

Effetti della pesca artigianale sugli habitat: il caso studio presso l'Area Marina Protetta "Torre Guaceto"

Progetto finanziato dal Fondo Europeo per gli Affari Marittimi e la Pesca (FEAMP)
2014/2020 - Misura 1.40

WP 2 Azione 3: Sostegno della definizione di misure di gestione della pesca nei siti Natura 2000 e nelle zone marine protette, quali studi di valutazione d'impatto e valutazione del rischio, comprese valutazioni che ne promuovono una maggiore coerenza.



A cura di:

Prof.ssa Simonetta Frascchetti – Università degli Studi di Napoli Federico II

Dr.ssa Chiara Silvestrini – Università degli Studi di Napoli Federico II

Sommario

1. Introduzione	3
2. Materiali e metodi	5
2.1 Area di studio e monitoraggio delle pesche	5
2.2 Stima della perdita di habitat.....	11
3. Risultati.....	12
3.1 Caratterizzazione del bycatch bentonico	12
3.1.1 <i>Fishing ground</i> : Coralligeno.....	16
3.1.2 <i>Fishing ground</i> : Praterie di <i>P.oceanica</i>	18
3.2 Confronto tra DPUE (Discard Per Unit of Effort) e CPUE (Catch Per Unit of Effort) .	21
3.3 Stima della perdita di habitat	23
3.3.1 <i>Axinella cannabina</i>	23
3.3.2 <i>Posidonia oceanica</i>	25
4. Discussione.....	27
5. Bibliografia	29
6. Appendice: lista taxa bycatch e lista taxa catch.....	31

1. Introduzione

Il mantenimento della biodiversità è una priorità per la conservazione. La pesca viene spesso considerata una delle attività maggiormente impattanti gli ecosistemi, in grado di alterare o distruggere gli habitat, determinando in ultima analisi la perdita di biodiversità e dei beni e servizi ecosistemici associati. È pertanto urgente valutare l'effetto di diversi tipi di attività di pesca sulla struttura e sul funzionamento di habitat potenzialmente esposti a questa attività per verificare la sostenibilità delle attività umane. In questo senso, mentre vi è un crescente interesse per i danni causati dalla pesca a strascico sugli habitat bentonici, ad oggi pochissimi studi si sono occupati degli effetti della piccola pesca costiera (small-scale fishery, SSF) su habitat vulnerabili e specie *habitat-former*. Sebbene la piccola pesca costiera (che rappresenta il 90% della pesca mondiale in termini di numero di imbarcazioni) sia generalmente considerata sostenibile, è stato dimostrato che alcune pratiche determinano danni significativi alle comunità bentoniche (Shester e Micheli, 2011; FAO, 2018).

La SSF comprende piccole imbarcazioni (di lunghezza non superiore ai 12 m) che non utilizzano attrezzi da pesca trainanti (European Maritime and Fisheries Fund, EU 2014); operano nelle prime 3 miglia dalla costa (Coppola, 2006; Guyader et al., 2013), non lontano dal porto di partenza e con motori di bassa potenza (Di Franco et al., 2014) (Fig. 1).



Fig. 1: imbarcazione artigianale che utilizza reti da posta.

Un importante impatto documentato della pesca avviene attraverso le catture accidentali (Gil et al., 2018; Priester et al., 2021). Le catture accidentali (*bycatch*) si verificano quando gli attrezzi da pesca catturano specie indesiderate che non hanno valore sul mercato economico o sono vietate dalla legge (Lucchetti et al., 2020).

È noto che cnidari, poriferi, briozoi siano tra i gruppi più influenzati dalla cattura accidentale dal momento che, per la loro natura ramificata o eretta, sono vulnerabili agli impatti meccanici derivanti dal contatto con le reti, con effetti cronici sul loro stato (Gonçalves et al., 2008; Enrichetti et al., 2019; Montseny et al., 2019). Si tratta però di un numero limitato di studi sulla perdita di biodiversità non in grado di valutare in maniera quantitativa l'entità del fenomeno, soprattutto nelle Aree Marine Protette (AMP).

Nella regione Puglia la pesca rappresenta un'importante realtà produttiva con una spiccata tradizione artigianale. Con lo sviluppo di nuovi attrezzi e tecniche differenti è diventata via via più diversificata. Diventa importante, quindi, valutare lo sforzo di pesca sia in termini di distribuzione spaziale e variabilità stagionale della flotta, sia quantificando la composizione del *bycatch* bentonico. Tali informazioni sono utili per stimare l'estensione di habitat che viene perduta, fornendo evidenze scientifiche per attuare adeguate politiche di mitigazione e conservazione.

2. Materiali e metodi

2.1 Area di studio e monitoraggio delle pesche

Al fine di quantificare il bycatch e l'effetto dell'attività della SSF sugli habitat vulnerabili è stato condotto un monitoraggio nell'AMP Torre Guaceto ($40^{\circ}42'N$, $17^{\circ}46'E$) e nelle zone esterne ricadenti nella ZSC Torre Guaceto e Macchia San Giovanni (IT9140005), nel nord brindisino (Fig. 2).



Fig. 2: ubicazione e confini della ZSC Torre Guaceto e Macchia San Giovanni e della AMP Torre Guaceto. In rosso è delimitata la zona di protezione integrale (zona A), in giallo la zona di protezione parziale (zona B), in celeste la zona di protezione generale (zona C).

L'area è caratterizzata da praterie di *Posidonia oceanica* e dal Coralligeno, due habitat inseriti nell'Allegato I della Direttiva Habitat dell'UE (1120: Praterie di *Posidonia*; 1170: Scogliere/Reef), di cui si conosce l'estensione e lo stato di salute, grazie a campagne di monitoraggio effettuate in accordo con i protocolli Marine Strategy nell'ambito di progetti come BIOMAP, AMAre, POR PUGLIA 2014-2020 ("Monitoraggio per la valutazione dello stato di conservazione delle praterie di *P. oceanica* e dell'habitat Coralligeno nell'Area Marina Protetta di Torre Guaceto") (Fig. 3).

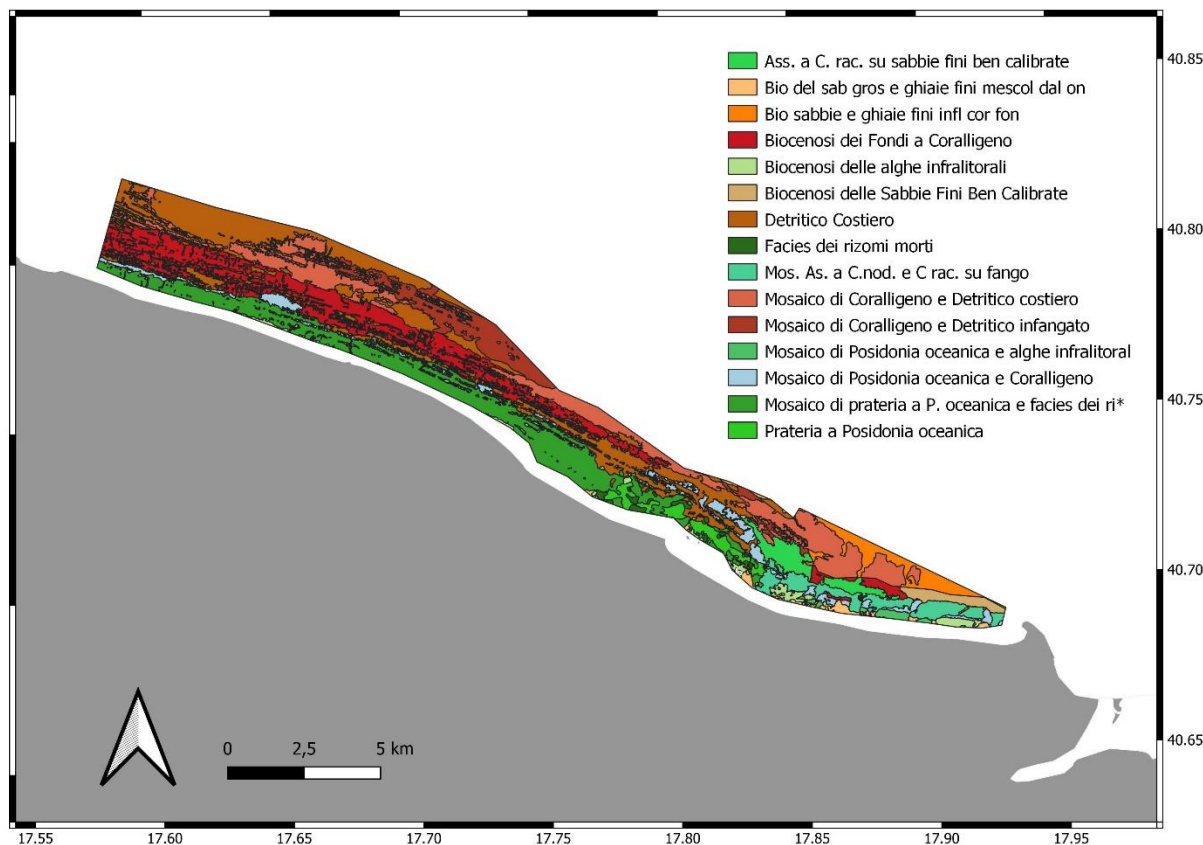


Fig. 3: cartografia che mostra la distribuzione degli habitat della ZSC Torre Guaceto e Macchia San Giovanni e della AMP Torre Guaceto.

