

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PISA

*Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche Naturali Agraria
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie per L'ambiente e il Territorio*

TESI SPERIMENTALE

POPOLAMENTI DEI SUBSTRATI DURI DEI CATINI DELLE SECHE DELLA MELORIA

Candidata

ALESSANDRA FALDELLONI

Relatori

Dott.ssa Anna Maria De Biasi

Prof. Stefano De Ranieri

ANNO ACCADEMICO 2007/2008

CAP. 1 INTRODUZIONE	
1.1– Variabilità spaziale negli ambienti costieri	6
1.2 –Secche della Meloria caratteristiche abiotiche	8
1.2.1 – inquadramento geografico	8
1.2.2 – Cenni geologici e geomorfologici con particolare riferimento ai Catini	11
1.2.3 – Cenni oceanografici e climatologici	16
1.3 –Secche della Meloria caratteristiche biotiche	20
1.4 – Scopo della tesi	25
CAP. 2 MATERIALI E METODI	
2.1– Area di studio	26
2.2 – Disegno di campionamento e prelievo dei campioni	27
2.3 – Analisi di laboratorio	30
2.3.1 – Sorting e determinazione tassonomica	30
2.3.2 –Calcolo del Biovolume	31
2.4 – Elaborazione dei dati	34
CAP. 3 RISULTATI	
3.1 – Descrizione generale del popolamento	35
3.1.2– Analisi compositiva (presenza assenza)	38
3.1.3 – Analisi strutturale (biovolume)	40
CAP. 4 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	46
BIBLIOGRAFIA	50
RINGRAZIAMENTI	58
RIASSUNTO	4

Indice delle figure

Fig. 1 – Carta Secche della Meloria	9
Fig. 2 – Carta dei tre catini	27
Fig. 3.a – Campione lavato pronto per il sorting	32
Fig. 3.b – Esemplare di <i>Hesione splendida</i> Savigny, 1818	32
Fig. 4.a – Dettaglio <i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus, 1767	33
Fig. 4.b – <i>Spongia (Spongia) virgultosa</i> (Schmidt, 1868)	33
Fig. 5.a – Ripartizione del biovolume dei taxa rinvenuti	37
Fig. 5.b – Ripartizione percentuale del biovolume dei taxa rinvenuti	37
Fig. 6 – Piano di ordinamento ottenuto dal Multidimensional Scaling applicato alla matrice presenza - assenza	39
Fig. 7 – Pseudocomponenti di varianza calcolati a livello di catino e di replica	42
Fig. 8 – Piano di ordinamento ottenuto dal Multidimensional Scaling applicato alla matrice biovolume	43
Fig. 9 – Piano di ordinamento ottenuto dal Multidimensional Scaling applicato alla matrice biovolume per <i>Peyssonnelia rubra</i>	44
Fig. 10 – Piano di ordinamento ottenuto dal Multidimensional Scaling applicato alla matrice biovolume per <i>Peyssonnelia squamaria</i>	44
Fig. 11 – Piano di ordinamento ottenuto dal Multidimensional Scaling applicato alla matrice biovolume per <i>Spongia virgultosa</i>	45
Fig. 12 – Piano di ordinamento ottenuto dal Multidimensional Scaling applicato alla matrice biovolume per Corallinacee incrostanti	45

Indice delle tabelle

Tab. 1 – Coordinate geografiche e profondità dei catini	26
Tab. 2 – Dissimilarità media tra i catini in termini numerici	38
Tab. 3 – Dissimilarità media tra i catini in termini di biovolume	40

Allegati

Allegato n°1: Matrice della lista specie numerica	59
Allegato n°2: Matrice della lista specie presenza-assenza	62
Allegato n°3: Matrice della lista specie biovolume	67
Allegato n°4: Risultati Pseudocomponenti di varianza	72
Allegato n°5: Lista specie	75

RIASSUNTO

POPOLAMENTI DEI SUBSTRATI DURI DEI CATINI DELLE SECCHIE DELLA MELORIA

Nel corpo centrale delle Secchie della Meloria (Provincia di Livorno, Mar Ligure Meridionale) si trovano delle peculiari depressioni, note come Catini, la cui rilevanza naturalistica è stata evidenziata sin dal passato.

Lo scopo di questa tesi è quello di investigare il popolamento bentonico che si sviluppa sul substrato duro delle pareti di tre catini pilota, mettendone in evidenza analogie e differenze. Si vuole inoltre, confrontare i patterns di variabilità spaziale dei popolamenti dei fondi duri dei catini, con i quelli dei popolamenti dei fondi mobili.

Il campionamento del sedimento è stato condotto nell'autunno del 2008 in immersione diretta. Sono state effettuate 4 repliche, su superficie standard (20x20 cm), per ciascun catino. I campioni sono stati sottoposti a sorting qualitativo e quantitativo e successivamente è stata effettuata la misura del biovolume.

Il piano di ordinamento è stato ottenuto mediante MDS (Non-metric multidimensional scaling). La significatività statistica delle differenze tra catini è stata testata attraverso oneway-ANOSIM. La procedura SIMPER ha evidenziato le percentuali con le quali le specie contribuiscono alla similarità all'interno del catino e alla dissimilarità tra catini. L'analisi delle pseudocomponenti di varianza calcolate tra catini e repliche ha permesso di osservare in quale livello (catini o repliche) la variabilità risulti maggiore.

L'indagine ha portato alla identificazione di una specie non ancora segnalata nella checklist dei policheti del Mar Tirreno (*Neanthes nubila* Quatrefages, 1865).

Al di là delle variazioni osservate e delle possibili ipotesi che da esse derivano, lo studio ha consentito di rilevare che, i catini topograficamente vicini e con simili caratteristiche morfologiche, ospitano comunità bentoniche distinte, anche se strutturalmente molto simili.

Questo risultato sottolinea, come più volte messo in evidenza da autori in lavori a piccola scala di dettaglio, l'esistenza di una elevata variabilità nell'ambiente delle Secche della Meloria. Questa eterogeneità si conserva anche investigando scale di dettaglio maggiori, quali il popolamento dei catini espresso in termini di biovolume, offrendo, così, ai ricercatori una singolare opportunità per pianificare e realizzare indagini a più livelli.

1.1 - VARIABILITA' SPAZIALE NEGLI AMBIENTI MARINI COSTIERI

In ecologia hanno assunto particolare rilievo gli studi che prendono in esame la variabilità spaziale. Esistono prove, sempre più numerose, provenienti da vari settori dell'ecologia che indicano come i patterns in natura non sono a scale indipendenti (Dayton & Tegner 1984, Menge & Olson 1990, Wiens et al. 1993, Schneider 1994, Wu & Loucks 1995).

Le popolazioni naturali oscillano, alcune più delle altre, nello spazio e nel tempo secondo scale spaziali differenti (Gaston & McArdle 1993). Di conseguenza i cambiamenti nella composizione e nella struttura dei popolamenti sono più evidenti sulla base di particolari scale spaziali (Underwood & Chapman 1996). Sebbene la variabilità, sia spesso vista, come un impedimento alla comprensione ecologica, l'identificazione di rilevanti scale di variabilità per le popolazioni risulta centrale per i modelli di previsione e spiegazione nell'ecologia (Levin 1992).

La conoscenza del contesto spazio temporale entro il quale modelli ripetibili si manifestano, può aumentare la precisione delle previsioni ecologiche in modo significativo (Benedetti-Cecchi 2000). Poiché processi differenti generano con grande probabilità una variabilità a scale differenti, la conoscenza di un pattern può essere facilitata dalle conoscenze delle scale spazio temporali dove ha luogo la variazione (Underwood & Chapman 1996).

Gli studi sugli ambienti terrestri ed acquatici hanno messo in evidenza come la scala di osservazione influenzi la descrizione dei patterns e come la complessità ecologica impedisca semplici generalizzazioni e considerazioni dicotomiche (Rossi et

al. 1992, Cressie 1993, Underwood & Chapman 1996, 1998, Legendre & Anderson 1999, Anderson 2001).

Il confronto integrativo di scale differenti in studi su ipotetici patterns spaziotemporali presenta limiti che sono continuamente contraddetti dallo sviluppo continuo di procedure statistiche univariate e multivariate (Greig-Smith 1952, Underwood & Petraitis 1993, Horne & Schneider 1995, Underwood 1996).

Molti studi sulle coste rocciose descrivono patterns su vasta scala e la loro modificazione per effetto dell'azione del moto ondoso lungo la costa. L'apparente ubiquità di questi patterns ha stimolato un gran numero di studi sperimentali sui processi di mantenimento della distribuzione delle popolazioni sulle coste rocciose. Queste analisi hanno messo in luce gli effetti della predazione, pascolamento, competizione e dei fattori abiotici nel mantenimento dei patterns fornendo gran parte delle conoscenze attuali delle cause della distribuzione spaziale degli organismi sulle coste rocciose (Benedetti-Cecchi 2001). Più recentemente, comunque ci sono stati studi che documentano una considerevole variazione spaziale su piccola scala (patchiness) non riferibile alle differenze di azione del moto ondoso o ai cambiamenti dei fattori abiotici ambientali (Hawkins & Hartnoll 1985, Foster 1990, Archambault & Bourget 1996, Schoch & Dethir 1996, Underwood & Chapman 1996, Benedetti-Cecchi & Cinelli 1997, Menconi et al. 1999). La variabilità del reclutamento, gli effetti interattivi dei fattori fisici e biotici, gli effetti comportamentali e i cambiamenti su piccola scala della topografia del substrato hanno contribuito a spiegare questi patterns (Underwood & Chapman 1996, Benedetti-Cecchi et al. 2000a).

1.2. - SECCHIE DELLA MELORIA CARATTERISTICHE ABIOTICHE

1.2.1 - LE SECCHIE DELLA MELORIA INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le Secchie della Meloria rappresentano un'area di bassi fondali rocciosi che si estende per 40 km² a circa 4 miglia dalla costa di Livorno (Fig. 1). Sono costituite da un esteso banco roccioso circondato da fondali fangosi la cui profondità varia da un minimo di 2-3 metri, al culmine della secca, fino ad un massimo di circa 30 metri per ciò che riguarda il corpo centrale.

La profondità è nel complesso piuttosto modesta se teniamo conto che l'isobata dei 10 metri racchiude una superficie pari a circa 30 km² riconducibile ad un triangolo equilatero di circa 7,5 km per lato, i cui vertici sono rivolti uno a Nord, uno a Sud ed il terzo ad Est, verso il porto di Livorno (Bacci *et al.*, 1969).

Ad oriente la profondità massima delle Secchie è di circa 10 metri, da qui il fondo risale in modo graduale fino alla linea di costa livornese venendosi così a creare un canale tra le Secchie e la costa lungo circa 1 km e lungo circa 6-7 km . Questo settore mostra i maggiori segni di alterazione dovuti alla vicinanza del porto. Il fondale è caratterizzato da *Caulerpa prolifera* facies tipica della Biocenosi delle Sabbie Infangate di Moda calma testimoniante un crescente infangamento dell'area.

Il limite settentrionale della secca è rappresentato dall'area chiamata Testa di Tramontana nelle cui vicinanze è situato il faro Ship-Light. In questo settore il fondale si presenta piuttosto eterogeneo e ricco di anfratti per l'alternanza di tratti rocciosi e fondi mobili fangosi con una profondità variabile ,da un minimo di 8 metri fino ad un massimo di 20-25 metri.

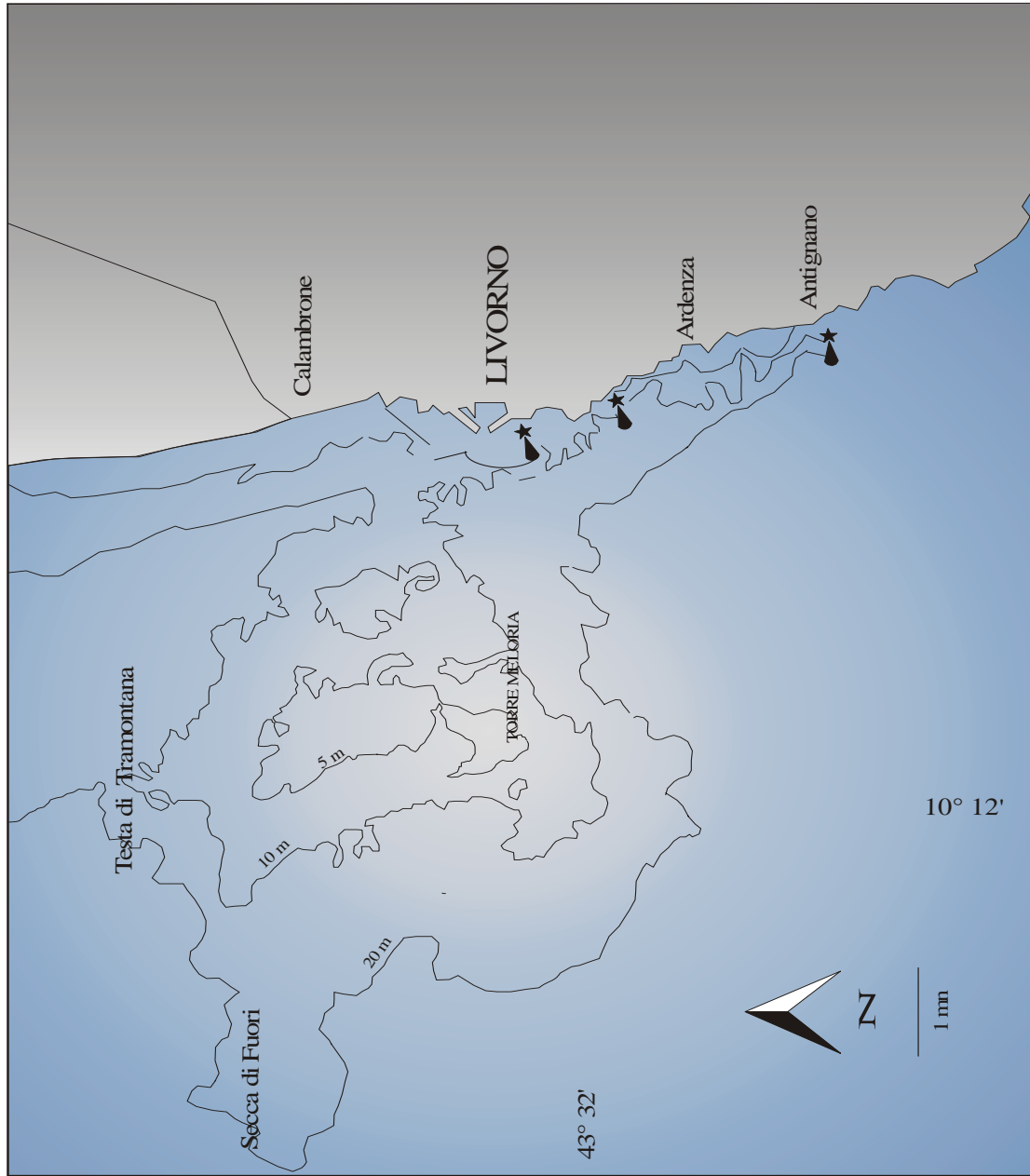


Fig. 1 - Secche della Meloria.

A questo livello termina la porzione rocciosa che degrada in un fondale fangoso pianeggiante che si estende verso Nord e verso la costa interessata dagli apporti fluviali dell'Arno.

Il limite occidentale non degrada uniformemente; infatti, mentre nella parte settentrionale si prolunga con il rilievo sottomarino della Secca di Fuori che si innalza fino a 8-9 metri di profondità situato a 5,5 km ad Ovest del faro Ship-Light, e successivamente raggiunge una profondità di circa 17 metri, mentre nella parte meridionale il fondale degrada in maniera piuttosto lineare fino alla profondità di circa 30 metri. Quest'area è dominata dalla presenza di una estesa prateria di *Posidonia oceanica* che ne ricopre quasi interamente i fondali. A circa 20-25 metri di profondità la prateria viene sostituita da ampi banchi coralligeni dominati da *Eunicella singularis* che degradano sul fondale sabbioso che ospita il popolamento del Detritico Costiero.

A 5 km dal vertice meridionale della secca in direzione S-SW il fondale risale da circa 40-45 metri fino a 26 metri, originando una formazione rocciosa nota ai pescatori locali come "Scoglio della Madonna". Il ripido salto che si ha intorno alla batimetrica dei 50 metri rappresenta il limite vero della secca, da qui compare progressivamente un sedimento organogeno.

Nella parte meridionale, segnalata dal Faro della Meloria nei cui pressi sorge l'omonima Torre, il fondale degrada dolcemente fino a raggiungere i 25 metri, man mano che aumenta la profondità il substrato roccioso viene sostituito dall'alternanza di mattoni morti e fango.

La secca raggiunge la minima profondità nella zona centrale fra il Faro della Meloria e lo Ship-Light, in questo tratto, infatti, il fondale non supera mai i 5 metri di profondità ed è caratterizzato dalla presenza dei catini. Queste strutture di origine carsica, formatesi probabilmente per fenomeni di degressione marina, presentano sul fondo

sedimento mobile costituito prevalentemente da sabbie carbonatiche grossolane di origine organogena.

