Prot.n.0004397 del 30/11/2021 - AOO:SVA - Classif.III/19
SEGNATURA: 0296804|14/03/2023|R_MARCHE|GRM|VAAM|A|400.130.10/2023/VAAM/40013635

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Dipartimento
di Scienze
della Vita
e dell'Ambiente
DISVA

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ AMBIENTALE DELLA BAIA DI PORTONOVO PER L'INDIVIDUAZIONE DEGLI EVENTUALI IMPATTI DERIVANTI DA ATTIVITÀ DI RIPASCIMENTO

REDATTA DA:

PROF. ANTONIO DELL'ANNO

DOTT. MARCO LO MARTIRE

SINTESI COMPLESSIVA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO EFFETTUATE

UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Indice

1. Premessa 2
1.1. Sintesi delle principali caratteristiche biocenotiche della baia di Portonovo 3
2. Piano di Monitoraggio 6
3. Variabili analizzate 8
3.1 Caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua 8
3.2. Granulometria dei sedimenti 8
3.3. Comunità macrobentoniche di fondo mobile 8
3.4. Distribuzione delle principali biocenosi di fondo duro 9
4. Risultati 10
4.1. Variabili chimico-fisiche della colonna d'acqua 10
4.2 Caratteristiche granulometriche dei sedimenti dell'area di indagine 10
4.3. Comunità di fondo mobile 11
4.4. Analisi dei popolamenti vegetali e animali di fondo duro nell'area di indagine 17
5. Conclusioni 20
6. Bibliografia 22

1. Premessa

Nell'analisi degli effetti di un disturbo in ambiente marino, in assenza di una adeguata conoscenza pregressa delle potenziali scale spaziali e temporali di distribuzione degli effetti medesimi, è consigliata l'adozione di una strategia di indagine del tipo BACI: ***Before-After-Control-Impact***. Sfortunatamente, lungo le aree marino-costiere dell'Adriatico occidentale è assai difficile reperire aree di "controllo" adeguate allo scopo in ragione della distribuzione pressoché ubiquitaria di molteplici fattori di disturbo antropico delle comunità naturali (quali il diportismo, la balneazione, le attività subacquee sportive e/o professionali, la pesca). Per tale ragione le analisi di impatto nelle aree marino-costiere quali la Baia di Portonovo, sulla quale incidono molteplici forme di perturbazione di origine antropica (balneazione stagionale, traffico marittimo da diporto, attività di pesca sportiva e professionale, etc.) non possono essere ragionevolmente condotte con strategia di tipo BACI.

Pertanto, al fine di individuare gli eventuali effetti di una qualsivoglia attività quali il ripascimento degli arenili dovrebbe essere adottata una strategia di *feedback monitoring*. Il *feedback monitoring* (letteralmente monitoraggio retroattivo) consiste nel monitoraggio degli elementi ecosistemici chiave "in fieri", ovvero durante le operazioni di ripristino della linea di costa: qualora il monitoraggio riveli la comparsa di criticità ambientali, le attività devono essere interrotte o proseguite con modalità alternative da individuare in fase di progettazione. Alle procedure di feedback monitoring dovrebbero associarsi anche attività di compensazione ambientale nell'eventualità di una documentata evidenza di impatto.

Inoltre, in ambiente marino, per effetto della tridimensionalità del sistema, gli effetti di un'attività condotta in una determinata parcella ambientale possono manifestarsi anche a distanza dall'area sottoposta a perturbazione. Diventa quindi cruciale nel corso del monitoraggio che l'area di rilevamento dello stato di qualità ambientale si spinga fino a quelle aree limitrofe le quali, per complessità e naturalità delle comunità, possono fungere da "sorgenti" di biodiversità nelle fasi di ricolonizzazione dell'area perturbata.

In tale contesto, il DiSVA ha attivato un piano di monitoraggio triennale della qualità ambientale ed ecologica della Baia di Portonovo sulla base di quanto richiesto dalla Regione Marche nell'allegato A del "Decreto del Dirigente della P.F. Valutazioni e autorizzazioni ambientali e protezione naturalistica" n. 35 del 16/03/2018, a seguito degli interventi di ripascimento effettuati a luglio 2018 nel tratto Molo-Ramona, mediante l'impiego di complessivi 3.150 mc di materiale proveniente da cava e il

successivo intervento di manutenzione al ripascimento (ri-stenditura del materiale) effettuato nel giugno del 2019.
Questo documento riporta i risultati complessivi delle attività di monitoraggio effettate e le principali conclusioni deducibili dall'analisi delle informazioni acquisite sui potenziali effetti delle attività di ripascimento e di successiva manutenzione.

1.1. Sintesi delle principali caratteristiche biocenotiche della baia di Portonovo

L'area oggetto dell'intervento ricade all'interno di siti appartenenti alla Rete Natura 2000 - SIC "Portonovo e falesia calcarea a mare IT5320006" e SIC IT5320005 "Costa tra Ancona e Portonovo".
Sulla base dei risultati ottenuti dalle attività di monitoraggio condotte dal DISVA e dall'ARPAM tra il 2013-2014 nell'ambito della convenzione per l'espletamento di indagini previste dal piano di monitoraggio della qualità ambientale al fine dell'individuazione degli eventuali impatti derivanti dall'attività di ripascimento degli arenili effettuati nel 2013 (come stabilito dalla Conferenza dei Servizi della Regione Marche del 27/05/2013) sono state identificate lungo la Baia di Portonovo (codice Direttiva Habitat 1160 - Grandi cale e baie poco profonde) due tipologie principali di fondale (Figura 1.1.1): una costituita da sabbie fini, che occupa l'area Nord dell'area di studio costituente l'habitat dei Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina (codice Direttiva Habitat 1110), ed ospita la Biocenosi delle sabbie fini ben calibrate (SFBC, codice di identificazione RAC/SPA III.2.2); l'altra tipologia è caratterizzata da affioramenti rocciosi, clasti per lo più di natura calcarea di dimensione fortemente variabile (da pochi centimetri ad alcuni metri di diametro) intervallati da canali di detrito organogeno grossolano per lo più costituito da gusci di molluschi bivalvi, costituente l'habitat delle Scogliere (codice Direttiva Habitat 1170), e che ospita la Biocenosi delle alghe infralitorali (codice di identificazione RAC/SPA III.6.1).