Nel periodo compreso fra Aprile ed Agosto 2023, è stato effettuato un monitoraggio che ha compreso 69 pescate per 10 imbarcazioni, di cui 8 autorizzate ad operare anche all'interno dell'AMP (zona C). La distribuzione dei punti delle 69 pescate è mostrata in Fig. 4. Per la raccolta dei dati relativi al bycatch è stata avviata una collaborazione con alcuni pescatori artigianali locali che operano principalmente nella linea di costa tra Villanova (a Nord) e Torre Rossa (a Sud).

Ogni pescatore ha mantenuto le sue abitudini di pesca, che includono la scelta della rete e il sito di pesca. Tutte le imbarcazioni utilizzano reti da posta: di queste il tramaglio è la rete più utilizzata, di cui abbiamo valutato l'effetto su specie e habitat bentonici. In AMP, per ciascun tramaglio la dimensione della maglia consentita è pari o superiore a 30 mm (Fig. 5).

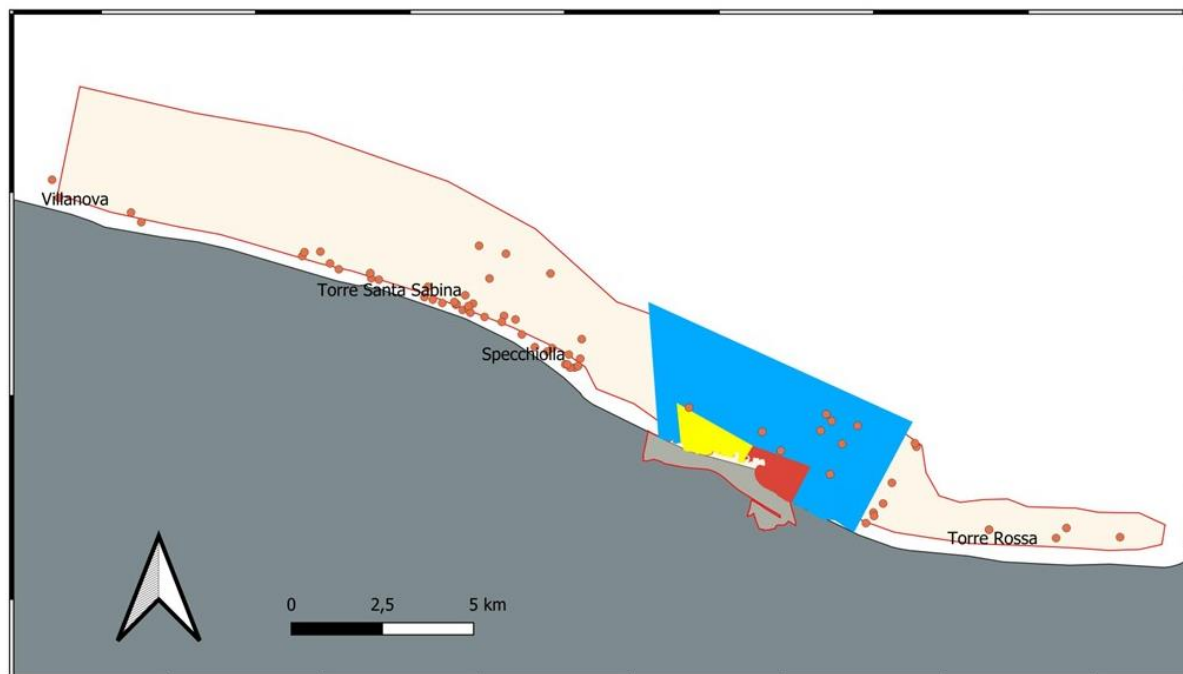


Fig. 4: distribuzione dei siti dove sono state condotte le pesche durante il monitoraggio.



Fig. 5: reti tramaglio adoperate dai pescatori operanti nell'area di studio..

La quantità e la qualità del bycatch proveniente dalle attività di pesca artigianale nell'area di studio sono state valutate tramite campionamenti fotografici allo sbarco: per ogni battuta di pesca, un operatore scientifico ha posizionato su un pannello di pvc metrato tutti gli organismi della componente di bycatch bentonico per poi fotografarli, pesarli e identificarli al livello tassonomico più spinto (di specie quando possibile) (Fig. 6). Lo stesso procedimento è stato utilizzato per la

fauna ittica (specie commerciali) (Fig. 7). La biomassa degli individui della componente commerciale è stata stimata utilizzando la relazione specifica lunghezza-biomassa disponibile sul sito www.fishbase.org. Per i crostacei e i cefalopodi, la relazione ha tenuto conto, rispettivamente della lunghezza del carapace e del mantello. La relazione lunghezza-biomassa per questi due taxa è disponibile su www.sealifebase.ca. Per le specie commerciali, si è preferito utilizzare la relazione lunghezza-biomassa piuttosto che pesare gli individui in loco, per limitare il più possibile la manipolazione di prodotti destinati ad uso alimentare.



Fig. 6: pannello metrato in pvc su cui viene posizionato il bycatch.



Fig. 7: pannello metrato in pvc su cui sono posizionate le specie commerciali

Bycatch e specie commerciali sono state riportate in termini di biomassa e abbondanza / metro di rete e moltiplicate per l'intera lunghezza della rete, ottenendo, rispettivamente il Discard Per Unit Effort (DPUE) e il Catch Per Unit Effort (CPUE). È stato possibile calcolare quante unità di bycatch si pescano per unità di catch, sia in termini di abbondanza che di biomassa.

Gli habitat dove sono avvenute le attività di pesca e utilizzati come *fishing ground* sono: sabbia misto roccia, *Posidonia* misto roccia e Coralligeno (Fig. 8). I dati sono stati riportati per i tre habitat. Tuttavia le analisi formali sono state condotte su *Posidonia* misto roccia e Coralligeno di cui sono disponibili dati di dettaglio, su distribuzione e stato di salute.

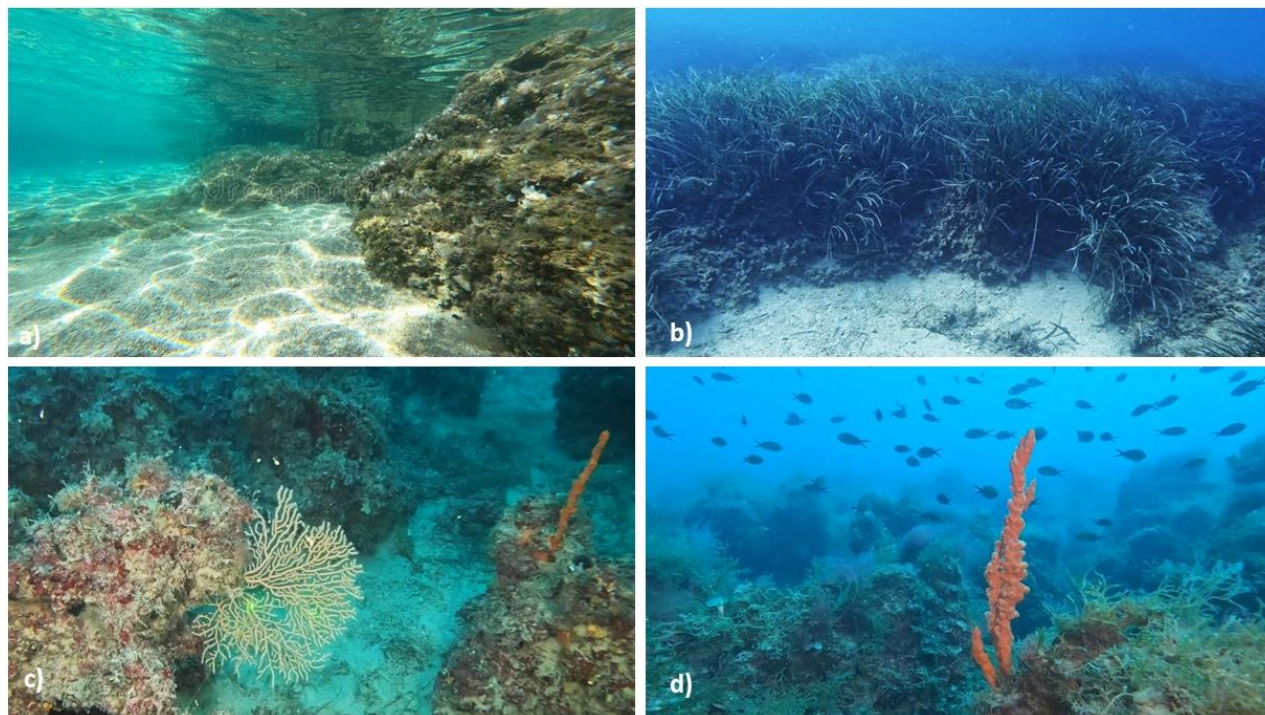


Fig. 8: tipologie di habitat dove sono avvenute le attività di pesca: a) Sabbia misto roccia; b) Praterie di *P. oceanica* misto roccia; c) e d) Coralligeno.

