

**MONITORAGGIO DELLE SPECIE NON INDIGENE  
NELL'AREA MARINA PROTETTA SECICHE  
DELLA MELORIA SECONDO PROTOCOLLI DI  
*EARLY WARNING***

Sottoprogramma 2.9: protocolli di *early warning* NIS (non indigenous species)



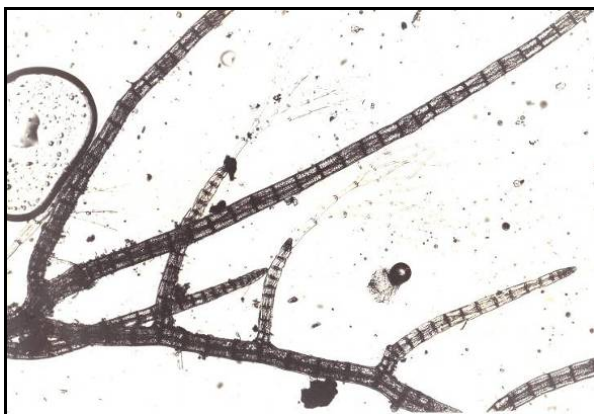
Luigi Piazzi

## OBIETTIVI DELLO STUDIO

L'obiettivo dello studio è stato la ricerca della presenza e abbondanza delle specie non indigene, di seguito NIS (Non Indigenous Species) (Fig. 1) nei principali habitat delle Secche della Meloria, fondi duri e praterie di *Posidonia oceanica*.

In particolare, lo studio aveva come priorità:

1. definizione della struttura e della variabilità spaziale dei popolamenti,
2. valutazione della presenza e dell'abbondanza delle NIS,
3. valutazione dell'effetto dei diversi gradi di protezione sull'introduzione e espansione delle NIS,
4. valutazione della qualità ecologica in base alla presenza e all'abbondanza delle NIS.



**Figura 1.** Nell'ordine, alcune specie NIS, *Laurencia chondrioides*, *Caulerpa cylindracea*, *Womersleyella setacea*, *Acrothamnion preissii*.

## METODICHE IMPIEGATE

### Disegno di campionamento

Sui fondi duri è stato impiegato un disegno multifattoriale che prevedeva un modello a due vie. I fattori considerati erano: livello di protezione dell'AMP (Zone A, B, C) e sito (3 livelli).

Sono stati scelti 3 siti per ciascun livello di protezione. In ciascun sito sono stati prelevati 3 campioni per individuare e quantificare la presenza di NIS criptiche.

Nei medesimi siti sono stati prelevati 15 fasci (5 fasci per ciascuna di 3 aree) di *P. oceanica*.

### Analisi dei campioni

I campioni sui fondi duri erano rappresentati dal grattaggio completo di superfici di 400 cm<sup>2</sup> (Boudouresque, 1971), nelle praterie di *P. oceanica* invece, dal rizoma e dalle foglie di ciascun fascio fogliare.

In laboratorio tutti gli organismi sessili sono stati determinati e l'abbondanza di ciascuna specie è stata espressa come ricoprimento percentuale calcolato come percentuale della superficie di campionamento occupata dalla proiezione ortogonale dell'organismo (Boudouresque, 1971).

La biodiversità è stata espressa come numero medio di specie per campione.

### Qualità ecologica

L'indice **ALEX** (**AL**ien **B**iotic **IndEX**) è stato sviluppato per valutare l'invasione biologica sui fondi mobili (Cinar and Bakir, 2014) ed è stata proposta una modifica dell'indice per la valutazione dell'invasione di macroalghe (Piazzi et al., 2015, 2018). Per il calcolo dell'indice, tutte le specie macroalgali sono state suddivise in 4 gruppi e la dominanza quantitativa di ciascun gruppo è stata calcolata come la percentuale di abbondanza del gruppo rispetto all'abbondanza totale del campione.

- **Gruppo I (specie indigene, native):** macroalghe presenti naturalmente nella regione;
- **Gruppo II (specie aliene occasionali):** macroalghe NIS raramente segnalate nella regione;
- **Gruppo III (specie aliene insediate):** macroalghe NIS con popolamenti autosufficienti;
- **Gruppo IV (specie aliene invasive):** macroalghe NIS in grado di espandere il proprio areale geografico con un impatto evidente sugli habitat invasi.

L'indice è stato calcolato come:

$$M-ALEX_{EQR} = (5 - M-ALEX) / 5$$

$$\text{dove: } M-ALEX = [(0GI)+(3GII+GIII)+(5GIV)]/100$$



La qualità ecologica è stata espressa in una scala di cinque classi definite dalla Direttiva Quadro sulle Acque (Water Framework Directive, 2000/60/CE) sulla base del rapporto di qualità ecologica (EQR); terminologia e codifica dei colori secondo la CE (2000).

