

Comunità fitobentoniche di substrato solido

Daniele Curiel, Emiliano Molin

Introduzione

Nella letteratura scientifica degli affioramenti rocciosi del nord Adriatico sono disponibili, soprattutto dall'ultimo decennio, numerosi lavori per la componente zoobentonica mentre, per quanto riguarda la componente fitobentonica, costituita dalle fanerogame marine e dalle macroalghe, pochi sono i lavori e sommarie risultano le informazioni riportate.

Per le fanerogame marine, che sono rizofite adattate alla vita acquatica, le informazioni sono limitate, anche per la loro ridotta presenza nelle acque della costa friulana-giuliana e veneta del nord Adriatico. A partire dal secolo scorso le caratteristiche chimico-fisiche e trofiche delle acque della fascia costiera sono progressivamente peggiorate e attualmente, almeno per quanto riguarda il litorale veneto, non sussistono quasi più le condizioni idonee per un loro insediamento a mare, soprattutto per quelle degli affioramenti rocciosi.

La presenza nel nord Adriatico di queste piante acquatiche nei precedenti decenni era segnalata lungo la fascia costiera in più punti, tra la foce del Po e il Golfo di Trieste, con praterie di *Zostera marina* L., *Nanozostera noltii* (Hornemann) Tomlinson et Posluzny e *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson. Della presenza, se pur rara, di *Posidonia oceanica* L. in Alto Adriatico tra gli affioramenti rocciosi, si hanno notizie dai ritrovamenti a profondità di 8-15 m di BENACCHIO (1938), SIMONETTI (1968) e di GIACCONE & PIGNATTI (1967), quest'ultimi proprio nei pressi di una trezza (*tegnù*) antistante Lignano. Negli anni successivi la presenza di questa specie nel nord Adriatico è dovuta quasi esclusivamente al rinvenimento di radici morte "mattes subfossili", spesso in zone limitrofe agli affioramenti rocciosi (NEWTON & STEFANON, 1976; CARESSA *et al.*, 1995; MIZZAN, 2000). Attualmente l'ultimo relitto di prateria di *Posidonia oceanica* presente sulle coste italiane del Nord Adriatico è presente nella fascia costiera antistante l'abitato di Grado, a profondità di 4-5 m, in substrati duri risalenti ad una antica strada romana (CARESSA *et al.*, 1995).

Se per le fanerogame marine l'assenza di lavori che le segnalano tra gli affioramenti rocciosi è giustificata dalla loro scarsa o nulla attuale diffusione, per le macroalghe le informazioni sono scarse e poco dettagliate, soprattutto per la mancanza di indagini specifiche atte ad approfondire le conoscenze scientifiche su questa componente biologica. La loro segnalazione è quasi sempre riportata in lavori di carattere zoobentonico che si limitano a riportare solamente le più evidenti Rhodophyta appartenenti alle Corallinaceae (*Hydrolithon*, *Ja-*

nia, *Mesophyllum* e *Lithophyllum*) e alle Peyssonneliaceae (*Peyssonnelia* spp.) trascurando del tutto quelle a tallo non calcareo di aspetto foglioso o filamentoso o di taglia più minuta che, per l'individuazione, richiedono specifiche osservazioni al microscopio (MIZZAN, 1992; GABRIELE *et al.*, 1999; MOLIN *et al.*, 2003; CASELLATO *et al.*, 2005, 2007; PONTI *et al.*, 2005).

Poche sono quindi le segnalazioni relative alla struttura e composizione delle comunità macroalgali di questi affioramenti rocciosi sommersi, soprattutto per il litorale veneto.

Il solo lavoro di algologia che fa supporre la presenza di numerose specie algali sugli affioramenti rocciosi è relativo ai fondali marini antistanti la fascia costiera di Grado e Marano (CURIEL *et al.*, 2001) nel quale si riporta il rinvenimento di 83 specie in sei trezze, termine con il quale vengono identificati gli affioramenti rocciosi dai pescatori di questo tratto di costa adriatica.

La scarsa disponibilità di riscontri oggettivi della biodiversità macroalgale degli affioramenti delle acque antistanti le coste venete, ha reso opportuno il loro inserimento in questo progetto, che tra gli obiettivi che si è posto, ha anche quello di caratterizzare le comunità biologiche nelle componenti sia fito che zoo bentoniche.

Peraltro, la componente macroalgale che si pone alla base della catena trofica di molti biotopi, oltre a svolgere un importante ruolo per la biodiversità e strutturazione delle comunità bentoniche (HICKS, 1980; CHEMELLO & MILAZZO, 2002), con le alghe coralline concorre alla formazione del Coralligeno del Mediterraneo e, assieme ad altri organismi, si suppone anche alla formazione delle rocce organogene delle *tegnùe* (STEFANON & MOZZI, 1972; MIZZAN, 1992).

Nell'ambiente marino gli organismi vegetali presenti sono le fanerogame marine (Spermatophyta) e le macroalghe che vengono comunemente identificati con il termine fitobenthos. Le macroalghe, per la loro varietà di forme e complessità morfologica sono tassonomicamente ripartite in 5 divisioni: le Cyanophyta più note come Cianoficee o alghe azzurre, le Rhodophyta (alghe rosse), le Chrysophyta, le Ochrophyta (più comunemente note come Phaeophyta - alghe brune) e le Chlorophyta (alghe verdi). Nello studio in oggetto sono state identificate sui substrati duri macroalghe appartenenti alle Rhodophyta, alle Ochrophyta e alle Chlorophyta. Non sono state pertanto rilevate le Cyanophyta, che sicuramente sono presenti con specie criptiche che richiedono specifiche modalità di campionamento e conservazione per la loro osservazione e le fanerogame marine (Spermatophyta). Nelle fasi di campionamento e analisi di laboratorio si è

quindi tenuto conto delle macroalghe che, per la determinazione e valutazione delle abbondanze, richiedono un procedimento diverso rispetto a quello della componente zoobentonica. È opportuno infatti ricordare che per la stima delle abbondanze delle specie algali, non è possibile come per lo zoobenthos determinare il numero di individui (detti talli). Per la stima dell'abbondanza delle macroalghe la metodologia maggiormente adottata e quella proposta da BOUDOURESQUE (1971) che ha introdotto il concetto di ricoprimento specifico (Ri) equivalente allo spazio occupato in proiezione dai talli sul substrato. Questo indicatore, al pari del numero di individui dello zoobenthos, è utilizzato anche nell'applicazione dei principali indici ecologici (Shannon-Wiener, Pielou, Simpson, ecc.), e nelle differenti analisi statistiche (Cluster Analysis, Multi Dimensional Scaling - MDS).

Materiali e metodi

Il piano di lavoro del progetto, come già detto in precedenza, ha previsto la selezione di 7 affioramenti rocciosi dopo una fase preliminare di indagine che ha preso in esame diversi affioramenti presenti al largo della costa veneta.

Nei 7 affioramenti rocciosi selezionati, il monitoraggio ha previsto individuazione di 12 transetti della lunghezza di 12 o 24 m in relazione alla morfologia dell'affioramento roccioso. Agli affioramenti più grandi sono stati assegnati un maggior numero di transetti su cui individuare i punti di campionamento mentre, in quelli di minore dimensione o compattezza, sono stati assegnati 1 o due transetti. I transetti lungo i quali eseguire i campionamenti sono stati così distribuiti:

- 2 nella *tegnù*a Caorle,
- 4 nella *tegnù*a D'Ancona,
- 1 nella *tegnù*a Malamocco,
- 2 nella *tegnù*a Sorse,
- 1 nella *tegnù*a Venezia,
- 1 nella *tegnù*a Cavallino Vicina,
- 1 nella *tegnù*a Cavallino Lontana.

Lungo ciascun transetto sono stati posizionati casualmente 4 siti di campionamento per un totale di 48 siti dove si è provveduto durante le attività di campo in immersione al grattaggio ed aspirazione con sorbona di tutti gli organismi fito e zoobentonici presenti in 1 metro quadro.

Sui 48 campioni raccolti sono quindi state eseguite in laboratorio dopo la separazione dalla componente zoobentonica le determinazioni delle macroalghe. In ogni campione per ciascuna specie identificata è stato determinato il ricoprimento (Ri) (spazio occupato sul substrato dai talli della stessa specie) e totale di tutte le specie della stazione (Rt) (sommatoria dei vari Ri).

Oltre a questo parametro è stato stimato anche il peso umido e secco (g) mediante trattamento in stufa sino al raggiungimento del peso costante (24 ore ad 80° C). Quest'ultimo parametro risulta poco utilizzato negli studi di algologia essendo complessa la sua stima per le specie algali di piccola dimensione, per le epifite o per le incrostanti. Tenuto conto che l'errore di stima è limitato, perché in gran parte riferito a specie di piccola o microscopica dimensione il cui peso è quasi nullo, si è ritenuto ugualmente utile valutare questo parametro per uniformità metodologiche e confronto con lo zoobenthos.

La determinazione tassonomica ha comportato il riconoscimento degli organismi a livello di specie riferendosi per la nomenclatura alla recente revisione delle macroalghe dei mari italiani (FURNARI *et al.*, 2003) con ultime integrazioni di lavori presenti in letteratura.

In fase di analisi, i dati relativi ai 48 campioni raccolti nelle 7 *tegnù*e indagate sono stati utilizzati per verificarne la similarità sia tra le *tegnù*e, sia tra i transetti. Questa verifica è stata eseguita al fine di valutare se fosse corretto raggruppare i campioni e utilizzare nelle analisi successive il dato complessivo del transetto o dell'affioramento, riducendo in questo modo la variabilità dei dati. Nell'analisi statistiche relative alla similarità, seguendo le indicazioni riportate in CLARKE & GREEN (1988), i dati sono stati trasformati con la radice quarta e le matrici di similarità sono state calcolate utilizzando l'indice di Sorensen (presenza/assenza) e il coefficiente di similarità di Bray-Curtis (ricoprimento e biomassa).

In fase di analisi uno dei 4 campioni raccolti nel transetto della *tegnù*a Cavallino Vicina (CVV_sol B) essendo risultato privo di macroalghe non è stato utilizzato nelle analisi statistiche, in quanto il software non permette di valutare campioni totalmente nulli. Di questa assenza è stato comunque tenuto conto nelle elaborazioni che hanno considerato i valori di ricoprimento ed altri indici che fanno riferimento alle medie dei campioni.

Risultati

Analisi della similarità dei campioni

L'analisi sulle similarità tra i campioni eseguita per valutare la possibilità di accorparli ed eseguire le successive analisi tra transetti e *tegnùe* con un unico dato e più consistente per la minore variabilità, è stata eseguita separatamente sui parametri presenza/assenza, ricoprimento e biomassa. Considerando che i valori di R (coefficiente di separazione) variano da 0,5 a 0,6 e che sono relativamente distanti dai va-

lori attesi dalle numerose permutazioni eseguite dal software (normalmente 9999 permutazioni), sia per l'analisi dei campioni per transetti, sia per *tegnùe*, appare giustificato utilizzare il dato complessivo riducendo in questo modo la variabilità e rendendo al contempo i dati più omogenei per le successive analisi (Figg. 1a e 1b).

La conferma della buona similarità dei campioni si rileva anche dalla Cluster Analysis e dalla Multi Dimensional Scaling risultando i campioni spesso ben raggruppati per affioramento. A titolo di esempio nelle Figg. 2 e 3 sono riportati il dendrogramma della Cluster Analysis e della MDS ricavati dai valori di ricoprimento.

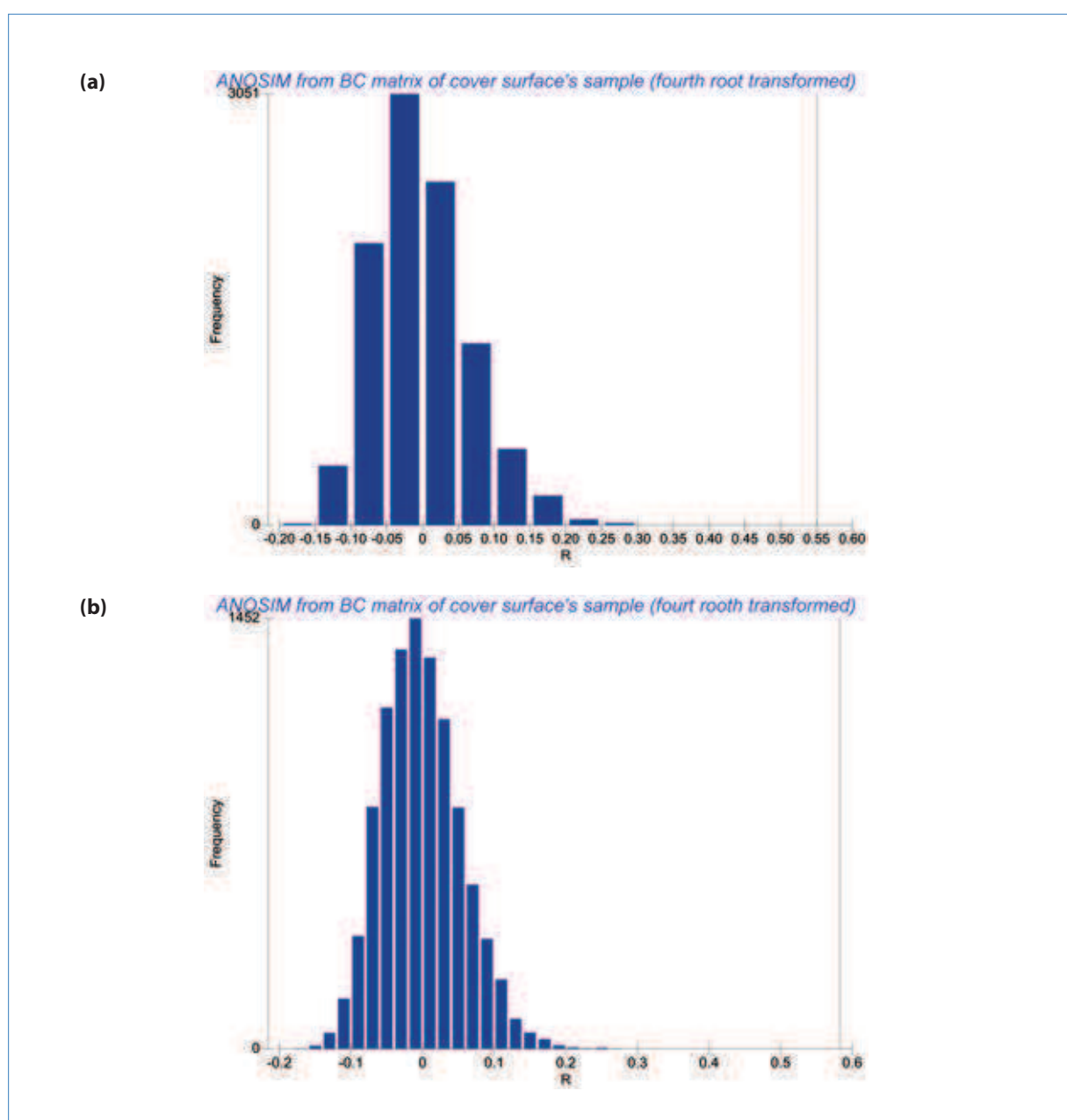


Fig. 1 - Esempio di test Anosim della similarità per i valori di ricoprimento dei campioni per *tegnùe* (1a) e per transetti (1b)

