L' INTERVENTO SUI FONDALI DEL GIGLIO A 10 ANNI DAL NAUFRAGIO DELLA CONCORDIA

Ardizzone, G.D., Belluscio A., Casoli, E., Ventura, D., Cardone, S., Donnini, L., Farina, F.

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

Sono passati 10 anni dal naufragio della Concordia avvenuto il 13.01.2012 all'isola del Giglio.

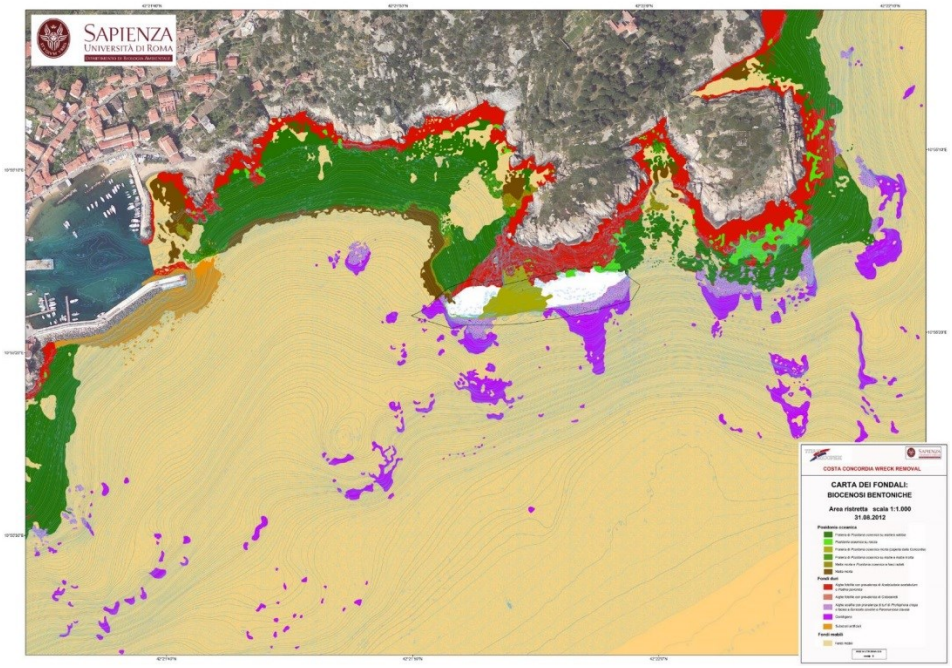
L'impatto creato sul fondale dal relitto e da tutte le opere realizzate per la sua rimozione, ha richiesto complessi interventi di recupero dei fondali che sono ancora in corso. Due anni sono stati necessari per il galleggiamento e l'allontanamento del relitto, tre anni per la pulizia dei fondali e ancora 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.

Al fine di monitorare il corretto svolgimento dei lavori è stato nominato un Osservatorio, presieduto dalla Dott.ssa Maria Sargentini, con all'interno rappresentanti di organismi scientifici, come ISPRA e ARPAT Toscana, Ministero dell'Ambiente, Provincia di Grosseto, ed enti locali, con particolare riferimento al Comune dell'Isola del Giglio.

