



Società Italiana di Ecologia

SCIENZA E SOCIETÀ

L'Ecologia per un futuro migliore

Secondo Volume

2023

A cura del Consiglio Direttivo della Società Italiana di Ecologia



*Il mare concederà ad ogni uomo nuove speranze,
come il sonno porta i sogni*

Cristoforo Colombo

2. IL RESTAURO AMBIENTALE DEI FONDALI INTERESSATI DAL NAUFRAGIO DELLA CONCORDIA

Gian Domenico Ardizzone, Andrea Belluscio, Edoardo Casoli, Daniele Ventura, Sara Cardone, Lorenzo Donnini, Fulvia Farina, Gianluca Mancini

Consorzio Interuniversitario di Biologia Marina, Livorno - Università Sapienza, Roma

2.1 Introduzione

La nave Costa Concordia, giunta nei pressi dell'Isola del Giglio, impattò contro il gruppo di scogli detti delle Scole il 13 gennaio 2012. L'impatto creato sul fondale dal relitto e da tutte le opere realizzate per la sua rimozione ha richiesto **complessi interventi di recupero dei fondali** dell'isola del Giglio. Due anni sono stati necessari per il rigalleggiamento e l'allontanamento del relitto, tre anni per la pulizia dei fondali e ancora cinque anni di interventi per il restauro ambientale che è ancora in corso.

Le attività di monitoraggio ambientale e di **ripristino delle condizioni dei fondali** sono state indicate dal Ministero dell'Ambiente attraverso le prescrizioni che la Conferenza di Servizi, appositamente convocata, ha stabilito subito dopo il naufragio. Notizie relative alla rimozione del relitto e alla pulizia dei fondali sono state riportate ampiamente dalle cronache; meno noto, invece, è il lavoro tecnico e scientifico condotto per lunghi anni da ricercatori e specialisti di ecologia marina, che hanno operato all'interno dell'Università di Roma "La Sapienza" e del Consorzio Interuniversitario di Biologia Marina di Livorno (CIBM). Appena terminate le operazioni legate all'emergenza sono partite le attività di tipo ambientale, ed in particolare **la caratterizzazione** dei fondali circostanti la Concordia. La prima carta dei fondali (Figura 2.1), redatta nel 2012, è servita come punto di riferimento sia per indirizzare i lavori nel modo più compatibile possibile sia come punto di riferimento negli anni successivi.

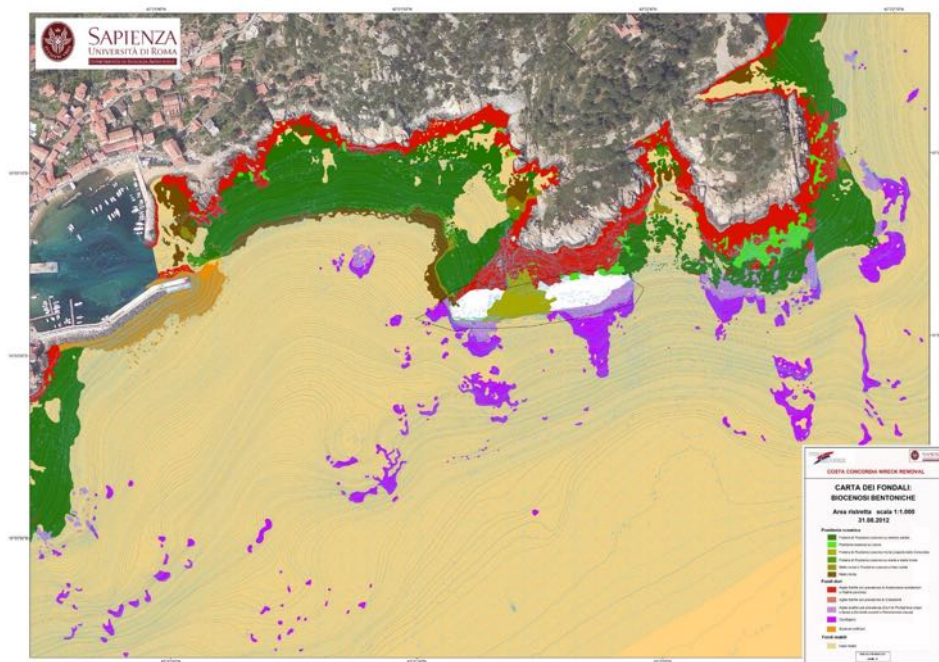


Figura 2.1. La carta delle biocenosi bentoniche realizzata nel 2012 subito dopo l'incidente

2.2 Caratteristiche dei fondali impattati

Al di sotto del relitto erano presenti **praterie di *Posidonia oceanica***, che in breve tempo sono morte a causa dell'ombra proiettata dal relitto e dalle navi che lavoravano accanto al relitto ma anche a causa dei sedimenti sottili provocati dalle perforazioni per la costruzione delle grandi piattaforme che sono state impiegate per la rotazione della nave (Figure 2.1 e 2.2) (Casoli et al., 2021a; Toniolo et al., 2018; Mancini et al., 2019; 2022).



Figura 2.1. Il relitto della Concordia, i mezzi navali impiegati per la sua rimozione e le piattaforme per la rotazione nel tratto di mare di Punta della Gabbianara

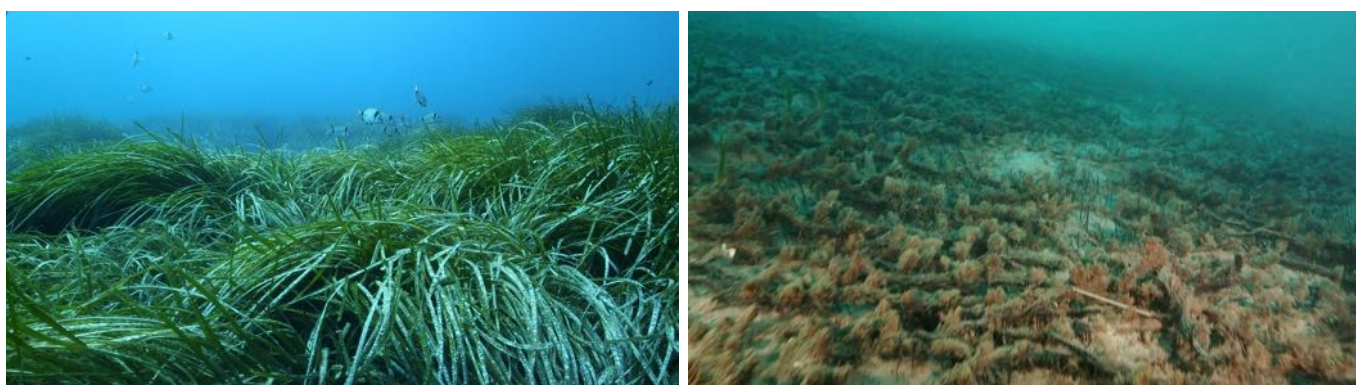


Figura 2.2. L'originaria prateria di *Posidonia* presente nei pressi del relitto della Concordia prima dell'avvio dei lavori (a sinistra) e il residuo e di matte morta oggetto di trapianti per il ripristino delle condizioni (a destra) (foto R. Rinaldi)

A maggiore profondità il fondale è costituito dalla complessa e delicata biocenosi del **Coralligeno** (Figura 2.3), caratterizzata da Spugne e Gorgonie dai colori brillanti, accompagnate da centinaia di altre specie meno appariscenti ma di grande importanza naturalistica. In molte aree confinanti con il relitto la biocenosi del Coralligeno è stata letteralmente ricoperta da sedimenti sottili che hanno determinato la morte degli organismi presenti (Casoli et al., 2017).

