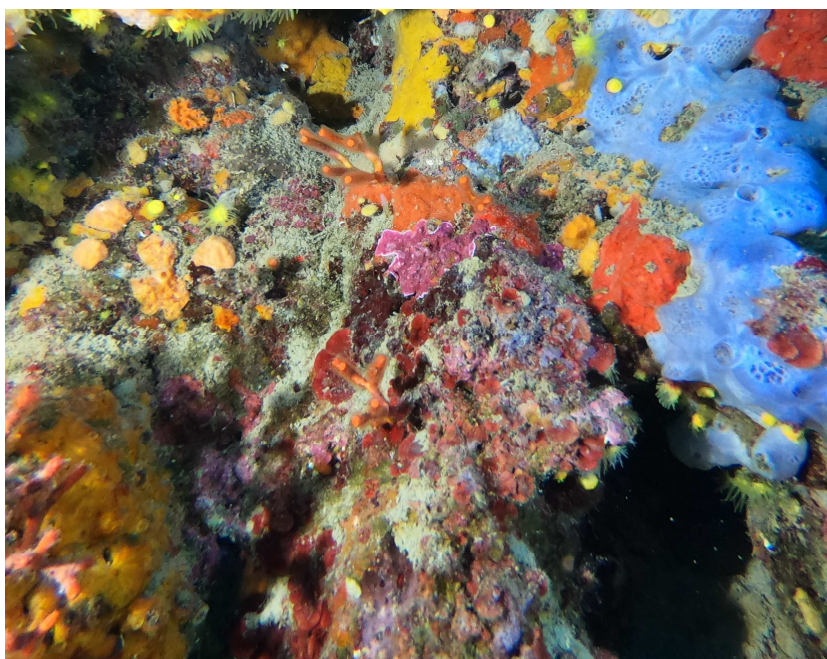




Dicembre 2019

Area Marina Protetta Secche della Meloria

Monitoraggio ex art. 11 del D.Lgs. 190/2010
“Strategia marina nelle aree marine protette”
protocollo di attuazione del Decreto Ministero
Ambiente n. 24833/2015
Sottoprogramma 2.2: monitoraggio dell’estensione
dell’habitat a coralligeno.



Risultati anno 2019

Rev. 1	5.12.19	Emissione Definitiva	AMDB-LP	GBP	CP
Rev. 0	25.11.19	Emissione per commenti committente	AMDB-LP	GBP	CP
Rev	Data	Descrizione della revisione	Preparato da	Verificato da	Approvato da

Consorzio per Centro Interuniversitario di Biologia Marina
ed Ecologia Applicata “G. Bacci” - Livorno

PREMESSA

Nel presente documento vengono riportati i risultati degli approfondimenti svolti nella AMP delle Secche della Meloria (LI) nel corso del 2019 sul popolamento coralligeno per la *Strategia Marina*.

INTRODUZIONE

Il popolamento Coralligeno dell'AMP Secche della Meloria

A fianco della Posidonia si pone per produttività, complessità, alta biodiversità, il coralligeno la più importante tra le costruzioni biogene del Mediterraneo. Esso è formato primariamente da alghe Corallinacee ed è successivamente colonizzato da altre specie algali, principalmente Peyssonneliaceae, e da organismi quali serpulidi, briozoi e sclerattinie, che contribuiscono a formare un popolamento pluristratificato ad elevata ricchezza specifica. Nella Meloria esso è presente ai margini esterni nel settore occidentale tra i 20 ed i 50 metri di profondità. Più superficialmente, nella parte centrale della secca, sono presenti delle creste rocciose con orientamento NE SW assimilabili a tali concrezioni.

Il coralligeno, nella sua parte W-SW degrada su un fondale sabbioso colonizzato da un popolamento bentonico riconducibile alla Biocenosi del Detritico Costiero (presente con differenti facies) dove piccoli banchi coralligeni ospitano rami di *Eunicella singularis* e *Posidonia oceanica*.