1.2.2 - CENNI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AI CATINI

La geologia del fondale delle Secche è legata ai cicli sedimentari marini tirreniani riferibili all'interglaciale Riss-Würm (circa 100.000 anni fa), responsabili della deposizione e del modellamento della cosiddetta 'Panchina' fossilifera del tutto analoga a quella presente sul litorale livornese e costituente le Secche di Vada (Barsotti *et al*, 1974).

A seguito della trasgressione tirreniana si è instaurato un ambiente marino di bassofondo caratterizzato da un substrato detritico organogeno. La deposizione di sabbie calcaree si è conclusa nella fase regressiva, accompagnata dalla litificazione del sedimento e formazione del *plateau* calcareo, originando la "Panchina" calcarenitica.

Con il termine "Panchina" ("beach rock" per gli Autori anglosassoni) vengono generalmente indicate le calcareniti pleistoceniche cementate, ma pur sempre porose spesso giacenti con spessori modestissimi su superfici morfologiche delle quali è ancora ben interpretabile il significato (Barsotti *et al.*, 1974).

In tutto il litorale la "Panchina" è costituita da sabbie a grana media e grossolana a diverso grado di cementazione (ad eccezione di un'area a Sud dell'Accademia di Livorno) a composizione mista con bioclasti carbonatici (costituiti prevalentemente da Foraminiferi, da frammenti di alghe calcaree e gusci di Lamellibranchi, Gasteropodi, Echinodermi etc) e con una frazione di clasti non carbonatici, che non supera mai un terzo del totale. Questa componente non supera mai le dimensioni della sabbia media e i clasti sono costituiti da granuli mono o policristallini di quarzo e da granuli di selce a grana media.

La distribuzione del cemento calcitico (essenzialmente spatico, che costituisce da un quarto fino a metà della roccia) è irregolare e discontinuo e conferisce alla roccia un aspetto spugnoso e vacuolare a grande scala, e poroso nel dettaglio.

Nella “Panchina” sono visibili diverse strutture sedimentarie come le lamine piano-parallele, lamine oblique, piste di organismi fossori ed impronte di radici; la tessitura della roccia e la disposizione di queste lamine sono caratteristici dei sedimenti di spiaggia sia emersa, sia sommersa.

La formazione risulta costituita da due livelli, quello inferiore caratterizzato dalla presenza delle “concrezioni intrasedimentarie suborizzontali” che in pratica sono corpi arenacei a sezione subcircolare allungati in direzione del mare e quindi ortogonali alla linea di riva dell’epoca e con inclinazione debolissima, quello superiore caratterizzato dalle “concrezioni intrasedimentarie verticali” che differiscono dai precedenti per il fatto che sono allungati in senso verticale, per le dimensioni minori e per una complessità strutturale maggiore.

Per la loro tipologia Mazzanti e Parea (1979), ritengono che la loro origine sia da attribuire ad una percolazione di acque attraverso il sedimento e non da acque di impregnazione in condizioni statiche. Le concrezioni ad andamento suborizzontale dovrebbero essere connesse con le acque freatiche che defluivano verso il mare sopra la spianata intagliata dalla trasgressione tirreniana sul substrato impermeabile (argille calabriane), mentre le concrezioni ad andamento verticale possono essersi formate dalle acque piovane durante il loro lento movimento di percolazione attraverso lo strato di sabbie sovrastanti la falda freatica.

Nella “Panchina” si possono riconoscere strutture che dal punto di vista genetico si possono raggruppare in due categorie: strutture sedimentarie come le lamine, le piste dei fossatori e le impronte delle radici, e strutture diagenetiche rappresentate dalle concrezioni orizzontali e verticali.

Sopra gli affioramenti di “Panchina” della costa livornese si possono osservare diverse forme d’erosione il cui studio ha permesso la ricostruzione della genesi dei catini.

Mazzanti e Parea, (1979), hanno evidenziato, fra il limite massimo raggiunto dalle mareggiate ed il limite verso il largo degli affioramenti di questa roccia nel fondale marino, tre diverse fasce fisiografiche:

- la “fascia a superficie spugnosa” e la “fascia a vaschette di corrosione” nella zona sopratidale;
- la “spianata intertidale a marmitte” o il “solco di battente” che corrisponde alla zona intertidale;
- la “fascia a superficie irregolare e marmitte slabbrate” e la “fascia a solchi ortogonali al litorale” nella zona infratidale.

Nella zona sopratidale la “Panchina” è esposta sia all’azione delle acque meteoriche che all’azione delle acque marine (zona degli spruzzi). In questa fascia il substrato presenta una miriade di piccole cavità anastomizzate ed a prevalente allungamento verticale (superficie spugnosa). La loro origine è da attribuire all’asportazione della sabbia che riempiva queste cavità, sabbia rosso-bruna würmiana o olocenica, costituente i sedimenti superiori della serie, ma anche alla dissoluzione, operata dall’acqua piovana e dagli spruzzi, di porzioni di roccia a cemento meno resistente.

Spostandoci verso il mare, ma restando sempre nella zona sopratidale, gradatamente iniziano a delinearsi delle cavità generalmente piccole, poco profonde e di forma molto irregolare le quali divengono sempre più regolari fino a diventare rotonde ed a fondo piatto e quindi ad assumere la forma tipica delle vaschette di erosione. Sono le cavità della superficie spugnosa che iniziano a raccogliere acqua e detriti fini e si sviluppano a dare le vaschette con diametri e profondità massime che non superano i

50 centimetri. Frequenti sono le forme doppie o plurime dovute all'erosione dei setti divisorii di vaschette adiacenti per cui ne risultano vasche di forma complessa e dimensioni maggiori. La fascia a vaschette quindi corrisponde alla zona di scogliera raggiunta sempre dagli spruzzi di onde di limitata altezza ed è costantemente ed intensamente soggetta all'azione della salsedine. Un carattere peculiare di queste vaschette di corrosione, come tutte quelle che si formano per azione delle acque piovane sui calcari, è quella di estendersi più in larghezza che in profondità.

Nella zona intertidale, nella quale la "Panchina" è sottoposta all'azione delle maree, sono presenti delle strutture definite "marmitte". Sono cavità cilindriche che si distinguono dalle vaschette della zona sopratidale sia per la profondità generalmente maggiore, sia per la morfologia del bordo e delle pareti. Così come le vaschette di corrosione rappresentano la naturale evoluzione delle cavità presenti sulla fascia a superficie spugnosa, le "marmitte" possono considerarsi lo stadio evolutivo delle vaschette stesse. Ciottoli e sabbia si accumulano sul fondo delle vaschette e, a causa del moto ondoso si muovono vorticosamente levigando il fondo e le pareti divenendo strutture a pianta rotonda e pareti verticali, in pratica si trasformano in "marmitte di abrasione".

Al di sotto del livello di bassa marea la "Panchina" presenta una superficie piuttosto irregolare e cosparsa di "marmitte" più o meno slabbrate in prossimità della zona infratidale, mentre allontanandoci dal litorale il fondale presenta profondi solchi prevalentemente subparalleli ed orientati ortogonalmente al litorale le cui pareti appaiono formate dalla fusione di più "marmitte".

In questa zona sempre sommersa il movimento delle acque dipende dall'intensità delle burrasche e dall'azione delle correnti litoranee per cui è molto più irregolare e saltuario di quello che si ha nella zona intertidale. Ciò determina una minore regolarità dei movimenti dei ciottoli e della sabbia sul fondo ed inoltre la maggiore massa d'acqua

e soprattutto la maggiore energia può favorire il sollevamento dal fondo anche di grandi ciottoli che esercitano la loro azione erosiva sui bordi.

Poiché la forme di erosione della zona infratidale rappresentano l'evoluzione di quelle della zona intertidale e queste ultime l'evoluzione di quelle della zona sopratidale, appare chiaro che questa successione è stata prodotta da un mare in trasgressione per cui le cavità originatesi per prime sono quelle attualmente più al largo che si sono ampliate con l'ingressione del mare.

I catini sembrano differire dalle "marmitte" solo per le dimensioni tanto che alcuni Autori ritengono omologabili i due termini (Fancelli Galletti, 1974). I primi hanno un diametro che si aggira intorno alle decine di metri, mentre gli altri raggiungono decine di decimetri (Aiello *et al.*, 1981) per cui si può ipotizzare che i catini rappresentino lo stadio evolutivo o comunque uno stadio di avanzamento corrosivo delle "marmitte" stesse (Giannelli *et al.*, 1980). Queste depressioni sono quindi di origine carsica e non sono da interpretare come forme di erosione subacquea originatesi in una fase di regressione come affermato da Barsotti *et al.*, (1974) secondo cui la litificazione, cioè la trasformazione della sabbia calcarea in "Panchina" avrebbe portato alla formazione di un plateau e nelle zone in cui l'azione dinamica delle acque era più forte si sarebbero formate delle depressioni soggette ad un rapido riempimento denominate appunto catini.

Secondo Fierro *et al.* (1969) , invece, il termine catino andrebbe riferito solo alle forme aperte nella Panchina calcarenitica, mentre un termine diverso andrebbe coniato alle forme che si aprono nei punti di minima resistenza delle "mattes".

Gli Autori ritengono non omologabili queste due strutture a causa della loro diversa origine e per l'età dei sedimenti che caratterizzano il loro fondo. I catini originatesi nella prateria sono strutture di erosione delle "mattes", e quindi chiamate "Intermattes" (Mazzanti *et al.*, 1984). Essi sono di origine organica ed i sedimenti risalgono

all'olocene oppure sono attuali. Alla loro genesi partecipa soprattutto l'azione dinamica del mare (moto ondoso e correnti di fondo), ma non vanno comunque sottovalutate le azioni antropiche deturpanti il fondale, come ad esempio la deposizione e l'aratura indotta dalle ancore, lo strascico delle reti ecc. (De Biasi *et al.*, 1998). Nel tempo, questi morfotipi, si allargano e congiungendosi tra loro, formano dei veri e propri canali all'interno dei quali agiscono le correnti di fondo favorendo ulteriormente l'erosione.

I catini in senso stretto, invece, sono quelli si ritrovano nel corpo della secca e sono strutture di erosione della "Panchina" tirreniana (Mazzanti *et al.*, 1984). All'interno di queste depressioni si accumula sedimento, di tipo terrigeno e organogeno costituito da frammenti calcarei di vari gruppi animali, soprattutto Molluschi, e vegetali. Si vengono, così a formare piccole spiagge costituite da sabbia di colore chiaro, piuttosto grossolana, ordinata in ripple marks e mista a microconchiglie.

1.2.3 - CENNI OCEANOGRAFICI E CLIMATOLOGICI

Le Secche della Meloria per conformazione e posizione (modesta profondità e particolare regime dei venti), rappresentano un ambiente ad elevato idrodinamismo.

Studi oceanografici e climatologici recenti compiuti sull'Arcipelago Toscano e sul sistema marino costiero livornese, hanno fornito, seppur indirettamente, dati sulla situazione ambientale della secca permettendo così di ampliare le conoscenze già acquisite.

Lo studio realizzato da Fierro *et al.* nel 1969, basato su osservazioni compiute negli anni sessanta, è l'unico lavoro scientifico effettuato direttamente sulle Secche della Meloria che si è occupato anche di questi aspetti.

I dati ottenuti indussero gli Autori a formulare alcune considerazioni di carattere generale, per lo più confermate dalle indagini svolte in questi ultimi anni nel Mar Ligure

Meridionale.

Secondo questi studi la circolazione delle masse d'acqua risultava essere variabile, almeno negli anni di indagine, soprattutto in relazione alla stagione. Durante i mesi estivi ed in buone condizioni meteorologiche fu individuata una corrente diretta prevalentemente da Nord verso Sud la quale, incontrando la barriera geologica della secca, si divideva in due rami: uno orientale, attraverso il canale che separa la secca dalla terra ferma con direzione parallela alla linea di costa e caratterizzato da una elevata velocità superficiale; l'altro occidentale che fluiva verso il largo. Durante i mesi invernali, la corrente sembrava invertire la propria direzione dirigendosi da Sud verso Nord con un andamento a due rami analogo a quello dei mesi precedenti.

Dagli altri lavori riguardanti la circolazione generale del settore di mare antistante la costa livornese emerge che in effetti esiste una corrente dominante diretta da Sud verso Nord e una sottocorrente o comunque strutture vorticose e fenomeni di ricircolazione a Sud di Livorno dovuti alla presenza della secca (Gasparini *et al.*, 1986; De Simone *et al.*, 1993; Immordino & Setti, 1993; Astraldi *et al.*, 1993a).

La presenza di una corrente generale diretta verso settentrione è da attribuire al fatto che a queste latitudini, o poco più a Sud, ci troviamo in prossimità dell'interfaccia di due bacini, Mar Ligure e Mar Tirreno, che si differenziano a causa delle loro caratteristiche termiche.

Il Mar Ligure, infatti, essendo esposto ai venti secchi settentrionali che spirano dalla valle del Rodano, ha una temperatura sensibilmente più bassa di quella del Mar Tirreno e questo gradiente tende ad essere più marcato durante i mesi invernali. Ciò crea, in conseguenza di densità diverse, maggiore il Ligure, minore il Tirreno, uno spostamento di masse d'acqua con scambi prevalentemente in direzione del bacino settentrionale più frequenti nel periodo invernale e primaverile.

Durante i mesi estivi gli scambi fra i due bacini sono praticamente inesistenti in

quanto il gradiente termico è minore rispetto a quello che si ha durante l'inverno e di conseguenza anche quello densimetrico risulta poco rilevante.

Quindi tutta l'area in questo periodo è bagnata dalle acque del Mar Ligure in cui penetra però una vena d'acqua più fredda proveniente dal largo la quale, una volta raggiunta la zona delle secche, si divide in due flussi che si muovono in direzione opposta lungo la costa della Toscana (Astraldi *et al.*, 1993b).

Le Secche della Meloria, pur trovandosi ad una latitudine più elevata del fronte di separazione dei due bacini, sono ugualmente coinvolte da questo movimento delle masse d'acqua.

Dall'analisi degli apporti fluviali dell'Arno emerge che questi hanno una distribuzione particolare in funzione dei movimenti circolatori suddetti e, difatti durante tutto l'anno, ad esclusione del periodo estivo in cui è presente la corrente trasversale, si portano a ventaglio a nord della foce (Astraldi *et al.*, 1993a).

Le Secche della Meloria sono quindi salvaguardate, almeno in parte, dall'inquinamento proveniente dalla costa, soprattutto dalla città di Livorno, e dagli apporti fluviali dell'Arno i quali, essendo più cospicui nei mesi autunnali durante il periodo delle piogge, vengono prevalentemente concentrati sulla costa viareggina.

Studi recenti hanno dimostrato l'importante ruolo delle Secche della Meloria nella circolazione delle masse d'acqua dell'area e nella relativa distribuzione dei sedimenti lungo le coste dell'Arcipelago Toscano (Guida *et al.*, in stampa).

Analizzando gli aspetti climatologici di Livorno, quali piovosità, temperatura e venti, dai lavori bibliografici emerge che, per lo meno negli anni in cui sono state condotte le indagini, questi sono estremamente variabili: ad anni piovosi si alternano anni di siccità, a periodi caldi, periodi freddi, a venti che spirano prevalentemente da un quadrante si alternano venti che spirano da un altro (Fierro *et al.*, 1969; Meini *et al.*, 1979). Gli Autori hanno evidenziato la prevalenza di venti di maestrale e tramontana di media intensità

durante la stagione estiva; in inverno prevalgono, invece, venti di maggiore intensità quali grecale, scirocco, libeccio e ponente.

Il Libeccio, quindi, pur manifestandosi con più forza non sembra essere il vento dominante delle coste livornesi.

1.3 - CONOSCENZE DELLE SECHE CARATTERISTICHE BIOTICHE

I primi studi sulle Secche della Meloria risalgono alla fine degli anni '60 nei quali emerse immediatamente il grande valore naturalistico del sito.

Bacci descrive la Meloria come un habitat caratterizzato da una modesta profondità, da una notevole eterogeneità dei fondali, dall'esistenza di zone naturali di rifugio per la fauna e sede di popolamenti floristici e faunistici di grande interesse per la loro ricchezza e diversità (Bacci *et al.*, 1969).

Successivamente, nei primi anni '70, sono stati intrapresi numerosi studi ecologici e bionomici volti a confermare l'importanza di quest'area. Particolare interesse è stato rivolto alla fauna e alla flora (Cognetti, 1965; Sordi, 1969; Cinelli, 1969; Morselli, 1970; Cinelli, 1971; Cognetti Varriale, 1972; Katzmann, 1972). Storicamente minor attenzione è stata volta aspetti geologici che sono stati affrontati esclusivamente da Fierro *et al.*, 1969.

