina l'accensione del generatore elettrico e successivamente avvia la centralina oleodinamica. In seguito la pompa immette acqua all'interno di un imbuto, posto in corrispondenza della coclea, a cui sono collegate le due valvole a farfalla ed i tubi di trasporto del mangime alle gabbie. Una volta che inizia ad affluire acqua e le valvole si sono posizionate sulla gabbia da alimentare, avviene l'erogazione del mangime da parte della coclea che cadendo nell'imbuto viene trasportato dall'acqua, giungendo nella gabbia.

Per consentire una corretta alimentazione si è ritenuto opportuno posizionare al livello delle gabbie una sonda per il rilevamento in continuo della temperatura. Questa è collegata alla unità di controllo situata sulla piattaforma ed i valori vengono trasmessi in tempo reale alla unità a terra. L'avvio dei differenti componenti il sistema può avvenire in automatico, così come esposto in precedenza, oppure può essere condotto manualmente tramite una serie di interruttori che pilotano le diverse periferiche. Questa seconda modalità consente agli operatori di compiere alcune verifiche sul funzionamento delle singole attrezzature, nonché la messa a punto delle stesse. Il personal computer presente a terra è dotato di un software di gestione che consente la visione e la modifica dei parametri di alimentazione previsti sul PLC e la gestione degli allarmi. Contestualmente al *software* di controllo è stato predisposto un ulteriore applicativo per la gestione dell'allevamento, in cui possono essere registrate tutte le informazioni principali ad esso riferite, quali quantità di mangime fornito, mortalità, operazioni eseguite, eventuali inconvenienti. Quale *output* il programma è in grado di fornire previsioni di accrescimento, quantitativo di mangime fornito, taglie medie del pesce in allevamento, grafici di accrescimento.

L'andamento di crescita delle orate presenti all'interno della gabbia n. 1, ha mostrato un calo vistoso del peso medio nell'ultima misurazione effettuata e ciò risulta ancora più anomalo se riferito all'andamento della gabbia n. 2. Ciò non sembra essere dovuto all'insorgere di problemi tecnici legati al processo di distribuzione del mangime, in quanto per entrambe le gabbie questo appariva regolare, rimane pertanto da ipotizzare che tale dato sia da collegare alla scarsa rappresentatività del numero di individui campionati, così come in parte evidenziato dall'ampiezza dei limiti di confidenza. Purtroppo a causa delle condizioni meteo non è stato possibile verificare questo aspetto con il prelievo tempestivo di un ulteriore campione, e la morte di tutto il pesce presente all'interno delle gabbie, causata da una mareggiata di notevole intensità e durata, non ha consentito di effettuare tale operazione neppure a distanza di tempo. Per chiarezza di esposizione i dati relativi alle due gabbie verranno presentati in maniera distinta.

#### -Gabbia 1

Nel corso dell'allevamento la lunghezza media è passata da 17,53 cm ( $\pm 0,42$ ) a 24,63 cm ( $\pm 0,73$ ), per un incremento complessivo di 7,1 cm. Il peso medio è passato da 86,05 g ( $\pm 7,17$ ) a 241,46 g ( $\pm 21,79$ ), con un incremento complessivo di 155,41 g, pari ad un fattore moltiplicativo di 2,8. Per quanto riguarda il peso, il maggiore incremento si è verificato nel periodo intercorrente tra il 18 luglio ed il 21 agosto, per un valore percentuale di 1,99. Se si esclude il dato relativo all'ultima rilevazione appaiono soddisfacenti sia il fattore di condizione (K), generalmente superiore a 1,7 ed in evoluzione positiva nel corso dell'allevamento, che il fattore di conversione (FC). Il dosaggio medio giornaliero è stato calcolato sulla base del mangime fornito, dei giorni di fornitura e della taglia del pesce in allevamento. I valori ottenuti non si discostano da quelli teoricamente adottati, oscillanti tra 1,5 e 2,0, ad eccezione del dato relativo all'ultima misurazione, ma in questo caso può derivare da una non corretta valutazione della biomassa.

Per quanto riguarda la mortalità naturale si può affermare che su un numero complessivo di 69 individui deceduti, la perdita di ben 67 di questi è dovuta agli effetti di una forte mareggiata avvenuta alla fine di settembre. Dei restanti due, il primo è probabilmente deceduto a seguito delle operazioni di trasferimento dalla gabbia principale alla gabbia 1, mentre del secondo non sono note le cause.

