

POPOLAMENTI EPIBENTONICI DELLE TEGNÙE CHIOGGIA

Massimo Ponti, Francesco Colosio, Michela Tumedei, Marco Abbiati

Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali, Università di Bologna
Via S. Alberto 163, 48100 Ravenna; e.mail: massimo.ponti@unibo.it

Introduzione

Con il nome popolare di “Tegnùe” vengono indicate un gran numero di rocce che affiorano dai sedimenti nord adriatici in una vasta area, compresa tra i 15 e 40 metri di profondità, tra Grado e le foci del fiume Po, le cui caratteristiche furono per la prima volta descritte dall’Abate Giuseppe Olivi nella sua opera “*Zoologia Adriatica*” (Olivi, 1792). Purtroppo fino quasi ai giorni nostri, di questi ambienti, ostili ai pescatori che operano con reti a strascico, nessuno o quasi si è più occupato, tant’è che nemmeno Vatova nel 1949 ne fa menzione nella sua fondamentale opera di descrizione della fauna bentonica dell’Alto e Medio Adriatico. Ritornate agli onori della cronaca e all’attenzione della scienza a partire dalla seconda metà degli anni sessanta grazie agli studi geologici intrapresi da Stefanon e colleghi (Stefanon 1966, 1967, 1970; Braga & Stefanon 1969; Stefanon & Mozzi 1972; Newton & Stefanon 1975) recentemente questi ambienti sono oggetto di indagini da parte di numerosi ricercatori sia nel campo della geologia (Newton & Stefanon, 1982; Gabbianelli *et al.*, 1997; Colantoni & Taviani 1980; Colantoni *et al.*, 1997a, 1997b, 1998) sia in quello della biologia (Mizzan 1992, 1994, 1995; Cesari & Mizzan, 1994; Gabriele *et al.*, 1999). Nonostante questo sono ancora molti gli aspetti da chiarire sia sulla formazione sia sull’evoluzione di queste formazioni rocciose nonché sulla flora e la fauna ad esse intimamente associate.

Gli affioramenti rocciosi più estesi e maggiormente elevati dal fondo sono quelli presenti al largo di Chioggia (figura 1). Per una mappa degli affioramenti principali di Chioggia si rimanda al contributo di Franceschini e Giovanardi in questo volume e alle loro recenti pubblicazioni (Franceschini *et al.*, 2002; Giovanardi *et al.*, 2003). Fin dai primi studi è stato messo in evidenza come gli affioramenti rocciosi nord adriatici siano in realtà molto diversi tra loro presentando morfologie e strutture molto variabili ed estensioni comprese tra pochi e migliaia di metri quadrati. Secondo i vari studi, la loro origine primaria appare complessa e in alcuni casi può essere ricondotta ad un’iniziale cementazione carbonatica di sedimenti sabbiosi misti a gusci di conchiglie ed esoscheletri di echinodermi e crostacei che costituiscono lo strato di base più o meno spesso. Questo tipo di cementazione è simile a quella delle *beachrocks* (rocce di spiaggia dove la cementazione avviene per precipitazioni dei carbonati a seguito dell’evaporazione dell’acqua lungo la battigia) ma può essere anche favorita dall’attraversamento dei sedimenti da gas metano, come ancora oggi si osserva in modo diffuso in vaste aree dell’Adriatico settentrionale (Colantoni *et al.*, 1997a, 1997b, 1998; Gabbianelli *et al.*, 1997). In ogni caso si tratta di formazioni geologicamente molto recenti, non più vecchie di 4-5000 anni, ed in continua evoluzione. Indipendentemente dal substrato duro sottostante, sulla superficie vivono e si accrescono organismi incrostanti che coi loro gusci o scheletri calcarei si accrescono gli uni sugli altri, inglobando altri gusci e sedimento, originando così delle vere e proprie “biostrutture”. I principali organismi costruttori sembrano essere le alghe calcaree (prevalentemente

Corallinales; Bressan e Babbini, 2003), cui affiancano briozoi, molluschi, policheti e madrepora. Per quest'ultime i frequenti resti subfossili e i rari esemplari vivi di *Cladocora caespitosa* sembrano testimoniare un loro contributo più rilevante nei secoli passati.

La componente algale varia comunque da zona a zona ed è principalmente influenzata dalla penetrazione della luce (profondità e torbidità dell'acqua) e dai tassi di sedimentazione cui è sottoposta. Il concrezionamento è fondamentalmente legato a fattori quali la velocità di crescita della specie algale dominante, il tasso di sedimentazione e l'attività disgregante d'organismi perforatori, come i poriferi Clionaidi ed alcune alghe endolitiche. Le velocità di accrescimento per alcune "Tegnùe", desunte sulla base degli spessori raggiunti e delle datazioni eseguite, sono tra 0.25 e 0.75 mm all'anno (Gabbianelli *et al.*, 1997).