<b>EQB</b>	<b>Categoria ecologica</b>
<b>0,86-1</b>	<b>Elevato</b>
<b>0,71-0,85</b>	<b>Buono</b>
<b>0,51-70</b>	<b>Sufficiente</b>
<b>0,31-0,50</b>	<b>Scarso</b>
<b>0-0,30</b>	<b>Pessimo</b>

### **Analisi statistiche**

I popolamenti macroalgali di fondo duro (composizione e abbondanza delle specie), l'abbondanza delle NIS (espressa come ricoprimento percentuale) e i valori dell'indice ALEX sono stati analizzati mediante analisi PERMANOVA (Anderson, 2001) a 2 vie: Protezione (3 livelli) fisso e Sito (3 livelli) random e gerarchizzato nella Protezione. Il SIMPER test è stato utilizzato per valutare i taxa che contribuivano maggiormente alle differenze tra livelli di fattori significativi.

I popolamenti delle foglie e dei rizomi di *P. oceanica* (composizione e abbondanza delle specie), l'abbondanza delle NIS (espressa come ricoprimento percentuale) e i valori dell'indice ALEX sono stati analizzati mediante analisi PERMANOVA a 3 vie: Protezione (3 livelli) fisso, Sito (3 livelli) random e gerarchizzato nella Protezione, Area (3 livelli) random e gerarchizzato nel Sito.

Il coefficiente di similarità di Bray-Curtis è stato calcolato prima di ciascuna analisi multivariata sui dati non trasformati, mentre per le analisi univariate è stata calcolata la distanza euclidea. Il test MONTECARLO è stato utilizzato laddove il numero di permutazioni era risultato troppo basso. Il PAIR-WISE test è stato utilizzato per discernere tra livelli di fattori significativi.

## RISULTATI

### I popolamenti macroalgali di fondo duro.

Sono state identificate 51 specie macroalgali di cui 7 Ochrophyta, 9 Chlorophyta e 35 Rhodophyta, riportate in tabella (Tab. 1).

Tabella 1: Lista delle specie macroalgali su fondo duro.

TAXA	Protezione		
	A	B	C
<b>Ochrophyta</b>			
<i>Dictyota</i> spp.	8.55	6.63	3.00
<i>Halopteris filicina</i>	4.10	0.25	0.03
<i>Nereia filiformis</i>	0.08	0.00	0.78
<i>Padina pavonica</i>	19.33	2.59	3.55
<i>Sargassum vulgare</i>	0.75	0.00	0.00
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	4.28	7.78	3.48
<i>Zanardinia typus</i>	5.70	0.08	3.75
<b>Chlorophyta</b>			
<i>Caulerpa cylindracea</i>	9.15	0.28	0.33
<i>Cladophora echinus</i>	0.00	0.05	0.25
<i>Cladophora prolifera</i>	0.08	0.45	0.00
<i>Codium bursa</i>	0.00	1.25	0.13
<i>Derbesia tenuissima</i>	0.00	0.50	0.00
<i>Flabellia petiolata</i>	5.00	7.50	9.33
<i>Halimeda tuna</i>	1.35	1.25	0.90
<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>	0.73	0.13	0.23
<i>Valonia macrophysa</i>	0.03	0.00	0.00
<b>Rhodophyta</b>			
<i>Acrodiscus vidovichii</i>	0.70	2.35	0.10
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0.13	0.00	0.00
<i>Acrosymphiton purpuriferum</i>	0.00	0.00	0.25
<i>Acrothamnion preissii</i>	0.10	0.00	0.00
<i>Amphiroa rubra</i>	2.60	0.85	0.08
<i>Anthithamnion cruciatum</i>	0.03	0.00	0.25
<i>Botryocladia botryoides</i>	0.00	0.25	0.30
<i>Ceramium codii</i>	0.18	0.05	0.05
<i>Ceramium diaphanum</i>	0.05	0.08	0.08
<i>Ceramium flaccidum</i>	0.25	0.03	0.00
<i>Champia parvula</i>	0.18	0.03	0.00
<i>Contarinia squumariae</i>	1.10	0.70	0.08
<i>Corallina granifera</i>	0.13	0.63	0.00
<i>Dasya rigidula</i>	0.13	0.00	0.05
<i>Eupogodon planus</i>	0.00	0.20	0.00
<i>Feldmannophycus raissiae</i>	0.08	0.20	0.08

