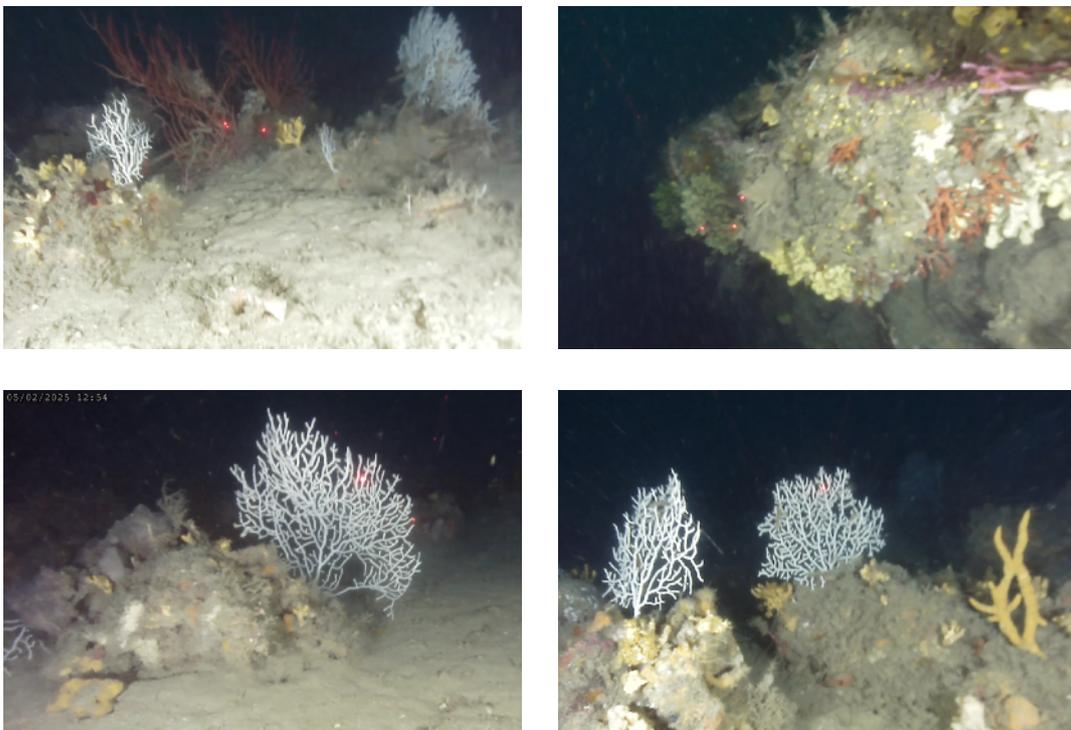


**MONITORAGGIO DEGLI HABITAT MARINI
NELL'AMP ISOLA DI BERGEGGI
- SECONDA INDAGINE SUL CORALLIGENO -**



Febbraio 2025

Attività di campo: M. Cassola, M. Negri, A. Molinari
Elaborazione dei dati e relazione: M. Cassola, P. Bernat, A. Molinari

Premessa

Il Decreto di istituzione dell'Area Marina Protetta denominata "Isola di Bergeggi" emesso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in data 7 maggio 2007 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 206 del 5 settembre 2007 affida al soggetto gestore dell'AMP il "monitoraggio continuo delle condizioni ambientali e socio-economiche" (Art. 11). Il Comune di Bergeggi, cui lo stesso Decreto istitutivo affida la gestione dell'AMP (Art. 7), ha conferito ad RSTA srl l'incarico per la realizzazione di una campagna di raccolta dati e monitoraggio sugli habitat marini di posidonia e coralligeno nell'AMP di Bergeggi (Prot 0009103 del 7/11/2022).

Obiettivo

L'attività condotta ha avuto come obiettivo quello di catalogare, elaborare e restituire le informazioni raccolte durante le indagini con ROV (Remote Operated Vehicle) su tratti di fondali potenzialmente caratterizzati dall'habitat del coralligeno all'interno dell'Area Marina Protetta Isola di Bergeggi. In particolare questa seconda campagna ha previsto l'esecuzione di verità a mare mediante l'impiego di ROV su siti potenzialmente interessati da coralligeno ad una profondità inferiore ai -30m, individuati e concordati con l'ente gestore dell'AMP (punti 1 e 2 Fig.1), tenendo conto che alcune aree erano già state esplorate nel 2023 (punti a, b, c).

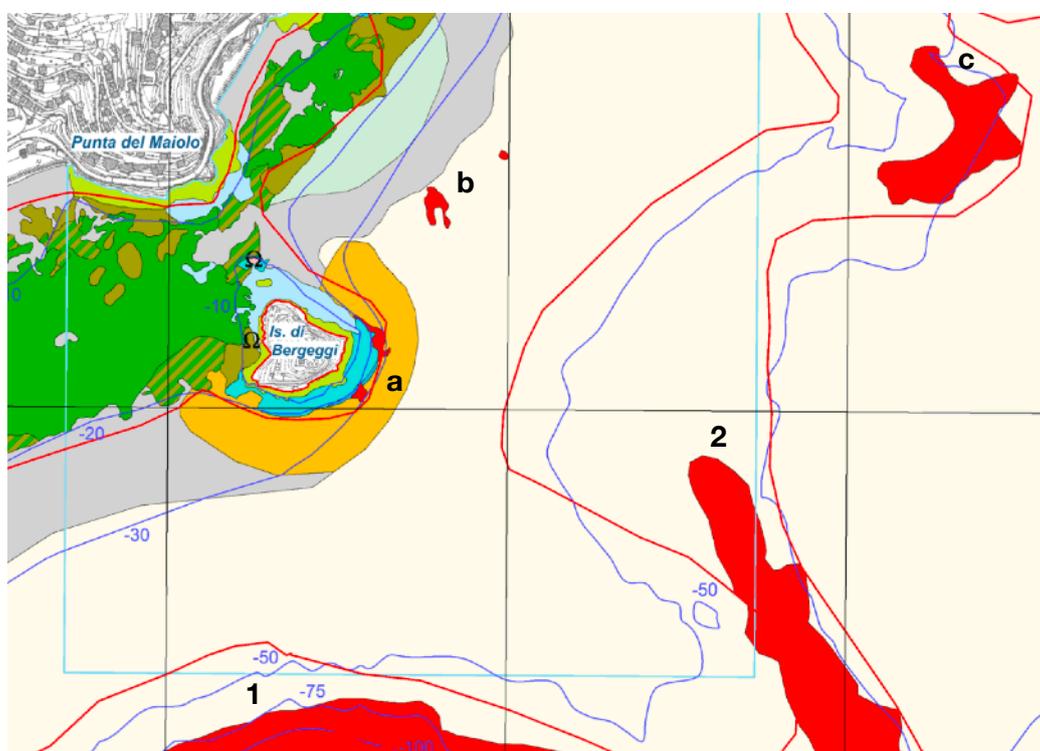


Fig. 1 - Mapa biocenotica (in rosso il coralligeno) e i 2 punti di prospezione ROV concordati con l'Ente Gestore dell'Area marina Protetta Isola di Bergeggi. Le lettere a,b,c indicano i punti esplorati nel 2023.