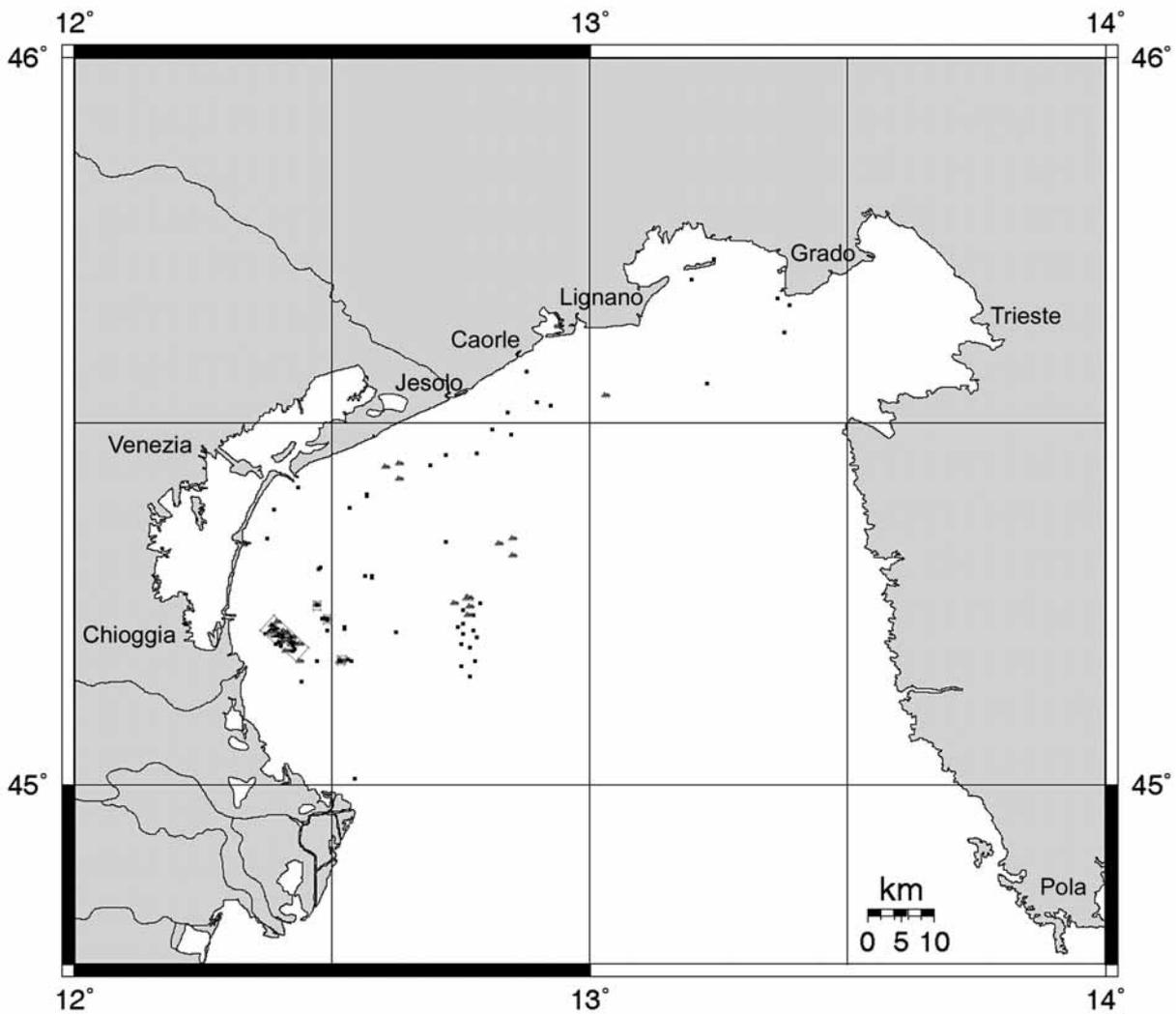


Figura 1. Distribuzione dei principali affioramenti rocciosi in Adriatico settentrionale: gli affioramenti antistanti Chioggia sono unici per estensione, elevazione dal fondo e continuità; affioramenti estesi circondati da rocce sparse si trovano più al largo, verso il centro dell'Adriatico; infine piccoli affioramenti isolati costellano una vasta fascia tra Venezia e Grado con una maggiore densità dalle 7 alle 8 miglia al largo (fonte: archivio di punti raccolti e verificati da Piero Mescalchin).

I popolamenti bentonici di questi affioramenti nord adriatici sono già stati oggetto di alcuni studi di dettaglio (Brunetti, 1994; Gabriele *et al.*, 1999; Mizzan, 2000; Molin

et al., 2003; Soresi et al., 2004) ma la loro distribuzione su vasta scala spaziale non è ancora ben nota. Per questo nell'agosto 2003 è stato avviato uno studio delle specie sessili epibentoniche che prende in considerazione una vasta area, sia all'interno sia all'esterno della Zona di Tutela Biologica di Chioggia e di cui qui sono sintetizzati i risultati fin ora acquisiti.

Materiali e metodi

Per studiare la distribuzione su vasta scala dei popolamenti epibentonici di substrato duro sono stati presi in considerazione 12 siti, distribuiti casualmente in un'area di circa 250 Km² e distanti tra loro più di 500 metri (figura 2). La profondità varia da 19 a 27 metri e la distanza da costa va da 6 a 24 Km. Di questi siti, 8 si trovano all'interno della Zona di Tutela Biologica di Chioggia, ove gli affioramenti rocciosi sono più estesi.