<i>Gelidium bipectinatum</i>	0.08	0.40	0.00
<i>Halopythis incurva</i>	0.00	0.13	0.25
<i>Herposiphonia secunda</i>	0.20	0.00	0.00
<i>Heterosiphonia crispella</i>	1.88	0.00	0.00
<i>Jania virgata</i>	4.05	2.43	0.43
<i>Laurencia chondrioides</i>	0.25	7.60	3.60
<i>Lophosiphonia crestata</i>	0.00	0.00	0.13
<i>Meredithia mcrophylla</i>	0.38	1.78	1.35
<i>Osmundaea pelagosae</i>	0.00	0.00	0.08
<i>Peyssonnelia rubra</i>	19.63	19.38	13.13
<i>Peyssonnelia stoechas</i>	1.00	0.00	1.43
<i>Plocamium cartilagineum</i>	0.00	0.00	0.03
<i>Polysiphonia perforans</i>	0.00	0.00	0.03
<i>Polysiphonia subulifera</i>	0.08	0.00	0.00
<i>Ptilothamnion pluma</i>	0.03	0.00	0.00
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	8.45	0.13	0.13
<i>Tricleocarpa fragile</i>	1.38	2.35	0.30
<i>Womersleyella setacea</i>	5.05	9.75	3.30
<i>Wrangelia penicillata</i>	0.78	0.00	0.00

L'analisi PERMANOVA ha mostrato differenze significative tra livelli di protezione nella struttura dei popolamenti mentre non è risultata significativa la variabilità tra siti (Tab. 2).

Il SIMPER test ha mostrato che i popolamenti della zona A erano caratterizzati *Padina pavonica*, *Sphaerococcus coronopifolius*, *Dictyota* spp e *Zanardinia typus*. *Peyssonnelia rubra* era più abbondante nelle zone A e B. Nelle zone B e C era importante *Flabellia petiolata*.

Il numero di specie per campione variava tra 21,6±1,1 in zona A e 14,5±0,7 in zona C

**Tabella 2: Analisi PERMANOVA sui popolamenti macroalgali di fondo duro**

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Protezione = P	2	6573.2	5.12	<b>0.004</b>
Sito(P) = S(P)	6	1283.5	1.07	0.332
Residuo	18	1195.9		
Pair-wise test (P)	P(MC)			
A,B	<b>0.006</b>			
A,C	<b>0.002</b>			
B,C	<b>0.012</b>			

**Tabella 3: SIMPER test sui popolamenti macroalgali di fondo duro**

<b>TAXA</b>	<b>R%</b>	<b>R%</b>	<b>Contrib%</b>
dissimilarità = 60.00	<b>A</b>	<b>B</b>	
<i>Padina pavonica</i>	8.59	1.15	13.96
<i>Peyssonnelia rubra</i>	8.72	8.61	12.61
<i>Caulerpa cylindracea</i>	4.07	0.12	7.8
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	3.76	0.06	6.75
<i>Flabellia petiolata</i>	2.22	3.33	6.53
<i>Laurencia chondrioides</i>	0.11	3.38	6.42
<i>Womersleyella setacea</i>	2.24	4.33	6.16
<i>Dictyota spp.</i>	3.8	2.94	5.88
<i>Zanardinia typus</i>	2.53	0.03	5.25
<i>Halopteris filicina</i>	1.82	0.11	3.62
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	1.91	3.46	3.42
dissimilarità = 60.85	<b>A</b>	<b>C</b>	
<i>Padina pavonica</i>	8.59	1.58	15.88
<i>Peyssonnelia rubra</i>	8.72	5.83	11.83
<i>Caulerpa cylindracea</i>	4.07	0.14	9.03
<i>Flabellia petiolata</i>	2.22	4.14	8.23
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	3.76	0.06	7.78
<i>Dictyota spp.</i>	3.8	1.33	6.58
<i>Halopteris filicina</i>	1.82	0.01	4.32
<i>Zanardinia typus</i>	2.53	1.67	4.03
<i>Jania virgata</i>	1.8	0.19	4.03
<i>Laurencia chondrioides</i>	0.11	1.6	3.69
dissimilarità = 57.00	<b>B</b>	<b>C</b>	
<i>Peyssonnelia rubra</i>	8.61	5.83	20.26
<i>Flabellia petiolata</i>	3.33	4.14	11.12
<i>Womersleyella setacea</i>	4.33	1.47	9.36
<i>Dictyota spp.</i>	2.94	1.33	7.12
<i>Laurencia chondrioides</i>	3.38	1.6	7.02
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	3.46	1.54	6.32
<i>Zanardinia typus</i>	0.03	1.67	5.3
<i>Padina pavonica</i>	1.15	1.58	4.76
<i>Acrodiscus vidovichii</i>	1.04	0.04	3.47
<i>Tricleocarpa fragile</i>	1.04	0.13	3.1