Il coralligeno

Negli ultimi decenni il progresso delle tecnologie ha permesso di esplorare ambienti poco conosciuti come le zone mesofotiche (40-200 m), dominate da organismi eretti e ramificati che creano ambienti estremamente diversificati, le foreste animali marine (Marchiò, 2021). Le foreste animali marine rappresentano importanti hot-spot di biodiversità. Il termine coralligeno è utilizzato fin dal 1883 quando Marion descrisse il substrato duro tra i 30 ed i 70 m di profondità che i pescatori marsigliesi chiamavano “*broundo*”, situato oltre le praterie di *Posidonia oceanica* ma prima dei fondi incoerenti profondi. Il nome “coralligeno” significa “produttore di corallo” e si riferisce all’elevata abbondanza del corallo rosso presente in questo ambiente (Ballesteros, 2006).

Secondo il modello di Peres e Picard si riconoscono due tipologie di coralligeno: uno di orizzonte inferiore della roccia litorale (oggi chiamato coralligeno di falesia) ed uno di piattaforma. In generale il coralligeno ha una distribuzione batimetrica dai 20 ai 120 m. I principali fattori ambientali che sono necessari alla formazione della biocostruzione coralligena sono: (1) luminosità ridotta, (2) temperatura bassa e relativamente costante durante l’anno (13.5-18 °C) e (3) tasso di sedimentazione moderato. Tali caratteristiche avvantaggiano la crescita di alghe rosse sciafile a tallo incrostante appartenenti all’ordine Corallinales (*Mesophyllum* sp., *Lithophyllum* sp.). Esiste anche il “pre-coralligeno”, considerato una facies sviluppatasi dove le condizioni ambientali di sciafilia e moda calma non raggiungono il climax necessario al completo sviluppo del coralligeno (Cognetti et al., 2008).

Il coralligeno si sviluppa nel piano circalitorale e nella zona mesofotica, la fascia batimetrica dove l’intensità luminosa si riduce considerevolmente rimanendo utilizzabile solo per la componente di alghe sciafile. Il termine mesofotico a latitudini temperate si è iniziato ad utilizzare soltanto recentemente, portando alla definizione dei “Temperate Mesophotic Ecosystems” (TME) per differenziarli dai “Mesophotic Coral Ecosystems” (MCE) tropicali (Cerrano *et al.*, 2019). L’ampiezza batimetrica della zona mesofotica varia a seconda della torbidità della colonna d’acqua tra i valori minimo e massimo di 20 e 300 m (Cerrano *et al.*, 2019). All’interno di questa zona si assiste ad una progressiva riduzione di substrati duri in favore di quelli incoerenti (il detritico costiero, i fondi fangosi circalitorali ed i fondi detritici del largo - Peres&Picard, 1964; Cognetti *et al.*, 2008). Questi ultimi si sviluppano oltre gli 80 m di profondità e sono costituiti da materiale derivante da frammenti di conchiglie e rodofite. I fondi duri sono rappresentati dalle formazioni del coralligeno costiero e offshore e dalle rocce del largo (*roche du large*) sulle quali la crescita delle rodofite tipiche del coralligeno risulta trascurabile o nulla a causa dell’elevata profondità e degli elevati tassi di sedimentazione.

Laddove scompare definitivamente ogni traccia di fotosintesi, termina la zona mesofotica e inizia la zona batiale. È quindi possibile osservare un gradiente di rarefazione delle specie

algali fino alla scomparsa in ultimo delle rodofite sciafile, in favore di un numero crescente di specie strutturanti animali. Gli ecosistemi dominati da specie animali strutturanti vengono chiamati “Marine Animal Forest” (MAF) per rimarcare le somiglianze con le loro controparti terrestri. Le MAF possono essere dominate da una singola specie oppure da specie differenti, con diverse morfologie e nicchie trofiche. In generale possiamo definire una MAF come una comunità ad elevata tridimensionalità dominata da specie sospensivore sessili (Rossi *et al.*, 2017a). Tra le principali specie animali strutturanti annoveriamo poriferi, cnidari, briozoi, policheti, bivalvi ed ascidie. In Mediterraneo, tra gli cnidari ritroviamo idrozoi, sclerattinie, coralli molli, gorgonie e coralli neri. Le foreste animali variano enormemente a seconda delle specie che le compongono e dei diversi ambienti in cui si sviluppano. Le foreste animali dominate da antozoi rappresentano importanti *hotspot* di biodiversità della zona mesofotica.

Per lo studio di questi ambienti sono state impiegate le tecniche subacquee, in ambiti costieri più superficiali, o sono stati impiegati ROV e sottomarini. Solo negli ultimi anni l'innovazione tecnologica e l'abbassamento dei costi hanno permesso uno studio sempre più approfondito di queste foreste animali, sia attraverso ROV che immersioni tecniche ed è stato così possibile ampliare le conoscenze relative alla biologia e alla distribuzione delle principali specie strutturanti del Mediterraneo occidentale (Gori *et al.*, 2017).

Diversi studi hanno evidenziato l'importanza del ruolo ecologico svolto dalle MAF: la presenza di specie ad elevato sviluppo tridimensionale come antipatari e gorgonie incrementa la complessità del fondale e permette la formazione di uno strato elevato, che va ad alterare l'ambiente circostante nelle sue caratteristiche biotiche ed abiotiche, favorendo l'accesso alle risorse trofiche per gli organismi che vivono all'interno della *canopy*; per questo motivo, le specie strutturanti vengono chiamate “*ecosystem engineers*” (Jones *et al.*, 1994).

Tra le specie strutturanti dei popolamenti costieri profondi (al di sotto dei 40 m) abbiamo le gorgonie *Eunicella singularis*, *Eunicella cavolinii* e *Paramuricea clavata*. Sempre all'interno del coralligeno più vicino a costa, è possibile osservare anche popolamenti di *Eunicella verrucosa* e *Corallium rubrum* ed anche il falso corallo nero (*Savalia savaglia*), il quale vive da parassita acrofilo, sfruttando in un primo momento porzioni libere dal cenenchima sui rami di gorgonie ed antipatari; ciò non impoverisce la biocenosi, poiché il falso corallo nero continua il suo accrescimento incrementando l'eterogeneità spaziale dello strato elevato (Cerrano *et al.*, 2010; Angiolillo *et al.*, 2012). Inoltre, in varie località del mar Ligure e del mar Tirreno è possibile trovare associazioni del corallo nero *Antipathella subpinnata* con le gorgonie *E. cavolinii* e *P. clavata* dai 50 ai 100 m (Bo *et al.*, 2008). L'osservazione dei popolamenti di gorgonie costiere mostra infine una batimetria diversa tra Mediterraneo occidentale e orientale, laddove nel secondo le suddette specie raramente si incontrano a profondità inferiori ai 40 m, con una batimetria media che si attesta attorno ai 60 m, come

riportato ad esempio da Salomidi e colleghi nel 2009 in riferimento ai mari Egeo, Ionio e di Creta.