#### -Gabbia 2

La lunghezza media delle orate è passata da 17,53 cm ( $\pm 0,42$ ) a 25,04 cm ( $\pm 1,06$ ), per un incremento complessivo di 7,51 cm. Il peso medio è passato da 86,05 g ( $\pm 7,17$ ) a 298,85 g ( $\pm 35,06$ ), con



un incremento complessivo di 212,8 g, corrispondente ad un fattore moltiplicativo di 3,47. L'incremento in peso giornaliero maggiore corrisponde al periodo intercorrente tra il 19 giugno ed il 18 luglio, per un valore percentuale di 1,60. Il fattore di condizione (K), rappresentate lo stato di salute del pesce, presenta generalmente valori elevati, soprattutto nel corso delle ultime fasi. Anche il fattore di conversione del mangime (FC), presenta valori che fanno ipotizzare un utilizzo efficiente dell'alimento somministrato, con un valore medio che risulta di 1,6. Anche in questo caso, come per la gabbia 1, il dosaggio medio giornaliero è stato calcolato sulla base del mangime fornito, dei giorni di fornitura e della taglia del pesce in allevamento. I valori che ne derivano vanno da un massimo di 1,82, nel periodo giungo-luglio, ad un minimo di 1,32 in agosto-settembre. Tranne il primo periodo, i valori reali risultano inferiori rispetto a quelli teorici adottati nel corso dell'allevamento, oscillanti tra 1,5 e 2,0. In questa gabbia sono morti complessivamente 46 individui, di cui 11 sono stati rinvenuti immediatamente dopo il trasferimento iniziale, mentre 35 sono morti a seguito del passaggio di una intensa mareggiata. Nella gabbia 2 la densità di allevamento è stata mantenuta al disotto dei 20 Kg/mc, con un valore di partenza pari a 5,6 Kg/mc ed un valore finale di 16,2 Kg/mc.

Per quanto concerne la valutazione dell'effetto F.A.D., le informazioni ottenute sono state elaborate secondo uno schema proposto dall'I.R.Pe.M. C.N.R. di Ancona, in cui le specie catturate sono state raggruppate distinguendo in Pesci Pelagici (P), Necto-Bentonici (NB), Bentonici (B), Molluschi (M) e Crostacei (C). Un'ulteriore classificazione è avvenuta sulla base del grado di affinità nei confronti dei substrati duri, ogni specie è stata perciò definita attratta (AT), parzialmente attratta (PA) e non attratta (NA). Dai dati riportati in forma grafica nella figura 4, si evidenzia come le specie necto-bentoniche rappresentino, sia in numero che in peso, la maggioranza delle catture. In Tabella 2 viene invece effettuato un confronto tra le informazioni ottenute a seguito delle cale effettuate nel corso della presente indagine, ed i risultati di una sperimentazione svolta dall'I.R.Pe.M. - C.N.R. (1998), nel periodo agosto 1996 - dicembre 1997, presso le strutture artificiali situate nei pressi della piattaforma. Per ogni specie viene anche indicato il grado di attrazione verso strutture artificiali. Il numero ed il peso vengono presentati in valore percentuale sul totale complessivo delle pescate, corrispondente a 3 per la piattaforma ed a 22 per le barriere artificiali. Per quanto riguarda i campionamenti a barriera sono state elaborate solo quelle informazioni riguardanti il III e IV trimestre, concomitanti con le cale presso la piattaforma, in quanto i risultati delle pescate risultano fortemente influenzati dall'andamento stagionale delle catture. Da tale confronto si evidenzia come sostanzialmente i dati di piattaforma trovino corrispondenza in quelli di barriera, in cui le specie necto-bentoniche risultano preponderanti. Tra queste, soprattutto per quanto riguarda il numero di individui, la specie di più rappresentata è il sarago *Diplodus annularis*. Dalle osservazioni subacquee viene in gran parte confermato quanto emerso dai campionamenti, anche se le specie che maggiormente stazionano nei pressi delle gabbie sono le bobe, *Boops boops*, ed i cefali, che sembrano nutrirsi sia della quota di mangime che viene disperso, sia degli organismi costituenti il fouling che progressivamente si forma sulla rete. *Diplodus annularis* sembra preferire invece i substrati duri costituiti dalle strutture di sostegno della piattaforma.

I risultati raggiunti sono soddisfacenti e confermano la validità del sistema messo a punto, che ha dato prova di affidabilità sia nella parte relativa al controllo ed al trasferimento dei dati, sia nei componenti funzionali alla movimentazione del mangime. Per quanto riguarda il sistema di controllo, in sede di messa a punto, si sono evidenziati inconvenienti legati alla necessità di evitare forti sbalzi di corrente che possono danneggiare i moduli di trasmissione. Nel caso di violenti temporali, come spesso accade nella stagione estiva, si possono verificare infatti disturbi nella trasmissione, fino a determinare il danneggiamento dei trasmettitori. In questi casi il sistema è comunque in grado di funzionare in maniera autonoma ed i parametri impostati non vengono alterati, inoltre l'inconveniente viene segnalato dal PC a terra così da procedere al ripristino delle funzioni. L'avvio regolare del generatore elettrico è condizionato da una costante manutenzione delle parti motore, soprattutto in considerazione dell'ambiente in cui si trova ad operare, carico di umidità ed aerosol salmastro, che agisce sui componenti elettrici. I componenti a movimentazione oleodinamica non hanno determinato alcun tipo di problema ed hanno svolto egregiamente il compito loro affidato. Del resto derivano da applicazioni industriali progettate per operare anche in condizioni estreme. Per un rilevamento corretto della temperatura dell'acqua forse