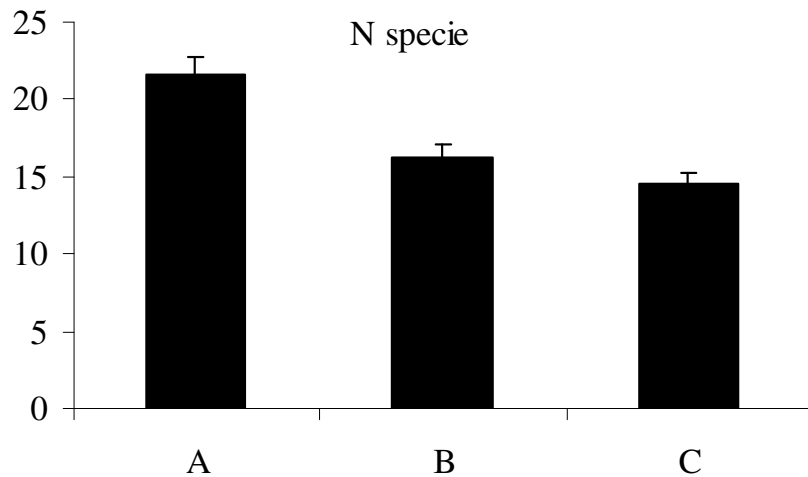


Figura 2: Numero medio di specie per campione dei popolamenti macroalgali di fondo duro.

Sono state individuate 4 specie di NIS: *Caulerpa cylindracea*, *Acrothamnion preissii*, *Womersleyella setacea* e *Laurencia chondrioides*. Le prime tre sono considerate fortemente invasive mentre l'ultima per il momento non ha evidenziato caratteristiche di invasività.

*C. cylindracea* era presente principalmente in zona A, *L. chondrioides* in zona B e C, mentre *W. setacea* era diffusa ovunque ma con abbondanze più elevate in zona B. *A. preissii* ha mostrato ovunque bassissime abbondanze (Fig. 3).

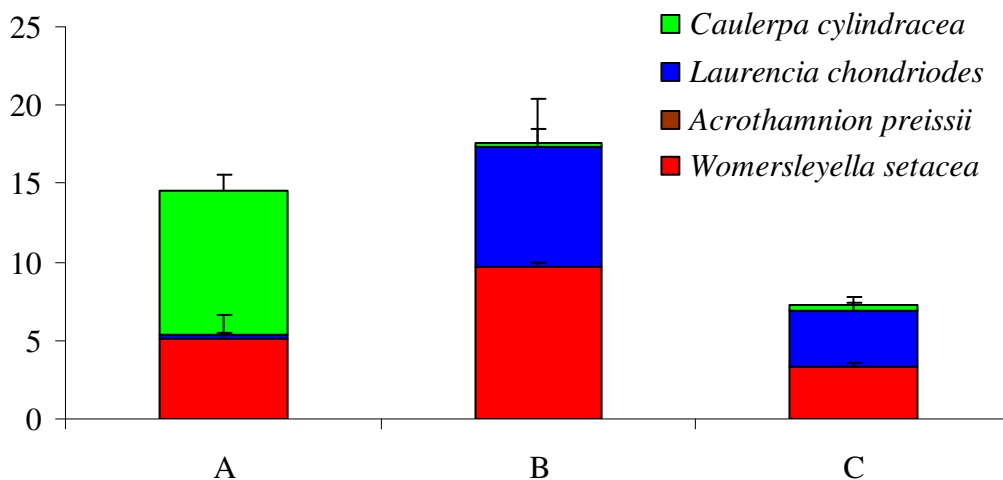
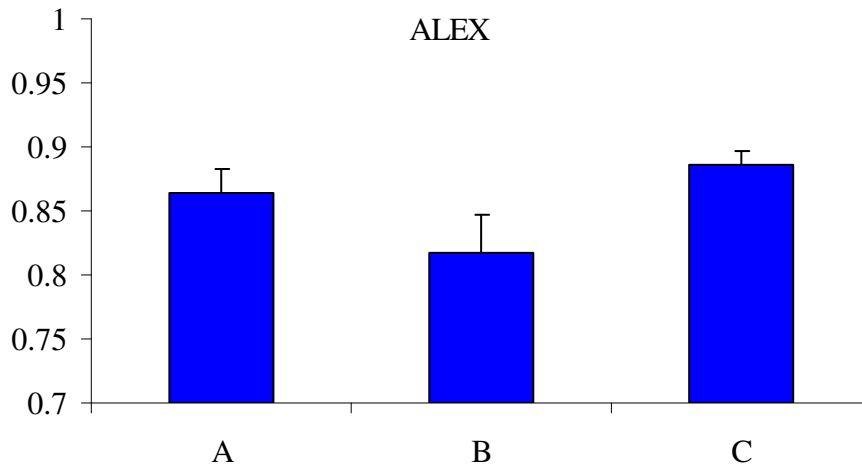