Infine, nonostante scarsamente segnalata nella letteratura scientifica, è nota, in Meloria, la presenza del corallo rosso (*Corallium rubrum*), specie diffusamente conosciuta per il suo largo uso nella realizzazione di monili.

OBIETTIVI DELLO STUDIO

L'obiettivo dello studio è stato il monitoraggio dei popolamenti bentonici che colonizzano le scogliere circolitorali delle Secche della Meloria

In particolare, lo studio aveva come priorità:

1. definizione della struttura dei popolamenti
2. definizione dei pattern di variabilità spaziale
3. valutazione della biodiversità
4. valutazione della qualità ecologica

METODICHE IMPIEGATE

Disegno di campionamento

È stato impiegato un disegno multifattoriale che prevedeva un modello a 2 vie. I fattori considerati erano:

- **Sito:** zone di scogliera situate a km di distanza tra loro. Sono stati selezionati 3 siti all'interno dell'AMP e uno esterno di controllo (Vada)
- **Area:** in ogni sito sono state campionate 3 aree alla profondità di circa 35 metri su parete rocciosa verticale, ciascuna di dimensioni pari a circa 4 metri quadri e distanti tra loro circa 25 metri. In ogni area sono state effettuate 10 repliche consistenti in campionamenti fotografici di 0.2 metri quadri, per un totale di 120 campioni (fotografie).

Analisi delle immagini e analisi statistica dei dati

Le immagini sono state analizzate mediante il software ImageJ, i dati fotografici sono stati analizzati secondo il metodo del mosaico a *patches*. Il risultato di questa operazione genera un mosaico eterogeneo di macchie di diversa grandezza e colore, al fine di consentire una discriminazione tra specie presenti nella superficie fotografata. La struttura viene determinata dalla composizione, configurazione e proporzione delle diverse *patches*.

I dati di composizione e abbondanza di specie/gruppi morfologici sono stati analizzati mediante analisi multivariata (*Permutational Analysis of Variances*, PERMANOVA, Anderson 2001). È stato utilizzato un disegno a 2 vie con i fattori Sito (4 livelli, fisso) e Area (3 livelli, random e gerarchizzato nel Sito). Il SIMPER test è stato utilizzato per valutare i taxa che contribuivano maggiormente alle differenze tra livelli di fattori significativi.

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.

Il numero di taxa/gruppi è stato analizzato mediante PERMANOVA con lo stesso disegno utilizzato per l'analisi multivariata. La distanza euclidea è stata calcolata sui dati non trasformati.

Qualità ecologica

La qualità ecologica dei popolamenti coralligeni è stata valutata mediante l'indice ESCA (*Ecological Status of Coralligenous Assemblages*, Cecchi et al. 2014, Piazzini et al. 2017).

Il calcolo dell'indice ESCA viene effettuato mediando i tre valori di EQB (Elementi di Qualità Biologica) ottenuti attraverso:

1. Qualità e abbondanza dei taxa presenti: **Sensitivity Level (SL)**;
2. **Diversità alpha:** numero di taxa o gruppi;
3. **Diversità beta:** eterogeneità dei popolamenti.

Il valore di sensitivity level è calcolato associando ad ogni gruppo o taxon un valore da 1 a 10 e valutando sia la presenza che l'abbondanza di ciascun taxon/gruppo. Il valore di sensitivity level di ciascun taxon/gruppo è riferita alla copertura media del taxon/gruppo calcolata tra tutti i campioni di quell'area. Il valore di sensitivity level di un'area è ottenuto come somma dei valori di sensitivity level assegnati a ciascun taxon/gruppo.

La diversità alpha è valutata come il numero medio di taxa/gruppi presenti in ciascun campione e mediata tra tutti i campioni dell'area in esame.

