

AREA MARINA PROTETTA PARCO SOMMERSO DI GAIOLA



Progetto URCHIN “Underwater Research Coralligenous Habitat In Naples”



Relazione sullo stato della biocenosi a Coralligeno della Città di Napoli

Anno 2025

Sommario

Area di studio e metodologia	3
Banco della Cavallara	9
Riepilogo Cavallara	15
Banco di Nisida	20
Riepilogo Nisida	25
Secca della Badessa	28
Riepilogo Badessa	32
Confronto tra siti	34
Video	38
Indici STAR (STAndRdized coralligenous evaluation procedure)	39
Altri Studi sinecologici nell'area	40
- Monitoraggio delle popolazioni di riccio di mare <i>Paracentrotus lividus</i>	40
- Restoration Habitat di <i>Posidonia oceanica</i>	44
Conclusioni	47
Credits	48

Area di studio e metodologia

Durante il mese di Settembre 2025 si è proceduto a svolgere una campagna di rilevamento dati da superficie sui fondali dell'AMP Parco Sommerso di Gaiola e della Zona Speciale di Conservazione europea "Fondali marini di Gaiola Nisida" mediante ROV (Remotely Operated Vehicle).

La campagna è stata svolta nell'ambito del Progetto URCHIN "Underwater Research Coralligenous Habitat In Naples", che si inquadra nel più ampio Programma di Ricerca Spoke 8 del "National Biodiversity Future Center" (NBFC).

Scopo della campagna è stato eseguire una ricognizione a più ampio raggio dei tre principali banchi rocciosi dell'area caratterizzati da Biocenosi a Coralligeno.

L'area in esame infatti racchiude i più importanti ed ormai unici banchi rocciosi della costa cittadina caratterizzati dalla Biocenosi del Coralligeno, che, come noto, rappresenta uno dei maggiori "hot spot" di biodiversità del Mediterraneo (Bouderesque, 2004), ospitando più specie di qualsiasi altra comunità biologica mediterranea e rappresentando anche uno degli ecosistemi costieri più importanti per distribuzione, biomassa e ruolo nel ciclo del carbonio (Ballesteros, 2006).

Proprio per la sua estrema rilevanza biologica il Coralligeno è considerato un focal point per la Marine Strategy (Direttiva 2008/56/CE), è inserito nel Protocollo SPA/BD (Specially Protected Areas and Biological Diversity in the Mediterranean) della Convenzione di Barcellona per la protezione del Mar Mediterraneo e nell'Allegato I della Direttiva Habitat (92/43/CEE).

I siti monitorati sono stati il Banco della Cavallara sia nella parte esterna (CAV) che nella parte interna dell'AMP (AMP), il Banco di Nisida (NIS) anch'esso racchiuso in parte nella ZSC e la Secca della Badessa (BAD), esterna sia alla ZSC che all'AMP. Quindi in definitiva il disegno sperimentale prevede 2 siti protetti, anche se con forme e regimi di protezione differenti (AMP e NIS) e 2 non protetti (CAV e BAD) (Fig. 1).



Fig. 1 Fondali del Parco Sommerso di Gaiola, Biocenosi del Coralligeno

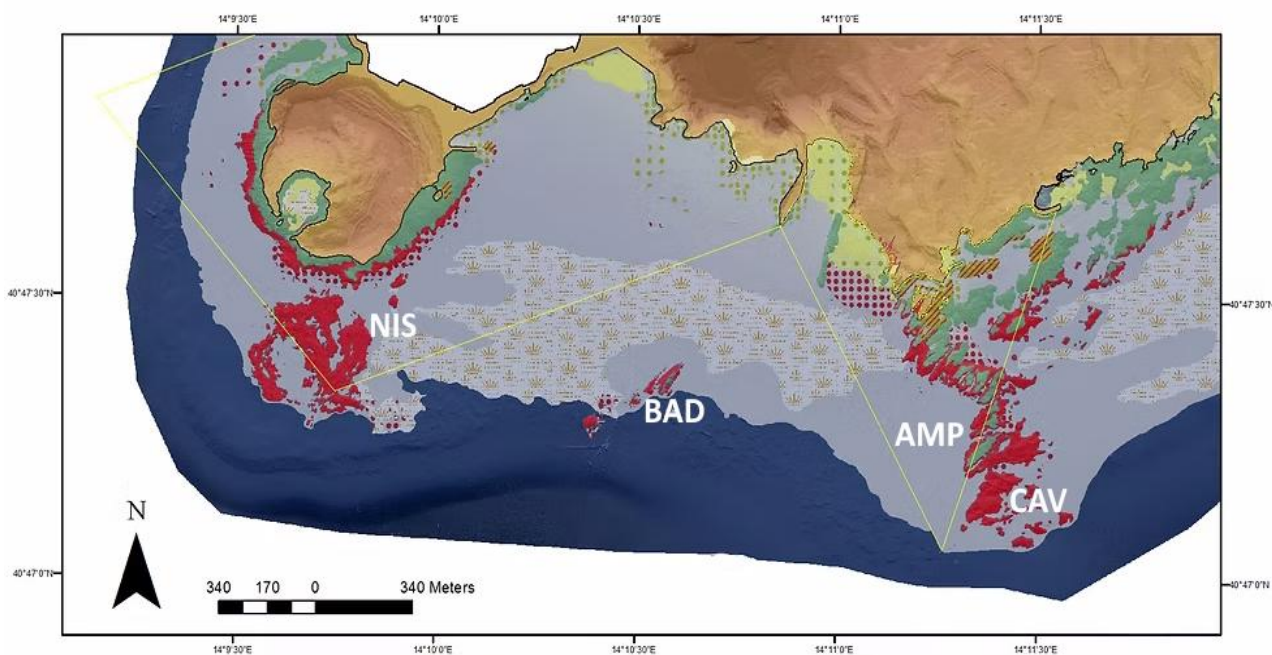


Fig. 2 Area di Studio

La strumentazione utilizzata per questa tipologia di indagini è stata la seguente:

- Veicolo ROV Seamor Marine SteelHead con capacità operativa fino a 130 metri con 165 metri di cavo ombelicale e dotato di autoheading, videocamera PAL full broadcast, autodepth, video overlay con coordinate del veicolo e dati di navigazione impressi.
- Sistema di posizionamento subacqueo Sonardyne SCOUT+ con Coastal Acoustic Transponder
- Optional installati: Videocamera 4k GoPro, coppia di laser paralleli da misurazione
- SW acquisizione e navigazione QPS QINSy

L'equipaggio di missione era composto da: il capitano, il pilota del ROV e l'operatore responsabile dell'ombelicale del ROV, della Società Idrosfera s.r.l, e due biologi marini del Parco Sommerso di Gaiola.





Fig. 3 Immagini delle operazioni ROV in mare

La Campagna ROV è stata affiancata parallelamente da ispezioni visive mediante operatori subacquei nei siti di maggior interesse individuati da superficie.

Scopo delle indagini è stato soprattutto quello di raccogliere dati sulla **presenza e distribuzione di elementi di degrado di origine antropica quali: attrezzi da pesca abbandonati, scarti lavorazione mitili (reste), rifiuti urbani e rifiuti di origine fognaria.**

L'area infatti si trova in un contesto territoriale altamente urbanizzato, dove insistono diverse attività antropiche di potenziale impatto su tale comunità biologica, quali piccola pesca costiera, diportismo, mitilicoltura e pesca sportiva. Inoltre nell'area sono presenti tre scarichi di troppopieno del sistema fognario cittadino, di cui uno sulla battigia ai piedi del promontorio di Coroglio, all'interno di Cala Badessa, con portata fino a 100 m³/sec e due mediante condotte sottomarine da 2,1 m³/sec totali, che sfociano a 40m di profondità nei pressi della Secca della Badessa. (Fig. 5-6)

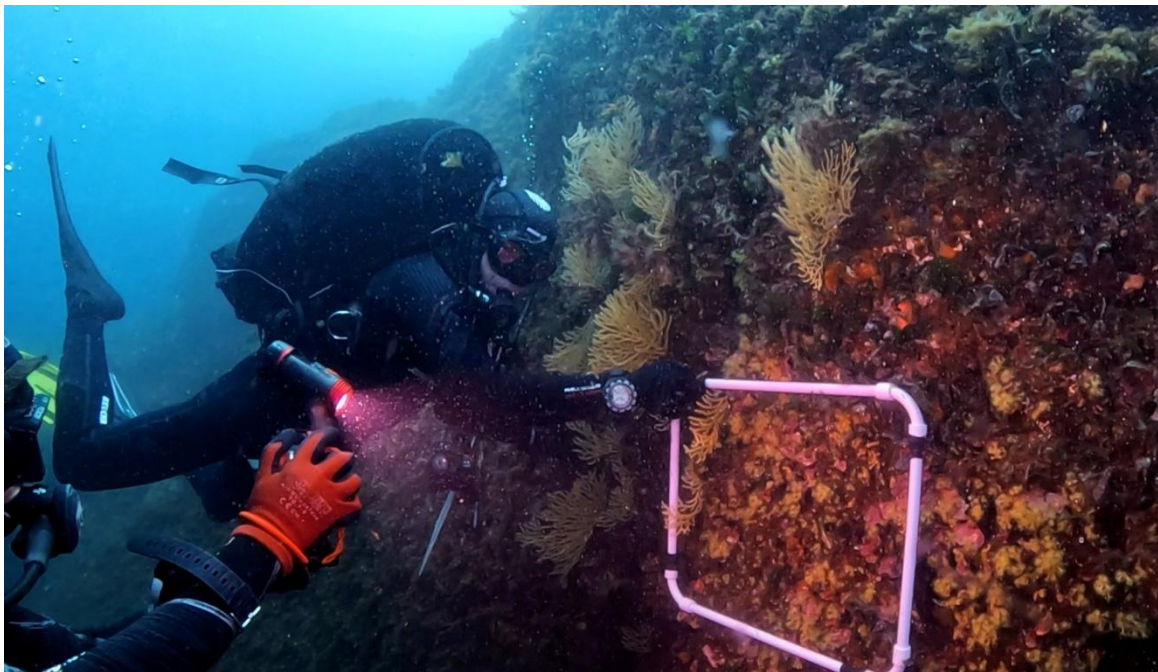


Fig. 4 Rilievi mediante operatori sub

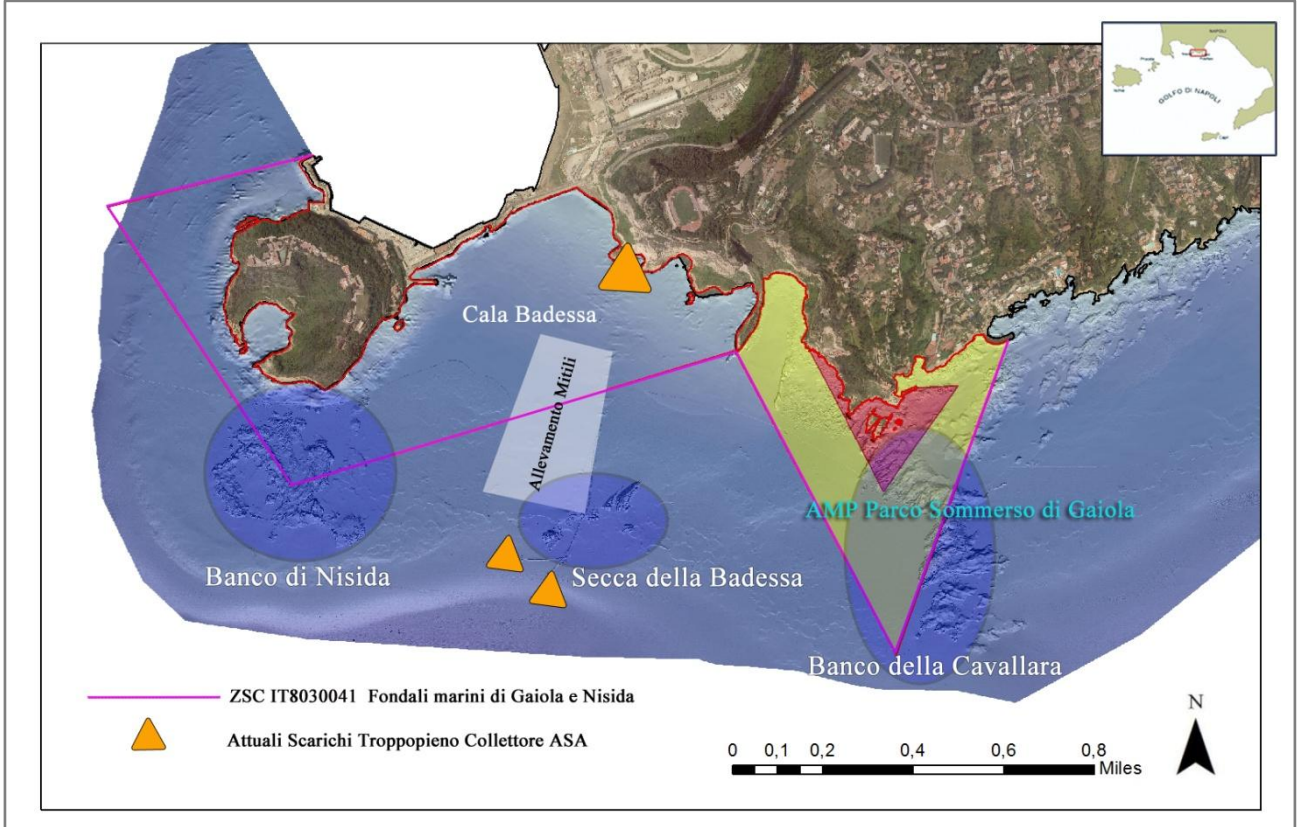


Fig. 5 Mappa di contesto dell'area di studio



Fig. 6 Immagini delle principali pressioni antropiche esistenti: Scarichi Acque Reflue, Mitilicoltura, Piccola Pesca Costiera

In totale sono stati percorsi durante i survey ROV circa 18 km di fondali così distribuiti (Fig. 7):

Banco di Nisida	Secca della Badessa	Banco della Cavallara
N1 3572,35 m	B1 2584,46 m	C1 4237,09 m
N2 1476,76 m	B2 155,59 m	C2 1784,85 m
N3 2083,76 m		C3 1737,27 m
N4 709,34 m		
TOT: 7842,21 m	TOT: 2740,05 m	TOT: 7759,21 m

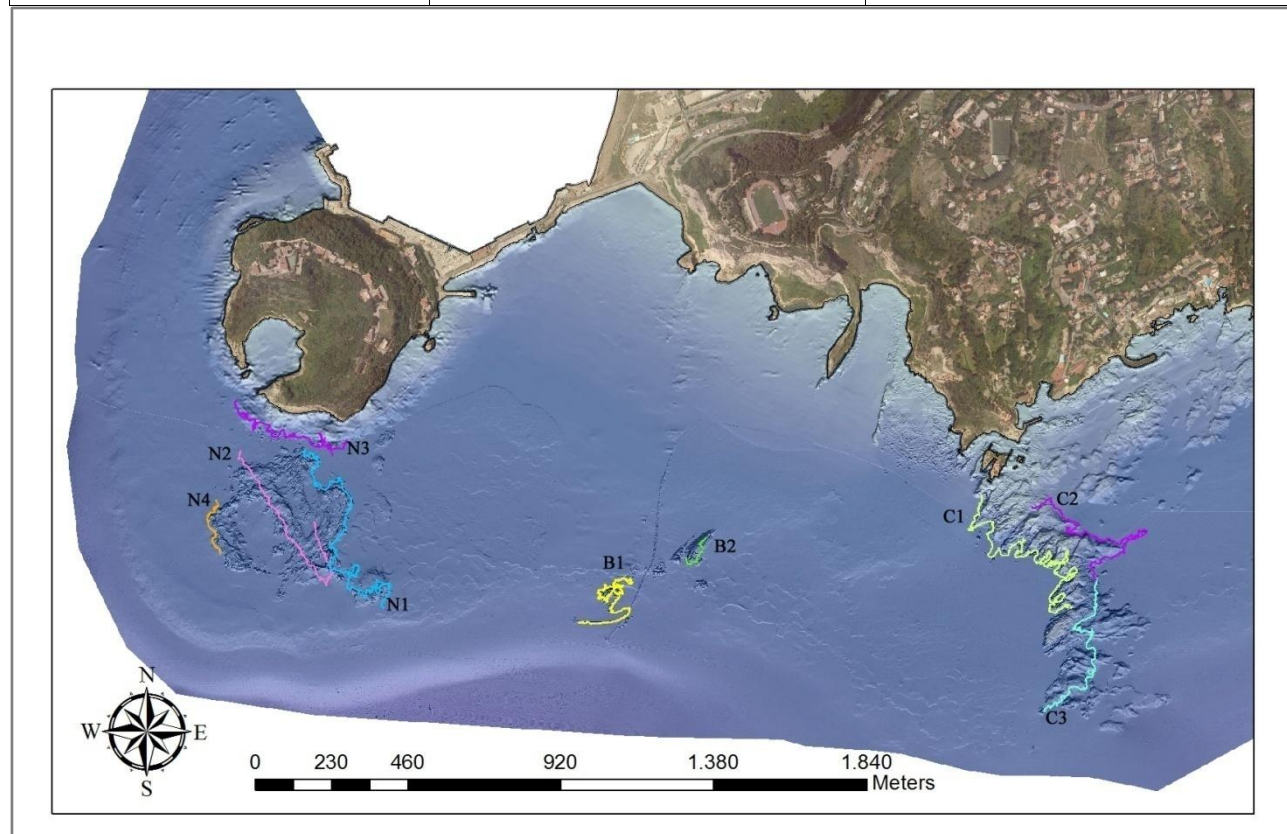


Fig. 7 Traccati ROV eseguiti sui tre banchi rocciosi presenti nell'area di indagine

Il veicolo subacqueo filoguidato (ROV), dotato di telecamere ad alta risoluzione e di una coppia di laser per la misurazione degli oggetti inquadrati, è controllato da un operatore di superficie in grado, mediante un sistema di posizionamento acustico subacqueo, interfacciato con il sistema di navigazione GNSS dell'imbarcazione e di motori, di muoversi indipendentemente dai movimenti dell'imbarcazione e di monitorare in tempo reale la posizione del veicolo rispetto alla barca ed ai targets da esplorare.

L'indagine eseguita ha restituito:

- Mappa georeferenziata delle navigazioni effettuate dal veicolo e dei targets ispezionati
- Riprese video HD + 4K di quanto ispezionato, recanti in sovrapposizione: data, coordinate del veicolo, profondità, sigla identificativa del transetto, orario e posizionamento sul tracciato. Riprese video HD di quanto ispezionato, recanti in sovrapposizione: Coordinate del veicolo, profondità, sigla identificativa dei targets individuati.

I filmati così ottenuti sono stati successivamente analizzati per l'individuazione dei target rilevati durante il tracciato e la realizzazione di un apposito dataset Excel in cui ad ogni target è associato un ID marker ed una stringa dati. I tracciati ROV ed i singoli target associati sono stati poi elaborati in ambiente ArcGIS Pro ed interfacciati con il DTM dei fondali, la mappa bionomica e gli altri dati cartografici già presenti.

I target relativi agli elementi di Degrado antropico da rilevare sono stati suddivisi nelle seguenti macrocategorie:

- MARF (Masse Aggregate di Rifiuti Fognari)
- Reste da Mitilicoltura
- Reti abbandonate
- Reti attive
- Nasse abbandonate
- Nasse attive
- Cordame
- Rifiuti ingombranti (copertoni e bidoni)
- Rifiuti urbani generici

Di alcuni di questi, come nasse, reste e copertoni, è stato indicato il numero di elementi trovati, mentre di altri, come MARF, è stata stimata anche la superficie (piccola: da 1 a 10 m²; media: da 10 a 50 m²; grande: da 50 a 100 m²; molto estesa: più di 100 m²). Inoltre per avere una stima "pesata" della dominanza dei vari elementi di degrado, è stata associata a ciascun target una scala di estensione lineare in base all'effettiva lunghezza lineare rilevabile lungo il tracciato, al fine di distinguere un rifiuto puntiforme quale può essere una bottiglia di plastica, da accumuli di rifiuti o tipologie di rifiuti che hanno estensioni maggiori quali cordate di nasse, reti o MARF.

Durante l'analisi dei filmati oltre agli elementi di degrado sono stati annotati tra i target anche facies ed eventuali specie cospicue intercettate durante l'ispezione (Fig. 8).

Tali indagini sono state affiancate da survey subacquei mediante operatore in immersione (ARA) nelle aree di maggior interesse rilevate mediante l'ispezione da superficie (ROV).

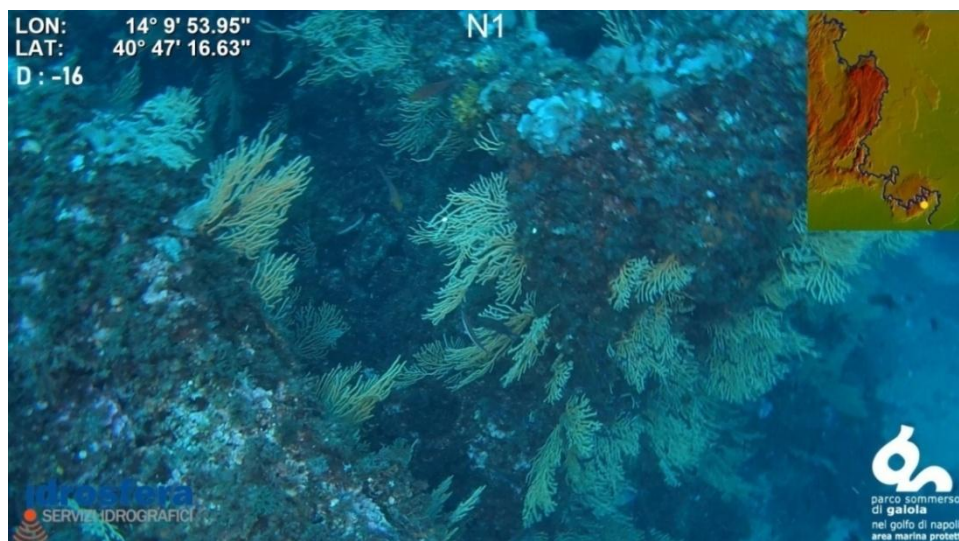


Fig. 8 Risultato finale della restituzione video dei transesti ROV - ambiente Coralligeno, facies a *Eunicella cavolinii*

Banco della Cavallara

Lungo il Banco della Cavallara sono stati realizzati tre percorsi ROV strutturati in modo da sondare la diversa conformazione geomorfologica e le differenti esposizioni della secca. In generale, considerando la conformazione della secca che si estende in direzione Nord-Sud per circa 700m partendo in prossimità dell'isola della Gaiola, si sono eseguiti due transetti principali sui due versanti Ovest ed Est (C1 e C2) ed un transetto finale sulla parte terminale interamente fuori Parco (C3).