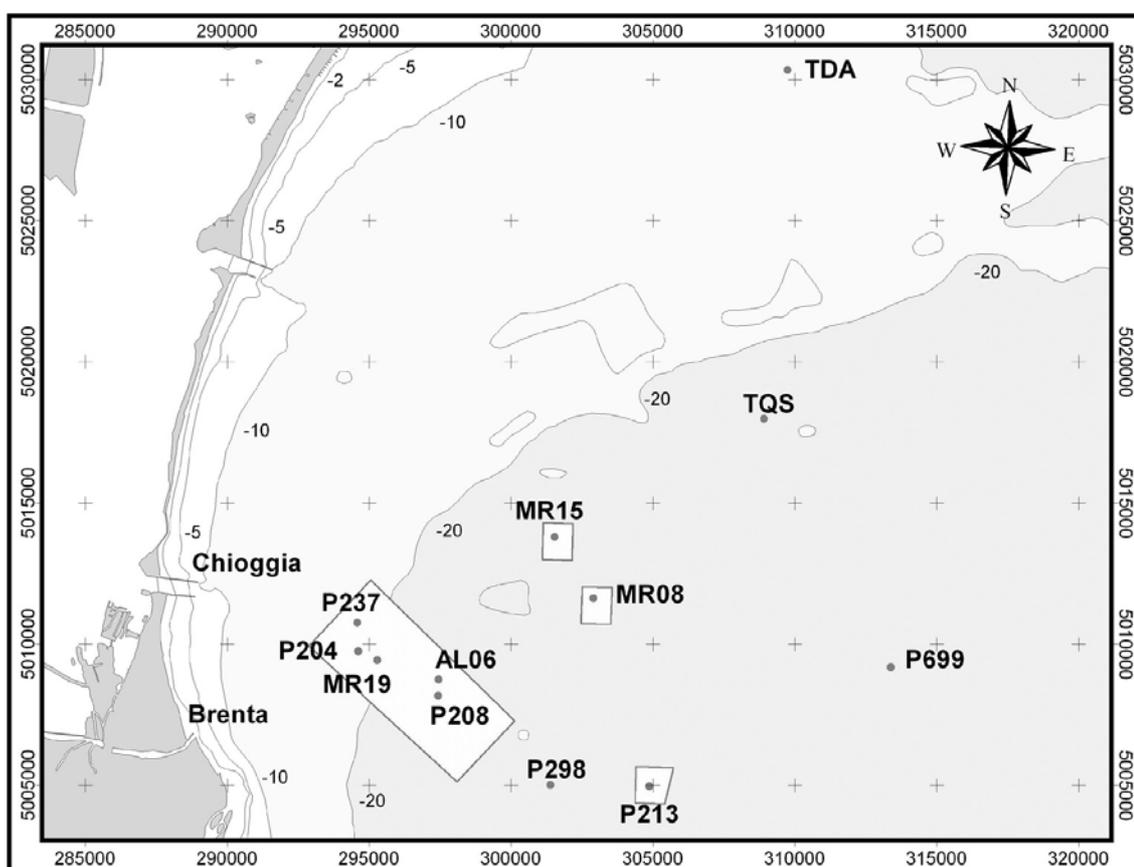


Figura 2. Area di studio con la posizione dei 12 siti di campionamento (Adriatico settentrionale, coordinate UTM33 WGS84). I riquadri indicano le Zone di Tutela Biologica.

È stato valutato il ricoprimento percentuale delle specie sessili mediante campionamento fotografico (0,031 m²/foto, 10 repliche per sito), inoltre sono stati prelevati alcuni campioni di riferimento, eseguite riprese video lungo percorsi di 50 metri di lunghezza e rilievi batimetrici di dettaglio. L'approccio del campionamento fotografico, ormai ampiamente diffuso per lo studio dei popolamenti epibentonici di fondo duro (Bianchi et al., 2004), ha innumerevoli vantaggi tra cui l'ampia replicabilità spaziale e temporale, un impatto sui popolamenti pressoché nullo evitando così

alterazioni, e inoltre rapidità di esecuzione a tutto vantaggio della sicurezza e degli operatori subacquei. Per il campionamento fotografico quantitativo sono state utilizzate fotocamere Nikonos V equipaggiate con obiettivo 28 mm, complesso macro close-up e flash TTL. Per la realizzazione del catalogo fotografico, abbinato alla collezione di campioni, sono state utilizzate sia fotocamere a pellicola (Nikon F90, Nikonos V e III) sia, ultimamente, macchine fotografiche digitali (Fujifilm FinePix S2 Pro, Nikon Coolpix 5400, 5700 e Olympus C-7070 Wide Zoom) equipaggiate con apposite custodie, ottiche e sistemi d'illuminazione.

Per le analisi statistiche, i dati di ricoprimento percentuale, trasformati con radice quadrata, sono stati sottoposti ad ordinamento PCO (MDS metrico), analisi dei *cluster* e test permutazionale (PERMANOVA; Anderson, 2001) utilizzando l'indice di similarità di Bray-Curtis. L'ordinamento PCO permette di rappresentare graficamente su un piano quanto i popolamenti osservati siano simili (vicini) o differenti (lontani) tra loro, mentre l'analisi dei *cluster* tende ad individuare i possibili raggruppamenti tra popolamenti simili. La correlazione tra l'ordinamento dei popolamenti e le variabili geografiche e morfologiche degli affioramenti è stata analizzata con la regressione multivariata multipla (DISTLM *forward*; McArdle e Anderson, 2001) e rappresentata con dei vettori sul grafico PCO. La distribuzione spaziale dei singoli taxa è stata valutata mediante analisi della varianza (ANOVA, Underwood, 1997).