La diversità beta è valutata come eterogeneità dei popolamenti calcolata attraverso il calcolo della PERMDISP (*permutational dispersion analysis*) utilizzando il programma PRIMER 6+PERMANOVA (Anderson 2001). La PERMDISP valuta la variabilità di composizione in specie tra unità di campionamento, analizzando la dispersione multivariata calcolata come distanza media dei campioni dai centroidi (Anderson 2006). I cambiamenti nell'eterogeneità dei popolamenti messi in evidenza dall'analisi PERMDISP possono essere interpretati come cambiamenti di diversità beta (Anderson et al. 2006).

L'EQR (*Environmental Quality Ratio*) per ciascun descrittore è calcolato come rapporto tra il valore di EQV (*Environmental Quality Values*) ottenuto in quell'area e il valore di EQV di riferimento. I valori di riferimento utilizzati si riferiscono alla media dei valori ottenuti in un periodo di tre anni in un'area considerata ad impatto pressoché nullo all'interno della stessa bioregione. L'EQR di ciascun sito è stato calcolato come la media tra gli EQR ottenuti per ciascun descrittore. Cinque classi ecologiche sono state così definite:

1. 0-0.20 scarso, 0.21-0.40 povero, 0.41-0.50 sufficiente, 0.61-0.80 buono, 0.81-1.0 elevato.

RISULTATI

Struttura dei popolamenti e variabilità spaziale

I popolamenti studiati erano dominati da Rhodophyta calcaree incrostanti e *Peyssonnelia* spp; risultavano comuni la Chlorophyta *Flabellia petiolata* e le Dictyotales. Un feltro algale era sempre presente con abbondanza variabile. Le Rhodophyta erette cilindriche sono risultate piuttosto comuni. La componente animale era costituita principalmente da spugne sia incrostanti che massive e abbastanza ben rappresentati erano i briozoi, in particolar modo *Myriapora truncata*. Raramente sono stati trovati alcuni esemplari del gorgonaceo *Eunicella cavolini* (Tab. 1).

L'analisi multivariata (Tab. 2) ha mostrato differenze significative nella struttura dei popolamenti tra il sito S1 e gli altri che invece sono risultati simili tra loro. Non vi erano differenze significative tra le aree.

Il SIMPER test (Tab. 3) ha mostrato che il sito S1 presentava rispetto agli altri una maggiore abbondanza di *Peyssonnelia* spp. e Rhodophyta erette cilindriche e una minore copertura di Rhodophyta incrostanti calcaree e di *Flabellia petiolata*, ad eccezione del sito S3. Gli altri siti erano piuttosto simili tra loro e le differenze riscontrate erano legate principalmente alle spugne, meno abbondanti a Vada, e alle Dictyotales, più abbondanti nel sito S3.

Biodiversità

Il numero di taxa/gruppi variava tra $6,71 \pm 0,30$ nel sito S3 e $7,51 \pm 0,34$ nel sito S1. L'analisi univariata ha mostrato che non vi erano differenze tra i siti studiati (Tab. 4, Figura 2).

La diversità beta era minore nel sito S1 rispetto agli altri (Figura 3).

Qualità ecologica

I valori dell'indice ESCA erano molto simili tra i tre siti delle Secche della Meloria e anche tra questi e il sito delle Secche di Vada. I valori variavano tra 0.71 e 0.78 e tutti i siti sono risultati di valore ecologico buono (Tab. 4, Figura 4).