L'area è caratterizzata da profondi canyon trasversali al suo sviluppo costa largo con maggiore acclività sul margine esposto ad ovest ed una profondità variabile dai 6 ai 25m. Dal punto di vista bionomico l'area è fortemente caratterizzata da presenza di biocenosi coralligena, più o meno strutturata a seconda della profondità, acclività ed esposizione delle pareti rocciose. (Fig. 9)

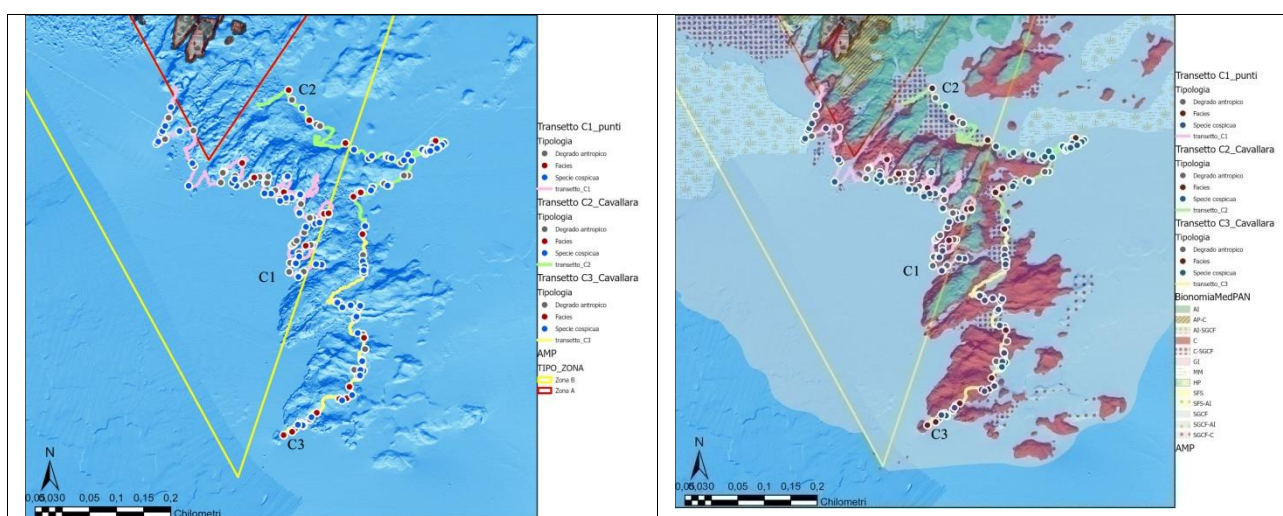


Fig. 9 Mappa Geomorfologica a Bionomica del banco della Cavallara con tracciati ROV e target principali

C1 - Il transetto C1 percorre il versante ovest del Banco, caratterizzato da insenature e canyon, per una lunghezza totale di 4237.09 m. La profondità del tragitto ROV varia tra i 12 m e i 20 m, mantenendosi in generale al piede delle pareti rocciose per monitorare la fascia di discontinuità tra substrato roccioso e fondo mobile, in questo caso composto essenzialmente da sabbia grossolana e detrito organogeno. Le pareti del banco sono caratterizzate da biocenosi coralligena, con facies del precoralligeno nelle zone più superficiali e ad *Eunicella cavolinii* e *Parazoanthus axinellae* nelle zone più profonde ed esposte a nord. (Fig. 9)

La durata totale del transetto è stata di 2 ore, 26 minuti e 24 secondi. Dal Grafico in Fig. 8 si può notare come qui spicca in maniera assoluta e allarmante la presenza di porzioni di fondale di cospicue estensioni caratterizzate da **Masse Aggregate di Rifiuti Fognari MARF**. Molte di queste sono ammassate alla base del margine ovest della secca e si estendono sul fondo a perdita d'occhio. Altre si insinuano tra le rocce all'interno dei canyon sottomarini.

La matrice di queste masse aggregate è composta principalmente da salviette monouso in polipropilene e assorbenti igienici, a cui poi si sono aggregati rifiuti generici di vario genere. In alcuni punti queste masse raggiungono spessori di oltre 80cm. Il tutto appare come estese aree di fondale di colore bruno per via del feltro di macroalghe filamentose che ha colonizzato la matrice di salviette monouso (Fig. 11).

Molte salviette monouso in forma sciolta sono state trovate avviluppate attorno ad organismi bentonici a portamento eretto, come Gorgonie e Leptogorgie, provocandone rapida necrosi (Fig. 12).

Le distese di MARF hanno un effetto coprente anche su altre tipologie di rifiuti come reste, rifiuti urbani, che quindi risultano probabilmente sottostimati perché inglobati nel MARF. Tra gli altri elementi di degrado visibili sicuramente si denota presenza di reste abbandonate e ancora qualche nassa abbandonata molto concrezionata e brandelli di reti. Non sono stati riscontrati su tutta la lunghezza del transetto attrezzi da pesca attivi in quanto nell'area è vietata la pesca.

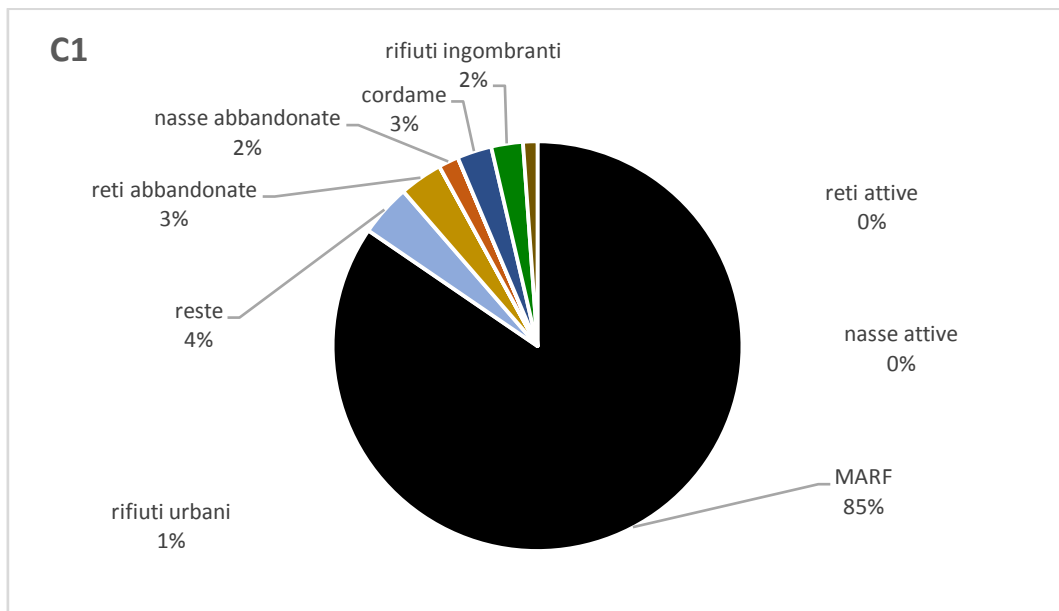


Fig. 10 Grafico delle percentuali relative in estensione lineare delle tipologie di degrado riscontrate su C1



Fig. 11 Chiazza di MARF colonizzata da feltro di macroalghe filamentose

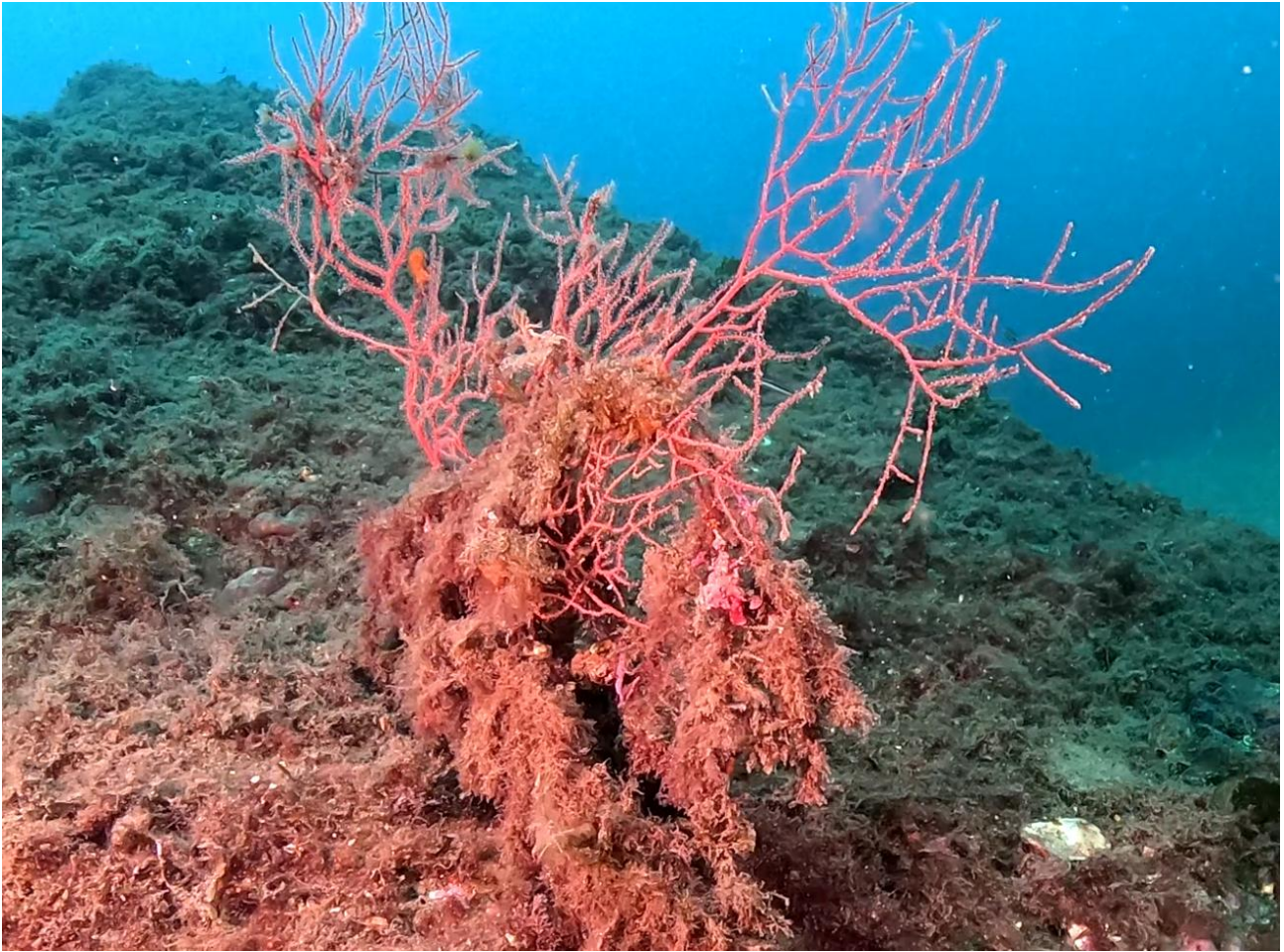


Fig. 12 Esempio di *Leptogorgia sarmentosa* avvolta da salviette monouso, derivanti dagli scarichi fognari.

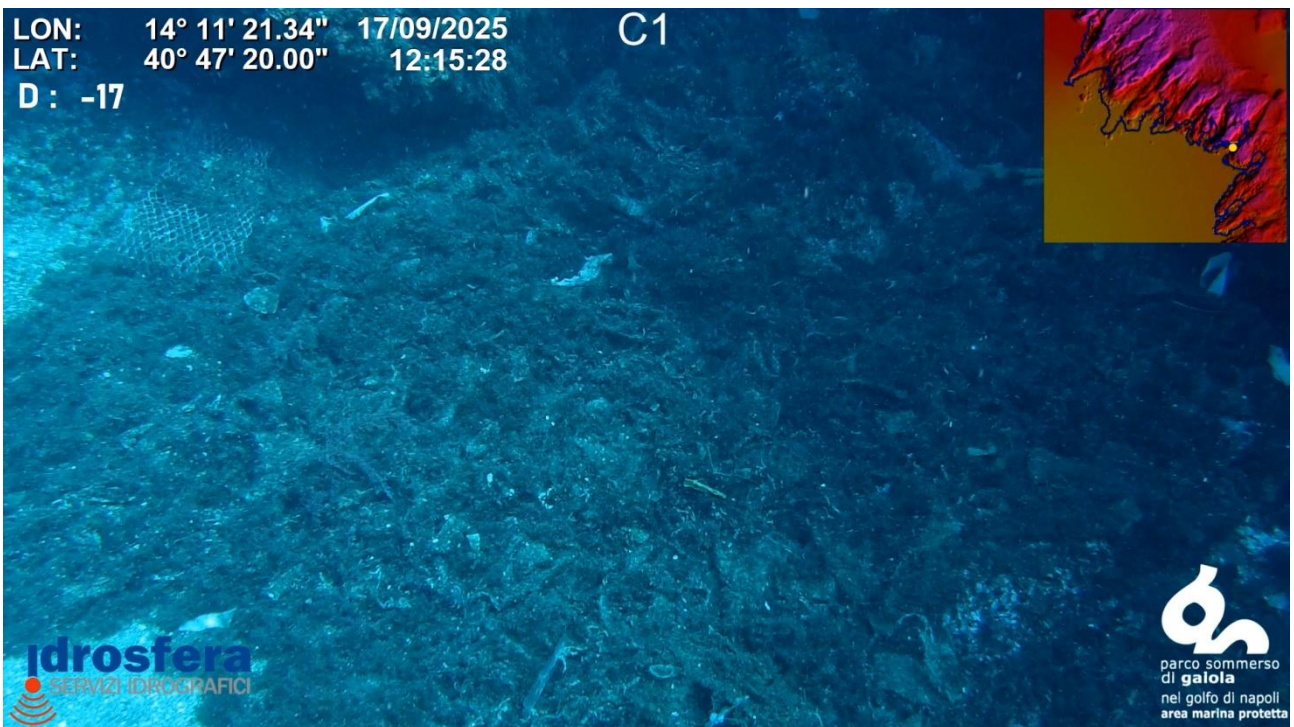


Fig. 13 Accumuli di MARF misti a rete tra i canyon della Cavallara

C2 - Il transetto C2 percorre il versante Ovest del Banco, per una lunghezza totale di 1784.85 m. La profondità del tragitto ROV varia tra gli 8 m e i 23 m, in un'area caratterizzata da biocenosi fotofila (AI) nelle aree superficiali e Coralligeno (C) nelle fasce più profonde, anche se qui la minor acclività del substrato e l'esposizione a sud-est non consente la formazione di un coralligeno più strutturato come sulle pareti del versante ovest. Solo 1/3 circa del tracciato si snoda all'interno del perimetro dell'AMP mentre il resto, nella parte più a nord è fuori Parco (Fig. 9). La durata totale del transetto è stata di circa 1 ora e sono stati rilevati 47 punti notevoli. Di questi, 16 sono punti in cui è stato osservato del degrado antropico. Dal Grafico seguente (Fig. 14) si nota come gli elementi di degrado in quest'area siano quantitativamente nettamente inferiori rispetto al versante ovest e di diversa natura. Trattasi essenzialmente di rifiuti urbani e piccoli accumuli di nasse abbandonate e brandelli di reti molto vecchie. Sulla parte terminale del transetto sono state rilevate chiazze di MARF, di consistenza meno densa rispetto a quelle del versante ovest, dove la componente algale prevale rispetto alla matrice di materiale misto di origine fognaria.

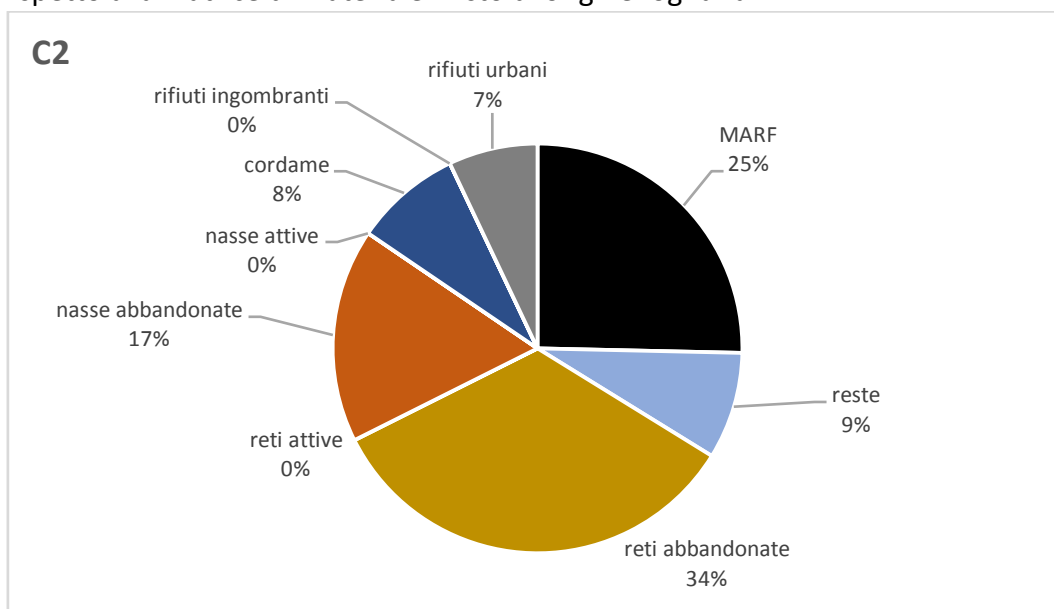


Fig. 14 Grafico delle percentuali relative delle diverse tipologie di degrado riscontrati su C2



Fig. 15 Accumulo di nasse abbandonate

C3 - Il transetto C3 percorre il versante settentrionale del banco, interamente nella porzione di secca fuori Parco per una lunghezza totale di 1737.27 m. La profondità del tragitto ROV varia tra i 10 m e i 25 m, in un'area caratterizzata da biocenosi a Coralligeno (C) e fotofila (AP) nelle porzioni più superficiali, con un Coralligeno caratterizzato prevalentemente da facies sciafile del precoralligeno e coralligeno più strutturato sulle pareti più settentrionali. Alcuni tratti sono stati percorsi su aree caratterizzate da sabbie grossolane e ghiaie fine soggette a correnti di fondo (SGCF) adiacenti il banco roccioso (Fig. 9).

La durata totale del transetto è stata di 56 minuti e 36 secondi e sono stati rilevati 46 punti notevoli. Di questi, 14 sono punti in cui è stato osservato del degrado antropico.

Dal Grafico in Fig. 16 si nota come in quest'area l'impatto da MARF resta dominante rispetto alle altre tipologie con quasi il 40%. Si è riscontrata anche qui presenza di rifiuti da mitilicoltura, le reste, in 4 punti differenti, nasse, sia attive che non, e reti abbandonate. Da segnalare che proprio in quest'area a maggio 2025 nell'ambito del progetto GhostNet su segnalazione del Parco è stata rimossa una rete di grandi dimensioni che copriva gran parte del versante settentrionale dall'area più profonda della secca. Si ricorda che questa porzione di secca è interamente fuori dal Parco e quindi le nasse attive rilevate (19%) sono legali.

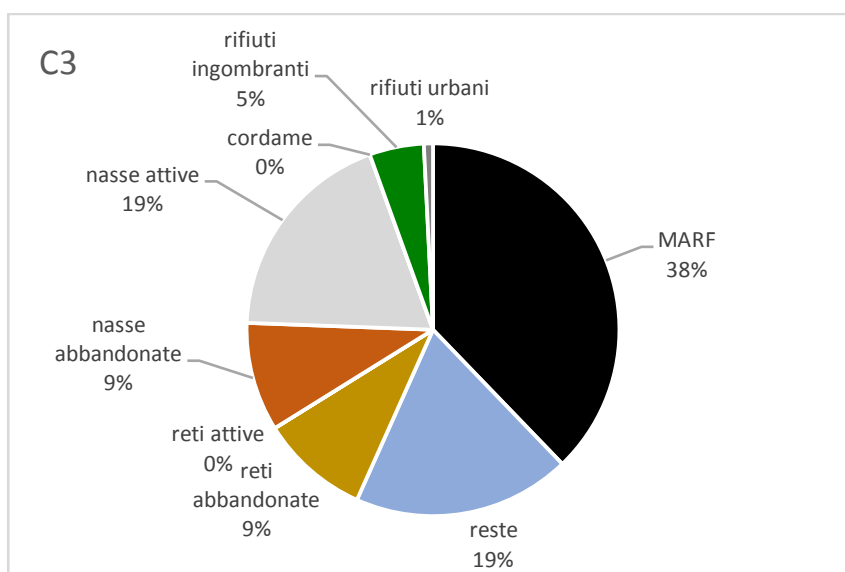


Fig. 16 Grafico delle percentuali relative delle diverse tipologie di degrado riscontrati su C3

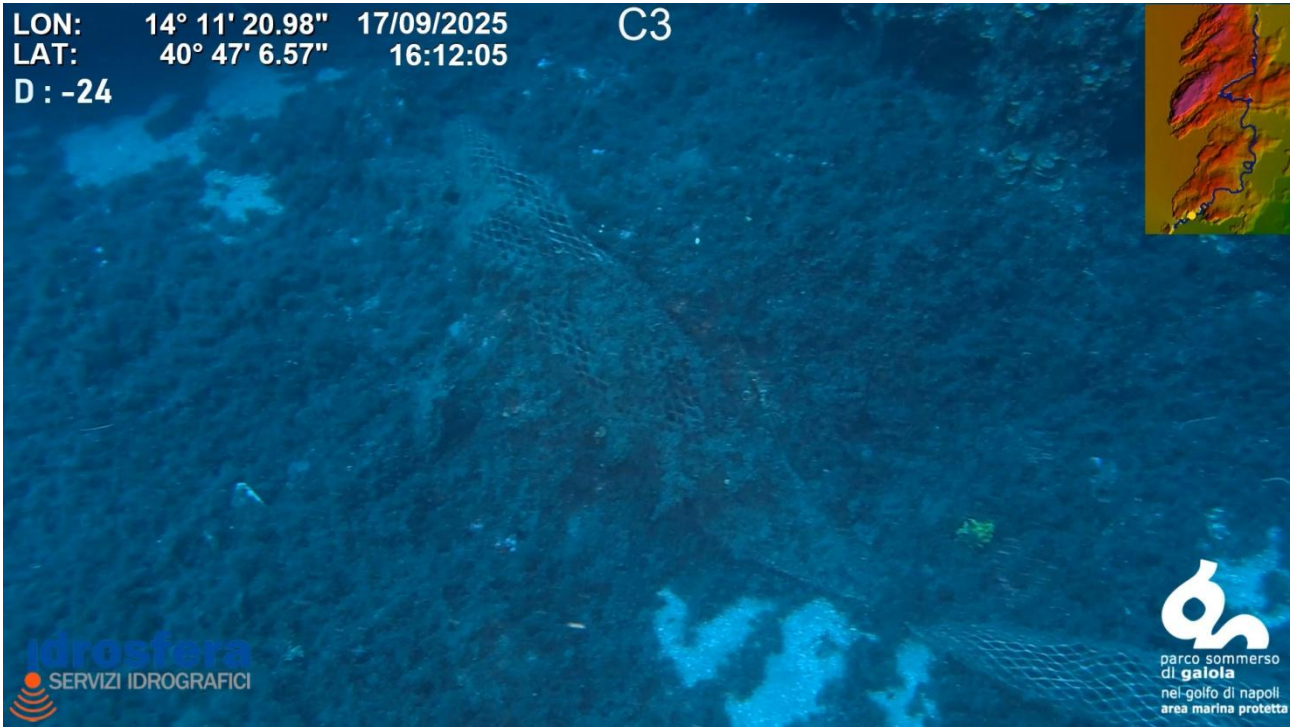


Fig. 17 Reste miste a MARF sul tracciato C3



Fig. 18 Cordata di nasse poggiata su Leptogorgia

Riepilogo Cavallara

Come si nota dai grafici di raffronto di seguito riportati (Fig. 19 - 20) spicca sul Banco della Cavallara l'enorme presenza di rifiuti di origine fognaria (MARF) che caratterizza il tracciato C1 sul versante ovest. È evidente che le pareti rocciose sommerse della secca fanno da diga agli sversamenti provenienti dagli scarichi di troppopieno del Collettore ASA presenti a poca distanza a Cala Badessa (Fig. 5), provocando l'accumulo di queste grandi masse di rifiuti alle pendici del banco e all'interno dei canyon sottomarini.