L'analisi della Varianza "distance based" è stata condotta tramite l'utilizzo delle distanze euclidee utilizzando 9999 permutazioni (Anderson, 2001), su dati non trasformati, per verificare differenze nell'abbondanza e nella biomassa totale del bycatch pescato dentro e fuori AMP, in ciascuno dei due habitat. L'analisi a una via, ha tenuto conto del fattore Protezione (Pr, fisso, 2 livelli). E' da sottolineare che il numero di pescate varia da dentro e fuori AMP e tra gli habitat poiché la scelta del sito di pesca rimaneva a discrezione del pescatore, che operava secondo le sue abitudini. Tuttavia PERMANOVA è robusta nell'analisi di disegni sperimentali caratterizzati da un ineguale numero di repliche.

L'analisi multivariata sulla struttura complessiva del bycatch è stata condotta tramite PERMANOVA basata sulle similarità di Bray-Curtis utilizzando 9999 permutazioni (Anderson, 2001), su dati non trasformati. Le analisi sono state eseguite mediante il software PRIMER v Plymouth Routines.

2.2 Stima della perdita di habitat

Con i dati raccolti è stata stimata la perdita annua di due specie *habitat forming*: *Axinella cannabina* e *Posidonia oceanica*.

Axinella cannabina è una specie strutturante l'habitat Coralligeno (1170: Scogliere/Reef) e *Posidonia oceanica* costituisce l'omonima prateria (1120*: Praterie di *Posidonia*).

La stima è stata ottenuta moltiplicando lo sforzo di pesca per il numero medio di fasci di *P. oceanica* e di individui di *A. cannabina* pescati per metro di rete; rapportando il valore ottenuto alla densità media dei fasci/individui nell'area in esame, si ottiene la superficie (in m²) delle due specie che viene perduta. I valori di densità sono stati ottenuti grazie ai monitoraggi Marine Strategy volti a valutare lo stato ecologico, sia nell'AMP che nella ZSC, dei due principali habitat vulnerabili dell'area: Coralligeno e praterie di *P. oceanica*.

Tramite interviste a 4 pescatori (autorizzati ad operare anche in AMP), è stata ottenuta l'informazione relativa allo sforzo di pesca annuo che insiste nell'area. Nello specifico, è stato chiesto a ciascun pescatore di indicare il numero medio di operazioni di pesca annue che svolgono sia all'interno che all'esterno dell'AMP.

Ai pescatori autorizzati ad operare in AMP è permesso svolgere la propria attività di pesca una sola volta a settimana; nessun tipo di regolamentazione vige invece in ZSC.

Il calcolo è riportato di seguito:

$$HL = \frac{c \times sp}{d}$$

Dove:

- **c (*cannabina*)** = n° medio di *A. cannabina* pescate per metro di rete;
- **sp (*sforzo di pesca*)** = prodotto del n° medio di metri di rete per operazione di pesca, per il n° di pescatori operanti nell'area, per il n° medio di operazioni di pesca all'anno;
- **d (*densità*)** = n° medio di *A. cannabina* al m² nelle aree di studio.

Allo stesso modo, abbiamo:

$$HL = \frac{f \times sp}{d}$$

Dove:

- ***f* (fasci)** = n° medio di fasci di *P. oceanica* standardizzati per metro di rete;
- ***sp* (sforzo di pesca)** = prodotto del n° medio di metri di rete per operazione di pesca, per il n° di pescatori operanti nell'area, per il n° medio di operazioni di pesca all'anno;
- ***d* (densità)** = n° medio di fasci di *P. oceanica* al m² nelle aree di studio.

In altre parole, le domande a cui rispondiamo sono:

- 1) *In che cosa consiste il bycatch dell'AMP / ZSC di Torre Guaceto?*
- 2) *Ci sono differenze nel bycatch pescato tra le due condizioni, AMP e ZSC?*
- 3) *Quante unità di bycatch bentonico (DPUE) sono pescate rispetto alle unità di specie commerciali (CPUE)?*
- 4) *Quanta superficie (m²) di habitat viene persa a causa delle attività di pesca? Ci sono differenze tra le diverse condizioni, AMP e ZSC?*

3. Risultati

3.1 Caratterizzazione del bycatch bentonico

In totale sono state analizzate 69 pesche: 59 in ZSC e 10 in AMP. Di queste 69 pesche, 34 sono state condotte su *Posidonia* mista a roccia (31 in ZSC e 3 in AMP), 13 su fondale sabbioso misto a roccia (solo in ZSC), 22 su coralligeno (15 in ZSC e 7 in AMP) (Fig. 9).

La dimensione della maglia varia tra 24 e 80 mm, quella più utilizzata è la 30 mm (71% delle pesche). La lunghezza delle reti varia tra 400 e 2000 m, con la lunghezza più frequente di 1000 m (65% delle pesche).

Nell'analisi e nell'interpretazione dei risultati va considerato che il numero delle pesche dentro e fuori AMP è stato molto diverso e i tempi di permanenza della rete in mare sono regolamentati all'interno dell'AMP e non lo sono all'esterno.

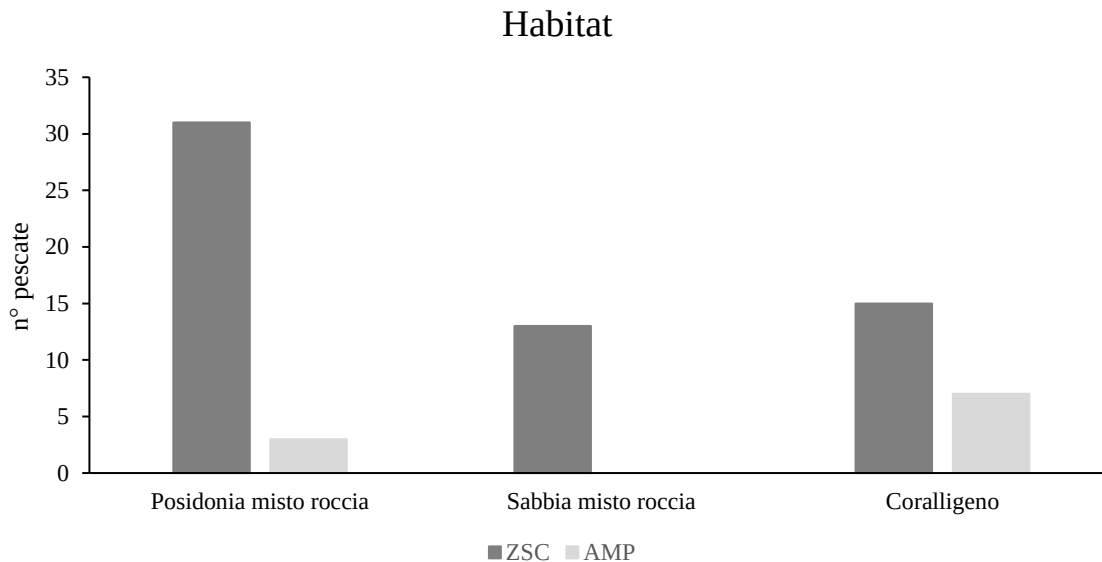


Fig. 9: numero di pesche eseguite su ciascun habitat (fishing ground) durante il monitoraggio, sia all'interno dell'AMP che nelle zone esterne ricadenti nella ZSC.

Complessivamente, i taxa raccolti nel bycatch più abbondanti sono rappresentati dagli echinodermi (231 individui, per lo più oloturie), alghe (211 talli, soprattutto *Codium*), da substrato costituito da concrezioni rocciose (191 frammenti), da fanerogame (159 fasci di *Posidonia* e *Cymodocea*) e da poriferi (126 individui) (Fig. 10) (In Appendice 1, lista completa dei taxa rinvenuti).

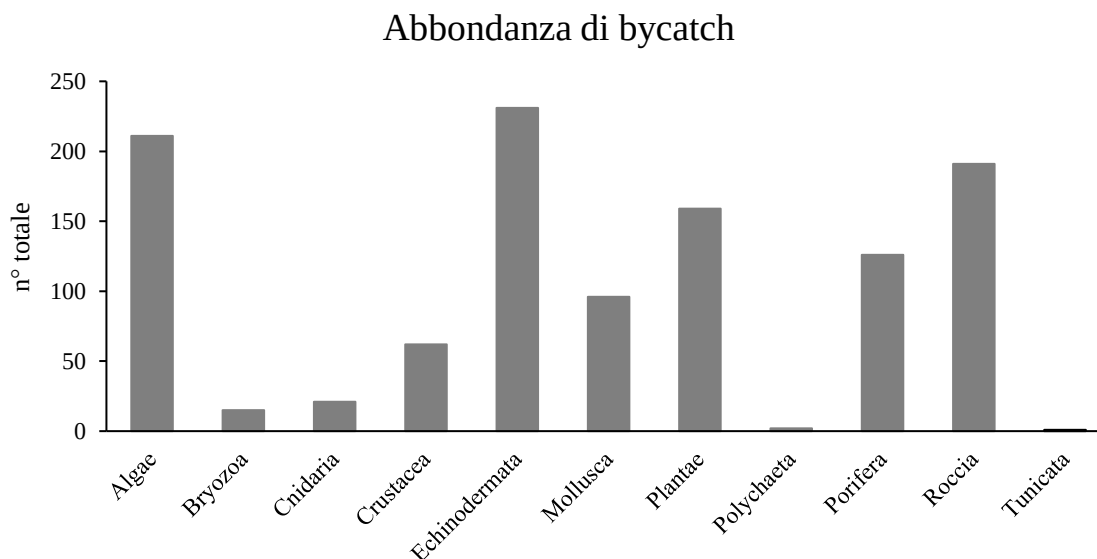


Fig. 10: numero totale di elementi (individui, talli, colonie, fasci, frammenti rocciosi) di bycatch divisi per taxa pescati durante il monitoraggio.