Tabella 1. Lista e abbondanza media dei Taxa/gruppi morfologici nei siti studiati

	S1	S2	S3	Vada
Taxa macroalgali				
feltro	1.03	0.78	1.15	0.28
<i>Pseudoclorodesmis furcellata</i>	1.02	0.29	0.16	0.27
Dyctiotales	4.36	1.92	7.29	0.09
Rhodophyta calcaree incrostanti	17.04	43.05	44.92	35.47
Rhodophyta calcaree erette	0.05	0.00	0.01	0.00
<i>Peyssonnelia</i> sp.	67.84	43.18	43.59	56.43
<i>Valonia</i> spp.	0.00	0.01	0.00	0.00
<i>Flabellia petiolata</i>	0.00	0.05	0.00	2.39
Ochrophyta erette	0.44	0.00	0.00	0.00
Ochrophyta incrostanti	0.04	0.16	0.34	0.02
<i>Palmophyllum crassum</i>	0.75	0.00	0.28	0.05
Rhodophyta erette cilindriche	3.43	0.12	0.00	0.00
Rhodophyta erette fogliacee	0.83	0.00	0.00	0.00
Taxa animali				
spugne incrostanti	1.70	3.67	0.81	1.76
spugne prostrate	1.02	3.29	1.05	1.51
spugne erette di piccole dimensioni	0.05	0.19	0.00	0.05
sugne massive arborescenti	0.00	0.13	0.03	0.02
idrozoi	0.01	0.00	0.00	0.00
<i>Parazoanthus axinellae</i>	0.00	0.56	0.00	0.01
sclereattinie solitarie	0.10	0.91	0.12	0.42
<i>Eunicella cavolini</i>	0.00	0.01	0.00	0.00
serpulidi	0.01	0.01	0.02	0.02
briozoi ramificati	0.05	0.00	0.02	0.00
<i>Myriapora truncata</i>	0.13	1.34	0.15	1.14
<i>Reteporella</i> spp.	0.06	0.00	0.02	0.00
<i>Smittina cervicornis</i>	0.01	0.00	0.00	0.06
ascidie incrostanti	0.00	0.08	0.00	0.00
ascidie erette	0.00	0.00	0.01	0.00

Tabella 2: Risultati dell'analisi PERMANOVA sulla struttura dei popolamenti

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Sito(P) = S(P)	3	8227.8	6.04	0.005
Area(S(P))	8	1360.6	0.92	0.524
Residuo	108	1475.6		

Pair-wise test (P)	P(MC)
S1,S2	0.015
S1,S3	0.002
S1, Vada	0.041
S2,S3	0.215
S2, Vada	0.317
S3, Vada	0.086