Questo "effetto diga" è evidenziato dal fatto che man mano che ci si sposta sul versante est, gli accumuli di MARF diventano molto minori ed anche meno densi, mentre sul C3 che percorre il vertice della secca si riscontra una situazione intermedia rispetto ai 2 versanti est ed ovest.

Gli attrezzi da pesca, abbandonati e non, sono stati trovati più frequentemente nei transetti C2 e C3, in quanto parzialmente e totalmente esterni ai confini del Parco e quindi frequentati quotidianamente dai pescatori. Anche l'elevata presenza di reste lungo i transetti C1 e C3 è da relazionarsi alla maggior esposizione di questi versanti all'allevamento di mitili presente a ponente tra la Gaiola e Nisida.

Focalizzandosi sulla tipologia "MARF", come detto anche precedentemente, questa maggiore presenza lungo il transetto C1 è dovuta, oltre all'orientamento del versante sud-occidentale verso la condotta fognaria, alla geomorfologia stessa della secca. Il banco è infatti caratterizzato da numerosi canyon trasversali al suo sviluppo costa largo che si aprono sul versante ovest, risalendo e rastremandosi all'interno del banco in direzione ovest-est. Questo forma una struttura a pettine verso ovest dove si va ad incuneare ed ammassare questo materiale proveniente dalla bocca di scarico posta all'interno della baia a ponente della secca.

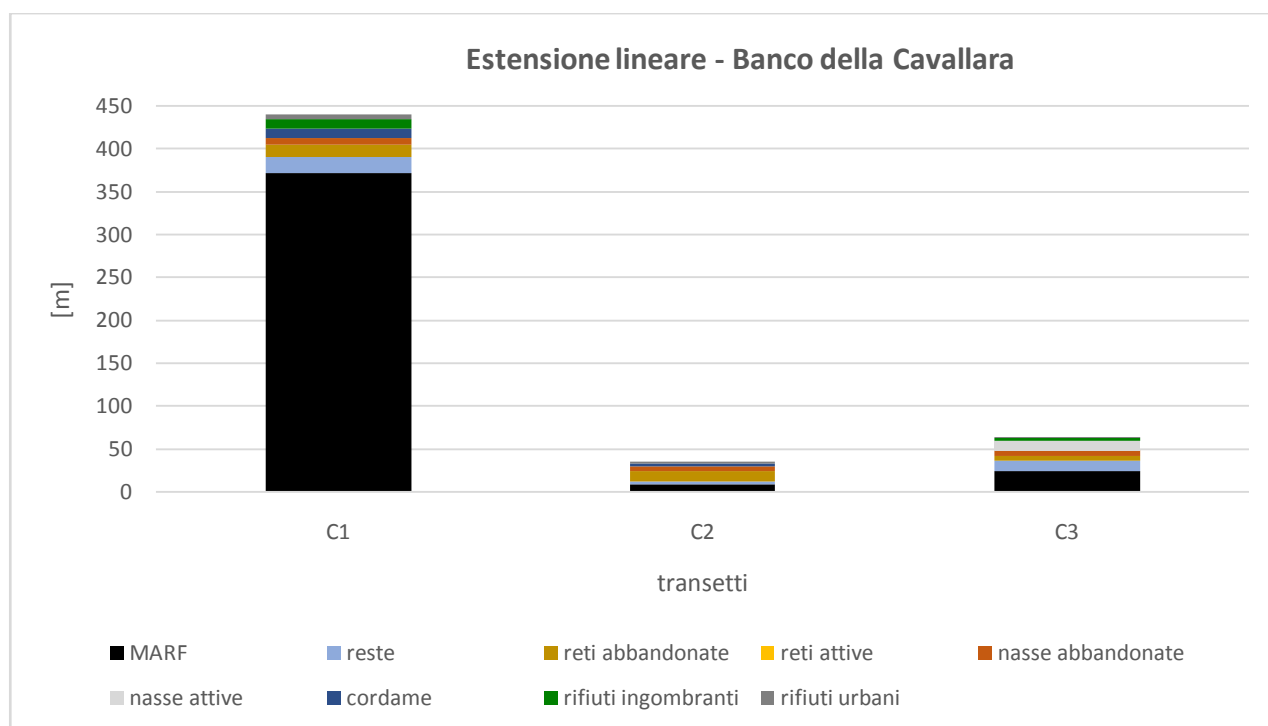


Fig. 19 Estensione lineare degli elementi di degrado in valore assoluto rilevati sui 3 tracciati ROV

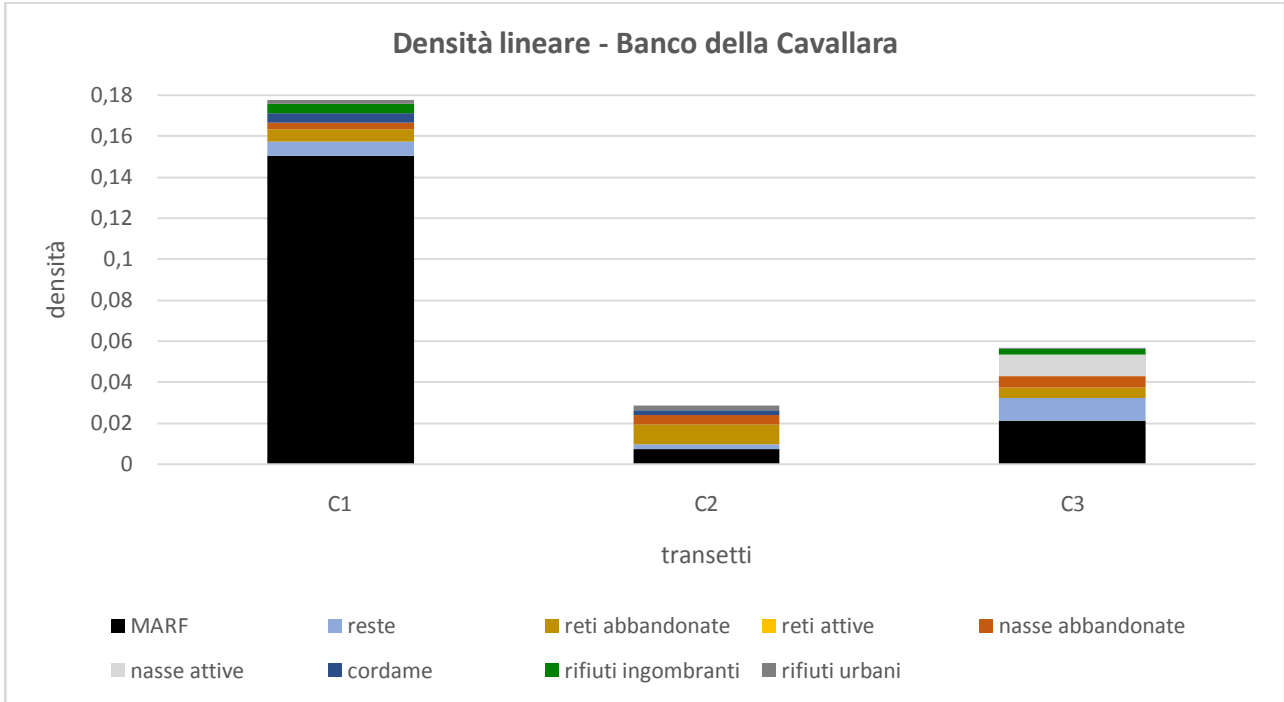


Fig. 20 Estensione lineare degli elementi di degrado rilevati in rapporto alle differenti lunghezze dei 3 tracciati ROV

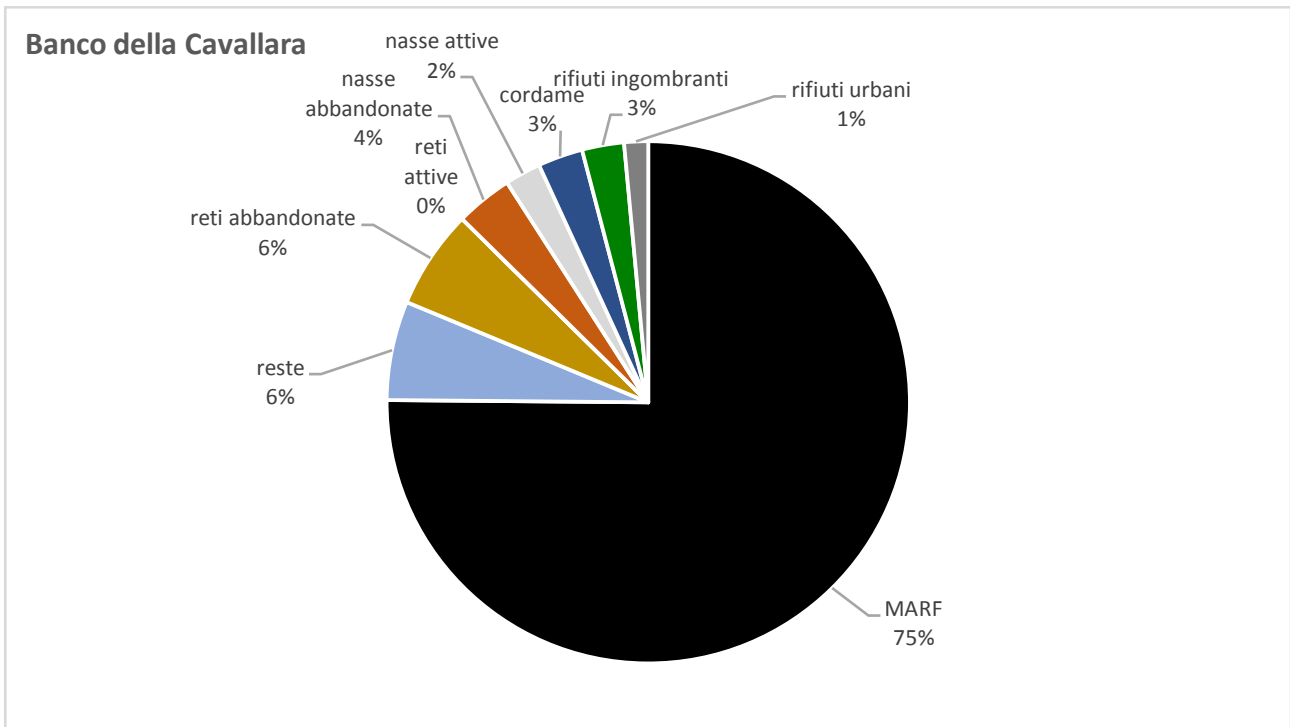


Fig. 21 Percentuale relativa delle varie tipologie di degrado rilevate sull'intero banco della Cavallara nei tre tracciati ROV

Anche dai grafici di raffronto è evidente che in questo sito il quantitativo enorme di MARF rilevato rappresenta una vera e propria emergenza ambientale.

È bene sottolineare che il dato si riferisce alla lunghezza lineare occupata dal MARF lungo il percorso del transetto, ma le chiazze di MARF rilevate sui fondali della Cavallara si estendono su superfici di centinaia di m².

Proprio per avere una quantificazione più realistica e precisa di tale problematica, nei giorni successivi alla campagna ROV, sono state effettuate una serie di ispezioni subacquee mediante operatori sub, finalizzate a comprendere meglio l'estensione e caratterizzazione del MARF sui fondali della Cavallara interni al Parco.

Partendo dai punti rilevati tramite ROV, i subacquei hanno tracciato il profilo esterno dell'accumulo di MARF lungo il margine ovest del Banco della Cavallara.

È stato così rilevato che l'accumulo di MARF si estende in maniera quasi continua lungo il settore occidentale del banco roccioso per una lunghezza di circa 450m con una larghezza che varia dai 5 ai 50m, incuneandosi all'interno dei canyon, e andando a ricoprire una superficie stimata di circa **7.000 m²**.

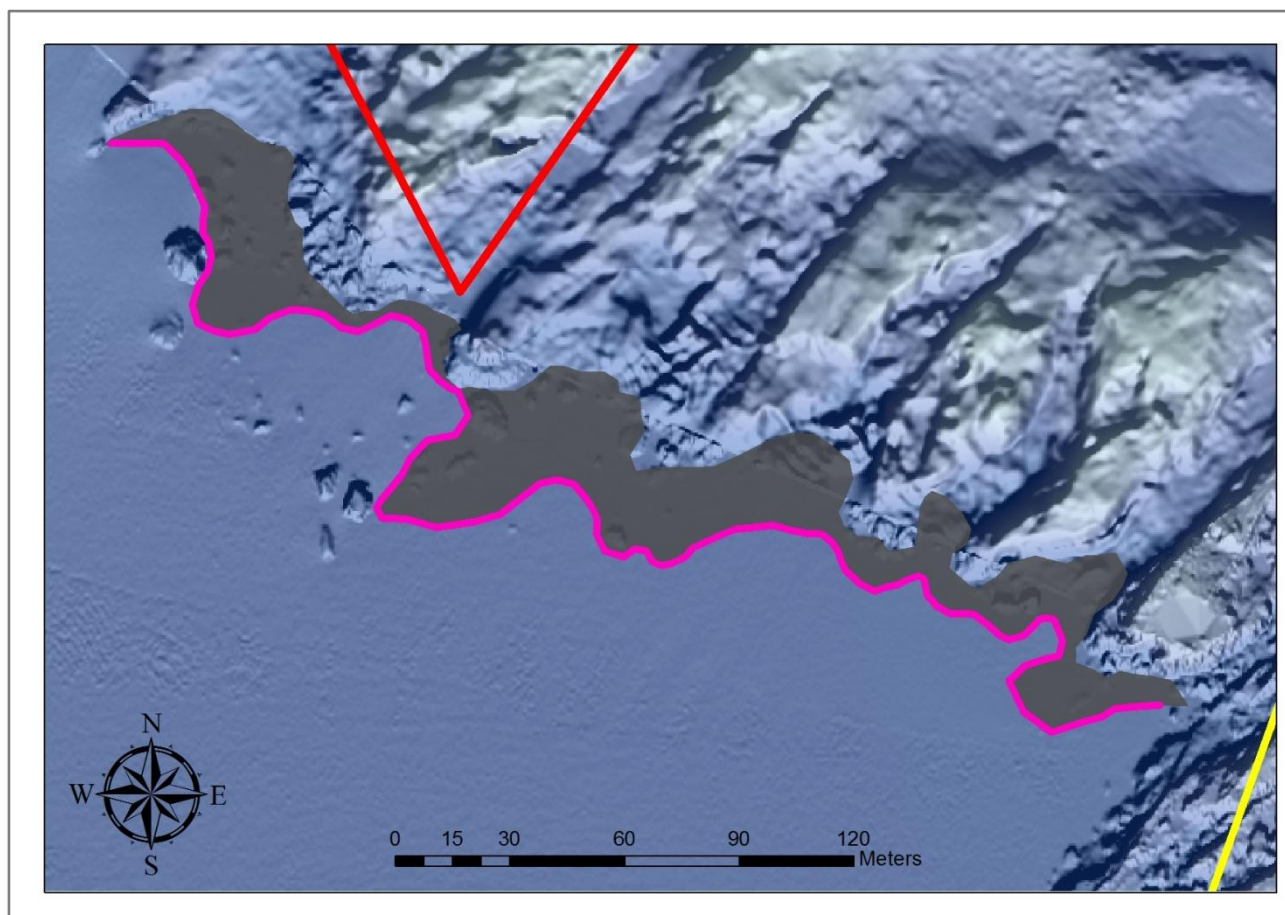


Fig. 22 Rilievo dell'estensione del ricoprimento di MARF sul settore occidentale del Banco della Cavallara



Fig. 23 attività di rilievo mediante operatori sub svolta in parallelo con la campagna ROV

Nella parte più interna in prossimità del piede delle pareti rocciose raggiunge uno spessore e densità maggiore ($\approx 60/80\text{cm}$), andando a diminuire di spessore e diradandosi man mano che ci sia allontana verso ovest sulla piana detritico-sabbiosa, a conferma dell'effetto barriera e accumulo svolto dal banco roccioso stesso nei confronti dei rifiuti fognari provenienti dagli scarichi di acque reflue ubicati nell'area di Cala Badessa.

Durante le ispezioni subacquee sono stati rilevati accumuli di MARF anche in aree molto interne del banco tra i massi di franata presenti alla base delle pareti dei canyon. Come detto, nonostante la matrice del MARF sia costituita per la maggior parte da migliaia di salviette monouso e assorbenti igienici, a prima vista dall'alto il MARF può essere scambiato per accumuli di grandi masse algali per via della colorazione uniforme bruno/rossastra dovuta alla fitta colonizzazione algale che attecchisce soprattutto sul TNT.

Inoltre la crescita algale sulla parte superficiale della matrice in TNT rende anche più densi e compatti tali aggregati fognari, aumentandone la persistenza e rendendo anossici gli strati inferiori. E' evidente, quindi, che questo materiale non ha solo un impatto diretto sulle macroalghe ed il macrozoobenthos di fondo duro e molle presente sui fondali della ZSC e AMP, ma anche sulla micro e meiofauna interstiziale, che come noto ha un importantissimo ruolo ecologico, agendo come ponte trofico tra i microrganismi e la macrofauna, e contribuendo in maniera determinante al ciclo dei nutrienti.

A questo si aggiunge il fatto che sui pianori alla base delle pareti rocciose, già a partire dai 15/20 m di profondità, ai fondi molli detritico organogeni si frappongono estesi affioramenti di facies a matre morte dell'habitat prioritario 1120* Praterie di Posidonia, che sono oggetto di ripristino ambientale in base alla Direttiva habitat ed alla Nature Restoration Law (Regolamento UE 2024/1991). E' evidente che il ricoprimento e l'anossia, con conseguente moria di tutta l'endofauna, renderà questi substrati non più adatti ai progetti di ripristino, peraltro già in atto.



Fig. 24 L'operatore sub solleva la massa di MARF ammazzata ai piedi della parete rocciosa

Questi enormi accumuli di MARF fungono poi essi stessi da trappole per rifiuti di altro genere e origine, quali resti, cordame, bottiglie di plastica, ecc..., oltre che da trappole per organismi vagili del benthos quali echinodermi, crostacei e gasteropodi (Fig. 25).

Durante i survey con operatore sub sono stati raccolti anche alcuni campioni di MARF che hanno confermato la composizione base caratterizzata da masse di salviette monouso in TNT epifitate (Fig. 26).



Fig. 25 Una stella marina (*Echinaster sepositus*) annaspa su una massa di MARF



Fig. 26 Campioni di Marf prelevati sul fondo della Cavallara

Banco di Nisida

Il banco si estende per circa 115.000 m² a circa 150m a sud dall'isola di Nisida, con una profondità compresa tra i 15 e i 25m. Dal punto di vista biocenotico il banco è caratterizzato da una biocenosi Coralligena con facies del precoralligeno nelle zone più superficiali ed esposte a sud.

I tracciati ROV sul banco di Nisida sono stati eseguiti, in base alla caratterizzazione geomorfologica e biocenotica del sito, per valutare come la geomorfologia e l'eventuale esposizione a sorgenti di inquinamento influenzi la presenza e distribuzione degli elementi di degrado. In particolare tre transetti sono stati distribuiti nell'area di levante, ponente e mediana del banco mentre uno è stato effettuato ai piedi della falesia dell'isola in continuazione con il banco. (Fig. 27)

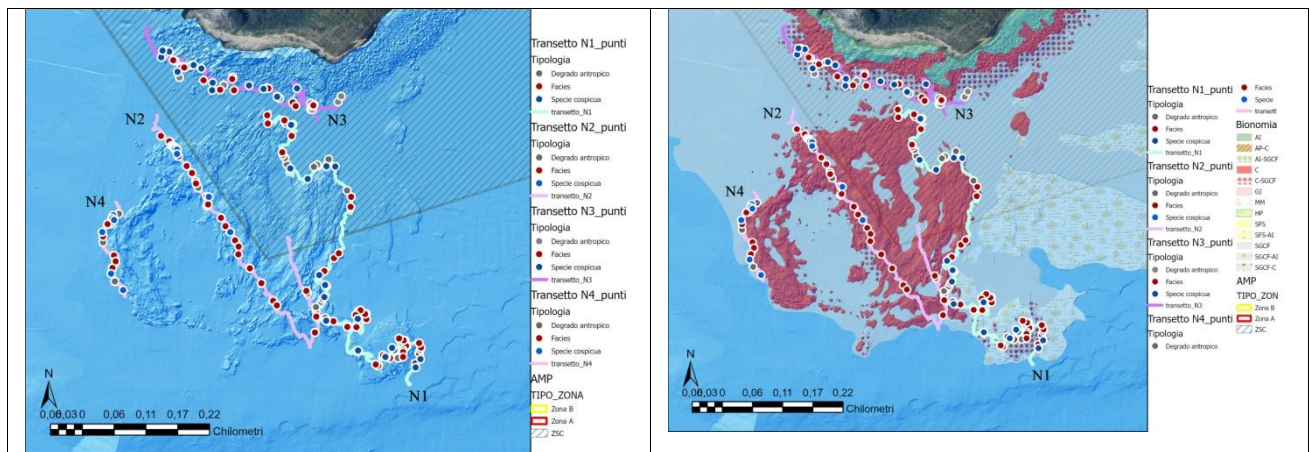


Fig. 27 Mappa Geomorfológica a Bionómica del banco di Nisida con tracciati ROV e target principali

N1 - Il transetto N1 percorre il versante orientale del banco, per una lunghezza totale di 3572.35 m. La profondità del percorso ROV varia tra i 25 m e i 14 m e si estende lungo la parete Est del banco caratterizzata da biocenosi a Coralligeno (C). Nell'area di partenza intercetta distese di *matte* morta per poi incontrare delle strutture rocciose leggermente distaccate dal banco principale con estese facies ad *Eunicella cavolinii*.

La durata totale del transetto è stata di 2 ore, 39 minuti e 34 secondi. Il percorso finisce sul versante settentrionale del banco sommerso che guarda verso la falesia meridionale dell'isola di Nisida.