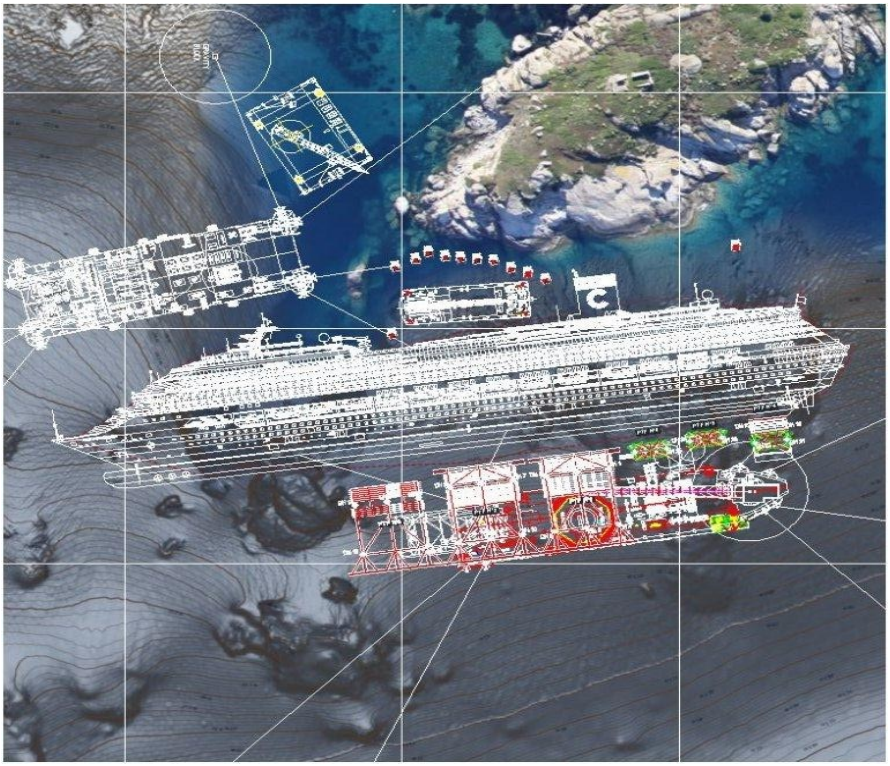
Notizie relative alla rimozione del relitto e alla pulizia dei fondali sono state riportate ampiamente dalle cronache; meno noto, invece, è il lavoro tecnico e scientifico condotto per lunghi anni da ricercatori e specialisti di ecologia marina, che hanno operato all'interno dell'Università di Roma "La Sapienza" e del Consorzio 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, 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.



La carta delle biocenosi bentoniche realizzata nel 2012

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.



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

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)

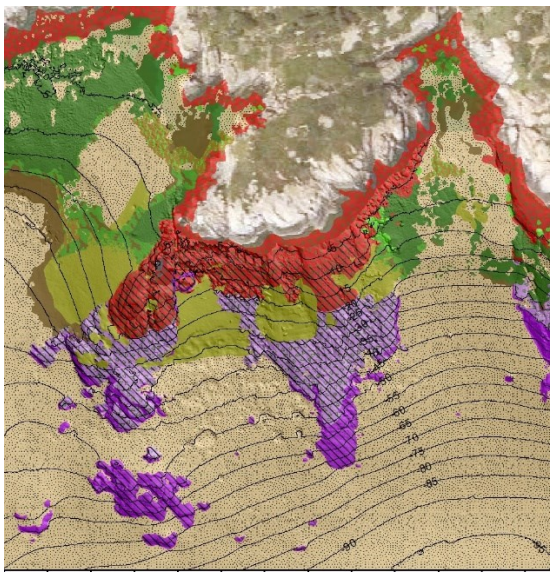
A maggiore profondità il fondale è costituito dalla complessa e delicata biocenosi del Coralligeno, caratterizzata da Spugne e Gorgonie dai colori brillanti, accompagnate da centinaia di altre specie meno appariscenti ma di grande importanza naturalistica. In molte aree confinanti con il relitto la biocenosi del

Coralligeno è stata letteralmente ricoperta da sedimenti sottili che hanno determinato la morte degli organismi presenti.

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.

Fondale del Coralligeno in buone condizioni (a sinistra) e ricoperto da uno strato di sedimento a destra

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



La mappa dei fondali del Giglio al termine dei lavori di rimozione del relitto e pulizia dei fondali. In verde oliva le aree di matte morta, in rosso i fondali infralitorali e in viola i fondali del coralligeno. Il rigato sul colore evidenzia le aree daneggiate

Porzioni di coralligeno sbiancate venute alla luce a seguito dei lavori di rimozione dei sedimenti.

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 similari, 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.