Le prime ricerche sulla vegetazione sommersa delle Secche della Meloria sono state condotte da Cinelli negli anni '70 e hanno evidenziato una notevole varietà floristica, nonostante la ristretta fascia batimetrica in cui si trova. In seguito ad una serie di ricerche finalizzate alla descrizione delle principali biocenosi vegetali è emerso che l'elevata eterogeneità del substrato permette l'insediamento di popolamenti sciafili all'interno di un ambiente tipicamente fotofilo come già evidenziato.

L'Autore ha, comunque, riscontrato l'esistenza di due associazioni vegetali distinte. Nella zona in cui il fondale è pianeggiante questa è dominata da biocenosi fotofile e da *Posidonia oceanica* (L.) Delile; negli ambienti di penombra, come anfratti o alla base dei fasci di *Posidonia* esistono tipiche fitocenosi emisciafile e sciafile caratterizzate da una cospicua presenza di alghe corallinacee incrostanti e da organismi sessili come Cnidari,

Poriferi e Briozoi. Nelle zone in cui le condizioni termiche si mantengono abbastanza uniformi, si sviluppano facies in cui predominano alghe termofile ad affinità subtropicale come ad esempio *Acetabularia acetabulum* (L.) P.C. Silva, *Dasycladus vermicularis* (Scopoli).

Attraverso una indagine sulla zonazione della vegetazione all'interno dell'ambiente-secche, l'Autore evidenzia l'elevata peculiarità strutturale dei piani di vegetazione. Essi, infatti, non possono essere ricondotti a quelli che si ritrovano lungo la costa rocciosa dell'antistante litorale livornese, poiché qui non esistono i piani Sopra e Mesolitorale, ma si può parlare solo del piano Infralitorale.

Intorno agli anni '80 nonostante che studi condotti sottolineassero la rilevanza ecologica delle Secche, queste furono addirittura sede di scarica di fanghi portuali, che hanno portato dissesto all'equilibrio naturale dell'intero ambiente (Cognetti, 1981). Questo evento ha risollevato proposte di tutela ambientale della secca (Cognetti, 1981; Cognetti, 1990), già promosse in passato da altri Autori (Bacci *et al.*, 1969) senza però, esito positivo.

Successivamente le Secche della Meloria sono state oggetto di ulteriori indagini e ricerche sia di tipo floristico (Piazzi *et al.*, 1994, Piazzi *et al.*, 1997) che faunistico (Gallo D'Addabbo *et al.*, 1998; Huys & Todaro, 1997; Todaro, 1998a; Todaro, 1998b; Todaro, 1998c; Todaro & Kristensen, 1998 De Biasi e Pacciardi, 2008) tali studi hanno permesso di approfondire le conoscenze sulla meiofauna che popola il fondo dei catini nel corpo centrale della secca .

Tra le scoperte più interessanti si annoverano quella di un piccolo Crostaceo Copepode che ha consentito di descrivere un nuovo genere: *Meloriastacus ctenidis* (Todaro e Huys, 1997). E' stata inoltre descritta una ricchissima fauna a Gastrotrichi (Todaro, 1998); una nuova specie di Polichete per il Mediterraneo: *Eteonides elongata* (Cognetti, 1972); Molluschi Opisthobranchi (Sordi, 1969); nonché il primo Loricifero del

genere *Nanalaricus* nella fauna italiana (Todaro, 1998a); numerosissimi Tardigradi (De Zio *et al.*, 1997) e 4 generi appartenenti al gruppo dei Copepodi Arpacticoidi non ancora annoverati tra la fauna italiana: *Interleptomesochra attenuata* (Scott, 1896), descritto originariamente nel meiobenthos delle Isole Britanniche; *Cylindropsillus ibericus* (Huys e Willems, 1993); *Leptopontia mediterranea* (Huys e Willems, 1996); *Syrticola mediterraneus* (Willems, Claeys e Fiers, 1987) (Todaro, 1999).

Oltre agli studi effettuati sui popolamenti bentonici, Biagi e altri Autori hanno svolto uno studio sulla fauna ittica presente nei catini (Biagi *et al.*, 1998).

Essa è caratterizzata, da un punto di vista qualitativo essenzialmente da famiglie quali Labridae (11 specie tra cui *Coris julis*) e Sparidae (6 specie di tra cui *Diplodus vulgaris*, *Diplodus sargus* e *Sarpa salpa*). Tra le specie più abbondanti sono state evidenziate *Aphia minuta*, *Coris julis* e il Pomacentride *Chromis chromis*. Questo popolamento riflette la struttura tipica delle comunità ittiche del piano infralitorale superiore descritte in altre zone del Mediterraneo. Parallelamente allo studio condotto sui catini sono state effettuate delle videoriprese subacquee in altre zone delle Secche. L'immagine complessiva, delle Secche della Meloria è quella di una zona caratterizzata da un popolamento ittico povero e poco differenziato. Al contrario, focalizzando l'indagine sui soli catini, il risultato è quello di un popolamento assai ricco e diversificato per cui i valori degli indici univariati (ricchezza specifica di Margalef, diversità di Shannon- Wiener ed equitabilità di Pielou) sono paragonabili a quelli riportati in letteratura per aree non protette (Biagi *et al.*, 1998).

Nel 1998 De Biasi conduce uno studio sulla caratterizzazione bionomica mediante transetti pilota, dei popolamenti dei catini. L'Autore ha individuato la distribuzione e i limiti inferiori della prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile, presente nelle secche. Tale prateria risulta essere l'elemento dominante delle Secche colonizzando vaste aree comprese tra i primi metri di profondità fino alla batimetrica dei 30 metri. Da questo

studio è emerso che la prateria presenta segni evidenti di alterazione verosimilmente imputabili a cause sia naturali sia antropiche. Questi studi hanno confermato l'invasione massiva di tutta l'area da parte di *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (De Biasi, 1998); Questa invasione risulta più cospicua rispetto a quanto rilevato da Piazzini (Piazzini *et al.* 1997).

Nel 2000 studi effettuati da De Biasi e Gai hanno portato alla prima mappatura dettagliata dei catini e dei fondali che ospitano queste depressioni. Lo studio ha consentito di individuare e mappare 6 diverse tipologie ambientali che sono state cartografate realizzando una carta dei fondali a scala 1:5000, scala che fornisce oltre ad una visione sinottica del sito, anche un'immagine dinamica e facilmente aggiornabile dello stesso. Fra le tipologie ambientali sono stati annoverati anche "i catini" i quali, essendo presenti in numero elevato, vengono considerati un habitat peculiare a sé stante e non depressioni occasionali. Tale studio ha inoltre permesso di identificare 27 catini ascrivibili a tre fondamentali tipologie che differiscono tra loro per composizione granulometrica del sedimento del fondo, profondità e conformazione delle pareti (De Biasi e Gai, 2000).

Nel 2003 il Centro Interuniversitario di Biologia Marina di Livorno avvia uno studio su tre catini macroscopicamente simili e topograficamente vicini per rilevare eventuali differenze compositive e strutturali dei popolamenti bentonici che li colonizzano. Lo studio ha consentito di affermare che le due depressioni, sebbene geograficamente vicine e macroscopicamente simili, ospitano popolamenti che differiscono maggiormente negli aspetti compositivi che strutturali (De Biasi *et al.*, 2003).

Ulteriori studi (De Biasi e Gai, 2004) hanno consentito di stilare la prima lista faunistica dell'infauna delle Secche della Meloria con la raccolta e l'identificazione di 191 specie.

L'elevata biodiversità e il valore naturalistico della secca è sempre stato sottolineato

dagli Autori che hanno svolto indagini in quest'area sottolineando la necessità di tutelare l'area (De Biasi, 2008; De Biasi e Pacciardi 2008; De Biasi e Pacciardi, 2007; De Biasi, 1998; Todaro, 1998; Conetti, 1990; Cognetti, 1981; Cinelli, 1971; Bacci *et al.*, 1969).

Già dagli anni sessanta, infatti, essa era stata proposta dal Prof. Bacci come "parco marino sperimentale" per il suo intrinseco valore naturalistico. Segnali di interesse a tale proposta arrivano trentanni dopo quando il tratto di mare antistante la costa livornese viene indicato dal Ministero dell'Ambiente come idoneo per l'istituzione di un parco marino (legge 979/82).

A oggi, però il Decreto Istitutivo di Regolamento dell'Area Marina Protetta (AMP) non è ancora stato varato nonostante la comunità scientifica sottolinei a gran forza l'interesse naturalistico dell'area. Dato il crescente impatto antropico che grava sulla costa livornese questo approccio sembra l'unico possibile per garantire la conservazione e la protezione di questo patrimonio naturalistico (De Biasi e Pacciardi 2008).

1.4 - SCOPO DELLA TESI

Lo scopo di questa tesi è quello di contribuire all'arricchimento delle conoscenze relative alle Secche della Meloria.

In particolare è stata analizzata la struttura dei popolamenti che si sviluppa sul substrato duro delle pareti dei catini e si è cercato di confrontare i dati ottenuti con quelli degli studi pregressi (Cinelli, 1971).

Si è studiato inoltre, la variabilità spaziale di questo particolare sistema e si sono confrontati tali patterns di variabilità, con i quelli riscontrati nei popolamenti dei fondi mobili dei catini stessi.

E' stata testata l'ipotesi che i popolamenti investigati si dimostrino eterogenei e che le depressioni rappresentino unità biologiche distinte, come è stato messo in evidenza da vari Autori per i fondi sabbiosi (Severi, 2000; De Biasi et al., 2003; De Biasi e Gai, 2004).

2.1 - AREA DI STUDIO

Lo studio è stato condotto nel settore orientale delle Secche della Meloria in 3 catini situati circa 1 km a ovest del Faro. Le aree investigate hanno un profilo batimetrico simile, infatti la profondità varia tra i 6 e gli 8 metri, sono molto vicine tra loro, tanto da rendere necessarie le mire a terra per localizzarle.

I catini si trovano su substrato roccioso costituito prevalentemente da roccia calcarenitica e *P. oceanica* (L.) Dalile (Fig. 2).

La tabella sottoriportata schematizza l'inquadramento dell'area di studio.

Tabella 1– Il valore riportato della profondità si riferisce a quella media.

	Latitudine N		Longitudine E		Profondità (m)
<i>Catino 1</i>	43°	32'	10°	12'	6,5
<i>Catino 2</i>	43°	32'	10°	12'	7,5
<i>Catino 3</i>	43°	33'	10°	12'	7

Fig. 2 – Carta dei catini.



2.2 – DISEGNO DI CAMPIONAMENTO E PRELIVO DEI CAMPIONI

Lo studio si è svolto nel periodo autunnale del 2008. Da numerosi dati bibliografici (Gray, 1981; Jean & Hily, 1994) risulta che 3 repliche per ogni stazione sono un numero sufficiente in una indagine quantitativa di un'area ampia, comunque, maggiore è il numero di campionamenti e più rappresentativo sarà il campione.

A guidare la scelta di un opportuno piano di campionamento dei tre catini, sono state le indagini semiquantitative del passato, che hanno messo in luce un'elevata variabilità ed eterogeneità dei popolamenti bentonici.

I catini sono stati scelti accuratamente per le caratteristiche simili di profondità, esposizione alle correnti, tipologia di fondale che li ospita e vicini tra loro, al fine di minimizzare più variabili possibili. In ognuno dei catini sono state prelevate 4 repliche di materiale roccioso, tutte orientate ad est e situate ad almeno un metro dal fondo.

Il campionamento è stato realizzato in immersione autonoma con autorespiratore ad aria (A.R.A). In ogni catino sono state prelevate 4 repliche per l'analisi florofaunistica utilizzando la tecnica del grattaggio completo.

Mediante un martello e uno scalpello sono stati raccolti gli organismi incrostanti presenti su superfici di 400 cm² (un quadrato di 20 cm di lato), per un volume complessivo di circa 2-3 l ogni replica.

Il materiale è stato trasportato a terra, in sacchetti di nylon, opportunamente siglati con il nome del catino preso in esame e della replica, e chiusi con elastici, per impedirne la dispersione. Successivamente in laboratorio i campioni sono stati fissati in aldeide formica al 4-% e messi in contenitori IN HDPE da 2 l a chiusura ermetica.

Rispetto ad altre tecniche di campionamento, quali immagini fotografiche, video riprese subacquee e transetti, la tecnica utilizzata in questo studio è distruttiva in quanto prevede l'asportazione di tutti gli organismi presenti nell'area di interesse e necessita la rimozione delle rocce a cui sono attaccati. Tuttavia l'enorme precisione e accuratezza di dati, rilevabili attraverso indagini al microscopio, rappresenta un enorme vantaggio.

Il lavoro sul campo è stato svolto in mare con l'ausilio di un' imbarcazione modello Pilotina Gobbi 640, messo a disposizione dal Centro Interuniversitario di Biologia Marina di Livorno, dotato di apparecchiature elettroniche di supporto alla navigazione e di indispensabile utilità per l'individuazione dei catini. In questo studio sono stati utilizzati due GPS modello Garmin 76Cx.

2.3 – ANALISI DEI CAMPIONI IN LABORATORIO

Dopo una breve descrizione fisionomica, i campioni sono stati sottoposti a sorting qualitativo e quantitativo e successivamente è stata effettuata la misura del biovolume. Dopo essere estratto dal liquido fissativo, il materiale smistato è stato sottoposto a lavaggio e trasferito nel liquido di preservazione (alcool etilico al 70%).

2.3.1 – SORTING E DETERMINAZIONE TASSONOMICA

Il materiale raccolto e conservato nei barattoli da 2 litri è stato versato in vasche di plexiglas e lavato abbondantemente con acqua per eliminare la formalina le cui esalazioni sono tossiche; questa operazione è stata compiuta in laboratorio sotto cappa aspiratrice e utilizzando acqua corrente a bassa potenza e per breve tempo per non danneggiare gli organismi.

Una volta lavato il materiale, è stato effettuato il sorting, cioè la separazione della componente inorganica dalla componente organica.

Gli organismi raccolti sono stati posti in scatole Petri per poter essere osservati allo stereoscopio binoculare.

In prima analisi gli individui sono stati separati per grandi gruppi tassonomici, successivamente sono stati identificati fino al livello di specie, dove questo è stato possibile, sono stati contati e conservati in appositi barattoli contenenti alcool al 70%.

Gli organismi ritrovati sono stati determinati utilizzando guide floro-faunistiche e grazie all'aiuto di specialisti.

Le specie identificate sono state riportate in apposite schede di laboratorio indicando il numero specifico ed il sito di appartenenza.

2.3.2 – CALCOLO DEL BIOVOLUME

In questo studio per valutare le dominanze specifiche ai fini di una caratterizzazione del popolamento dei catini è stato eseguito il calcolo del biovolume.

La misura del biovolume è strettamente correlata al peso organico, e fornisce una valutazione quantitativa di diretto significato per la comprensione delle modalità di dominanza nell'occupazione del substrato disponibile.

Il biovolume appare infatti, come sostengono alcuni autori (Castrifey e Chassé, 1991), una buona valutazione quantitativa in quanto la dominanza spaziale degli organismi sessili risulta maggiormente legata al biovolume che alla biomassa. La stima del biovolume non è distruttiva e presenta anche l'indubbio vantaggio di affiancare ad una grande semplicità operativa una notevole precisione delle misure.

Il biovolume è stato misurato per ciascun gruppo sistematico per innalzamento della colonna d'acqua utilizzando cilindri graduati di capacità crescente a seconda delle dimensioni dell'organismi da misurare.



Fig.3.a - Campione lavato pronto per il sorting.