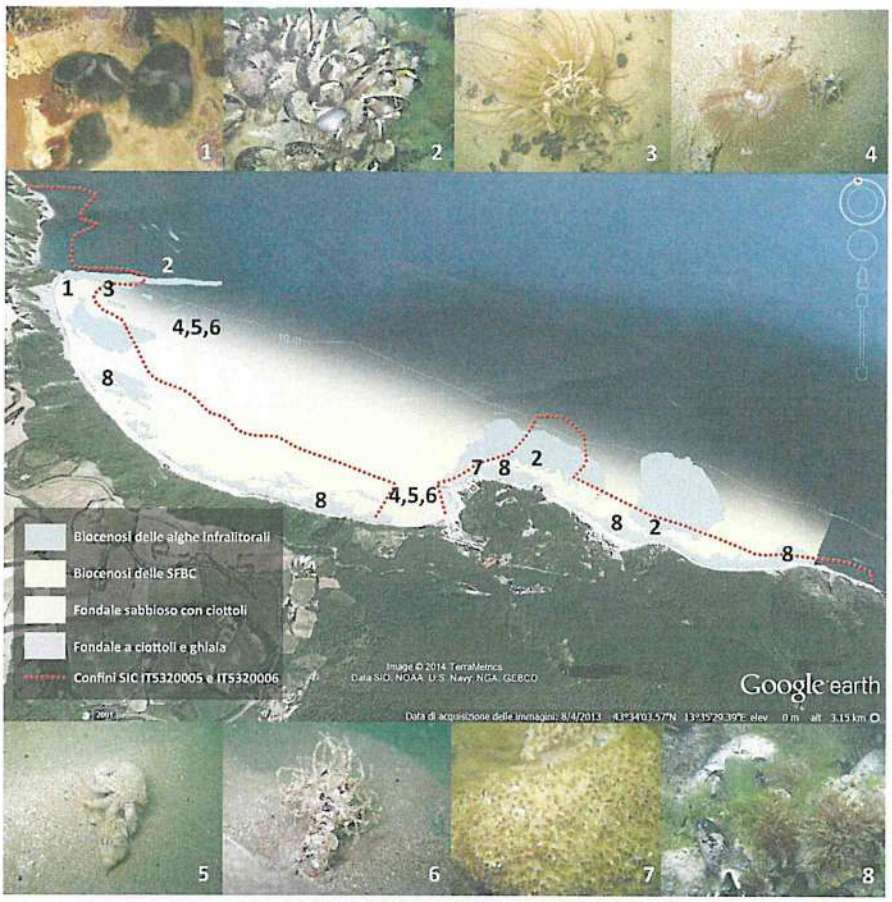


Figura 1.1.1. Mappatura biocenotica dell'area di Portonovo. Legenda degli organismi associati: 1. Sifoni di *Pholas dactylus* Linnaeus, 1758; 2. *Mytilus galloprovincialis* (Lamark, 1819); 3. Fondo a *Pholas dactylus* con *Anemonia viridis* (Forskal, 1775) e *Inachus* sp.; 4. *Megalomma* cf. *vesiculosum* (Montagu, 1815); 5. *Diogenes pugilator* (Roux, 1829); 6. *Lanice conchilega* (Pallas, 1766); 7. *Sabellaria* cf. *alcocki* Gravier, 1906; 8. *Scinaia furcellata* (Turner) J. Agardh 1851, *Ulva rigida* C. Agardh, 1823.

La biocenosi delle sabbie fini ben calibrate occupa la zona subito a nord dello Scoglio del Trave, l'ampia Baia di Mezzavalle, la Baia di Portonovo, e la zona che va dalla Torre de Bosis di Portonovo fino la zona a nord dello scoglio del Trave. Inoltre, questa biocenosi si trova nelle porzioni più profonde (circa dagli 8 m di profondità) delle aree rocciose (Vedi Mappa di distribuzione delle Biocenosi).

All'interno della biocenosi delle alghe infralitorali si ritrovano lungo l'area di studio differenti popolamenti che strutturano i fondali. Si riconoscono principalmente la "Facies a *Mytilus galloprovincialis* (Lamark, 1819) (codice di identificazione RAC/SPA: III.6.1.4) e la "Associazione a *Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff & Nizamuddin 1975" (codice di identificazione RAC/SPA: III.6.1.25). Oltre a queste biocenosi è importante sottolineare la presenza di particolari specie che costituiscono formazioni di interesse ecologico in quanto incrementano l'eterogeneità e la complessità dell'habitat. Queste specie sono: *Sabellaria cf. alcocki* Gravier, 1906, *Cliona adriatica* (Calcinai, Bavestrello, Cuttone, Cerrano, 2011) ed il bivalve endolitico *Pholas dactylus* Linnaeus, 1758.
La biocenosi delle alghe infralitorali si osservano presso lo Scoglio del Trave e a sud di esso, nella zona di Portonovo (nella zona a sud del Molo fino alla Torre de Bosis) e nella zona dello Scoglio della Vela. Rocce sparse caratterizzate da tale biocenosi si ritrovano anche nelle porzioni più superficiali della baia di Mezzavalle e a sud delle Torre de Bosis fino allo Scoglio della Vela.

2. Piano di Monitoraggio

Il piano di monitoraggio che è stato attivato a partire dal 2018 nella fase successiva al ripascimento ha previsto le seguenti attività:

1. analisi delle principali caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua effettuate nel 2018, 2019 e 2021 in corrispondenza di tre stazioni dei transetti A, B, C, D ed E, già monitorate dal DISVA nel corso degli anni precedenti (Figura 2.1);
2. analisi delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti, e delle comunità bentoniche di fondo mobile effettuate nel 2018, 2019 e 2021 in corrispondenza di tre stazioni dei transetti A, B, C, D ed E, già monitorate dal DISVA nel corso degli anni precedenti (Figura 2.1);
3. analisi delle principali biocenosi di fondo duro, con particolare riferimento a *Cystoseira spp.*, presenti nella Baia di Portonovo e loro evoluzione temporale negli anni 2018, 2019 e 2020 (Figura 2.2).



Figura 2.1 Localizzazione dei transetti lungo il litorale del Promontorio del Conero monitorati nel 2018, 2019 e 2021.

2018



2019



2020



Figura 2.2 Localizzazione delle stazioni di indagine per analisi del ricoprimento (metodo dei quadrati) da parte dei differenti popolamenti presenti nell'area di studio negli anni 2018, 2019 e 2020.