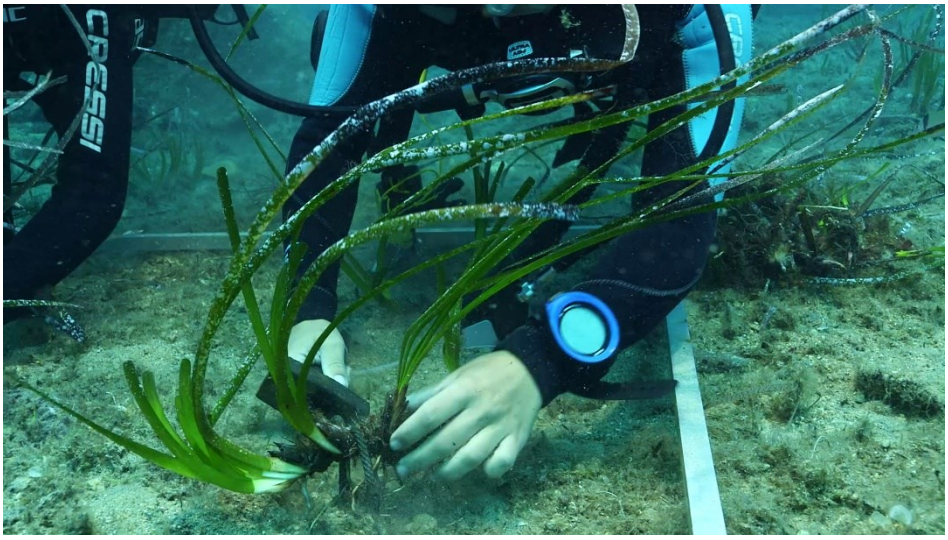
Posidonia

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.

Nel 2016 sono stati delineati dei quadrati sperimentali nelle tre aree per effettuare primi trapianti sperimentali per verificare l'efficacia della metodologia adottata. Questa 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 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 fissate con picchetti di ferro dolce in grado di degradarsi in pochi anni una volta raggiunta la completa radicazione della pianta.

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. 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.



Operazione di fissaggio della Posidonia con picchetto

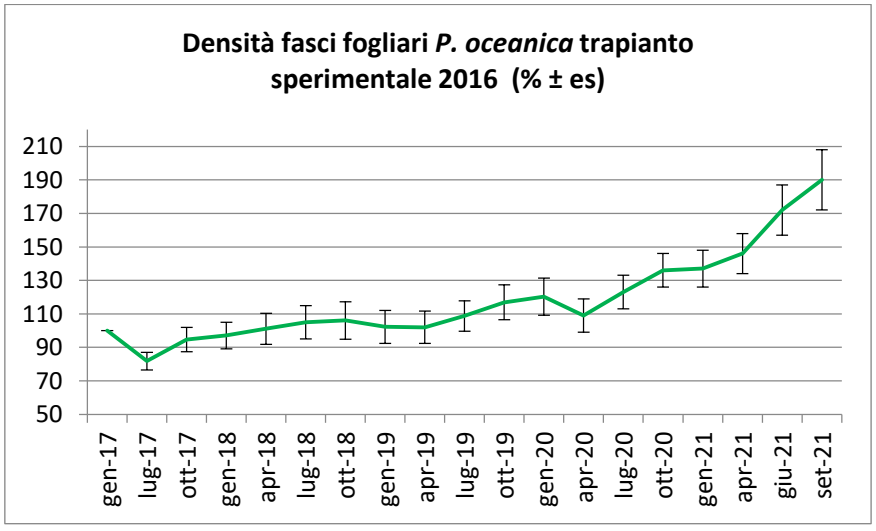


Grafico rappresentante la crescita del numero dei fasci, espressa in percentuale di P. oceanica trapiantata nel 2016 nel corso del tempo.

Il successo del trapianto sperimentale ci ha aperto la strada al trapianto a più ampia scala, in successione, anno dopo anno, nelle tre diverse aree. 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 presenti 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.

Questa condizione ancorchè 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.

Barche ancorate su P. oceanica durante una giornata estiva in una località dell'isola del Giglio, in alto, ed effetti dell'ancoraggio sulla prateria, in basso.