Famiglia	Specie	Attrazione	Piattaforma		Barriera	
			Numero	Peso	Numero	Peso
Pesci						
Carangidae	<i>Lichia amia</i>	AT			0,11	0,25
Clupeide	<i>Alosa fallax</i>	NA			0,68	0,58
	<i>Sardina pilchardus</i>	NA			5,39	1,10
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	NA	8,97	0,69	16,14	0,73
Merlucidae	<i>Merluccius merluccius</i>	NA			0,05	0,01
Mugilidae	<i>Liza aurata</i>	PA	0,64	0,90	1,23	2,32
	<i>Liza ramata</i>	PA	4,49	16,20	7,83	17,95
	<i>Liza saliens</i>	PA	0,64	1,85		
	<i>Mugil cephalus</i>	PA			0,73	3,29
Mullidae	<i>Mullus barbatus</i>	NA			0,25	0,11
	<i>Mullus surmuletus</i>	AT	0,64	0,11		
Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i>	NA	0,64	1,69	0,12	0,06
Sciaenidae	<i>Sciaena umbra</i>	AT	2,56	4,76	11,80	19,29
	<i>Umbrina cirrosa</i>	AT			11,02	19,11
Scorpaenidae	<i>Scorpaena porcus</i>	AT			0,41	0,34
Serranidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	AT			0,16	0,35
Soleidae	<i>Solea impar</i>	NA			0,34	0,10
	<i>Solea vulgaris</i>	NA	0,64	0,11	0,63	0,25
Sparidae	<i>Boops boops</i>	PA			0,24	0,26
	<i>Diplodus annularis</i>	PA	49,36	48,60	23,91	16,10
	<i>Diplodus vulgaris</i>	PA			0,20	0,08
	<i>Lithognathus mormyrus</i>	PA	7,05	15,25	12,27	15,77
Triglidae	<i>Trigla lucerna</i>	NA			0,12	0,02
Molluschi						
Octopodidae	<i>Eledone cirrosa</i>	PA			0,16	0,43
Crostacei						
Penaeidae	<i>Penaeus keraturus</i>	NA	0,64	0,11		
Squillidae	<i>Squilla mantis</i>	NA	23,72	9,74	6,21	1,50

Tabella 2 - Composizione per specie delle catture, espresse in percentuale sul totale, effettuate nei pressi della piattaforma e delle barriere artificiali nel 1998 (attratta AT, parzialmente attratta PA, non attratta NA).

occorrerebbe adottare due sonde poste una in prossimità della parte superiore della gabbia, ed una in vicinanza di quella inferiore. In quanto, nel caso di variazioni del termoclino appare difficile valutare la temperatura che interessa l'intero volume d'acqua interessato dalla gabbia, condizionando la corretta gestione dell'alimentazione. Il software impiegato sul PLC e sul PC a terra non hanno mai presentato inconvenienti, se non nella gestione di piccoli quantitativi di mangime, quali quelli adottati in sede sperimentale, ma tali inconvenienti sono superati in sede di interventi produttivi. Anche le necessarie operazioni di pulizia e taratura dei programmi sono risultate agevoli ed in gran parte sono state eseguite in collegamento *modem* con la sede della ditta fornitrice. Come evidenziato nella parte





relativa ai risultati, i maggiori problemi sono derivati dalla scelta delle strutture di allevamento, che non hanno risposto pienamente alle attese. Le gabbie utilizzate, pur non avendo mai subito danni a carico della rete o di altri componenti, si sono rivelate troppo rigide sugli ormeggi e, forse, di dimensioni troppo ridotte. Del resto la conformazione della struttura prescelta è stata vincolante in sede di definizione degli ormeggi, ed il conferimento di un grado di elasticità maggiore rischiava di compromettere l'integrità delle reti, che nel loro movimento avrebbero potuto incontrare le palificazioni. La scelta delle dimensioni delle gabbie è conseguente ad alcune scelte quali l'intenzione di effettuare la prova di allevamento adottando densità elevate, anche superiori a quelle normalmente utilizzate, la necessità di evitare l'impatto delle gabbie con i pali, il grado di maneggevolezza nel corso delle manutenzioni. Comunque non bisogna dimenticare che lo scopo della sperimentazione era la realizzazione di un sistema che consentisse la gestione a distanza di un allevamento ittico, e questo scopo è stato pienamente raggiunto. Il progetto presenta comunque le caratteristiche di esperienza pilota e rimane la necessità di verificare la validità delle soluzioni approntate trasferendole ad esperienze di tipo produttivo.

### ***Ringraziamenti***

Questo lavoro è stato effettuato con il contributo della DG Pesca ed Acquicoltura del Mi.P.A.F. attraverso il programma di ricerca "Utilizzazione di aree esposte e riconversione di piattaforme *offshore* dimesse ai fini dell'incremento della produzione ittica", nell'ambito III Piano Triennale della Pesca.