3. Variabili analizzate

3.1. Caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua

Per la determinazione dei parametri chimico-fisiche in colonna d'acqua (temperatura, salinità, fluorescenza, torbidità, ossigeno disciolto e pH) è stata utilizzata una sonda multi-parametrica SEACAT Profiler modello SBE 19plus auto-acquisente e dotata di sensori di conducibilità, temperatura, pressione, ossigeno (SBE), torbidità [Seapoint Instruments inc], pH e fluorescenza. I dati sono stati acquisiti tramite software SEATERM V1.53. Il software SBE Data Processing V5.37e [Sea-bird Electronics inc.] è stato utilizzato per processare i dati.

3.2. Granulometria dei sedimenti

La raccolta dei campioni di sedimento è stata eseguita mediante benna di tipo Van Veen (superficie 0.08 m^2) operante dal natante Actea di proprietà del DiSVA. Presso ogni stazione, sono stati raccolti campioni di sedimento per le successive analisi granulometriche. L'analisi granulometrica è stata condotta per setacciatura facendo uso di appositi setacci a maglia nota disposti in serie. Per ciascun campione la frazione rappresentativa di ogni classe granulometrica è stata espressa in percentuale.

3.3. Comunità macrobentoniche di fondo mobile

Presso le stesse stazioni di campionamento dei sedimenti utilizzati per le analisi granulometriche sono stati raccolti ulteriori campioni di sedimento mediante benna di tipo Van Veen (superficie 0.08 m^2) per le successive analisi dell'abbondanza e diversità del macrobenthos. Il processamento dei campioni di sedimento destinati all'analisi del macrobenthos è stato effettuato mediante setacciatura su maglia da 0.5 mm, a bordo del natante. Una volta setacciato, ogni campione è stato posto all'interno di un contenitore in polietilene ed immediatamente fissato con formalina (concentrazione finale 4%) per le successive operazioni di *sorting* e determinazione tassonomica in laboratorio. Gli organismi del macrobenthos sono stati identificati mediante microscopia ottica e catalogati nei principali gruppi tassonomici di appartenenza: molluschi bivalvi, gasteropodi, policheti, crostacei, e altri. Ove possibile, i taxa sono stati identificati a livello tassonomico di genere/specie.

3.4. Distribuzione delle principali biocenosi di fondo duro

L'analisi della distribuzione spaziale delle principali biocenosi di fondo duro è stata effettuata mediante il posizionamento in immersione di quadrati (di lato di 0,5 m) distribuiti in maniera random in differenti paraggi costieri, sia in corrispondenza dell'area a mare prospiciente il tratto Ramona-Molo interessato dalle attività di ripascimento del luglio 2018, sia nei paraggi contigui non direttamente soggetti ad attività di ripascimento e/o di movimentazione della spiaggia emersa. Ciascuno dei quadrati posizionati in immersione nell'area oggetto di indagine è stato fotografato (metodo non distruttivo) mediante macchina fotografica ad alta definizione munita di scafandro.

Le fotografie effettuate in immersione sono state analizzate in laboratorio per il riconoscimento tassonomico dei principali taxa presenti e mediante software specifico di analisi di immagine photoQuad (Trygonis & Sini, 2012) è stata valutato il ricoprimento relativo (Figura 3.4.1), espresso in % per unità di superficie.

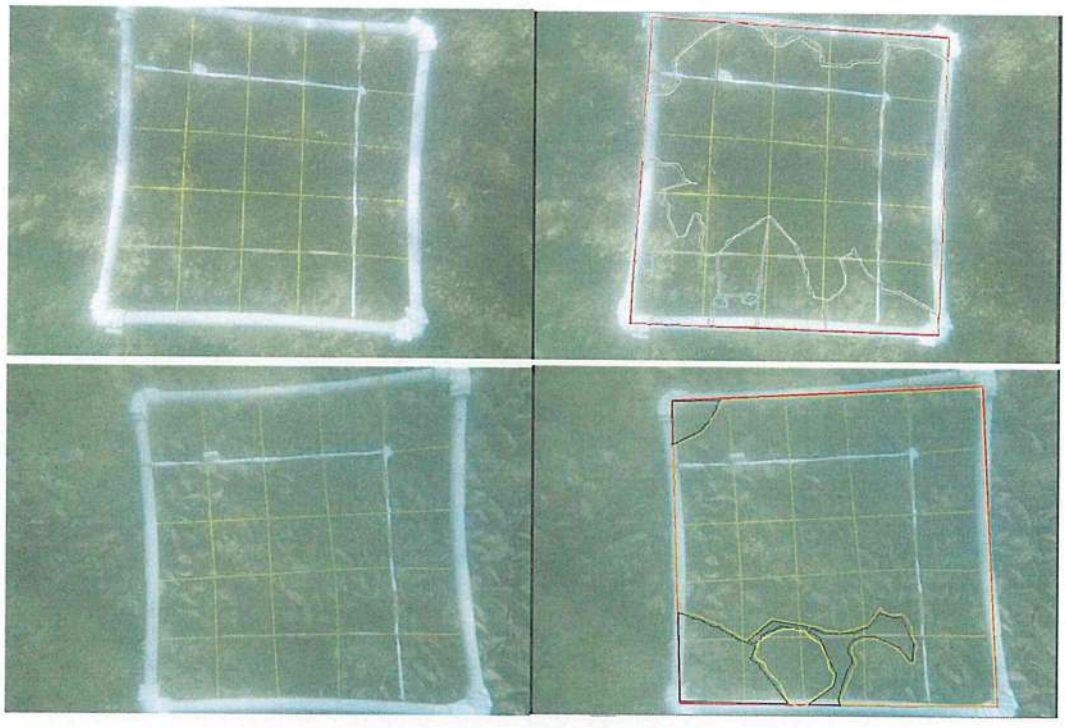


Figura 3.4.1 Esempio di analisi di immagine mediante photoQuad per la valutazione della percentuale di ricoprimento dei differenti taxa.

4. Risultati

4.1. Variabili chimico-fisiche della colonna d'acqua

L'analisi complessiva dei valori di temperatura e salinità determinati nei vari periodi di indagine (cfr. relazioni prodotte dal DISVA relative agli anni 2018, 2019 e 2021) evidenzia condizioni termoaline variabili sia da un punto di vista della loro distribuzione spaziale sia da un punto di vista temporale.