Durante i lavori per la rimozione della nave e di pulizia dei fondali ci sono state quindi profonde modificazioni che hanno interessato i due habitat marini più delicati. Non a caso le biocenosi della Posidonia e del Coralligeno sono considerati habitat prioritari del Mediterraneo, in quanto *hotspot* di biodiversità, e per questo motivo tutelati dai regolamenti europei.



Figura 2.3. Fondale del Coralligeno in buone condizioni (a sinistra) e ricoperto da uno strato di sedimento a destra (foto R. Rinaldi)

Al termine della pulizia i ricercatori hanno iniziato il loro lavoro cartografando lo stato dei fondali ed evidenziando le aree con i maggiori danni (Figure 2.4, 2.5, 2.6). Delle praterie di Posidonia originarie rimaneva la base organica della pianta (matte) ormai morta e non in grado di ricostituirsi naturalmente (Mancini et al., 2019). Analogamente sui fondali rocciosi il substrato appariva sbiancato e privo di quella moltitudine di specie che caratterizzano il Coralligeno (Casoli et al., 2017).

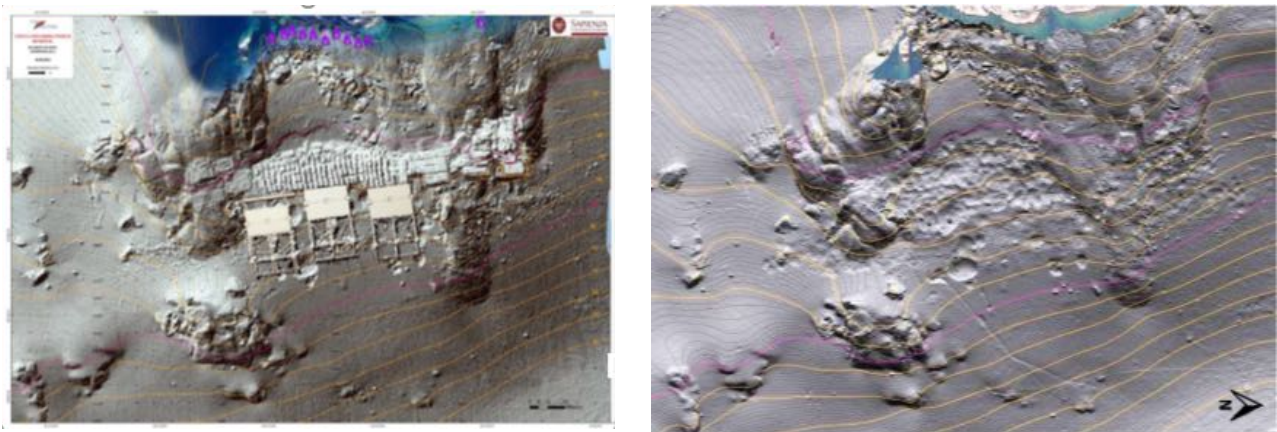


Figura 2.4. Il rilievo multibeam effettuato dopo la rimozione del relitto (si notano i sacchi di cemento e le piattaforme usate per sostenere e ruotare la nave, gli anchor blocks nella zona più costiera, detriti sparsi un po' ovunque) (a sinistra) e il rilievo effettuato dopo i lavori di pulizia (tutte le strutture artificiali sono state rimosse) (a destra).

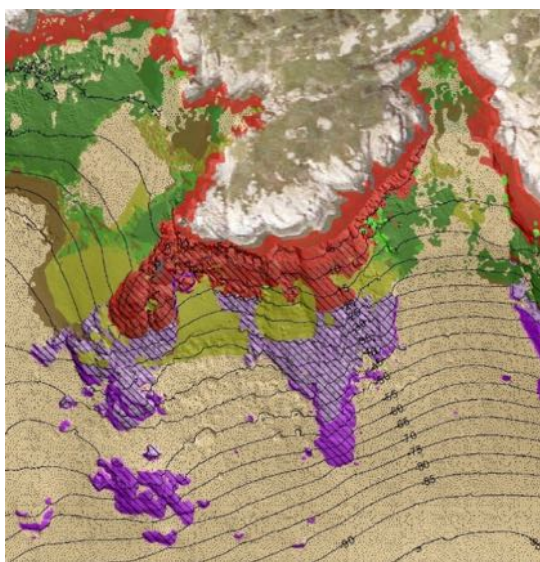


Figura 2.5. La mappa dei fondali del Giglio al termine dei lavori di rimozione del relitto e pulizia dei fondali. Posidonia e matte morta (verde), fondi duri infralittorali (rosso), Coralligeno (viola) Il rigato sul colore evidenzia le aree danneggiate.

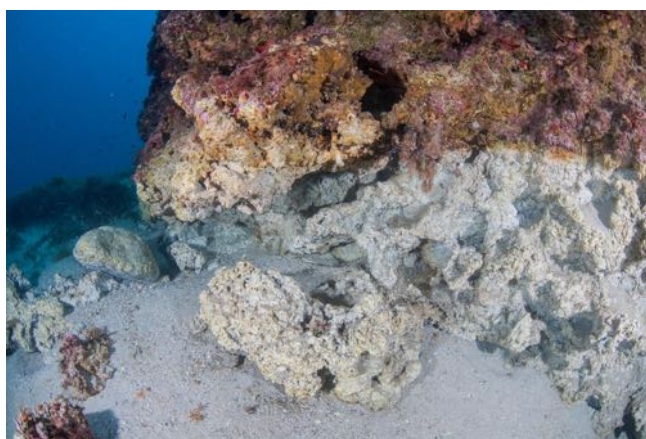


Figura 2.6. Porzioni di coralligeno sbiancate venute alla luce a seguito dei lavori di rimozione dei sedimenti (foto CIBM)

Alla luce delle indicazioni della Conferenza dei Servizi, i fondali dovevano essere ripristinati per riavere le condizioni originarie e questo attraverso interventi di trapianti di organismi che potessero accelerare la ricostituzione naturale delle biocenosi. Essendo l'intervento richiesto totalmente nuovo e privo di esperienze scientifiche simili, per avere certezza dei risultati si è scelta la strada di procedere gradualmente per prove sperimentali su piccola scala e, una volta raggiunti i risultati prefissati, si è passati ad interventi su ampia scala. Questo è stato il motivo per cui questo lavoro è stato pianificato su un arco temporale di 5 anni.