I popolamenti della piattaforma continentale tra i 50 e gli 80 m ospitano su fondi coralligeni importanti popolazioni di *C. rubrum*, *P. clavata*, *E. singularis* ed *E. cavolinii*, accompagnate spesso da vari coralli molli (*Alcyonium acaule*, *Paralcyonium spinulosum* (*Alcyonium coralloides*)). In presenza di maërl è possibile osservare *Paramuricea macrospina*, mentre in aree sottoposte ad una certa torbidità e minor luminosità troviamo *Callogorgia verticillata*. Importante è la presenza dei coralli neri *A. subpinnata* (a cui possiamo trovare associati alcuni coralli molli, Angiolillo *et al.*, 2015) e *A. dichotoma* tra le comunità delle “*roche du large*”, tra i 70 ed i 130 m (Bo *et al.* 2012). Sul limite della piattaforma continentale (che nel Mar Mediterraneo varia dai 110 ai 200 m; Gori *et al.*, 2017) abbiamo un aumento della biodiversità di gorgonie e antipatari. Oltre alle specie citate precedentemente sono presenti *Swiftia dubia*, *Viminella flagellum*, *Paramuricea hirsuta*, *Villogorgia bebrycoides* e *Bebryce mollis*, mentre per i coralli neri si aggiungono *Parantipathes larix* e *Leiopathes glaberrima*. Al di sotto dei 200 m, predominano *B. mollis*, *S. dubia*, *V. flagellum* e *C. verticillata* (Gori *et al.*, 2017). Infine, i banchi offshore e i *seamounts* sono purtroppo poco conosciuti, visto il numero esiguo di esplorazioni ROV che sono state effettuate su di loro. Tra i pochi studiati, il *seamount* Vercelli (Bo *et al.*, 2011b) mostra popolamenti di gorgonie e coralli neri simili ad ambienti più superficiali. Troviamo la gorgonia *E. cavolinii* con qualche colonia di *P. clavata*, assieme a *C. verticillata*, *C. rubrum* e alla sclerattinia *Dendrophyllia cornigera*; assieme a queste specie sono state osservate spugne appartenenti alle specie *Axinella verrucosa* e *Axinella damicornis*. È presente il solo corallo nero *A. subpinnata*, mentre in altri *seamount* sono presenti anche altre specie, come *L. glaberrima* e *Antipathes dichotoma* (Gori *et al.*, 2017).

Le principali minacce che mettono in pericolo il coralligeno sono direttamente legate all'attività di pesca. La pesca nel Mediterraneo è per la maggior parte di carattere artigianale e ricreativa e viene effettuata principalmente in zone costiere. La piccola pesca artigianale, generalmente considerata a minor impatto ambientale, può produrre gravi danni sugli ecosistemi bentonici attraverso l'impiego degli attrezzi da pesca (Enrichetti *et al.*, 2019a). Ad esempio cime e lenze possono interagire negativamente con molti entozoi a causa della loro struttura arborescente e ramificata. Le reti da posta hanno come catture accessorie molte specie sessili, come cnidari (gorgonie) e briozoi (Enrichetti *et al.*, 2019; Dias *et al.*, 2020). L'effetto negativo sugli ecosistemi può proseguire anche successivamente al momento della pesca in quanto si deve considerare anche l'effetto negativo legato agli attrezzi persi o lasciati in mare, quello che viene chiamato ALDFGs, *Abandoned, Lost, Discarded Fishing Gears* che nel tempo effettuano la cosiddetta “pesca fantasma” (*ghost fishing*). La persistenza di questi attrezzi nell'ambiente è molto lunga, dato che sono composti da fibre sintetiche non biodegradabili (Brown & Macfadyen, 2006). Gli attrezzi da pesca fantasma hanno un effetto negativo anche sugli organismi bentonici,

infatti possono ad esempio danneggiare il cenenchima degli cnidari e, nel lungo periodo, possono portare alla morte dell'animale. Inoltre, queste lesioni conducono ad un incremento del tasso di epibiosi, il quale fa decrescere ulteriormente la fitness della colonia, sia a causa del peso sia a causa della competizione per la filtrazione (Bavestrello *et al.*, 1997; Bo *et al.* 2014a). La *General Fisheries Commission for the Mediterranean* (GFCM) ha emesso limitazioni alla pesca a strascico oltre i 1000 m di profondità (comprendendo così oltre il 60% del mediterraneo) (GFCM, 2005) e dove sono presenti ecosistemi profondi vulnerabili (GFCM, 2006). Nonostante queste misure, la protezione delle aree dove sono presenti foreste animali mesofotiche è sporadica e legata alla maggioranza alla loro presenza all'interno di aree marine protette (AMP) che però coprono quasi esclusivamente aree costiere, così come il divieto totale di strascico (GFCM, 2012).

Anche la presenza di altri tipi di *marine litter*, spesso composti da materiali plastici di difficile degradazione sono fonte di impatto per il MAF. Angiolillo e colleghi (2015) hanno effettuato uno studio del *marine litter* presente nelle zone profonde del Mar Tirreno; i risultati mostrano una chiara relazione positiva tra lo sviluppo antropico costiero e il numero di oggetti presenti sul fondale.

Infine, la zona mesofotica non è immune agli effetti dei cambiamenti globali, infatti dalla prima metà degli anni '80 si è potuto osservare l'aumento di fenomeni di mortalità di massa (MME, *Mass Mortality Events*) in tutto il Mar Mediterraneo, dalle zone superficiali fino al circolitare superiore. Tali eventi accadono in concomitanza con le *heat waves*, incrementi di temperatura delle acque i cui effetti sono tristemente noti sugli cnidari strutturanti dei mari tropicali (Montefalcone *et al.*, 2020) ma sono ben noti anche per il Mar Mediterraneo. Uno dei casi di dimensioni maggiori è il MME ai danni delle gorgonie della specie *P. clavata* negli anni '90: si stima che oltre 10.000 gorgonie tra i 20 ed i 40 m di profondità siano andate incontro a fenomeni degenerativi (Bavestrello *et al.*, 1994).