Le concentrazioni di clorofilla-a (indicatore di biomassa algale), determinata sulla base delle misure di fluorescenza, mostrano ampia variabilità spaziale sia nelle acque superficiali sia in quelle di fondo nei diversi periodi di campionamento, così come le concentrazioni di ossigeno disciolto e i valori di torbidità. I valori riscontrati durante il periodo di monitoraggio rientrano nel campo di variabilità naturale precedentemente osservato nell'area di indagine e più in generale lungo l'intero arco marchigiano.

Complessivamente sulla base dei risultati ottenuti non si evidenziano condizioni di criticità e/o distrofia ambientale.

4.2. Caratteristiche granulometriche dei sedimenti dell'area di indagine

I dati relativi alle caratteristiche granulometriche, sia in termini di composizione percentuale sia in termini di diametro medio delle particelle, nelle stazioni oggetto di monitoraggio nei vari periodi di indagine (settembre-ottobre 2018, giugno-luglio 2019 e giugno-luglio 2021) sono riportati in Tabella 4.2.1 e 4.2.2. Le stazioni dei transetti più prossimi al paraggio Ramona-Molo, in cui sono state effettuate le attività di ripascimento e successiva ri-stenditura, sono state considerate come stazioni potenzialmente impattate (stazioni dei transetti B, C), mentre quelle più distanti come stazioni di controllo (stazioni dei transetti A, D, E). Dall'analisi dei dati non si evincono effetti sulla composizione granulometrica dei sedimenti e sul diametro medio delle particelle ascrivibili alle attività di ripascimento sia nel breve periodo (pochi mesi dopo il ripascimento) sia a distanza di 3 anni (2021). Le differenze osservate nella composizione granulometrica e nel diametro medio delle particelle sono altresì riconducibili alle differenze batimetriche (e plausibilmente idrodinamiche) tra le diverse stazioni monitorate. Tali conclusioni sono ulteriormente supportate dall'analisi statistica delle componenti principali che evidenzia la mancanza di una chiara separazione tra stazioni putativamente impattate e quelle considerate come controllo in tutti i periodi di indagine (Figura 4.2.1).

Tabella 4.2.1. Composizione granulometrica dei sedimenti delle stazioni oggetto di indagine per il periodo di monitoraggio 2018-2021. I dati riportati si riferiscono ad attività di campionamento eseguite a settembre-ottobre 2018 (periodo successivo alle attività di ripascimento effettuate a luglio 2018), giugno-luglio 2019 e giugno-luglio 2021.

		% Ghiaie			% Sabbie			% Pelite		
Stazione	Trattamento	2018	2019	2021	2018	2019	2021	2018	2019	2021
A1	Controllo	0.03	0.52	0.00	97.52	96.44	98.92	2.45	3.04	1.08
A2	Controllo	0.15	1.65	0.21	93.49	93.25	95.13	6.36	5.09	4.66
A3	Controllo	0.04	0.01	4.72	74.74	84.81	77.73	25.23	15.18	17.55
D1	Controllo	1.88	-	-	97.43	-	-	0.70	-	-
D2	Controllo	0.46	0.52	0.21	94.49	81.91	94.10	5.05	17.57	5.70
D3	Controllo	0.08	0.35	0.07	89.60	93.38	92.44	10.32	6.27	7.49
E2	Controllo	0.02	0.02	-	83.23	85.90	-	16.75	14.08	-
E3	Controllo	0.00	0.00	0.41	83.83	83.39	86.12	16.17	16.61	13.47
B1	Impatto	0.20	0.00	1.17	90.18	97.20	94.38	9.62	2.80	4.46
B2	Impatto	1.00	0.10	0.33	94.66	95.76	95.72	4.34	4.14	3.96
B3	Impatto	0.02	0.09	1.84	81.87	81.48	84.64	18.11	18.43	13.52
C1	Impatto	0.09	0.10	0.00	91.24	91.66	96.23	8.67	8.24	3.77
C2	Impatto	0.35	0.49	0.22	95.94	95.67	96.55	3.71	3.85	3.23
C3	Impatto	0.07	0.19	1.07	88.27	87.66	86.62	11.66	12.15	12.31

Tabella 4.2.2. Diametro medio dei sedimenti delle stazioni oggetto di indagine per il periodo di monitoraggio 2018-2021

			DIAM. MEDIO (scala di Folk & Ward) in mm:		
Stazione	Trattamento	Profondità	M = (ϕ84+ϕ50+ϕ16)/3 =		
		(m)	**2018**	**2019**	**2021**
A1	controllo	2.8	0.19	0.15	0.20
A2	controllo	5.8	0.13	0.13	0.12
A3	controllo	10.2	0.07	0.09	0.07
D1	controllo	3.0	0.56		
D2	controllo	6.9	0.13	0.09	0.12
D3	controllo	10.2	0.11	0.10	0.11
E2	controllo	11.4	0.09	0.09	
E3	controllo	11.2	0.08	0.07	0.09
B1	Impatto	3.5	0.14	0.14	0.15
B2	Impatto	5.9	0.14	0.12	0.13
B3	Impatto	9.7	0.07	0.07	0.11
C1	Impatto	5.7	0.15	0.15	0.17
C2	Impatto	6.3	0.15	0.14	0.15
C3	Impatto	10.0	0.11	0.09	0.09