A 3 anni dall'inizio delle attività, nel 2021, sono stati trapiantati 1500 m^2 di Posidonia, con una densità di circa 27-31 fasci/m^2. Il successo del trapianto è testimoniato dalle numerose nuove radici che permettono l'attecchimento delle talee e dall'aumentare del numero di fasci fogliari, arrivato al 106% dopo tre anni e in costante crescita.

Immagini di praterie trapiantate

Il monitoraggio del trapianto della Posidonia viene effettuato anche con tecniche innovative. Uno scooter subacqueo dotato di videocamera viene ad esempio utilizzato per realizzare centinaia di fotografie di ampi tratti del fondale. Tali fotografie, georeferenziate, vengono poi mosaicate a restituire una fotografia d'insieme dell'area del trapianto, utile per seguirne nel tempo l'evoluzione.

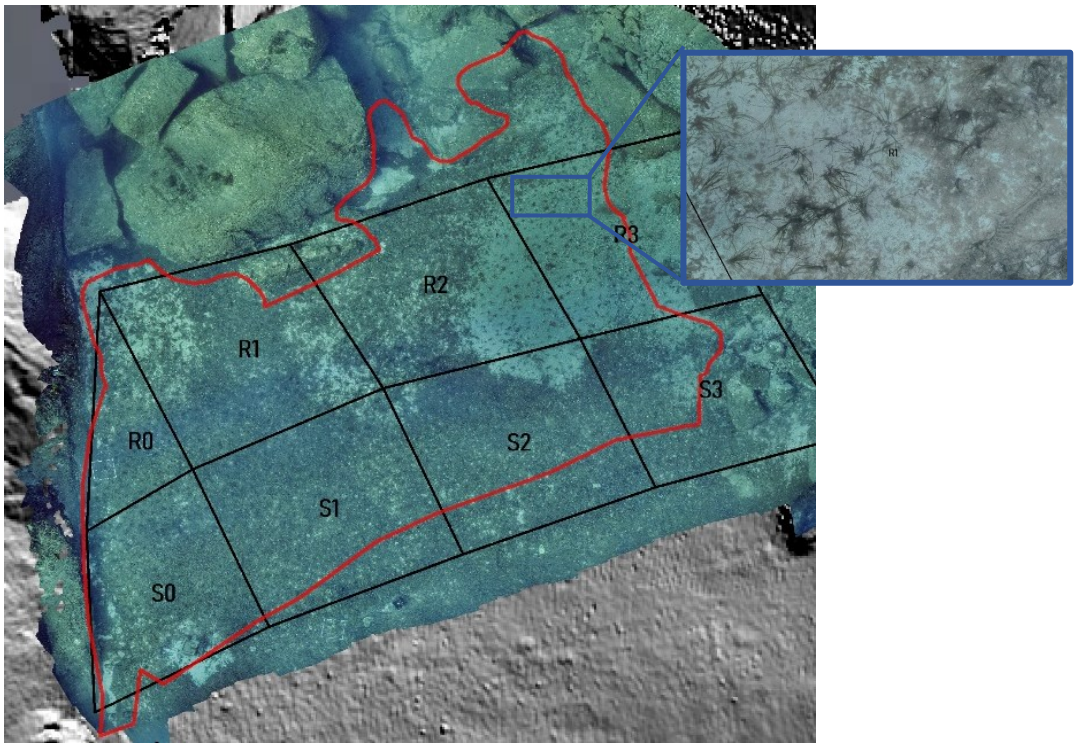


Immagine realizzata con la tecnica del fotomosaico. Si nota la Posidonia trapiantata sul fondale, in un'area di circa 500 mq. Il dettaglio nel rettangolino evidenzia le singole talee di Posidonia trapiantate

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), substrati calcarei e singoli organismi macrobentonici (principalmente gorgonie); ciò al fine di capire quali fossero le tecniche di maggior successo e quale materiale biologico fosse disponibile per i trapianti.