Il coralligeno nell'area marina protetta Isola di Bergeggi

Il coralligeno nell'area marina protetta si trova al di sotto dei 20 metri di profondità, lungo le pareti dell'isola, ma soprattutto sugli affioramenti rocciosi al di sotto dei 30 metri, disposti al largo, di fronte a tutta l'area compresa tra Spotorno e Vado Ligure (Betti, 2016). Anche il coralligeno di Bergeggi è estremamente ricco di specie: ospita il corallo rosso (*C. rubrum*), diverse specie di spugne (*Spongia lamella*, *Sarcotragus phoetidus*, *Aplysina cavernicola*), grandi distese di gorgonie rosse (*Paramuricea clavata*) al di sopra delle quali nuotano sciame di castagnole rosse (*Anthias anthias*), mentre tra le rocce, gli anfratti e le concrezioni biologiche si nascondono lo scorfano rosso (*Scorpaena scrofa*) e la murena (*Muraena helena*) (Betti, 2016). Nelle precedenti indagini il coralligeno maggiormente ricco di specie e con abbondanza di specie strutturanti è stato osservato presso la Secca dei maledetti (punto c della figura 1, a levante dell'isola).

Descrizione delle attività svolte

Sulla base delle carte a disposizione ed in seguito ad incontri con l'Ente gestore dell'AMP, sono state individuate 2 ulteriori aree da indagare (punti 1 e 2 in Fig.1) e su cui effettuare i rilievi video del fondo mare. Il dato ROV fornisce la "verità mare" dell'interpretazione cartografica e consente una caratterizzazione dei popolamenti presenti associati agli habitat. La raccolta di immagini georeferenziate sono state eseguite mediante un ROV (Blue Rov3 Vers. SORS - Fig. 2), che può operare fino a 200 m di profondità ed è gestito da un'apposita *consolle* per il controllo remoto di tutti i sistemi (motori, luci, strumentazione) dotata di un monitor per il controllo e la registrazione in tempo reale delle immagini, delle informazioni di profondità, della rotta e dei tempi di percorrenza. A bordo dell'imbarcazione erano presenti sempre 3 operatori tecnici e biologi.

Il ROV è dotato della seguente strumentazione:

- sistema di posizionamento geografico acustico subacqueo (USBL);
- sistema di regolazione automatica di profondità (auto depth);
- bussola;
- sonar di navigazione;
- videocamera con sensore full-HD
- due puntatori laser di posizionamento (distanziati tra loro 20 cm) per il calcolo delle dimensioni dell'area;
- fari per l'illuminazione.



Fig. 2 - ROV modello BlueROV3 Vers. SORS con USBL e consolle di comando e ROV operativo nella parte lato mare dell'isola di Bergeggi.

I transetti ROV sono stati eseguiti per un totale di circa 850 m così suddivisi: 320 m per punto 1 (con circa 150m su fondo roccioso) e 530 m per punto 2 (con circa 150 m su fondo roccioso).

L'intervallo batimetrico presso il punto 1 varia da 54,7 m a 87,0 m mentre nel punto 2 varia da 57,9 m a 68,4 m . Il ROV ha operato quasi sempre ad una distanza dal fondale di circa 1,5 metri e a velocità costante inferiore a mezzo nodo. I video sono stati acquisiti lungo tutta l'estensione dei percorsi.

La profondità, e i dati di navigazione di ciascun transetto sono state registrate nel datum WGS84. In totale sono state acquisite circa 1 ora e 38 minuti di filmati nell'area.

Nella tabella 1 si riporta la giornata nella quale sono state condotte le attività.

Tab.1: riepilogo delle giornate di attività in mare.

Date	Aree indagate	Lunghezza percorso / fondo roccioso	Durata dei video	Intervallo batimetrico	Fondale (%M %R)	Note/imprevisti
5/2/25	Punto 1	320 m /150 m	47'	Da -54,7 a -87 m	Parete e cigliata rocciosa	Acquisizione posizione non continuativa
5/2/25	Punto 2	530 m / 150 m	51'	Da -57,9 a -68,4 m	Affioramenti rocciosi su detritico costiero	

In figura 3 si riporta la carta GIS con i 2 percorsi registrati con ROV+USBL.

In seguito all'acquisizione dei filmati e delle tracce dei percorsi del ROV il lavoro ha riguardato sia l'analisi dei filmati e la caratterizzazione dei popolamenti osservati sia l'elaborazione delle tracce su GIS.

Gli allegati 1, 2 riportano tutti gli screenshot analizzati per la restituzione dei dati sia nel punto 1 che nel punto 2.

Oltre alle informazioni di tipo naturalistico, i video sono stati utilizzati anche per fornire informazioni sui punti dove sono presenti rifiuti e attrezzi da pesca abbandonati.

Come si può vedere dalla tabella 1 i due siti sono differenti sia per intervallo batimetrico che per caratteristiche morfologiche del fondale: nel punto 1 abbiamo osservato una cigliata con parete di altezza variabile dai 5 ai 7 m mentre nel punto 2 abbiamo esplorato un fondale pianeggiante caratterizzato da affioramenti rocciosi sparsi con intorno un fondale caratterizzato dalla biocenosi del detritico costiero e piccole dorsali rocciose concrezionate dalle biocenosi del coralligeno.



Fig. 3 - Tracce GPS del ROV con posizionatore USBL nei due siti di indagine condotta a febbraio 2025.

Risultati

Nel complesso sono state identificate 50 specie o gruppi tassonomici, appartenenti a 10 gruppi: alghe, poriferi, cnidari, echiuridi, policheti, crostacei, echinodermi, briozoi, tunicati e pesci.

In tabella 2 vengono elencate i 33 taxa/specie individuati durante la prospezione presso il punto 1 (Secca dei maledetti, lato Spotorno). Da questo primo video sono state estratti 84 frame (fermo immagine) attraverso i quali sono state identificate le specie o i gruppi tassonomici, e per ciascuna specie/gruppo tassonomico è stata stimata l'abbondanza nel frame, considerando 4 categorie: 1=singolo esemplare; 2=alcuni esemplari; 3=molti esemplari; 4=esemplari abbondanti.

Questi appartengono a 7 raggruppamenti tassonomici: alghe, poriferi, cnidari, policheti, echinodermi, briozoi e pesci.

La tabella 2 riporta le specie protette (sottolineate) e le specie strutturanti (indicate con un asterisco), il valore medio della classe di abbondanza calcolato per tutti i frame video dove sono state osservate le diverse specie e la frequenza di ritrovamento nei vari frame.

Tab.2: Elenco delle specie osservate nel punto 1. Il nome sottolineato indica una specie tutelata mentre l'asterisco indica una specie strutturante.