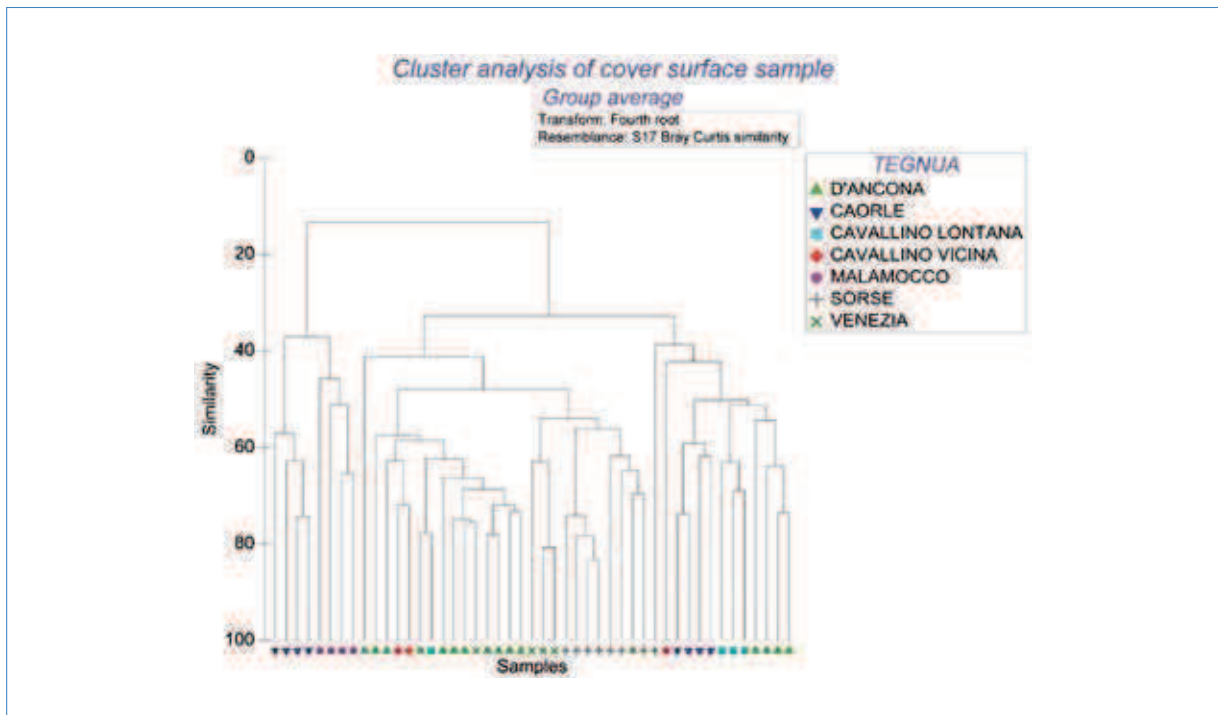


Fig. 2 - Cluster analisi ricavato dalla matrice di similarità di Bray Curtis relativa ai dati algali di ricoprimento trasformati con la radice quarta

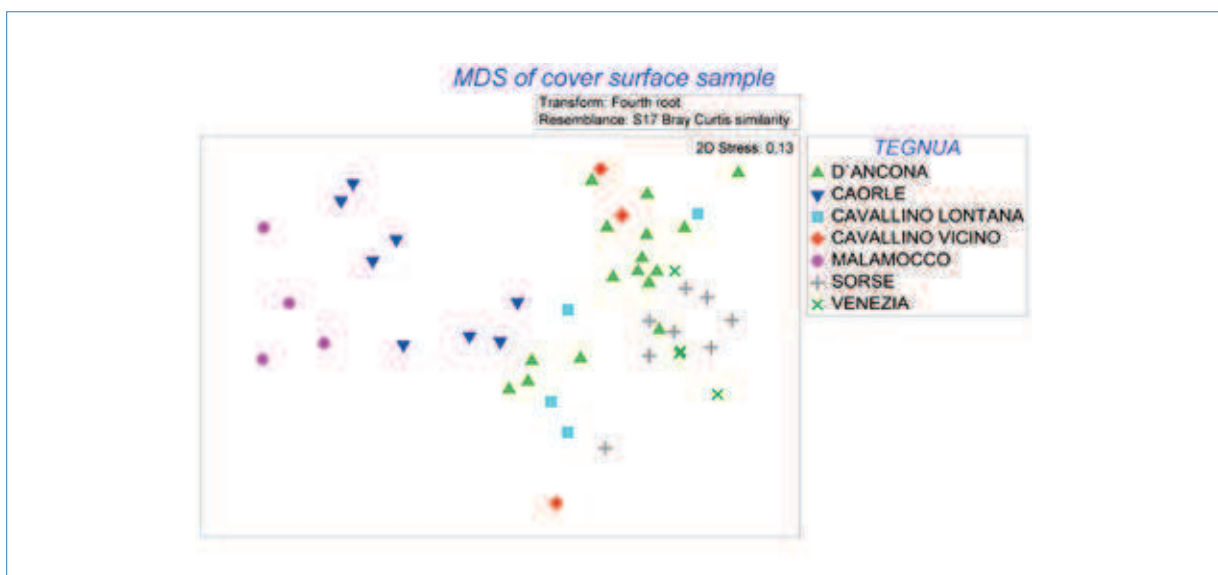


Fig. 3 - MDS ricavato dalla matrice di similarità di Bray Curtis relativa ai dati algali di trasformati con la radice quarta

Sebbene alcuni campioni presentino una minore omogeneità (es. *tegnùe* Cavallino Vicina, Cavallino Lontana e D'Ancona), nel complesso la similarità tra le macroalghe dei campioni degli affioramenti rocciosi sono confermate anche statisticamente. I campioni con la maggiore similarità sono quelli relativi alla *tegnùe* Malamocco mentre, quelli dell'affioramento D'Ancona sono disomogenea-

mente distribuiti all'interno di più raggruppamenti, a testimonianza di una più elevata variabilità della comunità algale. I campioni dell'affioramento Carole pur risultando nell'analisi complessiva omogenei tra loro, denotano però un'alta dissimilarità tra i due transetti che risultano invece più simili a quelli della *tegnùe* Cavallino Lontana e della *tegnùe* D'Ancona.

Nelle 7 *tegnùe* sono state identificate complessivamente 66 macroalghe ripartite nelle tre Divisioni sistematiche delle Chlorophyta (12 taxa), Ochrophyta (8 taxa) e Rhodophyta (46 taxa) (Fig. 4). L'analisi della ripartizione di questi taxa per affioramento evidenzia che la Divisione algale più numerosa è quella delle Rhodophyta, variata dal 63% al 95% per una media per affioramento di 79%.

Le Chlorophyta e Ochrophyta appaiono limitate in numero e denotano anche una maggiore variabilità tra gli affioramenti: le alghe verdi sono variate dal 23% sino a valori nulli (affioramento Cavallino Vicino) per un valore medio per *tegnùe* del 13% mentre, le alghe brune, sono variate da un massimo del 15% sino a valori nulli (affioramento Malamocco) per una media del 8%.

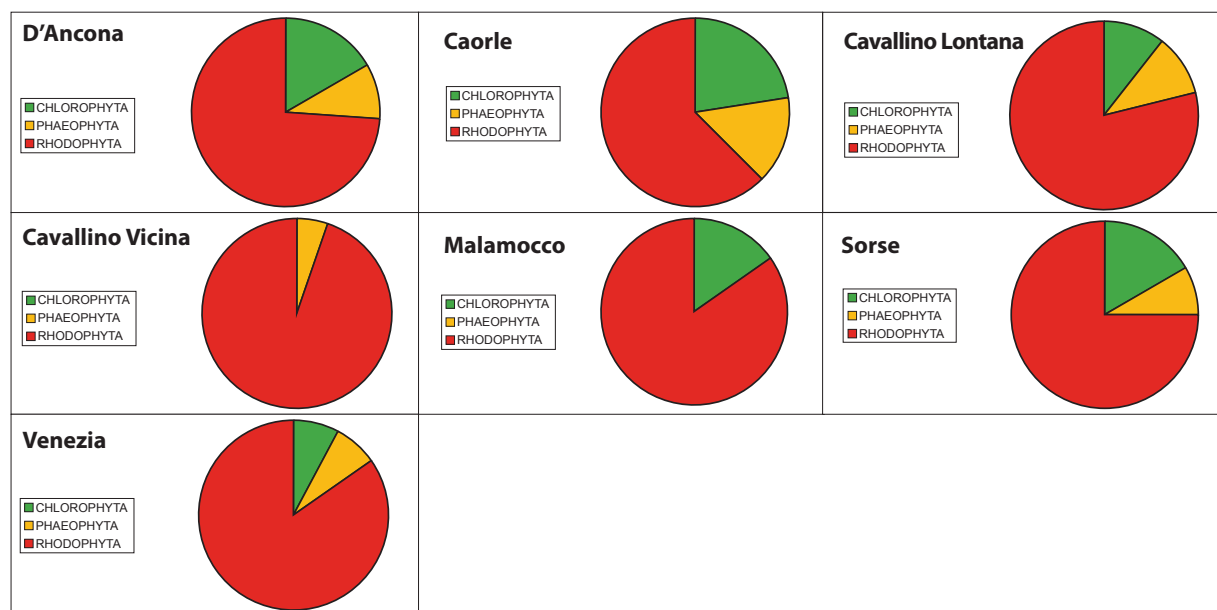


Fig. 4 - Ripartizione dei numero di taxa nelle tre Divisioni algali

Allo scopo di definire la tipologia delle comunità biologiche che colonizzano gli affioramenti rocciosi, sono stati presi in considerazione anche aspetti relativi la morfologia e la struttura delle macroalghe che caratterizzano questi siti. Recenti lavori sulle comunità algali di substrato solido di profondità del piano circalitorale hanno, infatti, evidenziato l'importanza di questi aspetti per valutare trend e tendenze in atto nelle comunità macroalgali (AIROLDI *et al.*, 1995; PIAZZI *et al.*, 2004; STENECK & DETHIER, 1994; IRVING & CONNELL, 2002a). Le valutazioni ecologiche basate su questi criteri rilevano che in condizioni di stress si osserva il passaggio da morfologie algali a tallo eretto a morfologie algali di ridotta altezza (*turf forming*) oppure, che si passi da tipologie funzionali algali complesse (alghe calcaree, alghe brune a tallo coriaceo, spesso perennanti che per colonizzare i substrati richiedono condizioni ecologiche ottimali e stabili) a tipologie funzionali semplificate o che hanno cicli di vita brevi (es. microalghe, talli laminari monostratificati, talli filamentosi).

Per quanto attiene la morfologia esterna le macroalghe sono state suddivise in tre categorie (Fig. 5), quelle erette (*erect layer*, > 10 mm), quelle che formano tappeti o feltri di ridotta altezza (*turf layer*, 1-10 mm), e quelle incrostanti (*encrusting layer*, coralline o calcificate); per quanto

attiene invece le tipologie funzionali che tengono conto anche dell'organizzazione e struttura interna dei talli (Fig. 6) si suddividono nei seguenti gruppi: le microalghe (qui non rilevate), le filamentose, le fogliose (separabili in fogliose monostratificate e fogliose corticate), le corticate erette (*terete*), le coriacee (es. alghe brune tipo *kelp*), le crostose (calcaree articolate e incrostanti). Dalle prime alle ultime aumenta il livello di complessità e la durata del ciclo di vita.

Affinché vi sia la colonizzazione delle specie più complesse, è necessario che le condizioni ambientali generali siano stabili e che i fattori di stress siano limitati.

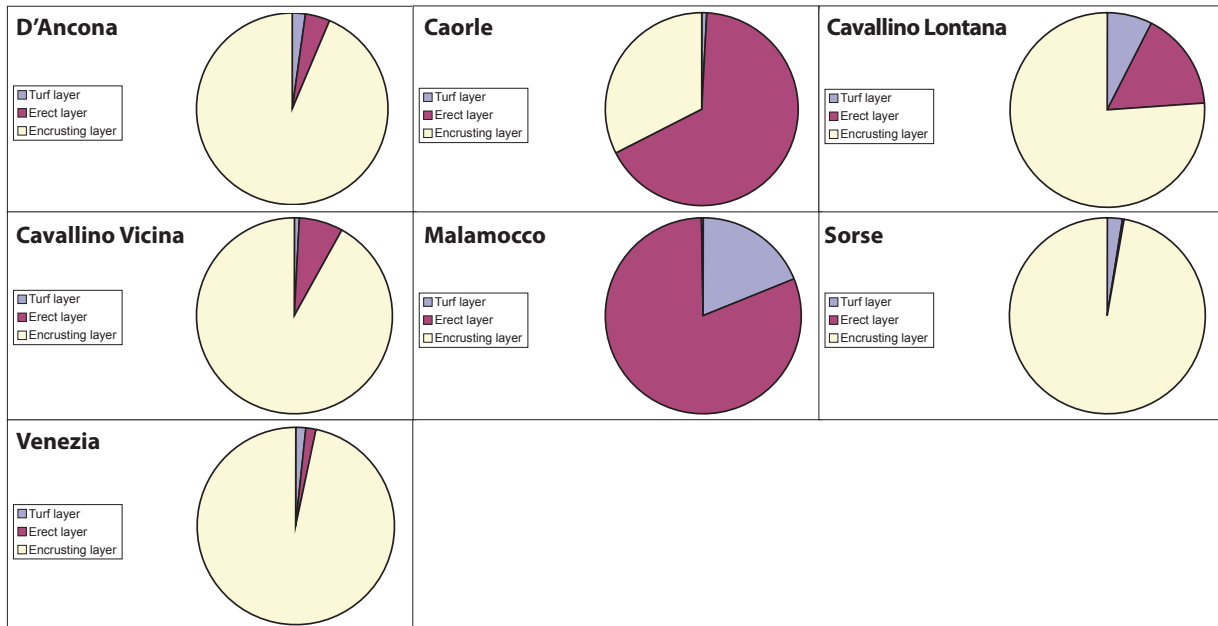


Fig. 5 - Ripartizione del numero delle macroalghe nelle tre categorie morfologiche

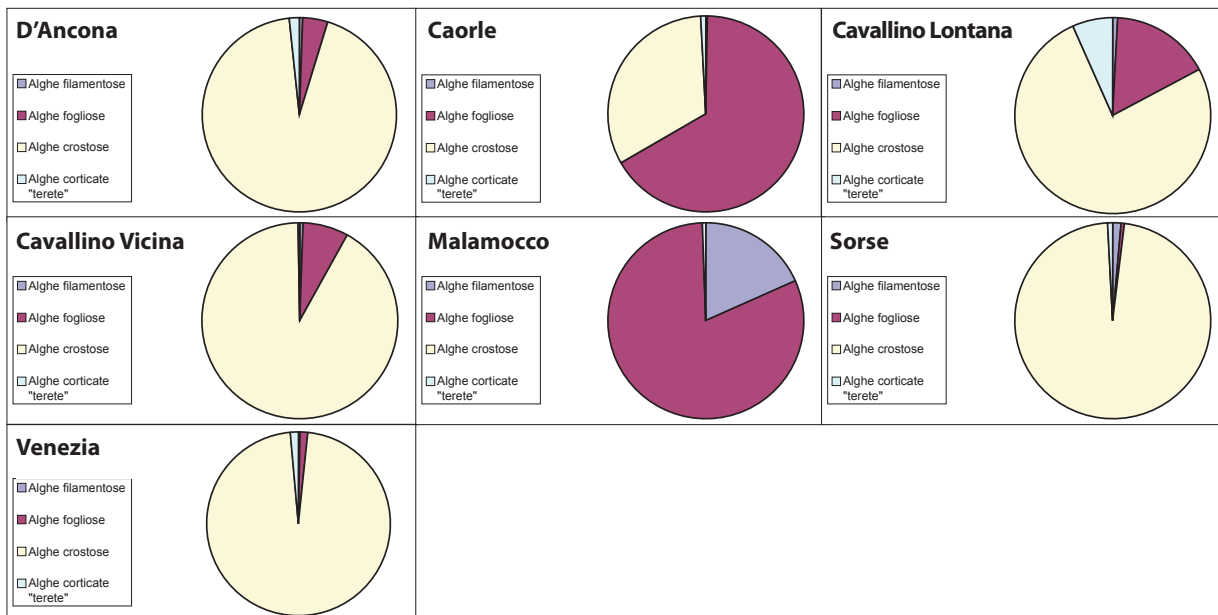


Fig. 6 - Ripartizione del numero delle specie algali nelle categorie funzionali

Nei diagrammi relativi alla morfologia esterna delle macroalghe (erette, turf forming e incrostanti), valutando il numero di macroalghe si nota che la presenza delle specie incrostanti *Corallinaceae* (es. *Peyssonnelia spp.*, *Lithophyllum stictaeforme* e *Lithothamnion philippii*) è significativa per quasi tutte le *tegnùe* eccetto, per quelle situate in prossimità della costa (affioramenti Caorle e Malamocco) dove prevale il numero delle specie erette. Le specie algali che costituiscono feltri (turf forming), sono più abbondanti nella *tegnùa* Malamocco,

ma sono presenti anche negli affioramenti Cavallino Lontana e Sorse.

