

# ***Monitoraggio delle specie ittiche e delle attività di piccola pesca ai fini della contabilità ambientale***

RELAZIONE TECNICA

Settembre 2015

A cura di:

Paolo GUIDETTI (responsabile scientifico)

Simona BUSSOTTI

Antonio DI FRANCO

Manfredi DI LORENZO

---

Accordo di programma CoNISMa (UO Nizza) – Consorzio di Gestione di Torre Guaceto

## INDICE

|                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUZIONE .....</b>                                                                       | <b>3</b>  |
| <b>2. MATERIALI E METODI.....</b>                                                                  | <b>7</b>  |
| 2.1 DESCRIZIONE DELL'AREA DI STUDIO E VALUTAZIONE ER TRAMITE CENSIMENTI VISIVI.....                | 7         |
| 2.2. VALUTAZIONE DEI RENDIMENTI DELLA PESCA ARTIGIANALE DENTRO E FUORI L'AMP .....                 | 10        |
| 2.3. ANALISI PRELIMINARE DEI CONTENUTI STOMACALI DEL PESCE SERRA, <i>POMATOMUS SALTATRIX</i> ..... | 12        |
| <b>3. RISULTATI .....</b>                                                                          | <b>14</b> |
| 3.1. VALUTAZIONE ER TRAMITE CENSIMENTI VISIVI (SUBLITORALE ROCCIOSO 5-8 M) .....                   | 14        |
| 3.1.1. <i>"Effetto Riserva" nel sublitorale roccioso (5-8 m)</i> .....                             | 16        |
| 3.1.2 <i>"Effetto Riserva" nel sublitorale roccioso superficiale (0-3 m)</i> .....                 | 40        |
| 3.2 "EFFETTO RISERVA" SULLA PESCA ARTIGIANALE .....                                                | 61        |
| 3.3. ANALISI PRELIMINARE DEI CONTENUTI STOMACALI DEL PESCE SERRA, <i>POMATOMUS SALTATRIX</i> ..... | 67        |
| <b>4. CONSIDERAZIONI FINALI SINTETICHE.....</b>                                                    | <b>70</b> |
| <b>5. BIBLIOGRAFIA .....</b>                                                                       | <b>74</b> |

## 1. Introduzione

La fauna ittica rappresenta una componente importante degli ecosistemi marini non solo in termini di biomassa e di abbondanza, ma anche in quanto le diverse specie, occupando livelli trofici differenti, assolvono a molteplici funzioni all'interno dei vari processi ecologici che garantiscono il buon funzionamento degli interi ecosistemi (Holmlund & Hammer, 1999).

La fauna ittica rappresenta anche una fonte rilevante di informazione in merito allo stato di salute degli ecosistemi di cui fa parte. In contesti di Aree Marine Protette (AMP), per esempio la composizione quali-quantitativa della fauna ittica costiera è una fonte di informazione cruciale per verificare l'efficacia delle misure di protezione/gestione messe in atto e, di conseguenza, per migliorare la gestione adattativa a livello ecosistemico.

Il mar Mediterraneo è oggetto di pesca fin dalla preistoria (Desse & Desse-Berset, 1998). La pesca artigianale (ovvero la pesca professionale esercitata con strumenti e metodi tradizionali) fa parte della storia e della cultura mediterranea e costituisce il 60-80% della flotta professionale dedita alla pesca (European Commission, 2004). In anni recenti, tuttavia, la pesca artigianale è entrata in una profonda crisi che ha portato ad un generale dimezzamento della flotta e degli addetti (Gómez et al., 2006). Le AMP, da questo punto di vista, si ritiene abbiano le potenzialità per produrre benefici sulla pesca artigianale locale, ma ad oggi gran parte degli studi disponibili sono soprattutto modellistici (e.g. White et al., 2008), mentre le indagini sul campo sono alquanto scarse (Guidetti et al., 2010; Guidetti & Claudet, 2010).