Fig.3.b - Esemplare di *Hesione splendida* Savigny, 1818

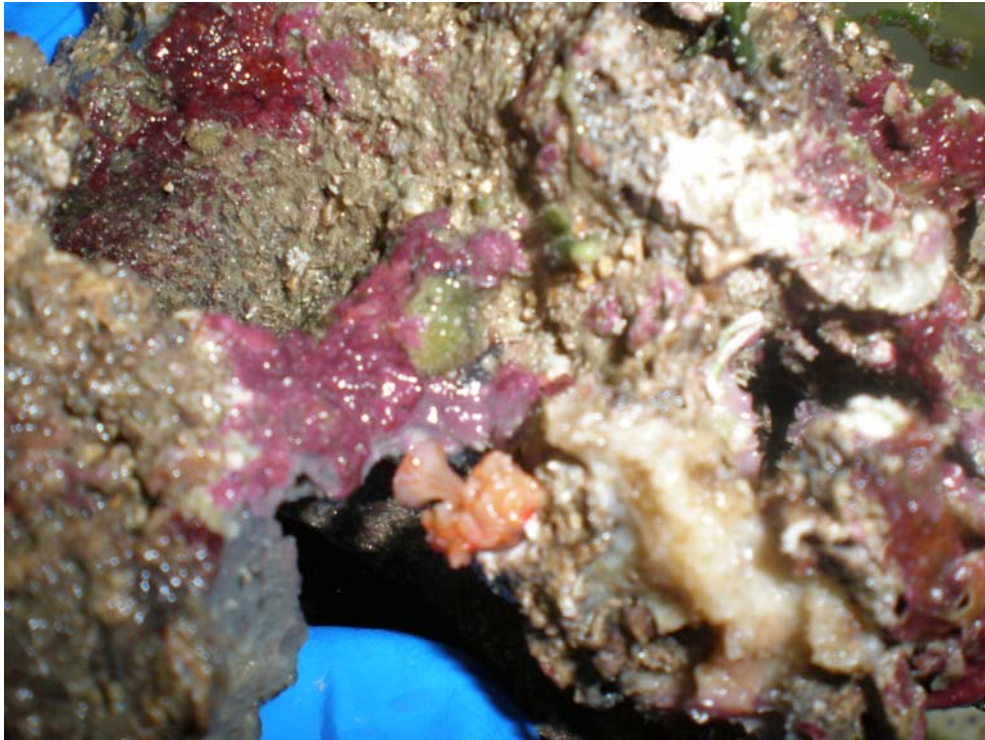


Fig.4.a Dettaglio *Serpula vermicularis* Linnaeus, 1767

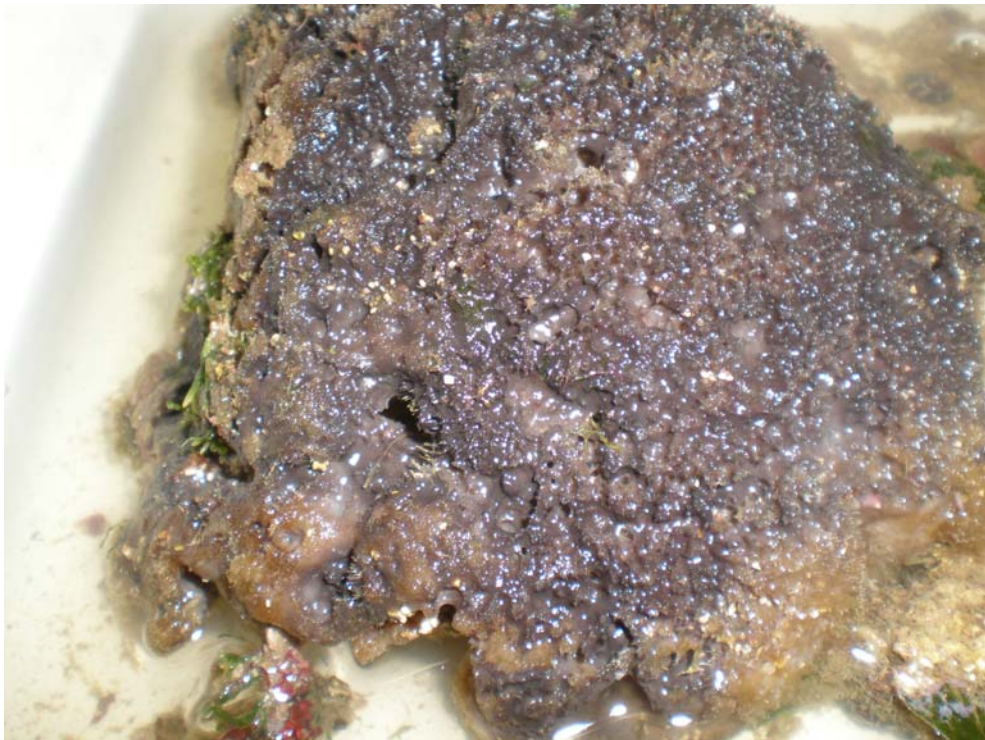


Fig.4.b *Spongia (Spongia) virgultosa* (Schmidt, 1868)

2.4 - ELABORAZIONE DEI DATI

Lo studio della composizione delle comunità macrobenthoniche dei catini mediante analisi statistiche univariate e multivariate, ha reso necessario la compilazione di due matrici.

La prima matrice, specie x stazione, riportata i dati di presenza - assenza, la seconda costruita nello stesso modo riporta invece i dati di abbondanza espressi in millilitri (Allegato n° 2-3).

Il piano di ordinamento è stato ottenuto mediante MSD (Non-metric multidimensional scaling) (Kruskal and Wish, 1978; Clarke and Green 1988).

La significatività statistica delle differenze tra catini è stata testata attraverso oneway-ANOSIM.

La procedura SIMPER (Clarke, 1993), ha potuto, invece, evidenziare le percentuali con le quali le specie contribuiscono alla similarità all'interno del catino e alla dissimilarità tra i catini.

Inoltre l'analisi delle pseudocomponenti di varianza calcolate tra catini e repliche ha permesso di osservare in quale livello (catini o repliche) la variabilità risulti maggiore.

3 - RISULTATI

3.1 - DESCRIZIONE GENERALE DEL POPOLAMENTO

Dal campionamento effettuato sono state rinvenute complessivamente 113 specie o taxa superiori 58, appartenenti al Regno Animalia e ripartite nei seguenti phyla: Anellida, Artropoda rappresentati dal subphylum Crustacea, Chordata, Echinodermata, Nemertea, Mollusca, Platyhelminthes, Porifera, e Sipuncula.

Per il Regno delle Plantae sono state contate 55 specie di macroalghe di cui 7 appartenenti alle Chlorophyta, 7 alle Phaeophyta e 41 alle Rhodophyta (Allegato n°7).

I Platelminti non sono stati classificati in quanto la loro determinazione è possibile solo se vivi, mentre in questo studio la determinazione è avvenuta dopo aver fissato gli organismi con formalina al 5%

Fra gli altri gruppi ritrovati, la classe più ampiamente rappresentata in termini di abbondanza espressa in millilitri, è quella delle Rhodophyta, che con 728,8 ml ripartiti in 41 specie, costituisce il 36% del biovolume totale (Fig.5.a; Fig.5.b). Nell'ambito di questo phylum la specie più abbondante è risultata *Peyssonnelia rubra* J. Agardh (374 ml). Da segnalare in questo gruppo la presenza anche se minima di due specie invasive quali *Acrothamnion preissii* Wollaston (0,1 ml) e *Womersleyella setacea* R.E. Norris (1,86ml).

Segue il Phylum dei Poriferi (457 ml) questo gruppo è rappresentato da 7 specie. Gli Ordini presenti sono 6 ma solo 2 contribuiscono a dare un apporto significativo: Dictyoceratide con 2 specie *Sarcotragus spinosulus* (227 ml) e *Ircinia variabilis* (42 ml) e Dendroceratide con *Spongia (Spongia) virgultosa* (163 ml) (Fig.5.a ; Fig.5.b).

Le Chlorophyta sono presenti con 7 specie. Il contributo maggiore proviene da *Flabellia petiolata* Nizamuddin (121,8 ml), seguono le Corallinacee incrostanti (100 ml) e

Caulerpa racemosa J. Agardh (100,8 ml) specie invasiva. Nel complesso le Chlorophyta rappresentano il 17 % del popolamento totale.

Nel phylum dei Molluschi (212,2 ml) pari al 10 % del totale sono stati contati 231 individui ripartiti in 16 specie di cui 1 appartenente alla classe delle Amphiuiranea (2 individui), 7 a quella dei Gasteropodi (32 individui) e quella dei Bivalvi, la più numerosa con (197 individui).

Il phylum dei Cordati (138 ml) è rappresentato da due specie *Halocynthia papillosa* e *Ascidia* ind. appartenenti alla classe delle Ascidi. Il contributo maggiore è dato da *Ascidia* coloniale ind. (128 ml).

I Crostacei (93,62 ml) sono presenti con tre ordini: I Decapodi, 91 individui ripartiti in 7 specie, che rappresentano l'84% dell'intero subphylum; gli Anfipodi con 6 specie e 13 individui e gli Isopodi con 4 individui di uno unico genere.

Nel complesso i Crostacei rappresentano il 4% del biovolume misurato (Fig.5.a ; Fig.5.b).

I Policheti, 180 individui ripartiti in 13 specie o taxa superiori, costituiscono il 2 % del biovolume totale. Nell'ambito di questa classe sono stati individuati tre Ordini il più numeroso è quello dei Sabellida (129 individui) ripartiti in 7 specie. Segue l'ordine dell'Aciculata 34 individui e 4 specie, infine l'ordine Phyllodocida 10 esemplari e 2 specie. In questo gruppo sono stati contati tre esemplari appartenenti a *Neanthes nubila* specie non presente nella checklist del Mar Tirreno.

Gli altri gruppi sono poco rappresentati : gli Echinodermi presentano 4 forme juvenilis suddivise in 2 specie, i Sipunculidi annoverano 19 esemplari ripartiti in 2 specie *Phascolosom granulatum* e *Sipunculus nudus* .

Infine le Phaeophyta con 9,18 ml ripartite in 7 specie apportano un contributo estremamente esiguo al biovolume del popolamento totale (Fig.5.a ; Fig.5.b).

POPOLAMENTO DEI CATINI

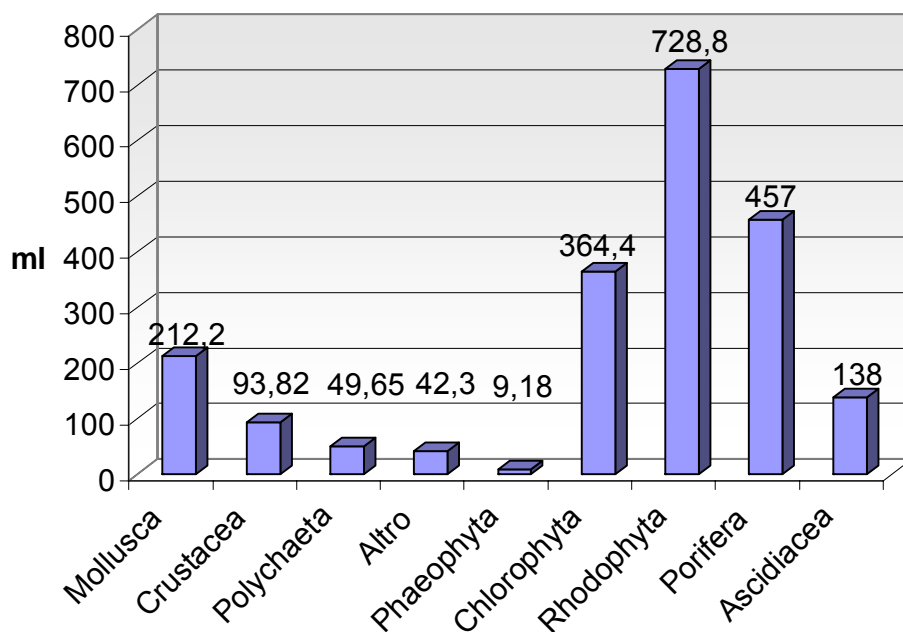


Fig.5 a – Ripartizione in termini di biovolume dei taxa nei tre catini.

POPOLAMENTO DEI CATINI

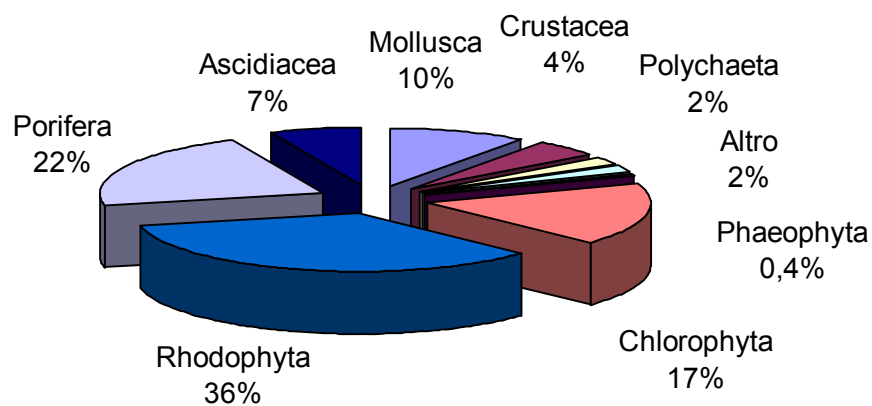


Fig.5 b – Ripartizione percentuale in termini di biovolume dei taxa nei tre catini.

3.1.2 – ANALISI COMPOSITIVA (PRESENZA - ASSENZA)

La matrice elaborata attraverso l'analisi multivariata relativa ai dati di presenza-assenza è costituita da 113 specie x 12 repliche.

L'analisi statistica condotta attraverso one-way ANOSIM relativo ai dati di presenza-assenza ha rivelato che solo i catini 1 e 3 e 2 e 3 sono significativamente diversi per $p < 0.05$. Infatti il livello di significatività risultato è di 2,9% per ogni combinazione di confronto. Il PAIRWISE R ha evidenziato che il catino 2 e 3 sono quelli più diversi tra loro ($R = 0,93$), a seguire c'è la combinazione catino 1-catino 3 ($R = 0,74$) mentre per i catini 1 e 2 il risultato ottenuto 11,4% risulta maggiore del valore di significatività.

Attraverso il SIMPER è stata quantificata la percentuale di dissimilarità media tra i catini 1, 2 e il catino 3 che sono risultate essere rispettivamente di 43,88%, 48,80% e di 49,78% (Tab. 2).

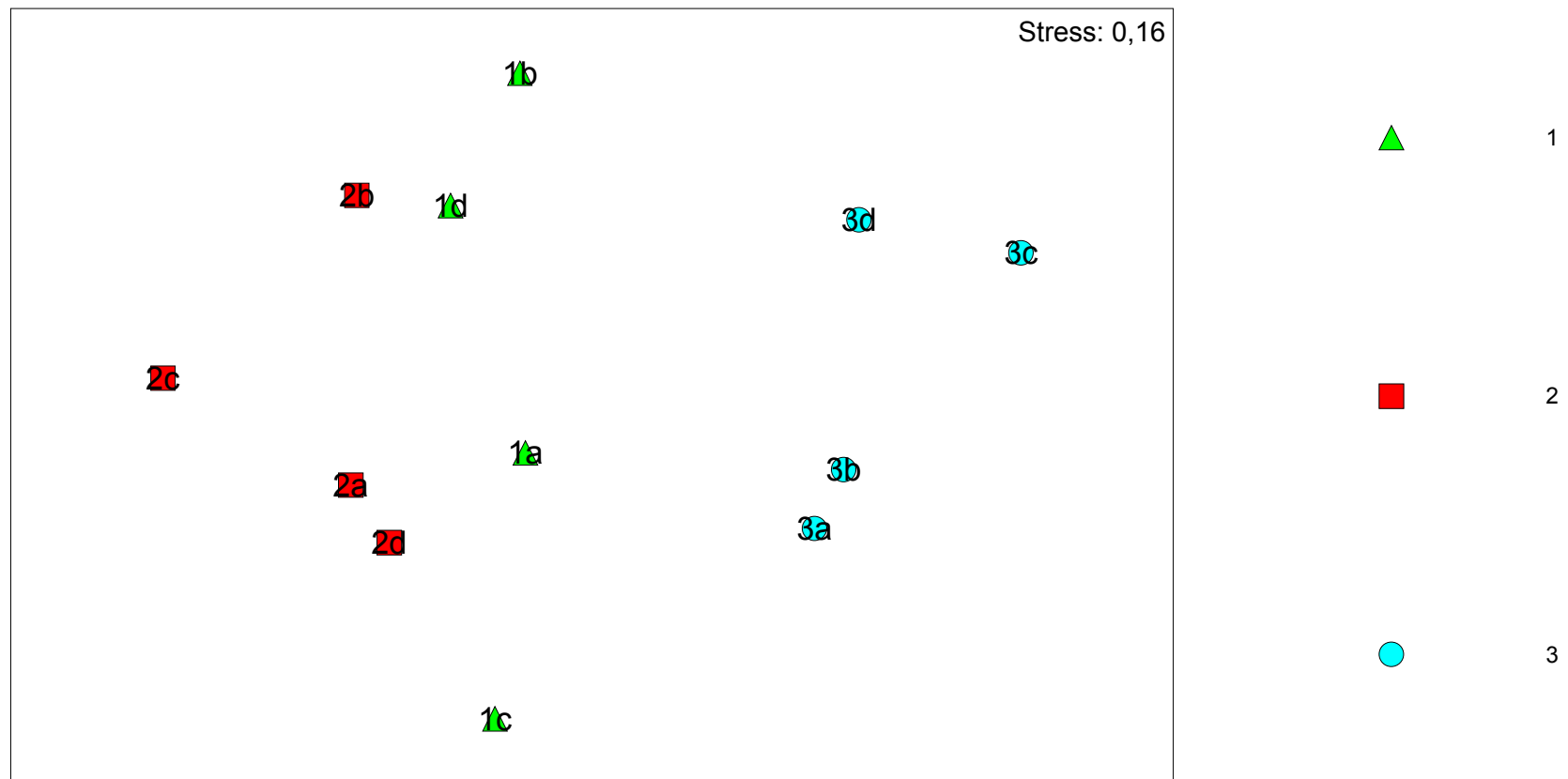
Tabella 2 – σ = dissimilarità media in termini di biovolume tra due catini.