Come detto in precedenza, in diversi lavori la presenza nei substrati di specie appartenenti alle turf forming non è valutata positivamente in quanto, il loro incremento, sarebbe indicatore di stress ambientali riconducibili alla torbidità o agli apporti terrigeni provenienti dalla costa (BALLATA *et al.*, 2004; IRVING & CONNELL, 2002a). Negli affioramenti indagati la presenza della tipologia algale turf forming appare eviden-

te solamente nella *tegnù* Malamocco mentre, nelle altre, appare nel complesso limitata. Va peraltro sottolineato che le turf specie nell'affioramento Malamocco (le alghe rosse *Aglaothamnion* spp. e *Pterothamnion plumula*, *Heterosiphonia japonica* e l'alga verde *Entocladia viridis*) appaiono qui per numero percentualmente più elevate, non tanto per un loro incremento numerico, quanto per la scarsa presenza complessiva di specie algali, che risulta il più basso tra tutti gli affioramenti (13 taxa complessivi). In termini di abbondanza sui substrati, come si vedrà in seguito, l'importanza delle turf alghe rispetto alla superficie di campionamento appare nel complesso trascurabile.

Se si analizzano invece le macroalghe, non per numero di specie, ma per lo spazio che occupano sul substrato, le tre morfologie algali considerate (turf forming, calcaree ed erette) mostrano nell'insieme valori di copertura/ricoprimento limitati, mediamente stimabili tra il 2 e il 6% della superficie campionata. Complessivamente quindi la componente delle alghe a turf forming degli affioramenti indagati appare limitata, sia se analizzata per numero di specie, sia per spazio che occupano sui substrati. Quando presente come nell'affioramento Malamocco, non appare costituita da una pluralità di specie, ma quasi esclusivamente dall'alga rossa *Aglaothamnion* spp.. I ricoprimenti delle alghe a tallo eretto sono costituiti essenzialmente da due alghe rosse, *Rhodymenia ardissoni* e *Cryptonemia lomation* mentre, per l'affioramento Malamocco, anche dall'alga rossa *Rhodophyllis divaricata* e per l'affioramento Caorle dall'alga bruna *Dictyopteris polypodioides*. Come si vedrà dalle successive elaborazioni, queste specie che sono più abbondanti delle altre, ma complessivamente limitate rispetto alla superficie di campionamento, identificano uno stato ecologico sciafalo, tipico dell'infralitorale.

Nell'analisi per gruppi strutturali le alghe calcaree che costituiscono delle incrostazioni sulle rocce (non quindi quelle a tallo articolato che formano dei piccoli rametti che si elevano dal substrato per alcuni centimetri) appartenenti alle Corallinacea (*Peyssonnelia* spp., *Lithophyllum stictaeforme* e *Lithothamnion philippii*), si confermano prevalenti per ricoprimento dei substrati soprattutto negli affioramenti più lontani dalla costa, mentre, in quelle più vicini alla costa, più rappresentate sono le specie a tallo foglioso quali *Rhodymenia ardissoni*, *Cryptonemia lomation*, *Rhodophyllis divaricata* per le alghe rosse e *Dictyopteris polypodioides* per le alghe brune. Come detto in precedenza, nell'affioramento Malamocco la limitata presenza delle alghe incrostanti è in parte sostituita da quelle filamentose del genere *Aglaothamnion*.

Come per la ripartizione basata sulla morfologia esterna, per gruppi funzionali l'abbondanza delle Rhodophyta incrostanti calcaree (affioramenti D'Ancona, Cavallino Vicina, Cavallino Lontana, Venezia, Sorse) o delle alghe a tallo foglioso (affioramenti Caorle e Malamocco) prevale nettamente sugli altri gruppi. Assenti solo le alghe dei gruppi funzionali filamentose, coriacee, corticate erette e calcaree articolate). Come detto in precedenza, l'abbondanza sui substrati del gruppo funzionale delle alghe



Fig. 7- *Peyssonnelia rosa-marina* (Rhodophyta)

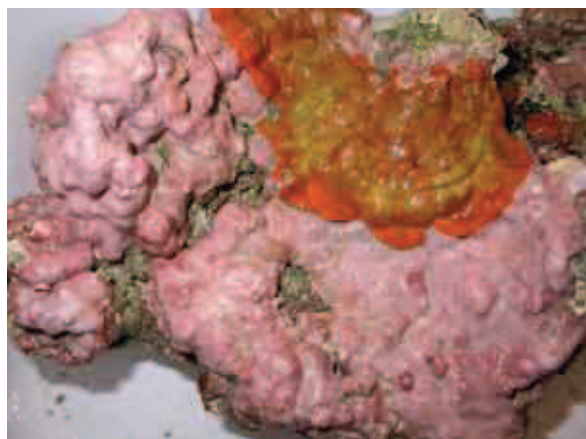


Fig. 8- *Lithophyllum stictaeforme* (Rhodophyta)



Fig. 9- *Lithothamnion philippii* (Rhodophyta)



Fig. 10 - *Peyssonnelia squamaria* (Rhodophyta)



Fig. 11 - *Halymenia floresia* (Rhodophyta)



Fig. 12 - *Rhodymenia ardissoni* (Rhodophyta)

calcarea a tallo incrostante è relativo, in quanto, risulta rilevante rispetto al ricoprimento delle altre alghe, ma limitata se rapportata alla superficie di campionamento complessiva (in media del 6%).

Per una obiettiva analisi della componente algale degli affioramenti rocciosi è necessario considerare non solo il numero di specie che si possono rinvenire, ma anche la loro capacità di colonizzare i substrati. Questo aspetto appare determinante in quanto solamente in presenza di abbondanze significative la componente algale può svolgere il ruolo più volte richiamato in letteratura di *habitat formers*. In questo modo si può anche condurre un confronto con quello degli organismi coloniali zoobentonici, i Poriferi in primis, che sono i principali organismi che ricoprotono i substrati di questi ambienti. Come per gli organismi coloniali zoobentonici l'abbondanza delle macroalghe, per la complessa struttura dei talli (microscopica, macroscopica, filamentosa, fogliosa, incrostante, prostrata, eretta, ecc.), non può essere stimata per numero di organismi, ma quantificando lo spazio che occupano sul substrato (ricoprimento specifico o totale) oppure come biomassa specifica o totale.

L'impiego dello spazio che le macroalghe occupano sul substrato è stato introdotto, come detto in precedenza, da BOUDOURESQUE (1971) per stimarne l'abbondanza al fine di definire metodi di studio qualitativi e quantitativi del fitobenthos. Tale parametro non deve essere confuso con la copertura che stima invece lo spazio occupato dalle macroalghe nella superficie campionata senza tener conto dei vari livelli o strati con cui è disposta la vegetazione. Per definizione la copertura di una superficie di campionamento può variare da 0% (assenza di alghe) a 100% (le alghe sono presenti in tutto il quadrato campionato, anche in più livelli).

Il ricoprimento di una singola specie (R_i), che corrisponde alla spazio occupato dai talli in proiezione, non può superare il 100% della superficie di campionamento mentre, il ricoprimento totale (R_t) di tutte presenti nell'area campionata può essere superiore al 100% se disposte in più strati (basale incrostante, strato arboreo, epifite, ecc.).

L'analisi delle abbondanze algali più volte sino ad ora richiamate evidenzia che i maggiori ricoprimenti medi si sono avuti nei transetti dell'affioramento Carole (transetto CAO_01) e dell'affioramento Sorse (transetto SOR_01) dove si raggiungono rispettivamente valori pari al 6,8% e 4,6%. A livello di campioni, il più elevato ricoprimento totale delle macroalghe tra i 48 campionati si è avuto nell'affioramento Caorle con un valore del 10-11% della superficie campionata e dovuti per oltre il 70% all'alga rossa *Rhodymenia ardissoni* e alla calcarea incrostante *Peyssonnelia squamaria*.

I valori di ricoprimento algale dei transetti nelle *tegnùe* D'Ancona e Malamocco sono stati in media del 2-2,5%, mentre nei transetti degli altri affioramenti risultano mediamente più bassi. Da una prima valutazione si comprende che le macroalghe presentano un basso livello di ricoprimento dei substrati e che questi sono dati dalle alghe a tallo foglioso o calcarea.

Le abbondanze delle tre divisioni macroalgali (alghe rosse, brune e verdi) denotano delle significative differenze essendo la quasi totalità del ricoprimento costituito dalle Rhodo-

phyta che raggiungono valori medi del 6% a Caorle (trasetto CAO_01) e valori superiori al 4% nell'affioramento Sorse (trasetto SOR_01). Tenendo conto dei ricoprimenti totali e di quelli delle tre divisioni algali si comprende che la quasi totalità del ricoprimento dei substrati è dato dalle alghe rosse.

Le macroalghe che più contribuiscono al ricoprimento per le alghe rosse appartengono alle calcaree incrostanti dei generi *Peyssonnelia*, alle coralline *Lithothamnium philippii* e *Lithophyllum strictaeforme* o a quelle a tallo foglioso come *Rhodymenia ardissoni*, *Cryptonemia lomation* o *Rhodophyllis divaricata*.

Tra le altre due divisioni (Ochrophyta e Chlorophyta), il maggior contributo al ricoprimento viene dalle alghe brune che raggiungono valori massimi dello 0,5% nell'affioramento Caorle (trasetto CAO_01). I valori di copertura in questo trasetto sono determinati dall'esclusiva presenza dell'alga fogliosa *Dictyopteris polypodioides* non rinvenuta nei campioni di altri affioramenti rocciosi. Sempre tra le alghe brune altre specie che determinano ricoprimento sono *Dictyota dicotoma*, *Sphacelaria plumosa* e *Cutleria chilosa*. Quest'ultima specie contribuisce in particolare al ricoprimento dei campioni della *tegnù* Venezia con valori medi per trasetto dello 0,4%.

Le alghe verdi sono quelle più criptiche e meno evidenti sui substrati perché poco o nulla contribuiscono alla copertura del substrato roccioso raggiungendo ricoprimenti massimi dello 0,05% nell'affioramento Caorle (trasetto di CAO 01). Negli altri affioramenti i ricoprimenti medi delle alghe verdi sono prossimi o pari allo 0%. Le alghe verdi più rappresentate per abbondanza, sebbene presenti con ricoprimenti molto ridotti, sono essenzialmente *Cladophora pellucida* e *Ulvea lens*. *Flabellia petiolata*, specie sciafila caratteristica dei substrati duri del infralitorale e del circalitorale nell'Associazione *Flabellio-Peyssonnelietum squamariae*, presente nelle vicine coste triestine già a partire dai livelli superficiali e della Slovenia e Croazia sino a 20 m, è qui poco rappresentata probabilmente per i sostenuti livelli di sedimentazione.

La valutazione complessiva dei livelli di abbondanza delle macroalghe nei 7 affioramenti (Fig. 18) evidenzia che i substrati risultano scarsamente colonizzati (ricoprimento medi 3-6 %) e che le specie più abbondanti appartengono quasi esclusivamente alle alghe rosse calcaree dei generi *Peyssonnelia* (*P. rosa-marina*, *P. harveyana*, *P. squamaria*), *Lithothamnium* (*Lithothamnion philippii*), *Lithophyllum* (*L. strictaeforme*) e dalle alghe rosse fogliose dei generi *Rhodymenia* (*R. ardissoni*, *R. pseudo palmata*), *Cryptonemia* (*C. lomation*) e *Rhodophyllis* (*R. divaricata*). Tutte queste specie, indicatrici di condizioni sciafile, confermano la generale scarsa luminosità di questi siti dovuta alla ridotta trasparenza delle acque. Le specie citate sono inserite nelle associazioni sciafile del coralligeno del Mediterraneo dei piani infralitorale e circalitorale (Ass. *Flabellio-Peyssonnelietum squamariae* Molinier 1958, Ass. *Lithophyllo-Halimedetum tunae* Giaccone 1965, Ass. *Rhodymenio-Codietum vermilarae* Ballesteros 1989) (GIACCONE *et al.*, 1994; GIACCONE, 2007). Ciò che appare dall'analisi delle specie è che tali associazioni risul-



Fig. 13 - *Rhodymenia pseudopalmata* (Rhodophyta)



Fig. 14 - *Cryptonemia lomation* (Rhodophyta)



Fig. 15 - *Sphacelaria plumosa* (Ochrophyta)



Fig. 16 - *Flabellia petiolata* (Chlorophyta)

tano in questi affioramenti fortemente impoverite o prive di molte specie caratteristiche (es. *Flabellia petiolata*, *Alsidium corallinum*, *Halimeda tuna*, *Osmundaria volubilis*, *Peyssonnelia polymorpha*) come pure sono assenti molte specie del circolitorale della Classe Cystoseiretalia che possono essere epibionti delle formazioni rocciose del coralligeno (*Jania rubens*, *Laurencia obtusa*, *Acetabularia acetabulum*, *Pesudolithoderma adriaticum*, *Amphiroa rigida*).

La presenza e relativa abbondanza delle specie sciafite in questi ambienti appare giustificata in parte dalla profondità, che varia da un minimo di 8 m sino ad un massimo di 24 m per un valore medio di circa 16 m, ma soprattutto dalla ridotta trasparenza dell'acqua stimata in termini di disco Secchi medio/anno in 3-4 m (dati ARPAV ultimi anni misurati in superficie) ed in irradianza media tra profondità e superficie del 2-3% (CASELLATO & STEFANON, 2008).