Il Grafico in Fig. 26, mostra la percentuale relativa di tipologia di degrado rilevata lungo il percorso ROV. Il calcolo è stato eseguito come per gli altri transetti "pesando" il singolo elemento di degrado in base all'effettiva lunghezza lineare rilevabile lungo il tracciato.

Si nota che la maggioranza degli elementi di degrado rilevati sono legati all'attività di pesca ed in particolare alla pesca con nasse. Sono presenti diverse cordate di nasse attive che intercettano in pieno le facies ad *Eunicella cavolinii* (7 cordate rilevate), seguite da cime e nasse abbandonate (rispettivamente 3 e 4). Anche i rifiuti urbani sono stati rilevati in 5 punti differenti, la maggior parte dei quali (83%) erano buste di plastica. Rilevate anche reti abbandonate, e retini in polipropilene usati nella mitilicoltura (reste) probabilmente provenienti dal limitrofo impianto di Mitilicoltura di Coroglio.

Verso la fine del transetto presenti anche chiazze di rifiuti fognari (MARF) alla base delle pareti rocciose sul fondo detritico-sabbioso, data la presenza degli scarichi di troppopieno a poca distanza.

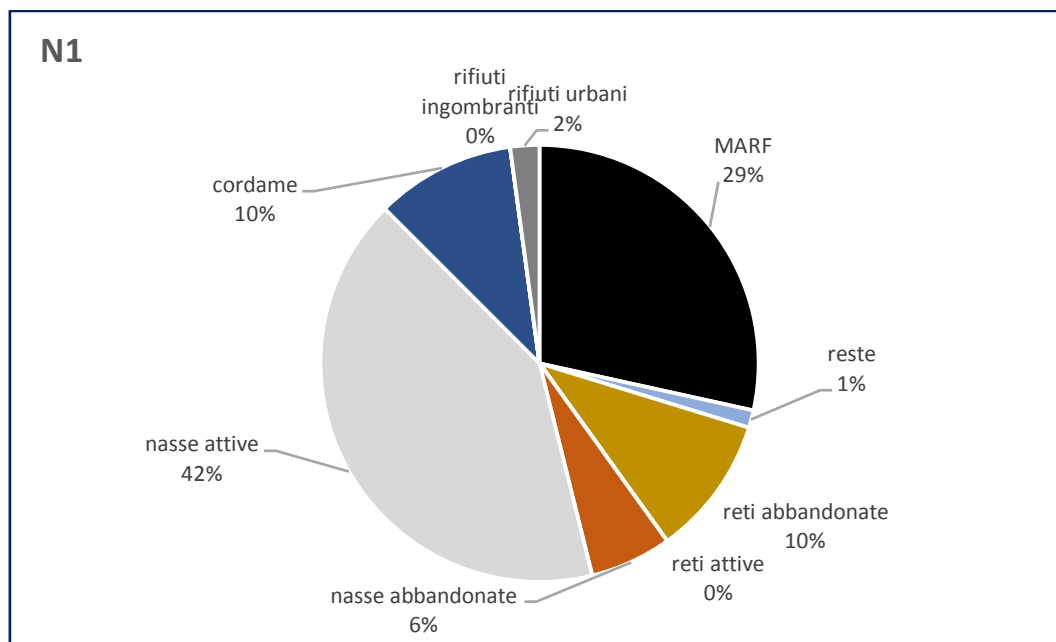


Fig. 28 - N1: Percentuale relativa di incidenza delle varie tipologie di degrado



Fig. 29 Cordate di nasse su Facies ad *Eunicella cavolinii*

N2 - Il transetto N2 percorre la parte centrale della Secca, per una lunghezza totale di 1476.76 m. La profondità del tragitto ROV varia tra i 13 m e i 19 m, monitorando la parte più sommitale della Secca (Fig 27).

La durata totale del transetto è stata di 55 minuti e 12 secondi. Su stati 38 punti i notevoli rilevati di cui solo 5 sono di degrado antropico. Il ridotto numero di degrado antropico è molto probabilmente dovuto alla posizione del transetto stesso, percorso sulla sommità del Banco, che rende più difficile l'accumulo di rifiuti.

Nel Grafico in Fig. 28 si nota come le nasse attive rappresentino la maggior parte del disturbo antropico rilevato (3 cordate). I rifiuti urbani sono stati rilevati in 2 punti differenti, il 50% rappresentato da buste di plastica.

È evidente anche l'effetto falce delle cordate di nasse sugli organismi a portamento eretto arborecente, che si riscontrano solo nelle spaccate e pareti ridossate dove le cordate penetrano più difficilmente.

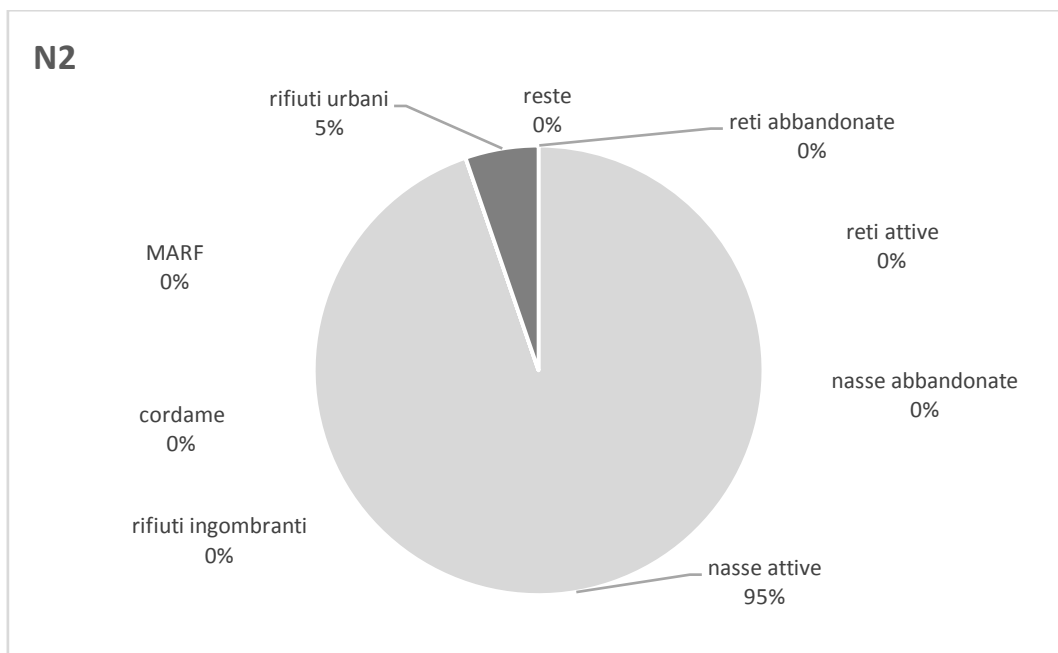


Fig. 30 - N2: Percentuale relativa di incidenza delle varie tipologie di degrado



Fig. 31 Cordate di nasse distese sulla parte superiore del banco dove sono rimasti solo rari esemplari di *Eunicella singularis*

N3 - Il transetto N3 è stato effettuato lungo la costa dell'isola di Nisida, alla base della falesia, lungo il margine tra i massi di franata e il fondale sabbioso, per una lunghezza totale di 2083.76 m. La profondità del tragitto ROV varia tra i 15 m e i 21 m ed ha monitorato un'area caratterizzata da biocenosi a Coralligeno, C e C-SGCF (Fig.27).

La durata totale del transetto è stata di 1 ora, 02 minuti e 38 secondi e sono stati rilevati 40 punti notevoli. Di questi, 11 sono punti in cui sono stati rilevati elementi di degrado antropico.

Il Grafico in Fig. 32 mostra come gli impatti antropici lungo questo transetto risentano meno dell'influenza delle attività di pesca attiva. Sono state rilevate reti abbandonate e accumuli di reste da mitilicoltura. Presenti anche rifiuti ingombranti, con copertoni (ne sono stati identificati 3) e, in percentuali minori, rifiuti urbani. Presenti anche chiazze di MARF con estensione media in aree ridossate di fondale tra i blocchi di franata.

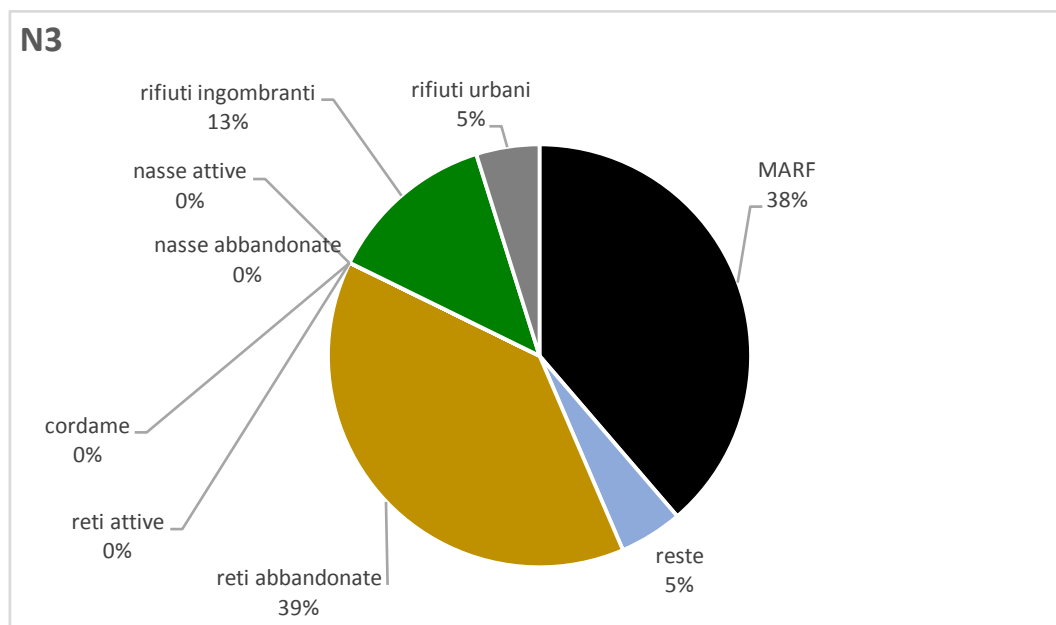


Fig. 32 N3: Percentuale relativa di incidenza delle varie tipologie di degrado

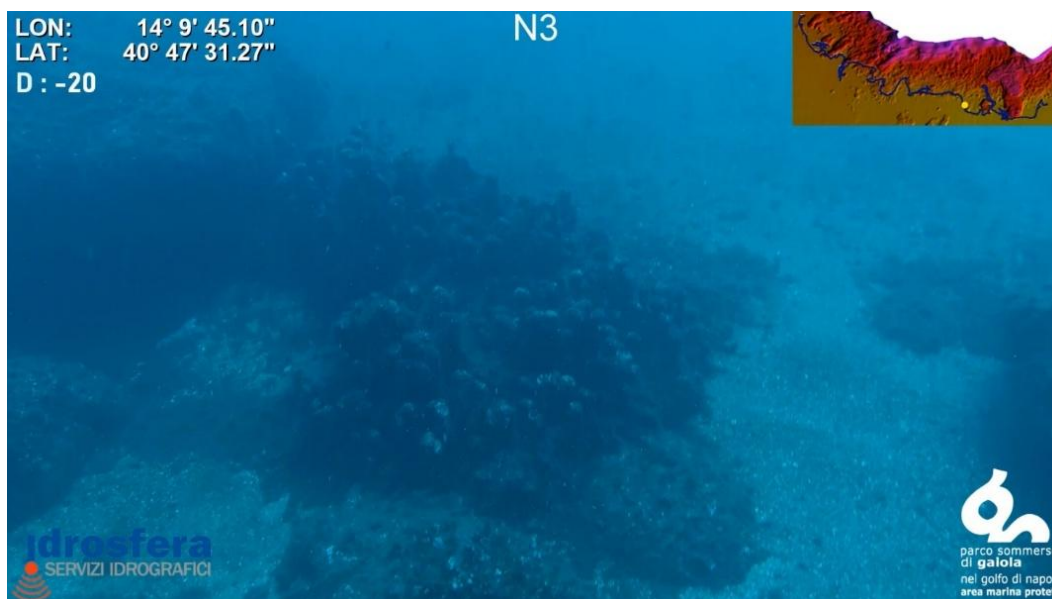


Fig. 33 Rete abbandonata tra i massi di franata ai piedi della falesia

N4 - Il transetto N4 percorre il versante occidentale del banco, per una lunghezza totale di 709.34 m. La profondità del tragitto ROV varia tra i 19 m e i 24 m. Qui il margine roccioso del banco ha un'esposizione a sud-ovest e presenta una acclività minore rispetto al versante est per cui la comunità a coralligeno è meno strutturata.

Sono presenti principalmente elementi di degrado afferibili ad attività di pesca, quali nasse attive, nasse abbandonate e cordame (Fig. 34 - 35).

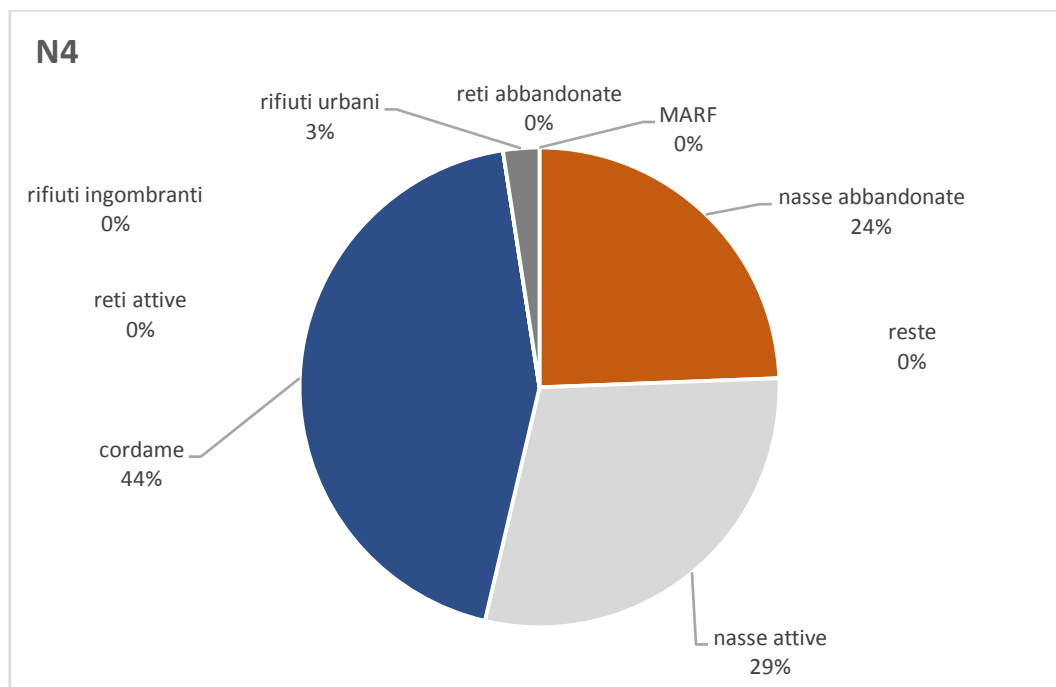


Fig. 34 - N4: Percentuale relativa di incidenza delle varie tipologie di degrado

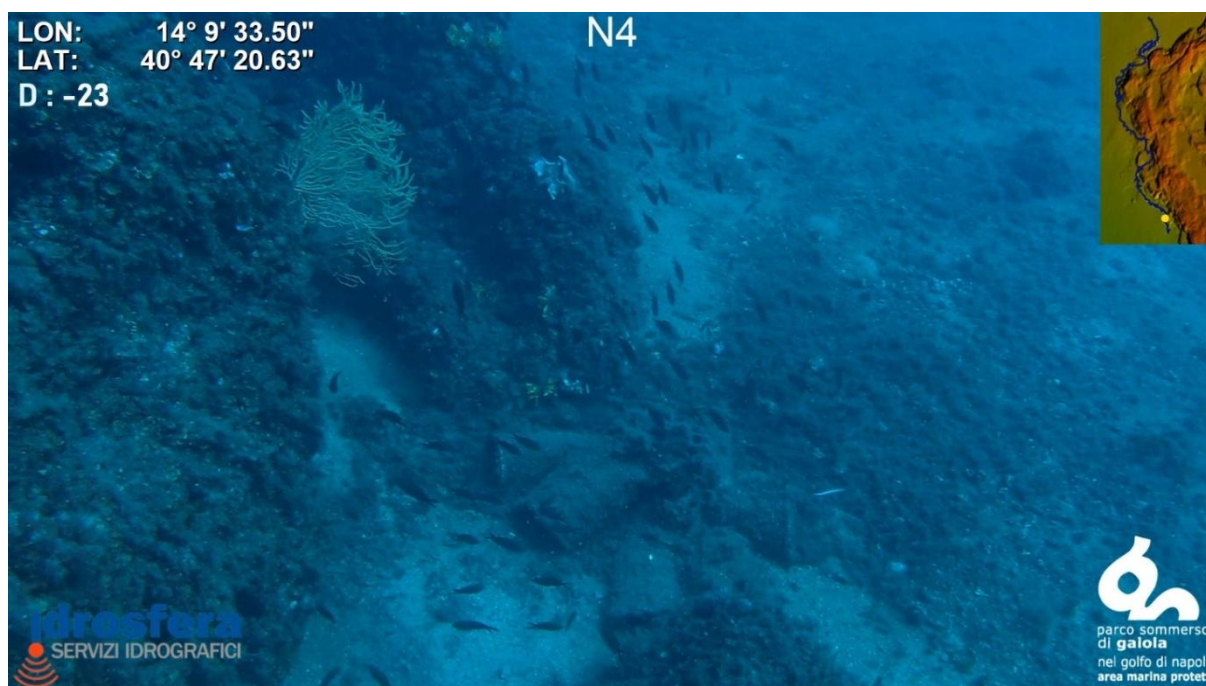


Fig. 35 Gruppo di nasse abbandonate

Riepilogo Nisida

I grafici seguenti mostrano il confronto tra l'estensione lineare delle diverse tipologie di degrado antropico riscontrate lungo i transetti espresso sia come valore assoluto (Fig. 36) che come densità, cioè in rapporto alla lunghezza del percorso effettivo effettuato in ogni transetto (Fig. 37).

È evidente che gli elementi di degrado che caratterizzano maggiormente l'area sono quelli legati all'attività di pesca con attrezzi in posa attivi e/o abbandonati, cordame, ecc... Parallelamente si denotano elementi diversi che caratterizzano i transetti a seconda dell'esposizione ad est o ad

ovest, e a seconda se si tratta di transetti che seguono il profilo del banco (N1-N4), la parte sommitale (N2) o il piede della falesia (N3).

Il transetto N1 è quello che presenta la maggiore variabilità di elementi di degrado di origine antropica, la cui presenza è favorita dall'esposizione verso la baia di cala Badessa, dove è presente l'allevamento di mitili e gli scarichi fognari dell'Impianto di Coroglio. Infatti sono presenti accumuli di MARF e reste, ma è dominante l'incidenza da attività di pesca con presenza di diverse cordate di nasse attive e anche attrezzi abbandonati.

Si può notare come nel transetto N4, opposto a N1, dominano quasi esclusivamente elementi di degrado legati alle attività di pesca sia in forma attiva che abbandonata, mentre mancano del tutto quelli da fonti di contaminazioni interne a cala Badessa, quali reste e MARF. La presenza di reste abbandonate e MARF infatti è stata rilevata soltanto nei transetti N1 e N3. L'assenza negli altri due transetti è attribuibile proprio alla diversa esposizione rispetto alle fonti inquinanti (impianto di mitilicoltura e scarichi). Il banco quindi, in qualche modo fa da diga rispetto ai contaminanti provenienti da est. Infine il transetto N2, risulta quello con minor presenza di elementi di degrado proprio per la posizione del transetto che per quasi la totalità della lunghezza sorvola la sommità del banco, mentre i rifiuti normalmente si accumulano ai piedi delle rocciate e negli anfratti.