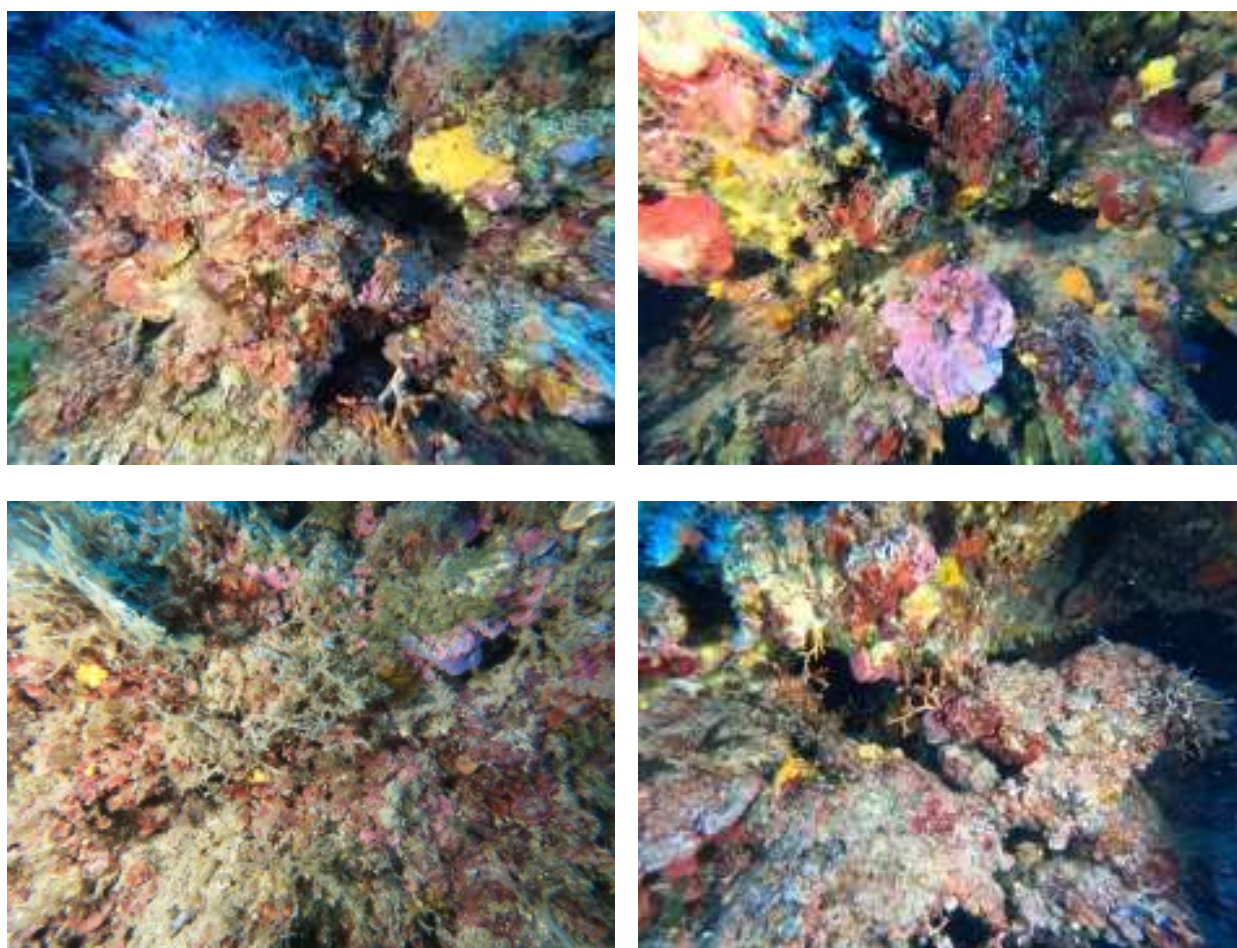


Figura 1: In ordine immagini dei 3 siti delle Secche della Meloria e di quello delle Secche di Vada

Tabella 3: Risultati del SIMPER test

taxa/gruppi	copertura media		Contributo %
<i>Dissimilarità media = 49.42</i>			
	S1	S2	
<i>Peyssonnelia</i> sp.	67.84	43.18	38.46
Rhodophyta calcaree incrostanti	17.04	43.05	37.02
Dyctiiales	4.36	1.92	5.01
Rhodophyta erette cilindriche	3.43	0.12	3.49
Spugne prostrate	1.02	3.29	3.36
Spugne incrostanti	1.02	3.46	3.17
<i>Dissimilarità media = 46.57</i>			
	S1	S3	
Encrusting Corallinales	17.04	44.92	39.14
<i>Peyssonnelia</i> sp.	67.84	43.59	38.89
Dyctiiales	4.36	7.29	7.65
Rhodophyta erette cilindriche	3.43	0	3.68
<i>Dissimilarità media = 50.26</i>			
	S2	S3	
<i>Peyssonnelia</i> sp.	43.18	43.59	39.92
Rhodophyta calcaree incrostanti	43.05	44.92	39.58
Dyctiiales	1.92	7.29	7.21
Spugne prostrate	3.29	1.05	3.57
<i>Dissimilarità media = 43.68</i>			
	S1	Vada	
<i>Peyssonnelia</i> sp.	67.84	56.43	39.23
Rhodophyta calcaree incrostanti	17.04	35.47	36.85
Dyctiiales	4.36	0.09	4.98
Rhodophyta erette cilindriche	3.43	0	3.93
<i>Flabellia petiolata</i>	0	2.39	2.74
<i>Dissimilarità media = 50.38</i>			
	S2	Vada	
<i>Peyssonnelia</i> sp.	43.18	56.43	42.6
Rhodophyta calcaree incrostanti	43.05	35.47	40.67
Spugne incrostanti	3.46	1.75	3.28
Spugne prostrate	3.29	1.51	3.27
<i>Flabellia petiolata</i>	0.05	2.39	2.37
<i>Dissimilarità media = 50.51</i>			
	S3	Vada	
<i>Peyssonnelia</i> sp.	43.59	56.43	42.06
Rhodophyta calcaree incrostanti	44.92	35.47	40.42
Dyctiiales	7.29	0.09	7.16
<i>Flabellia petiolata</i>	0	2.39	2.37