Catino 1 vs Catino 2	Catino 1 vs Catino 3	Catino 2 vs Catino 3
$\sigma = 43,88\%$	$\sigma = 48,80\%$	$\sigma = 49,78\%$

Dall'analisi si osserva che nel popolamento bentonico dei catini 1-2 predominano, *Peyssonnelia rubra* J. Agardh, le Corallinacee incrostanti e *Spongia (Spongia) virgultosa*. Nel catino 3 la comunità bentonica è caratterizzata da *Flabellia petiolata* Nizamuddin, *Caulerpa racemosa* J. Agardh e *Sarcotragus spinosulus*.

Confrontando i dati emersi dall'analisi compositiva è possibile affermare che il catino 3 è caratterizzato da un popolamento differente dai catini 1 e 2 (Fig. 6).

Fig.6 – Piano di ordinamento ottenuto dal Multidimensional Scaling applicato alla matrice presenza – assenza.



3.1.3 – ANALISI STRUTTURALE (BIOVOLUME)

Per effettuare l'analisi compositiva della comunità bentonica in termini di biovolume è stata elaborata una matrice identica a quella sopracitata, e i valori relativi all'abbondanza degli organismi campionati, sono stati espressi millilitri.

Attraverso l'analisi one-way ANOSIM è stato possibile osservare che i tre catini sono significativamente diversi per $p < 0.05$. Infatti il livello di significatività risultato è di 2,9% per ogni combinazione di confronto. Il PAIRWISE R ha evidenziato che il catino 2 e 3 sono quelli più diversi tra loro ($R = 0,74$), a seguire c'è la combinazione catino1-catino 3 ($R = 0,68$) e poi catino-1 e catino-2 ($R = 0,45$).

Attraverso il SIMPER è stata quantificata la percentuale di dissimilarità media tra i catini che sono risultate essere di 60,03% tra il catino-1 e il catino-2, di 79,13% tra il catino-1 e il numero 3 e di 77,79% tra il catino-2 e il catino- 3 (Tab.3).

Tabella 3 – σ = dissimilarità media in termini di biovolume tra due catini.

Catino 1 vs Catino 2	Catino 1 vs Catino 3	Catino 2 vs Catino 3
$\sigma = 60,03\%$	$\sigma = 79,13\%$	$\sigma = 77,79\%$

Nella comunità bentonica del catino 1 predomina in termini di biovolume la rhodophyta *Peyssonnelia rubra* J. Agardh (28,25) che contribuisce per il 12,20 % alla dissimilarità con il catino 2 e per il 7,46 % con il catino 3. *Codium coralloides* P.C. Silva (25) specie esclusiva di questo catino incide con un valore di 10,68% alla dissimilarità con il catino 2 e di 7,74 % per il catino 3.

Il corteggio floro-faunistico del catino 2 è dominato da due macroalghe appartenenti allo stesso genere *Peyssonnelia rubra* (J. Agardh) (52,50) e *Peyssonnelia squamaria* (Decaisne) (13,75) che apportano rispettivamente una dissimilarità del 17,19% e 5,66% con il catino 3 e del 12,20% e 4,22% con il catino 2.

Oltre a queste specie anche *Spongia virgultosa* (12,50) caratterizza questo popolamento concorrendo con un contributo pari al 4,61% alla dissimilarità con il catino 3 e con 9,48% per il catino 1.

Nel catino 3 il popolamento è caratterizzato in termini di abbondanza dalla spugna *Sarcotragus spinosulus* (56,50), questa specie assente nel catino 1 e poco presente nel catino 2 incide sulla dissimilarità dei catini con valori del 16,32% per il catino 2 e del 14,35 % per il catino 1.

Anche se questo popolamento risulta dominato dei poriferi, le ascidie coloniali ind., hanno una cospicua abbondanza (22,50) e influenzano il grado di diversità con i catini 1 e 2 rispettivamente con il 7,69% e 9,21%.

Dall'analisi delle pseudocomponenti di varianza calcolate tra catini e repliche si osserva come la variabilità tra quest'ultime (61,8) risulti maggiore di quella riscontrata per i catini (36,98) (Fig.7).

Confrontando i dati emersi dall'analisi compositiva appare chiaro che ogni catino è caratterizzato da un popolamento specifico e unico (Fig. 8).

Peyssonnelia rubra (J. Agardh), *Peyssonnelia squamaria* (Decaisne) e *Spongia virgultosa* risultano le specie che maggiormente contribuiscono a determinare il pattern del Multidimensional scaling tra catini (Fig. 9, 10, 11) lo stesso pattern di variabilità emerso invece tra repliche è determinato dalle Corallinacee incrostanti (Fig. 12).

PSEUDOCOMPONENTI DI VARIANZA

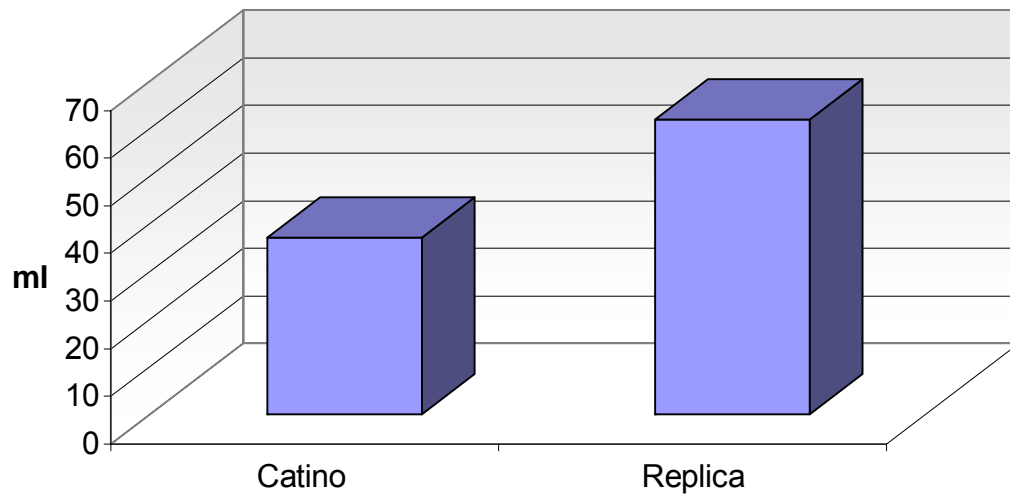


Fig. 7 – Pseudocomponenti di varianza calcolati a livello di catino e di replica.

Fig.8 – Piano di ordinamento ottenuto dal Multidimensional Scaling applicato alla matrice biovolume non trasformata.



Peyssonnelia rubra

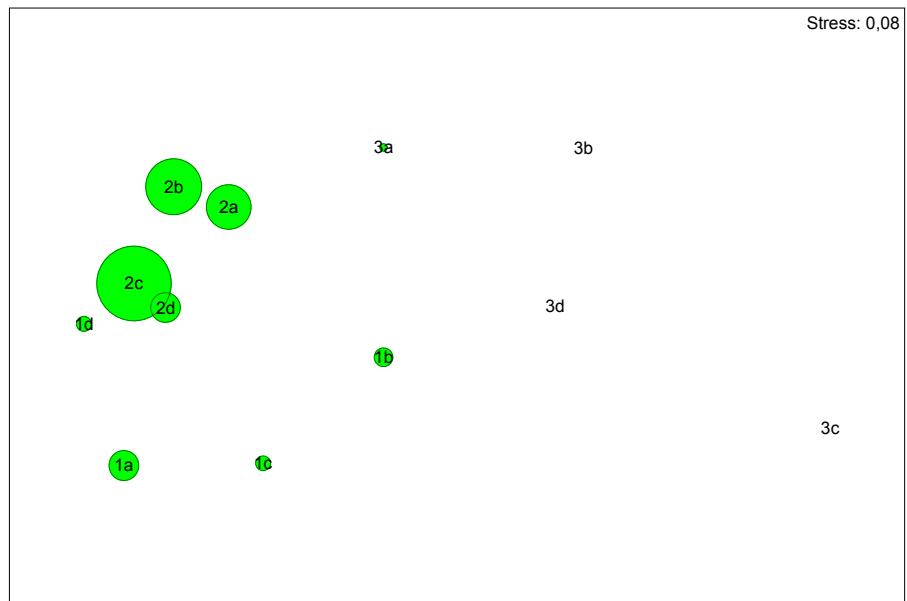


Fig.9 – Piano di ordinamento ottenuto dal Multidimensional Scaling applicato alla matrice biovolume per *Peyssonnelia rubra*.
Le dimensioni dei cerchi sono proporzionate al valore del biovolume espresso in ml.

Peyssonnelia squamaria

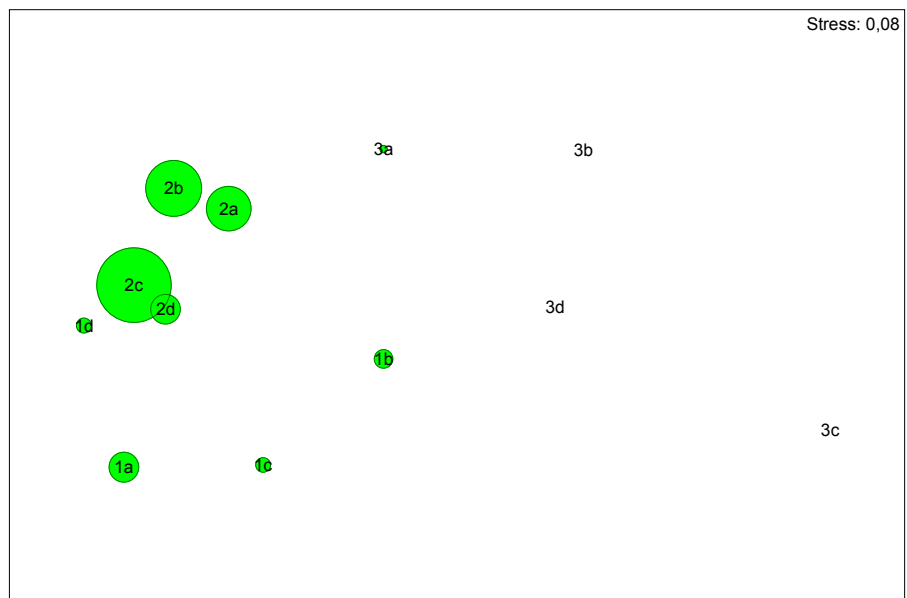


Fig.10 – Piano di ordinamento ottenuto dal Multidimensional Scaling applicato alla matrice biovolume per *Peyssonnelia squamaria*.
Le dimensioni dei cerchi sono proporzionate al valore del biovolume espresso in ml.

Spongia virgultosa

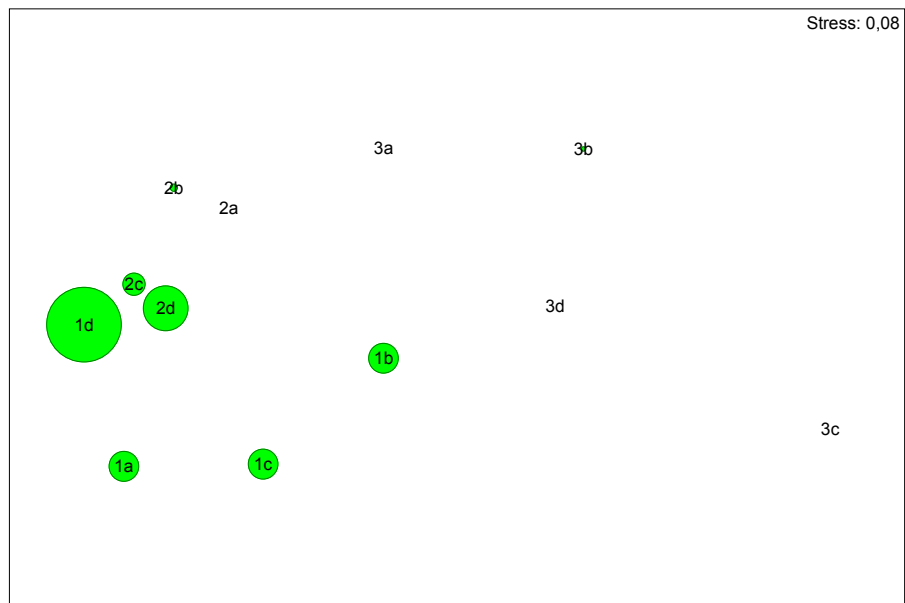


Fig.11 – Piano di ordinamento ottenuto dal Multidimensional Scaling applicato alla matrice biovolume per *Spongia virgultosa*.

Le dimensioni dei cerchi sono proporzionate al valore del biovolume espresso in ml.

Corallinacee incrostanti

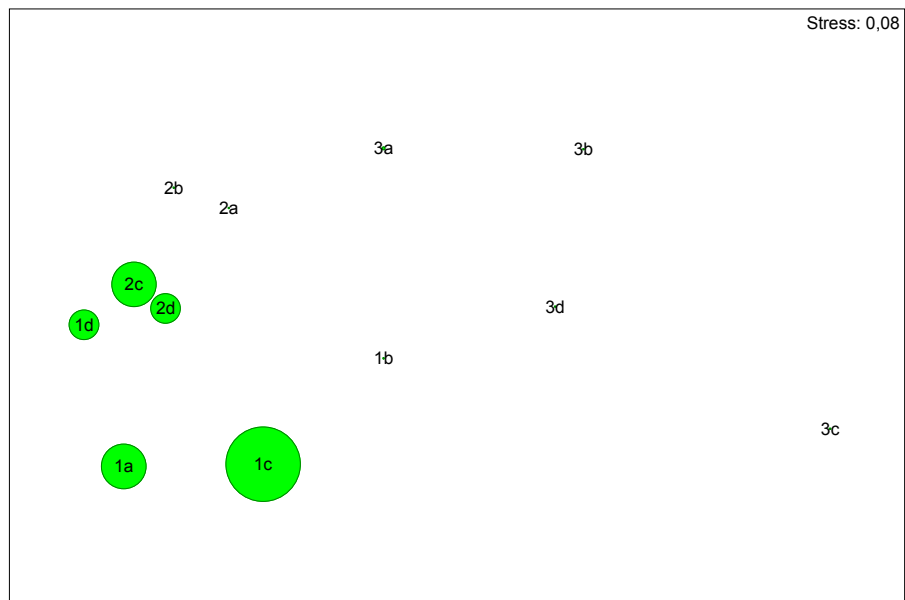


Fig.12 – Piano di ordinamento ottenuto dal Multidimensional Scaling applicato alla matrice biovolume per *Corallinacee incrostanti*.

Le dimensioni dei cerchi sono proporzionate al valore del biovolume espresso in ml.

4 – DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'indagine sugli aspetti compositivi delle comunità bentoniche ha rivelato che, in termini di biovolume, i tre catini ospitano popolamenti differenti. Nel catino 1 dominano le macroalghe *Peyssonnelia rubra* (J. Agardh) e *Codium coralloides* (P.C. Silva), nel catino 2 le rhodophytae *Peyssonnelia rubra* (J. Agardh) e *Peyssonnelia squamaria* (Decaisne) sono le specie più abbondanti, ed infine nel terzo *Sarcotragus spinosulus*, e le Ascidie coloniali ind. risultano le specie di maggior rilievo.

E' interessante notare che questa differenza è rilevabile anche a livello di phylum: nel catino 1 predominano le rhodophyta e le chlorophyta, nel catino 2 le rhodophyta rappresentano la componente dominante, mentre nel catino 3 sono i poriferi e le ascidie che contribuiscono in maniera significativa alla caratterizzazione del panorama florofaunistico.

Confrontando i dati ottenuti relativi alla componente algale con il lavoro di Cinelli (Cinelli, 1971) è possibile affermare che, nonostante lo sforzo di campionamento di questo studio sia inferiore a quello dell'Autore, in quanto limitato solo a tre catini, il numero di specie analoghe rinvenute risulta coprire più della metà del totale.

L'aver rilevato un numero così elevato di specie a distanza di trent'anni conferma ancora una volta, come già sottolineato da altri autori, il pregio e l'alta biodiversità di questo ambiente.

Le specie analoghe più rilevanti in termini di abbondanza risultano *Flabellia petiolata* (Nizamuddin), *Peyssonnelia rubra* (J. Agardh) e *Codium coralloides* (P.C. Silva).

Le macroalghe, esclusive di questo campionamento degne di rilievo risultano tre specie invasive quali *Falkenbergia rufolanosa* (Harvey), *Womersleyella setacea* (R.E. Norris) e *Caulerpa racemosa* (J. Agardh). Le prime due non sono risultate significative

in termini di abbondanza mentre *C. racemosa* con un biovolume totale di 100,8 ml risulta la quarta specie per abbondanza su un totale di 55 annoverate in questo studio.

C. racemosa è un'alga ad affinità tropicale, entrata nel Mar Mediterraneo in conseguenza della migrazione lessesiana (Por, 1990). Quest'alga è stata segnalata la prima volta nella secca, nel 1994 da Piazzì (Piazzì *et al.*, 1994) e la sua repentina espansione è stata descritta successivamente da altri Autori (Piazzì *et al.*, 1997; De Biasi, 1998). Attualmente la sua segnalazione risultava, nelle Secche della Meloria, limitata al substrato orizzontale, in questo campionamento la sua presenza è stata riscontrata per la prima volta nel substrato verticale delle pareti dei catini.