I taxa di bycatch con maggiore biomassa sono rappresentati dagli echinodermi (un totale di 22,5 kg), da substrato costituito da concrezioni rocciose (19,2 kg), dalle alghe (18,3 kg) e da poriferi (13,6 kg) (Fig. 11).

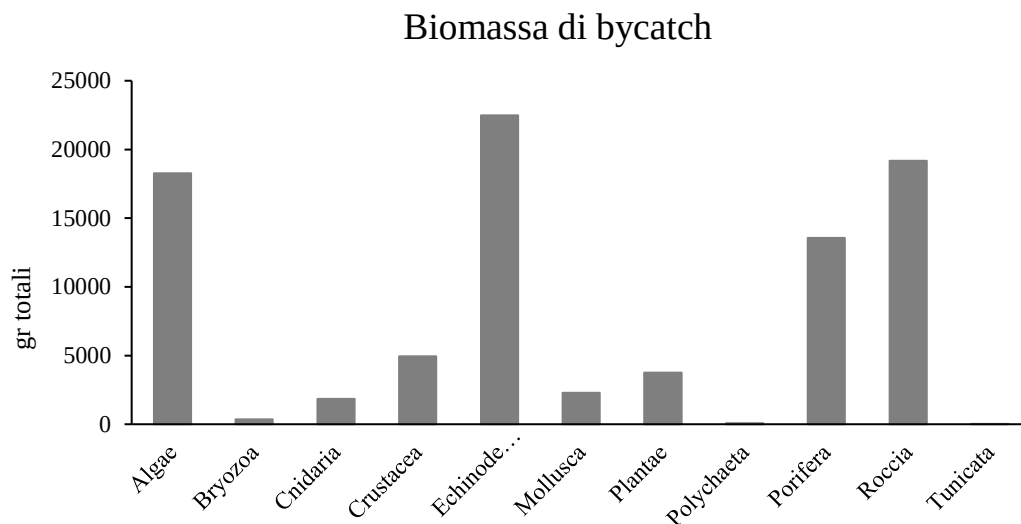


Fig. 11: biomassa totale espressa in grammi degli elementi (individui, talli, colonie, fasci, frammenti rocciosi) di bycatch divisi per taxa pescati durante il monitoraggio.

Per l'habitat 'sabbia misto roccia' la componente più abbondante è data da individui del genere *Holothuria* spp. (Fig. 12).



Fig. 12: campioni di bycatch derivanti da pescate effettuate su fondale sabbioso misto a roccia.

Per l'habitat *Posidonia* misto roccia, i fasci di *P. oceanica* sono una componente importante ma non esclusiva del bycatch (Fig. 13).



Fig. 13: campioni di bycatch derivanti da pescate effettuate sull'habitat *Posidonia* misto roccia.

Per l'habitat Coralligeno la componente più abbondante è data dai Poriferi, di cui *Axinella cannabina* rappresenta il 36% (Fig. 14)



Fig. 14: campioni di bycatch derivanti da pescate effettuate sull'habitat coralligeno.

3.2 Fishing ground: Coralligeno

L'analisi multivariata della composizione del bycatch pescato sul Coralligeno, non ha mostrato differenze significative nelle due diverse condizioni (AMP e ZSC), né in termini di abbondanza (Tab. 1), né di biomassa (Tab.2). Il risultato è rappresentato anche nell'nMDS (Fig. 15).

Tab. 1: Risultati dell'analisi PERMANOVA utilizzata per testare differenze nella composizione (abbondanza) delle specie/taxa di bycatch tra dentro e fuori AMP. *ns=non significativo*.

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Pr	1	3654	1,2912	0,2072 ns
Res	20	2830		
Total	21			

Tab. 2: Risultati dell'analisi PERMANOVA utilizzata per testare differenze nella composizione (biomassa) delle specie/taxa di bycatch tra dentro e fuori AMP. *ns=non significativo*.

Source	Df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Pr	1	1628,8	0,5965	0,8363 ns
Res	20	2730,5		
Total	21			

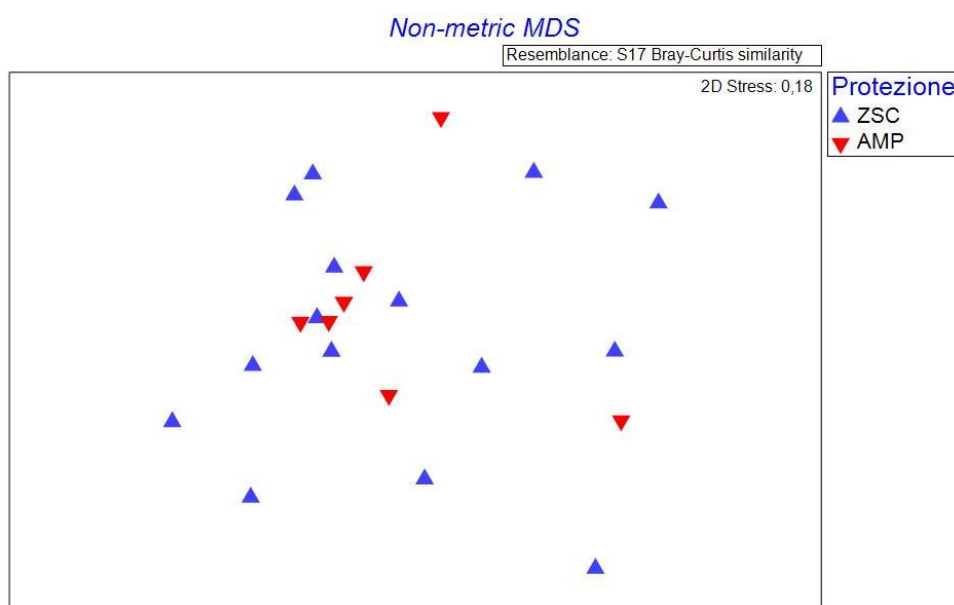


Fig 15: Non-metric multidimensional scaling (nMDS) sulla composizione del popolamento di bycatch tra ZSC e AMP.

Il numero totale di specie/taxa pescati è 16 in AMP e 26 in ZSC (Fig 16).

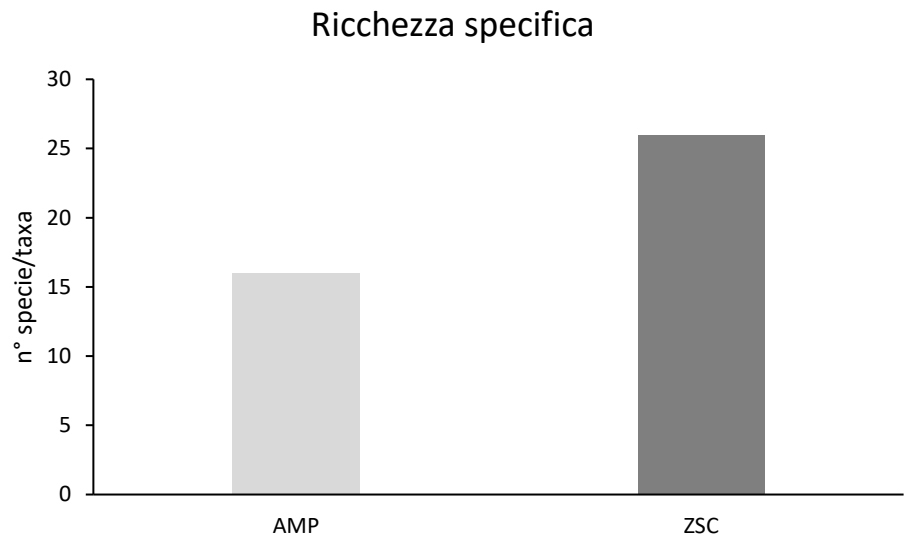


Fig. 16: ricchezza specifica del bycatch in AMP e ZSC.

L’analisi univariata non ha mostrato differenze significative tra dentro e fuori AMP per entrambe le variabili considerate (Tab. 3-4, Fig. 17-18).

Tab. 3: Risultati dell’analisi PERMANOVA utilizzata per testare differenze nell’abbondanza di bycatch tra dentro e fuori AMP. *ns=non significativo*.

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Pr	1	150,69	3,89	0,0637 ns
Res	20	38,738		
Total	21			

Tab. 4: Risultati dell’analisi PERMANOVA utilizzata per testare differenze nella biomassa di bycatch tra dentro e fuori AMP. *ns=non significativo*.