Figura 3: Abbondanza delle NIS nei popolamenti di fondo duro



L'indice ALEX è risultato sempre piuttosto elevato, con valori che variavano tra 0,81 in zona B e 0,88 in zona C, mostrando uno stato di qualità ecologica elevata in tutti i siti di studio (Fig. 4).



**Figura 4: Valori di ALEX per i popolamenti di fondo duro**

L'analisi PERMANOVA non ha mostrato differenze significative tra zone di protezione né per l'abbondanza delle NIS (Tab. 4) né per i valori dell'indice ALEX (Tab. 5).

**Tabella 4: Analisi PERMANOVA sull'abbondanza delle NIS nei popolamenti di fondo duro.**

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Protezione = P	2	42.79	2.53	0.137
Sito(P) = S(P)	6	16.90	1.20	0.334
Residuo	18	13.98		

**Tabella 5: Analisi PERMANOVA sui valori di ALEX per i popolamenti di fondo duro.**

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Protezione = P	2	2570.1	3.06	0.096
Sito(P) = S(P)	6	839.2	1.52	0.21
Residuo	18	549.7		

### **I popolamenti delle foglie e dei rizomi di *P. oceanica*.**

Il popolamento dei rizomi di *P. oceanica* era dominato da macroalghe, principalmente Rhodophyta. Tra gli animali erano comuni i briozoi incrostanti, l'idrozoo *Aglaophenia* spp e il foraminifero *Miniacina miniacea*.

Sulle foglie erano dominanti le corallinacee incrostanti e il briozoo *Elettra posidoniae*. Tra gli organismi eretti erano comuni le macroalghe *Dictyota linearis*, *Laurencia* spp e *Ceramium codii*, l'idrozoo *Sertularella* spp e il briozoo *Aetea* spp.

In totale sono stati identificati 21 taxa/gruppi sui rizomi e 21 sulle foglie (Tab. 6 e 7). Il numero di specie variava sui rizomi tra  $3,1 \pm 0,2$  in zona C e  $4,1 \pm 0,2$  in zona B, mentre sulle foglie tra  $3,4 \pm 0,2$  in zona C e  $4,5 \pm 0,3$  in zona B (Fig. 5).

L'analisi multivariata ha mostrato differenze significative tra livelli di protezione per il popolamento dei rizomi (Tab. 8) ma non per quello delle foglie (Tab. 9).

Nelle praterie di *P. oceanica* è stata individuata un'unica NIS, la Rhodophyta *Acrothamnion preissii*. Sui rizomi il ricoprimento di *A. preissii* era piuttosto elevato, con un valore massimo riscontrato in zona C ( $26,1 \pm 4,4$ ).

I valori di ALEX variavano tra  $0,73 \pm 0,04$  in zona C e  $0,83 \pm 0,03$  in zona B (Fig. 7); la qualità ecologica è risultata elevata in zona B e buona in zona A e C.

L'analisi multivariata sui valori dell'indice nei popolamenti dei rizomi non ha però mostrato differenze significative tra le zone a differente grado di protezione.

**Tabella 6: Lista dei taxa/gruppi presenti sui rizomi di *P. oceanica***

<b>TAXA</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Rhodophyta</b>			
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	7.11	10.89	6.67
<i>Acrothamnion preissii</i>	22.56	10.33	11.22
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	0.22	0.00	0.00
<i>Botryocladia botryoides</i>	0.00	0.22	0.22
Corallinales incrostanti	2.22	3.89	0.89
<i>Jania virgata</i>	3.78	2.78	1.00
<i>Laurencia</i> spp	0.00	0.00	0.00
<i>Peyssonnelia</i> spp	1.78	9.78	5.11
<i>Plocamium cartilagineum</i>	0.78	1.22	0.11
<i>Polysiphonia</i> spp	0.44	0.00	0.00
<b>Ochrophyta</b>			
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	0.00	4.44	0.67
<i>Dictyota</i> spp.	0.89	3.00	0.22
<i>Halopteris filicina</i>	1.89	0.00	0.00
<b>Chlorophyta</b>			
<i>Flabellia petiolata</i>	0.44	0.00	0.00
<b>Foraminifera</b>			
<i>Miniacina miniacea</i>	3.00	6.33	5.11
<b>Porifera</b>			
spugne incrostanti	0.67	0.00	0.44
<b>Annelida</b>			
<i>Spirorbis</i> spp	0.56	0.00	0.11
<b>Hydrozoa</b>			
<i>Aglaophenia</i> spp	8.00	3.00	3.11
<b>Bryozoa</b>			
briozoi incrostanti	2.67	2.44	1.56
<i>Margaretta cereoides</i>	0.00	0.44	1.11
<i>Scrupocellaria</i> spp.	0.11	0.67	0.67