Gruppo	Specie/Taxa	Classe di abbondanza (valore medio)	Frequenza
Alghe	<u>Lithophyllum/Mesophyllum complex</u>	2	8,33%
Poriferi	<i>Agelas oroides</i>	2,05	23,81%
	<u><i>Aplysina cavernicola</i></u>	2,64	29,76%
	<i>Axinella damicornis</i>	1,86	17,86%
	<i>Chondrosia reniformis</i>	2	1,19%
	<i>Dysidea avara</i>	2,11	10,71%
	Spugna bianca globosa nd	1,6	5,95%
	Spugna bianca incrostante nd	1,4	5,95%
	Spugna gialla incrostante nd	1,4	11,90%
	<i>Petrosia ficiformis</i>	2,12	9,52%
	<i>Phorbastenia tenacior</i>	2,33	3,57%
	<u><i>Sarcotragus foetidus</i></u> *	1,67	25,00%
	<i>Spirastrella/Crambe complex</i>	2,7	55,95%
Cnidari	<u><i>Corallium rubrum</i></u> *	2	7,14%
	<u><i>Eunicella verrucosa</i></u> *	1,29	8,33%
	<i>Leptopsammia pruvoti</i>	2,67	21,43%
	<u><i>Paramuricea clavata</i></u> *	2,39	42,86%
	<i>Virgularia mirabilis</i> *	1	1,19%
Policheti	<i>Apomatus/Protula complex</i>	2	3,57%
	Serpulidae n.d.	1,67	3,57%
Echinodermi	<u><i>Centrostephanus longispinus</i></u>	1,43	16,67%
	<i>Echinaster sepositus</i>	1	1,19%
	<i>Hacelia attenuata</i>	1,25	4,76%
	<i>Holoturia</i> sp.	1,89	44,05%
Briozoi	Briozoi n.d.	2	1,19%
	<u><i>Smittina cervicornis</i></u> *	1	1,19%
Pesci	<i>Anthias anthias</i>	3	1,19%
	<i>Coris julis</i>	1,43	8,33%
	<i>Diplodus vulgaris</i>	2	1,19%
	<i>Labrus mixtus</i>	1	1,19%
	<i>Mullus surmuletus</i>	1,5	2,38%
	<i>Phycis phycis</i>	1	1,19%
	<i>Serranus cabrilla</i>	1	9,52%

Questo primo video (Punto 1, Secca dei maledetti - lato Spotorno) ha permesso inoltre di evidenziare la presenza di lenze (frequenza del 14,29% sul totale dei frame osservati), cordame da pesca (13,10%), reti da pesca (2,38%) e un bidone di plastica (1,19%). Per alcuni esemplari di *Paramuricea clavata* è stata osservata la parziale copertura di sedimento/alghe (2,38%).

In tabella 3 vengono elencate i 34 taxa/specie individuati durante la prospezione presso il punto 2 (Secca dei maledetti, esterno all'isola). Da questo secondo video sono state estratti 77 frame (fermo immagine) attraverso i quali sono state identificate le specie o i gruppi tassonomici, e per ciascuna specie/gruppo tassonomico è stata stimata l'abbondanza nel frame, considerando 4 categorie: 1=singolo esemplare; 2=alcuni esemplari; 3=molti esemplari; 4=esemplari abbondanti.

Questi appartengono a 9 raggruppamenti tassonomici: alghe, poriferi, cnidari, echiuridi, policheti, crostacei, echinodermi, briozoi, tunicati e pesci.

La tabella riporta le specie tutelate (sottolineate) e le specie strutturanti (indicate con un asterisco), il valore medio della classe di abbondanza calcolato per tutti i frame video dove sono state osservate le diverse specie, e la frequenza di ritrovamento nei vari frame.

Il secondo video (Punto 2 - Secca dei maledetti - esterno isola) ha permesso inoltre di evidenziare la presenza di lenze (frequenza del 18,2% sul totale dei frame osservati), cordame da pesca (3,9%) e una rete da pesca (1,3%).

In figura 4 si riporta un grafico dove vengono rappresentati raggruppamenti tassonomici che percentualmente hanno avuto un peso maggiore nelle indagini su entrambe i punti di immersione, in particolare poriferi, cnidari, pesci ed echinodermi.

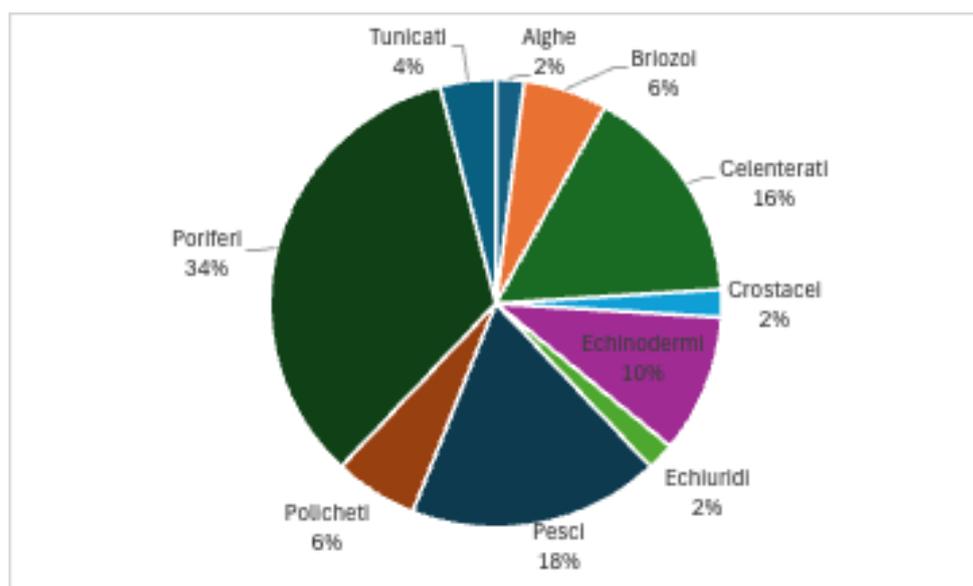


Fig. 4 - Raggruppamenti tassonomici osservati durante le prospezioni ROV nei due punti indagati.

Tab.3: Elenco delle specie osservate nel punto 2. Il nome sottolineato indica una specie tutelata, mentre l'asterisco indica una specie strutturante.

Gruppo	Specie/Taxa	Classe di abbondanza (valore medio)	Frequenza
Alghe	<u>Lithophyllum/Mesophyllum complex</u>	1,83	15,58%
Poriferi	<i>Agelas oroides</i>	1,56	11,69%
	<u>Aplysina cavernicola</u>	1,5	2,60%
	<i>Axinella damicornis</i>	2,32	74,03%
	<u>Axinella polypoides*</u>	2,18	22,08%
	Spugna bianca incrostante nd	2	1,30%
	<i>Haliclona</i> sp.	1	1,30%
	Spugna gialla incrostante nd	1,45	14,29%
	<i>Ircinia</i> sp.	1	1,30%
	<i>Petrosia ficiformis</i>	1,67	3,90%
	<i>Phorbastenia tenacior</i>	2	1,30%
	<u>Sarcotragus foetidus*</u>	1,5	44,16%
	<i>Spirastrella/Crambe complex</i>	2,25	41,56%
	<u>Spongia lamella*</u>	1	1,30%
Cnidari	<u>Eunicella cavolini*</u>	2	7,79%
	<u>Eunicella verrucosa*</u>	2,94	59,74%
	Idrozoi nd.	1,8	6,49%
	<i>Leptogorgia sarmentosa*</i>	1,45	14,29%
	<u>Paramuricea clavata*</u>	1,62	10,39%
Echiuridi	<i>Bonella viridis</i>	1,3	12,99%
Policheti	<i>Filograna/Salamacina complex</i>	1,33	3,90%
Crostacei	<u>Palinurus elephas</u>	1	2,60%
Echinodermi	<u>Centrostephanus longispinus</u>	1,19	20,78%
	<i>Echinaster sepositus</i>	1	1,30%
	<i>Hacelia attenuata</i>	1	1,30%
	<i>Holoturia tubulosa</i>	1	3,90%
	Ophiura nd	1	1,30%
Briozoi	<u>Pentapora fascialis*</u>	1	2,60%
Tunicati	<i>Halocynthia papillosa</i>	1,44	32,47%
	<i>Clavelina lepadiformis</i>	1,5	2,60%
Pesci	<i>Anthias anthias</i>	2	7,79%
	<i>Conger conger</i>	1	1,30%
	<i>Serranus cabrilla</i>	1	11,69%
	<i>Serranus scriba</i>	1	1,30%