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Pr	1	8,74E+05	1,2141	0,2895 ns
Res	20	7,19E+05		
Total	21			

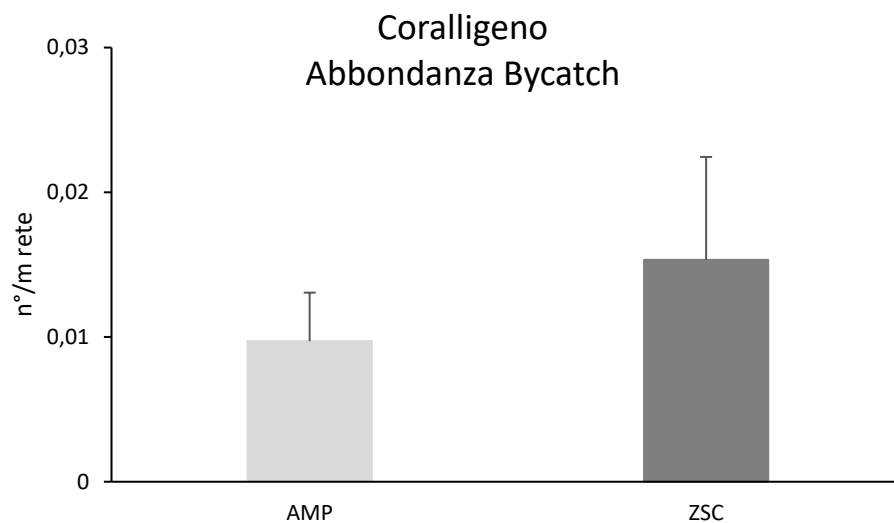


Fig. 17: abbondanza del bycatch, espresso come n° di elementi standardizzato al m di rete, pescato dentro e fuori AMP.

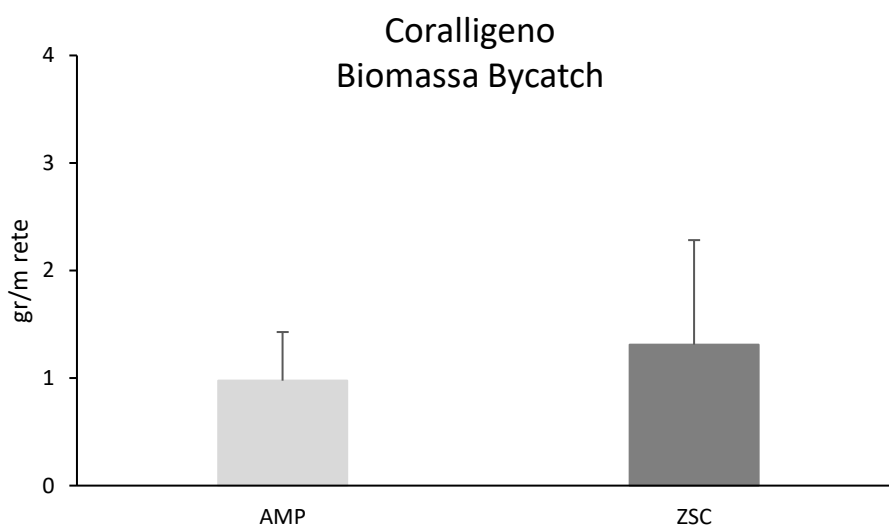


Fig. 18: biomassa del bycatch, espresso come n° di elementi standardizzato al m di rete, pescato dentro e fuori AMP.

3.3 Fishing ground: Praterie di *Posidonia oceanica*

L'analisi multivariata condotta sulla composizione del bycatch pescato nelle praterie di *P. oceanica*, anche in questo caso, non ha mostrato differenze significative nelle due diverse condizioni (AMP e ZSC), né in termini di abbondanza (Tab. 6), né di biomassa (Tab. 7).

Tab. 6: Risultati dell'analisi PERMANOVA utilizzata per testare differenze nell'abbondanza delle specie di bycatch tra dentro e fuori AMP. *ns=non significativo*.

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Pr	1	2455,7	0,76739	0,6792 ns
Res	32	3200		
Total	33			

Tab. 7: Risultati dell'analisi PERMANOVA utilizzata per testare differenze nella biomassa delle specie di bycatch tra dentro e fuori AMP. *ns=non significativo*.

Source	Df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Pr	1	4411,5	1,3138	0,2096 ns
Res	32	3357,7		
Total	33			

Sulla *Posidonia*, il numero totale di specie/taxa pescati è 6 in AMP e 24 in ZSC (Fig. 19).

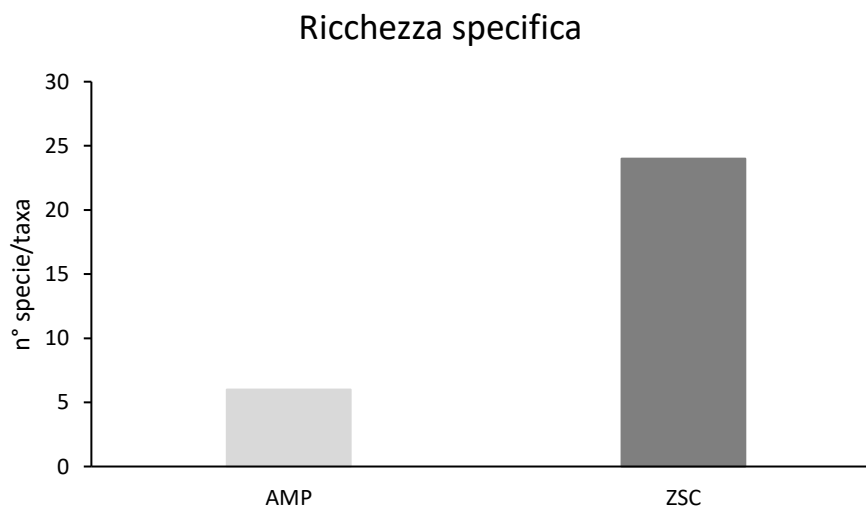


Fig. 19: n° di specie/taxa totali in AMP e ZSC, pescate su *Posidonia*.

L'analisi univariata non ha mostrato differenze significative tra dentro e fuori AMP per entrambe le variabili considerate (Tab. 8-9, Fig. 20-21).

Tab. 8: Risultati dell'analisi PERMANOVA utilizzata per testare differenze nell'abbondanza di bycatch tra dentro e fuori AMP. *ns=non significativo*.

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Pr	1	329,03	1,1991	0,2693 ns
Res	32	274,41		
Total	33			

Tab. 9: Risultati dell'analisi PERMANOVA utilizzata per testare differenze nella biomassa di bycatch tra dentro e fuori AMP. *ns=non significativo*.

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Pr	1	4,06E+06	1,355	0,1898 ns
Res	32	3,00E+06		
Total	33			

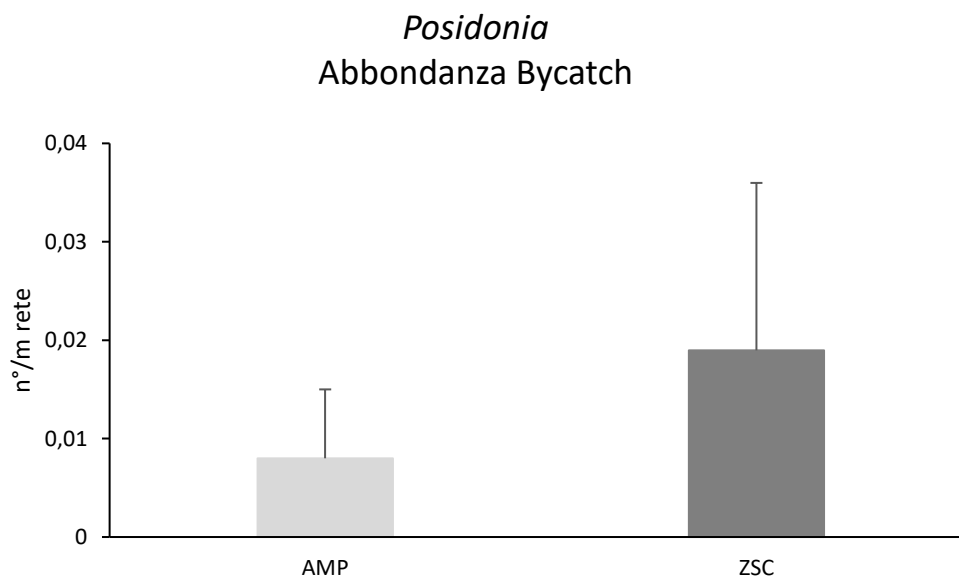


Fig. 20: abbondanza del bycatch, espresso come n° di elementi standardizzato al m di rete, pescato dentro e fuori AMP.

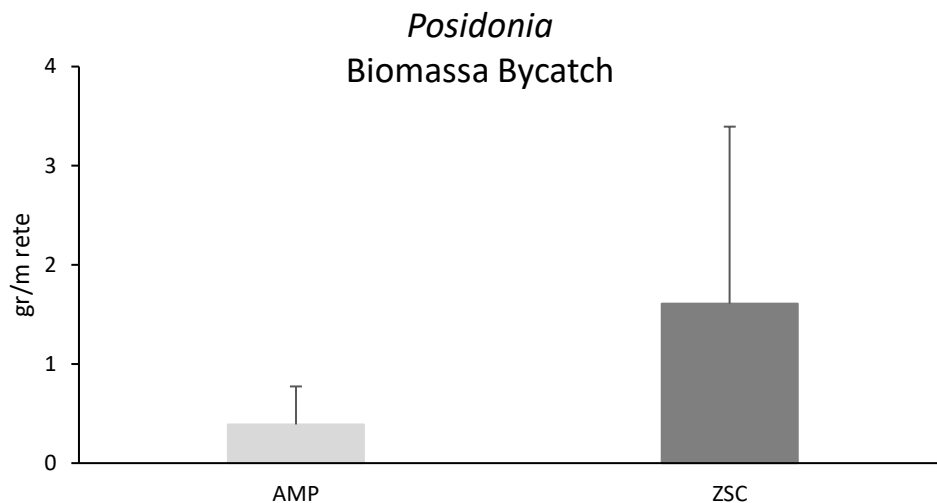


Fig. 21: biomassa del bycatch, espresso come n° di elementi standardizzato al m di rete, pescato dentro e fuori AMP.