2.3 Restauro delle praterie di posidonia

Le zone di intervento per il **trapianto della Posidonia** sono distribuite in tre aree per un totale di circa 2.000 mq. Si è scelto di intervenire là dove era presente matte morta con profondità comprese tra 10 e 23 metri, escludendo quindi i fondali poco profondi a causa dell'elevato idrodinamismo delle acque, quelli superiori ai 23 m per la bassa intensità della luce che arriva sul fondale e che avrebbe potuto creare dei problemi alle piante, e i fondali rocciosi causa le difficoltà per fissare le piante (Figura 2.7).

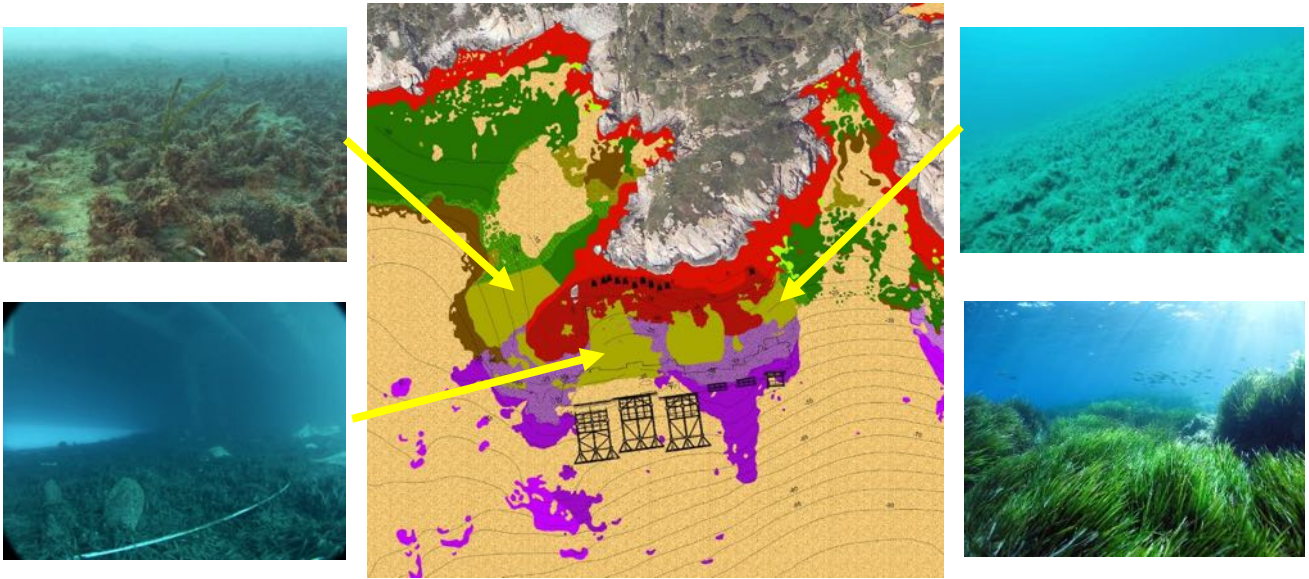


Figura 2.7. Al centro, le tre aree di matte morta individuate per il trapianto della Posidonia con le rispettive condizioni dopo l'incidente. In basso a destra le condizioni originari delle praterie di Posidonia (foto CIBM).

Nel 2016 sono state individuate delle aree per effettuare i primi trapianti sperimentali al fine di verificare l'efficacia della metodologia proposta (Mancini et al 2021). Tale metodologia si basa fondamentalmente sull'impianto di talee di *Posidonia* su substrati naturali dove la pianta era presente prima del naufragio e le cui condizioni qualitative fossero state recuperate. Inoltre, per una scelta precisa, non si voleva alterare il fondale con l'immissione di strutture di sostegno artificiali, quali gabbie, cornici in cemento, materassi, ecc., che potessero essere invasive e in grado di alterare le condizioni dell'habitat. Per questo motivo si è scelto di trapiantare talee di 20-30 cm di lunghezza, portanti 2-4 fasci fogliari, fissate con picchetti di ferro dolce in grado di degradarsi in pochi anni una volta raggiunta la completa radicazione della pianta. Il picchetto è stato appositamente disegnato e costruito essere facilmente inserito e trattenere i rizomi nella matte (Figure 2.8 e 2.9) (Mancini et al., 2021; 2022).



Figura 2.8. Il picchetto impiegato per il fissaggio della Posidonia, appositamente disegnato e costruito (foto E. Casoli).

Mediante tecniche di monitoraggio non distruttivo è stato possibile osservare le risposte delle talee al trapianto a partire dal 2016, registrando una fase di adattamento prima e una crescita poi. Subito dopo il trapianto, infatti le talee sono state caratterizzate da una diminuzione del numero dei fasci fogliari, imputabile a stress iniziale e investimento di energie per la produzione di radici fondamentali per l'ancoraggio, e a partire dal secondo anno, da una crescita lenta ma costante (Mancini et al., 2021; 2022).



Figura 2.9. Operazione di fissaggio della Posidonia con picchetto (foto A. Belluscio).

A distanza di quasi cinque anni, le talee trapiantate non hanno solo rigenerato ma anche accresciuto il numero dei fasci di partenza, raggiungendo, nelle aree sperimentali, un valore pari al 190% di quelli iniziali (Figura 2.10). Il successo del trapianto sperimentale ha aperto la strada al trapianto a più ampia scala, in successione, anno dopo anno, nelle tre diverse aree (Mancini et al., 2021; 2022).

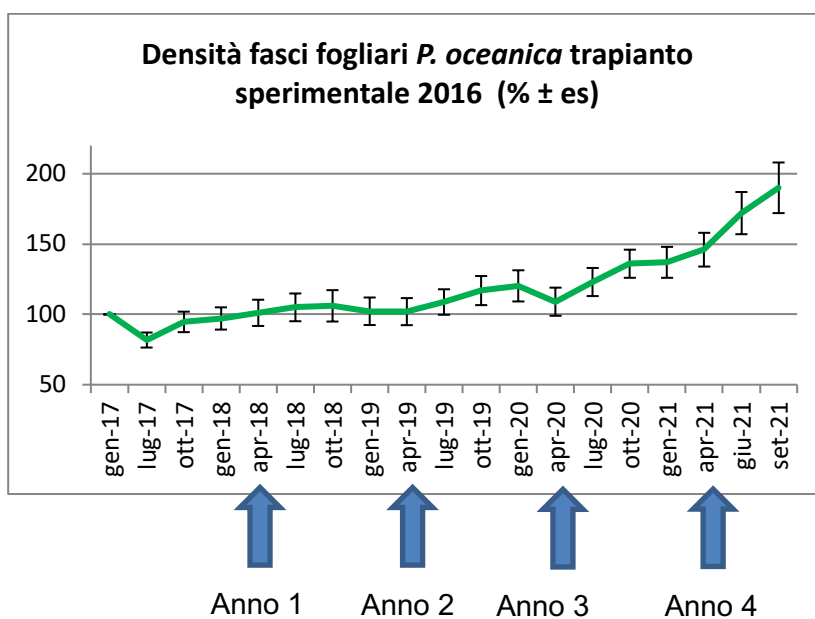


Figura 2.10. Andamento percentuale della crescita del numero dei fasci, espressa in percentuale di Posidonia oceanica trapiantata nel 2016 nel corso del tempo.