**Tabella 7: Lista dei taxa/gruppi presenti sulle foglie di *P. oceanica***

<b>TAXA</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Rhodophyta</b>			
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0.06	0.00	0.00
<i>Acrothamnion preissii</i>	0.33	0.33	0.89
<i>Ceramium codii</i>	0.33	1.17	0.39
<i>Champia intricata</i>	0.11	0.11	0.00
<i>Chondria tenuissima</i>	0.06	0.00	0.00
<i>Corallinales incrostanti</i>	289.89	340.00	100.22
<i>Laurencia spp.</i>	2.50	3.22	1.00
<i>Plocamium cartilagineum</i>	0.11	0.00	0.00
<i>Polysiphonia spp.</i>	0.28	0.06	0.00
<i>Seirospora spp.</i>	0.28	0.00	0.06
<i>Wrangalia penicillata</i>	0.06	0.00	0.00
<b>Ochrophyta</b>			
<i>Castagnea cylindrica</i>	0.00	0.22	0.00
<i>Dictyota linearis</i>	2.72	0.94	0.83
<i>Giraudia sphacelarioides</i>	0.06	0.50	0.06
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	0.44	0.06	0.00
<b>Hydrozoa</b>			
<i>Aglaophenia spp</i>	1.44	0.00	0.00
<i>Sertularella spp</i>	8.39	13.06	3.61
<b>Annelida</b>			
<i>Spirorbis spp</i>	0.39	0.22	0.39
<b>Bryozoa</b>			
<i>Aetea spp</i>	0.78	0.33	0.50
<i>Electra posidoniae</i>	168.89	58.72	50.67
<i>Patinella radiata</i>	0.56	0.67	0.06