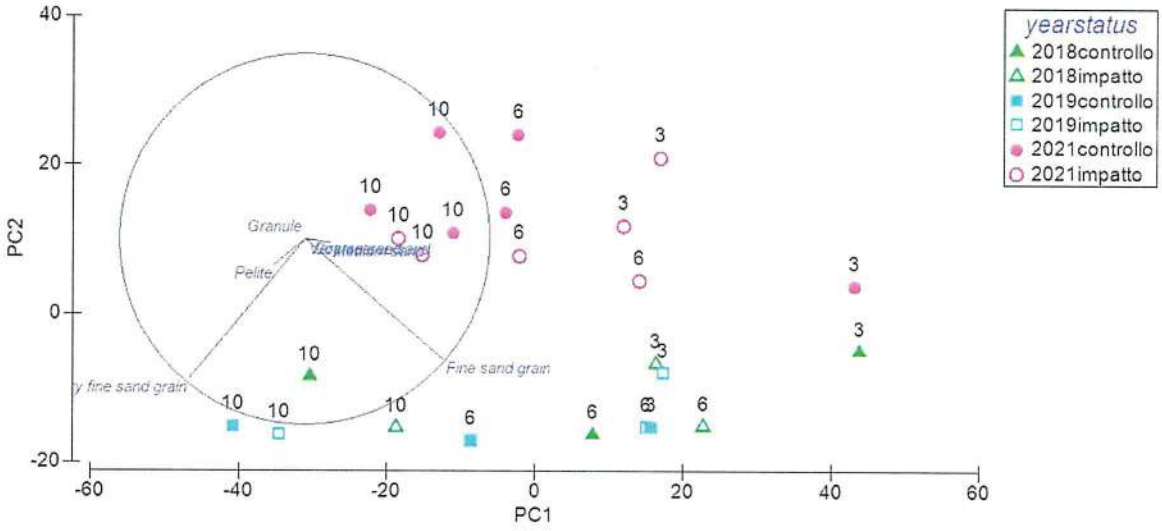


Figura 4.2.1 Output dell'analisi delle componenti principali (PCA) condotta sui dati di composizione granulometrica determinati nelle diverse stazioni alle diverse profondità dei 5 transetti nei tre periodi di indagine.

4.3. Comunità di fondo mobile

L'abbondanza dei principali taxa della macrofauna nei vari periodi considerati (settembre-ottobre 2018, giugno-luglio 2019 e giugno-luglio 2021) è estremamente variabile sia nelle aree più prossime al tratto di litorale Ramona-Molo, interessato dalle attività di ripascimento del 2018 e successiva ri-stenditura del materiale nel 2019, sia in quelle non direttamente interessate poste a nord (Mezzavalle) ed a sud (Molo-Torre de Bosis; Figura 4.3.1).

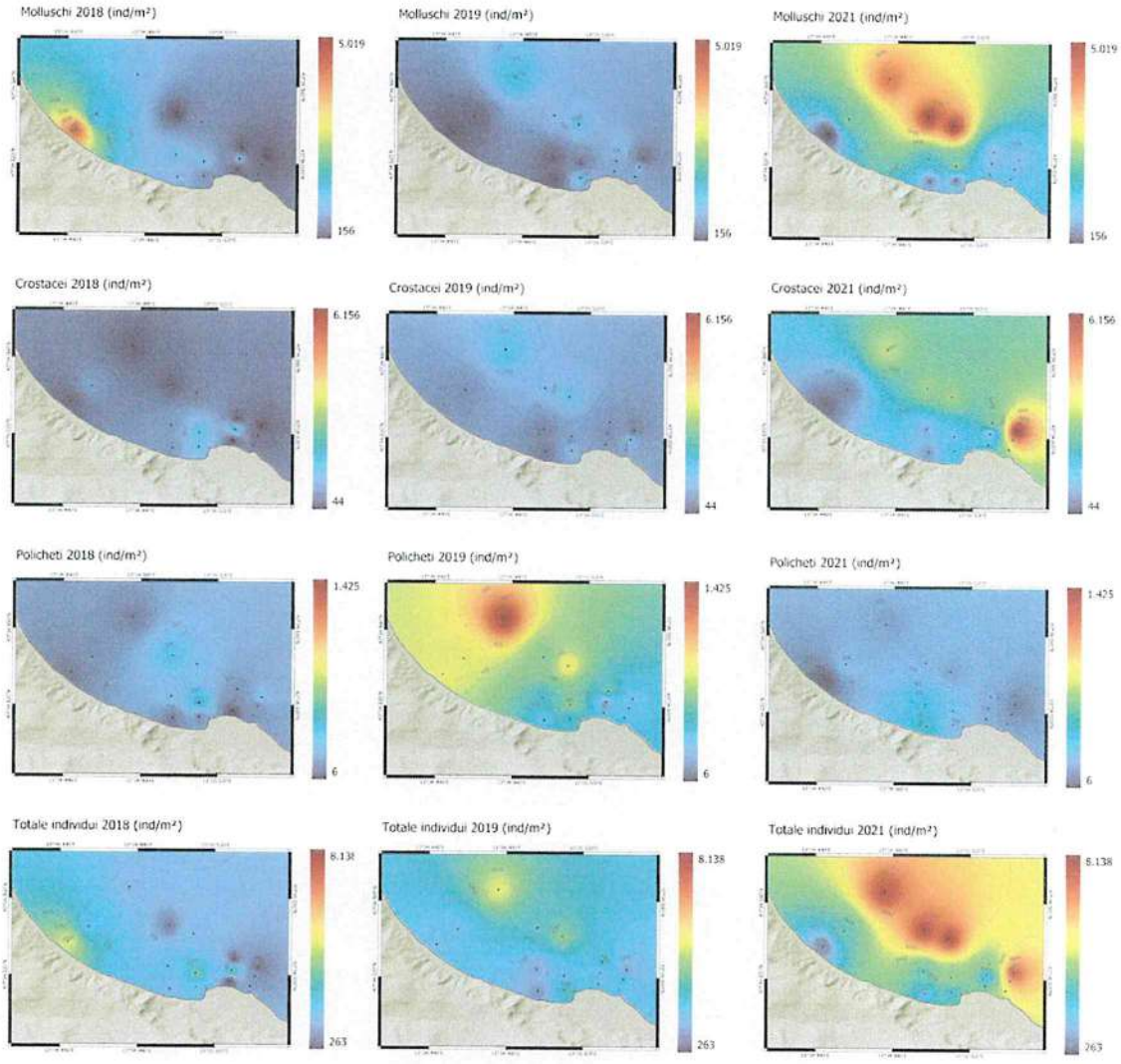


Figura 4.3.1 Abbondanza del macro-zoobenthos di fondo mobile delle stazioni oggetto di indagine. Sono riportati i valori standardizzati (individui m^{-2})

Allo scopo di valutare la presenza di differenze nella composizione tassonomica del macrobenthos di fondo mobile dovute all'intervento di ripascimento, e alle successive operazioni di ristenditura del materiale, è stata effettuata un'analisi nMDS (*non metric Multi Dimensional Scale*; Figura 4.3.2).