Il problema principale era, in fase iniziale, dove reperire il materiale da trapiantare. Indagini fatte sui fondali dell'isola ci hanno consentito di verificare la presenza di grosse zolle di Posidonia sul fondale nelle zone costiere dove ormeggiano i grandi yachts durante la stagione estiva. L'azione di pesanti ancore calate sulle praterie provoca danni che sono facilmente osservabili anche con foto aeree (Figura 2.11). Questa condizione, ancorché utile per il lavoro di restauro, ha però messo in luce i problemi creati da questi ormeggi non regolamentati e i relativi danni che possono creare per le biocenosi costiere.



Figura 2.11. Barche ancorate su P. oceanica durante una giornata estiva in una località dell'isola del Giglio, a sinistra, ed effetti dell'ancoraggio sulla prateria, a destra (foto E. Casoli)

Nel 2019 sono iniziate le operazioni di trapianto vere e proprie. Il materiale raccolto veniva trasportato fino alle aree scelte, conservato in recinti sul fondale e infine, dopo aver selezionato le talee in buone condizioni, avveniva il trapiantato andando a completare dei quadrati mobili di 1m x 1m al fine di avere una copertura omogenea (Figure 2.12 e 2.13).



Figura 2.12. Le operazioni di trapianto. Il materiale trovato sul fondale veniva trasportato nell'area di lavoro (in alto a sinistra), conservato in recinti sul fondale fino al suo utilizzo (in alto a destra) e, dopo essere stato selezionato, trapiantato utilizzando quadrati mobili di 1m x 1m come riferimento (in basso) (foto D. Ventura).



Figura 2.13. Immagini di praterie trapiantate (foto E. Casoli).

Il monitoraggio del trapianto della Posidonia viene effettuato in immersione subacquea, contando il numero dei fasci di Posidonia presenti all'interno di alcuni quadrati predeterminati di 1m x 1m. Il monitoraggio viene effettuato anche con la innovativa, per l'ambiente subacqueo, tecnica del **fotomosaico**. Uno scooter subacqueo dotato di videocamera viene utilizzato per realizzare centinaia di fotografie di ampi tratti del fondale. Tali fotografie, georeferenziate, vengono poi mosaicate a restituire una carta d'insieme dell'area del trapianto, utile per seguirne nel tempo l'evoluzione (Figura 2.14) (Ventura et al 2018; 2021; 2022).

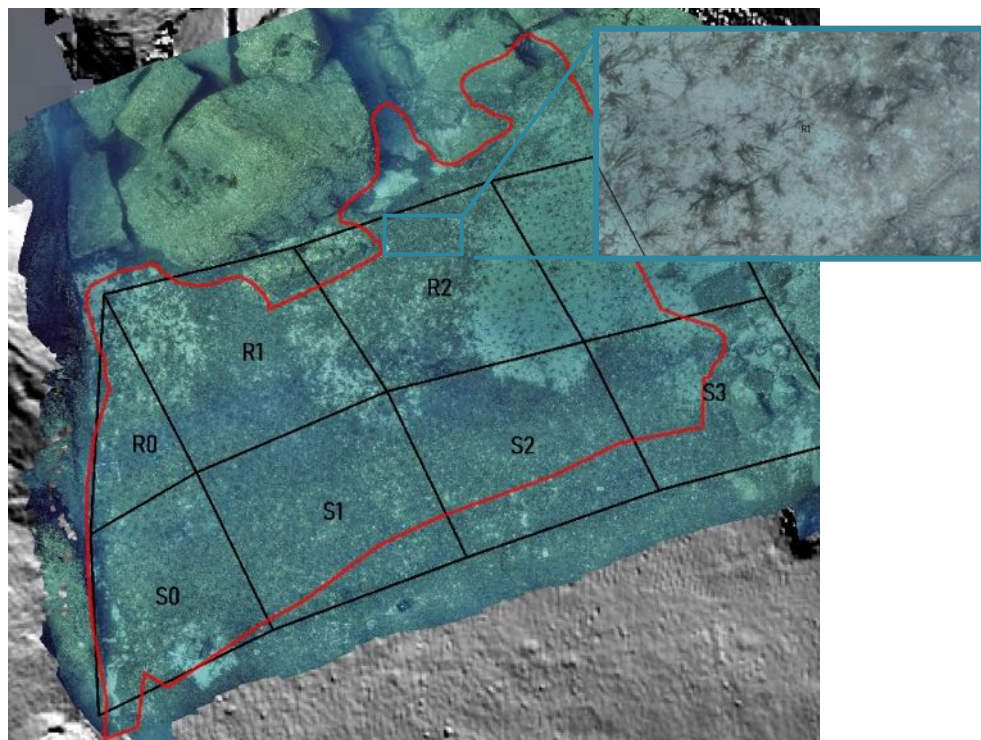


Figura 2.14. Immagine realizzata con la tecnica del fotomosaico. Si nota la Posidonia trapiantata sul fondale, in un'area di circa 500 mq. Il dettaglio nel rettangolino evidenzia le singole talee di Posidonia trapiantate (foto D. Ventura).

A 3 anni dall'inizio delle attività, nel 2021, sono stati trapiantati 1500 m² di Posidonia, con una densità di circa 27-31 fasci/m². La [Figura 2.15](#) illustra l'andamento della percentuale di sopravvivenza dei fasci di Posidonia per metro quadro nella prima delle tre aree di trapianto, quella del 2019, con una superficie pari a 524 mq. Dopo circa 53 mesi dal trapianto, la densità è pari a 26 ± 7 fasci/m², con una sopravvivenza del 106 ± 34%. Da notare l'andamento già evidenziato durante il trapianto sperimentale del 2016, con una perdita di fasci dopo il primo anno e il loro successivo recupero (Mancini et al., 2022).