Risultati

Nei campioni fotografici sono state identificate 45 unità tassonomiche che includono alghe corallinacee incrostanti, poriferi, cnidari, briozoi e ascidie. I popolamenti mostrano un'elevata eterogeneità spaziale, con differenze significative tra i siti ($P < 0,001$). L'ordinamento PCO (figura 3) e l'analisi dei *cluster* permette di individuare quattro raggruppamenti di Tegnùe. I pattern di similarità evidenziati si correlano con la posizione geografica dei siti (Est: $P < 0,01$; Nord: $P < 0,01$), la distanza da costa ($P < 0,05$), la profondità ($P < 0,05$) e l'estensione degli affioramenti ($P < 0,05$), ma non con l'elevazione dal fondale.

La maggior parte dei taxa analizzati mostra differenze di ricoprimento significative tra i siti. Il feltro algale, per lo più costituito da alghe rosse e presente in tutti i siti, ha valori di ricoprimento maggiori in quelli occidentali (antistanti Chioggia) e in quelli più meridionali (figura 4a). Le alghe corallinacee, principali biocostruttori, sono più abbondanti nelle stazioni orientali più al largo e con maggiore profondità (figura 4b). Le spugne della famiglia dei clionaidi, principali bioerosori, sono risultate particolarmente abbondanti nella stazione TDA, ma sono ben rappresentate anche nelle stazioni orientali (figura 4c). La spugna incrostante *Dictyonella incisa* invece risulta più abbondante sulle Tegnùe più prossime a Chioggia (figura 4 d).

Per quanto riguarda le ascidie, le specie più abbondanti sono *Polycitor adriaticus* (Drasche, 1883), *Aplidium conicum* (Olivi, 1792), *Aplidium tabarquensis* Ramos-Espla, 1991, *Aplidium densum* (Giard, 1872) e *Cystodytes dellechiaiei* (Della Valle, 1877). È stata inoltre registrata la presenza di *Phallusia mammillata* (Cuvier, 1815), *Phallusia fumigata* (Grube, 1864), Pyuridae n.i. e, limitatamente al 2003 e al 2005, *Clavelina sabbadini* Brunetti, 1987. *P. adriaticus* è presente in tutti i siti con valori di ricoprimento variabili da $0,20 \pm 0,14\%$ a $6,45 \pm 1,48\%$ (\pm es; figura 5) e con una densità massima di 124 ± 31 colonie m^{-2} . L'analisi della varianza indica differenze di ricoprimento ed abbondanza significative tra i siti ($P < 0,001$). Sebbene non vi sia una relazione significativa tra profondità ed abbondanza di *P. adriaticus*, i siti sembrano

dividersi in due gruppi principali (figura 6). Nei confronti della distanza da costa si evidenzia invece una relazione significativa ($P < 0,05$; $R = 0,617$; Figura 6). *A. conicum* è risultato presente in 4 siti, raggiungendo il ricoprimento di $4,3 \pm 2,36\%$ (\pm es; figura 5) nel sito MR15 ($8,0 \pm 4,0$ colonie m^{-2}). *A. tabarquensis*, segnalato per la prima volta in quest'area, raggiunge la densità media di $33,9 \pm 7,9$ colonie m^{-2} (sito MR08; figura 7). *Aplidium densum* è risultato presente solo nei siti AL06 e P208 (max $27,4 \pm 13,7$ colonie m^{-2}), mentre *Cystodytes dellechiaiei* è stato rinvenuto in MR15 e TQS (max $17,7 \pm 7,2$ colonie m^{-2} ; figura 7).