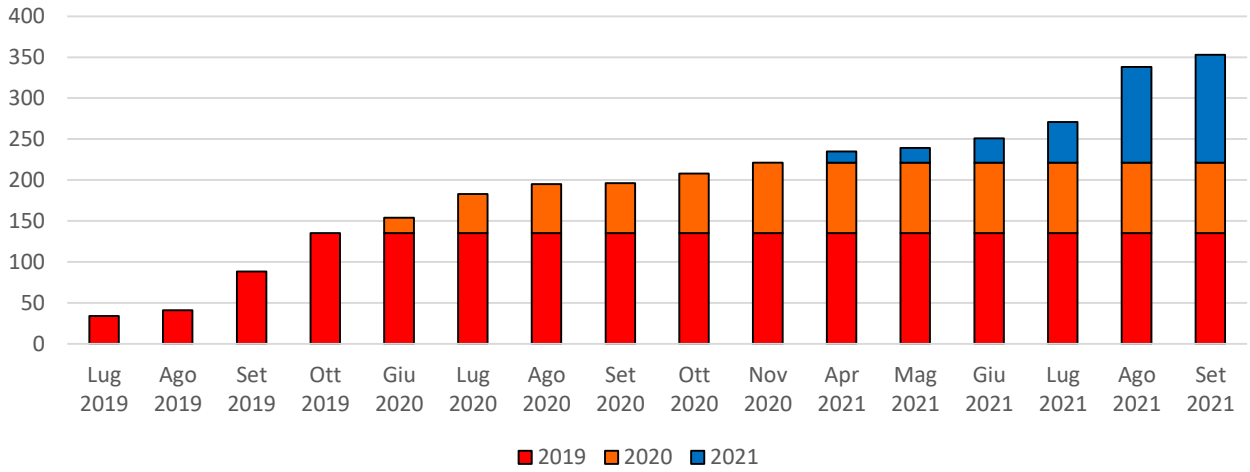
A distanza di tre anni, si è ottenuto uno scarso successo per i substrati calcarei (che avrebbero dovuto favorire l'insediamento degli organismi del coralligeno) mentre una notevole efficacia è stata riscontrata con i trapianti di gorgonie e rocce vive.

Oggetto delle attività di trapianto sono state le 3 specie di gorgonie maggiormente diffuse sui fondali costieri dell'isola: la gorgonia bianca *Eunicella singularis,* la gorgonia gialla *Eunicella cavolini* e la gorgonia rossa *Paramuricea clavata*.

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)

Anche in questo caso, l'intervento si è basato esclusivamente sulla disponibilità di materiale biologico di "recupero", ovvero proveniente dalle reti da pesca e dai fondali frequentati dai diving che in diverso modo provocavano il distacco di questi organismi. I diving center hanno contribuito fornendo indicazioni sulla presenza di colonie già staccate sui fondali, mentre i pescatori locali raccoglievano le gorgonie rimaste intrappolate nelle reti.

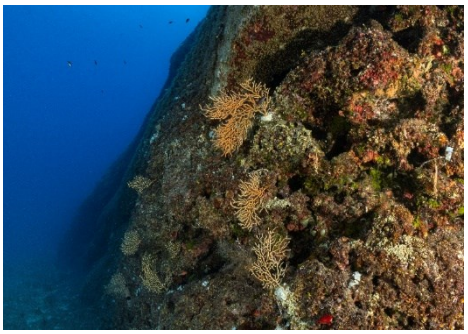
Dall'inizio delle attività (2019) ad oggi sono state installate sui fondali dell'area del naufragio un totale di 353 gorgonie, tra i 18 e i 36 m di profondità, utilizzando resine epossidiche biocompatibili.