Ad incidere sulle ridotte abbondanze sui substrati è principalmente l'elevato tasso di sedimentazione che appare a tutti i sommozzatori l'elemento dominante e



Fig. 17 - Tallo di *Rhodymenia ardissoni* (Rhodophyta) parzialmente coperto dal sedimento

caratteristico di questi ambienti. Il sedimento che si deposita sui talli da un lato ne scherma la radiazione luminosa e dall'altro ne ostacola lo sviluppo.

Questi valori di abbondanza algale risultano infatti inferiori a quelli rilevati nel coralligeno del Mar Tirreno che presentano caratteristiche simili a quelle degli affioramenti rocciosi del nord Adriatico. Nelle indagini di AIROLDI *et al.*, (1995), FERDEGHINI *et al.*, (2000), BALLATA *et al.*, (2004) e PIAZZI *et al.*, (2004) i ricoprimenti variano dal 10 al 30% e sulle pareti verticali raggiungono anche il 50% in siti considerati ad alta torbidità e sedimentazione (VIRGILIO *et al.*, 2006).

Diversi lavori indicherebbero che la principale causa dei bassi valori del ricoprimento sui substrati siano da ricercare nell'elevata sedimentazione che, da un lato coprendo i talli scherma la radiazione luminosa e dall'altro inibisce la crescita e lo sviluppo di nuovi talli (LABOREL, 1961; SARTORETTO, 1996; MORGANTI *et al.*, 2001).

Un fattore che può aver in parte inciso sulla stima finale delle abbondanze algali può essere attribuito anche alla stessa strategia di campionamento che ha previsto raccolte alla sommità degli affioramenti, dove le inclinazioni sono preferibilmente orizzontali e le sedimentazioni più sostenute rispetto ai margini, dove invece i substrati sono inclinati e meno soggetti a trattenere il sedimento (COCITO *et al.*, 2002; PIAZZI *et al.*, 2004).

Altri Autori, hanno osservato che in presenza di ridotta illuminazione ed elevata sedimentazione, si verifica una dominanza della componente zoobentonica su quella fitobentonica (IRVING & CONNELL, 2002a, 2002b). Questa osservazione appare ampiamente confermata per gli affioramenti indagati ed è in accordo con quanto osservato in altri affioramenti del nord Adriatico (GABRIELE *et al.*, 1999; CASELLATO *et al.*, 2005, 2007; PONTI *et al.*, 2005) dove la componente zoobentonica appare dominante e caratterizzata per l'80-90% soprattutto dai Poriferi e dai Policheti. L'esame delle categorie trofiche dello zoobenthos (MIZZAN, 1992, 1994; CASELLATO *et al.*, 2005) evidenzia una ridotta presenza degli organismi erbivori

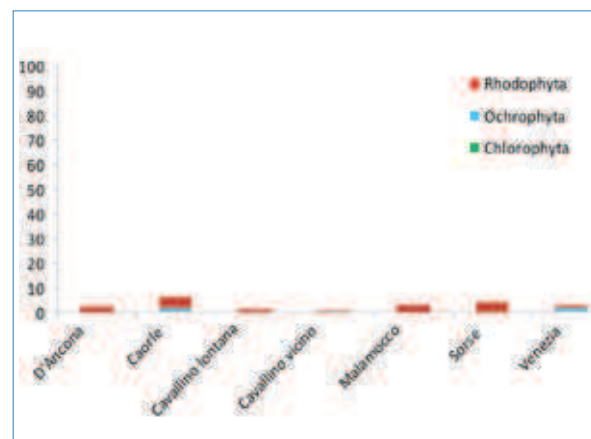


Fig. 18 - Ripartizione dei valori del ricoprimento delle tre divisioni algali per ogni singolo affioramento

(<5%), ed un'elevata presenza dei filtratori e dei sospensivori, che per la loro sopravvivenza dipendono in modo più o meno diretto dal particolato a disposizione nella colonna d'acqua.

Dal confronto con lavori algali relativi al coralligeno del Mediterraneo (FELDMANN, 1937; GIACCONE *et al.*, 1994; SARTO-RETTO *et al.*, 1996; RAC/SPA 2003, BALLESTEROS, 2006) emerge che negli affioramenti indagati sono assenti le principali specie costruttrici [(*Neogoniolithon mammosum* (= *Lithophyllum hauckii*), *Mesophyllum alternans* (*Mesophyllum lichenoides*), *Amphiroa verruculosa*, *Lithophyllum cabiochae*, *Pseudolithophyllum expansum* (= *Lithophyllum frondosum*), *Peyssonnelia polymorpha*, *Peyssonnelia rubra*]. Tra quelle considerate biocostruttrici sono state rinvenute nelle *tegnùe* indagate le Corallinaceae *Lithophyllum stictaeforme*, *Lithothamnion philippii*, e le Peyssonneliaceae *Peyssonnelia rosa-marina* e *Peyssonnelia squamaria* con abbondanze però molto modeste per giustificare un loro attuale reale contributo alla biocostruzione. È opportuno precisare che le Corallinaceae (es. *Mesophyllum*, *Lithophyllum*, *Lithothamnion*, ecc.) forniscono un maggior contributo edificatrice rispetto alle Peyssonneliaceae (*Peyssonnelia* spp.) essendo la loro struttura morfologica interna interamente calcificata (calcite) rispetto alle specie di *Peyssonnelia* che hanno calcificato solamente lo strato basale (aragonite).

Analisi degli indici univariati

L'analisi dei principali indici univariati eseguita sul ricoprimento algale ha previsto l'utilizzo di:

- ricchezza in specie S, espresso come logaritmo naturale;
- ricoprimento R, espresso come logaritmo naturale;
- l'indice di diversità di Shannon H' (SHANNON e WEANER, 1949);
- l'indice di dominanza di Simpson 1-λ (SIMPSON, 1949).

Questi indicatori sono comunemente utilizzati nelle indagini ecologiche e permettono di comprendere il grado di complessità delle biocenosi a prescindere però, dalle caratteristiche e dalle esigenze delle singole specie che le compongono.

Il numero medio di specie per campione riferito alla superficie di 1 m² valutato per transetti (Fig. 19), evidenzia che il maggior numero medio (circa 16 taxa) si riscontra nei due transetti dell'affioramento Caorle (CAO_01 e CAO_02) e in quelli delle *tegnùe* D'Ancona e Sorse (ANC_02 e SOR_02) con 12-13 specie. Il minor numero di specie si rileva invece nei transetti degli affioramenti Malamocco, Venezia e Cavallino Lontana con 6-7 specie. Il massimo numero di taxa rilevato per campione è stato di 22-21 in due campioni dell'affioramento Caorle, mentre il numero più basso, pari a 0 in un campione dell'affioramento Cavallino Vicina.

Tali valori di biodiversità macroalgale appaiono in generale bassi rispetto sia a quanto si rileva nei substrati duri dei moli foranei delle bocche di porto su profondità di circa 8

m (33 taxa nei moli foranei: in CUREL *et al.*, 2008; 26 taxa nella barriera emersa di Malamocco nota come lunata: in RISSONDO *et al.*, 2008), sia del Mediterraneo (media 40-80 per campione: in CORMACI & FURNARI, 1991). Ciò appare ulteriormente avvalorato se si considera che la superficie di campionamento adottata (1 m²) appare nettamente superiore a quella solitamente utilizzata in Mediterraneo (400-900 cm²).

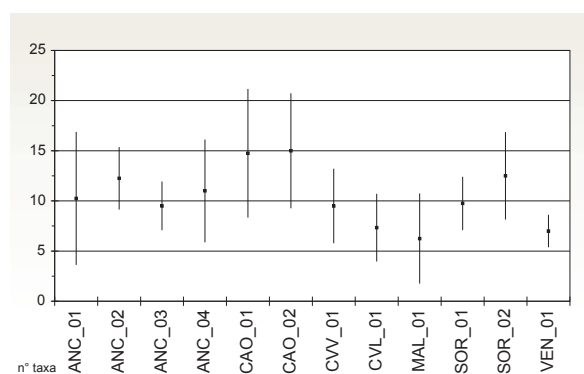


Fig. 19 - Numero di specie medio per campione rilevato nei 12 transetti

I ricoprimenti totali appaiono invece mediamente più elevati nei campioni dei transetti di CAO_01 (ricoprimento medio 6-7%) e SOR_01 (ricoprimento 4-5%) (Fig. 20); i ricoprimenti dei campioni dei transetti CAO_02 e SOR_02 sono in linea con quelli delle altre *tegnùe* e in media inferiori al 3% della superficie campionata. Tenzialmente si osserva però che i campioni con maggior ricoprimento denotano anche una maggiore variabilità (deviazione standard) facendo ritenere che non esiste per la componente algale un'elevata uniformità nelle abbondanze. Le specie a tallo foglioso che costituiscono il ricoprimento quali *Rhodymenia ardissoni*, *Cryptonemia lomation* o *Rhodophyllis divaricata* non sono presenti in modo uniforme ma con cespi (cespugli) isolati di dimensioni medie di 500-1000 cm².

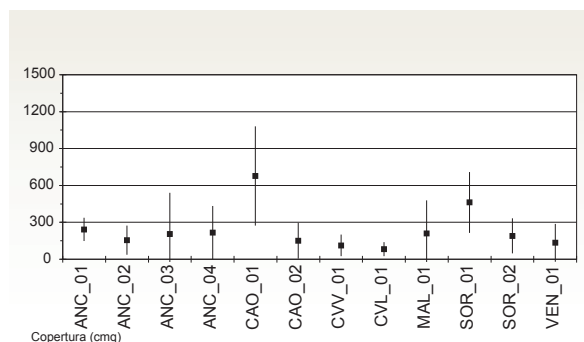


Fig. 20 - Ricoprimento totale medio per campione rilevato nei 12 transetti

L'indice di diversità specifica di Shannon, compreso tra 0 e, teoricamente, $+\infty$ tiene conto sia dell'abbondanza delle specie presenti (ricoprimento), sia del modo in cui le singole alghe sono distribuite fra tutte le altre alghe. L'indice denota un andamento simile nei vari transetti con i valori più elevati nei campioni del transetto CAO_02 e quelli minimi nei campioni dei transetti delle *tegnùe* Malamocco e Cavallino Vicina (Fig. 21).

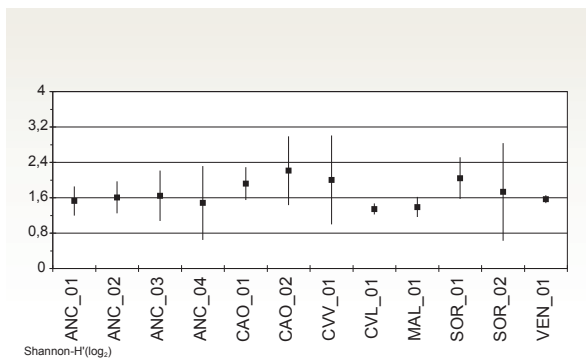


Fig. 21 - Valori dell'Indice di diversità di Shannon medio per campione rilevato nei 12 transetti

L'indice di dominanza di Simpson misura l'esistenza o meno di prevalenza di poche specie nella comunità e può variare da 0 ad 1. Elevati valori di dominanza indicano che una o poche specie prevalgono per abbondanza sulle altre monopolizzando i substrati e le risorse. I valori rilevati con questo indice (Fig. 22) indicano che le maggiori dominanze si hanno nei transetti degli affioramenti Sorse e Caorle, confermando che i ricoprimenti sono in realtà costituiti da una o poche specie che prevalgono su tutte le altre. Dominanze inferiori si rilevano invece nei transetti dell'affioramento D'Ancona, Malamocco, Cavallino Lontana dove i ricoprimenti ridotti (< 2-3%) sono costituiti dalla somma di più specie nessuna prevale nettamente sulle altre.

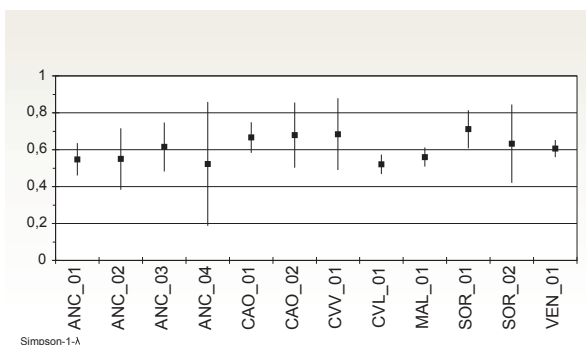


Fig. 22 - Valori dell'Indice di Simpson medio per campione rilevato nei 12 transetti

Analisi della comunità algale

L'analisi di quali siano i taxa che maggiormente caratterizzano e differenziano gli affioramenti è stata effettuata con il test SIMPER (CLARKE, 1993) che valuta il contributo alla dissimilarità tra *tegnùe* dei singoli taxa algali. Per semplificare l'analisi sono state considerate solo le specie con ricoprimento superiore o pari al 10% del totale.

I valori medi di dissimilarità di Bray-Curtis tra *tegnùe* del test SIMPER indicano che gli affioramenti con la dissimilarità più bassa (quindi più simili tra loro) sono Sorse e Venezia, mentre la dissimilarità più elevata si ha dal confronto tra gli affioramenti più lontani e più vicini dalla costa (Fig. 23). In particolare, la *tegnùe* di Malamocco è quella che presenta maggiori differenze rispetto soprattutto all'affioramento Sorse e Venezia.

Come riportato in CLARKE & WARWICK (2001), un utile indicatore per individuare le specie che maggiormente contribuiscono a differenziare gli affioramenti rocciosi è dato dal rapporto tra il contributo medio alla dissimilarità totale del singolo taxa (Diss) e la deviazione standard (SD). Tali specie sono per la quasi totalità appartenenti alle Rhodophyta (12 taxa), mentre una sola specie, *Cutleria chilosa*, appartiene alle Ochrophyta.

Le Rhodophyta che più contribuiscono a differenziare e caratterizzare gli affioramenti rocciosi sono *Rhodymenia ardissoni* e *Rhodymenia pseudopalmata* e quelle del genere *Peyssonnelia* (*P. rosa-marina*, *P. harveyana* e *Peyssonnelia squamaria*). Anche l'alga rossa *Rhodophyllis divaricata* (specie sciafila) risulta importante per discriminare le *tegnùe* più vicine alla costa (Caorle e Malamocco) da quelle più lontane.

Nella Tab. 1, sono riportate le specie che maggiormente contribuiscono alla similarità tra i campioni di uno stesso affioramento roccioso.

Nella Tab. 2 sono riportati i taxa determinanti nel descrivere la struttura delle comunità delle *tegnùe* ricavati dall'analisi BEST- BVSTEP. Appare utile precisare che *Peyssonnelia* sp. è da considerarsi un'alga calcarea diversa dalle altre 3 specie dello stesso genere riportate in elenco (*P. rosa-marina*, *P. squamaria*, *P. harveyana*) e non determinata a livello di specie per la mancanza di caratteri diacritici nei campioni raccolti; l'alga rossa *Rhodymenia* sp., rimasta anch'essa a livello di genere per la mancanza di caratteri diacritici utili al riconoscimento, è però da ricondurre a *R. ardissoni* o *R. pseudopalmata*.