Questo dato sottolinea come *C. racemosa* sia una specie fortemente invasiva e come le sue modalità riproduttive ne facilitino la colonizzazione di nuovi areali (Ceccarelli & Piazzì 2001). Sarà opportuno monitorare nei prossimi anni lo sviluppo di quest'alga per stabilire quali effetti può avere sul popolamento biologico autoctono.

Confrontando il popolamento bentonico di questa campagna con i dati degli studi effettuati sui substrati mobili degli stessi catini si può affermare, che i risultati ottenuti siano in accordo con gli studi precedenti (Severi, 2000; De Biasi *et al.*, 2003; De Biasi e Gai, 2004). Ogni catino risulta caratterizzato da un popolamento specifico e unico. Escludendo le variabili abiotiche (che sono omogenee per i tre catini), si può ipotizzare che le differenze riscontrate nelle comunità bentoniche siano dovute all'istaurarsi di interazioni positive conspecifiche e competizioni intraspecifiche al momento della colonizzazione o immediatamente successive a questa fase.

I dati che emergono dagli studi effettuati sui fondi mobili dei catini, sembrano essere più giustificati da interazioni tra specie al momento della colonizzazione, in quanto i tre catini mostrano un popolamento completamente differente.

In questo studio le variazioni nella struttura del popolamento sono risultate significative più in termini di abbondanza che di presenza–assenza. Questo dato

potrebbe far presupporre una maggior importanza per l'interazioni successive al momento della colonizzazione.

Degno di nota è il ritrovamento di tre esemplari di *Neanthes nubila* (Quatrefages, 1865) nuova specie per la fauna italiana. Polichete appartenente alla famiglia delle Nereididae è una specie atlantica conosciuta dalle coste della Svezia fino alla Mauritania, non risulta presente nella check list del Mar Mediterraneo, anche se Vitez la cita, per il Mar Adriatico e lungo tutto il litorale spagnolo dalla costa Basca fino alle coste Catalane e Baleari nella Fauna Iberica, ma la segnalazione non risulta specifica (Vitez *et al.*, 2004).

Al di là delle variazioni osservate e delle possibili ipotesi che da esse derivano, lo studio ha consentito di rilevare che siti (catini) topograficamente molto vicini con simili caratteristiche morfologiche ospitano tre comunità bentoniche distinte, anche se strutturalmente molto simili.

Questo risultato sottolinea, come più volte messo in risalto da altri autori, l'esistenza di una elevata variabilità dell'ambiente delle Secche.

In precedenza, infatti, era stato evidenziato che la Meloria ospita in uno spazio limitato, le biocenosi più caratteristiche e produttive del Mediterraneo (De Biasi, 1999).

I catini stessi contribuiscono ad incrementare questa eterogeneità creando un habitat a sé stante.

Con questo studio è stato dimostrato, come per i fondi mobili, che tale variabilità persiste anche ad un'ulteriore scala di dettaglio (popolamento delle pareti verticali dei catini).

Il passo successivo potrebbe essere quello di verificare se investigando le stesse scale spaziali fuori dal catino il pattern di variabilità si conserva, se questo non risultasse tale o fosse inferiore ciò confermerebbe in modo inequivocabile che il fattore catino è significativo in termini di variabilità.

Attualmente l'analisi della variabilità spaziale nella distribuzione delle specie marine è un ramo dell'ecologia in continua espansione (Levin *et al.*, 1997) in quanto consente di spiegare l'eterogeneità delle associazioni bentoniche marine (Benedetti-Cecchi *et al.*, 1998) ed è una base essenziale per individuare le scale alle quali gli organismi interagiscono tra loro o con l'ambiente (Underwood & Chapman, 1996).

Le Secche della Meloria per l'elevata eterogeneità che presentano offrono ai ricercatori una singolare opportunità per pianificare e realizzare queste ricerche.

LETTERATURA CITATA

- AIELLO E., BARTOLINI C., GABBANI G., MAZZANTI R., PRANZINI E., VALLERI G. (1981) - Morfologia e geologia delle Secche di Vada (provincia di Livorno). *Boll. Soc. Geol. It.*, 100: 339-368, 19ff., 2 tabb.
- ANDERSON MJ. (2001) – A new method for non-parametric multi-variate analysis of variance. *Aust Ecol* 26:32-46
- ARCHAMBAULT, P. & BOURGET E., (1996). Scales of costal heterogeneity and benthic intertidal species richness, diversity and abundance. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 136: 111-121
- ASTRALDI M., BACCIOLA D., BORGHINI M., DELL'AMICO F., GALLI C., GASPARINI G. P. LAZZONI E., NERI P. L., RASO G. (1993a) - Caratteristiche stagionali della masse d'acqua nell'Arcipelago Toscano. *In: Serie studi ambientali, ENEA (a cura di), Arcipelago Toscano. Studio oceanografico, jsedimentologico, geochimico, e biologico.* Arti Grafiche, Roma: 7-27.
- ASTRALDI M., BORGHINI M., GALLI C., GASPARINI G. P. e LAZZONI E. (1993b) - Caratteristiche della circolazione nell'Arcipelago Toscano. *In: Reg. Toscana Univ. Firenze (a cura di) Progetto mare. Ricerca sullo stato biologico chimico e fisico dell'Alto Tirreno Toscano.* Stabilimento Grafico Commerciale, Firenze:37-40.
- BACCI G., BADINO G., LODI E., ROSSI L. (1969) - Biologia delle Secche della Meloria. I- Prime ricerche e problemi di conservazione e di ripopolamento. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 24: 5-30, f. 1.
- BARGHIGIANI C., BAINO R., SCERBO R. (2006)- Relazione di sintesi dei tre anni di attività del Progetto Inerreg IIIA Sardegna – Corsica – Toscana Moniqua.3: 8-12.
- BARSOTTI G., FEDERICI P. R., GIANNELLI L., MAZZANTI R., SALVATORINI G. (1974) - Studio del quaternario livornese, con particolare riferimento alla stratigrafia ed alle faune delle formazioni del bacino di carenaggio della Torre del Fanale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 13: 425-495, 10 ff., 2 tab., 4 tt.

- BENEDETTI-CECCHI L. (2001) – Variability in abundance of algae and invertebrates at different spatial scales on rocky sea shores. *Mar Ecol prog ser*, vol. 215: 79-92
- BENEDETTI-CECCHI L., AIROLDI L., ABBIATI M. & CINELLI F., (1998) – Spatial variability in the distribution of sponges and cnidarians in a sutidial marine cave with sulf-water springs. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 78: 43-58
- BENEDETTI-CECCHI L (2000) – Predicting direct and direct interactions during succession in a midlittoral rocky shore assemblage. *Ecol. Monogr.* 70:45-72.
- BENEDETTI-CECCHI L & CINELLI F: (1997) – Spatial distribution of algae and invertebrates in the rocky intrtidal zone of the strait of magellan : are patterns genera? *Polar Biol* 18:337-34
- BENEDETTI-CECCHI L. , BULLERI F. & CINELLI F: (2000 a) – The interplay of phisical and biological factors in maintaining mid-shore and low shore assemblages on rocky coasts in the north-west-mediterranean. *Oecologia* 123:406-417
- BIAGI F., GAMBACCINI S., ZAZZETTA M. (1998) - Secche della Meloria: la fauna ittica dei “catini”. *Biol. Mar. Medit.*
- CASTRIC-FEY A. & CHASSE' C. (1991)-Factorial analysis in the ecology of rocky subtidial areas near Brest (West Brittany, France) *J. mar. Biol. Ass. U.K.*, 71: 515-536.
- CECCARELLI G. & PIAZZI L. (2001) – Dispersal of *Caulerpa racemosa* fragments in the Mediterranean: lack of detachment time effect on establishmnt. *Bot. Mar.* Vol. 44: 209-213.
- CINELLI F. (1969) – Primo contributo alla conoscenza della vegetazione algale bentonica del litorale di Livorno. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 37: 545-566.
- CINELLI F. (1971) - Biologia delle Secche della Meloria (Mar Tirreno). IV- Contributo alla conoscenza della vegetazione bentonica marina (1). *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 26 (1,2): 5-19.

- CLARKE K.R. (1993) – Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143
- CLARKE K.R & GREEN R.H. (1988) – Statistical design and analyses for a “biological effects” study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 46: 231-226.
- COGNETTI G. (1965) - Sillidi mesopsammici delle Secche della Meloria (Livorno). *Arch. Zool. It.*, 50: 65-72.
- COGNETTI VARRIALE A. M. (1972) - Biologia delle Secche della Meloria. IV- Ricerche preliminari sulla distribuzione dei Policheti. *Boll. Pesca Idrobiol.*, 27(2): 263-283.
- COGNETTI G. (1981) - Le Secche della Meloria: modello per la realizzazione di un parco marino. *Il Porto*, 5:25-27.
- COGNETTI G. (1990) - Indagini sulla situazione ambientale dell'area destinata a riserva marina dell'Arcipelago Toscano e Secche della Meloria, 69 pp.
- CRESSIE N.A.C. (1993) – Statistic for spatial data. John Wiley & Sons Inc, New York.
- DAYTON P.K., TEGNER M.J. (1984) – The importance of the scale in community : a kelp forest example with terrestrial analogs. Prince PW, Slobodchikoff CN, Gand WS (eds) *A new ecology: novel approaches to interview systems*. Joahn Wiley & Sons Inc, New York, 457-481.
- DE BIASI A. (1998) – Biologia delle Secche della Meloria: caratterizzazione bionomica lungo tre transetti pilota. *Biol. Mar. Medit.* 6 (1): 372-375.
- DE BIASI A. (2008) – Perchè proteggere la Meloria. *Toscana Parchi* 17-20
- DE BIASI A.M., GAI F. (2000) – I “catini” delle Secche della Meloria: carta dei fondali. *Atti della Soc. Tosc. Sc. Nat. Memorie- Serie B*.
- DE BIASI A.M., GAI F. (2004) – Il Macrozoobenthos dei catini delle Secche della Meloria. *Biol. Mar. Medit.* 11 (2): 508-511.
- DE BIASI A., GAI F., PACCIARDI L., SEVERI V. (2003) – Popolamento bentonico delle Secche della Meloria: due catini a confronto. *Atti Associazione Italiana Oceaologia Limnologia*, 16, 105-114.

- DE BIASI A., PACCIARDI L. (2007) – Rappresentatività ed unicità della Meloria: Una secca da proteggere. *Biol. Mar. Medit.* 14 (2): 102-103.
- DE BIASI A., PACCIARDI L. (2008) – Le Secche della Meloria: un fiore all'occhiello del mare toscano *Biol. Mar. Medit.* 14 (2): 102-103.
- DE SIMONE R., FERRETTI O., MANFREDI FRATTARELLI F.M. (1993) - Analisi statistica multivariata applicata all'interpretazione dei processi di sedimentazione. *In: Serie studi ambientali, ENEA (a cura di), Arcipelago Toscano. Studio oceanografico, sedimentologico, geochimico, e biologico.* Arti Grafiche, Roma: 229-249.
- DE ZIOGRIMALDI S., GALLO-D'ADDABBO M., DE LUCIA-MORONE R., TODARO M.A., (1997) – Le secche della Meloria: la tardigradofauna dei catini. Atti 58° congresso UZI24-28 Settembre, Cattolica.
- FANCELLI GALLETTI M. L. (1974) - Analisi pollinica dei sedimenti sovrastanti la panchina tirreniana di Torre del Fanale in Livorno. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat, Memorie, Serie A*, 81: 222- 226, f. 1, tab. 1.
- FIERRO G., MIGLIETTA F., PIACENTINO G. B. (1969) - Biologia delle Secche della Meloria. - I sedimenti superficiali delle secche e delle aree limitrofe dalla foce dell'Arno a punta Fortullino. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 24: 115-149, f. 2.
- FOSTER MS. (1990) – Organization of macroalgal assemblages in the Northeast Pacific : the assumption of homogeneity and the illusion of generality. *Hydrobiologia* 192:21-33
- GALLO D'ADDABBO M., DE ZIOGRIMALDI S., DE LUCIA M. R., PIETANZA R., D'ADDABBO R., TODARO M. A. (1998) - Diversity and dynamics of an interstitial Tardigrada population in the Meloria Shoals, Tyrrhenian Sea, with redescription of *Batillipes similis* (Heterotardigrada, Batillipedidae). *Ital. J. Zool.*
- GASPARINI G., MARRI P., ROSSI G., DELL'AMICO F. (1986) - Il sistema marino costiero livornese: caratteristiche delle masse d'acqua. *Il convegno sullo stato dell'ambiente a Livorno*: 177-187.
- GASTON K.J., MCARDLE B.H. – (1993) Measurement of variation in the size of populations in the space and time: some points of clarification. *Oikos* 68: 357- 360.

- GIANNELLI L., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. (1980) - I sedimenti del Pliocene e del Pleistocene inferiore della zona compresa fra Riparbella e Bibbona (Province di Pisa e Livorno). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 100: 41-56, 2ff., 2 tavv.
- GRAY J. (1981) - Classifying assemblages of species. In: Gray J. (a cura di), *The ecology of the marine sediment*. London: 31-41.
- GREIG-SMITH P. (1952) – The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of plant communities. *Ann bot* 16:293-316
- GUIDA B. & DE FILIPPI G. (In stampa) – Investigation of the effect of shallow in the nearshore dynamics by numerical models: application to the Meloria Shallow and Pisa Littoral (Italy).
- HAWKINS S.J. & HARTNOLL R.G. (1985) – Factors determining the upper limits of intertidal canopy-forming algae. *Mar Ecol prog ser* 20:265-271
- HORNE J.K. & SCHNEIDER D.C. (1995) – Spatial variability in ecology. *Oikos* 74:18-26
- HUYS R. & TODARO M. A. (1997) - *Meloriastacus ctenidis* gen. et sp. nov.: a primitive interstitial copepod (Harpacticoida, Leptastacidae) from Tuscany. *Ital. J. Zool.*, 64: 181-196.
- IMMORDINO F. & SETTI M. (1993) - Caratterizzazione granulometrica e mineralogica dei sedimenti superficiali marini dell'Alto Tirreno tra La Spezia e Livorno. In: Serie studi ambientali, ENEA (a cura di), *Arcipelago Toscano. Studio oceanografico, sedimentologico, geochimico, e biologico*. Arti Grafiche, Roma: 51-64.
- JEAN F. & HILY C. (1994) - Quantitative sampling of soft-bottom macroepifauna for assessing the benthic system in the Bay of Brest (France). *Oceanol. Acta*, 17 (3): 319-330.
- KATZMANN W. (1972) - Polychaeten der Secche della Meloria (Livorno, Italien). *Oester. Akad. Wiss. Math. Nat. Kl.*, 5: 102-111.
- KRUSKAL J.B. & WISH M. (1978) – Multidimensional Scaling. *Sage Publication*, Beverly Hills.
- LEGGENDRE P. & ANDERSON M.J. (1999) – Distance-based redundancy analysis : testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. *Ecol monogr* 69:1-24

- LEVIN S.A., (1992)- The problem of the pattern and th scale in ecology. *Ecology*: 82:290-297.
- LEVIN S.A., GRENFELL B., HASTINGS A., PERELSON A.S. (1997) Mathematical and computational challenges in population biology and ecosystems science. *Science* 275: 334-343
- LEWIS JR. (1964) – The ecology of rocky shores . *English university press, London*
- MEINI L., MUCCI G., VITTORINI S. (1979) - Ricerche meteomarine sul litorale toscano: centoventi anni di osservazioni meteorologiche a Livorno (1857-1976). *Boll. Soc. Geogr. It.*, ser. X, 3: 449-474.
- MENCONI M., BENEDETTI-CECCHI L., CINELLI F. (1999) – Spatial and temporal varaibility in the distribution of algae and invertebrates on rocky shores in the north west Mediterranean. *J Exp Mar Biol Ecol* 233:1-23
- MENGE B.A., OLSON A.M., (1990) – Role of scale environmental factors regulation of community structure. *Trends Ecol Evol* 5:52-57.
- MORSELLI I. (1970) - Ricerche sugli alacaridi delle coste livornesi. II. Acaromatis monnioti, una nuova specie raccolta sui fondi sabbiosi delle Secche della Meloria. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 38:109-119.
- PIAZZI L., ACUNTO S., MAGRI M., RINDI., BALESTRI E. (1997) –Osservazioni preliminari sull'espansione di *Caulerpa racemosal* (Forsskål) J. Agardh sulle Secche della Meloria (Livorno, Italia). *Biol.Mar. Medit.*, 4(1) :426-428.
- PIAZZI L., BALESTRI E.,CINELLI F. (1994) – Presence of *Caulerpa racemosa* in the North-Western mediterranean. *Cryptogamie, Algol.*, 15(3) : 183-189.
- POR F.D. (1990) – Lessepsian migration. An appraisal and new data. *Bull. De l'Inst. Océanogr. Monaco*, n° special 7 : 1-10.
- ROSSI R.E., MULLA D.J., JOURNEL A.G., FRANZ E.H. (1992) – Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecol. Monogr.* 62:277-314.