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

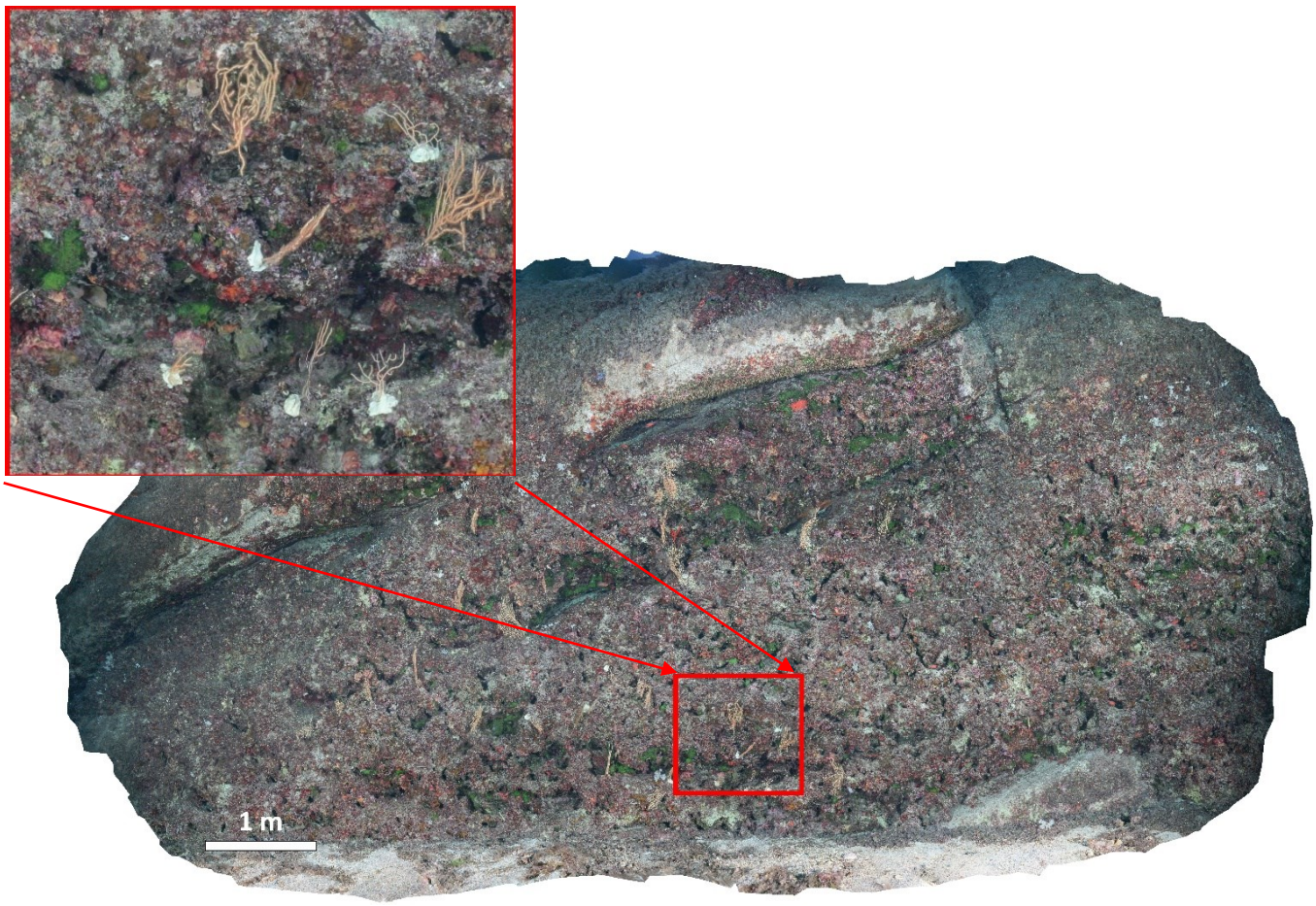
Ciò che testimonia la buona riuscita dell'intervento sono gli elevati tassi di sopravvivenza degli organismi trapiantati che si attestano tra 80 e 90%. Mediante l'applicazione di tecniche di monitoraggio non distruttivo, è stato possibile riscontrare tassi di crescita simili tra le gorgonie trapiantate e quelle naturali; 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/m^2, nettamente superiori rispetto a quelli del 2018 compresi tra 1 e 3 colonie/m^2. 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.



Posizionamento di gorgonie sul fondale degradato dal sedimento e successivamente ripulito (in alto) e pareti con gorgonie trapiantate

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, che 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 aumentando il valore ecologico ed estetico dei bioconcrezionamenti.