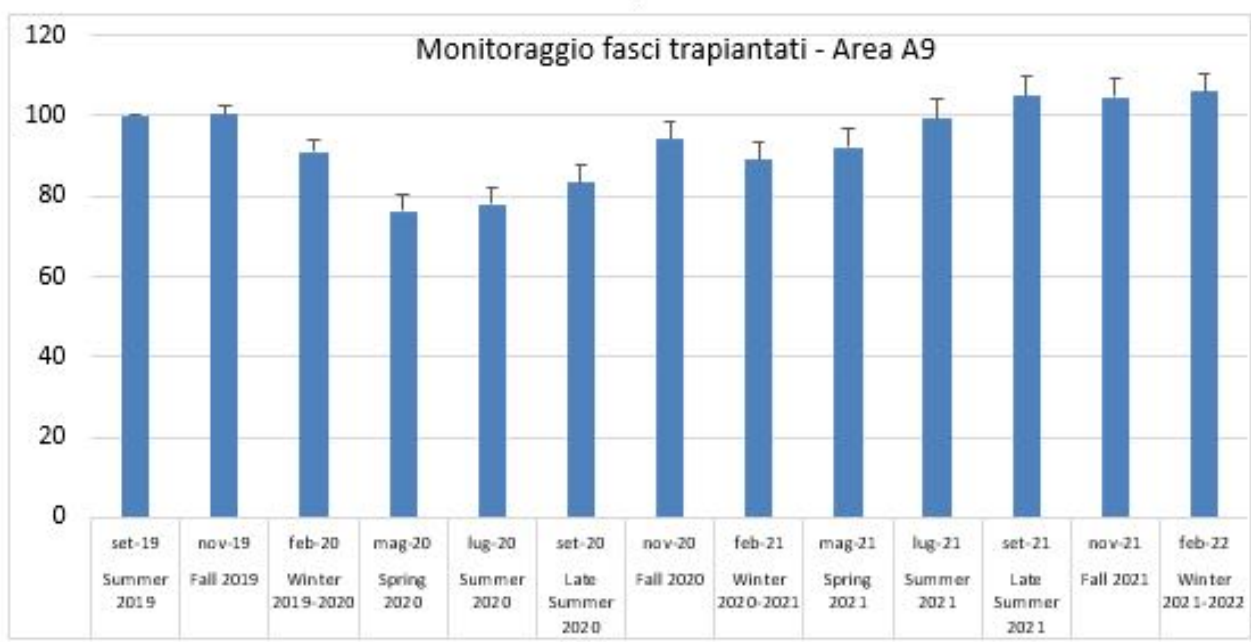


Figura 2.15. Andamento percentuale del numero di fasci per metro quadro della Posidonia trapiantata nel 2019 nell'area denominata A9 a partire da settembre 2019 a febbraio 2022.

Il successo del trapianto è testimoniato dalle numerose nuove radici che permettono l'attecchimento delle talee e dall'aumentare del numero di fasci fogliari ([Figura 2.16](#)).

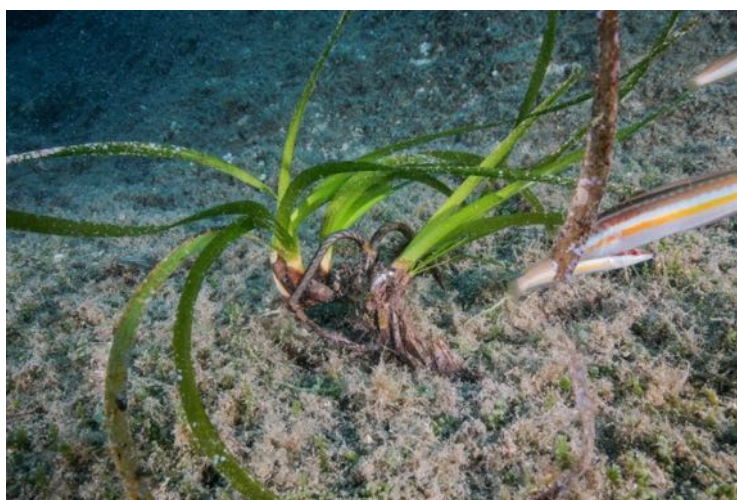


Figura 2.16. Dalle talee da poco trapiantate spuntano nuove piccole radici bianche e giovani foglie, segnale di un adattamento che sta andando a buon fine (foto D. G. Mancini).

2.4 Restauro dei fondali a coralligeno

Se un certo grado d'incertezza era legato al successo dei trapianti di Posidonia, ancora più prudente è stato il lavoro sul **Coralligeno** per il quale non esistevano riferimenti di precedenti interventi su ampia scala. Anche qui si è proceduto prima su base sperimentale effettuando trapianti e innesti di rocce vive (piccole porzioni/nuclei di bioconcrezionamento colonizzati da vari organismi), oppure posizionando substrati calcarei e singoli organismi macrobentonici (principalmente **gorgonie**) per capire quali fossero le tecniche di maggior successo e quale materiale biologico fosse disponibile per i trapianti. A distanza di tre anni, si è ottenuto uno scarso successo per i substrati calcarei (che avrebbero dovuto favorire l'insediamento degli organismi del coralligeno) mentre una notevole efficacia è stata riscontrata con i trapianti di gorgonie e rocce vive. Oggetto delle attività di trapianto sono state le 3 specie di gorgonie più diffuse sui fondali costieri dell'isola: la gorgonia bianca *Eunicella singularis*, la gorgonia gialla *E. cavolini* e la gorgonia rossa *Paramuricea clavata* (Figura 2.17).



Figura 2.17. Le tre specie di gorgonie oggetto di trapianto: la gorgonia bianca (*Eunicella singularis*) (a sinistra), gorgonia gialla (*E. cavolini*) (al centro) e la gorgonia rossa (*Paramuricea clavata*) (a destra) (tutte le foto di E. Casoli).

Anche in questo caso, l'intervento si è basato solo sulla disponibilità di materiale biologico di "recupero", ovvero proveniente dalle reti da pesca e dai fondali frequentati dai subacquei, che in diverso modo provocava il distacco di questi organismi. I *diving center* hanno contribuito fornendo indicazioni sulla presenza di colonie già staccate mentre i pescatori locali raccoglievano le gorgonie rimaste intrappolate nelle reti. Il materiale così raccolto, spesso in cattive condizioni di salute, veniva trasportato sul sito dove, prima dell'immersione, avveniva il mescolamento della resina bicomponente utilizzata per fissare le colonie al substrato (Figure 2.18 e 2.19).



Figura 2.18. A bordo del mezzo appoggio si prepara la resina bicomponente biocompatibile (foto A. Belluscio).



Figura 2.19. Un blocco di resina, ancora plasmabile, viene utilizzata per fissare la colonia al substrato (foto E. Casoli).

Dall'inizio delle attività (2019) a settembre 2021 sono state installate sui fondali dell'area del naufragio un totale di 353 gorgonie, tra i 18 e i 36 m di profondità (Casoli et al., 2021c). La buona riuscita dell'intervento è testimoniata dalla crescita del numero di gorgonie trapiantate (Figura 2.20).