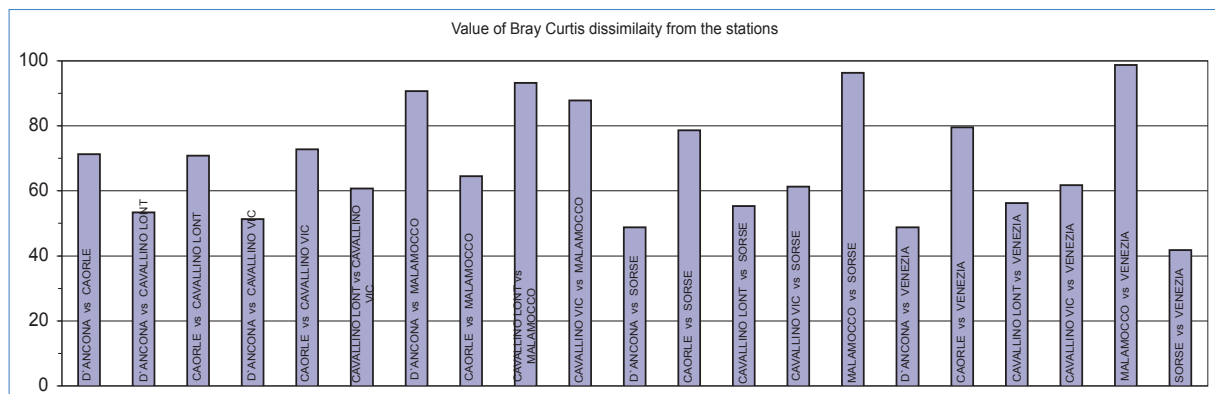


Fig. 23 - Valori di dissimilarità di Bray-Curtis ricavati dai taxa con ricoprimento superiore o pari al 10 % del totale

D'ANCONA		Average similarity: 53.98		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Lithothamnion philippii</i> Foslie	2,72	16,61	2,28	
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	1,2	7,45	2,14	
CAORLE		Average similarity: 53.26		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Rhodophyllis divaricata</i> (Stackhouse) Papenfuss	1,07	4,71	2,23	
<i>Cryptonemia lomation</i> (A. Bertoloni) J. Agardh	2,53	10,69	1,97	
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i> (J.V. Lamouroux) P.C. Silva	1,22	5,07	1,65	
<i>Rhodymenia ardissoni</i> Feldmann	2,83	12,36	1,57	
<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S.G. Gmelin) Decaisne	2,29	8,66	1,41	
CAVALLINO LONTANA		Average similarity: 48.12		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Lithothamnion philippii</i> Foslie	2,19	15,72	4,85	
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	1,47	10	2,28	
CAVALLINO VICINO		Average similarity: 34.75		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Lithothamnion philippii</i> Foslie	2,25	16,76	2,5	
MALAMOCCO		Average similarity: 54.77		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Cryptonemia lomation</i> (A. Bertoloni) J. Agardh	2,99	23,79	7,36	
<i>Rhodophyllis divaricata</i> (Stackhouse) Papenfuss	2,5	19,23	5,19	
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i> (J.V. Lamouroux) P.C. Silva	1,51	7,42	0,78	
SORSE		Average similarity: 60.98		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Lithothamnion philippii</i> Foslie	2,9	18,69	4,96	
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i> Boudouresque et Denizot	3,07	19,5	4,38	
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	1,08	5,7	1,57	
VENEZIA		Average similarity: 64.22		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Dasya</i> sp.	0,74	6,25	5,67	
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	1,06	8,35	5,1	
<i>Cutleria chilosa</i> (Falkenberg) P.C.Silva	2,33	16,27	4,41	
<i>Rhodymenia</i> sp.	1,1	8,14	3,88	
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i> Boudouresque et Denizot	2,04	15,69	3,63	

Tab. 1 - Macroalghe che maggiormente contribuiscono alla similarità dei campioni delle stesse teggùe (test SIMPER sui dati di ricoprimento)

PHAEOPHYTA
<i>Cutleria chilosa</i> (Falkenberg) P.C.Silva
RHODOPHYTA
<i>Cryptonemia lomation</i> (A. Bertoloni) J. Agardh
<i>Lithothamnion philippii</i> Foslie
<i>Peyssonnelia harveyana</i> P. et H. Crouan ex J. Agardh
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i> Boudouresque et Denizot
<i>Peyssonnelia</i> sp. 1
<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S.G. Gmelin) Decaisne
<i>Rhodymenia ardissoni</i> Feldmann
<i>Rhodymenia</i> sp.

Tab. 2 - Macroalghe rappresentative della struttura delle comunità degli affioramenti. La matrice di similarità di Bray Curtis relativa a queste macroalghe risulta correlata ($Rho > 0.95$) con la matrice originale dei valori di ricoprimento

Il confronto tra nMDS ottenuto dai dati di ricoprimento di queste macroalghe (Fig. 24) e nNMDS ricavato dalla matrice originale completa (Fig. 3) con tutte le specie algali rilevate denota una somiglianza nella distribuzione dei campioni di ogni *tegnù*a confermando la buona capacità delle specie individuate nel descrivere differenze e similarità tra gli affioramenti indagati.

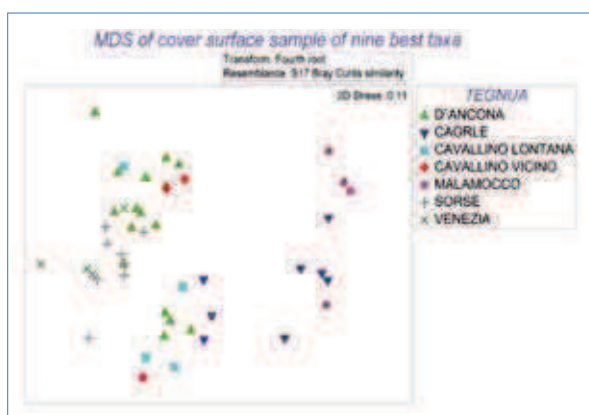


Fig. 24 - nMDS ottenuto dalla matrice di similarità di Bray Curtis con un numero ridotto di specie algali

Relazioni tra il macrofitobenthos degli affioramenti rocciosi e alcune variabili ambientali

Il ruolo delle forzanti ambientali e delle condizioni edafiche nel determinare struttura e composizione delle comunità algali è stato da tempo documentato. Soprattutto lungo la fascia costiera del nord Adriatico le variazioni stagionali sono determinate dai cambiamenti dei principali parametri fisico-chimici della colonna d'acqua tra i quali la temperatura dell'acqua (MC-QUAID & BRANCH, 1984), la sali-

rità (JOSSELYN & WEST, 1985), l'intensità della luce (LÜNING, 1993), il regime tidale e l'idrodinamismo (DAYTON, 1971; SEAPY & LITTLER, 1982), le concentrazioni di nutrienti nella colonna d'acqua (CHAPMAN & CRAIGIE, 1977). Tra le forzanti edafiche che incidono sulla struttura e composizione delle macroalghe deve essere considerata anche la tipologia e morfologia del substrato. La tessitura e la rugosità, la pendenza e l'elevazione delle rocce sono fattori che possono anch'essi favorire un popolamento algale rispetto ad un altro o interagire sulla competizione tra le specie zoobentoniche e quelle macroalgali.

Al fine di verificare il loro ruolo nel differenziare le comunità macroalgali, sono state eseguite specifiche elaborazioni per evidenziarne possibili relazioni (correlazione non parametriche di Spearman tra dati di ricoprimento e variabili).

Per fare questo, sono stati individuati i dati relativi alla posizione geografica dell'affioramento (espressa come Latitudine e Longitudine), la distanza dalla costa e la profondità dell'affioramento e i dati delle macroalghe sono stati semplificati e raggruppati nelle tre Divisioni (alghe rosse, verdi e brune). Dalla loro disamina, risulta che non c'è una correlazione diretta tra profondità dell'affioramento roccioso e distanza dalla costa con le tre divisioni algali. Solamente per la longitudine è presente una correlazione positiva statisticamente significativa, più marcata per le Chlorophyceae, che risultano anche correlate positivamente con la latitudine, e meno marcata per le Phaeophyceae. Queste due classi macroalgali, risultano infatti entrambe più abbondanti nella *tegnù*a Caorle posta più ad est rispetto agli altri affioramenti.

Da una successiva analisi di correlazione di Spearman tra la matrice di similarità di Bray-Curtis (ricoprimenti algali trasformati con la radice quarta) e le singole matrici di distanze euclidee di latitudine e longitudine, distanza dalla costa, profondità dell'acqua si desume l'esistenza di correlazioni statisticamente significative. Infatti, i valori dei coefficienti di correlazione calcolati per i tre confronti ($Rho=0.637$ per la profondità, $Rho=0.55$ per le coordinate geografiche e $Rho=0.356$ per la distanza dalla costa), si differenziano statisticamente da quelli attesi dalla permutazione dei dati (n° di permutazioni: 9999). Questa analisi indicherebbe che, principalmente la profondità, e secondariamente la posizione geografica e la distanza dalla costa, incidono sulla comunità macroalgale.

Che la profondità sia un elemento determinante per la selezione delle specie algali appare ampiamente giustificato considerando che agisce direttamente sull'estinzione della luce che giunge sugli affioramenti e sulle lunghezze d'onda che incidono sulla PAR (Photosintetic Available Resource).

La profondità degli affioramenti non opera indiscriminatamente ma in modo selettivo perché incide sulla presenza o assenza delle specie algali e sui livelli di abbondanza delle specie sciafile e fotofile. È ragionevole ritenere che sulla presenza e assenza delle macroalghe e sulla loro abbondanza sui substrati incidano in modo determinante anche gli apporti terrigeni che depositandosi

sui talli ne limitano lo sviluppo o riducono la trasparenza della colonna d'acqua con il particolato sospeso.

Per visualizzare la relazione osservata tra la distanza dalla costa degli affioramenti e la struttura della comunità macroalgale è stata eseguita l'analisi nMDS (Fig. 25) suddividendo i campioni degli affioramenti in tre categorie: vicini alla costa (Malamocco, Cavallino Vicina, Caorle), a distanza intermedia (D'Ancona e Cavallino Lontana) e lontani dalla costa (Venezia e Sorse). Pur considerando che oltre alla profondità contribuiscono alla strutturazione delle comunità algali degli affioramenti rocciosi anche altri fattori, dal grafico appare evidente lungo l'asse orizzontale una suddivisione dei campioni in relazione alla distanza dalla costa.

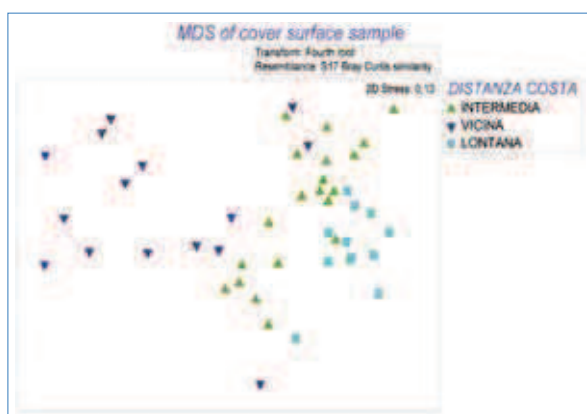


Fig. 25 - nMDS dei campioni suddivisi in base alla distanza dalla costa (matrice di similarità di Bray Curtis dei ricoprimenti trasformati con radice quarta)

Un'ulteriore approfondimento ha cercato di valutare le possibili relazioni tra comunità algale e la morfologia degli affioramenti. Ciò è avvenuto correlando la matrice di similarità dei ricoprimenti algali (trasformati con la radice quarta) e la matrice di distanze euclidee delle principali caratteristiche morfologiche degli affioramenti rocciosi ricavati dall'analisi dei rilievi *Side Scan Sonar* e *Sub Bottom Profiler* (ZANETTO *et al.*, 2006). L'analisi ha confermato una distribuzione non casuale dei dati delle due matrici (coefficiente di Spearman Rho = 0.541 per una significatività < 0.001%) evidenziando quindi una possibile relazione tra la morfologia degli affioramenti e la tipologia della comunità algale.

Per identificare quali siano i parametri morfologici che più influenzano la distribuzione delle specie algali è stata svolta un'analisi che ha rapportato la matrice dei dati algali ai singoli parametri morfologici degli affioramenti. I risultati di tali confronti, riportati in Tab. 3, indicano le più elevate correlazioni si ottengono in presenza di un numero di substrati con elevazione media (Rho = 0.67) e un numero di superfici con elevazione media (Rho=0.46).

Parametri	Matrice Biota Rho
Morfologia totale	0,54
n sassi di piccola sup	0,36
n sassi di media sup	0,30
n sassi di grande sup	0,21
n sassi di sup molto grande	-0,03
n sassi elevazione molto bassa	0,33
n sassi elevazione bassa	0,37
n sassi elevazione media	0,67
n sassi elevazione alta	0,14
Sup sassi piccoli	0,36
Sup sassi medi	0,34
Sup sassi grandi	0,21
Sup sassi molto grandi	-0,03
Sup sassi molto bassi	0,33
Sup sassi bassi	0,29
Sup sassi di media elevazione	0,46
Sup sassi alti	0,28

Tab. 3 - Valori del coefficiente di Spearman calcolato tra matrice di similarità di Bray Curtis e matrici di distanza euclidea ricavata dalle singole variabili considerate per l'analisi morfologica delle aree rocciose

Analogamente per la profondità, anche per le caratteristiche mineralogiche del substrato è stata eseguita una correlazione con i valori di abbondanza della comunità algale. Il test RELATE denota una correlazione solo tra l'abbondanza delle macroalghe e la presenza di elementi maggiori (es. Al, Mg, Na, Si), mentre non sono risultate significative le correlazioni con gli elementi presenti in tracce, o con le rocce in calcite e dolomite.

Allo scopo di comprendere quali delle variabili sino ad ora considerate (caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua, morfologia e mineralogia degli affioramenti, ubicazione geografica delle aree indagate) possano svolgere un ruolo per incidere sulla struttura delle comunità macroalgali delle *tegnùe* è stata eseguita un'analisi tra i dati di abbondanza e le diverse matrici dei parametri ambientali che sono apparse più influenti (profondità, posizione geografica, morfologia del substrato roccioso, torbidità media al fondo, quantità di calcite e dolomite, di elementi maggiori e in traccia nel substrato roccioso). Dalla Tab. 4 appare che la profondità è il parametro che maggiormente incide sulle comunità algali. Un ruolo determinante è svolto anche dalla posizione geografica (forse per il diverso effetto delle correnti) e dalla morfologia dell'affioramento.

Rho-Spearman	Matrice Biota	Significatività (%)
Profondità	0,637	<0.001
Lat e Long	0,550	<0.001
Morfologia	0,541	<0.001
Distanza	0,356	<0.001
Torbidità	0,165	1,67
Calcimetrie	0,172	4,2
Elementi maggiori	0,611	0,01
Emelmenti in traccia	0,451	0,04

Tab. 4 - Valori dei coefficienti di correlazione di Spearman ricavati dal confronto tra la matrice di Bray-Curtis delle abbondanze algali e le matrici di distanze euclidee delle principali variabili ambientali

A riprova di quanto affermato, un'ulteriore analisi di correlazione (analisi BIOENV) tra le variabili ambientali (distanza dalla costa, posizione geografica, profondità, torbidità, morfologia e mineralogia degli affioramenti) e le abbondanze della componente algale ha permesso di confermare che la profondità, l'elevazione dal fondale e l'estensione degli affioramenti sono tra i principali parametri che concorrono alla costituzione delle comunità macroalgali.