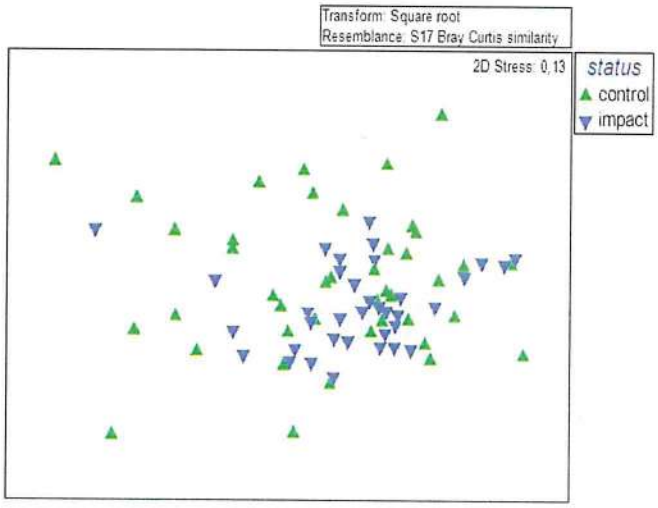


Figura 4.3.2 Output dell'analisi MDS condotta sulla struttura della comunità del macro-benthos nelle stazioni putativamente impattate dalle attività di ripascimento e quelle più lontane utilizzate come controllo.

Tale analisi di ordinamento non parametrico dei dati, che permette di visualizzare la loro distribuzione in uno spazio adimensionale, non evidenzia alcuna segregazione tra stazioni putativamente impattate rispetto a quelle considerate come controlli. Il livello di stress indicato (0.13) suggerisce, inoltre, una sufficiente affidabilità della rappresentazione grafica ottenuta. Allo scopo di testare la significatività dei singoli fattori e delle loro interazioni, è stata condotta un'analisi di permutazionale della varianza (PERMANOVA). Il disegno statistico include tre fattori. Il primo definito "stato" suddivide i transetti in "impattati" (B e C) poiché situati di fronte all'area direttamente interessata dall'attività di ripascimento, e "controlli" (A, D, E) in quanto localizzati in aree adiacenti. Il secondo fattore chiamato "profondità" rappresenta le tre profondità di campionamento (3, 6 e 10 m). Infine, il fattore "tempo" è rappresentato dai tre anni di campionamento considerati (2018, 2019 e 2021). Tutti e tre i fattori sono ortogonali tra loro e "fissi" con l'eccezione del fattore "tempo" che è stato considerato "casuale".

L'output dell'analisi PERMANOVA è riportato in Tabella 4.3.1. I singoli fattori e le loro interazioni sono da considerarsi statisticamente significative solo quando il *p-value* ottenuto è inferiore a 0.05 ($p<0.05$).

Tabella 4.3.1. Output dell'analisi della varianza con permutazioni (PERMANOVA) effettuata sui dati della struttura della comunità del macro-benthos per il triennio di monitoraggio.

Sorgente di variazione	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Perm	P(MC)
Stato	1	1623.4	1623.4	26.599	0.1186	9967	0.0925
Profondità	2	3096.2	1548.1	0.72719	0.6449	9950	0.6359
Tempo	2	6110.9	3055.5	81.427	0.0001	9940	**0.0001**
Stato x Profondità	2	1058.6	529.32	10.223	0.4533	9962	0.4391
Stato x Tempo	2	1222.6	611.31	16.291	0.1273	9940	0.136
Profondità x Tempo	4	8550.2	2137.5	56.964	0.0001	9926	**0.0001**
Stato x Profondità x Tempo	4	2073.9	518.47	13.817	0.1663	9920	0.1703
Residui	60	22514	375.24				
Totale	77	47473					

L'analisi PERMANOVA evidenzia la presenza di variazioni significative nella struttura di comunità del macrobenthos dovute all'interazione "profondità x tempo" ($p<0.001$). Tale interazione indica che le variazioni temporali riscontrate dipendono dalla profondità di campionamento, ovvero che alle tre diverse profondità considerate la struttura di comunità presenta andamenti temporali diversi. In particolare, test statistici a posteriori (*post hoc* test) indicano che nel 2018 la struttura di comunità macrobentonica a 10 m di profondità è significativamente diversa da quella osservata a 3 e 6 metri di profondità ($p<0.05$), mentre nel 2019 le uniche differenze significative sono state osservate nella struttura di comunità del macrobenthos tra i 6 e i 10 metri di profondità. Infine, nel 2021, la struttura di comunità del macrobenthos è significativamente diversa tra tutte le profondità considerate ($p<0.001$). Il fatto che il fattore "stato" non abbia un effetto significativo indica che le variazioni riscontrate non sono dipendenti dall'attività di ripascimento. In ragione di ciò, è possibile affermare che l'effetto dell'attività di ripascimento effettuate nel paraggio Ramona-Molo non sia tale da interferire sulle naturali variazioni nella struttura di comunità del macrobenthos alle diverse scale spaziali e temporali considerate.

4.4. Analisi dei popolamenti vegetali e animali di fondo duro nell'area di indagine

L'analisi tassonomica dei principali popolamenti vegetali ed animali presenti nell'area di indagine identificati attraverso immagini fotografiche ad alta definizione effettuate in immersione nei quadrati posizionati nell'area oggetto di studio unitamente all'utilizzo di software specifici di analisi per la valutazione della percentuale di ricoprimento hanno consentito di censire la loro distribuzione lungo il litorale di Portonovo durante i tre anni successivi al ripascimento (informazioni riportate nelle relazioni annuali redatte dal DISVA). Nella seguente relazione vengono sintetizzate le informazioni ottenute dal monitoraggio triennale dei popolamenti a *Cystoseira sensu latu* (nominata in questo modo dal momento che il genere *Cystoseira* è stato recentemente suddiviso in tre generi distinti: *Cystoseira*, *Ericaria* e *Gongolaria*; Molinari & Guiry 2020). L'attenzione si è specificatamente concentrata su tali popolamenti dal momento che queste macroalghe erette di particolare valenza ecologica e interesse conservazionistico (Cheminée et al., 2013; Cheminée et al., 2017), a causa della loro contrazione in tutto il bacino del Mediterraneo (Thibaut et al., 2005; Thibaut et al., 2014; Tamburello et al., 2021), sono ritenute particolarmente sensibili a processi di risospensione dei sedimenti, danno meccanico e torbidità generati da innumerevoli cause antropiche (incluse attività di ripascimento), oltre a fattori di natura meteo-marina e climatica (Tamburello et al., 2021). Per gli altri popolamenti vegetali e animali di fondo duro censiti si rimanda alle relazioni annuali già trasmesse.