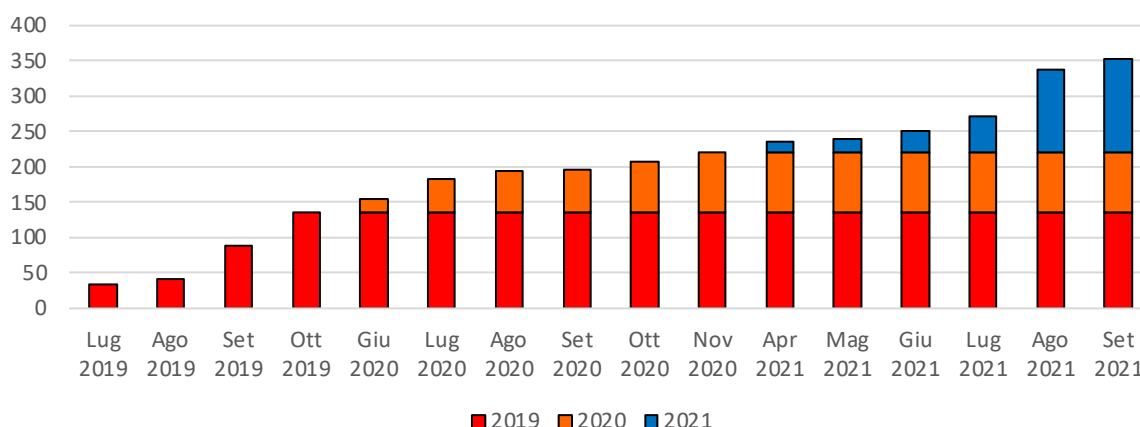


Figura 2.20. Il numero di gorgonie trapiantate da Luglio 2019 a Settembre 2021 sui fondali dell'Isola del Giglio.

Mediante l'applicazione di tecniche di monitoraggio non distruttivo, è stato possibile riscontrare tassi di crescita simili tra le gorgonie trapiantate e quelle naturali (Figure 2.21 e 2.22); inoltre, le gorgonie posizionate sui fondali riescono a recuperare velocemente porzioni danneggiate durante il distacco ad opera delle reti da pesca o dei subacquei, attraverso una importante capacità rigenerative dei tessuti morti. L'incremento della densità di gorgonie sui concrezionamenti di coralligeno permette di velocizzare il processo di aumento della complessità e **della tridimensionalità del fondale**, che avrebbe richiesto anni. Ad oggi si misurano valori compresi tra 8 e 12 colonie/m², nettamente superiori rispetto a quelli del 2018 compresi tra 1 e 3 colonie/m². L'aumento di complessità del coralligeno ha una influenza diretta sulla biodiversità supportata e permette l'insediamento naturale delle larve di organismi tipici dell'habitat (Casoli et al., 2021c).

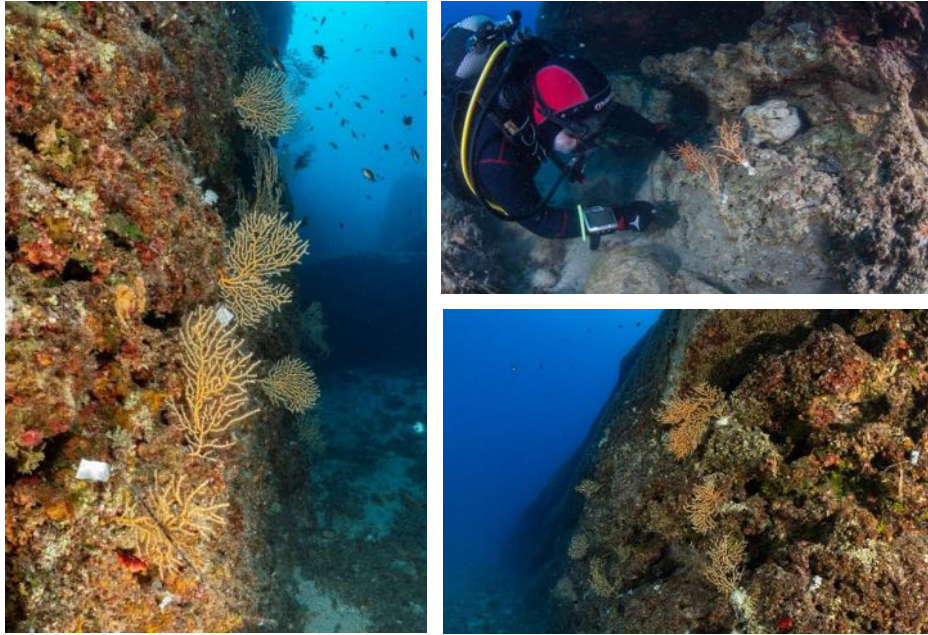


Figura 2.21. Posizionamento di gorgonie sul fondale degradato e successivamente ripulito dal sedimento (in alto) e pareti con gorgonie trapiantate (tutte le foto di E. Casoli).

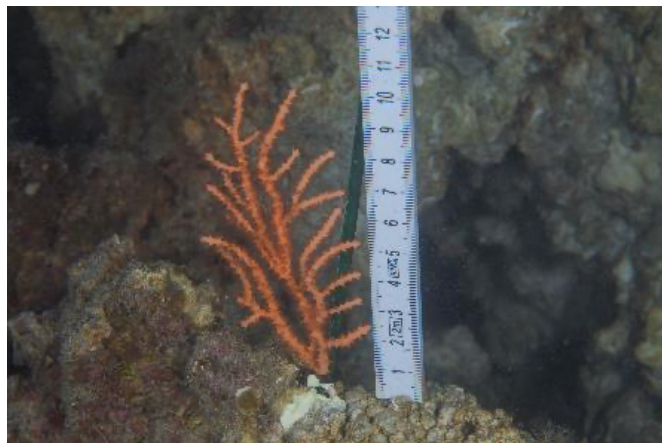


Figura 2.22. Una colonia di gorgonia gialla Eunicella cavolini viene misurata durante il monitoraggio per verificarne l'accrescimento (foto E. Casoli).

A partire dal 2019 si sono rilevati elevati tassi di sopravvivenza degli organismi trapiantati, con percentuali che si attestano tra 80 e 90% (Figura 2.23). Il tasso di crescita delle gorgonie trapiantate è simile a quello delle gorgonie naturali (Casoli et al., 2021c).