Conclusioni

La componente fitobentonica degli affioramenti rocciosi, che sino ad ora era stata poco o nulla considerata negli studi del benthos di substrato duro degli affioramenti rocciosi, ha evidenziato una considerevole biodiversità e ricchezza in specie anche se queste risultano nel complesso poco appariscenti sui substrati per lo scarso ricoprimento che determinano o per le ridotte dimensioni.

Le prime indicazioni che questi ambienti sciafili fossero colonizzati anche da una cospicua componente alghe erano già desumibili dagli studi eseguiti sugli affioramenti al largo di Grado e Marano (CURIEL *et al.*, 2001) e dei litorali veneti (MAGISTRATO ALLE ACQUE, 2006) dove erano state segnalate oltre 80-90 specie.

Questi lavori confermano inoltre quanto rilevato anche nei campionamenti e nei rilievi video sulla quasi totale assenza dell'altra componente fitobentonica, quella relativa alle fanerogame marine. La loro presenza in mare, segnalata in letteratura se pur sporadicamente sino alla soglia degli anni '70, è oggi quasi del tutto assente sui fondali adiacenti agli affioramenti rocciosi o risulta limitata ad osservazioni di pescatori o subacquei per limitate praterie di *Cymodocea nodosa* in affioramenti antistanti Caorle.

Nelle *tegnùe* esaminate sono state rilevate complessivamente 66 macroalghe, gran parte dei quali appartenenti

alle alghe rosse (70% Rhodophyta) e le rimanenti equamente ripartite tra le alghe verdi (18% Chlorophyta) e le alghe brune (12% Ochrophyta). Questa ripartizione, che nell'insieme risulta equilibrata tra le tre componenti, varia in relazione alle diverse *tegnùe* esaminate: ragionevolmente bilanciata negli affioramenti posti lontano dalla linea di costa (D'Ancona, Cavallino Lontana, Sorse, Venezia) o lontani da impatti antropici diretti (Caorle) e non equamente ripartita nelle *tegnùe* situate a minore distanza dalla linea di costa (Cavallino Vicina e Malamocco), essendo risultate assenti le alghe verdi o le alghe brune.

Lo spazio che le macroalghe occupano sugli affioramenti rocciosi appare però nel complesso ridotto, variando da un ricoprimento del 4-6% delle *tegnùe* Caorle e Sorse sino a minimi del 2-3% delle *tegnùe* D'Ancona e Malamocco. Le tipologie macroalgali più ricorrenti e che maggiormente colonizzano i substrati sono riconducibile quasi esclusivamente alle alghe rosse calcaree appartenenti ai generi *Peyssonnelia*, *Lithothamnium* e *Lithophyllum*. Queste macroalghe sono riconducibili ai raggruppamenti sciafili del circolitorale (*Lithophyllum stictaeforme*, *Peyssonnelia rosa-marina*). La limitata abbondanza delle alghe coralline fa ritenere che attualmente vi sia un limitato contributo della componente vegetale all'edificazione delle formazioni organogene, come ipotizzato anche recentemente da CASELLATO & STEFANON (2008).

Da quanto osservato appare che gli affioramenti rocciosi del Golfo di Venezia differiscono dalla definizione del classico Coralligeno del Mediterraneo ("substrati duri dell'infralitorale e circolitorale di origine biogenetica prodotti principalmente dall'accumulo di alghe calcaree incrostanti che si sviluppano in basse condizioni di luce" RAC/SPA, 2003; BALLESTEROS, 2006), in particolare per quelli più vicini alla costa.

La biodiversità macroalgale risulta elevata, malgrado siano presenti molte specie criptiche non sempre evidenti, mentre la componente algale macroscopica, spesso ricoperta da sedimento fine, è rappresentata quasi esclusivamente dalle alghe rosse calcaree e a tallo foglioso di affinità sciafila. Le numerose altre macroalghe pure presenti, risultano però poco evidenti perché sono poco abbondanti o di piccola dimensione o microscopiche (es. le alghe verdi *Entocladia viridis*, *Tellamia* sp., *Ulvela lens*). Tra le altre specie a tallo non calcareo significative per abbondanza sui substrati sono le alghe rosse a tallo foglioso del genere *Rhodomenia* (*R. ardissoni* e *R. pseudopalmata*), *Cryptonemia lomation*, *Rhodophyllis divaricata* e le alghe brune *Sphacelaria plumula* e *Cutleria chilosa*, sempre di affinità sciafila. Queste ultime macroalghe, riconducibili alle comunità sciafile dell'infralitorale, sono state più frequentemente rinvenute sugli affioramenti rocciosi meno profondi (Malamocco e Caorle); in questi affioramenti poco profondi si rinvenivano comunità algali simili a quelle poste sui 8-10 m alla base dei moli foranei (CURIEL *et al.*, 1999, 2008). Solo nella *tegnùe* di Caorle si rinvenivano abbondanze signifi-

cative di specie con affinità fotofila riconducibile a comunità dell'infralitorale (*Dictyopteris polypodioides* e *Dictyota dichotoma* var. *dichotoma*) anch'esse presenti nei livelli intermedi dei moli foranei o delle due barriere emerse reallizzate nell'ambito delle opere mobili alle bocche di porto (RISMONDO *et al.*, 2008).

Quanto rilevato negli affioramenti indagati per biodiversità complessiva, per rapporti tra le tre divisioni algali (alghe rosse, verdi e brune) e per livelli di abbondanza, è in accordo con i pochi lavori che riportano dati algologici delle *tegnùe* (MAGISTRATO ALLE ACQUE, 2006 - 21 affioramenti rocciosi tra la bocca di Porto di Lido e di Chioggia e CURIEL *et al.*, 2001 - 6 affioramenti rocciosi al largo di Grado e Marano).

Le analisi statistiche hanno evidenziato che pur essendo le macroalghe numerose e diversificate, la reale struttura e composizione della comunità è nel complesso semplificata e rappresentata da circa una decina di specie caratteristiche.

Pur avendo verificato una buona omogeneità anche statistica tra i campioni della stessa *tegnùe*, soprattutto negli affioramenti di maggiore dimensioni, esistono anche delle differenze che si manifestano, sia nell'analisi per campione, sia per transetto, quando questi sono più di uno. È il caso appunto dell'affioramento Caorle, che mostra una certa disomogeneità tra i due transetti.

L'analisi multivariata indica un ordinamento degli affioramenti rocciosi lungo un gradiente che, dal largo verso la linea di costa determina una semplificazione della comunità algale.

Questo gradiente, ragionevolmente atteso sulla base di valutazioni ecologiche generali, è conseguenza di più variabili abiotiche (distanza dalla costa, correnti, torbidità e profondità degli affioramenti) che, interagendo tra loro, determinano differenti livelli di organizzazione e strutturazione nella comunità algale. La profondità, sembra essere uno dei fattori più importanti perché, in associazione con la torbidità dell'acqua, determina la riduzione e la selezione della radiazione luminosa. Il solo fattore abiotico che non sembra in qualche modo connesso con la distanza dalla costa sembra essere la dimensione dell'affioramento che, aumentando, può isolare in modo via via maggiore la comunità macroalgale dai fondali circostanti.

Le *tegnùe* prossime alla costa presentano una comunità algale simile a quella che si rinviene su profondità paragonabili nei substrati duri delle barriere emerse o moli foranei essendo predominanti le specie sciafile a tallo foglioso quali *Rhodomenia*, *Rhodophyllis* e *Dictyopteris* mentre le macroalghe calcaree prevalgono nelle *tegnùe* poste al largo dove le condizioni ecologiche sono più stabili. L'analisi statistica conferma infatti che oltre il 50% della similarità macroalgale tra gli affioramenti posti al largo (affioramenti Sorse e Venezia) deriva dalle macroalghe calcaree.

Negli affioramenti rocciosi posti al largo e in posizione intermedia, la comunità macroalgale è caratterizzata per abbondanza dalle alghe rosse sciafile coralline dei generi

Peyssonnelia, *Lithothamnium*, *Lithophyllum*, e in misura minoritaria dalle alghe rosse *Gelidium pusillum* e *Rhodomenia* spp. e dall'alga bruna *Cutleria chilosa*.

Il differente livello di similarità che accomuna i raggruppamenti di *tegnùe* deriva dalla combinazione di presenza/assenza delle alghe e della loro abbondanza: gli affioramenti D'Ancona e Cavallino Vicina, sono soprattutto caratterizzati dalla presenza-abbondanza delle alghe rosse calcaree *Peyssonnelia harveyana* e *Peyssonnelia* sp. e delle alghe rosse a tallo foglioso *Cryptonemia lomation* e *Rhodomenia ardissoni*. Gli affioramenti Sorse e Venezia sono invece caratterizzati dalle calcaree rosse *Lithophyllum stictaeforme*, *Peyssonnelia rosa-marina* e dall'alga bruna *Cutleria chilosa*.

L'analisi relativa ai gruppi morfologici (alghe erette, turf forming e incrostanti) o funzionali in relazione alla loro struttura (alghe filamentose, fogliose, corticate e crostose), evidenzia una differenziazione tra le *tegnùe* prossime alla linea di costa (Caorle e Malamocco) e quelle poste più al largo. Per i gruppi morfologici, nelle due *tegnùe* vicine alla costa (Caorle e Malamocco), prevalgono per abbondanza le alghe a tallo eretto sulle turf forming e sulle incrostanti.

Significative abbondanze delle alghe incrostanti e delle turf forming si hanno nell'affioramento Malamocco. Il ricoprimento dei substrati da parte delle alghe turf forming nell'affioramento Malamocco non è diffusa, ma limitata solamente ad uno dei quattro campioni e limitatamente ad una sola tipologia algale (*Anthitamnion*). Pur presentando un incremento rispetto agli altri affioramenti, la componente algale delle turf forming appare però sempre nel complesso limitata essendo inferiore all'1% della superficie di campionamento. Tale valutazione appare avvalorata dagli elevati valori di copertura (40-60%) che raggiungono invece le turf algae in siti dove si ritiene siano presenti impatti da torbidità e da sedimentazioni (VIRGILIO *et al.*, 2006; FERDEGHINI *et al.*, 2000; AIROLDI *et al.*, 1995).

L'analisi relativa ai gruppi funzionali, indica che le *tegnùe* Caorle e Malamocco si differenziano dalle altre per il prevalere sui substrati delle alghe rosse a tallo foglioso *Rhodomenia ardissoni*, *Cryptonemia lomation* e *Rhodophyllis divaricata* e dell'alga bruna *Dictyopteris polypodioides*. Secondariamente, nell'affioramento Caorle si rileva poi una buona abbondanza di alghe incrostanti, mentre a Malamocco di quelle filamentose.

Tenuto conto del limitato ricoprimento delle macroalghe sulle superfici campionante (2-6%) in nessun affioramento appare evidente un incremento delle specie turf forming o a tallo filamentoso a scapito delle specie a tallo eretto. Appare invece più ragionevole attribuire il limitato ricoprimento algale a delle generali condizioni di stress che limitano lo sviluppo dell'intera comunità algale.

Le analisi sui dati abiotici disponibili hanno messo in evidenza che la profondità, la posizione geografica e la

distanza dalla costa influiscono sulla comunità macroalgale. La profondità dell'affioramento appare il parametro abiotico più rilevante per le macroalghe perché incide sulla riduzione e selezione dei livelli di radiazione luminosa che giungono al fondo.

Per la minore profondità e per la vicinanza alla costa negli affioramenti Caorle e Malamocco si rinvengono macroalghe caratteristiche dell'infralitorale sciafile e fotofilo. Negli affioramenti più profondi e posti più al largo, dove giunge una minore radiazione luminosa ma le condizioni ambientali sembrano più stabili, si rinvengono soprattutto specie del piano circalitorale sciafile.

Parallelamente al parametro profondità, sui livelli della radiazione luminosa agisce sinergicamente anche il particolato sospeso, che da un lato riduce la trasparenza dell'acqua e dall'altro determina costante sedimentazione sui talli.

Su questo parametro un ruolo importante è svolto dalle correnti che possono dar luogo a differenti livelli di torbidità, sia lungo il profilo batimetrico, sia anche spazialmente a distanze limitate.

L'esistenza del gradiente mare-costa, lungo il quale si sono raggruppati e ordinati gli affioramenti rocciosi, può essere messo in relazione agli apporti terrigeni provenienti dai principali fiumi che fanno sentire il loro maggiore effetto soprattutto lungo la fascia costiera aumentando la torbidità (minore radiazione luminosa al fondo) e la deposizione di sedimento fine sui talli. La stretta correlazione tra il gradiente mare-costa e le caratteristiche delle comunità bentoniche osservate trova conferma anche per la tipologia dei sedimenti che si rinvengono tra gli affioramenti con granulometria francamente sabbiosa solo al largo e sabbiosi-limosi verso la costa, in particolare nell'affioramento Cavallino Vicina.

La tipologia del substrato dell'affioramento non appare essere un fattore determinante per le macroalghe. Le analisi mineralogiche hanno evidenziato che gli affioramenti indagati sono riconducibili a due tipologie rocciose: nelle *tegnùe* Malamocco e Caorle predominano le rocce di origine clastica o formatesi per azione geochimica (dolomite che deriva dal trasporto fluviale del Piave e Tagliamento) mentre, nelle *tegnùe* Cavallino Vicina, Cavallino Lontana, Venezia, Sorse e D'Ancona, le rocce sono di origine più organogena e dovuta ad organismi biocostruttori. Le abbondanze delle alghe calcaree rilevate sui substrati sembrano però attribuire alle alghe calcaree almeno attualmente, un ridotto ruolo biocostruttivo rispetto a quello della componente zoobentonica.

Tenendo conto delle elevate coperture che gli organismi zoobentonici hanno sui substrati (anche 70-80%), a limitare lo sviluppo della componente calcarea, oltre alla torbidità e alla sedimentazione, come ampiamente riporta la letteratura scientifica, appare corretto considerare anche il ruolo degli organismi biodemolitori e in particolare dei Poriferi perforatori (CALCINAI *et al.*, 2001; BRESSAN *et al.*, 2001; BIANCHI, 2001).

Sebbene macroscopicamente non evidente, la diversità e la ricchezza algale nelle *tegnùe* risulta elevata. La scarsa rilevanza data finora a questa componente è dovuta al fatto che molte specie sono criptiche, di piccole dimensioni o di complessa identificazione. Tutto ciò ha determinato nei lavori scientifici non algologici una semplificazione della componente algale e una poco approfondita valutazione a livello sistematico. La componente algale macroscopica e visibile durante le immersioni è rappresentata negli affioramenti al largo dalle alghe calcaree ad affinità sciafile mentre, in quelli verso la costa, dalle alghe a tallo foglioso.

In analogia a quanto si rileva per la componente animale, la composizione algale delle *tegnùe* prossime alla costa denota l'esistenza di pressioni che si manifestano ragionevolmente tramite idrodinamismo, apporti terrigeni, deposizione e risospensione dal fondo. Questi fattori rendono questi affioramenti affini a quelli rinvenibili nell'infralitorale delle dighe foranee o delle barriere artificiali di pari profondità. Dagli affioramenti posti al largo verso quelli la costa si nota una lieve diminuzione della biodiversità e soprattutto un cambiamento funzionale che vede una riduzione delle specie incrostanti a favore di quelle a tallo eretto e foglioso.