3.4 Confronto tra DPUE (Discard Per Unit of Effort) e CPUE (Catch Per Unit of Effort)

3.4.1 Coralligeno

In termini di abbondanza espressa come percentuale, abbiamo che il DPUE costituisce il 29% in AMP e il 41% in ZSC, mentre il CPUE il 71% e il 59%, rispettivamente (Fig. 22).

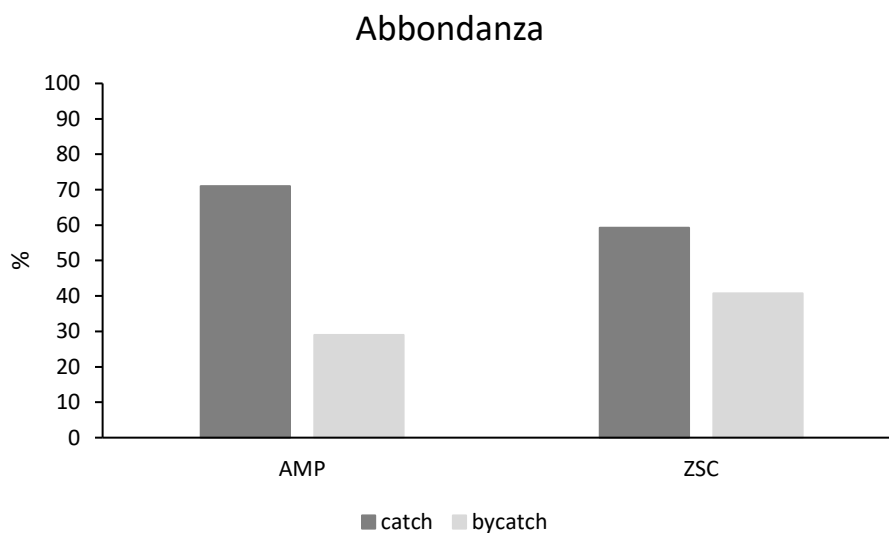


Fig. 22: abbondanza (%) di bycatch e catch per le due diverse condizioni di protezione (AMP e ZSC).

Stesso confronto è stato fatto per la biomassa dove abbiamo che il DPUE costituisce il 9% in AMP e il 20% in ZSC, mentre il CPUE il 91% e l'80% (Fig. 23).

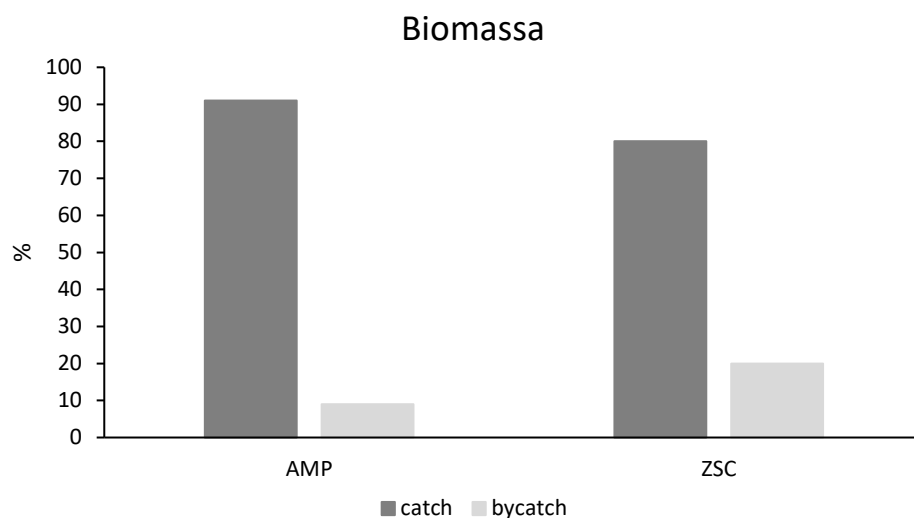


Fig. 23: biomassa (%) di bycatch e catch per le due diverse condizioni di protezione (AMP e ZSC).

3.4.2 *Posidonia oceanica*

Per quanto riguarda il bycatch pescato su praterie di *Posidonia*, il DPUE costituisce, in termini di abbondanza, il 20% in AMP e il 38,5% in ZSC, mentre il CPUE l'80% e il 61,5% (Fig. 24).

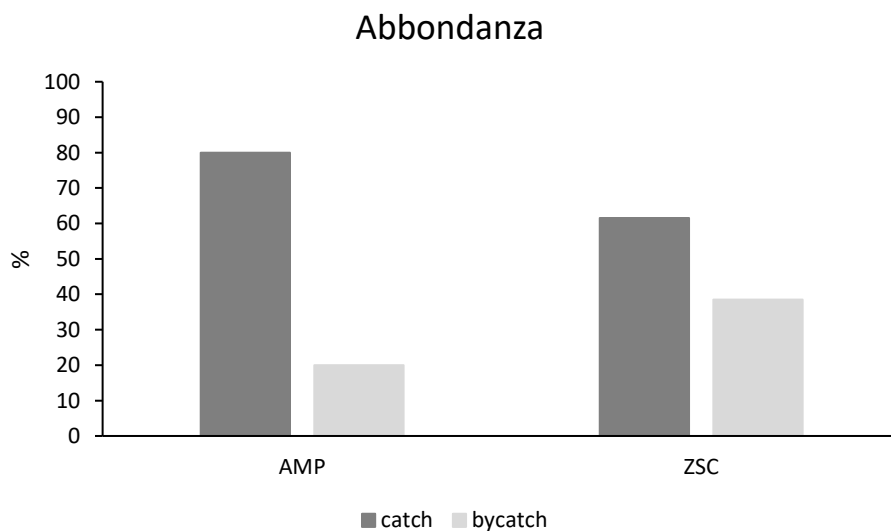


Fig. 24: abbondanza (%) di bycatch e catch per le due diverse condizioni di protezione (AMP e ZSC).

Per la biomassa, il DPUE costituisce il 6,2% in AMP e il 19,7 in ZSC. Il CPUE, rispettivamente, il 93,8% e il 79,3% (Fig. 25).

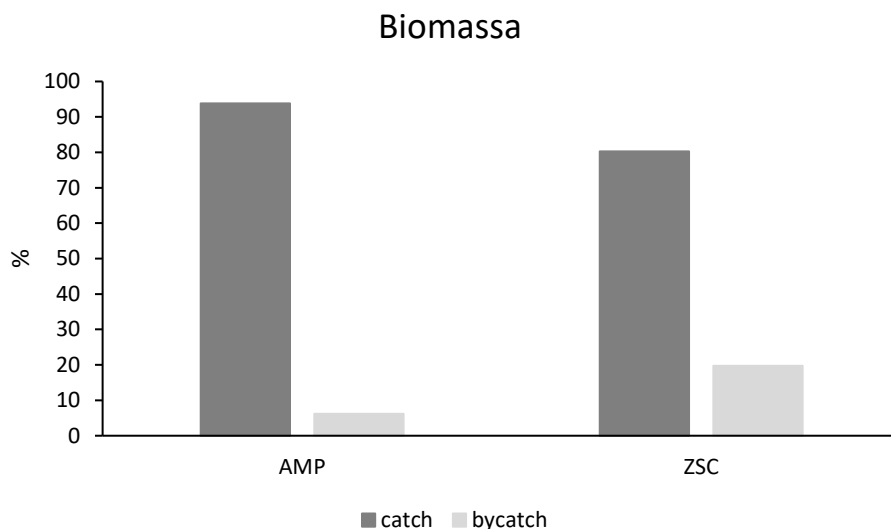


Fig. 25: biomassa (%) di bycatch e catch per le due diverse condizioni di protezione (AMP e ZSC).

3.5 Stima della perdita di habitat

Nelle Tabelle di seguito (Tab. 5 e 6) sono presenti alcune informazioni quantitative ottenute durante il monitoraggio. Tra queste informazioni sono presenti anche i valori utili per poter stimare la perdita di habitat/specie vulnerabili in conseguenza dell'attività diretta di pesca.

È stato effettuato una valutazione separata per la ZSC e l'AMP, poiché lo sforzo di pesca nelle due aree (vedi misure di regolamentazione in AMP) è differente.

3.5.1 *Axinella cannabina*

Tab. 5: prospetto delle informazioni raccolte durante il monitoraggio per la stima della perdita della specie *A. cannabina*.