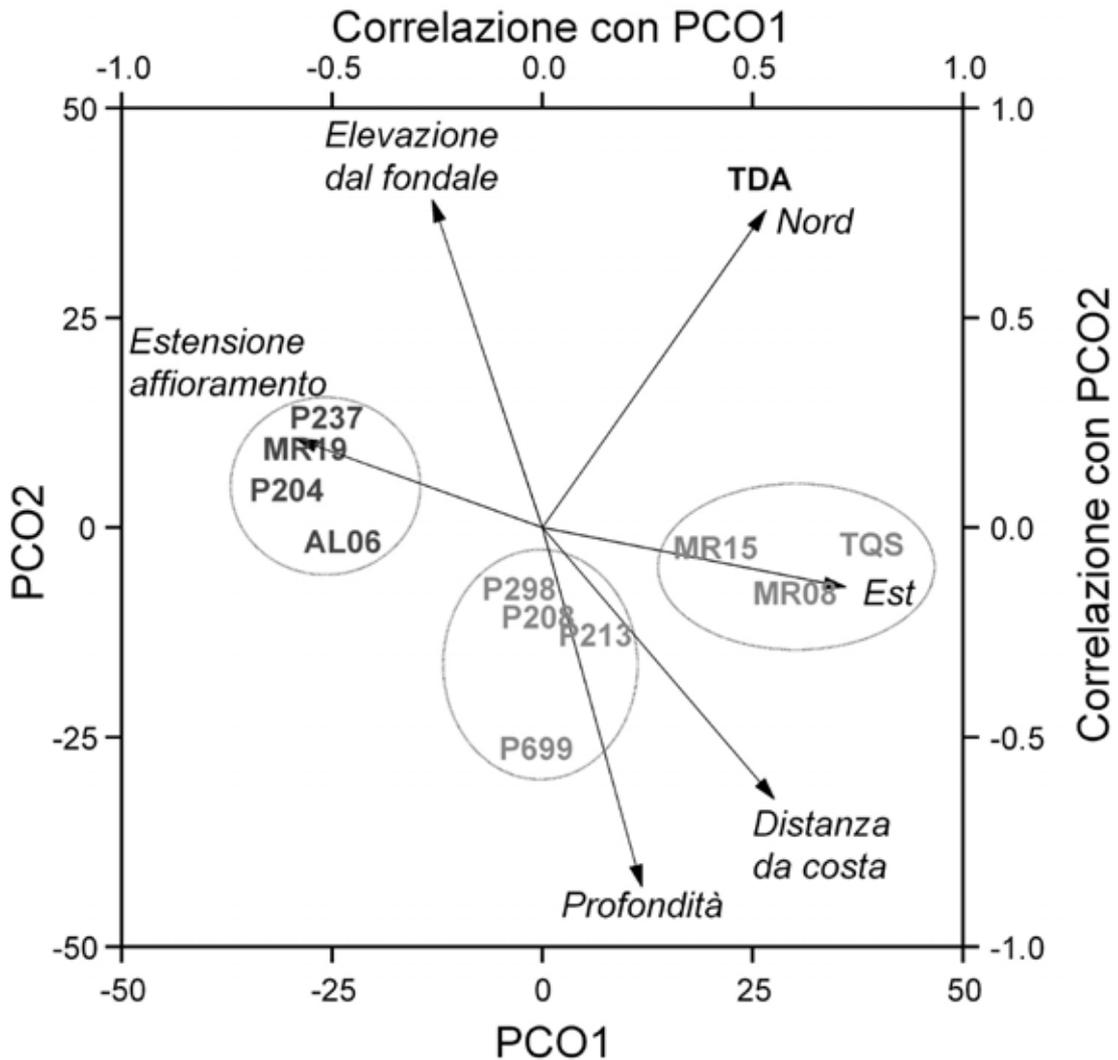


Figura 3. Ordinamento PCO basato sui dati di ricoprimento percentuale in cui sono evidenziati i gruppi di siti ottenuti dall'analisi dei cluster (similarità 55%) e le correlazioni con le variabili geografiche e morfologiche degli affioramenti.

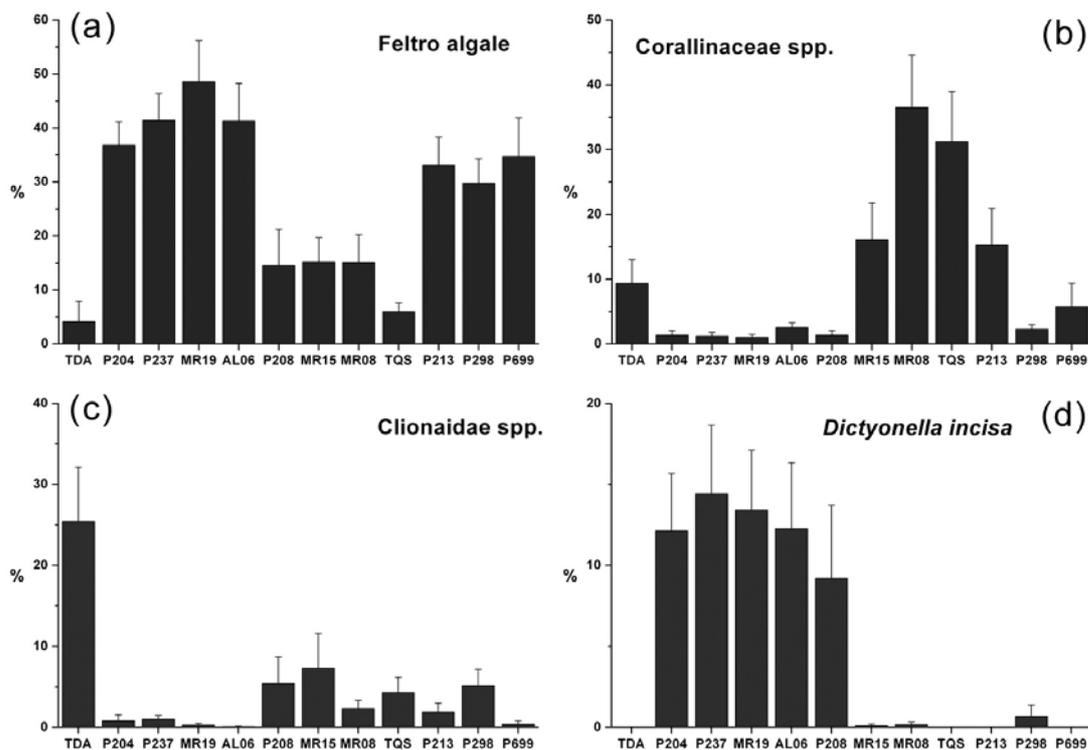


Figura 4. Ricoprimento percentuale di feltro algale, Corallinaceae spp., Clionidae spp. e *Dictyonella incisa* (+es, n=10).