Le prospezioni con ROV hanno consentito di rilevare la presenza di varie specie sottoposte a tutela ed anche le specie “strutturanti” dell’habitat del coralligeno.

Le specie “minacciate” appartengono ai poriferi (*Aplysina cavernicola* presente in entrambe i punti, *Axinella polypoides* presente nel punto 2, e *Sarcotragus foetidus* presente in entrambe i siti), agli cnidari (*Corallium rubrum* presente nel punto 1), agli echinodermi (*Centrostephanus longispinus* presente in entrambe i punti), ai briozoi (*Pentapora fascialis* presente nel punto 2) ed ai crostacei (*Palinurus elephas* presente nel punto 2).

Per quanto riguarda le specie strutturanti abbiamo rilevato due specie di poriferi (*Axinella polypoides* e *Sarcotragus foetidus*), sei specie di cnidari (*Corallium rubrum*, *Eunicella cavolini*, *E. singularis*, *E. verrucosa*, *Leptogorgia sarmentosa* e *Paramuricea clavata*) e due specie di briozoi (*Smittina cervicornis* e *Pentapora fascialis*). In figura 5 si riportano alcuni esempi.

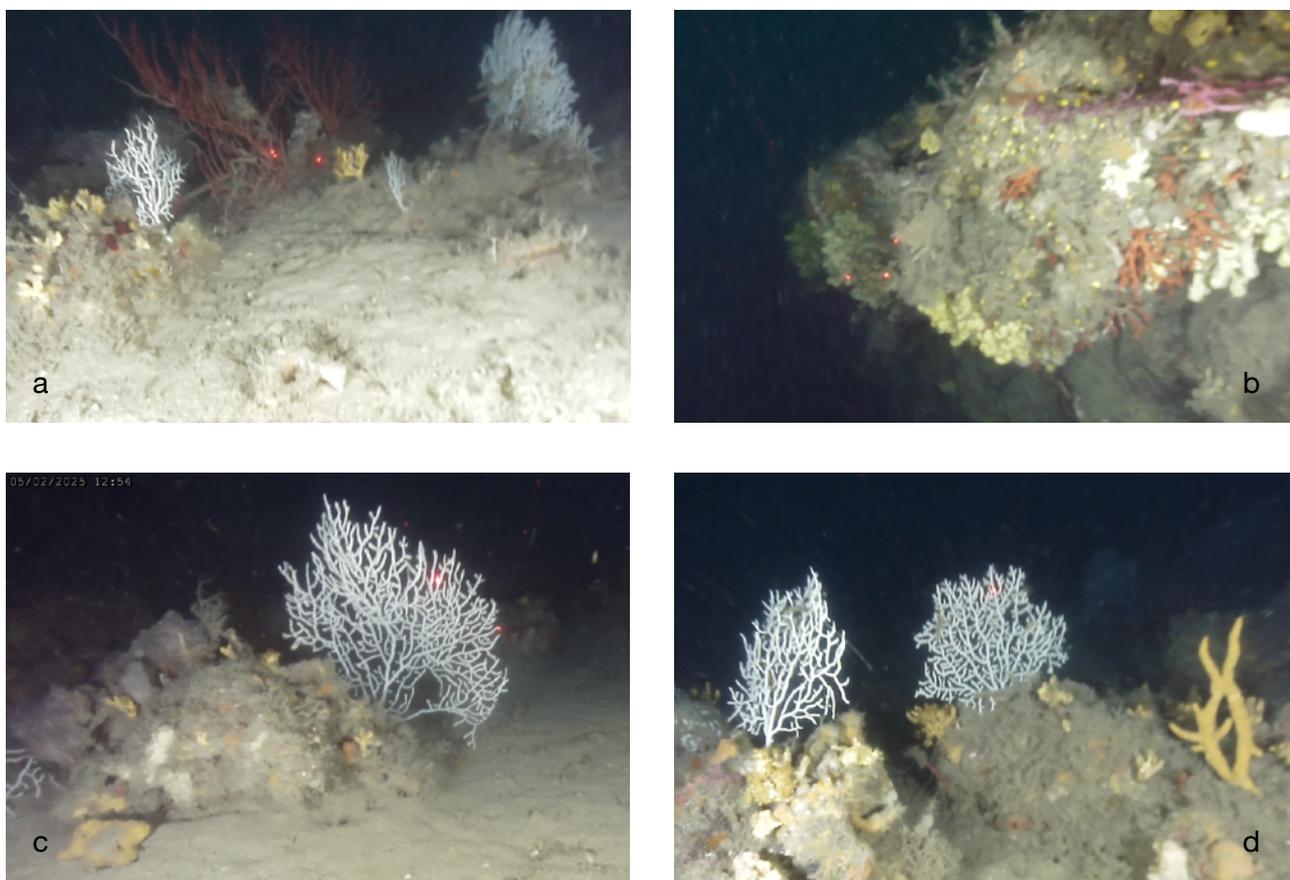


Fig. 5 - Specie strutturanti osservate nelle prospezioni ROV. a) *Eunicella verrucosa*, *Paramuricea clavata*, *Axinella damicornis*; b) *Corallium rubrum*, *Paramuricea clavata*, *Aplysina cavernicola*; c) *Eunicella verrucosa*, *Sarcotragus foetida*; d) *Eunicella verrucosa*, *Axinella polypoides*.

La tabella 4 riporta la frequenza di osservazione degli elementi di interesse naturalistico/biologico nei due siti, ossia in quanti frame (o fermo immagine) gli elementi sono stati osservati rispetto al numero di frame totali (per i due siti 161 frame).

Tab.4: Frequenza di osservazione di specie e gruppi nei due punti di prospezione.