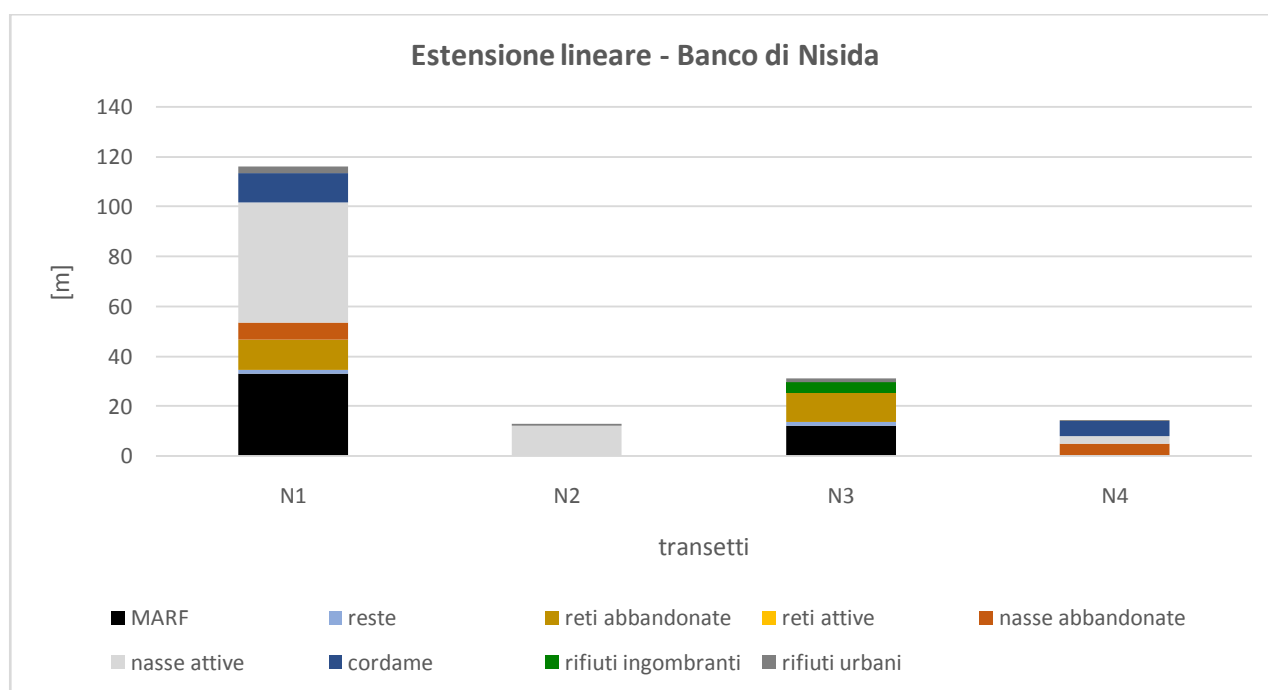


Fig. 36 Estensione lineare degli elementi di degrado in valore assoluto rilevati sui 4 tracciati ROV

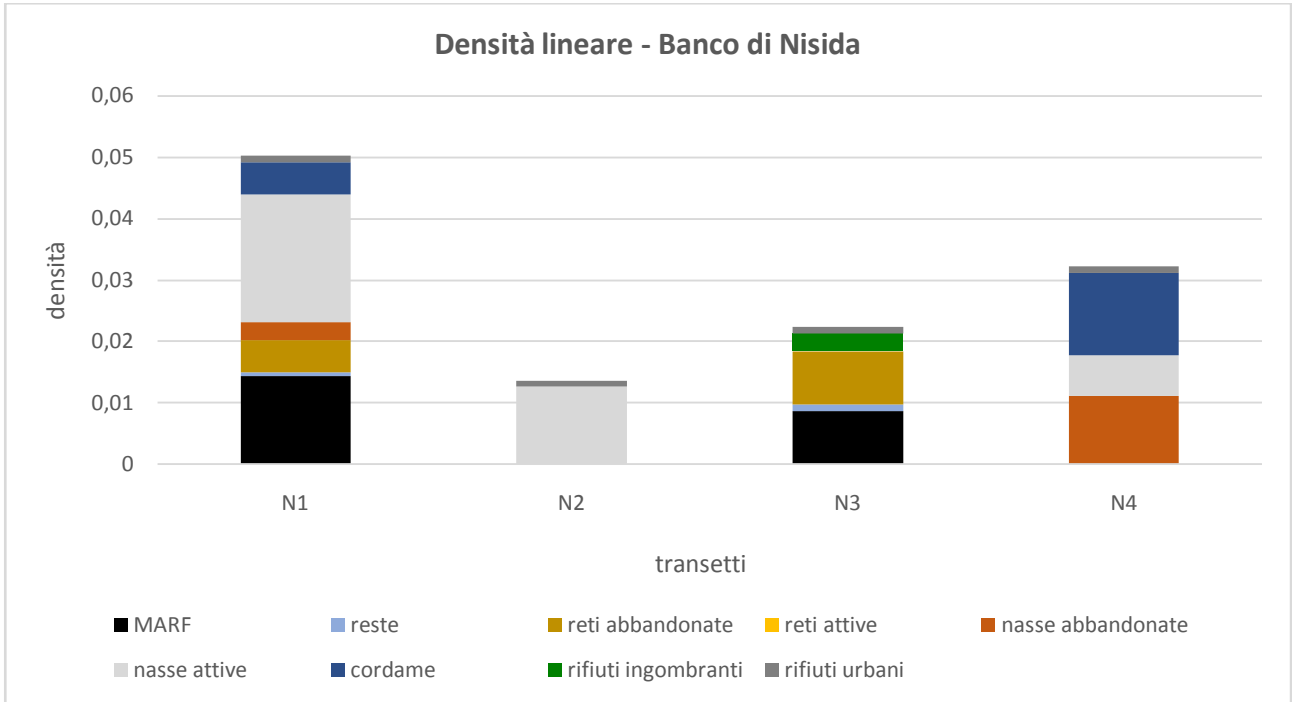


Fig. 37 Estensione lineare degli elementi di degrado rilevati in rapporto alle differenti lunghezze dei 4 tracciati ROV

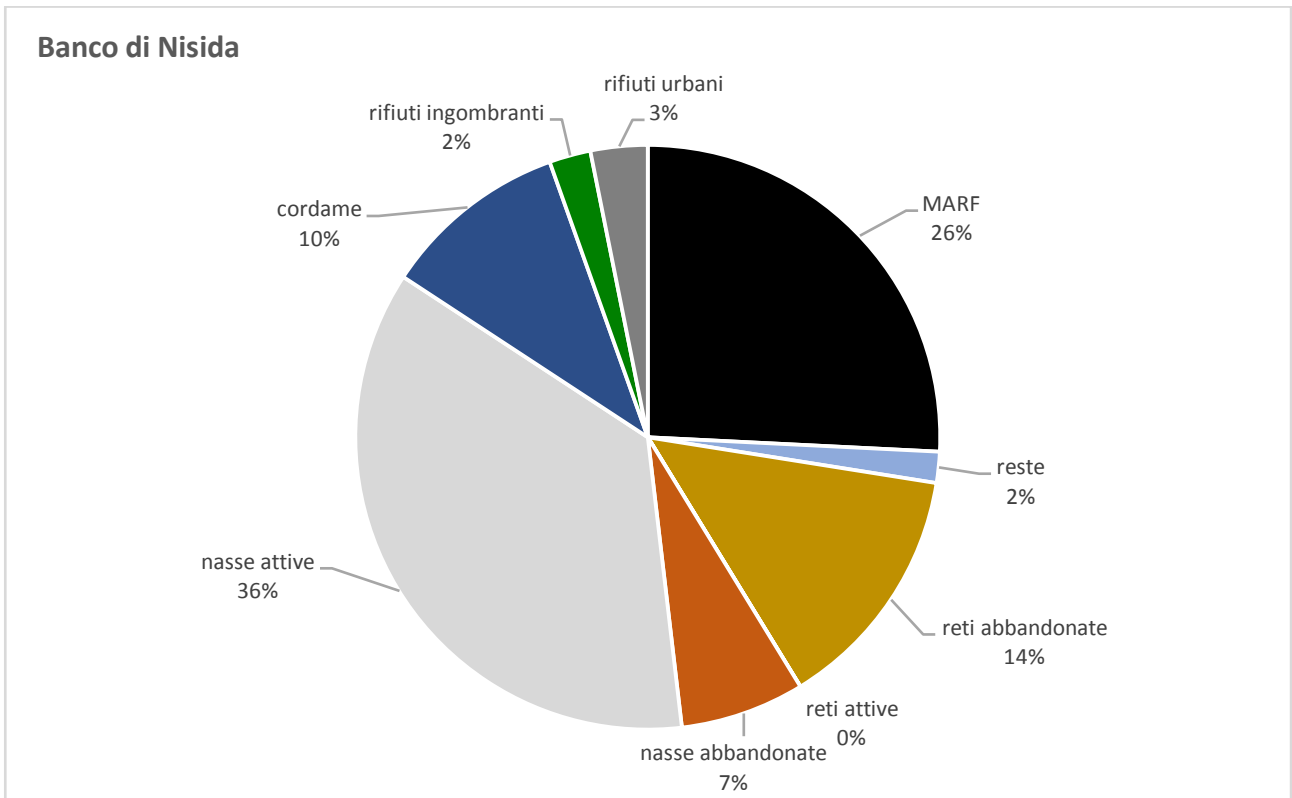


Fig. 38 Percentuale relativa delle varie tipologie di degrado rilevate sull'intero banco della Cavallara nei tre tracciati ROV

In generale come si denota anche dal grafico in Fig. 38, sul banco di Nisida l'elemento di maggior incidenza risulta essere l'attività di pesca, seguito dagli scarichi fognari e dai rifiuti provenienti dal limitrofo impianto di mitilicoltura.

Secca della Badessa

Trattasi di un gruppo di affioramenti rocciosi isolati di esigue dimensioni rispetto ai banchi di Nisida e della Cavallara, posti di fronte a cala Badessa in posizione all'incirca mediana tra Nisida e la Gaiola, con una profondità variabile dai 13 ai 35m. Tra i tre affioramenti principali passano le due condotte sottomarine del sistema di scarico di troppopieno dell'impianto di Coroglio. Appena superate le secche, le due condotte si dividono in due rami con sbocco poco più distante sulla batimetrica dei 40m. Dal punto di vista bionomico l'area è caratterizzata da biocenosi coralligena in cui si riscontra assenza quasi totale di strutture tridimensionali a portamento eretto, quali gorgonie. I percorsi ROV hanno interessato entrambi gli affioramenti principali, concentrandosi maggiormente su quelli di ponente per la posizione limitrofa ai filari dell'allevamento e più in prossimità delle bocche di scarico sottomarine. (Fig. 39)

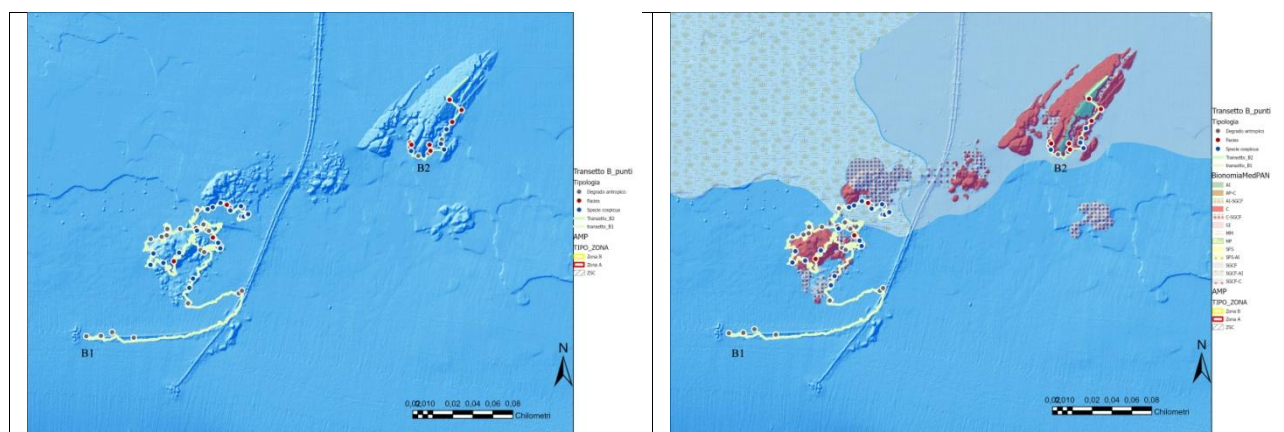


Fig. 39 Mappa Geomorfológica a Bionómica del banco di Nisida con traccati ROV e target principali

B1 - Il transetto B1 percorre il blocco meridionale della Secca, quello che si trova più al largo ed in prossimità della condotta fognaria, per una lunghezza totale di 2584.46 m (Fig 39). La profondità del tragitto ROV varia tra i 23 m e i 34 m e il substrato è caratterizzato dalla presenza di *matte* morta, soprattutto nel tratto iniziale, come si osserva anche dalla carta bionomica in Fig 39 a destra. Il fondo duro è caratterizzato da biocenosi a coralligeno (C) più o meno strutturato a seconda dell'esposizione e acclività del substrato.

La durata totale del transetto percorsa con il ROV è stata di 1 ora, 37 minuti e 25 secondi e sono stati rilevati 24 punti degrado antropico, di cui oltre la metà costituiti da reste. Il Grafico in Fig. 40 mostra come qui risultano marcatamente dominanti gli elementi di degrado direttamente legati al limitrofo allevamento di mitili che in parte sormonta i banchi rocciosi con ben 12 target caratterizzati da ammassi di reste abbandonati sui fondali (Fig. 41).

Da sottolineare l'impatto particolarmente allarmante di tali calze di rete in polipropilene sugli organismi del coralligeno a portamento eretto quali Gorgonie e Leptogorgie. Nel momento in cui questi elementi fluttuanti sui fondali intercettano un organismo del genere vi si avviluppano tenacemente rimanendo incastrati per sempre (Fig. 42).

Secondo elemento di degrado presente in maggior percentuale sono le reti abbandonate, e anche qui si rilevano chiazze di MARF.

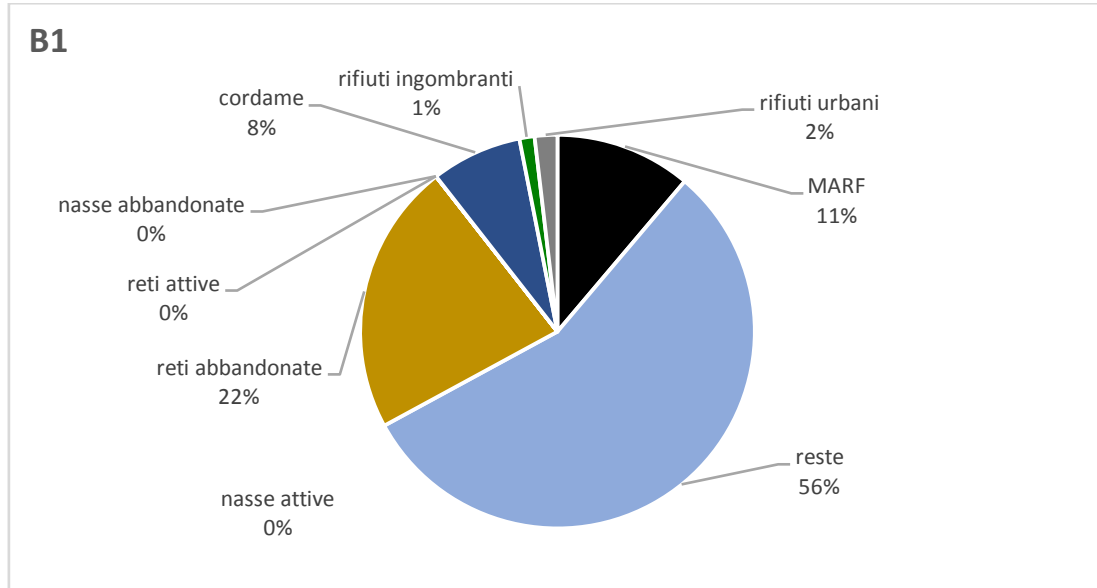


Fig. 40 - B1: Percentuale relativa di incidenza delle varie tipologie di degrado

Da segnalare nei pressi della condotta, la presenza di un'enorme quantità di residui in calcestruzzo che coprono un'estesa area di fondale ad est ed ovest della condotta. Trattasi di materassi in rete metallica e cemento utilizzati per ancorare le condotte al fondo ma che si presentano ormai disgregati e sparsi sul fondo (Fig. 43).

Inoltre dall'ispezione ROV si nota che la parte terminale delle condotte è tronca e manca il raccordo con la testa a T che dovrebbe dividere e smorzare il flusso dello scarico.

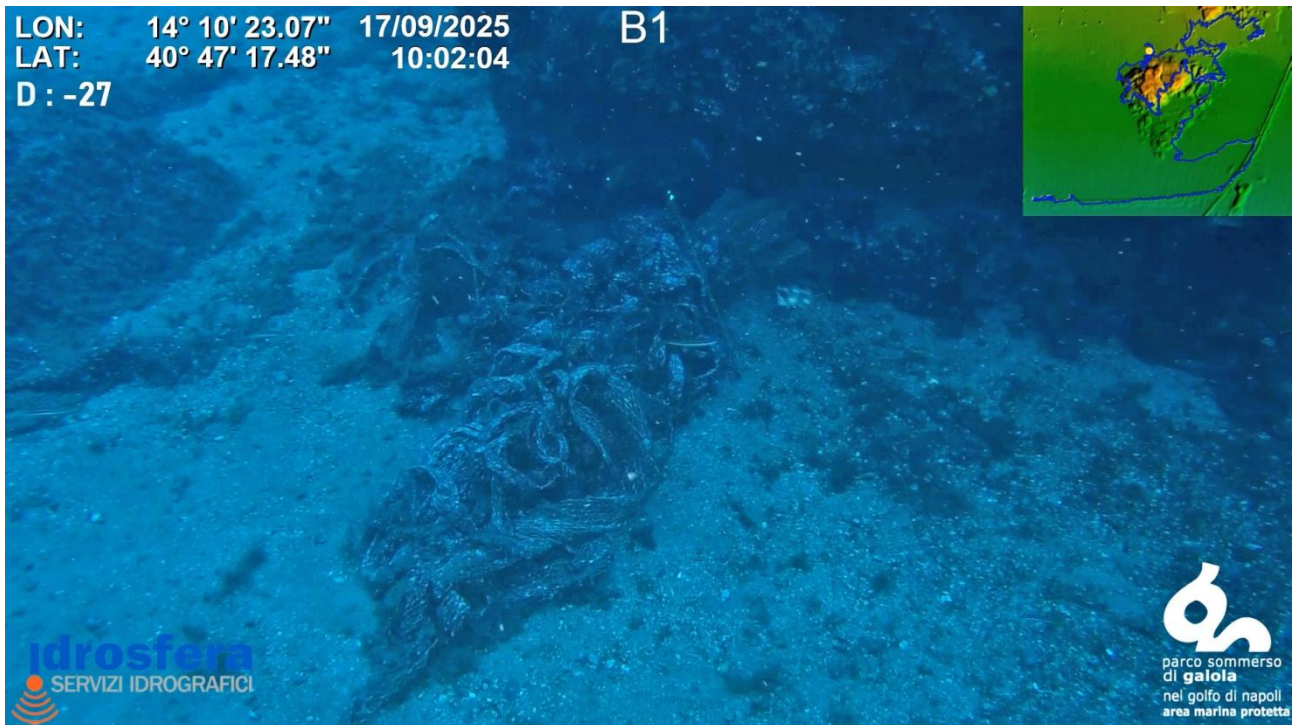


Fig. 41 Ammassi di reste ai piedi delle pareti rocciose della secca



Fig. 42 Leptogorgia avviluppata da retino in polipropilene per mitilicoltura



Fig. 43 Condotta di scarico fognario sfociante nei pressi della Secca della Badessa con cuscini in calcestruzzo disgregati

B2 - Il transetto B2 percorre l'affioramento ad est delle condotte fognarie nella sua parte meridionale. Qui sono stati individuati 4 elementi di degrado rappresentati da una rete

abbandonata, 1 ammasso di reste cospicuo e 2 punti con nasse attive (Fig. 44). Anche qui gli elementi di degrado da mitilicoltura ed attività di pesca sono quelli dominanti che caratterizzano l'area.

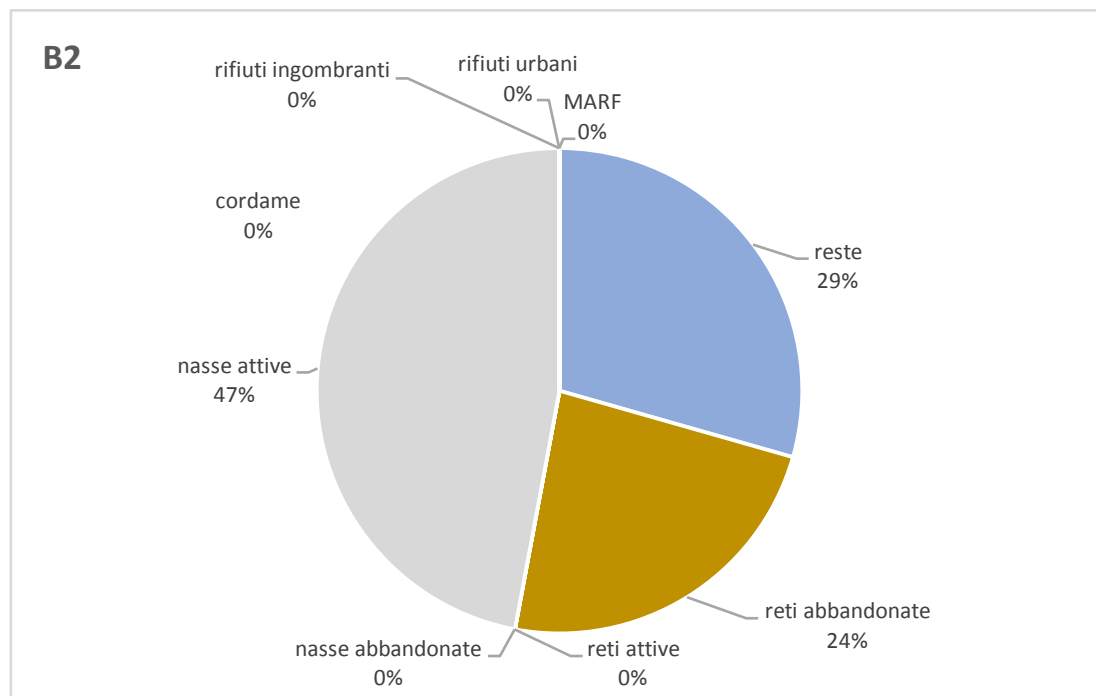


Fig. 44 B2: Percentuale relativa di incidenza delle varie tipologie di degrado



Fig. 45 Rete molto concrezionata sul versante sud del transetto B2

Riepilogo Badessa

I grafici seguenti riepilogano lo stato della Secca della Badessa mediante il confronto tra i 2 transetti effettuati. (Fig. 46 - 47)

È evidente come in questo sito la maggior fonte di degrado e contaminazione sia rappresentata dal limitrofo allevamento di Mitili che si estende ad ovest della secca. Diversi ammassi di reste sia in forma sciolta che a sacco sono stati trovati sparsi ovunque sui fondali. Durante l'ispezione ROV sono stati notati blocchi in calcestruzzo di aggancio dei filari a contatto e parzialmente sovrapposti al margine roccioso della secca sul versante ovest. Reti abbandonate, filari di nasse e alcuni accumuli di MARF completano il carnet degli elementi di degrado rilevati. La maggior lunghezza lineare di elementi di degrado su B1 è dovuta esclusivamente alla notevole lunghezza del transetto rispetto al B2.

Nel grafico successivo (Fig. 47), che prende in considerazione la densità di elementi riscontrati rispetto alla lunghezza del percorso effettivo di monitoraggio subacqueo effettuato, si denota un'inversione di incidenza rispetto ai due transetti.