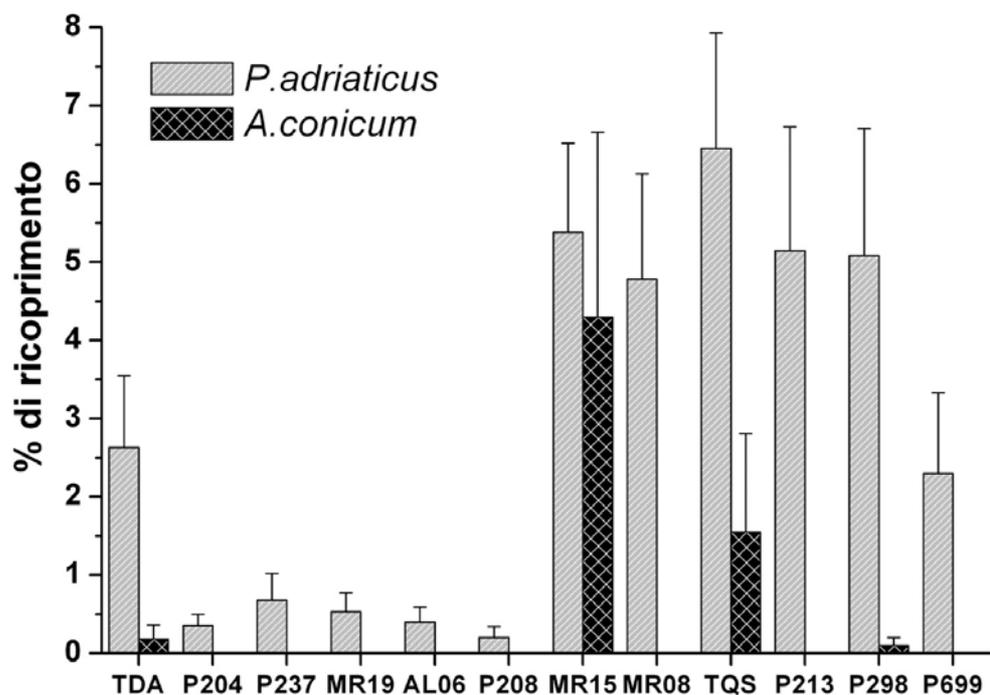


Figura 5. Ricoprimento percentuale di *Polycitor adriaticus* ed *Aplidium conicum* (+es, n=20).

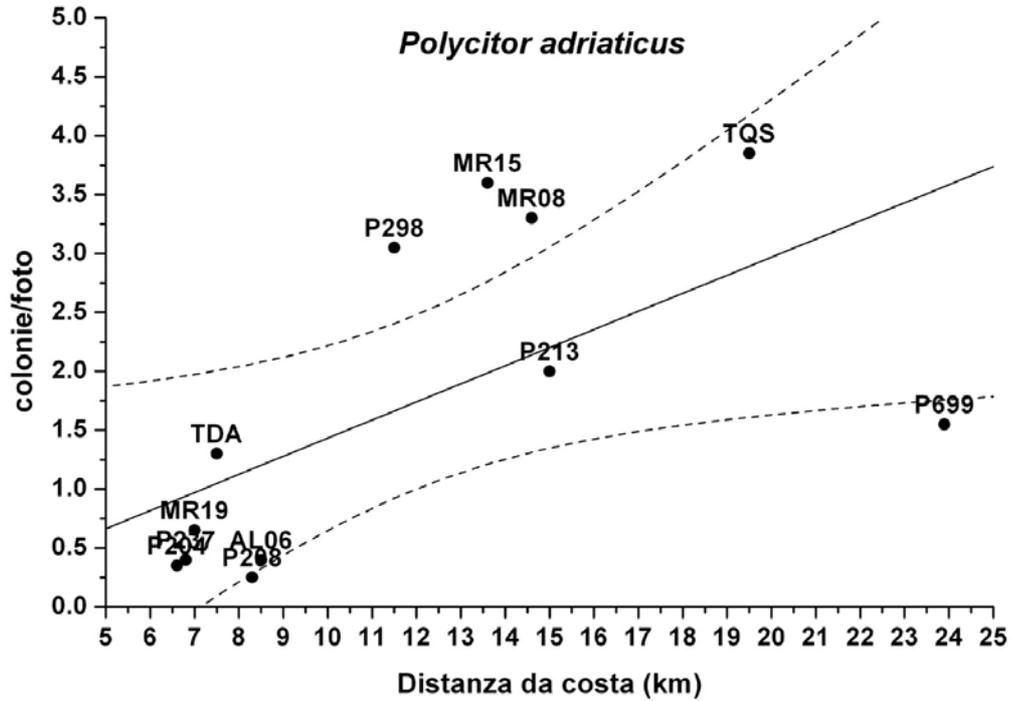


Figura 6. Abbondanza di *Polycitor adriaticus* in relazione alla distanza da costa (retta di regressione e intervallo di confidenza al 95%).