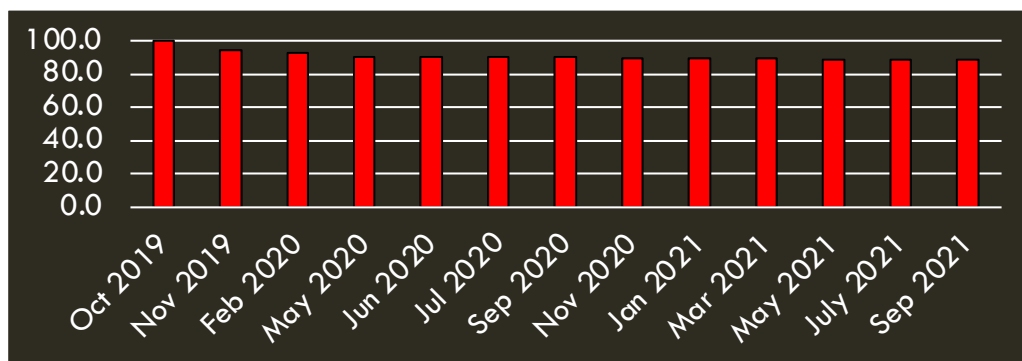


Figura 2.23. Percentuale di sopravvivenza delle gorgonie trapiantate da ottobre 2019.

L'installazione di piccoli nuclei di rocce vive e delle gorgonie ha velocizzato notevolmente il processo di ricolonizzazione dei concrezionamenti "sbiancati" emersi dalle attività di pulizia del fondale. Tale fenomeno è tuttora monitorato anche in questo caso mediante l'impiego dell'innovativa tecnica del **fotomosaico**. Tale tecnica permette di generare immagini di porzioni di fondale molto estese, mantenendo un'alta risoluzione ed un grande dettaglio. Ripetendo l'acquisizione delle immagini sulle stesse porzioni di fondale a intervalli di tempo regolari (ogni 3 mesi), è stato possibile verificare l'insediamento delle alghe rosse e degli invertebrati incrostanti tipici del coralligeno, fenomeno che aumenta il valore ecologico ed estetico dei bioconcrezionamenti (Figura 2.23) (Casoli et al., 2021b).

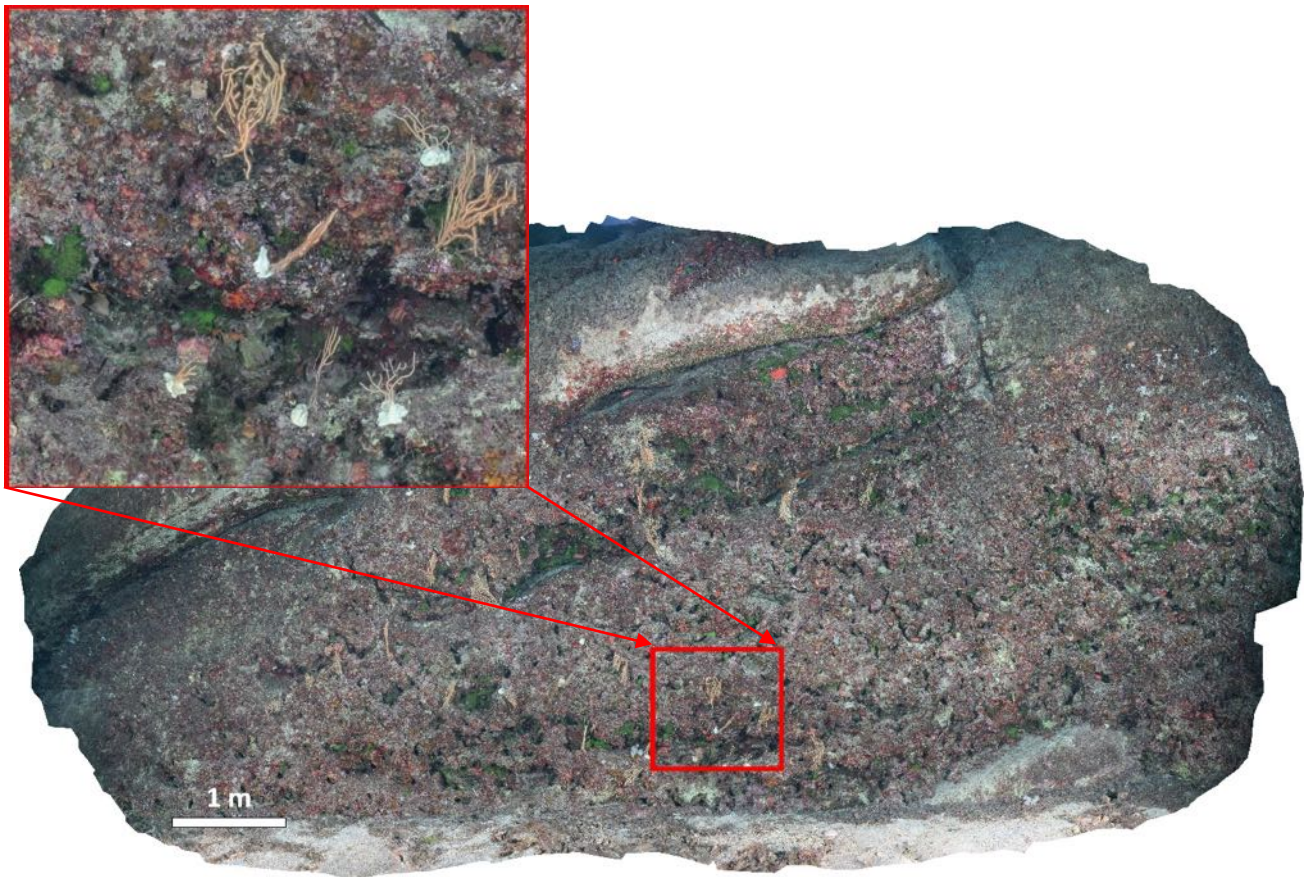


Figura 2.23. Fotomosaico di un concrezionamento di coralligeno di circa 50 m². Nel riquadro un dettaglio delle gorgonie trapiantate (foto E. Casoli).

2.5 Fauna ittica

La modificazione dei fondali con la morte degli organismi bentonici presenti ha condizionato anche la **fauna ittica** che a seguito del naufragio si era allontanata dall'area. Il graduale ripristino degli habitat ha portato a una nuova colonizzazione di pesci che hanno tra l'altro beneficiato dell'interdizione alle attività di pesca per tutta la durata del progetto. È così facile vedere nell'area oggetto di intervento, specie quali murene, corvine, scorfani e aragoste, diventate rare nel resto dei fondali dell'isola. È quindi diventato normale per i subacquei che lavorano per i trapianti, fare immersioni in compagnia di branchi di saraghi di grandi dimensioni, oramai abituati alla presenza dell'uomo (Figura 2.24).



Figura 2.24. Un branco di saraghi in prossimità dell'area di trapianto di Posidonia (foto D. Ventura).