Bibliografia

- AIROLDI L., RINDI F., CINELLI F., 1995 - Structure, seasonal dynamics and reproductive phenology of a filamentous turf assemblage on a sediment influenced, rocky subtidal shore. *Bot. Mar.* **38**: 227-237.
- AIROLDI L., 2003 - The effects of sedimentation on rocky coast assemblages. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, **41**: 161-236.
- ALEFFI F., DELLA SETA G., GORIUP F., LANDRI P., OREL G., 1995 - Fattori climatici ed edafici e popolamenti bentonici dell'Adriatico Settentrionale e del Golfo di Trieste. *Atti del Congresso "Evoluzione dello stato trofico in Adriatico" Regione Emilia Romagna*, Marina di Ravenna 28-29/9/1995 81-99 pp..
- AMBROGI R., FONTANA P., SALA I., 2001 - Long term series (1979-93) of macrobenthos data on the soft bottoms in front of the po river delta. *Archo Oceanogr. Limnol.* **22** (2001), 167-174.
- ANDREOLI A.R., 1979 - Geo-idrologia di affioramenti rocciosi litorali veneziani. *Quaderni civ.staz.idrobiol. Milano* **7**: 100-124.
- ANDEROLI A.R., 1981 - Nuove tecniche di campionamento in immersione nello studio di una biocenosi bentonica di fondi duri naturali presso Venezia. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia* **32**: 7-32.
- ASMUS H., ASMUS R.M., 1990 - Trophic relationships in tidal flat areas: to what extent are tidal flat dependent on imported food? *Neth. J. Sea Res.* **27**: 93-99.
- BACCHIOCCHI F., AIROLDI L., 2003 - Distribution and dynamics of epibionta on hard structures for coastal protection. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **51**: 1157-1166.
- BALLATA D., PIAZZI L., PICA D., CINELLI F., 2004 - Influenza della sedimentazione su un popolamento coralligeno Mediterraneo. *XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia (4-6 Ottobre)*, Siena.
- BALLESTEROS E., 2006 - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Ocean. And Marin. Biol.: Ann. Rev.* **44**: 123-195.
- BELLAN-SANTINI D., LACAZE J.C., POIZAT C., 1994 - Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Synthèse, menaces et perspectives. *Collection Patrimoines naturels*, volume **19**. Secrétariat de la faune et de la flore / MNHN, Paris, 246 pp..
- BENACCHIO N., 1938 - Osservazioni sistematiche e biologiche sulle Zosterace dell'Alto Adriatico. *Thalassia*, **3** (3): 3-41.
- BENEDETTI-CECCHI L., BULLERI F., CINELLI F., 2000 - The interplay of physical and biological factors in maintaining mid-shore and low-shore assemblages on rocky coasts in the north-west Mediterranean. *Oecologia*, **123**: 406-417.
- BENEDETTI-CECCHI L., AIROLDI L., FRASCHETTI S., TERLIZZI A., 2003 - Metodi sperimentali per la valutazione di influenze antropiche su popolamenti ed ambienti marini costieri. *Biol. Mar. Medit.* **10**: (Suppl.): 485-508.
- BIANCHI C.N., 1983 - Ecologia e distribuzione dei Policheti Serpuloidei nella laguna veneta (Adriatico Settentrionale). *Atti Mus. civ. St. nat. Trieste* **35**: 159-172.
- BIANCHI C. N., 2001 - La biocostruzione negli ecosistemi marini e la biologia marina italiana. *Biol. Mar. Medit.* **8** (1): 112-130.
- BIDDITTU A., PANNOCCHI A., PENNA M., TRABUCCO B., AMATO E., LORENZI C., FRESI E., 2000 - Osservazioni preliminari sulla comunità macrozoobentonica dei fondi mobili del Molise e confronto con i dati del Vatova del 1949. *Biol. Mar. Medit.* **7** (1): 641-644.
- BOERO F., BALDUZZI A., BAVESTRELLO G., CAFFA B., CATTANEO VIETTI R., 1986 - Population dynamics of *Eudendrium glomeratum* (Cnidaria: Anthomedusae) on the Portofino Promontory (Ligurian Sea). *Mar. Biol.* **92**: 81-85.
- BOERO F., RINALDI A., 2008 - La biodiversità e i macrodescrittori della storia dell'Adriatico. *Biol. Mar. Mediterr.* **1**: 450-456.
- BOLDRIN A., 1979 - Aspetti ecologici delle formazioni rocciose dell'Alto Adriatico. *Atti Conv. Scien. Naz. Prog. Oceanog.*: 1197-1207.
- BOUDOURESQUE C.F., 1971 - Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys*, **3** (1): 79-104.
- BRAGA G., STEFANON A., 1969 - Beachrock ed Alto Adriatico: aspetti paleogeografici, climatici, morfologici ed ecologici del problema. *Atti Ist. Ven. Scienze Lettere Arti* **127**: 351-366.
- BRAY R.J., CURTIS J.T., 1957 - An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monograph*. **27**: 325-349.
- BRESSAN G., BABBINI L., GHIRARDELLI L., BASSO D., 2001 - Bio-costruzione e biodistruzione di Corallinales nel Mar Mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.* **8** (1): 131-174.

- CALCINAI B., BAVESTRELLO G., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., SARÀ M., 2001 - Il ruolo dei poriferi nei processi bioerosivi dei substrati organogeni. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 181-190.
- CARESSA S., CESCIA C., OREL G., TRELEANI R., 1995 - Popolamenti attuali e pregressi nel Golfo di Trieste da Punta Salvatore a Punta Tagliamento (Alto Adriatico). In: Cinelli F., Fresi E., Lorenzi C., Mucedola A. (ed.), *La Posidonia oceanica*. Supplemento alla *Rivista Marittima*, **12**: 160-173.
- CARESSA S., GARDINI E., MAROCCO R., TUNIS G., 2001 - Caratteri geomorfologici degli affioramenti rocciosi del Golfo di Trieste (Adriatico settentrionale). *Gortania Atti Mus. Friulano Dt. Nat. Udine*. **23**: 5-29.
- CASELLATO S., SICHIROLLO E., CRISTOFOLI A., MASIERO L., SORESI S., 2005 - Biodiversità delle "Tegnùe" di Chioggia, zona di tutela biologica nel Nord Adriatico. *Biol. Mar. Medit.* **12** (1): 69-77.
- CASELLATO S., MASIERO L., SICHIROLLO E., SORESI S., 2007 - Hidden secrets of the Northern Adriatic: "Tegnùe", peculiar reefs. *Central European Journal of Biology* **2** (1): 122-136.
- CASELLATO S., STEFANON A., 2008 - Coralligenous habitat in the northern Adriatic Sea: an overview. *Marine Ecology* **29**: 321-341.
- CAVAZZONI S., 1995 - La laguna: origine ed evoluzione. In: Caniato G., Turri E., Zanetti M. (ed.), *La laguna di Venezia*. UNESCO-Cierre Ed., Verona: 41-78.
- CHAPMAN A.R.O., CRAIGIE J.S., 1977 - Seasonal growth in *Laminaria longicruris*: relations with dissolved inorganic nutrients and internal reserves of nitrogen. *Mar. Biol.*, **40**: 107-205.
- CHEMELLO R., MILAZZO M., 2002 - Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal mollusks. *Mar. Biol.*, **140**: 981-990.
- CLARKE K.R., 1990 - Comparison of dominance curves. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **138**:143-157.
- CLARKE K.R., 1993 - Non parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.*, **18**: 117-143.
- CLARKE K.R., GREEN R.H., 1988 - Statistical design and analysis for a "biological effects" study. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **46**: 213-226.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M., 1998 - Quantifying structural redundancy in ecological communities. *Ecologia*. **113**: 278-289.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M., 2001 - Change in marine communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation. *2nd edition PRIMER-E*, Plymouth, UK 172 pp..
- COCITO S., BEDULLI D., SGORBINI S., 2002 - Distribution patterns of the sublittoral epibenthic assemblages on a rocky shoal in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Sci. Mar.* **66**: 175-181.
- CORMACI M., FURNARI G., 1991 - Phytobenthic communities as monitoring of the environmental conditions of the Brindisi coast-line. *Oebalia*, **17**, Suppl. 1: 177-198.
- CORMACK R.M., 1971 - A review of classification. *J. R. Statist. Soc. Ser. A* **134**: 321-367.
- CURIEL D., BELLEMO G., MARZOCCHI M., IURI M., SCATTOLIN M., 1999 - Benthic marine algae of the inlets of the lagoon of Venice (Northern Adriatic Sea - Italy) concerning environmental conditions. *Acta Adriatica*, **40** (1): 111-121.
- CURIEL D., OREL G., MARZOCCHI M., 2001 - Prime indagini sui popolamenti algali degli affioramenti rocciosi del Nord Adriatico. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze* **LXXX**: 3-16.
- CURIEL D., MIOTTI C., MARZOCCHI M., 2008 - Distribuzione quali-quantitativa delle macroalghe dei moli foranei della Laguna di Venezia. *Biol. Mar. Medit.*, **15** (1): 97-100.
- DAVIS A.R., WRIGHT A.E., 1990 - Inhibition of larval settlement by natural products from the ascidian *Eudistoma olivaceum* (Van Name). *J. Chem. Ecol.* **16**: 1349-1357.
- DAYTON P.K., 1971 - Competition, disturbance and community organization: the prevision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecol. Monogr.* **54**: 253-289.
- DELLA CROCE N., CATTANEO VIETTI R., DANOVARO R., 1997 - Ecologia e protezione dell'Ambiente Marino Costiero. *UTET*: 426 pp..
- FAVERO V., 1979 - Aspetti dell'evoluzione recente dell'Alto Adriatico. *Atti convegno scient. naz. Oceanografia e fondi marini*, Roma: 1219-1231.
- FAVA F., PONTI M., ABBIATI M., 2009 - Coralligenous assemblages in the northern Adriatic continental shelf. *Proceedings of the 1st Mediterranean Symposium on the Coralligenous and other calcareous bio-concretiums of the Mediterranean Sea* (Tabarka, 15-16 January 2009).

- FEDRA K., ÖLSCHER E.M., SCHERÜBEL C., STACHOWITSCH M., WURZIAN R. S., 1976 - On the ecology of a North Adriatic benthic community: Distribution, standing crop and composition of the macrobenthos. *Marine Biology*, **38** (2): 129-145.
- FELDMANN J., 1937 - Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée: la côte des Albères. *Wolf. Rouen.*: 339 pp.
- FERDEGHINI F., ACUNTO S., COCITO S., CINELLI F., 2000 - Variability at different spatial scales of a coralligenous assemblage at Giannutri Island (Tuscan Archipelago, NW Mediterranean). *Hydrobiologia* **440**: 27-36.
- FIELD J.G., CLARKE K.R., WARWICK R.M., 1982 - A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* **8**: 37-52.
- FOWLER J., CHOEN L., 2002 - Statistica per ornitologi. 2^a ed. *Franco Muzzio Editore* ISBN 88-7413-027-9, 240 pp..
- FURNARI G., GIACCONE G., CORMACI M., 2003 - Biodiversità marina delle coste italiane: Catalogo del Macrofitobenthos. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (1): 1-483.
- GABRIELE M., BELLOT A., GALLOTTI D., BRUNETTI R., 1999 - Sublittoral hard substrate communities of the northern Adriatic Sea. *Cah. Biol. Mar.* **40**: 65-76.
- GAMULIN-BRIDA H., 1967 - The benthic fauna of the Adriatic Sea. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* **5**: 535-568.
- GAMULIN-BRIDA H., 1974 - Biocenoses benthiques de la Mer Adriatique. *Acta Adriatica* **15** (9): 1-103.
- GASTON G.R.M, NASCI J.C., 1988 - Trophic structure of macrobenthic communities in the Calcasieu Estuary, Louisiana. *Estuaries*, **11**: 192-200.
- GIACCONE G., 2007 - Coralligenous assemblage as underwater seascape: distribution off Italian coasts. *Biol. Mar. Medit.*, **14** (2): 124-141.
- GIACCONE G., ALONGI G., PIZZUTO F., COSSU A., 1994 - La vegetazione marina bentonica sciafila del Mediterraneo: III. Infralitorale e circalitorale. Proposte di aggiornamento. *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania*, **27**: 201-227.
- GIACCONE G., PIGNATTI A., 1967 - Studi sulla produttività primaria del fitobenthos nel Golfo di Trieste - I: Flora sommersa del Golfo di Trieste. *Nova Thalassia*, **3**: 1-17.
- GIACCONE G., DI MARTINO V., 1997 - Syntaxonomic relationship of the mediterranean phytobenthos assemblages: paleoclimatic bases and evolutive tendencies. *LaGascaia*. **19** (1-2): 129-144.
- GIOVANARDI O., CRISTOFALO G., MANZUETO L., FRANCESCHINI G., 2003 - New data on biogenetic reefs (*Tegnetum* of Chioggia) in Adriatic. *Proceed. 6th Intern. Conf. MEDCOAST03*, Ravenna : 1895-1904.
- GOODBODY I., GIBSON J., 1974 - The biology of *Ascidia nigra* (Savigny). V. Survival in populations settled at different time of the year. *Biol. Bull.* **146**: 217-237.
- GORDINI E., MAROCCO R., VIO E., 2002 - Stratigrafia del sottosuolo della « trezza grande » (Golfo di Trieste, Adriatico Settentrionale). *Gortania. Atti del Museo Friulano di Storia Naturale*. **24** : 31-63.
- GORDINI E., RAMELLA R., ROMEO R., DEPONTE M., MAROCCO R., 2004 - Indagini acustiche sugli affioramenti rocciosi del Golfo di Trieste (Adriatico Settentrionale). *Gortania*. **26**: 5-24.
- GUARNIERI G., TERLIZZI A., FRASCHETTI S., 2005 - Effetti della natura e complessità del substrato sull'insediamento di popolamenti sessili. *Atti XV Congresso della Società Italiana di Ecologia* - Torino 2005.
- GUIDETTI P., BIANCHI C.N., CHIANTORE M., SCHIAPPARELLI S., MORRI C., CATTANEO-VIETTI R., 2004 - Living on the rocks: substrate mineralogy and the structure of subtidal rocky substrate communities in the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **274**: 57-68.
- HICKS G.R.F., 1980 - Structure of phytal harpacticoid copepod assemblages and the influence of habitat complexity and turbidity. *J. Exp. Mar. Biol.Ecol.*, **44**: 157-192.
- HISCOCK K., HOARE R., 1975 - The ecology of sublittoral communities at Abereiddy Quarry, Pembrokeshire. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* **55**: 833-864.
- IRVING A.D., CONNELL S.D., 2002a - Interactive effects of sedimentation and microtopography on the abundance of subtidal turf-forming algae. *Phycologia*, **41**: 517-522.
- IRVING A.D., CONNELL S.D., 2002b - Sedimentation and light penetration interact to maintain heterogeneity of subtidal habitat: algal versus invertebrate dominated assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, **245**: 83-91.
- JACCARD P., 1901 - Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bulletin del la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* **37**: 547-579.
- JARDAS I., SANTIC M., PALLAORO A., 2004 - Diet composition of the eagle ray, *Myliobatis aquila* (Chondrichthyes: Myliobatidae), in the Eastern Adriatic Sea. *Revue Internationale d'Icthyologie* Vol. **28**, n° 4, 2004.
- JONES D.J., 1973 - Variation in trophic structure and species composition of some invertebrate communities in polluted kelp forests in the North Sea. *Mar. Biol.*, **20**: 351-365.
- JOSSelyn M.N., WEST J.A., 1985 - The distribution and temporal dynamics of the estuarine macroalgal community of San Francisco Bay. *Hydrobiologia*, **129**: 139-152.