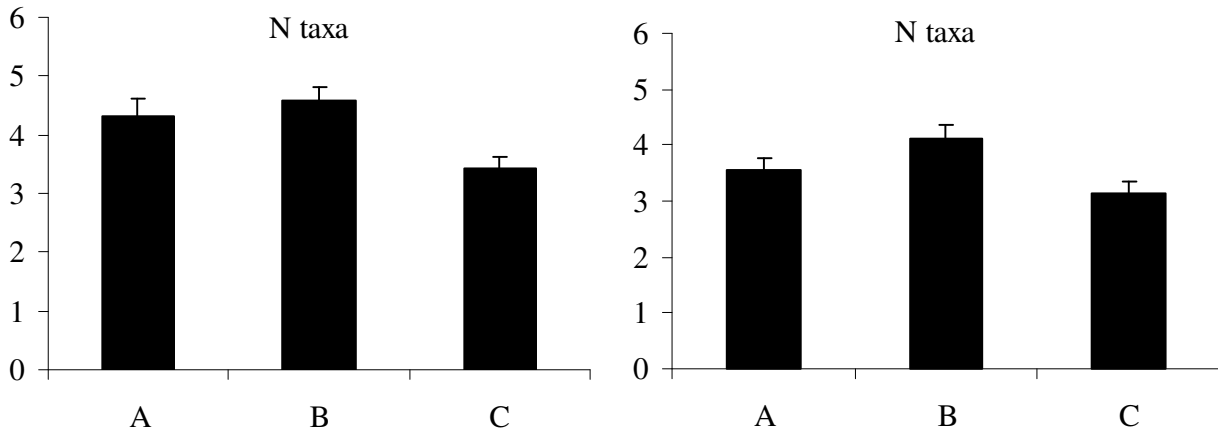


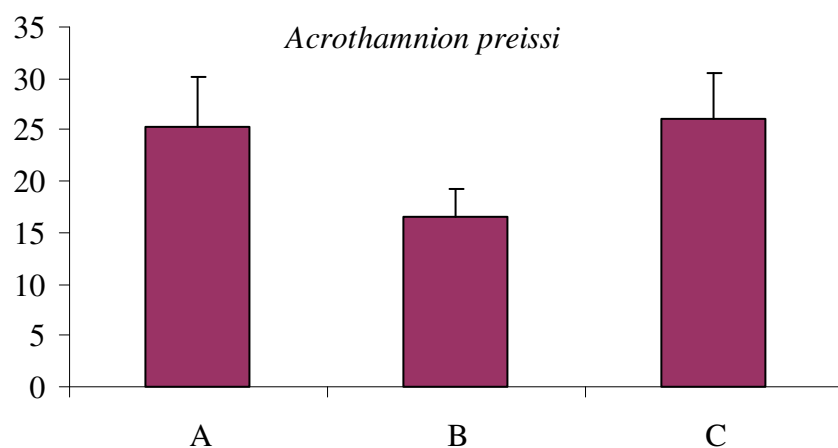
Figura 5: Numero medio di taxa epifiti per campione sui rizomi (a sx) e sulle foglie di *P. oceanica* (a dx)

Tabella 8: analisi PERMANOVA sui popolamenti epifiti dei rizomi di *P. oceanica*

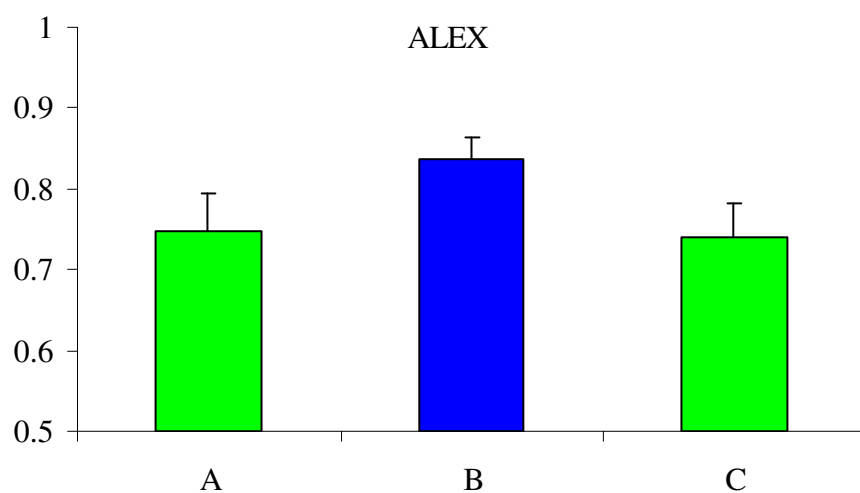
Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Protezione = P	2	11963	1.99	<b>0.029</b>
Sito(P) = S(P)	6	5982	1.17	0.232
Area(S(P))	18	5113	2.12	<b>0.001</b>
Residuo	108	2404		
Pair-wise test (P) P(MC)				
A,B	0.169			
A,C	0.115			
B,C	<b>0.037</b>			

Tabella 9: analisi PERMANOVA sui popolamenti epifiti delle foglie di *P. oceanica*

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Protezione = P	2	23323	1.9793	0.134
Sito(P) = S(P)	6	11784	4.8043	0.001
Area(S(P))	18	2452.7	3.4341	0.001
Residuo	108	714.22		



**Figura 6:** ricoprimento percentuale di *A. preissii* nei popolamenti dei rizomi di *P. oceanica*



**Figura 7:** valori di ALEX calcolati per i popolamenti dei rizomi di *P. oceanica*

**Tabella 7:** analisi PERMANOVA sui valori di ALEX nei popolamenti dei rizomi

Source	df	MS	Pseudo-	P(pern)
Protezione = P	2	1065.2	0.72	0.521
Sito(P) = S(P)	6	1478.8	2.51	<b>0.041</b>
Area(S(P))	18	587.2	1.56	<b>0.059</b>
Residuo	108	376.0		



## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I popolamenti studiati sono risultati ben strutturati e simili ad altri popolamenti descritti nella stessa regione biogeografica (Piazzi et al. 2002, Nesti et al. 2009).

Le 4 NIS identificate (*Caulerpa cylindracea*, *Acrothamnion preissii*, *Womersleyella setacea* e *Laurencia chondroides*) sono già state descritte lungo il litorale livornese (Piazzi e Cinelli 2003, Gennaro et al. 2015). Nei popolamenti delle Secche della Meloria i ricoprimenti non sono risultati piuttosto bassi, dato che ha trovato riscontro nel calcolo dell'indice ALEX che ha quasi sempre mostrato una qualità ecologica elevata. L'unica eccezione è risultato il popolamento dei rizomi di *P. oceanica* dove *Acrothamnion preissii* era piuttosto abbondante e la qualità ecologica è risultata solo buona in zona A e C. al contrario, sulle foglie della fanerogama la presenza di NIS è risultata solo sporadica e imputabile ad una risalita di *A. preissi* dai rizomi alla parte basale delle foglie.