Fotomosaico di un concrezionamento di coralligeno di circa 50 m^2. Nel riquadro un dettaglio delle gorgonie trapiantate

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.

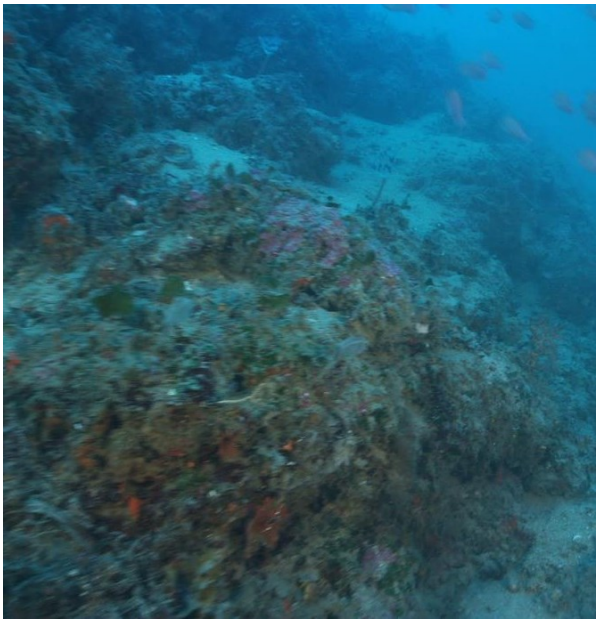
Il graduale ripristino degli habitat ha portato a una nuova colonizzazione di pesci che hanno tra l'altro beneficiato dell'interdizione alle attività di pesca per tutta la durata del progetto. E' così facile vedere nell' area oggetto di intervento, specie quali murene, corvine, scorfani e aragoste, diventate rare nel resto dei fondali dell'isola. E' 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.

Un branco di saraghi in prossimità dell'area di trapianto di Posidonia.

Oggi i fondali dell'area in corso di restauro sono molto più ricchi dei fondali adiacenti e possono addirittura diventare una fonte di ripopolamento anche per le aree limitrofe.

Ricolonizzazione dei fondali naturali

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. Le osservazioni ad oggi effettuate dimostrano come anche questi fondali, seppur molto lentamente, stiano riacquistando un aspetto simile a quello originale.



I fondali del Coralligeno più profondi stanno recuperando il loro aspetto originario: la situazione nel 2013 (in alto a sinistra), 2019(al centro) e 2021 (in basso)

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 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 si che alcune pareti rocciose abbiano riacquistato 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.