Tabella 4: Risultati dell'analisi PERMANOVA sul numero di taxa/gruppi per campione

Source	df	MS	Pseudo-F	P (perm)
Sito(P) = S(P)	3	4.82	1.23	0.335
Area(S(P))	8	3.89	1.35	0.223
Residuo	108	2.86		

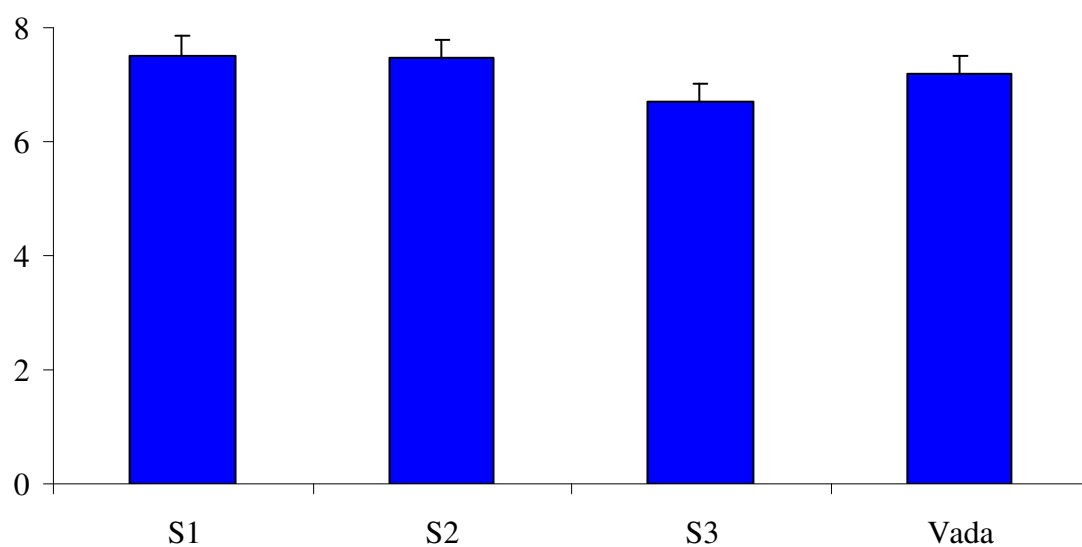


Figura 2: Numero medio per campione di taxa/gruppi (media \pm ES, n=30)