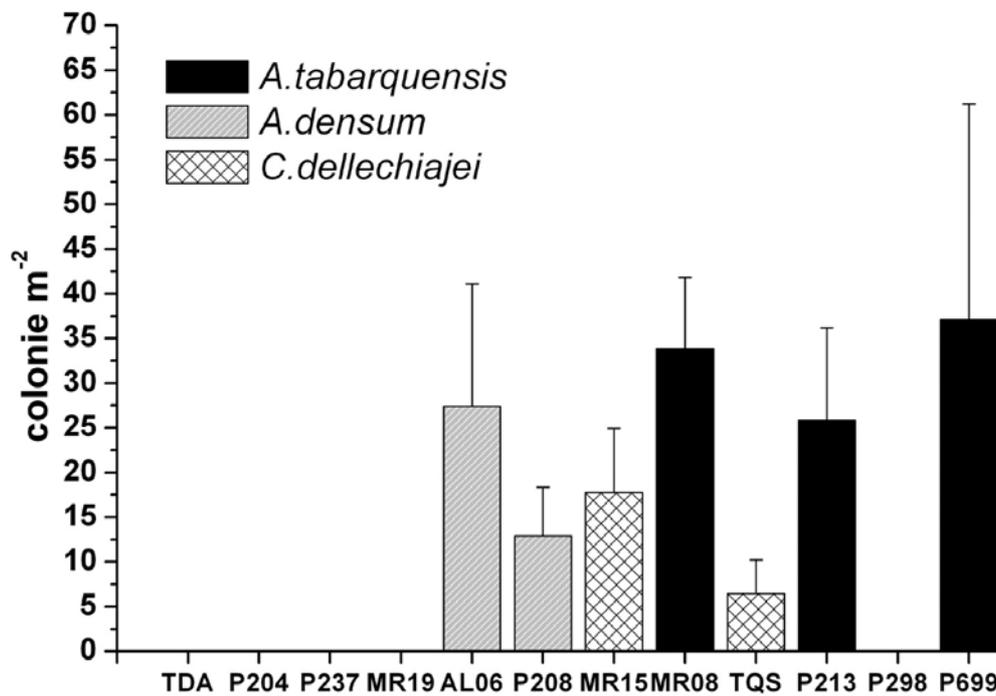


Figura 7. Abbondanza di *Aplidium tabarquensis*, *A. densum* e *Cystodytes. dellechiajei* (+es, n=20).

Discussione

La componente vegetale dei popolamenti epibentonici degli affioramenti rocciosi indagati tra Chioggia e Venezia è rappresentata principalmente da feltri algali, alghe incrostanti corallinacee e peissoneliacee. I poriferi presentano numerose forme incrostanti (ad esempio *Dictyonella incisa* e *Crambe crambe*), erette e massive (ad esempio *Geodia cydonium*, *Ircinia variabilis*, *Dysidea* sp., *Chondrosia reniformis*, *Tedania anhelans*, *Ulosa digitata*, *Axinella damicornis*, *A. verrucosa*, *Aplysina* sp.) nonché perforanti (*Cliona* spp.). I cnidari sono rappresentati prevalentemente da *Cereus pedunculatus*, *Cerianthus membranaceus*, *Cornularia cornucopiae*, *Epizoanthus arenaceus*, *Parazoanthus axinellae*. In uno solo dei siti, per altro non incluso tra quelli analizzati nel presente studio, sono state rinvenute abbondanti colonie di *Maasella edwardsi*. Tra le numerose specie d'ascidie, le specie più abbondanti e caratterizzanti in diversi siti sono *Polycitor adriaticus* e *Aplidium conicum*.

Su larga scala i popolamenti mostrano netti *pattern* di distribuzione spaziale, nonostante la loro elevata eterogeneità. Tali andamenti sembrano in relazione alla disposizione geografica dei siti e all'estensione degli affioramenti. Questi risultati suggeriscono la necessità di studi sperimentali volti ad individuare i fattori biotici ed ambientali che possono influenzare la distribuzione dei popolamenti bentonici dei substrati duri naturali dell'Adriatico settentrionale. Le informazioni acquisite, inoltre, costituiscono la base conoscitiva per valutare le variazioni temporali ed i possibili effetti delle azioni di gestione e tutela, derivanti dall'istituzione della Zona di Tutela Biologica, e quelli dovuti alla crescente frequentazione turistica subacquea.

Ringraziamenti

Il supporto logistico è stato fornito dall'Associazione Tegnùe di Chioggia grazie al finanziamento erogato dalla Regione Veneto. Si ringrazia per l'ospitalità la Stazione Idrobiologica di Chioggia dell'Università di Padova. Hanno collaborato ai rilievi in mare Raffaele Andreotti, Piero e Andrea Mescalchin, Marco Costantini, Alfredo Guerra, Gianni Neto e Gianluca Franceschini. Si ringraziano Barbara Calcinai, Carlo Cerrano e Maurizio Pansini per l'analisi dei campioni di Poriferi, Guido Bressan per quelli di alghe calcaree e Francesco Mastrototaro per quelli d'Ascidie.

Bibliografia

- Anderson M.J. (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- Bianchi C.N., Pronzato R., Cattaneo-Vietti R., Benedetti-Cecchi L., Morri C., Pansini M., Chemello R., Milazzo M., Frascchetti S., Terlizzi A., Peirano A., Salvati E., Benzoni F., Calcinai B., Cerrano C. and Bavestrello G. (2004) Hard bottoms. In: Gambi M.C., Dappiano M. Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. Società Italiana di Biologia Marina, Genova: 185-216.
- Braga G., Stefanon A. (1969) Beachrock ed Alto Adriatico: aspetti paleogeografici, climatici, morfologici ed ecologici del problema. *Atti Ist. Veneto Sc. Lettere ed Arti* 127: 351-366.
- Bressan G., Babbini L. (2003) Corallinales del Mar Mediterraneo: guida alla determinazione. *Biologia Marina Mediterranea* 10 (Suppl. 2): 1-237.
- Brunetti R. (1994) - Ascidiaceans of the northern Adriatic Sea. *Aplousobranchia* 1. *Italian Journal of Zoology* 61 (1): 89-96.
- Cesari P., Mizzan L. (1994) Dati sulla malacofauna marina costiera del veneziano. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*.
- Colantoni P., Gabbianelli G., Ceffa L. (1997a) Methane venting and authigenic carbonate formation in the Adriatic Sea. *Proceeding of Int. Field Workshop "Cold-e-vent: hydrocarbon seepage and chemosynthesis"*, Bologna: 56.