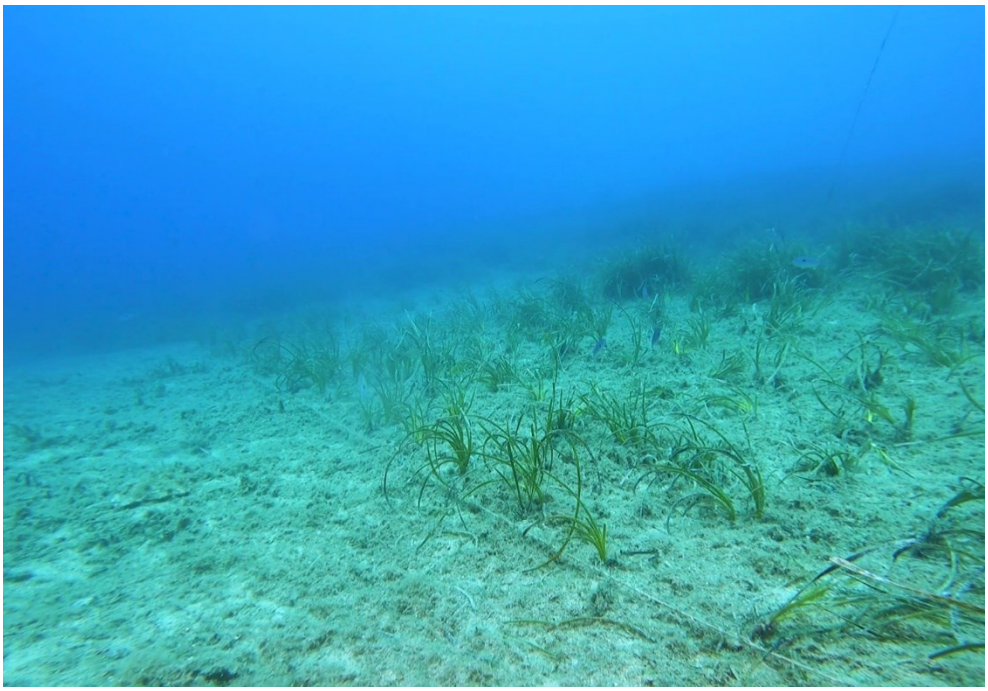
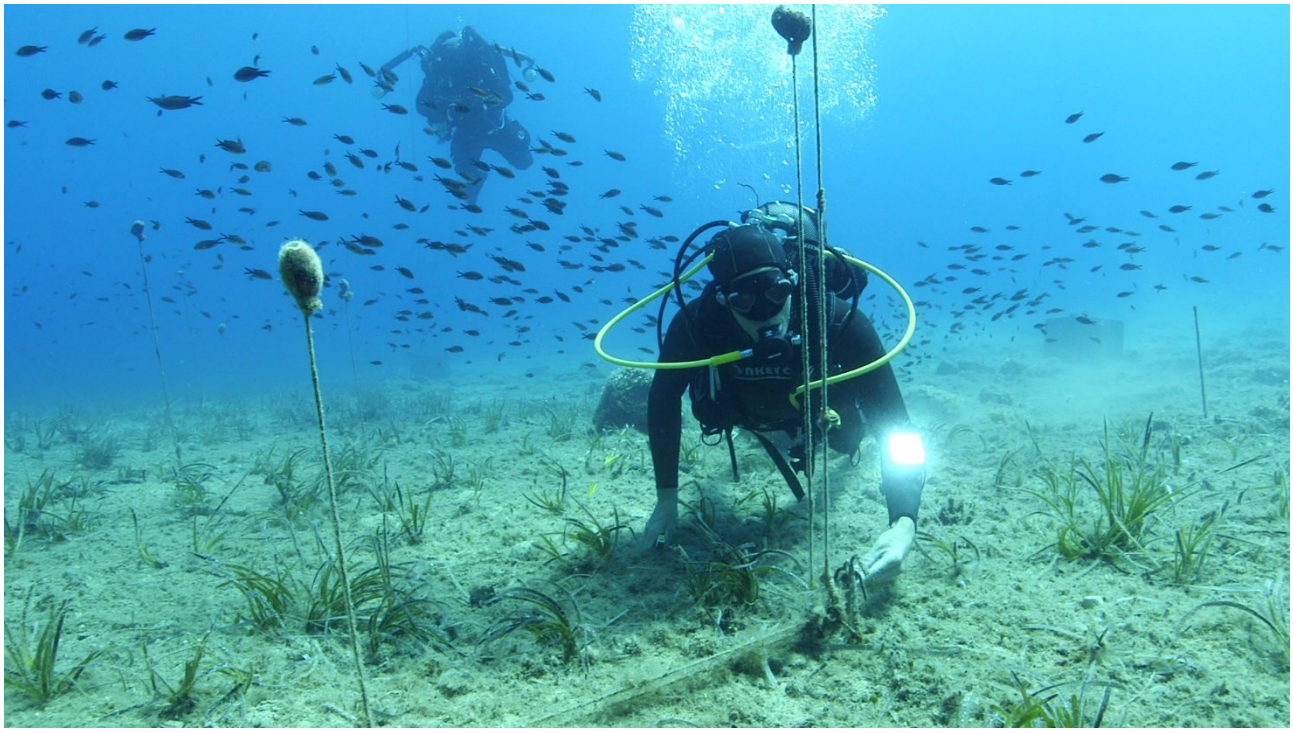



Foto accessorie