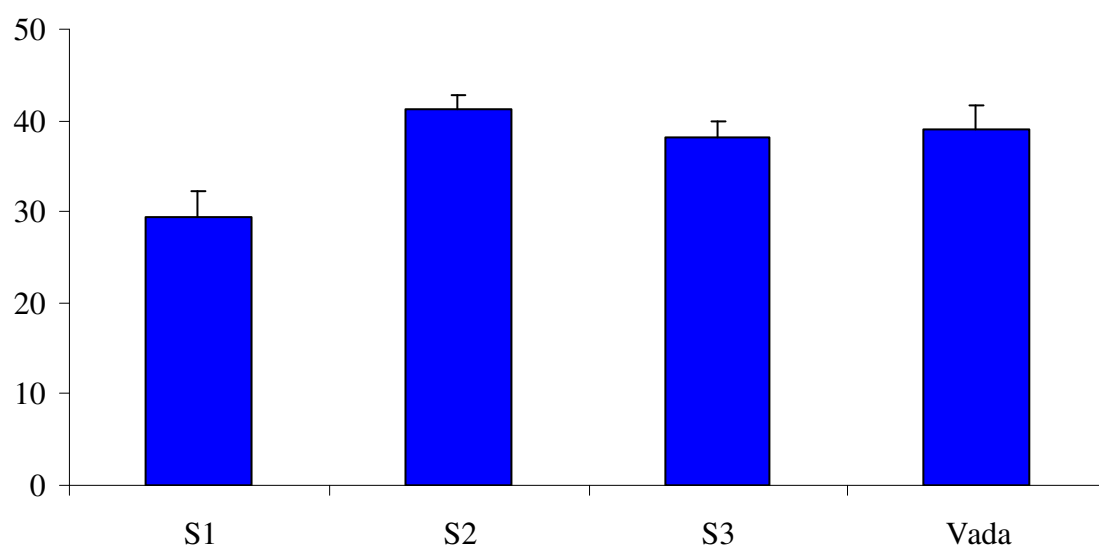


Figura 3: Distanza media dai centroidi nell'analisi PERMDISP (media \pm ES, n=30)

Tabella 4: Valori degli EQR relativi ai tre descrittori dell'indice ESCA

	SL	alpha	beta	EQR
S1	0.77	0.75	0.65	0.73
S2	0.67	0.75	0.91	0.78
S3	0.61	0.67	0.85	0.71
Vada	0.58	0.72	0.87	0.72