- SCHOCH GC. & DETHIER MN (1996) – Scaling up: the statistical link-age between organismal abundance and geomorphology on rocky intertidal shorelines . *J exp Mar Bio Ecol* 201:37-72
- SCHNEIDER D.C. (1994) – Quantitative ecology: spatial and temporal scaling. *Academic Press, San Diego*.
- SEVERI V. (2000) –Popolamento Bentonico di tre catini delle Secche della Meloria. *Tesi di Laurea*.
- SORDI M. (1969) - Biologia della Secche della Meloria. II. Gasteropodi opisthobranchi. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 24: 105-114, f. 2.
- SOUTHWARD AJ. (1958) – The zonation of plants and animals on rocky sea shores . *BIOL REV* 33:137-177
- STEPHENSON TA. & STEPHENSON A. (1949) – The universal feature of zonation between tide-marks on rocky coast. *J ECOL* 37: 289-305
- TODARO M. A. (1998a) - La meiofauna delle Secche della Meloria: i gastrotrichi, biodiversità e dinamica stagionale. Atti 28° Congresso SIBM, *Biol. Mar. Medit.*
- TODARO M. A. (1998b) - Note faunistiche ed ecologiche sui Gastrotrichi delle Secche della Meloria. *In: Quaderni dell'acquario, Comune di Livorno (a cura di), Fauna del Mediterraneo, immagini e note di ecologia marina. Marengo, Livorno: 57-72.*
- TODARO M. A. (1998c) - Copepodi Arpacticoidi delle Secche della Meloria: segnalazione di generi nuovi per l'Italia. Atti del 29° Congresso SIBM, *Biol. Mar. Medit.*
- TODARO M. A. (1999) - Copepodi Arpacticoidi delle Secche della Meloria: segnalazione di generi nuovi per l'Italia.. *Biol. Mar. Medit.* 6 (1):452-456.
- TODARO M. A. & HUYS R. (1997) - Le Secche della Meloria: osservazioni su un nuovo Leptastacide (Copepoda: Harpacticoida). Atti 28° Congresso SIBM, *Biol. Mar. Medit.*

- TODARO M. A. & KRISTENSEN R. M. (1998) - A new species and first report of the genus *Nanaloricus* (Loricifera, Nanaloricida, Nanaloricidae) from the Mediterranean Sea. *Ital. J. Zool.*, 65: 219-226.
- UNDERWOOD AJ. (1996) – Spatial patterns of variability in density of intertidal populations. In: FLOYD RB. ,SHEPPARD AW. , DE BARRO PJ. (eds) *Frontiers of population ecology. CSIRO Publishing, Melbourne , pp 369-389*
- UNDERWOOD, A.J. & CHAPMAN M.G. (1996). - Spatial patterns of distribution of intertidal invertebrates. *Oecologia* 107: 212-224.
- UNDERWOOD, AJ. & CHAPMAN MG. (1998) –A method for analysing spatial scales of variation in composition of assemblages . *Oecologia* 117:570-578
- UNDERWOOD AJ. & PETRAITIS PS. (1993) – Structure of intertidal assemblages in different locations: how can local process be compared? In: Ricklefs R. ,Shutler D.(eds) *Species diversity in ecological community. University of Chicago, p38-51.*
- VIÉITEZ, J.M., ALÓS, C., PARAPAR, J., BESTEIRO, C., MOREIRA, J., NÚÑEZ, J., LABORDA A.J., SAN MARTÍN G., 2004. *Annelida Polychaeta I*. In: Ramos M.A. *et al.* (eds.). *Fauna Iberica*, Vol. 25. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC, Madrid. 530 pp.
- WIENS J.A., STHESETH N.C., VAN HORNE B., IMS R.A. (1993) – Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos* 66:369-380.
- WU J., LOUCKS O.L. (1995) – From balance of natura to hierachinacal pacth dynamics: a paradigm shift in ecology. *Q Rev Biol* 70:439-466.

Ringraziamenti

Il primo ringraziamento va alla Dott.ssa Anna Maria De Biasi, per avermi guidato con grande disponibilità nell'elaborazione di questo lavoro. Un ringraziamento particolare va anche al Dott. Luigi Piazzì, per gli utili consigli sulla rielaborazione dei dati e per la lettura critica del manoscritto. Desidero ringraziare il Dott. S. De Ranieri, direttore del Centro Interuniversitario di Biologia Marina "G. Bacci", per avermi permesso di realizzare la presente tesi, consentendomi di usufruire delle strutture del Centro. Ringrazio inoltre tutti i Collaboratori del Centro per i validi consigli e per il materiale fornitomi.

Infine ringrazio con grande affetto la mia famiglia, Patrizio e tutti gli amici che hanno condiviso con me questa importante esperienza.

ALLEGATO °1

MATRICE DELLA LISTA SPECIE NUMERICA

SPECIE	CAT-1a	CAT-1b	CAT-1c	CAT-1d	CAT-2a	CAT-2b	CAT-2c	CAT-2d	CAT-3a	CAT-3b	CAT-3c	CAT-3d
Acanthochitona crinita			1					1				
Arca noae	1											1
Cardita calyculata	3		6		2				2	3	5	
Cerithiidae n.d							1				5	1
Columbella rustica			2			2				1		2
Diodora gibberula												1
Emarginula elongata			3									
Gibbula ardens		1	3	1		3				1		
Lembos s.p											1	
Lima lima							1				2	1
Lithophaga lithophaga	2		5	4	3	5	5	5			3	
Modiolus barbatus											1	
Ostrea edulis				1								
Ostrea cristata	2				5	2	6			3		
Rocellaria dubia			2									
Striarca lactea	12	5	21	17	5	17	10	8	6	7	5	3
Vermetidae		2				2					1	
Alpheus macrocheles	2	3	1		6		3	2		2		3
Amphithoe ramondi			3			1						
Dexamine spiniventris						1				1		
Elasmopus pocillimanus					1							
Cestopagurus timidus			2			1						
Cirolana sp.	2				1			1				
Galathea strigosa	1		1					1				
Lembos s.p											1	
Lysianassa costae					1			2				
Maera inaequipes		1							1			
Pagurus chevreuxi	4		3		4		1	4	3	2		3
Periclemines sp.	2		2					2	2	1		
Thoralus cranchii	4		6					4	6	2		
Pilumnus hirtellus	1		2					1		1	1	2

SPECIE	CAT-1a	CAT-1b	CAT-1c	CAT-1d	CAT-2a	CAT-2b	CAT-2c	CAT-2d	CAT-3a	CAT-3b	CAT-3c	CAT-3d
Eunice torquata				1			2					
Eunice vittata							4	5		5	2	
Hesione splendida			1									
Hydroides pseudouncinata	1		3			2		1				
Kefersteinia cirrata			1				4	2				
Neanthes nubila											1	2
Sabellide ind.	2	1		1		3			1	1	1	2
Serpula concharum							3				3	
Serpula vermicularis			2							2	2	
Vermiliopsis labiata			1								1	
Vermiliopsis striaticeps												2
Vermiliopsis sp.	12	11	8	15	12	2	10	9	1	10		11
Ophiopsila aranea						1	1					
Ophiura albida										2		
Platelminta n.c			3								2	
Nemertea n.d		2	2		3		2	3			1	1
Phascolosoma granulatum	2		1	2					3		1	
Sipunculus nudus		3	1	1			1				3	1

ALLEGATO °2

MATRICE DELLA LISTA SPECIE PRESENZA-ASSENZA

SPECIE	CAT-1a	CAT-1b	CAT-1c	CAT-1d	CAT-2a	CAT-2b	CAT-2c	CAT-2d	CAT-3a	CAT-3b	CAT-3c	CAT-3d
Acanthochitona crinita	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Arca noae	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	1
Cardita calyculata	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0
Cerithiidae n.d	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Columbella rustica	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
Diodora gibberula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Emarginula elongata	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gibbula ardens	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
Lima lima	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Lithophaga lithophaga	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
Modiolus barbatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Ostrea cristata	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
Ostrea edulis	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Rocellaria dubia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Striarca lactea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vermetidae sp.	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Alpheus macrocheles	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1
Amphithoe ramondi	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cestopagurus timidus	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cirolana sp.	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Dexamine spiniventris	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Elasmopus pocillimanus	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Galathea strigosa	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Lempo sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Lysianassa costae	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Maera inaequipes	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Pagurus chevreuxi	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
Periclemines sp.	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Pilumnus hirtellus	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
Thoralus cranchii	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Eunice torquata	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Eunice vittata	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
Eunicidae n.d.	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0

SPECIE	CAT-1a	CAT-1b	CAT-1c	CAT-1d	CAT-2a	CAT-2b	CAT-2c	CAT-2d	CAT-3a	CAT-3b	CAT-3c	CAT-3d
Hydroides pseudouncinata	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Kefersteinia cirrata	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Neanthes nubila	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Sabellide ind.	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1
Serpula concharum	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Serpula vermicularis	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Vermiliopsis labiata	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Vermiliopsis sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Vermiliopsis striaticeps	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ophiopsila aranea	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Ophiura albida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Platelminta n.c	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemertea n.d.	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1
Phascolosoma granulatum	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Sipunculus nudus	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
Halocynthia papillosa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Ascidia coloniale ind.	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0
Aglaozonia parvula	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Cystoseira compressa	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Dictyota dichotoma	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Dictyota linearis	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
Halopteris filicina	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Nereia filiformis	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Sphacelaria cirrosa	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bryopsis s.p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Caulerpa racemosa	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Codium coralloides	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flabellia petiolata	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Halimeda tuna	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1
Pseudochlorodesmis furcellata	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Valonia macrophysa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Acrodiscus vidovichii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Acrosorium venulosum	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0

SPECIE	CAT-1a	CAT-1b	CAT-1c	CAT-1d	CAT-2a	CAT-2b	CAT-2c	CAT-2d	CAT-3a	CAT-3b	CAT-3c	CAT-3d
<i>Aglaothamnion tenuissimum</i>	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0
<i>Amphiroa rigida</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Antithamnion cruciatum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Antithamnion heterocladum</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Botryocladia botryoides</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Ceramium bisporum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ceramium codii</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Ceramium flaccidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Champia intricata</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Chondria capillaris</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1
<i>Chondria dasyphylla</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Contarinia squamariae</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Corallinaceae incrustanti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Crysiomenia ventricosa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dasya ocellata</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dasya rigidula</i>	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Falkenbergia rufulanosa</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Feldmannophycus raissiae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Griffithsia shoesboei</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haliptilon virgatum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Herposiphonia secunda</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Heterosiphonia crispella</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Lomentaria clavaeformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Meredithia mycrophilla</i>	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>Monosporus pedicellatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Nitophyllum micropunctatum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
<i>Peyssonnelia rubra</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Peyssonnelia stoechas</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Plocamium cartilagineum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Polysiphonia furcellata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polysiphonia perforans</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0

SPECIE	CAT-1a	CAT-1b	CAT-1c	CAT-1d	CAT-2a	CAT-2b	CAT-2c	CAT-2d	CAT-3a	CAT-3b	CAT-3c	CAT-3d
Seirospora interrupta	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Spermothamnion repens	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaerococcus coronopifolius	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
Womersleyella setacea	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Spongia virgultosa	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0
Ircinia variabilis	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crambe crambe	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0
Sarcotragus spinosulus	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Acanthella acuta	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
Spirastrella cunctatrix	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Chondrosia reniformis	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

ALLEGATO °3
MATRICE DELLA LISTA SPECIE BIOVOLUME

LISTA SPECIE	CAT-1a	CAT-1b	CAT-1c	CAT-1d	CAT-2a	CAT-2b	CAT-2c	CAT-2d	CAT-3a	CAT-3b	CAT-3c	CAT-3d
Acanthochitona crinita	0	0	8	0	0	0	0	10	0	0	0	0
Arca noae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Cardita calyculata	3	0	5	0	0,1	0	0	0	0,1	0,6	0,5	0
Cerithiidae n.d	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	2	0,1
Columbella rustica	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0,8	0	1
Diodora gibberula	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
Emarginula elongata	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gibbula ardens	0	1,1	2	1,2	0	1,5	0	0	0	0	1,8	0
Lima lima	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	7	3
Lithophaga lithophaga	3	0	15	3	4,5	15	5,5	20	0	0	0,8	2
Modiolus barbatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Ostrea cristata	5,5	0	1	1	0	0	3,5	0	0	0	5,5	0
Ostrea edulis	0	0	0	1,1	4	0	0	0	0	2	0	0
Rocellaria dubia	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	1,1	0	0
Striarca lactea	3	2	5	3	1,5	3	2,5	11,5	0,1	1	0,5	1
Vermetidae sp.	0	0,9	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0,8	0
Alpheus macrocheles	0,8	1	0,3	0	1,9	0	1	0,7	0	0,9	0	0,8
Amphithoe ramondi	0	0	0,01	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0
Cestopagurus timidus	0	0	4	0	0	1,8	0	0	0	0	0	0
Cirolana sp.	0,1	0	0	0	0,01	0	0	0,01	0	0	0	0
Dexamine spiniventris	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0,01	0	0
Elasmopus pocillimanus	0	0,01	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0
Galathea strigosa	1,5	0,8	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0
Lempo sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0
Lysianassa costae	0	0	0	0	0,01	0	0	0,01	0	0	0	0
Maera inaequipes	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0
Pagurus chevreuxi	4,2	0	3,5	0	4	0	1,2	4,5	3,2	3	0	4
Periclemines sp.	0,5	0	0,6	0	0	0	0	0,5	0,6	0,3	0	0
Pilumnus hirtellus	10	0	10	0	0	0	0	4	0	5	3	9
Thoralus cranchii	1	0	1,2	0	0	0	0	1	1,3	0,8	0	0
Eunice torquata	0	0	0	0,9	0	0	1,2	0	0	0	0	0
Eunice vittata	0	0	0	0	0	0	1,6	2,8	0	2,2	0,9	0
Eunicidae n.d.	0	0	0,5	0	0	0	1,5	0,3	0	2	2,3	0

LISTA SPECIE	CAT-1a	CAT-1b	CAT-1c	CAT-1d	CAT-2a	CAT-2b	CAT-2c	CAT-2d	CAT-3a	CAT-3b	CAT-3c	CAT-3d
Hydroides pseudouncinata	0,01	0	1	0	0	0,01	0	0,01	0	0	0	0
Kefersteinia cirrata	0	0	0,01	0	0	0,01	0	0,01	0	0	0	0
Neanthes nubila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0,8
Sabellide ind.	0,1	0,01	0	0,01	0	0,2	0	0	0	0,01	0,01	0,1
Serpula concharum	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0,5	0
Serpula vermicularis	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0
Vermiliopsis labiata	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0
Vermiliopsis sp.	1,2	1,1	0,8	1,7	1,4	0,01	1,1	1	0,01	1	0	1,1
Vermiliopsis striaticeps	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01
Ophiopsila aranea	0	0	0	0	0	3,2	3,5	0	0	0	0	0
Ophiura albida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Platelminta n.c	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemertea n.d.	0	4	0,9	0	2	0	0,8	3	0	0	1,1	1,3
Phascolosoma granulatum	0,5	0	0,2	0,6	0	0	0	0	0,9		0,3	0
Sipunculus nudus	0	1,8	0,5	0,3	0	0	0,6	0	0	0	0,3	0,5
Halocynthia papillosa	0	0	0	0	0	0		10	0	0	0	0
Ascidia coloniale ind	6	1	1	20	0	0	10	0	70	20	0	0
Aglaozonia parvula	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0,01	0,2	0,01	0,8
Cystoseira compressa	0	0	1,4	0	0,2	0	2,1	0	0	0,5	0	0
Dictyota dichotoma	0	0	0,9	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0
Dictyota linearis	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,01	0,3	0,01	0	0
Halopteris filicina	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0
Nereia filiformis	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0
Sphacelaria cirrosa	0,01	0	0,01	0,01	0,3	0,01	0,5	0,01	0,4	0,4	0,1	0,01
Bryopsis s.p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0
Caulerpa racemosa	1,5	20	20	1,1	3	0,1	0	0,1	15	10	15	15
Codium coralloides	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flabellia petiolata	0	20	0	0,01	10	10	5	6,5	20	20	15	15
Halimeda tuna	0	0	0	0,01	1,3	2,5	0	0	15	10	10	5
Pseudochlorodesmis furcellata	0,1	0,1	0,3	0,8	0,2	0,4	0,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Valonia macrophysa	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0
Acrodiscus vidovichii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0
Acrosorium venulosum	0	0,01	0	0,6	0	0	0,1	0	0	0	0	0