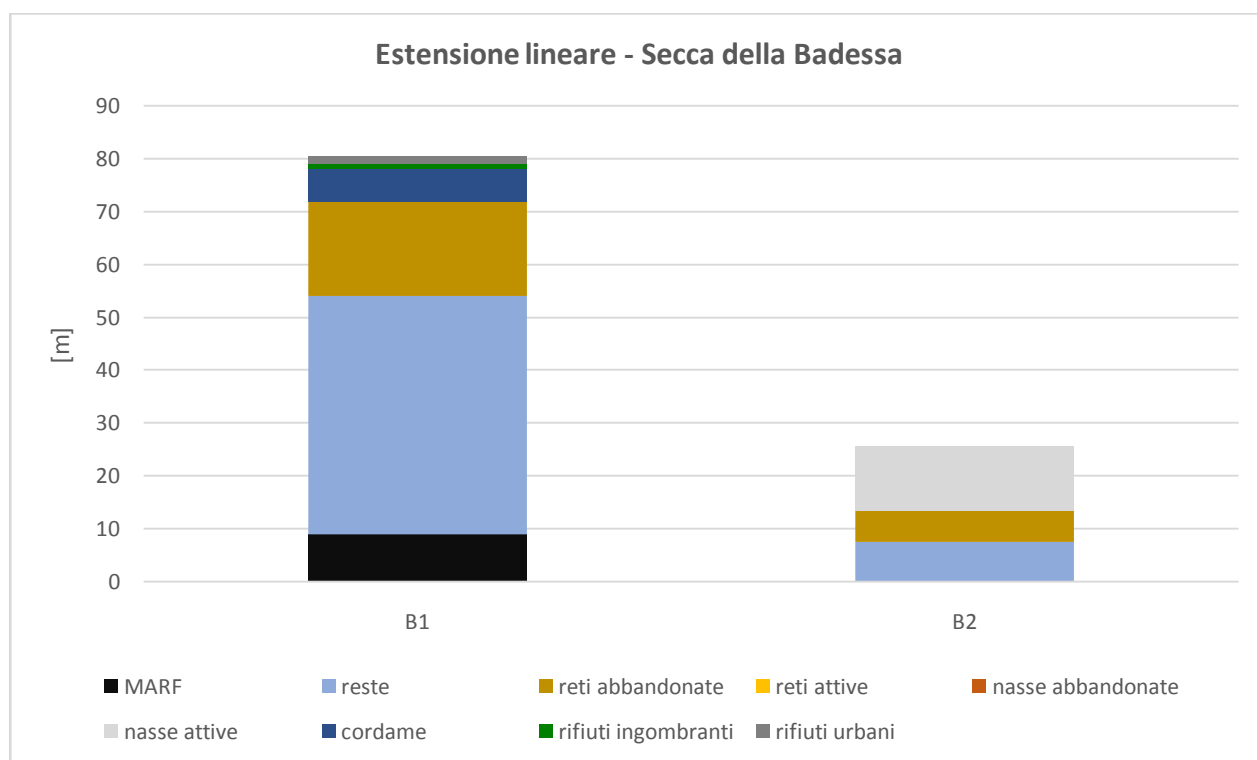


Fig. 46 Estensione lineare degli elementi di degrado in valore assoluto rilevati sui 2 tracciati ROV

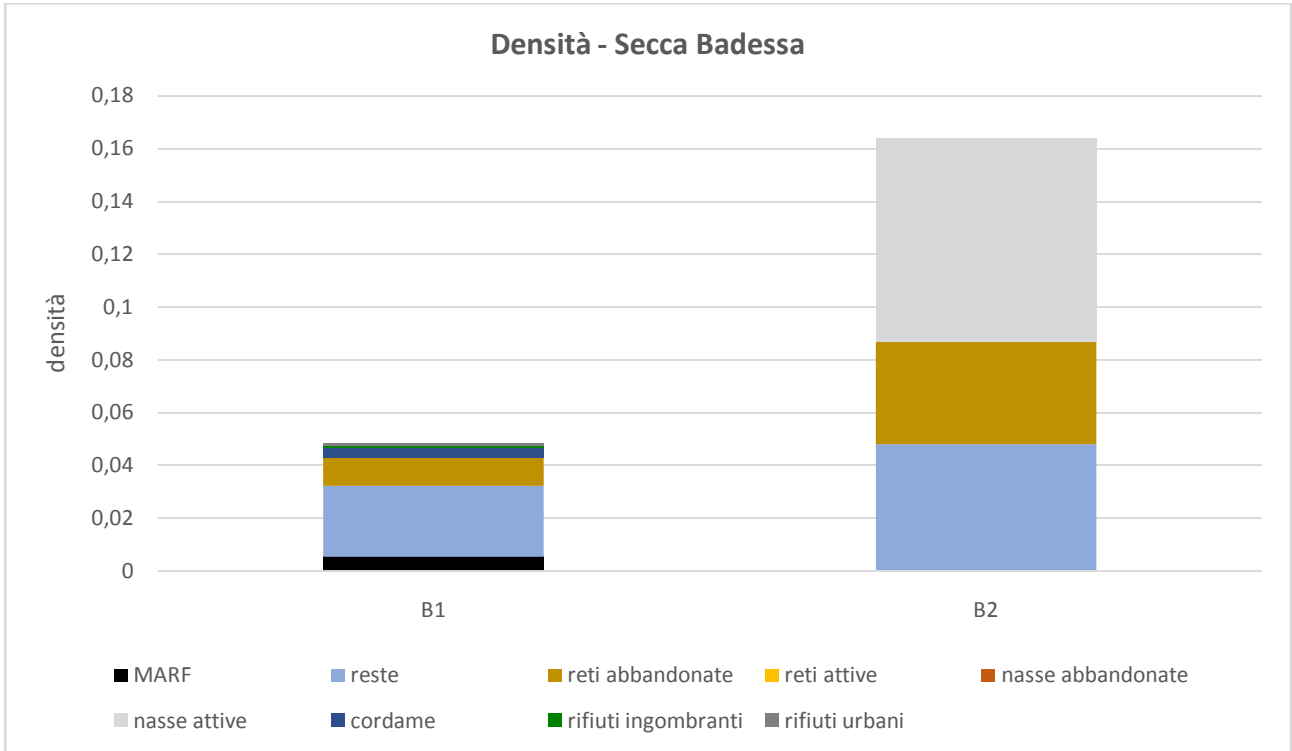


Fig. 47 Estensione lineare degli elementi di degrado rilevati in rapporto alle differenti lunghezze dei 2 tracciati ROV

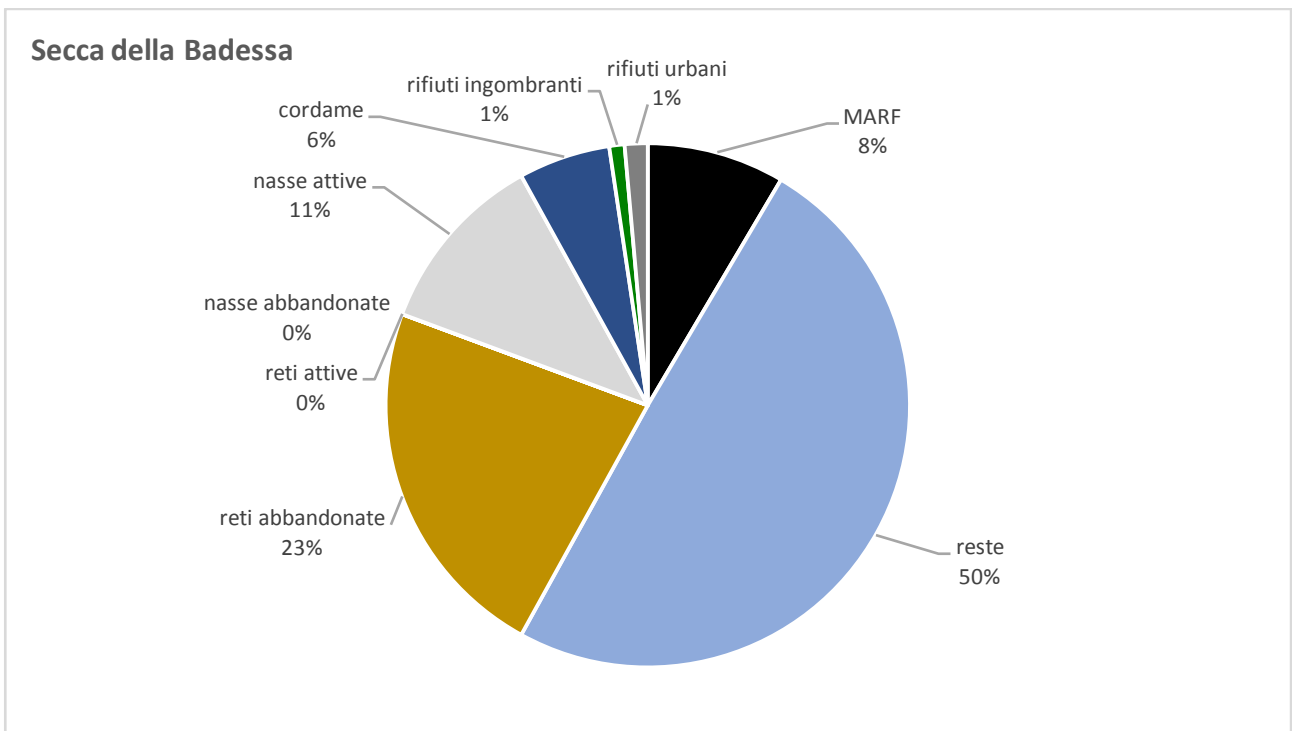


Fig. 48 Percentuale relativa delle varie tipologie di degrado rilevate sull'intero della secca della badessa nei 2 tracciati ROV

Anche il grafico in Fig. 48 evidenzia in maniera lampante come l'impatto degli scarti dell'allevamento di mitilicoltura sia il fattore primario di degrado su questo piccolo nucleo di secche che peraltro si trova all'esterno sia dell'AMP che della ZSC. Il Parco ha già avanzato anni fa alla Regione Campania la proposta di ripermimetrazione della ZSC per includere anche la secca della Badessa.

Confronto tra siti

Come detto in incipit, per effettuare un più efficiente confronto tra i siti esaminati, il banco della Cavallara è stato a sua volta suddiviso in AMP e CAV per evidenziare le aree del banco all'esterno e all'interno dell'AMP, mentre gli altri due siti sono stati identificati con NIS (Banco di Nisida) e BAD (Secca della Badessa), per un totale di 4 macroaree: AMP, CAV, BAD, NIS (Fig. 49).

I Grafici in Fig. 50 e 51 mostrano le diverse tipologie di degrado antropico censite nelle 4 macroaree, rispettivamente in valore assoluto e in rapporto ai metri lineari di percorso ROV totale eseguito in ciascuna di esse.

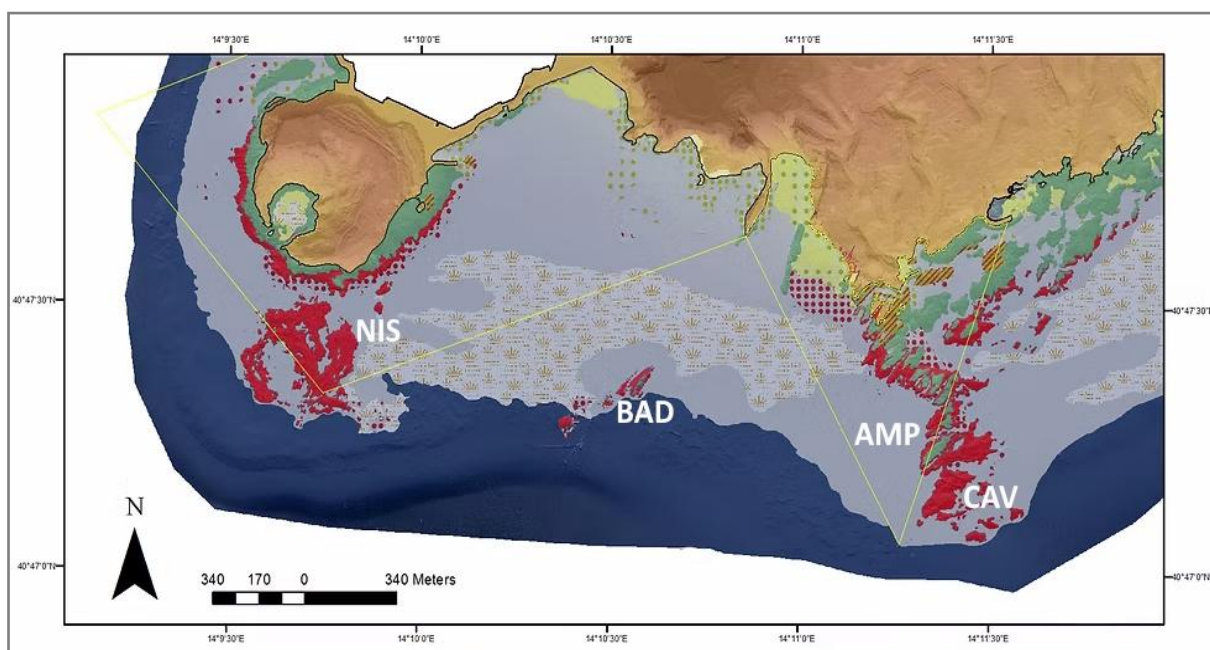


Fig. 49 Mappa Bionmica dell'Area di studio con individuazione dei siti NIS, BAD, AMP e CAV

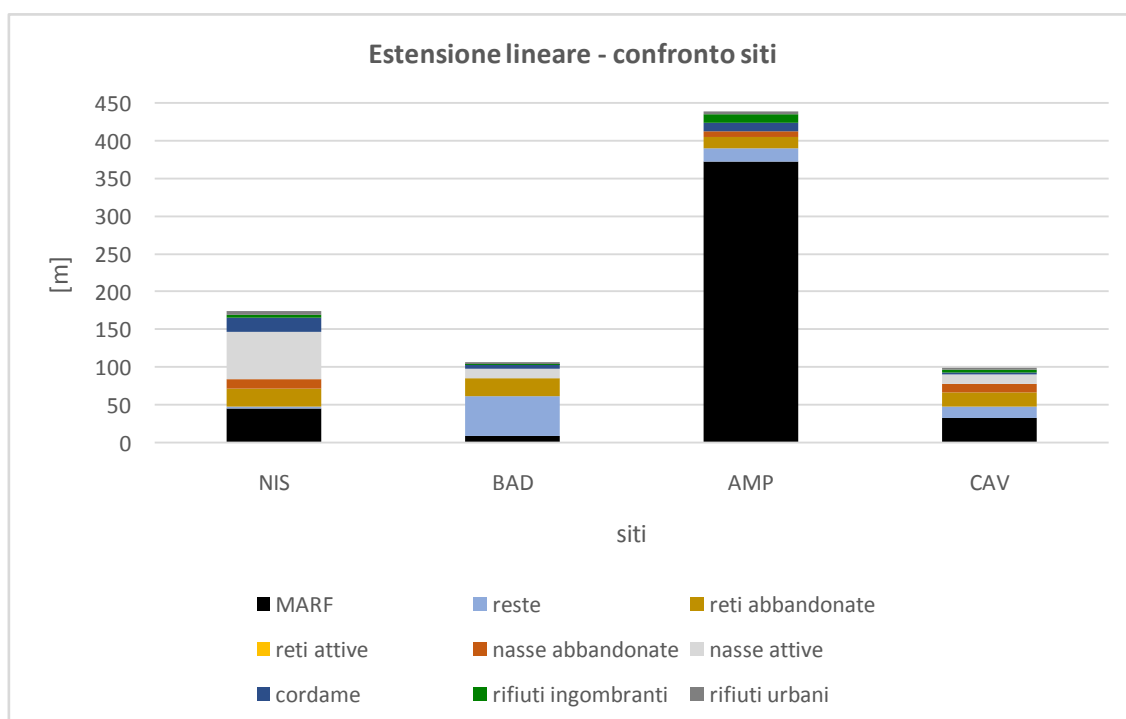


Fig. 50 Estensione lineare degli elementi di degrado in valore assoluto rilevati sui 4 siti

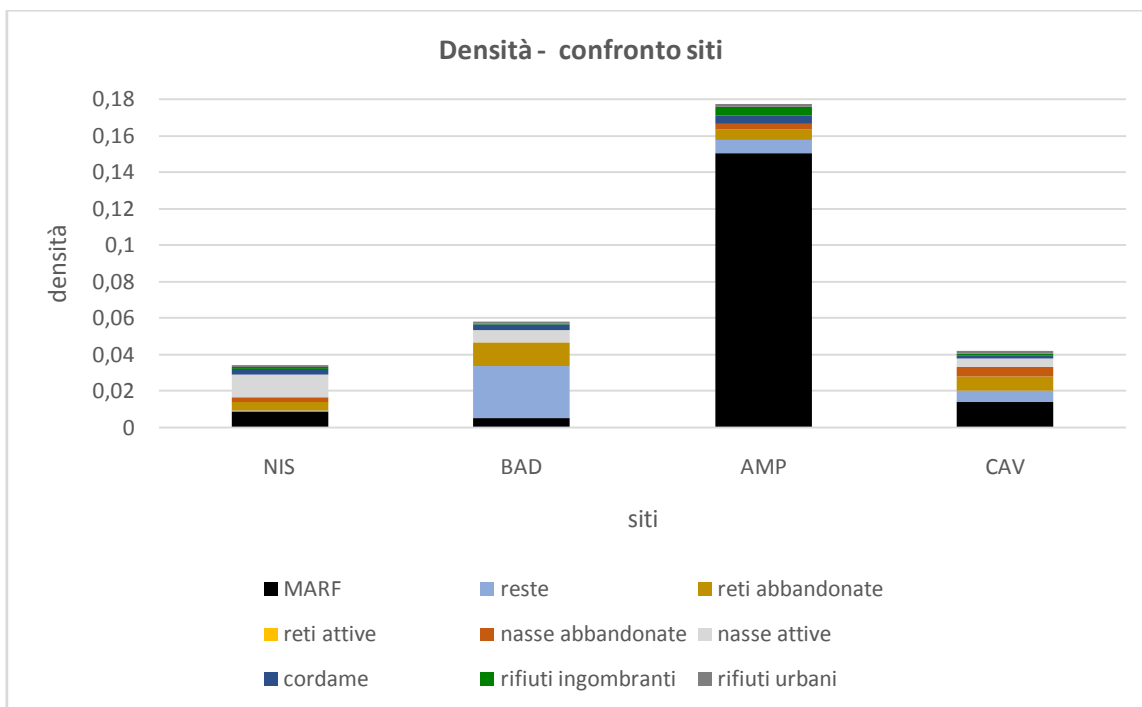


Fig. 51 Estensione lineare degli elementi di degrado rilevati in rapporto alle lunghezze dei tracciati percorsi in ciascun sito

È evidente che il dato che spicca maggiormente su tutti in entrambi i grafici è l'elevatissimo valore di degrado riscontrato proprio nella macroarea AMP, dovuto essenzialmente agli accumuli di Masse Aggregate di Rifiuti Fognari (MARF).

In particolare si denota come i siti direttamente a levante di fonti di contaminazione sono i più impattati, evidenziando una dominanza di correnti da Sud-Ovest che interessano l'area a piccola scala. Così Badessa (BAD) posta immediatamente a levante dell'impianto di mitilicoltura risente più di tutti i siti della dispersione di retini plastici per Mitilicoltura (reste) mentre il settore ovest del Banco della Cavallara (AMP) è preso in pieno dai rifiuti provenienti dagli scarichi di acque reflue. Meno impattati gli habitat a coralligeno posti a ponente delle principali fonti contaminanti come il banco di Nisida (NIS) e le falesie circostanti l'isola.

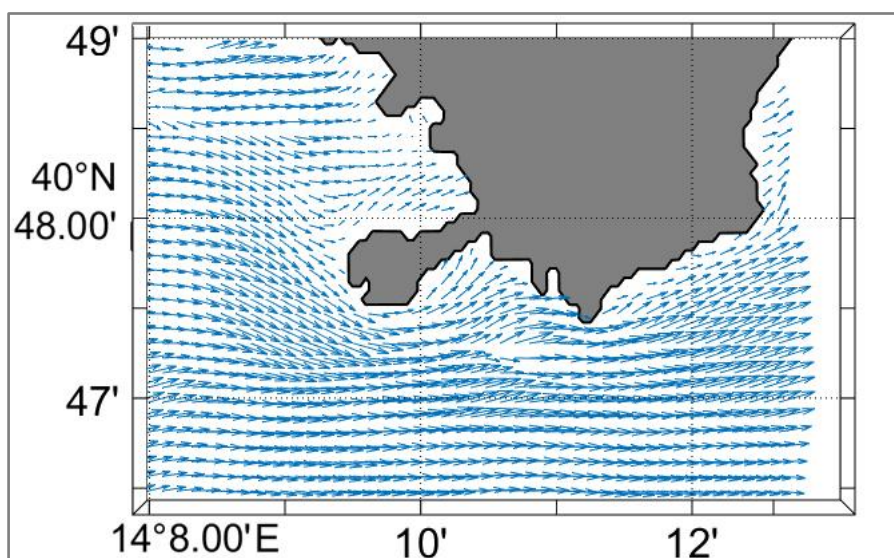


Fig. 52 Modelli ROMS delle correnti superficiali dominanti nell'area provenienti dai quadranti meridionali (Centro Campano per il Monitoraggio e la Modellistica Marina e Atmosferica, Univ. Parthenope)

Oltre a ciò risulta determinante anche la geomorfologia dell'area nell'accumulo di questi enormi quantitativi di MARF. In pratica i rifiuti di origine fognaria provenienti da ponente dai tre scarichi di troppopieno del collettore cittadino ASA (Arena S. Antonio), presenti in Cala Badessa (Fig. 53 e 54), propagandosi verso est e spinti dalle correnti costiere dominanti (Fig. 52), vanno ad intercettare il lungo banco della Cavallara, che si interpone a mo' di diga continua dalla terraferma per circa 700 m dalla costa, accumulandosi alle sue pendici e risalendo lungo i canyon sottomarini aperti verso ovest.