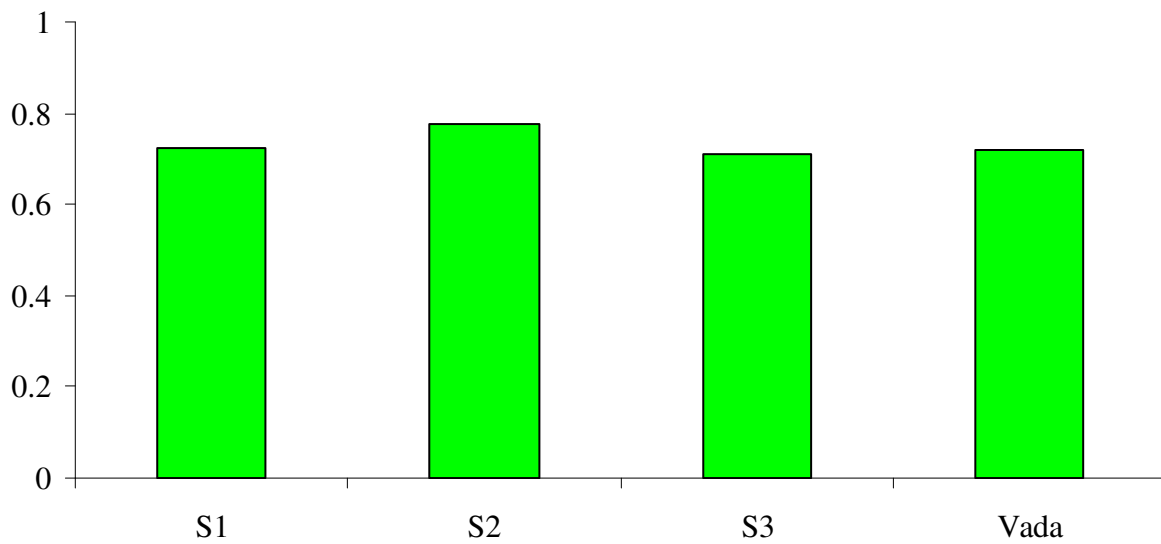


Figura 4: Valori dell'indice ESCA

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La struttura dei popolamenti del coralligeno di parete delle Secche della Meloria oggetto del monitoraggio per la Strategia Marina nel 2019 è risultata simile a quella descritta per simili popolamenti nell'area geografica considerata (Balata et al. 2005, Piazzì et al. 2017). Rispetto ad altri popolamenti studiati nei mari toscani sono risultati poco abbondanti i gorgoniacei e, in generale, lo stato elevato. Questo dato, insieme all'abbondanza di Dictyotales e *Pseudochlorodesmis furcellata* fanno ipotizzare la presenza di un disturbo di media intensità, probabilmente legato a sedimentazione/eutrofizzazione (Balata et al. 2005, Piazzì et al. 2011, 2012, 2018). Le Secche della Meloria sono interessate dagli apporti del fiume Arno, fonte potenziali sia di nutrienti che di sedimento, e dalla vicinanza con l'area urbana e industriale di Livorno. Il sito di controllo sulle Secche di Vada è risultato comunque molto simile nella struttura dei popolamenti a quelli studiati sulle Secche della Meloria, suggerendo che un eventuale disturbo possa interessare tutta l'area geografica considerata e non sia presente localmente nell'AMP delle Secche della Meloria.

Lo stato ecologico è risultato buono in tutti i siti studiati. L'incremento di qualità ecologica riscontrato rispetto al monitoraggio precedente è probabilmente da imputare alla diversa profondità di campionamento, in quanto i valori di riferimento per il calcolo dell'indice sono tarati per una profondità maggiore di quella campionata nel 2018. I valori di qualità ecologica del 2019 confermano quanto emerso dalla struttura dei popolamenti, facendo ipotizzare che le scogliere coralligene della Meloria, pur in uno stato ecologico da considerare sufficiente, siano comunque soggette ad una pressione di entità non elevata. È quindi importante proseguire il monitoraggio intrapreso per poter valutare eventuali cambiamenti nella struttura dei popolamenti e nella qualità ecologica in relazione alle fonti di disturbo che interessano l'area in oggetto. Inoltre sarebbe interessante monitorare entrambe le fasce batimetriche oggetto di studio negli anni 2018 e 2019, in quanto si tratta di popolamenti peculiari entrambi caratterizzati da un'elevata biocostruzione.

Bibliografia citata

- Anderson, M.J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26, 32-46.
- Anderson, M.J. (2006). Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions. *Biometrics*, 62, 245-253.
- Anderson, M.J., Ellingsen, K.E., & McArdle, B.H. (2006). Multivariate dispersion as a measure of β diversity. *Ecology Letters*, 9, 683-693.
- Balata D., Piazzini L., Cecchi E. & Cinelli F. (2005). Variability of Mediterranean coralligenous assemblages subject to local variation in sediment deposits. *Marine Environment Researches*. 60, 402-421.
- Cecchi, E., Gennaro, P., Piazzini, L., Ricevuto, E., & Serena, F. (2014). Development of a new biotic index for ecological status assessment of Italian coastal waters based on coralligenous macroalgal assemblages. *European Journal of Phycology*, 49, 298-312.
- Piazzini, L., Gennaro, P., & Balata, D. (2011). Effects of nutrient enrichment on macroalgal coralligenous assemblages. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1830-1835.
- Piazzini, L., Gennaro, P., & Balata, D. (2012). Threats to macroalgal coralligenous assemblages in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 64, 2623-2629.
- Piazzini, L., Gennaro, P., Cecchi, E., Serena, F., Bianchi, C.N., Morri, C., & Montefalcone, M. (2017). Integration of ESCA index through the use of sessile invertebrates. *Scientia Marina*, 81, 1-8.
- Piazzini, L., Gennaro, P., Montefalcone, M., Bianchi, C.N., Cecchi, E., Morri, C. & Serena, F. (2018) STAR: an integrated and standardized procedure to evaluate the ecological status of coralligenous reefs. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29, 189-201