<i>Spirastrella/Crambe</i> complex	49,1%
<i>Axinella damicornis</i>	44,7%
<i>Sarcotragus foetida</i>	34,2%
<i>Eunicella verrucosa</i>	32,9%
<i>Paramuricea clavata</i>	27,3%
<i>Holoturia</i> sp.	24,8%
<i>Centrostephanus longispinus</i>	18,6%
<i>Agelas oroides</i>	18,0%
<i>Aplysina cavernicola</i>	16,8%
<i>Halocynthia papillosa</i>	15,5%
Spugna gialla incrostante nd	13,0%
<i>Lithophyllum/Mesophyllum</i> complex	11,8%
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	11,2%
<i>Axinella polypoides</i>	10,6%
<i>Serranus cabrilla</i>	10,6%
<i>Leptogorgia sarmentosa</i>	6,8%
<i>Petrosia ficiformis</i>	6,8%
<i>Bonella viridis</i>	6,2%
<i>Dysidea avara</i>	5,6%
<i>Anthias anthias</i>	4,3%
<i>Coris julis</i>	4,3%
<i>Corallium rubrum</i>	3,7%
<i>Eunicella cavolini</i>	3,7%
Spugna bianca incrostante nd	3,7%
Spugna bianca globosa nd	3,1%
<i>Hacelia attenuata</i>	3,1%
Idrozoi nd.	3,1%
<i>Phorbas tenacior</i>	2,5%
<i>Apotamus/Protula</i> complex	1,9%
<i>Filograna/Salmacina</i> complex	1,9%
Serpulidae nd	1,9%
<i>Clavelina lepadiformis</i>	1,2%
<i>Echinaster sepositus</i>	1,2%
<i>Mullus surmuletus</i>	1,2%
<i>Palinurus elephas</i>	1,2%
<i>Pentapora fascialis</i>	1,2%
Briozoi nd	0,6%
<i>Chondrosia reniformis</i>	0,6%
<i>Conger conger</i>	0,6%
<i>Diplodus vulgaris</i>	0,6%
<i>Haliclona</i> sp.	0,6%
<i>Ircinia</i> sp.	0,6%
<i>Labrus mixtus</i>	0,6%
Ophiura nd	0,6%
<i>Phycis phycis</i>	0,6%
<i>Serranus scriba</i>	0,6%
<i>Smittina cervicornis</i>	0,6%
<i>Spongia lamella</i>	0,6%
<i>Virgularia mirabilis</i>	0,6%

Le specie maggiormente osservate sono state i poriferi *Axinella damicornis*, *Sarcotragus foetidus* e *Spirastrella/Crambe* complex, seguite dagli cnidari antozoi *Eunicella verrucosa* e *Paramuricea clavata*.

Un'ulteriore informazione raccolta durante l'analisi dei video ROV ha riguardato oggetti di origine antropica (*marine litter*) rilevati sui fondali. La tabella 5 presenta gli elementi del *marine litter* osservati nei due punti di immersione ROV e in figura 6 si riportano alcuni esempi.

Tab.5: Elenco degli oggetti di origine antropica rilevati durante le prospezioni ROV

Tipologia di oggetto	Punto 1 Maledetti - Spotorno	Punto 2 Maledetti - Isola
Lenze	12	14
Rete da pesca	2	1
Secchio di plastica	1	0
Cordame da pesca	11	3

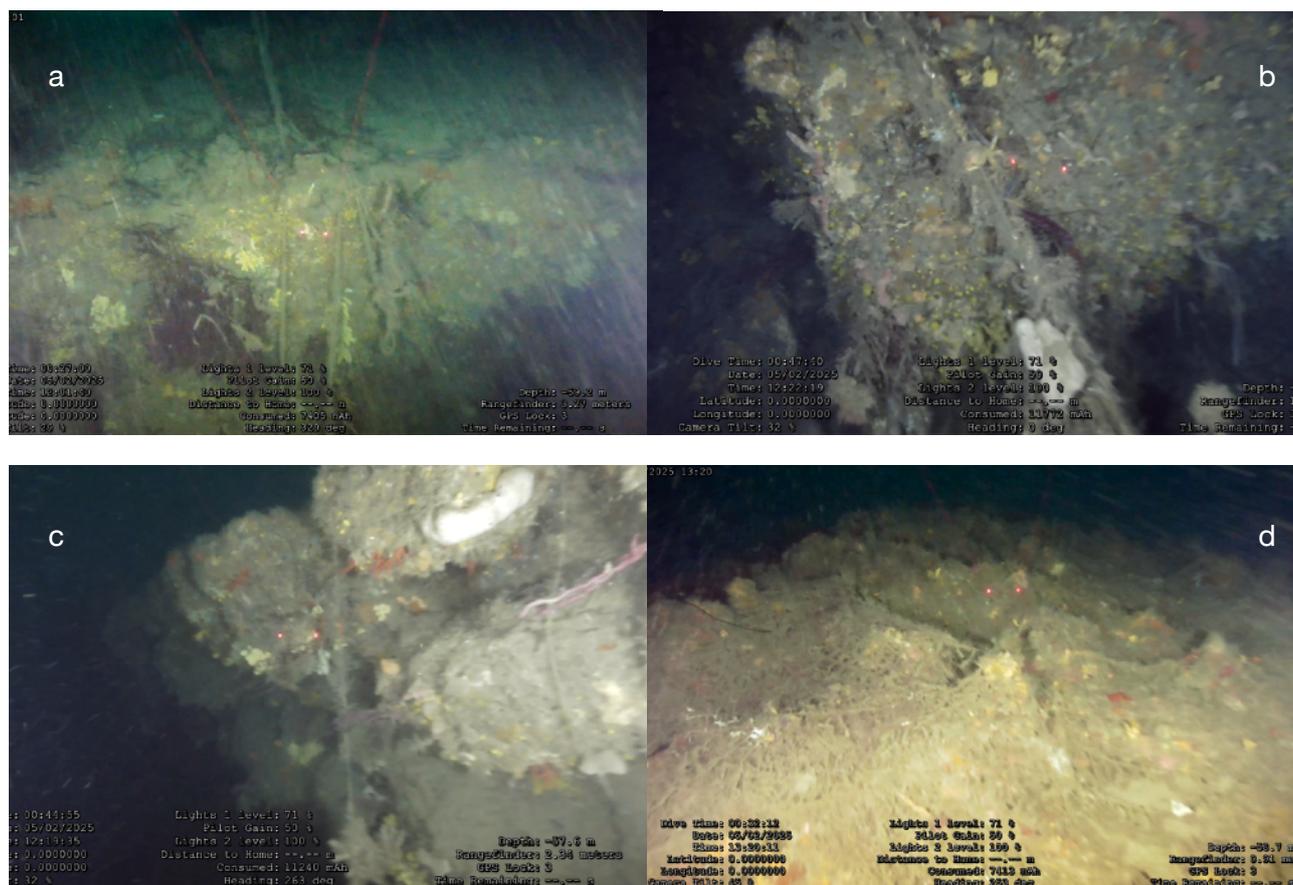


Fig. 6 - Oggetti di origine antropica, soprattutto attrezzi da pesca osservati durante le prospezioni ROV nei due punti. a) lenze e cordame, b) rete aggrovigliata, c) lenze, d) rete appoggiata su affollamento roccioso.