LISTA SPECIE	CAT-1a	CAT-1b	CAT-1c	CAT-1d	CAT-2a	CAT-2b	CAT-2c	CAT-2d	CAT-3a	CAT-3b	CAT-3c	CAT-3d
<i>Aglaothamnion tenuissimum</i>	0,01	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,01	0
<i>Amphiroa rigida</i>	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Antithamnion cruciatum</i>	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Antithamnion heterocladum</i>	0	0	0	0,01	0	0	0,01	0	0	0,01	0	0
<i>Botryocladia botryoides</i>	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	10	0,01	10
<i>Ceramium bisporum</i>	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0
<i>Ceramium codii</i>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<i>Ceramium flaccidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01
<i>Champia intricata</i>	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0
<i>Chondria capillaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01
<i>Chondria dasyphylla</i>	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0,01	0,01	0	0
<i>Contarinia squamariae</i>	0,2	1,8	0,1	1,3	1,3	0,3	0,4	0,9	0,1	0	0,01	0,01
Corallinaceae incrustanti	30	1,1	50	20	1	1	30	20	2	1	1,1	1
<i>Crysimenia ventricosa</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dasya ocellata</i>	1,1	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dasya rigidula</i>	0	0	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0
<i>Falkenbergia rufulanosa</i>	0,2	0,1	0,3	0,5	0,01	0,01	0,1	1	0,01	0,2	0,1	0,4
<i>Feldmannophycus raissiae</i>	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Griffithsia shoesboei</i>	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haliptilon virgatum</i>	0,01	2	2	0,01	0,01	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1	0,01	0,3
<i>Herposiphonia secunda</i>	0,01	0,01	0,01	0	0	0	0,01	0,01	0,1	0,1	0,1	0
<i>Heterosiphonia crispella</i>	0,8	0,1	0,1	0,5	0	0,1	0	0	0,01	0,1	0	0,1
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,01
<i>Lomentaria clavaeformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0
<i>Meredithia mycrophilla</i>	5,3	0	0	1,1	1,2	1,1	0	3	0	0,4	2,7	2
<i>Monosporus pedicellatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0
<i>Nitophyllum micropunctatum</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,01	0,01	0,1	0
<i>Peyssonnelia rubra</i>	35	20	18	40	50	60	50	50	40	1	2	8
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	8	5	4	4	12	15	20	8	2	0	0	0
<i>Peyssonnelia stoechas</i>	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	3	0
<i>Plocamium cartilagineum</i>	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0
<i>Polysiphonia furcellata</i>	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polysiphonia perforans</i>	0,01	2	0,1	0,01	0,1	0,01	0,01	0,2	0	0	0	0

LISTA SPECIE	CAT-1a	CAT-1b	CAT-1c	CAT-1d	CAT-2a	CAT-2b	CAT-2c	CAT-2d	CAT-3a	CAT-3b	CAT-3c	CAT-3d
Seirospora interrupta	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,2	0,1
Spermothamnion repens	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaerococcus coronopifolius	0,5	1	0	40	0	0,3	1	0	0	0	0	0,6
Womersleyella setacea	0	0,1	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
Spongia virgultosa	20	20	20	50	0	5	15	30	0	3	0	0
Acanthella acuta	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
Chondrosia reniformis	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	2	0
Crambe crambe	0	0	0	1	5	0	0	1	0	0	0	0
Ircinia variabilis	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sarcotragus spinosulus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	220	0
Spirastrella cunctatrix	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0

ALLEGATO °4

RISULTATI PSEUDOCOMPONENTI DI VARIANZA

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
catino	2	11459	5729.6	3.3919	0.001	926
Res	9	15203	1689.2			
Total	11	26662				

Catino 1 & 2
Average dissimilarity = 60.03

Species	Group 1	Group 2	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%
	Av.Abund Cum. %	Av.Abund			
Peyssonnelia rubra	28.25	52.50	7.32	1.91	12.20
Codium coralloides	25.00	0.00	6.41	0.56	10.68
Corallinaceae incrostanti	25.28	13.00	5.72	1.16	9.53
Spongia virgultosa	27.50	12.50	5.69	1.28	9.48
Ircinia variabilis	10.50	0.00	3.58	0.55	5.96
Caulerpa racemosa	10.65	0.80	3.18	1.08	5.30
Sphaerococcus coronopifolius	10.38	0.33	3.01	0.58	5.01
Flabellia petiolata	5.00	7.88	2.70	2.43	4.49
Peyssonnelia squamaria	5.25	13.75	2.53	1.79	4.22
Lithophaga lithophaga	5.25	11.25	2.47	1.32	4.11
ascidia ind	7.00	2.50	2.09	0.98	3.49
Pilumnus hirtellus	5.00	1.00	1.37	1.08	2.29
Acanthochitona crinita	2.00	2.50	0.97	0.78	1.61
Striarca lactea	3.25	4.63	0.80	0.92	1.34
Hesione splendida	2.50	0.00	0.72	0.56	1.19
Platelminta n.c	2.50	0.00	0.72	0.56	1.19
Lima lima	0.00	2.50	0.68	0.56	1.14
Halocynthia papillosa	0.00	2.50	0.65	0.56	1.08
Pagurus chevreuxi	1.93	2.43	0.63	1.15	1.06
Ostrea cristata	1.88	0.88	0.56	1.08	0.94
Cardita calyculata	2.00	0.03	0.55	0.90	0.92
Meredithia mycrophilla	1.60	1.33	0.51	1.20	0.85
Ophiopsila aranea	0.00	1.68	0.49	0.96	0.82
Nemertea n.d.	1.23	1.45	0.49	1.22	0.81
Crambe crambe	0.25	1.50	0.48	0.71	0.80

Catino 1 & 3
Average dissimilarity = 79.13

Species	Group 1	Group 3	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%
	Av.Abund Cum. %	Av.Abund			
Sarcotragus spinosulus	0.00	56.50	11.35	0.59	14.35
Spongia virgultosa	27.50	0.75	7.45	1.82	9.41
Corallinaceae incrostanti	25.28	1.28	6.41	1.25	8.11
Codium coralloides	25.00	0.00	6.13	0.55	7.74
ascidia ind	7.00	22.50	6.08	0.90	7.69
Peyssonnelia rubra	28.25	12.75	5.90	1.77	7.46
Flabellia petiolata	5.00	17.50	3.70	1.77	4.67
Ircinia variabilis	10.50	0.00	3.40	0.54	4.30
Sphaerococcus coronopifolius	10.38	0.15	2.88	0.57	3.63
Halimeda tuna	0.00	10.00	2.70	2.77	3.41
Caulerpa racemosa	10.65	13.75	2.57	2.32	3.25
Botryocladia botryoides	0.01	5.01	1.66	0.96	2.09
Pilumnus hirtellus	5.00	4.25	1.40	1.30	1.77
Lithophaga lithophaga	5.25	0.70	1.33	0.83	1.68
Peyssonnelia squamaria	5.25	0.50	1.32	2.33	1.66
Arca noae	0.00	3.75	1.27	0.55	1.61
Striarca lactea	3.25	0.65	0.70	2.20	0.88
Hesione splendida	2.50	0.00	0.68	0.55	0.86
Platelminta n.c	2.50	0.00	0.68	0.55	0.86

Lima lima	0.00	2.50	0.60	0.94	0.76
Spirastrella cunctatrix	0.00	2.25	0.58	0.56	0.74
Pagurus chevreuxi	1.93	2.55	0.58	1.11	0.73
Ostrea cristata	1.88	1.38	0.57	1.01	0.72
Chondrosia reniformis	0.00	2.25	0.55	0.71	0.70
Acanthochitona crinita	2.00	0.00	0.55	0.55	0.69
Cardita calyculata	2.00	0.30	0.53	0.98	0.67

Catino 2 & 3

Average dissimilarity = 77.79

Species	Group 2	Group 3	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Peyssonnelia rubra	52.50	12.75	13.37	1.84	17.19	17.19
Sarcotragus spinosulus	0.25	56.50	12.69	0.59	16.32	33.51
ascidia ind	2.50	22.50	7.16	0.84	9.21	42.71
Peyssonnelia squamaria	13.75	0.50	4.40	2.31	5.66	48.37
Caulerpa racemosa	0.80	13.75	4.17	3.68	5.36	53.73
Spongia virgultosa	12.50	0.75	3.58	1.08	4.61	58.33
Corallinaceae incrostanti	13.00	1.28	3.55	0.90	4.56	62.89
Lithophaga lithophaga	11.25	0.70	3.34	1.55	4.30	67.19
Flabellia petiolata	7.88	17.50	3.14	2.52	4.04	71.23
Halimeda tuna	0.95	10.00	2.82	2.51	3.62	74.85
Botryocladia botryoides	0.00	5.01	2.00	0.95	2.58	77.42
Arca noae	0.00	3.75	1.55	0.55	1.99	79.41
Pilumnus hirtellus	1.00	4.25	1.45	1.01	1.87	81.28
Striarca lactea	4.63	0.65	1.18	1.00	1.51	82.79
Lima lima	2.50	2.50	1.13	1.00	1.45	84.24
Acanthochitona crinita	2.50	0.00	0.71	0.54	0.91	85.15
Halocynthia papillosa	2.50	0.00	0.71	0.54	0.91	86.06
Spirastrella cunctatrix	0.00	2.25	0.67	0.56	0.87	86.93
Chondrosia reniformis	0.00	2.25	0.63	0.71	0.82	87.75
Pagurus chevreuxi	2.43	2.55	0.63	1.28	0.82	88.56
Ophiura albida	0.00	1.50	0.58	0.55	0.75	89.31
Ophiopsila aranea	1.68	0.00	0.55	0.92	0.70	90.02

PAIRWISE TESTS

Term 'catino'

Catino	t	P(perm)	Unique perms
1, 2	1.5463	0.026	35
1, 3	1.7157	0.022	35
2, 3	2.2097	0.024	35

COMPONENTS OF VARIATION

Source	Estimate	Sq.root
catino	1010.1	31.782
1689.2		

ALLEGATO °5

LISTA SPECIE

**Regno
Animalia**

Phylum

Mollusca

Specie

Acanthochitona crinita (Pennant, 1777)
Arca noae Linné, 1758
Cardita calyculata (Linné, 1758)
Cerithiidae n.c
Columbella rustica (Linné, 1758)
Diodora gibberula (Lamarck, 1822)
Emerginula elongata O. G. Costa, 1829
Gibbula ardens (Von Salis, 1793)
Lithophaga lithophaga (Linné, 1758)
Modiolus barbatus (Linné, 1758)
Ostrea edulis (Linné, 1758)
Ostrea cristata Born (1778)
Rocellaria dubia (Pennant, 1777)
Striarca lactea (Linné, 1758)
Vermetidae n.c Rafinesque, 1815

Anellida

Eunice vittata (Delle Chiaje, 1829)
Eunice torquata Quatrefages, 1865
Eunicidae n.d.
Hesione splendida Savigny, 1818
Hydroides pseudouncinata Zibrowius, 1968
Kefersteinia cirrata (Keferstein)
Neanthes nubila (Quatrefages, 1865)
Sabellidae ind.
Serpula concharum Langerhans, 1880

Regno

Regno Plantae

Phylum

Chlorophyta

Bryopsis s.p Hierarchy
Caulerpa racemosa (Forsskål) J. Agardh, 1873
Codium coralloides (Kützinger) P.C. Silva
Flabellia petiolata (Turra) Nizamuddin
Halimeda tuna (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux, 1816
Pseudochlorodesmis furcellata (Zanardini) Børgesen, 1925
Valonia macrophysa Kützinger, 1843

Phaeophyta

Aglaozonia parvula (Greville) Zanardini
Cystoseira compressa (Esper) Gerloff & Nizamuddin, 1975
Dictyota dichotoma (Hudson) J.V. Lamouroux, 1809
Dictyota linearis (C. Agardh)
Halopteris filicina (Grateloup) Kützinger, 1843
Nereia filiformis (J. Agardh) Zanardini
Sphacelaria cirrosa (Roth) C. Agardh, 1824

Rhodophyta

Acrodiscus vidovichii (Meneghini) Zanardini
Acrothamnion preissii (Sonder) Wollaston
Aglaothamnion tenuissimum (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer, 1941
Amphiroa rigida J.V. Lamouroux, 1816
Antithamnion cruciatum (C. Agardh) Nägeli, 1847
Antithamnion heterocladum Funk
Botryocladia botryoides (Hudson) C.A. Agardh
Ceramium bisporum (Richards) Mazoyer 1938
Ceramium codii (H. Richards) Feldmann-Mazoyer, 1938

Regno Plantae

Animalia

Phylum	Specie	Phylum	Specie
<i>Anellida</i>	<i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus, 1767	<i>Rhodophyta</i>	<i>Ceramium flaccidum</i> (Kützing) Ardissonne, 1871
	<i>Vermiliopsis labiata</i>		<i>Champia intricata</i> Cremades 1990
	<i>Vermiliopsis striaticeps</i> (Grube, 1862)		<i>Chondria capillaris</i> (Hudson) M.J. Wynne, 1991
	<i>Vermiliopsis sp.</i>		<i>Chondria dasyphylla</i> (Woodward) C. Agardh, 1817
<i>Artropoda</i>			<i>Contarinia squamariae</i> (Meneghini) Denizot
	Classe <i>Crustacea</i>		<i>Corallinacee incrostanti</i>
	<i>Alpheus macrocheles</i> (Hailstone, 1835)		<i>Crysimenia ventricosa</i>
	<i>Amphithoe ramondi</i> (Audouin, 1821)		<i>Dasya ocellata</i> (Grateloup) Harvey, 1833
	<i>Cestopagurus timidus</i> (Roux, 1830)		<i>Dasya rigidula</i> (Kützing) Ardissonne, 1878
	<i>Cirolana sp.</i>		<i>Falkenbergia rufolanosa</i> (Harvey)
			<i>Feldmannophycus rayssiae</i> (Feldmann & G. Feldmann) Augier & Boudouresque
	<i>Dexamine spiniventris</i> (Costa, 1853)		<i>Griffithsia schousboei</i> Montagne, 1853
	<i>Elasmopus pocillimanus</i> (Bate, 1862)		<i>Halitilon virgatum</i> (Zanardini) Garbary & Johansen
	<i>Galathea strigosa</i> (Linnaeus, 1767)		<i>Herposiphonia secunda</i> (C. Agardh), 1880
	<i>Lembos sp</i>		<i>Heterosiphonia crispella</i> (C. Agardh)
	<i>Lysianassa costae</i> (Milne-Edwards, 1830)		<i>Hypoglossum hypoglossoides</i> (Stackhouse) Collins & Hervey, 1919
	<i>Maera inaequipipes</i> (Costa, 1857)		<i>Lomentaria clavaeformis</i> Ercegovic, 1956
	<i>Pagurus chevreuxi</i> (Bouvier, 1896)		<i>Meredithia microphylla</i> (J. Agardh) J. Agardh
	<i>Periclimenes sp.</i>		<i>Monosporus pedicellatus</i> (J.E. Smith) Solier, 1845
	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)		<i>Nitophyllum micropunctatum</i> Funk, 1955
	<i>Thoralus cranchii</i> (Leach, 1817)		<i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh, 1851
<i>Echinodermata</i>			<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S.G. Gmelin) Decaisne, 1839
	<i>Ophiopsila aranea</i> (Forbes, 1845)		<i>Peyssonnelia stoechas</i> Boudouresque & Denizot
	<i>Ophiura albida</i> (Forbes, 1839)		<i>Plocamium cartilagineum</i> (Linnaeus) P.S. Dixon, 1967
<i>Porifera</i>			<i>Polysiphonia furcellata</i> (C. Agardh) Harvey
	<i>Acanthella acuta</i> Schmidt, 1862		<i>Polysiphonia perforans</i> Cormaci, G. Furnari, Pizzuto & Serio, 1998
	<i>Chondrosia reniformis</i> Nardo, 1847		

**Regno
Animalia**

Phylum	Specie
<i>Porifera</i>	<i>Crambe crambe</i> (Schmidt, 1862) <i>Ircinia variabilis</i> (Schmidt, 1862) <i>Sarcotragus spinosulus</i> Schmidt, 1862 <i>Spirastrella cunctatrix</i> Schmidt, 1868 <i>Spongia (Spongia) virgultosa</i> (Schmidt, 1868)
<i>Sipuncula</i>	<i>Phascolosoma granulatum</i> Leuckart, 1828 <i>Sipunculus nudus</i> Linnaeus, 1766
<i>Chordata</i>	<i>Ascidia coloniale</i> ind. <i>Halocynthia papillosa</i> Linnaeus, 1767
<i>Nemertea</i>	<i>Nemertea n.d.</i> Nemertea
<i>Playhelminthes</i>	<i>Platelminta n.c</i>

Regno Plantae

Phylum	Specie
<i>Rhodophyta</i>	<i>Ptilothamnion pluma</i> (Dillwyn) Thuret, 1863 <i>Seirospora interrupta</i> (J.E. Smith) F. Schmitz, 1893 <i>Spermothamnion repens</i> (Dillwyn) Rosenvinge, 1924 <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> Stackhouse, 1797 <i>Womersleyella setacea</i> (Hollenberg) R.E. Norris 1992