La vulnerabilità delle praterie di *P. oceanica* all'invasione di *A. preissii* è stata più volte messa in evidenza (Piazzi e Cinelli 2001); infatti l'alga ha nei rizomi della fanerogama un habitat di elezione, come dimostra anche la bassa abbondanza dell'alga nei fondi duri circostanti. In quest'ultimo habitat, è invece risultata diffusa l'altra Rhodophyta filamentosa *Womersleyella setacea*, completamente assente sui rizomi di *P. oceanica*. Le due specie, con simile morfologia, sembrano essere complementari nella colonizzazione di una regione, privilegiando habitat diversi, quindi non entrando in competizione diretta.

*C. cylindracea*, la specie introdotta più comune sulle Secche della Meloria, non ha mostrato alti valori di ricoprimento nelle aree investigate. Infine è stata trovata anche *Laurencia chondroides*, una NIS considerata non particolarmente invasiva. Sulle Secche della Meloria è risultata comunque comune, quindi da valutare nei monitoraggi futuri.

Da un punto di vista qualitativo le zone a differente protezione sono risultate differenti tra loro, con una maggiore abbondanza di *C. cylindracea* in zona A e di *L. chondroides* in zona B e C. I valori dell'indice non hanno mostrato invece differenze sostanziali tra zone di protezione evidenziando che da un punto di vista quantitativo il livello di invasione è simile su tutte le Secche della Meloria. Ad oggi i valori di qualità ecologica sono buoni o elevati, quindi l'invasione da NIS non sembra particolarmente preoccupante, ma l'importante presenza di specie criptiche come *A. preissii* e *W. setacea* rende comunque fondamentale continuare il monitoraggio per valutare eventuali incrementi della loro abbondanza. Inoltre, la presenza di specie filamentose costituenti feltri algali può favorire la colonizzazione di specie anche più invasive come ad esempio *C. cylindracea* (Piazzi et al. 2016). L'utilizzo di ALEX, infine, si è confermato idoneo per il monitoraggio delle specie aliene, soprattutto quelle criptiche, all'interno delle AMP (Piazzi et al. 2018).

## **Bibliografia citata**

- ANDERSON M.J. 2001. A new method for a non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- BOUDOURESQUE, C.F. (1971) Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Tethys*, 3, 79–104.
- CINAR, M.E., BAKIR, K. 2014. ALien Biotic IndEX (ALEX) – A new index for assessing impacts of alien species on benthic communities *Marine Pollution Bulletin* 87, 171-179.
- GENNARO P., PIAZZI L., PERSIA E., PORRELLO S. 2015. Nutrients exploitation and competition strategies of the invasive seaweed *Caulerpa cylindracea*. *European Journal of Phycology* 50: 384-394
- NESTI U., PIAZZI L., BALATA D. 2009. Variability in the structure of epiphytic assemblages of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* in relation to depth. *Marine Ecology* 30: 276–287.
- PIAZZI L., CINELLI F. 2001. The distribution and dominance of two introduced turf-forming macroalgae in the coast of Tuscany (Italy, northwestern Mediterranean) in relation to different habitats and sedimentation. *Botanica Marina* 44: 509-520.
- PIAZZI L., CINELLI F. 2003. Evaluation of benthic macroalgal invasion in a harbour area of the western Mediterranean Sea. *European Journal of Phycology*. 38: 223-231.
- PIAZZI L., PARDI G., BALATA D., CECCHI E., CINELLI F. 2002. Seasonal dynamics of a subtidal north-western Mediterranean macroalgal community in relation to depth and substrate inclination. *Botanica Marina*, 45: 243-252.
- PIAZZI L, GENNARO P., CECCHERELLI G. 2015. Suitability of the Alien Biotic Index (ALEX) for assessing invasion of macroalgae across different Mediterranean habitats. *Marine Pollution Bulletin* 97: 234–240
- PIAZZI, L., BALATA, D., BULLERI, F., GENNARO, P., CECCHERELLI, G., 2016. The invasion of *Caulerpa cylindracea* in the Mediterranean: the known, the unknown and the knowable. *Marine Biology* 163, 161. doi:10.1007/s00227-016-2937-4
- PIAZZI L., GENNARO P., ATZORI F., CADONI N., CINTI M.F., FRAU F., CECCHERELLI G. 2018. ALEX index enables detection of alien macroalgae invasions across habitats within a Marine Protected Area. *Marine Pollution Bulletin* 128: 318-323