- LABOREL J., 1961 - Le concretonnement algal "coralligène" et son importance géomorphologique en Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*. **23** (37): 37-60.
- LAMBHEAD P.J.D., PLATT H.M., SHAW K.M., 1983 - The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on assessment of dominance and diversity. *J. nat. Hist.* **17**: 859-874.
- LOYA Y., 1978 - Plotless and transect methods. In: Stoddart D.R., Johannes R.E. (eds), Coral reefs: research methods. *UNESCO, Paris, Monographs on oceanographic methodology*, **5**: 197-217.
- LÜNING K., 1993 - Environmental and internal control of seasonal growth in seaweeds. *Hydrobiologia*, **260/261**: 1-14.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE - SELC, 2005 - Rilievo della distribuzione delle comunità bentoniche di substrato molle (macro e meiozoobenthos e macrofitobenthos) in Laguna di Venezia (2002-2003-2004). Rapporto finale. *Prodotto dal concessionario Consorzio Venezia Nuova*.
- MAGISTRATO Alle ACQUE - MIZZAN 2006 - Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Relazione finale. *Prodotto dal concessionario Consorzio Venezia Nuova*.
- MAIO G., MARCONATO E., BURATTO T., SALVIATI S., DE GIROLAMO M., GIACOMELLO E., MIZZAN L., 2004 - I popolamenti ittici delle Tegnùe. *Provincia di Venezia*, 60 pp..
- MANCA B.B, FRANCO P., PASCHINI E., 2001 - Seasonal variability of the hydrography in the Adriatic Sea: Water mass properties and Circulation Mediterranean Ecosystems Structures and processes. Edited by: *Springer-Verlag Italia*, Milano.
- MARGALEF R., 1958 - Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, **3**: 36-71.
- Mc QUAID C., BRANCH G.M., 1984 - Influence of sea temperature, substratum and wave exposure on rocky intertidal communities: an analysis of faunal and floral biomass. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **19**: 145-151.
- MINELLI A., RUFFO S., LA POSTA S., 1993-1995 - Checklist delle specie della fauna italiana. *Calderini*, Bologna. Vol 2-31, 107-110.
- MIZZAN L., 1992 - Malacocenosi e faune associate in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*. **41** (1990): 7-54.
- MIZZAN L., 1994 - Malacocenosi in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi (2): analisi comparativa fra popolamenti di substrati naturali ed artificiali. *Lavori Soc. Ven. Scien. Nat. Venezia* **18**: 83-88.
- MIZZAN L., 1995 - Le "Tegnùe". Substrati solidi naturali del litorale veneziano: Potenzialità e prospettive. *ASAP Venezia*: 46 pp..
- MIZZAN L., 2000 - Localizzazione e caratterizzazione di affioramenti rocciosi delle coste veneziane: primi risultati di un progetto di indagine. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, **50** (1999): 195-212.
- MIZZAN L., FUSCO M., TRABUCCO M., 2006 - Caratteristiche generali e tipologie. In: ARPAV e MSN Venezia (ed.), *Le tegnùe, ambiente, organismi, curiosità*. ARPAV Ed, Venezia: 6-7.
- MOLIN E., GABRIELE M., BRUNETTI R., 2003 - Further news on hard substrate communities of the Northern Adriatic Sea with data on growth and reproduction in *Polycitor adriaticus* (von Drasche, 1883). *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, **54**: 19-28.
- MOLIN E., GOMIERO M., ZANELLA M., 2006 - Monitoraggio fotografico della comunità bentonica nel campo sperimentale. Il campo sperimentale in mare: prime esperienze nel veneto relative a elevazioni del fondale con materiale inerte. *Quaderno ARPA-Veneto*, ISBN 88-7504-104-0: 123-133
- MOLIN E., BOCCI M., PICONE M., PENNA G., ZANOVELLO G., 2008 - Analisi fotografica del megabenthos in tre affioramenti rocciosi (tegnùe) del Golfo di Venezia (Nord Adriatico). *Biol. Mar. Mediterr.* **15** (1): 276-277.
- MOLIN E., FIORIN R., RICCATO F., ARTICO G., CAMPACI P., 2009a - Comunità macrobentonica di tre substrati rocciosi del Golfo di Venezia (Nord Adriatico). *Biologia Marina Mediterranea* **16** (1): 278-279.
- MOLIN E., RICCATO F., FIORIN R., ARTICO G., CAMPACI P., 2009b - Analisi della comunità bentonica di substrato molle in un'area del Golfo di Venezia. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, **60**: 3-16.
- MORGANTI C., COCITO S., SGORBINI S., 2001 - Contribution of bioconstructors to coralligenous assemblages exposed to sediment deposition. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 283-286.
- NARAJO S.A., CARBALLO J.L., GARCÍA GÓMEZ J.C., 1996 - Effects of environmental stress on ascidian populations in Algeciras Bay (Southern Spain). Possible marine bioindicators? *Mar. Ecol. Progr. Ser.* **144**: 119-131.
- NEWTON S.R., STEFANON A., 1975 - The "Tegnùe de Ciosa" area: patch reefs in the northern Adriatic Sea. *Marine Geology* **46**: 279-306.
- NEWTON S.R., STEFANON A., 1976 - Primi risultati dell'uso simultaneo in Alto Adriatico di side scan sonar, sub bottom profiler ed ecografo. *Mem. Biogeogr. Adriat.* **9**: 33-66.
- NEWTON S.R., STEFANON A., 1982 - Side-scan sonar and subbottom profiling in the northern Adriatic Sea. *Marine Geology* **46**: 279-306.
- OCCHIPINTI AMBROGI A., 1995 - La Laguna di Venezia: ambiente di conservazione e di invasioni. *S.IT.E. Atti*, **16**: 115-117.

- OLIVI G., 1792 - Zoologia adriatica. *Reale Accademia Sc. Lettere Arti*: 344 pp..
- OREL G., MAROCCO R., VIO E., DEL PIERO D., DELLA SETA G., 1987 - Sedimenti e biocenosi bentoniche tra la foce del Po ed il golfo di Trieste. *Bull. Eco./.*, t. **18**, 2: 229-241.
- OREL G., FONDA UMANI S., ALEFFI F., 1993 - Iposie e anossie di fondali marini. L'Alto Adriatico e il Golfo di Trieste. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione Regionale Ambiente, Trieste. Osservazioni preliminari sulla comunità macrozoobentonica del Molise e confronto con i dati del Vatova. 104 pp.
- OTT J.A., 1991 - The Adriatic benthos: problems and perspectives. In G. Colombo, I. Ferrari, V.D. Ceccherelli & R. Rossi (eds): *Marine eutrophication and population dynamics*. 25th Europ. mar. Bio/. Symp. Ferrara: 367-378. Olsen & Olsen, Fredensborg.
- PERES J.M., 1967 - The Mediterranean benthos. *Oceanogr. mar. Bio/. Ann. Rev.* **5**: 449-533.
- PÉRÈS J.M., PICARD J., 1964 - Nouveau Manuel de Bionomie Benthique de la mer Méditerranée. *Ree. Trav. Sta. Mar. Endoume* **31** (47): 5-137.
- PIAZZI L., BALATA D., PERTUSATI M., CINELLI F., 2004 - Spatial and temporal variability of Mediterranean macroalgal coralligenous assemblages in relation to habitat and substratum inclination. *Botanica Marina*, **47**: 105-115.
- PIELOU E.C., 1966 - The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.* **13**: 131-144.
- PONTI M., 2001 - Aspetti biologici ed ecologici delle "tegnùe": biocostruzione, biodiversità e salvaguardia. *Chioggia, rivista semestrale di studi e ricerche del Comune*, **18**: 179-194.
- PONTI M., FRANCESCHINI G., GIOVANARDI O., MAZZOLDI C., MESCALCHIN P., RASOTTO M.B., TAGLIAPIETRA D., ZANON V., ABBIATI M., 2005 - Tegnùe di Chioggia: un progetto per la valorizzazione e gestione della zona di tutela biologica. In: Riassunti del 36° Congresso nazionale della Società Italiana di Biologia Marina. Trieste. *SIBM* 324 pp..
- PONTI M., MASTROTOTARO F., 2006 - Distribuzione dei popolamenti ad ascidie sui fondali rocciosi (Tegnùe) al largo di Chioggia (Venezia). *Biologia Marina Mediterranea* **13** (1): 621-624.
- PONTI M., TUMEDEI M., COLOSIO F., ABBIATI M., 2006 - Distribuzione dei popolamenti epibentonici sui fondali rocciosi (Tegnùe) al largo di Chioggia (Venezia). *Biologia Marina Mediterranea* **13** (1): 625-628.
- RAC/SPA, 2003 - The coralligenous in the Mediterranean Sea - Definition of the coralligenous assemblage in the Mediterranean, its main builders, its richness and key role in benthic ecology as well as its threats. www.rac-spa.org.tn
- RELINI G., 2000 - Nuovi contributi per la conservazione della biodiversità marina in Mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (3): 173-211.
- RISMONDO A., CURIEL D., CECCONI G., CERASUOLO C., RICCATO F., TORRICELLI P., 2008 - The Malamocco breakwater: summing up the coast - offshore interactions. In: Campostrini P. (ed.) *A changing coast: challenge for the environmental policies. Proceedings of the IX International Conference LITTORAL 2008*, Venice, Italy, 25-28 November 2008. Arzanà, Venice. (electronic publication).
- SACCHI C.F., 1977 - La "lacune nord-adriatique" et son influence sur l'écologie des Gastéropodes d'uniques. *Prémisses méthodologiques. Atti Soc. It. Sc. Nat.* **118**: 213-225.
- SACCHI C.F., 1979 - The coastal lagoons of Italy. In: Jefferies & Davy Eds. *Ecological Processes in coastal environments. Blackwell Scientific Publications. Oxford*: 593-601.
- SACCHI C.F., MORRI C., OCCHIPINTI AMBROGI A., SCONFIETTI R., 1983 - Nouveaux éléments pour la zoogéographie lagunaire de la Haute Adriatique. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.* **28** (6): 225-228.
- SACCHI C.F., BIANCHI C.N., MORRI C., OCCHIPINTI AMBROGI A., SCONFIETTI R., 1985 - Biogéographie des lagunes côtières nord-adriatiques. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* **29** (4): 163-166.
- SACCHI F., OCCHIPINTI AMBROGI A., SCONFIETTI R., 1989 - Les lagunes nord-adriatiques: un environnement conservateur ouvert aux nouveutes. *Bull. Soc. Zool. De France* **114** (3): 47-60.
- SARÀ M., 1968 - Un Coralligèno di piattaforma (coralligène de plateau) lungo il litorale pugliese. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, **15** (Suppl.): 139-150.
- SARÀ M., 1971 - Le peuplement du coralligène des Pouilles. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **20** (3): 235-237.
- SARTORETTO S., 1996 - Vitesse de croissance et bioérosion des concrétionnements «coralligènes» de Méditerranée nord-occidentale. Rapport avec les variations Holocènes du niveau marin. *Thèse Doctorat d'Écologie*, Université d'Aix -Marseille, II. 194 pp..
- SHANNON C.E., WEAVER W., 1949 - The mathematical theory of communication. Urbana, Univ. Illinois Press.
- SEAPY R.R., LITTLER M.M., 1982 - Population and species diversity fluctuations in a rocky intertidal community relative to severe aerial exposure and sediment burial. *Mar. Biol.*, **71**: 87-96.
- SIMONETTI G., 1968 - Variazione dei popolamenti di Zosteracee nel golfo di Trieste durante gli ultimi decenni. *Arc. Oceanogr. Limnol.*, Suppl. **15**: 107-114.
- SMITH I.P., JENSEN A.C., COLLINS K.J., MATTEY

- E.L., 2001 - Movement of wild European lobsters *Homarus gammarus* in natural habitat. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. **222**: 177-186.
- SOLOMON D.L., 1979 - A comparative approach to species diversity. In Ecological diversity in theory and practice. *Grassle & al. Eds. Fairland U.S.A.*: 29-36.
- SORENSEN T., 1948 - A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. *K. Danske Vidensk. Selk.* **5**: 1-34.
- SORESI S., CRISTOFOLI A., MASIERO L., CASELLATO S., 2004 - Benthic communities of rocky outcrops in the Northern Adriatic sea: a qualitative survey. *Rapp. 37° Congrès Comm. Int. Expl. Sc. Mer Médit.*
- 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.* **19** (4): 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. Adriat.* **8**: 79-99.
- STEFANON A., 2001 - Cenni sulla geologia e sugli organismi costruttori delle "Tegnùe". *Chioggia - Rivista di Studi e ricerche; Quaderni.* **XVIII**: 171-177.
- STEFANON A., MOZZI C., 1972 - Esistenza di rocce organogene nell'Alto Adriatico al largo di Chioggia. *Atti Ist. Veneto Sc. Lettere ed Arti* **130**: 405-499.
- STENECK R.S., DETHIER M.N., 1994 - A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, **69**: 476-498.
- TEO S.L., RYLAND J.S., 1994 - Toxicity and palatability of some British ascidians. *Mar. Biol.*, **120**: 297-303.
- TURON X., BECERRO M. A., 1992 - Growth and survival of several ascidian species from the northwestern Mediterranean. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **82**: 235-247.
- VATOVA A., 1936 - Ricerche quantitative sulla fauna bentonica dell'Alto Adriatico e loro importanza per la biologia marina. *Atti XXIV Riunione S.I.P.S. Palermo.*
- VATOVA A., 1946 - Le zoocenosi bentoniche dell'Adriatico. *Boll. Pesca, Pisc., Idrobiol.* **1** (2): 131-135.
- VATOVA A., 1949 - La fauna bentonica dell'Alto e Medio Adriatico. *Nuova Thalassia* **1** (3): 1-110.
- VATOVA A., 1966 - Ricerche sulla produttività delle acque nei mari tarantini. *Atti Acc. Naz. Lincei. Serie VIII*, **41** (6): 562-564.
- VIRGILIO M., AIROLDI L., ABBIATI M., 2006 - Spatial and temporal variations of assemblages in a Mediterranean coralligenous reef and relationships with surface orientation. *Coral Reefs*, **25**: 265-272.
- WARWICK R.M., 1986 - A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, **92**: 557-562.
- WARWICK R.M., PEARSON T.H., RUSWAHYUNI E., 1987 - Detection of pollution effects on marine macrobenthos: further evaluation of the species Abundance/Biomass method. *Mar. Biol.*, **95**: 193-200.
- ZANETTO M., ANDREOLI E., OMBRELLI M., MOLIN E., VAZZOLER M., RIZZARDI S., BOSCOLO F., 2006 - Studio degli affioramenti rocciosi dell'alto Adriatico tramite analisi 3D di elaborazioni GIS. *Atti X Conferenza Nazionale ASITA 14 - 17 novembre 2006, Bolzano.*