	ZSC	AMP	TOTALE
TOT pescate (n°)	59	10	69
TOT <i>A. cannabina</i> pescate (n°)	42	20	62
Pescate su coralligeno (n°)	15	7	22
Pescate su coralligeno (%)	25,4	70	31,8

Lunghezza media rete (m)	1000	1000	1000
<i>A. cannabina</i>/m rete (n°)	0,000712	0,002	0,00135
Densità <i>A. cannabina</i> (n°/m²)	0,3	0,3	0,3
TOT pescatori (n°)	16	8	16
Pescate medie/anno (n°)	170	52	222
Pescate medie/anno su coralligeno (n°)	43	36	79
Estensione habitat Coralligeno (km²)	26,01	3,45	29,46
<i>A. cannabina</i> pescate/anno (n°)	1936	832	2768

Applicando la formula per stimare l'Habitat Loss (*HL*):

$$HL = \frac{c \times sp}{d}$$

Dove:

- ***c (cannabina)*** = n° medio di *A. cannabina* standardizzate per metro di rete;
- ***sp (sforzo di pesca)*** = prodotto del n° medio di metri di rete per operazione di pesca, per il n° di pescatori operanti nell'area, per il n° medio di operazioni di pesca all'anno;
- ***d (densità)*** = n° medio di *A. cannabina* al m² nelle aree di studio.

Otteniamo:

$$HL_{ZSC} = \frac{0,000712 \times 1000 \times 16 \times 170}{0,3} = 6455 \text{ m}^2$$

$$HL_{AMP} = \frac{0,002 \times 1000 \times 8 \times 52}{0,3} = 2773 \text{ m}^2$$

Il numeratore dell'equazione stima il numero di *Axinelle* pescate annualmente, considerando lo sforzo di pesca che insiste nell'area. Si ha, quindi, che in ZSC il numero stimato di *Axinelle* pescate è pari a 1936, mentre in AMP è pari a 832. Dividendo questo valore per la densità media di

Axinelle/m², si ottiene la superficie di habitat Coralligeno che, all'anno, perde questa specie habitat-forming, e cioè 6455 m² di superficie in ZSC e 2723 m² in AMP.

3.5.2 *Posidonia oceanica*

Tab. 6: prospetto delle informazioni raccolte durante il monitoraggio per la stima della perdita della specie *P. oceanica*.

	ZSC	AMP	TOTALE
TOT pescate (n°)	59	10	69
TOT fasci fogliari pescati (n°)	145	6	151
Pescate su praterie di <i>Posidonia</i> (n°)	31	3	34
Pescate su praterie di <i>Posidonia</i> (%)	52	30	49,3
Lunghezza media rete (m)	1000	1000	1000
Fasci/m rete (n°)	0,00246	0,0006	0,00153
Densità fasci <i>Posidonia</i> (n°/m²):			
- 0-5 m	637	/	637
- 5-10 m	531	/	531
- 10-15 m	415	/	415
- 15-20 m	312	312	312
TOT pescatori (n°)	16	8	16
Pescate medie/anno (n°)	170	52	222
Pescate medie/anno su <i>Posidonia</i> (n°)	88	15	103
Estensione habitat <i>Posidonia</i> (km²)		0,9	
Fasci pescati/anno (n°)	6691	250	6941

$$HL = \frac{f \times sp}{d}$$

Dove:

- ***f* (fasci)** = n° medio di fasci di *P. oceanica* standardizzati per metro di rete;
- ***sp* (sforzo di pesca)** = prodotto del n° medio di metri di rete per operazione di pesca, per il n° di pescatori operanti nell'area, per il n° medio di operazioni di pesca all'anno;

- **d (densità)** = n° medio di fasci di *P. oceanica* al m² nelle aree di studio.

La densità dei fasci di *Posidonia* è stata considerata in relazione a 4 diversi range di profondità: 0-5 m, 5-10 m, 10-15 m e 15-20 m. È da precisare, tuttavia, che la profondità minima nella zona C dell'AMP, è 15 m; dunque, il calcolo per la perdita di *Posidonia* in AMP verrà fornito solo per il range batimetrico 15-20 m.

$$HL_{ZSC(0-5\text{ m})} = \frac{0,00246 \times 1000 \times 16 \times 170}{637} = 10,5\text{ m}^2$$

$$HL_{ZSC(5-10\text{ m})} = \frac{0,00246 \times 1000 \times 16 \times 170}{531} = 12,6\text{ m}^2$$

$$HL_{ZSC(10-15\text{ m})} = \frac{0,00246 \times 1000 \times 16 \times 170}{415} = 16,1\text{ m}^2$$

$$HL_{ZSC(15-20\text{ m})} = \frac{0,00246 \times 1000 \times 16 \times 170}{312} = 21,4\text{ m}^2$$

$$HL_{AMP(15-20\text{ m})} = \frac{0,0006 \times 1000 \times 8 \times 52}{312} = 0,8\text{ m}^2$$

A seconda delle diverse profondità di pesca, che presentano differenti densità di fasci fogliari, otteniamo 4 scenari. In media, vengono pescati 0,00246 fasci per m di rete. Moltiplicando questo valore per lo sforzo di pesca annuale, abbiamo la perdita di circa 6700 fasci, corrispondenti a: 10,5 m² di prateria, nel caso i fasci siano pescati nel range batimetrico 0-5 m; 12,6 m², 16,1 m² e 21,4 m² se pescati, rispettivamente, nei range batimetrici di 5-10 m, 10-15 m e 15-20 m.

In AMP, dove lo sforzo di pesca è minore, abbiamo una perdita annuale di circa 250 fasci fogliari, corrispondenti a circa 0,8 m² di prateria, per l'unico range batimetrico 15-20 m.

4. Discussione

Le informazioni quantitative e qualitative sulla pesca artigianale sono generalmente carenti, specialmente nella valutazione del bycatch bentonico (Enrichetti et al., 2019). L'approccio qui utilizzato per la raccolta dei dati, con l'impegno partecipativo della comunità locale e la presenza costante di un operatore disponibile per il campionamento, ha permesso di raccogliere **informazioni accurate** sul bycatch di ciascuna operazione di pesca, garantendo una buona qualità del monitoraggio e fornendo una base di partenza importante per le valutazioni del caso sulla sostenibilità della SSF nella zona interna ed esterna all'AMP Torre Guaceto.

Complessivamente, questo studio sulla SSF dimostra che la componente di bycatch, sebbene rappresenti una **percentuale bassa** rispetto all'intero pescato, costituisce, comunque, una porzione non trascurabile, che include un totale di 40 taxa. E' da sottolineare che tra i taxa maggiormente pescati compaiono specie importanti da un punto di vista strutturale e funzionale (e.g. *Posidonia*, *Axinella cannabina*, *Holoturia* spp.). Un confronto diretto con altri studi che analizzano il bycatch derivante da SSF non sono disponibili. In letteratura, sono disponibili diversi studi che mostrano invece come la pesca a strascico possa generare fino al 40% (Escobar et al., 2009), 45% (Anderson, 2009) e 50% (Blom et al., 2009) di bycatch di invertebrati.

Nonostante **non emergano differenze significative** tra le diverse condizioni di protezione, per entrambi gli habitat la percentuale di bycatch è **sempre maggiore** in ZSC piuttosto che in AMP, sia per l'abbondanza che per la biomassa. A parità di numero di individui pescati, la biomassa tende ad essere, sia per il catch che per il bycatch, maggiore in AMP, ad indicare che i singoli individui hanno dimensioni maggiori laddove vi è una regolamentazione che prevede uno sforzo di pesca inferiore. Relativamente all'analisi multivariata, non sono emerse differenze significative nella composizione del bycatch tra AMP e ZSC, né su *Posidonia* né sul coralligeno.

L'importanza di *Posidonia* è ampiamente riconosciuta. I nostri risultati suggeriscono che la pesca condotta nell'AMP **non** rappresenti un impatto importante sulla prateria (pochi m² / anno). Il risultato è coerente con i dati di monitoraggio condotto nello stesso periodo sulla *Posidonia* dentro e fuori parco nell'ambito di un POR, che mostrano come la prateria sia sostanzialmente in buono stato sia dentro che fuori AMP.

Un **impatto maggiore** sembra emergere per quanto riguarda la demospongia *Axinella cannabina*, per via della sua forma eretta e delle sue dimensioni, risulta particolarmente vulnerabile al disturbo meccanico causato dall'attività di pesca. I dati mostrano come ogni anno si possa perdere sino a 6400 m² (in ZSC) e 2770 m² (in AMP). Si tratta quindi di un risultato importante considerato che *Axinella* è inserita dalla Marine Strategy tra le specie epi-megazoobentoniche strutturanti l'habitat Coralligeno per le quali è prevista la valutazione di specifiche variabili per stabilirne lo stato ecologico.

La quantificazione della perdita di habitat che abbiamo proposto è finora il primo tentativo che fornisce una stima quantitativa e pone l'attenzione su un tema, quello dell'effetto della SSF sugli habitat, decisamente poco studiato nella comunità scientifica. Seppure il calcolo sia stato effettuato su un numero limitato di pesche, offre un'indicazione sul potenziale impatto della SSF. Maggiore è l'estensione del monitoraggio nel tempo e nello spazio, maggiore è l'accuratezza della stima che si ottiene.

In previsione dell'ampliamento dell'AMP in corrispondenza della ZSC dove è stata condotta la ricerca, si suggerisce di sensibilizzare i pescatori che incidono nell'area in modo evitare le aree a coralligeno e ributtare in mare invertebrati per lo più della fauna vagile come le oloturie che giocano un ruolo chiave nel processamento della sostanza organica che si accumula nei fondali.