- Colantoni P., Gabbianelli G., Ceffa L., Ceccolini C., Ricchiuto T. (1998) Bottom features and gas seepages in the Adriatic Sea. Proceeding of V International conference on gas in marine sediments, Bologna: 28-31.
- Colantoni P., Gabbianelli G., Ricchiuto T., Ceffa L. (1997b) Methane-derived cementation of recent sediments from the Adriatic continental shelf. Proceeding of 18th IAS Regional European Meeting of Sedimentology GAEA, Heidelberg: 56.
- Colantoni P., Taviani M. (1980) Esplorazione diretta dei fondali dell'Alto Adriatico tra la foce del fiume Reno e la laguna Veneta. C.N.R. Prog. Finalizz. Oceanogr. e fondi marini, vol. 2.
- Franceschini G., Raicevich S., Giovanardi O. and Pranovi F. (2002) The use of Side Scan Sonar as a tool in Coastal Zone Management. 11-14. In: Littoral 2002, The Changing Coast. Porto, Portugal, 22-26 September 2002.
- Gabbianelli G., Colantoni P., Degetto S., Dinelli E., Lucchini F. (1997) Contributi sedimentologici, geochimici ed isotopici per una caratterizzazione ambientale dell'Adriatico settentrionale. Atti 1° Forum Italiano delle Scienze della Terra, Bellaria: 242-243.
- Gabriele M., Bellot A., Gallotti D., Brunetti R. (1999) - Sublittoral hard substrate communities of the northern Adriatic Sea. *Cahiers de Biologie Marine* 40: 65-76.
- Giovanardi O., Cristofalo G., Manzueto L., Franceschini G. (2003) - New data on biogenic reefs (Tegnue of Chioggia) in Adriatic. 103-116. In: Özhan E. Proceedings of the Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 03. Ravenna, Italy. 2374 pp.
- McArdle B.H. and Anderson M.J. (2001) Fitting multivariate models to community data: A comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology* 82 (1): 290-297.
- Mizzan L. (1992) Malacocenosi e faune associate in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia* 41: 7-54.
- Mizzan L. (1994) Malacocenosi in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi (2): analisi comparativa tra popolamenti di substrati naturali ed artificiali. *Lavori Soc. Ven. Scien. Nat.* 18: 83-88.
- Mizzan L. (1995) Le "tegnùe". Substrati solidi naturali del litorale veneziano: potenzialità e prospettive. ASAP Azienda Sviluppo Acquacoltura Pesca, Venezia. 46 pp.
- Mizzan L. (2000) - Localizzazione e caratterizzazione di affioramenti rocciosi delle coste veneziane: primi risultati di un progetto di indagine. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia* 50: 195-212.
- Molin E., Gabriele M., Brunetti R. (2003) - Further news on hard substrates communities of the northern adriatic sea with data on growth and reproduction in *Polycitor adriaticus* (Von Drasche, 1883). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia* 54: 19-28.
- Newton R.S., Stefanon A. (1975) - The "Tegnue de Ciosa" area: patch reefs in the northern Adriatic Sea. *Marine Geology* 8: 27-33.
- Newton R.S., Stefanon A. (1982) Side-scan sonar and subbottom profiling in the northern Adriatic Sea. *Maine Geology* 46: 279-306.
- Olivi G. (1792) *Zoologia Adriatica*. Reale Accademia Sc. Lettere Arti, Bassano. 334 pp.
- Soresi S., Cristofoli A., Masiero L., Casellato S. (2004) - Benthic communities of rocky outcrops in the northern Adriatic Sea: a quantitative survey. 331. In: Rapport du 37e Congrès de la CIESM.
- Stefanon A. (1966) - First notes on the discovery of outcrops of beach rock in the Gulf of Venice (Italy). 648-649. In: Rapport du 20 Congrès de la CIESM.
- Stefanon A. (1966) First notes on the discovery of outcrops of beach rock in the Gulf of Venice (Italy). XX Congrès - Assemblée Plénière de la C.I.E.S.M.M. in Rapp. Comm. int. Mer. Médit.: 648-649.
- Stefanon A. (1967) Formazioni rocciose del bacino dell'Alto Adriatico. *Atti Ist. Veneto Sc. Lettere ed Arti* 125: 79-89.
- Stefanon A. (1970) The role of beachrock in the study of the evolution of the North Adriatic Sea. *Mem. Biogeogr. Adriatic.* 8: 79-99.
- Stefanon A., Mozzi C. (1972) Esistenza di rocce organogene nell'Alto Adriatico al largo di Chioggia. *Atti Ist. Veneto Sc. Lettere ed Arti* 130: 495-499.
- Underwood A.J. (1997) *Experiments in ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 504 pp.
- Vatova A. (1949) La fauna bentonica dell'Alto e Medio Adriatico. *Nuova Thalassia* 1: 1-110.