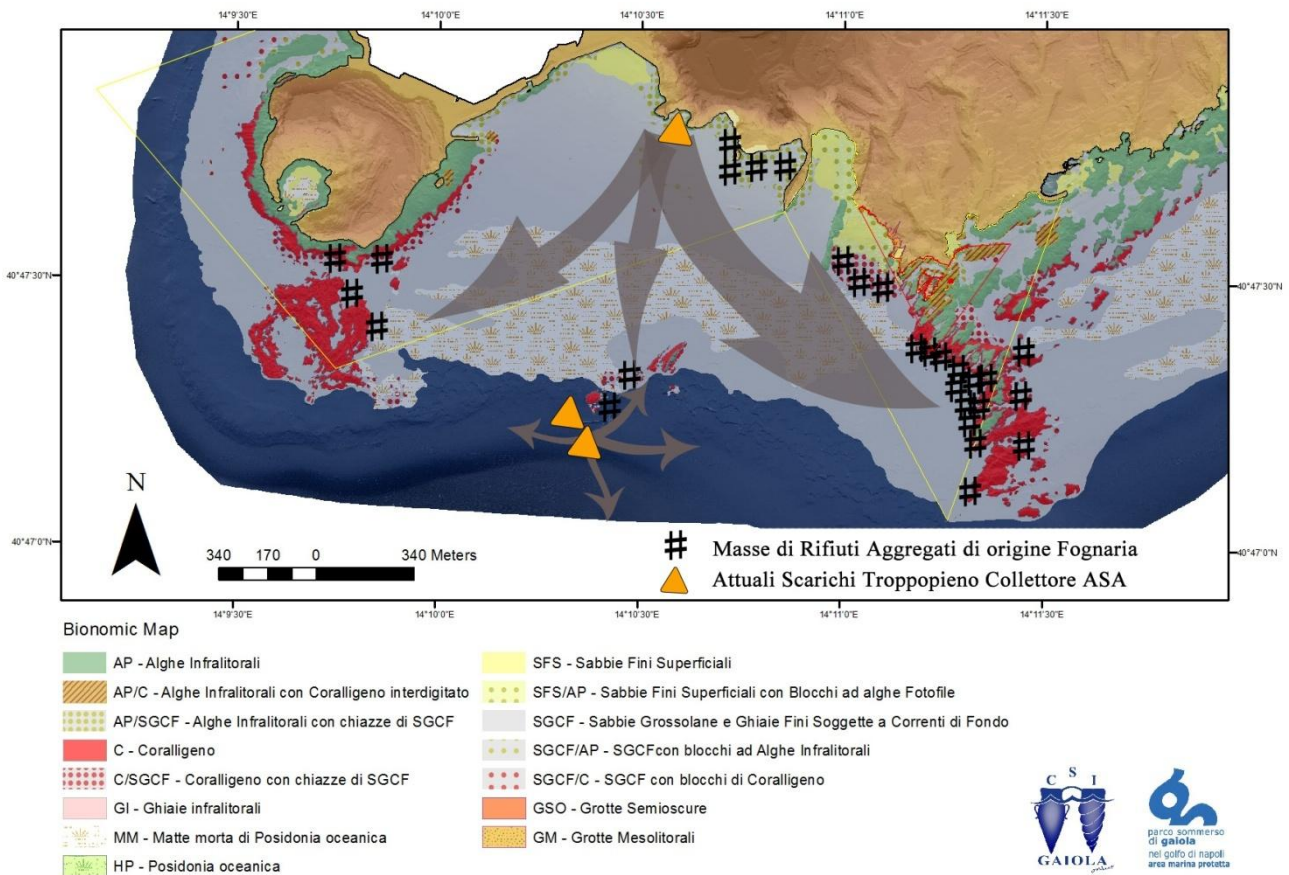


Fig. 53 Ipotesi di schema grafico dei flussi provenienti dagli scolmatoi di cala Badessa in relazione agli accumuli di MARF riscontrati nell'area

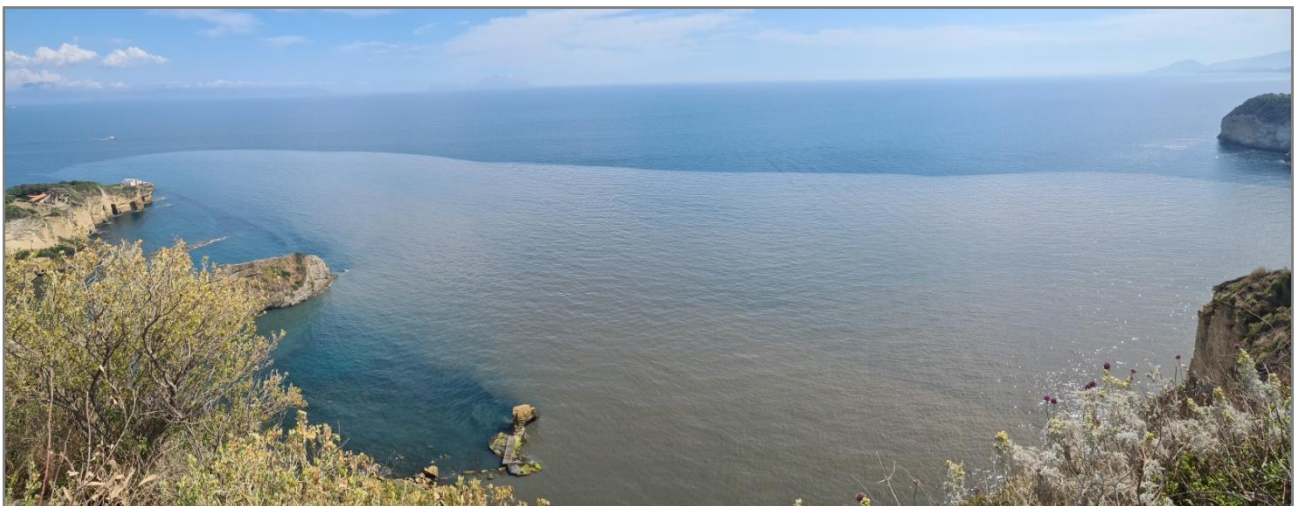


Fig. 54 Un'immagine tipica della fuoriuscita di acque reflue dallo scolmatatoio di cala Badessa con l'evidente plume che si espande verso Est invadendo l'intera Area Marina Protetta

Ricordiamo che trattasi di uno scarico di bypass che serve un'area urbana di oltre 200.000 abitanti e che può raggiungere una portata fino a 100 m³/sec, suddivisa in 2 condotte sottomarine al superamento dei 1,5 m³/sec e fino a 3,6 m³/sec e poi direttamente in galleria scolmatrice sulla linea di costa fino a 100 m³/sec.

È evidente che uno scarico di tale portata in un'area di estrema sensibilità ambientale come quella oggetto dello studio, interessata da una Zona Speciale di Conservazione Europea Natura2000 ed un'Area Marina Protetta nazionale, non poteva essere scevro di impatto sull'ambiente. Tuttavia stupisce il quantitativo enorme di rifiuti di chiara origine fognaria riscontrato, in riferimento alle norme europee, nazionali e regionali che stabiliscono il principio di eccezionalità, controllo (trattamenti preliminari adeguati) e compatibilità con il corpo recettore dello scarico, soprattutto nel caso di scarico in aree sensibili. Anche sul principio di eccezionalità infatti i dati acquisiti negli ultimi anni mostrano un trend annuale in continuo e rapido aumento che palesa il carattere non più di "eccezionalità" dello scarico, probabilmente anche per via dei cambiamenti climatici e dell'aumento della frequenza ed intensità delle piogge.

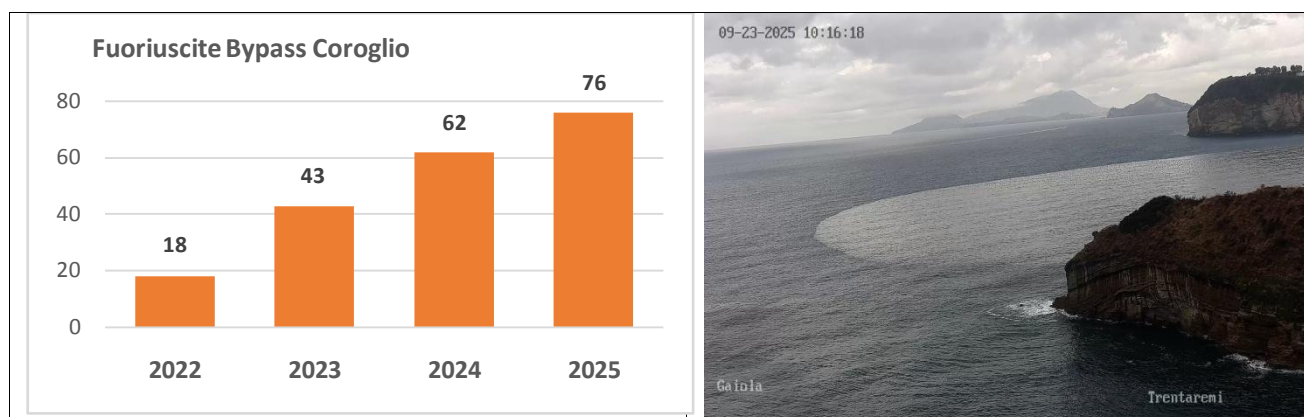


Fig. 55 Il Trend di attivazioni del Bypass di scarico, censito mediante il sistema di monitoraggio h24 del Parco

Per quanto riguarda le altre tipologie di elementi di degrado presi in esame, è evidente che in confronto alla problematica ambientale causata dagli scarichi di troppopieno assumono carattere marginale, tuttavia si riscontra una chiara dominanza di problematiche diverse nei quattro siti in relazione all'uso della fascia costiera, alla geomorfologia dei fondali ed alle correnti dominanti.

In particolare Nisida appare degradata soprattutto da elementi riconducibili all'attività di piccola pesca costiera e in maniera minore alla mitilicoltura - anche qui non mancano tracce di accumuli di MARF anche se in proporzioni nettamente inferiori rispetto alla Cavallara. Unendo i 4 elementi riconducibili all'attività di pesca, nasse attive, reti e nasse abbandonate e cordame, è evidente l'assoluta dominanza sugli altri elementi.

Su Badessa, l'elemento di degrado dominante, come già detto, risulta essere l'attività di mitilicoltura con la dispersione in mare di retini in polipropilene (reste) che hanno un impatto diretto sulle specie del coralligeno a portamento eretto, come gorgonie e leptogorgie, avviluppandosi attorno alle strutture ramificate.

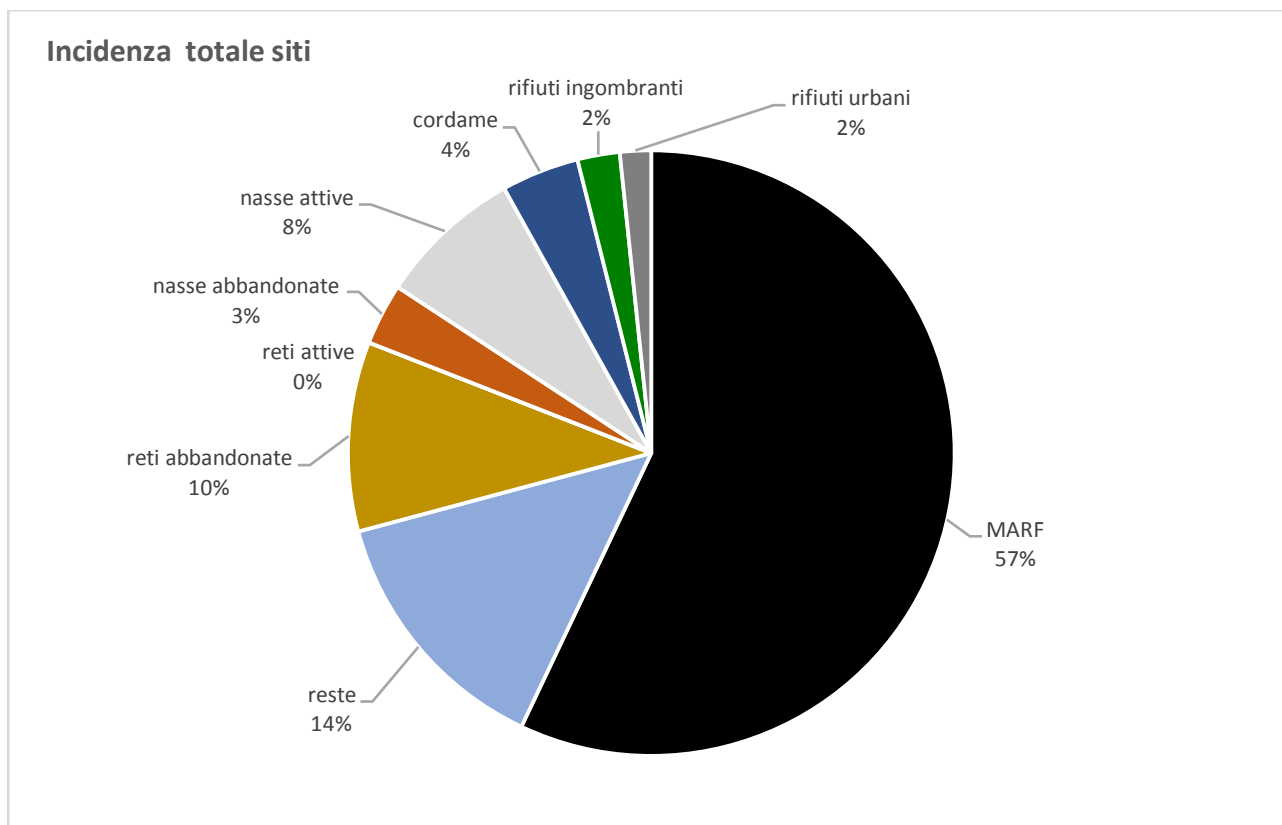


Fig. 56 Percentuale relativa di incidenza delle varie tipologie di degrado sull'intera area di studio

In conclusione, lo studio ha messo chiaramente in evidenza quali sono le varie tipologie di impatti che incidono maggiormente sull'habitat a Coralligeno (Habitat 1170) presente nei diversi siti presi in considerazione, di cui 2 in aree tutelate da norme nazionali e/o Europee.

Nonostante la vicinanza dei tre siti si evince comunque un peso differente di incidenza dei diversi elementi di degrado nelle diverse aree, molto probabilmente in relazione all'esposizione alle fonti contaminanti, alla geomorfologia dei fondali ed alle correnti costiere dominanti.

Tuttavia, come si evince dal Grafico in Fig. 56, gli scarichi di bypass presenti nell'area sono senza ombra di dubbio l'elemento di maggior impatto e degrado ambientale attualmente presente.

Video

Al seguente link è visionabile un estratto video delle riprese ROV eseguite all'interno dell'AMP durante il progetto: <https://youtu.be/hVzhsdZNaR4>

Indici STAR (STAndaRdized coralligenous evaluation procedure)

Al fine di offrire un quadro il più esaustivo possibile viene qui riportato un estratto sintetico della procedura STAR (STAndaRdized coralligenous evaluation procedure), svolta sempre nell'ambito del progetto URCHIN, utilizzata per ricavare indici di qualità ecologica relativi al Coralligeno di parete.

In particolare si riporta di seguito il grafico in Fig. 57 delle diverse stazioni di campionamento relativo all'indice IICA (Integrated Index for Coralligenous Assessment) calcolato mediando i valori normalizzati degli indici ESCA e COARSE.

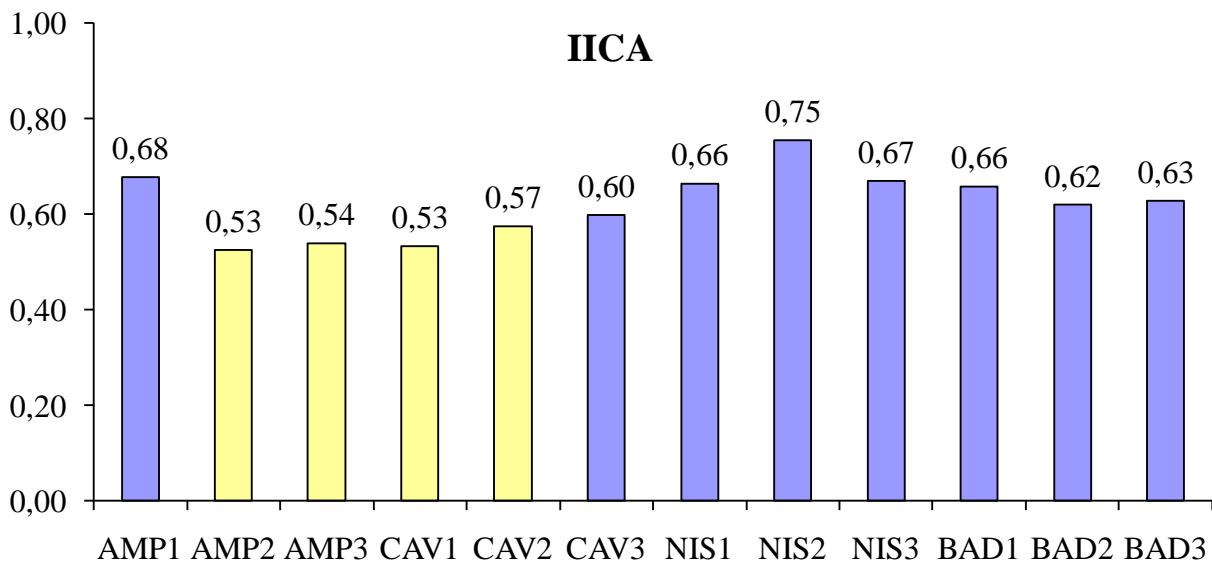


Fig. 57 Indice IICA delle stazioni di monitoraggio del coralligeno di parete

Si può notare che i valori sotto soglia sono proprio delle stazioni di campionamento su parete posizionate sul settore ovest del banco della Cavallare, alle quote più basse, sia all'interno dell'AMP (AMP2-AMP3) che sulla porzione di banco esterna (CAV1-CAV2). Questo indica una chiara sofferenza anche del Coralligeno di parete, soprattutto nelle zone del banco esposte ad ovest e più vicine al fondo, che risentono maggiormente dell'impatto del MARF proveniente dagli scolmatoi fognari. Si nota che la stazione AMP-1 che è ad una quota più elevata dal fondo è l'unica del settore che mostra valori nella norma.

Questi indici confermano quanto emerso dalle analisi precedentemente espone mirate all'individuazione e quantificazione delle tipologie di impatti.

Da sottolineare che, dato che la biocenosi coralligeno fonda tutta la sua complessa struttura sulla fissazione del carbonato di calcio da parte delle alghe rosse coralline (*Corallinales*), il ricoprimento da parte del MARF va a bloccare la possibilità di fotosintesi di tali alghe che morendo provocano la destrutturazione fisica dell'intera biocenosi.

Altri Studi sinecologici nell'area

E' interessante notare che la problematica rilevata in questo studio sulle biocenosi profonde a Coralligeno, relativa all'impatto dello scolmatonio fognario presente in Cala badessa, è stata rilevata anche nell'ambito di altre attività di ricerca precedenti e parallele su altre comunità biologiche presenti nella ZSC. Ed in particolare sulla biocenosi di fondo duro delle alghe fotofile superficiali (AP) rientrante sempre nell'Habitat 1170 - Scogliere (All. I della Dir. 92/43/CEE) e sulla biocenosi delle praterie di *Posidonia oceanica* 1120*, classificato come Habitat Prioritario.

Si riportano a tal proposito brevi estratti dei risultati del progetto di ricerca sul riccio di mare *Paracentrotus lividus* e sulla restoration habitat di *Posidonia oceanica*.

- Monitoraggio delle popolazioni di riccio di mare *Paracentrotus lividus*

Il riccio di mare *Paracentrotus lividus* (Lamarck 1816) è uno dei principali erbivori delle zone costiere superficiali del Mediterraneo. Attraverso la sua attività di grazing, P. lividus contribuisce a definire la struttura della comunità bentonica infralitorale (McClanahan, 1998; Sala et al., 1998) e per il suo ruolo questa specie viene definita cardine. Il monitoraggio della dinamica e struttura di popolazione del riccio di mare può rappresentare, quindi, un ottimo indicatore per definire lo stato ecologico delle scogliere rocciose superficiali caratterizzate dalla Biocenosi ad alghe Fotofile (AP).

A riconoscimento della sua importanza sia ecologica che commerciale e della necessità di una gestione sostenibile, P. lividus è stato inserito nell'Allegato III della Convenzione di Barcellona e nell'Allegato III della Convenzione di Berna come specie da regolamentare.

Le indagini sinecologiche sulle popolazioni di *Paracentrotus lividus*, sono state condotte nell'ambito dello stesso progetto URCHIN (NBFC - Spoke 8) nella stagione invernale 2024 e quella estiva 2025, dal gruppo di ricerca del Dott. Simone Farina, con l'intento di valutare l'influenza del livello di protezione e l'eventuale impatto di attività antropiche.

Sono stati selezionate 5 aree di campionamento, di cui 1 centrale in Zona A di riserva integrale, 2 in zona B di riserva generale (B1 e B2) e 2 esterne (Ex1 ed Ex2) (vedi mappa in Fig. 58)

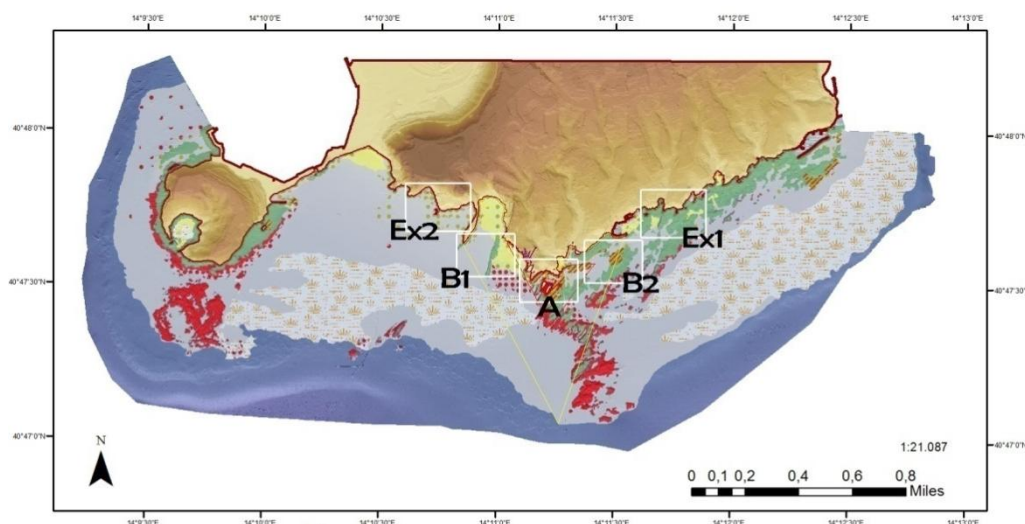


Fig. 58 Siti di campionamento di *Paracentrotus lividus*

Le indagini condotte hanno messo in evidenza anche per le comunità biologiche fotofile superficiali, evidenti problematiche legate agli scarichi provenienti dal troppo pieno fognario di Cala badessa.

Le strutture di popolazione rilevate nelle zone a protezione integrale e generale evidenziano l'efficacia della gestione di conservazione dell'AMP. In generale la densità totale dei ricci segue i gradienti di protezione con abbondanze più basse all'esterno dell'AMP e più elevate nella riserva integrale. Tuttavia, nei siti di controllo ad Ovest (B1 ed Ex2) le densità rilevate sono risultate notevolmente inferiori. In particolare el controllo a Ovest (Cala badessa - sito Ex2) il valore è risultato di 0.1 ± 0.1 ind/m², ovvero oltre sette volte inferiore al controllo Est e **praticamente prossima allo zero** (Fig. 59).

2024	<i>P. lividus</i>		<i>A. lixula</i>	
	2 m	5 m	2 m	5 m
A	9.2±1.4	2.9±0.5	0.9±0.3	0.6±0.2
B1-Ovest	0.6±0.2	0.7±0.5	0.8±0.5	0.3±0.2
B2-Est	3.3±1.2	0.4±0.2	0.5±0.4	0.1±0.1
Ex1-Est	2.7±0.4	2.3±0.5	0.0±0.0	0.1±0.1
Ex2-Ovest	0.2±0.1	0.2±0.1	0.0±0.0	0.0±0.0
2025	<i>P. lividus</i>		<i>A. lixula</i>	
	2 m	5 m	2 m	5 m
A	8.1±1.1	2.9±0.4	1.5±0.6	0.6±0.2
B1-Ovest	0.5±0.2	1.4±0.5	0.4±0.1	0.3±0.1
B2-Est	4.0±1.6	2.0±0.1	0.4±0.1	0.4±0.1
Ex1-Est	1.6±0.5	1.6±0.5	0.2±0.0	0.2±0.1
Ex2-Ovest	0.03±0.0	0.1±0.1	0.0±0.0	0.0±0.0

Fig. 59 Dati di densità rilevati nelle diverse stazioni di monitoraggio nell'Inverno 2025 ed Estate 2025

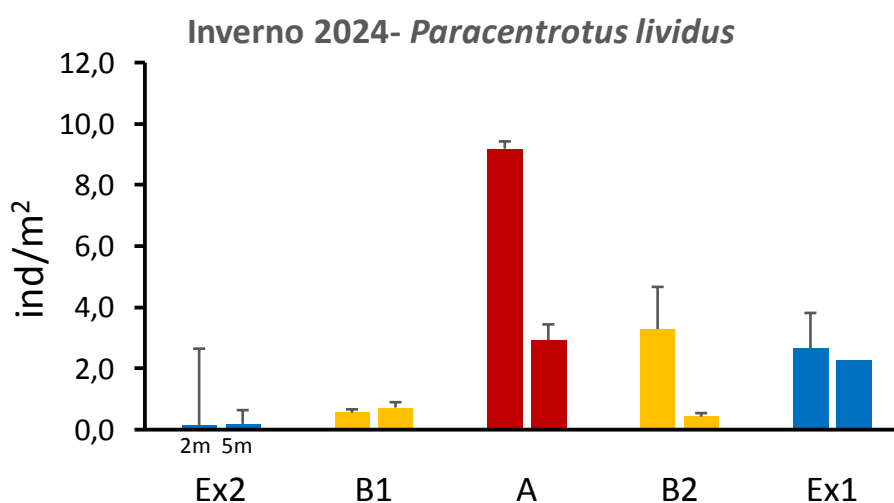


Fig. 60 Densità di *P. lividus* nelle 5 aree di campionamento (Inverno 2024)

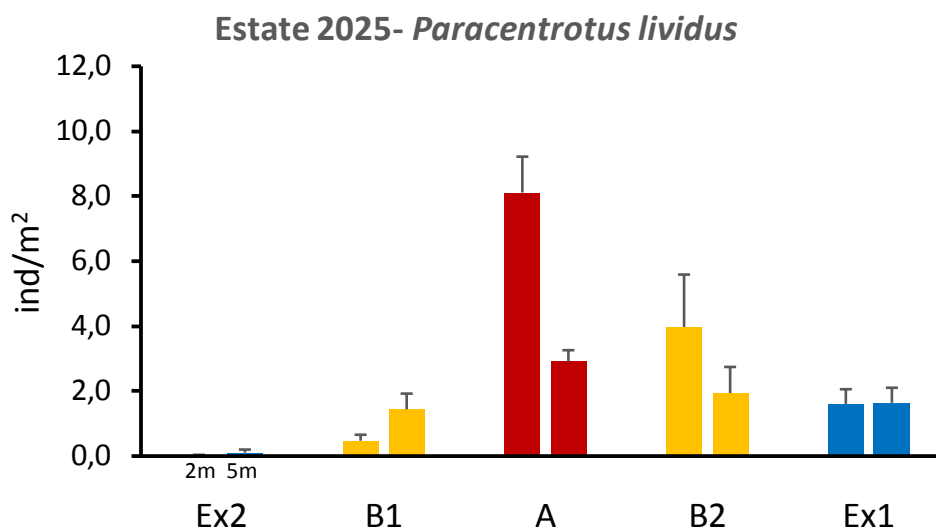


Fig. 61 Densità di *P. lividus* nelle 5 aree di campionamento (Estate 2025)

Come si vede nel sito Ex2 ad Ovest dell'AMP, in Cala Badessa, la densità di ricci è risultata pari a 0.2 ± 0.1 ind/m² a dicembre 2024 e 0.03 ± 0.0 ind/m² ad agosto 2025, valori prossimi allo zero, con una marcata differenza tra il settore ad est e ad ovest dell'AMP anche per quanto riguarda i due siti in Zona B.