Conclusioni

Le osservazioni condotte presso le formazioni rocciose del largo, situate all'interno dell'area marina protetta "Isola di Bergeggi", hanno consentito di fornire un ulteriore aggiornamento sulle informazioni esistenti per l'habitat del coralligeno, ad integrazione delle informazioni raccolte nella campagna 2023. In particolare sono state esplorate altre due porzioni della vasta area di fondale roccioso denominata Secca dei maledetti, confermando l'importanza della tutela di questo sito, particolarmente ricco di specie strutturanti, dal corallo rosso, alle gorgonie, rosse, bianche e gialle, nonché dalla presenza elevata di spugne di elevato interesse naturalistico come *Sarcotragus foetidus* e *Axinella polypoides*. Dal punto di vista degli impatti antropici si può affermare che da entrambe le prospezioni sulla Secca dei maledetti risulta evidente la grande quantità di attrezzi da pesca persi adagiati sui fondali o impigliati tra le rocce e sulle gorgonie ed i coralli.



Dott. Biol. Paolo Bernat



Dott. Biol. Andrea Molinari

Bibliografia

- Angiolillo M., Bo M., Bavestrello G., Giusti M., et al. (2012). Record of *Ellisella paraplexauroides* (Anthozoa: Alcyonacea: Ellisellidae) in Italian waters (Mediterranean Sea). *Mar. Biodivers. Rec.*, 5:e4.
- Angiolillo M., di Lorenzo B., Farcomeni A., Bo M. et al. (2015). Distribution and assessment of marine debris in the deep Tyrrhenian Sea (NW Mediterranean Sea, Italy). *Mar. Pollut. Bull.*, 92: 149-159.
- Ballesteros E. (2006). Mediterranean Coralligenous Assemblages: A Synthesis of Present Knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol.*, 44:123-195.
- Bavestrello G., Bertone S., Cattaneo-Vietti R., Cerrano C. et al. (1994). Mass mortality of *Paramuricea clavata* (Anthozoa, Cnidaria) on Portofino Promontory cliffs, Ligurian Sea, Mediterranean Sea. *Mar. Life*, 4(1): 15-19.
- Bavestrello G., Cerrano C., Zanzi D., Cattaneo-Vietti R. (1997). Damage by fishing activities to the Gorgonian coral *Paramuricea clavata* in the Ligurian Sea: Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. *Aquat. Conserv.: Mar. Freshwat. Ecosyst*, 7(3): 253-262.
- Betti F. (2016). Fiori sott'acqua - Gli entozoi dell'area marina protetta "Isola di Bergeggi". 127pp.
- Bo M., Tazioli S., Spanò N., Bavestrello G. (2008). *Antipathella subpinnata* (Antipatharia, Myriopathidae) in Italian seas. *Ital J Zool.* 75:185–95.
- Bo M., Bertolino M., Borghini M., Castellano M., et al. (2011b) Characteristics of the mesophotic megabenthic assemblage of the Vercelli Seamount (North Tyrrhenian Sea). *PloS One*, 6:e16357.
- Bo M., Canese, S. Spaggiari, C. et al. (2012). Deep coral oases in the South Tyrrhenian Sea. *PloS One*, 7:e49870.
- Bo M., Bava S., Canese, S, Angiolillo, M. et al. (2014a). Fishing impact on deep Mediterranean rocky habitats as revealed by ROV investigation. *Biol. Conserv.*, 171:167-176.
- Brown J. & Macfadyen G. (2006). Ghost Fishing in European Waters: Impacts and management responses. *Mar. Pol.*, 31:488-504.
- Cerrano C., Danovaro R., Gambi C., Pusceddu A., et al.. (2010). Gold coral (*Savalia savaglia*) and gorgonian forests enhance benthic biodiversity and ecosystem functioning in the mesophotic zone. *Biodivers. Conserv.*, 19(1):153–67.
- Cerrano, C., Bastari, A., Calcinai, B., DiCamillo C., et al. (2019). Temperate mesophotic ecosystems: gaps and perspectives of an emerging conservation. *Eur. Zool. J*, 86(1):370-388.
- Cognetti, G., Sarà, M., Magazzù, G. (2008). *Biologia marina*, 2° edizione. Calderini Edizioni. 606 pp.
- Dias V., Oliviera F., Boavida J., Serrao S.A. et al. (2020). High Coral Bycatch in Bottom-Set Gillnet Coastal Fisheries Reveals Rich Coral Habitats in Southern Portugal. *Front. Mar. Sci.*, 7:603438.
- Enrichetti F., Bava S., Bavestrello G., Betti F. et al. (2019a). Artisanal fishing impact on deep coralligenous animal forests: A Mediterranean case study of marine vulnerability. *Ocean Coast. Manag.*, 177: 112-126.

GFCM, 2005. Recommendation GFCM/2005/1 on the Management of Certain Fisheries Exploiting Demersal and Deep-Water Species.

GFCM, 2006. Establishment of Fisheries Restricted Areas in Order to Protect the Deep-Sea Sensitive Habitats. GFCM Recommendation on Conservation and Management –REC.CM- GFCM/30/2006/3.

GFCM, 2012. Recommendation GFCM/36/2012/3 on Fisheries Management Measures for the Conservation of Sharks and Rays in the GFCM Area of Application.

Gori A., Bavestrello G., Grinyo J., Dominguez-Carriò C., et al. (2017). Animal Forest in Deep Coastal Bottoms and Continental Shelves of the Mediterranean Sea. In Rossi S., Bramanti L., Gori A., Orejas C. (Editors) Marine Animal Forest: The ecology of Benthic Biodiversity Hotspots. Springer International Publishing, 207-234

Jones C.G., Lawton J.H., Shachak M. (1994). Organism as Ecosystem Engineers. *Oikos* 69: 373-386.

Marchiò A. (2021) - Caratterizzazione e valutazione dello stato di salute delle biocenosi delle rocce del largo e del coralligeno profondo dell'Arcipelago Pontino. Tesi di Laurea A.A. 2020-2021 Università degli studi di Genova. Pp.142.

Montefalcone M., Morri C. and Bianchi C.N. (2020) Influence of Local Pressures on Maldivian Coral Reef Resilience Following Repeated Bleaching Events, and Recovery Perspectives. *Front. Mar. Sci.* 7:587.

Peres J.M. & Picard J. (1964) *Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée*

Rossi, S., Bramanti, L., Gori, A., & Orejas, C. (2017a). An overview of the animal forests of the world. In Rossi S., Bramanti L., Gori A., Orejas C. (Editors) Marine Animal Forest: The ecology of Benthic Biodiversity Hotspots. Springer International Publishing, 1-25

Salomidi M., Smith C., Katsanevakis S., Panayotidis P., Papathanassiou V., (2009). Some observations on the structure and distribution of gorgonian assemblages in the eastern Mediterranean Sea. *Proc 1st Med. Symp. Conserv. Coral Bio.*, 1:242–5.