La Figura 4.4.1 illustra la distribuzione dei popolamenti a *Cystoseira sensu latu* nel triennio di indagine, sulla base della quale è possibile osservare una elevata eterogeneità spaziale e percentuale di ricoprimento del substrato, dovuta alla loro naturale distribuzione a patch nell'area compresa tra la Torre de Bosis e il Molo, dove sono presenti tali macroalghe (come già documentato nei monitoraggi pregressi eseguiti dal DISVA a seguito del ripascimento del 2013), e alla metodologia random di censimento utilizzata.

In particolare, sulla base del numero di quadrati allocati è stata osservata una frequenza di ritrovamento di *Cystoseira sensu latu* pari a 0,087, 0,24 e 0,40 nel 2018, 2019 e 2020, rispettivamente. Il più basso valore di frequenza di ritrovamento di *Cystoseira sensu latu*, tuttavia, non sembra essere legato alle attività di ripascimento, visto che è molto simile al valore ottenuto sulla base delle indagini effettuate dal DISVA a giugno 2017 (cfr. relazione aprile-settembre 2017) pari a 0,12.

Si fa presente che i dati di monitoraggio relativi alla distribuzione di *Cystoseira sensu latu* sono stati acquisiti nel 2018 tra la fine di settembre e la prima metà di ottobre, dal momento che le attività di ripascimento sono state ultimate intorno alla metà di luglio, mentre quelli relativi al 2019 e 2020 sono stati acquisiti nel periodo compreso tra giugno-luglio, relativi quindi ad intervalli temporali in cui cambia la morfologia e stadio vitale di tali macroalghe (periodo fine estate-autunno in cui la macroalga perde le fronde vs. periodo primavera-estate di massima rigogliosità; Figura 4.4.2).

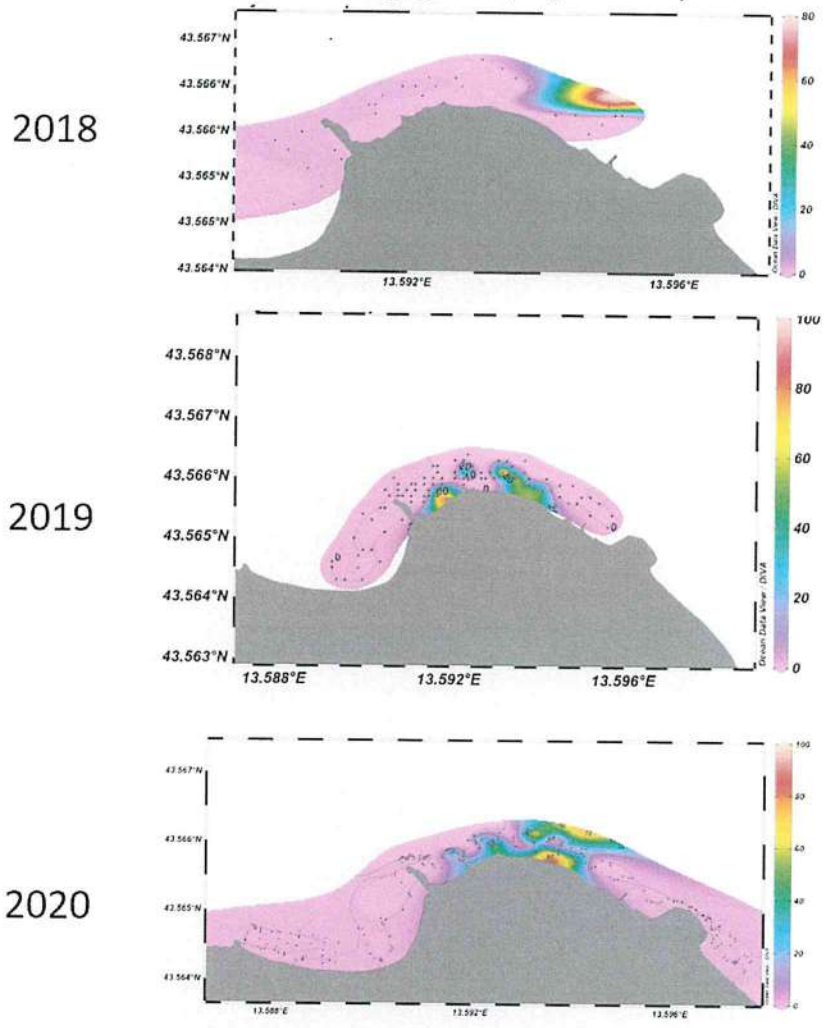


Figura 4.4.1 Distribuzione espressa come percentuale di ricoprimento di *Cystoseira sensu latu* determinata nei quadrati posizionati nel 2018, 2019 e 2020 nell'area di Portonovo.

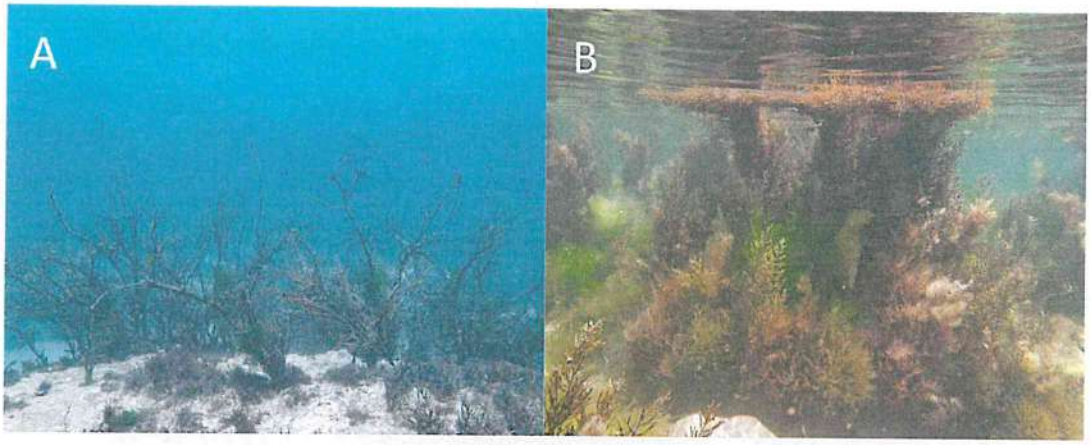


Figura 4.4.2. Diversi stadi del ciclo vitale di *Gongolaria barbata* (precedentemente nominata come *Cystoseira barbata*) documentate dal DISVA nell'area del Passetto di Ancona nell'ambito del progetto europeo AFRIMED. A) periodo tardo estivo-autunnale, in cui gli individui perdono le fronde e B) periodo primaverile-estivo, in cui le foreste sono al livello massimo di rigogliosità.