Questo risultato è particolarmente rilevante in considerazione della presenza di uno scarico fognario di troppopieno situato nel settore ovest proprio in prossimità al sito di controllo Ex2, che in caso di piogge si attiva, con conseguenti sversamenti diretti a mare.

Durante il campionamento nella località Cala Badessa (interna alla ZSC Gaiola-Nisida) sono stati osservati diversi elementi di degrado ambientale: accumulo di rifiuti sui fondali (plastica, assorbenti igienici, salviettine in tessuto-non tessuto e altri materiali non biodegradabili di uso domestico (Fig. 62 a); presenza di particolato fine (silt) sia depositato sul fondo sia in sospensione nella colonna d'acqua, proliferazione di alghe filamentose sulle rocce e ridotta trasparenza dell'acqua (Fig. 62 b).



Fig. 62 Cala badessa: a) Depositi di rifiuti fognari superficiali; b) silt in sospensione e depositato sul substrato roccioso

Data la natura dello scarico, è evidente che durante gli sversamenti a mare aumenti considerevolmente l'apporto di nutrienti (come azoto, fosforo), detergenti, inquinanti come metalli pesanti e idrocarburi, e di agenti patogeni.

Queste condizioni possono compromettere la fecondazione, lo sviluppo larvale e i tessuti degli adulti ricci di mare (Morrone et al., 2022; Salvo et al., 2016; Warnau et al., 1996). Inoltre, le larve di riccio risultano estremamente sensibili alla qualità dell'acqua: tossine, alterazioni di pH o salinità e contaminanti ne riducono la sopravvivenza (Neves et al. 2018; Bertucci et al. 2022; Gambardella et al., 2024).

Inoltre gli scarichi trascinano sospensioni solide e sedimenti fini che ricoprendo il substrato roccioso, lo rendono inadatto alla fissazione delle reclute (Beiras et al., 2012). È quindi probabile che, anche qualora prodotte in aree più pulite, le larve non riescano ad insediarsi in Cala Badessa a causa delle condizioni ambientali degradate, ostili alla loro sopravvivenza e al successo di reclutamento. Nella Tabella seguente vengono riportati gli effetti noti sui ricci di mare dei diversi elementi di contaminazione che si possono trovare all'interno di acque reflue derivanti da dilavamento urbano e acque nere.

Inquinante	Fonte principale	Effetto sui ricci di mare	References
Patogeni, eutrofizzazione (N, P)	Acque nere domestiche, reflui non depurati	Stress fisiologico, aumento morie	Grech et al., 2022
Metalli pesanti (Cu, Zn, Pb, Cd, Hg)	Tubature, scarichi industriali, vernici navali	Tossicità embrionale, ridotta fertilità, stress ossidativo	Kobayashi and Okamura, 2004
Organostannici (TBT, TPT)	Vernici antivegetative, pesticidi agricoli	Tossicità embrionale/larvale, immunotossicità, ridotta sopravvivenza, anomalie dei primi stadi di sviluppo	Girard et al., 2000
Idrocarburi (IPA, oli)	Portualità, traffico urbano, scarichi industriali	Danni cellulari, accumulo nei tessuti, effetti riproduttivi	Rial et al., 2014
Microplastiche e additivi delle plastiche	Dilavamento urbano/industriale, rifiuti solidi, frammentazione delle plastiche	Ingestione, alterazioni alimentari, rilascio di additivi tossici, anomalie scheletriche nelle larve	Bertucci et al., 2022; Gambardella et al., 2024; Viel et al., 2023
Detergenti, tensioattivi, farmaci	Uso domestico (sapone, shampoo, prodotti chimici)	Alterazioni delle membrane cellulari e della respirazione, anomalie scheletriche nelle embrioni e nelle larve	Miroglio et al., 2025; Semenova et al., 2023

Fig. 63 Inquinanti ed effetti su *Paracentrotus lividus*

- Restoration Habitat di *Posidonia oceanica*

Come noto l'Habitat "*Posidonia oceanica*" 1120*, è classificato come Habitat *Prioritario, in quanto rappresenta come noto un'area di nursery fondamentale per la vita del Mediterraneo.

Grazie agli elevati tassi di produzione primaria, le praterie sono la base di molte catene alimentari che sostengono specie che vivono sia all'interno che al di fuori dall'habitat (Boudouresque et al., 2006; Evans & Arvela, 2011). Le praterie di *P. oceanica* sono aree di riproduzione e concentrazione per diverse specie animali (Francour, 1997); sostengono elevati livelli di biodiversità (Boudouresque et al., 2006; Evans & Arvela, 2011); sono considerati tra i più efficaci sistemi costieri vegetali per la fissazione di CO₂ come materia organica (Duarte et al., 2010; McLeod et al. 2011; Pergent et al., 2014), sottraendola dall'atmosfera; sono in grado di ridurre l'idrodinamica e la risospensione dei sedimenti (Boudouresque et al., 2006), proteggendo la linea di costa dall'erosione costiera e mantenendo alta la trasparenza dell'acqua. Alla luce del suo prioritario e fondamentale ruolo ecologico la *Posidonia oceanica* è tutelata sia a livello di habitat ai sensi della Dir. 92/43/CEE che a livello di specie ai sensi della Convenzione di Berna (Allegato 1) e dalla Convenzione di Barcellona (protocollo SPA/BIO). Proprio per l'importanza prioritaria che riveste, in ottemperanza a quanto prescritto dalla DIRETTIVA 92/43/CEE, a partire dal 2023 tale biocenosi è oggetto di un importante progetto di Restoration habitat volto a rigenerare l'antico posidonieto presente lungo la costa, pesantemente degradato dalle attività antropiche prima dell'istituzione dell'Area Marina Protetta e della ZSC.

Sono state quindi individuate 2 aree di reimpianto all'interno dell'Area Marina Protetta di Gaiola ad Est e ad Ovest dell'isola della Gaiola su fondali caratterizzati da idoneo substrato di reimpianto (*matte* di preesistente posidonieto), e sono state reimpiantate 3500 talee su circa 200m² di superficie. A 3 anni dall'operazione di *restoration habitat*, sono stati eseguiti nuovi monitoraggi nei siti di reimpianto del 2023 e la situazione tra le stazioni Est ed Ovest appare diametralmente opposta.

I siti di reimpianto posizionati ad Ovest della Gaiola, a largo della baia di Trentaremi, in Zona B, presentano al contrario dei siti ad Est, una situazione pesantemente degradata con un **success rate di appena il 15%**, contro il 55% della stazione di reimpianto ad Est, perfettamente in linea con i dati bibliografici.

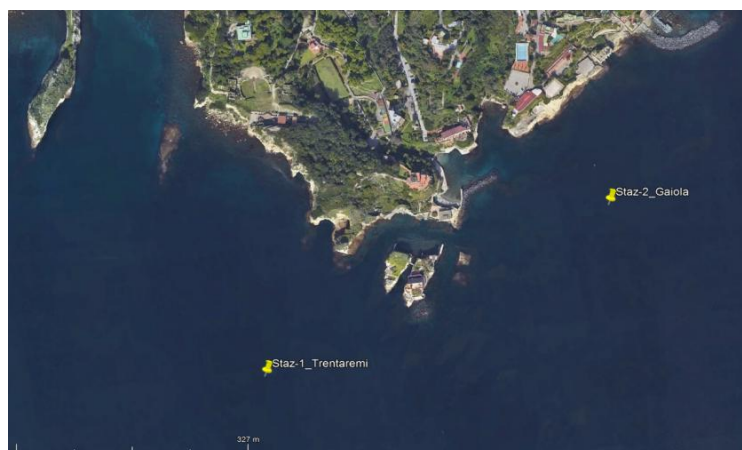


Fig. 64 Ubicazione delle stazioni di restoration habitat a *Posidonia oceanica* ad Ovest ed Est della Gaiola

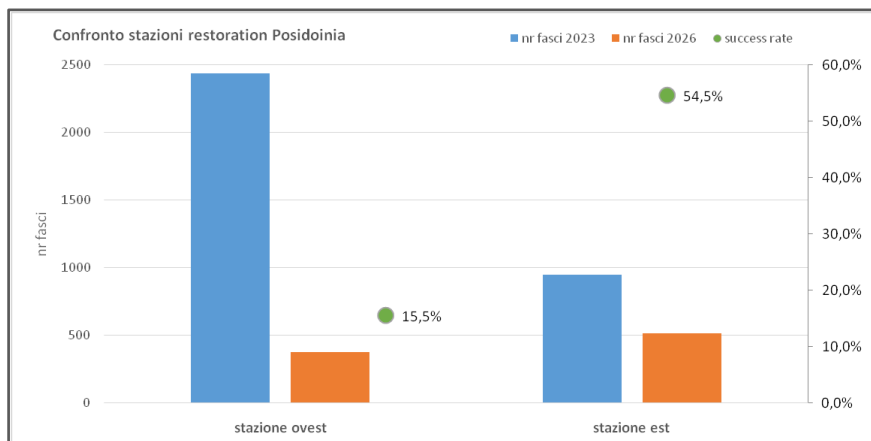
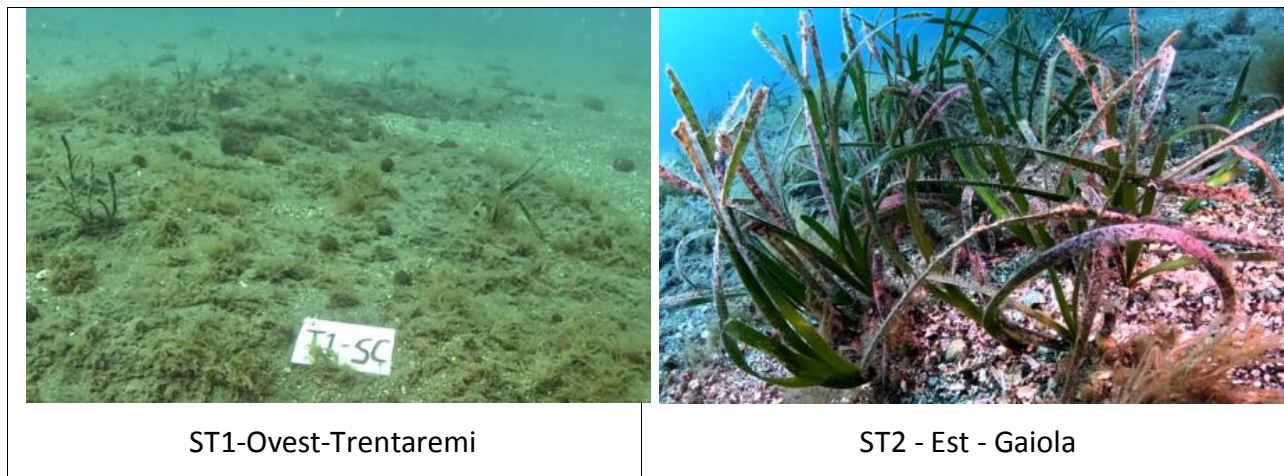


Fig. 65 Differenza di Success rate tra le stazioni di reimpianto ad Ovest ed Est della Gaiola

Sui fondali e sugli stessi nuclei di reimpianto si nota la presenza a tratti anche cospicua di rifiuti di chiara origine fognaria e le foglie appaiono spesso **ricoperte di un deposito particellato fine**. I nuclei di reimpianto si sono drasticamente diradati e non si notano segnali incoraggianti di ripresa vegetativa che possano far ipotizzare un'inversione del trend di diradamento.

La situazione, anche se non già compromessa, appare diametralmente diversa rispetto alle talee delle stazioni "Gaiola" ad Est che invece appaiono vigorose e in piena espansione e ripresa vegetativa (Fig. 66).



ST1-Ovest-Trentaremi

ST2 - Est - Gaiola

Fig. 66 Differenza tra le talee delle stazioni Ovest rade ed in sofferenza e le talee delle Stazioni Est in piena ripresa vegetativa

La presenza di uno scarico di troppopieno fognario nelle immediate vicinanze della baia di Trentaremi appare con evidenza essere la causa del cattivo stato di salute delle piante in quest'area.

Il dato è confermato dall'osservazione dei dati di irradianza raccolti mediante gli appositi sensori HOBO posizionati sulle stuoie. In occasione degli scarichi di troppopieno si ha un totale azzeramento della luce che raggiunge i fondali abbattendo enormemente la capacità fotosintetica della pianta (Fig. 67).

A questo si aggiunge la precipitazione del particolato in sospensione del plume di scarico che depositandosi sulle foglie delle piante continua ad inibire a lungo termine la capacità fotosintetica delle piante anche quando le condizioni di trasparenza si sono ripristinate.

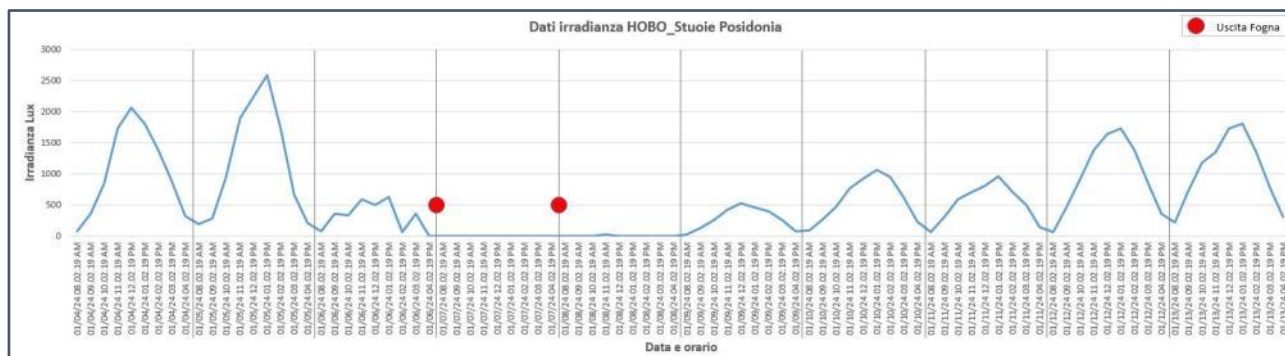


Fig. 67 Dati di irradianza sulla stazione di reimpianto Est-Trentaremi, a cavallo di un evento di Bypass fognario

L'osservazione dell'espansione del plume di liquami sversati in mare dallo scarico ha confermato come le stazioni di Trentaremi vengano colpite in pieno dal plume di scarico mentre, proprio per la conformazione della costa, le Isole della Gaiola fanno da argine per il settore costiero di levante spingendo leggermente più a largo il plume che non investe le stazioni ad Est (Fig.68).



Fig. 68 Plume di acque reflue in uscita dal Bypass fognario dallo scarico di Cala Badessa (29 Maggio 2025) con ubicazione della stazione di reimpianto Est-Trentaremi

E' evidente che tale scarico fognario di troppopieno rappresenta un grave fattore limitante per la ricrescita e ripristino del posidonieto in tutto il braccio di mare che va dalle isole della Gaiola a l'isola di Nisida, rientrando in larga parte nella Zona Speciale di Conservazione "Fondali marini di Gaiola-Nisida", che annovera tra gli habitat tutelati proprio l'habitat prioritario 1120* costituito dalle praterie di *Posidonia oceanica*, per il quale la direttiva Habitat (92/43/CEE) obbliga gli stati membri ad adottare tutte le misure per evitarne il degrado ed assicurarne il ripristino.

Conclusioni

Il Progetto URCHIN "Underwater Research Coralligenous Habitat In Naples", realizzato nell'ambito del Programma Spoke 8 del Centro Nazionale della Biodiversità "National Biodiversity Future Center" (NBFC), ha permesso di acquisire nuovi dati importanti per la conservazione della biocenosi coralligena presente nella Città di Napoli.

Come noto nella fascia costiera cittadina, tale fondamentale ecosistema marino mediterraneo è racchiuso interamente ed esclusivamente nel tratto di mare tra la Gaiola e Nisida, oggi tutelato sia da norme nazionali con l'istituzione dell'Area Marina Protetta Parco Sommerso di Gaiola che da norme Europee con la Zona Speciale di Conservazione "Fondali marini di Gaiola e Nisida".

L'attività di ricerca ha coinvolto diversi esperti di settore con un fitto piano di monitoraggio realizzato sia attraverso operatori subacquei sia tramite rilievi ROV (Remotely Operated Vehicle), che ha consentito di monitorare oltre 18km di fondali.

I risultati hanno mostrato un ecosistema marino ancora vitale, ma tuttavia pesantemente minacciato dalle attività antropiche presenti nell'area. Diversi gli elementi di contaminazione e degrado rilevati che vanno dai comuni rifiuti urbani, ai resti dei retini in polipropilene usati nella mitilicoltura a nasse e reti abbandonate.

Su tutti però è risultato dominante e particolarmente allarmante l'impatto arrecato dagli scarichi di troppopieno presenti proprio all'interno della ZSC Gaiola-Nisida, sia sulla linea di costa, sotto il promontorio di Coroglio, che sui fondali nei pressi della secca della Badessa. Sono stati rilevati centinaia di metri quadri di fondale (oltre 7000m²) completamente ricoperto da uno spesso tappeto di rifiuti fognari composti principalmente da salviette monouso in TNT e assorbenti igienici. Questo materiale, denominato **MARF - Masse Aggregate di Rifiuti Fognari**, oltre a contaminare l'area di materia plastica, soffoca letteralmente il fondale marino, rendendolo anossico, e provocando una desertificazione biologica.

Il MARF tuttavia è solo l'aspetto più evidente di una problematica molto più vasta che inficia su più livelli, dal microscopico al macroscopico, i diversi habitat e comunità biologiche dell'area dalla superficie in profondità.

La problematica infatti non riguarda solo il coralligeno e il MARF, come ha messo in evidenza il team del Dott. Simone Farina, uno dei massimi esperti italiani di ricci di mare, specie nevralgiche per l'ecologia degli ambienti rocciosi più superficiali, che ha condotto uno studio specifico nell'ambito del secondo target del progetto URCHIN, al Parco Sommerso di Gaiola.

I dati sulla consistenza di popolazione di *Paracentrotus lividus* mostrano un gradiente negativo man mano che ci si avvicina allo scarico, fino ad arrivare a valore zero nelle stazioni di monitoraggio di Cala Badessa a Coroglio. Questo non tanto per la presenza del MARF, che comunque è stato rilevato anche a queste profondità superficiali, ma per la contaminazione da **sostanze inquinanti ed il deposito dei "fanghi"** (materiale particellato microscopico) provenienti dallo scarico che lo rendono inospitale alla fissazione delle reclute.

Anche il Dott. Stefano Acunto che ha curato il primo progetto di riforestazione dei fondali dell'area di *Posidonia oceanica*, altro habitat mediterraneo fondamentale, la cui tutela e ripristino è sancita dalla stessa Direttiva habitat, mette in evidenza come l'**aumento di torbidità delle acque** causato dagli scarichi in mare sempre più frequenti dello scolmatoio di Coroglio, abbattano

continuamente e per lunghi periodi l'irradianza solare che raggiunge i fondali, indispensabile per la fotosintesi e la crescita di questa pianta marina. Inoltre il sottilissimo **"silt" che si deposita sulle foglie** dopo le fuoriuscite fognarie rende permanente la schermatura provocando la moria delle piante sui fondali ad ovest dell'isola della Gaiola.

E' evidente quindi la **compromissione a larga scala su più livelli** del sistema ecologico marino costiero dell'area causata dagli scarichi di troppopieno ed aggravata dalla **frequenza sempre maggiore** delle attivazioni degli scarichi in mare causata dei cambiamenti climatici.

Anche se esula dall'ambito della presente trattazione, è d'obbligo evidenziare che la compromissione ambientale dell'area possa avere delle naturali e dirette conseguenze di carattere **sanitario**. La fascia costiera di Posillipo, come noto, è interessata da intensa frequentazione a scopo balneare, ospita uno degli storici e più ampi impianti di mitilicoltura e rappresenta il principale areale di pesca per le cooperative di piccola pesca costiera cittadine (Dati Progetto FEAMP 2023).

Credits

Stefano Acunto

Maria Francesca Cinti

Gianmarco Di Pace

Simone Farina

Marco Guardascione

Paola Masucci

Giulia Mazzero

Luigi Piazzi

Federico Pinna

Alessandro Rignani

Francesco Saggiomo

Maurizio Simeone

Vincenzo Somma

Riccardo Vargiu

Rilievi ROV: Idrosfera s.r.l.

Elaborazione dati: Giulia Mazzero, Maurizio Simeone, Simone Farina, Federico Pinna, Riccardo Vargiu , Luigi Piazzi, Stefano Acunto.

Coordinamento scientifico: Maurizio Simeone

Area Marina Protetta

Parco Sommerso di Gaiola

Discesa Gaiola, Napoli

Tel 0812403235

info@areamarinaprotettagaiola.it

www.areamarinaprotettagaiola.it