È importante sottolineare che l'approccio adottato non è privo di potenziali *bias*. Un'analisi rigorosa avrebbe richiesto un maggior numero di pesche all'interno dell'AMP. Inoltre, il monitoraggio allo sbarco si basa sempre sulla volontà dei pescatori di mostrare integralmente il proprio pescato, inclusa, come nel nostro caso, la componente di bycatch bentonico che in condizioni normali sarebbe stata rigettata in mare prima di raggiungere il porto. A questo proposito, ulteriore affidabilità del dato può essere raggiunta con la presenza a bordo di un operatore che avrebbe la possibilità di monitorare tutti gli individui salpati dalla rete.

5. Bibliografia

- Anderson, O. F., 2009. *Fish and invertebrate bycatch and discards in southern blue whiting fisheries, 2002-07*. New Zealand: Ministry of Fisheries.
- Blom, W., Webber, R., & Schultz, T., 2009. Invertebrate bycatch from bottom trawls in the New Zealand EEZ. *Tuhinga*, 20, 33-40.
- Coppola, S.R., 2006. Inventory of artisanal fishery communities in the Western and Central Mediterranean. Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No. 77. FAO, Rome, 82 pages.
- Di Franco, A., Bodilis, P., Piante, C., Di Carlo, G., Thiriet, P. et al., 2014. Fishermen Engagement in Mediterranean Marine Protected Areas: a key element to the success of artisanal fisheries management. MedPAN North Project. WWF, France. 135 pages.
- Enrichetti, F., Bava, S., Bavestrello, G., Betti, F., Lanteri, L., Bo, M., 2019. Artisanal fishing impact on deep coralligenous animal forests: a Mediterranean case study of marine vulnerability. *Ocean & Coastal Management* 177, 112–126.
- Escolar, M., Diez, M., Hernández, D., Marecos, Á., Campodónico, S., & Bremec, C., 2009. Invertebrate bycatch in Patagonian scallop fishing grounds: a study case with data obtained by the On Board Observers Program. *Revista de biología marina y oceanografía*, 44(2), 369-377.
- European Union (EU), 2014. Regulation (EU) No. 508/2014 of the European Parliament and of the Council on the European Maritime and Fisheries Fund and repealing Council Regulations (EC), 148 pp.
- FAO, 2018. “The State of World Fisheries and Aquaculture 2018,” in Meeting the Sustainable Development Goals (Rome: FAO).
- Gil, M.D.M., Catanese, G., Palmer, M., Hinz, H., Pastor, E., Mira, A., Grau, A., Koleva, E., Maria Grau, A., Morales-Nin, B., 2018. Commercial catches and discards of a Mediterranean small-scale cuttlefish fishery: implications of the new EU discard policy. *Sci. Mar.* 82, 155.
- Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Coelho, R., Monteiro, P., Ribeiro, J., Correia, C., Lino, P.G., Erzini, K., 2008. Non-commercial invertebrate discards in an experimental trammel net fishery. *Fisheries Manage* 15, 199–210

- Guyader, O., Fahy, E., Gaspar, M.B., et al., 2013. Small scale fisheries in Europe: A comparative analysis based on a selection of case studies. *Fisheries Research*, 140, 1-13.
- Lucchetti, A., Virgili, M., Petetta, A., Sartor, P., 2020. An overview of gill net and trammel net size selectivity in the Mediterranean Sea. *Fisheries Research* 230, 105677.
- Montseny, M., Linares, C., Viladrich, N., Biel, M., Gracias, N., Baena, P., Quintanilla, E., Ambroso, S., Grinyó, J., Santín, A., Salazar, J., Carreras, M., Palomeras, N., Magí, L., Vallicrosa, G., Gili, J.-M., Gori, A., 2021. Involving fishers in scaling up the restoration of cold-water coral gardens on the Mediterranean continental shelf. *Biological Conservation* 262, 109301.
- Priester, C.R., Martínez-Ramírez, L., Erzini, K., Abecasis, D., 2021. The impact of trammel nets as an MPA soft bottom monitoring method. *Ecological Indicators* 120, 106877.
- Shester, G.G., Micheli, F., 2011. Conservation challenges for small-scale fisheries: bycatch and habitat impacts of traps and gillnets. *Biological Conservation* 144, 1673–1681.

6. Appendice

a) Lista taxa bycatch bentonico

Phylum	Classe	Taxon
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Codium bursa</i>
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Halimeda tuna</i>
Ochrophyta	Phaeophyceae	<i>Halopteris scoparia</i>
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Laurencia</i> sp.
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Peyssonellia</i> sp.
Bryozoa	Gymnolaemata	<i>Bugula</i> sp.
Bryozoa	Gymnolaemata	<i>Calpensia nobilis</i>
Bryozoa	Didemnidae	<i>Didemnum</i> sp.
Cnidaria	Anthozoa	<i>Cladocora caespitosa</i>
Cnidaria	Anthozoa	<i>Eunicella cavolinii</i>
Cnidaria	Hydrozoa	<i>Eudendrium</i> sp.
Cnidaria	Anthozoa	<i>Leptogorgia sarmentosa</i>
Cnidaria	Anthozoa	<i>Polycyathus muelleriae</i>
Crustacea	Malacostraca	<i>Dardanus</i> sp.
Echinodermata	Astropectinidae	<i>Astropecten aranciatus</i>
Echinodermata	Echinasteridae	<i>Echinaster sepositus</i>
Echinodermata	Ophidiasteridae	<i>Hacelia attenuata</i>
Echinodermata	Holothuriidae	<i>Holothuria</i> sp.
Echinodermata	Asteriidae	<i>Marthasterias glacialis</i>
Echinodermata	Toxopneustidae	<i>Sphaerechinus granularis</i>
Mollusca	Muricidae	<i>Bolinus brandaris</i>
Mollusca	Muricidae	<i>Hexaplex trunculus</i>
Mollusca	Mytilidae	<i>Lithophaga lithophaga</i>
Mollusca	Spondylidae	<i>Spondylus gaederopus</i>
Mollusca	Umbraculidae	<i>Umbraculum umbraculum</i>
Plantae	Cymodoceaceae	<i>Cymodocea nodosa</i>
Plantae	Posidoniaceae	<i>Posidonia oceanica</i>
Polychaeta	Sabellidae	<i>Sabella spallanzani</i>
Porifera	Demospongiae	<i>Alcyonium palmatum</i>
Porifera	Demospongiae	<i>Agelas oroides</i>
Porifera	Demospongiae	<i>Aplysina aerophoba</i>
Porifera	Demospongiae	<i>Axinella cannabina</i>
Porifera	Demospongiae	<i>Axinella verrucosa</i>
Porifera	Demospongiae	<i>Cliona</i> sp.
Porifera	Demospongiae	<i>Chondrosia reniformis</i>
Porifera	Demospongiae	<i>Crambe crambe</i>
Porifera	Demospongiae	<i>Ircinia variabilis</i>
Porifera	Demospongiae	<i>Petrosia ficiformis</i>
Chordata	Ascidacea	<i>Halocynthia papillosa</i>

b) lista taxa catch

Classe	Famiglia	Taxon
Cephalopoda	Loliginidae	<i>Loligo vulgaris</i>
Cephalopoda	Octopodidae	<i>Octopus vulgaris</i>
Cephalopoda	Sepiidae	<i>Sepia officinalis</i>
Elasmobranchii	Dasyatidae	<i>Dasyatis pastinaca</i>
Elasmobranchii	Rajidae	<i>Raja clavata</i>
Elasmobranchii	Torpedinidae	<i>Torpedo marmorata</i>
Malacostraca	Calappidae	<i>Calappa granulata</i>
Malacostraca	Nephropidae	<i>Homarus gammarus</i>
Malacostraca	Palinuridae	<i>Palinurus elephas</i>
Malacostraca	Scyllaridae	<i>Scyllarides latus</i>
Malacostraca	Squillidae	<i>Squilla mantis</i>
Teleostei	Carangidae	<i>Lichia amia</i>
Teleostei	Carangidae	<i>Trachurus trachurus</i>
Teleostei	Congridae	<i>Conger conger</i>
Teleostei	Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i>
Teleostei	Labridae	<i>Coris julis</i>
Teleostei	Labridae	<i>Symphodus tinca</i>
Teleostei	Lophiidae	<i>Lophius piscatorius</i>
Teleostei	Merlucciidae	<i>Merluccius merluccius</i>
Teleostei	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>
Teleostei	Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i>
Teleostei	Phycidae	<i>Phycis phycis</i>
Teleostei	Sciaenidae	<i>Sciaena umbra</i>
Teleostei	Scombridae	<i>Scomber scombrus</i>
Teleostei	Scorpaenidae	<i>Scorpaena sp</i>
Teleostei	Serranidae	<i>Serranus scriba</i>
Teleostei	Soleidae	<i>Solea solea</i>
Teleostei	Sparidae	<i>Dentex dentex</i>
Teleostei	Sparidae	<i>Diplodus sp</i>
Teleostei	Sparidae	<i>Lithognathus mormyrus</i>
Teleostei	Sparidae	<i>Oblada melanurus</i>
Teleostei	Sparidae	<i>Pagellus erythrinus</i>
Teleostei	Sparidae	<i>Pagrus pagrus</i>
Teleostei	Sparidae	<i>Sarpa salpa</i>
Teleostei	Sparidae	<i>Sparus aurata</i>
Teleostei	Uranoscopidae	<i>Uranoscopus scaber</i>
Teleostei	Zeidae	<i>Zeus faber</i>