2.6 Ricolonizzazione naturale dei fondali

Assieme alle attività di trapianto proseguono quelle di monitoraggio della ripresa dei fondali naturali. In particolare, viene seguito l'andamento nel tempo dei fondali del Coralligeno più profondi, tra i 40 e i 70 m di profondità, anch'essi coperti dal sedimento durante i lavori per la rimozione della Concordia. In questo caso i rilievi fotografici e video HD vengono effettuati da subacquei professionisti con *rebreather*. Le osservazioni ad oggi effettuate dimostrano come anche questi fondali, seppur molto lentamente, stiano riacquistando un aspetto simile a quello originale (Figura 2.25) (Casoli et al., 2021c).

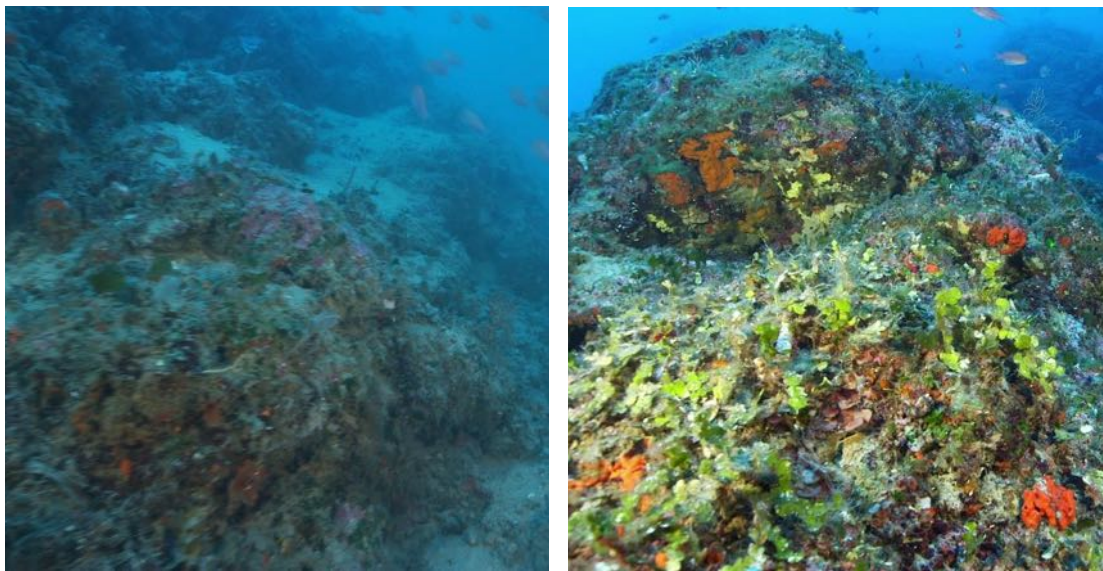


Figura 2.25. I fondali del Coralligeno più profondi stanno recuperando il loro aspetto originario: la situazione nel 2013 (a sinistra) e 2021 (a destra) (foto R. Rinaldi).

2.7 Conclusioni

Gli interventi fino ad oggi attuati al Giglio hanno avuto un successo superiore alle attese. Rimosse le cause della perdita della *Posidonia*, i trapianti sperimentali del 2016, a distanza di più di 5 anni, mostrano circa un raddoppio del numero di fasci trapiantati e quelli dal 2019 in poi sembrano avviati sulla stessa strada. Analogamente per le gorgonie, nonostante il cattivo stato nel quale arrivano spesso gli esemplari; gli elevati tassi di sopravvivenza e di guarigione fanno sì che alcune pareti rocciose abbiano riacquisito la loro originale tridimensionalità e si stiano avvicinando a quella che era la loro condizione naturale. Il tutto con materiale biologico che sarebbe finito perso sul fondale.

Ma è sul futuro di quest'area che oggi è necessario interrogarsi perché una mancata azione di tutela, una volta completate le azioni di ripristino, potrebbe vanificare anni di lavoro. L'ancoraggio o l'azione di reti da pesca sui fondali dove sono stati effettuati trapianti lunghi e complessi di *Posidonia* e gorgonie, potrebbe, in assenza di una regolamentazione, creare danni definitivi nell'arco di pochi mesi, vanificando lo sforzo fatto ma soprattutto perdendo l'occasione di creare una vera e propria zona di ripopolamento e di fruizione ecocompatibile.

2.8 Bibliografia

- Casoli E, Ventura D, Cutroneo L et al, 2017. Assessment of the impact of salvaging the Costa Concordia wreck on the deep coralligenous habitats. *Ecological Indicators*, 80: 124-134.
- Casoli E, Mancini G, Ventura D et al, 2020. *Reteporella* spp. success in the re-colonization of bare coralligenous reefs impacted by Costa Concordia shipwreck: The pioneer species you did not expect. *Marine Pollution Bulletin*, 161.
- Casoli E, Mancini G, Ventura D et al, 2021a. Double trouble: synergy between habitat loss and the spread of the alien species *Caulerpa cylindracea* (Sonder) in three Mediterranean habitats. *Water*, 13(10): 1342.
- Casoli E, Ventura D, Mancini G, et al, 2021b. High spatial resolution photo mosaicking for the monitoring of coralligenous reefs. *Coral reefs*, 40: 1267–1280.
- Casoli E, Ventura D, Mancini G, Cardone S, Farina F, Donnini L, Pace SD, Shaul R, Belluscio A, Ardizzone G, 2021c. Rehabilitation of Mediterranean animal forests using gorgonians from fisheries by-catch. *Restoration Ecology*. 30 (1): e13465.
- Mancini G, Casoli E, Ventura D et al, 2019. Impact of the Costa Concordia shipwreck on a *Posidonia oceanica* meadow: a multi-scale assessment from a population to a landscape level. *Marine Pollution Bulletin*, 148: 168-181.
- Mancini G, Casoli E, Ventura D, et al, 2021. An experimental investigation aimed at validating a seagrass restoration protocol based on transplantation. *Biological Conservation*, 264, 109397.
- Mancini G, Ventura D, Casoli E et al, 2022. Transplantation on a *Posidonia oceanica* meadow to facilitate its recovery after the Concordia shipwrecking. *Marine Pollution Bulletin* 179:113683.
- Ventura D, Bonifazi A, Gravina MF et al, 2018. Mapping and classification of ecologically sensitive marine habitats using unmanned aerial vehicle (UAV) imagery and object-based image analysis (OBIA). *Remote Sensing*, 10(9): 1331
- Ventura D, Mancini G, Casoli E et al, 2021. Seagrass restoration monitoring and shallow-water benthic habitat mapping through a photogrammetry-based protocol. *Journal of Environmental Management*, 304: 114262

- Ventura D, Castoro L, Mancini G et al, 2022. High spatial resolution underwater data for mapping seagrass transplantation: A powerful tool for visualization and analysis. *Data in Brief*, 40: 107735
- Toniolo C, Di Sotto A, Di Giacomo S et al, 2018. Seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile as a marine biomarker: A metabolomic and toxicological analysis. *Ecosphere*, 9(3): e02054