Al fine di poter confrontare la copertura di *Cystoseira sensu latu* nell'area di indagine ottenuta con il posizionamento di un numero di quadrati diversi in anni diversi, il valore di copertura percentuale determinato in ciascun quadrato è stato dapprima riportato in m^2 e poi normalizzato rispetto alla superficie complessiva del fondale effettivamente indagata (dato dal prodotto della superficie di un quadrato di lato 0,5 m per il numero di quadrati allocati) ed espresso in percentuale. Tale percentuale di ricoprimento risultava pari al 6, 15 e 22% nel 2018, 2019 e 2020, rispettivamente. Il più basso valore di percentuale di ricoprimento osservato nel 2018, tuttavia, è confrontabile a quello calcolato sulla base delle indagini effettuate nel giugno 2017 (pari a circa il 4,5%), periodo non interessato da attività di ripascimento, ma solo da attività di manutenzione ordinaria dell'arenile.

Sulla base di ciò è ragionevole dedurre che i cambiamenti osservati dei popolamenti a *Cystoseira sensu latu* presenti tra la Torre de Bosis ed il Molo non siano dipendenti dalle attività di ripascimento condotte nel 2018 e successiva manutenzione nel 2019, ma siano legati alla naturale variabilità stagionale ed inter-annuale di queste macroalghe.

5. Conclusioni

I risultati delle indagini condotte durante il periodo 2018-2021 permettono in prima istanza di confermare quanto già osservato dal DISVA nei monitoraggi precedenti che l'area oggetto di intervento rappresenta un hotspot bio-ecologico di notevole rilevanza ambientale. Tale rilevanza, peraltro, acquisisce un valore aggiunto considerata l'importanza turistica dell'area. Ciò giustifica l'attenzione che l'Amministrazione del Comune di Ancona ripone non solo nelle opere di manutenzione dell'arenile, ma anche nelle azioni di valutazione e verifica della compatibilità ambientale ed ecologica degli interventi.
L'analisi dei dati ottenuti rivela, inoltre, che l'area permane in condizioni di buono stato ambientale, nonostante gli elevati livelli di pressione antropica soprattutto durante il periodo estivo.

I risultati complessivi delle attività di monitoraggio, prodotti utilizzando approcci multipli per la valutazione dello stato ambientale ed ecologico dell'area marina esposta alle potenziali conseguenze del ripascimento del 2018 e successiva manutenzione del 2019, permettono di trarre le seguenti considerazioni conclusive:

1. la composizione granulometrica dei sedimenti e diametro medio delle particelle appaiono non essere influenzate dalle attività di ripascimento effettuate;

2. le comunità macro-zoobentoniche di fondo mobile presenti nelle stazioni antistanti/più prossime all'area in cui sono state condotte le attività di ripascimento appaiono non distinguibili, sia in termini di composizione sia in termini di biodiversità, rispetto a quelle più distanti (utilizzate come controlli);

3. le biocenosi di fondo duro presenti lungo il litorale di Portonovo, con particolare riferimento ai popolamenti a *Cystoseira sensu latu*, non mostrano evidenze di danneggiamento o alterazione ascrivibili alle attività di ripascimento effettuate e successiva manutenzione.

Complessivamente, i risultati della presente indagine non evidenziano effetti significativi sullo stato di salute delle comunità e habitat marini presenti nella Baia di Portonovo né

nel breve periodo (pochi mesi) nè dopo 2-3 anni dalle attività di ripascimento/ri-stenditura effettuate nel paraggio Ramona-Molo.

Ciò, unitamente a quanto precedentemente osservato nell'ambito delle attività di monitoraggio successive all'intervento di ripascimento effettuato nel 2013 nello stesso paraggio costiero (Danovaro et al., 2018), suggerisce che attività di ripascimento periodico effettuate ad intervalli di 5 anni uno dall'altro, se opportunamente modulate in quantità e modalità di intervento (come fatto nel 2013 e 2018), potrebbero rappresentare un compromesso sostenibile tra la necessità di contrastare l'erosione costiera, la fruizione balneare dell'area e la conservazione della biodiversità e degli habitat presenti nella Baia di Portonovo.

6. Bibliografia

Cheminée A., Sala E., Pastor J., Bodilis P., Thireiet P., Mangialajo L., Cottalorda J.M., Francour P. (2013). Nursery value of cystoseira forests for Mediterranean rocky reef fishes. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 442:70-79

Cheminée A., Pastor J., Bianchimani O., Thiriet P., Sala E., Cottalorda J.M., Dominici J.M., Lejeune P., Francour P. (2017). Juvenile fish assemblages in temperate rocky reefs are shaped by the presence of macro-algae canopy and its three-dimensional structure. Scientific Report 7:1-11

Danovaro, R., Nepote E., Lo Martire M., Ciotti C., De Grandis G., Corinaldesi C., Carugati L., Cerrano C., Pica D., Di Camillo C.G., Dell'Anno A. (2018) Limited impact of beach nourishment on macrofaunal recruitment/settlement in a site of community interest in coastal area of the Adriatic Sea (Mediterranean Sea). Mar. Pollut. Bull. 128, 259-266.

Molinari E.A., Guiry M.D. (2020). Reinstatement of the genera *gongolaria boehmer* and *ericaria stackhouse* (Sargassaceae, Phaeophyceae). Notulae Algarum, 172: 1-10

Tamburello L., Chiarore A., Fabbrizzi E., Colletti A., Franzitta G., Grech D., Rindi F., Rizzo L., Savinelli B., Fraschetti S. (2021) Can we preserve and restore overlooked macroalgal forests? Science of The Total Environment (in press).

Thibaut T., Pinedo S., Torras X., Ballesteros E. (2005) Long-term decline of the populations of fucales (Cystoseira spp. and sargassum spp.) in the Albères coast (France, North-Western Mediterranean). Mar. Poll. Bull. 50:1472-1489

Thibaut T., Blanfuné A., Bouduresque C., Verlaque M. (2014) Decline and local extinction of fucales in french Riviera: the harbinger of future extinctions? Med. Mar. Sci. 16:206-224