La pesca, al di là delle sue componenti culturali, storiche e sociali, è anche una delle attività umane più impattanti sugli ecosistemi marini costieri (Costanza et al., 1998; Roberts et al., 2003). Tale impatto è aumentato nel tempo a causa del passaggio da una pesca di sussistenza ad una pesca commerciale, spesso di grande scala (industriale). Questo mutamento ha prodotto seri problemi ecologici ed socioeconomici a livello globale dal momento che le risorse di pesca sono state e sono anche attualmente sfruttate al di sopra delle loro capacità di recupero.

In relazione alla tipologia specifica, i vari sistemi di pesca possono provocare impatti su *stock* di singole specie, interi popolamenti e/o habitat (Worm et al., 2006). Va detto, inoltre, che l'impatto delle attività di pesca è sicuramente intenso non solo nelle nazioni economicamente sviluppate, ma anche nei paesi in via di sviluppo, dove l'espansione delle attività di prelievo in ambiente costiero (anche a causa degli investimenti delle grandi compagnie dei paesi più sviluppati) rappresenta una minaccia per la diversità biologica e per la disponibilità di risorse per le popolazioni locali (Attwood et al., 1997). In questo contesto, è evidente la necessità di intervenire con adeguate politiche di gestione e conservazione dell'ambiente marino.

La gestione della pesca in passato implicava soprattutto l'utilizzo di modelli finalizzati alla gestione di *stock* di singole specie oggetto di pesca. Gli ecosistemi nel loro complesso non erano presi in considerazione. Ogni specie (comprese quelle pescate), tuttavia, interagisce con l'ambiente e le altre specie (es. attraverso la predazione, la competizione, etc.), per cui la gestione della pesca che non consideri gli ecosistemi è di fatto fallimentare. Molte delle specie di maggior interesse per la pesca sono specie ittiche predatrici di elevato livello trofico ed un loro eccessivo prelievo può ridurre così drasticamente le loro densità e taglie da determinare effetti a cascata sulle intere comunità marine (Pauly et al., 1998; Jackson et al., 2001; Worm et al., 2006). La pesca, quindi, può produrre conseguenze anche su specie non direttamente impattate dal prelievo.

Negli ultimi anni si è fatta strada una concezione nuova della gestione delle attività di prelievo che ha incluso la pesca come forma di impatto sulle intere comunità biologiche e sul funzionamento degli ecosistemi (Pikitch et al., 2004). Le AMP sono così divenute gli strumenti di elezione per la conservazione/gestione della diversità biologica e delle risorse con un implicito riferimento agli interi ecosistemi, il che avviene attraverso la regolamentazione delle attività umane, pesca inclusa. Ad oggi, le AMP costituiscono lo strumento di protezione più utilizzato per tutelare, a scala locale, i socio-ecosistemi marini costieri. La loro istituzione, infatti, è considerata una forma di "assicurazione ambientale" contro il possibile fallimento dei metodi tradizionali di gestione dell'ambiente e delle sue risorse (Allison et al., 1998; Lauck et al., 1998).

Di certo per alcune categorie di portatori di interesse, come i pescatori, le AMP rappresentano una forma di "sottrazione" di porzioni di mare. Per contro, un'efficace protezione può determinare vantaggi per la pesca nelle aree adiacenti alle AMP attraverso l'esportazione di larve, forme giovanili ed adulti (Palumbi, 2002; Di Franco et al., 2012). In effetti, in molte AMP presso le quali la protezione è efficace (sorveglianza efficiente e rispetto delle restrizioni; vedi Guidetti et al., 2008) si è osservato un aumento di densità, biomassa e dimensioni medie delle specie bersaglio all'interno dei confini (Halpern, 2003; Micheli et al., 2004; Guidetti & Sala, 2007). Tali aumenti all'interno delle AMP possono generare un tasso netto di *export* di individui tra l'AMP e le zone di mare adiacenti ed aperte alla pesca, con potenziali benefici per la pesca stessa (Gell & Roberts, 2003; Guidetti et al., 2005).

Nel contesto italiano è stato messo in evidenza che per ragioni differenti, spesso legate ad una mancanza di sorveglianza, nella maggior parte delle AMP attualmente istituite, i segni di efficacia di protezione sulla fauna ittica sono relativamente limitati (Guidetti et al., 2008). L'AMP di Torre Guaceto è uno tra i pochi esempi di come l'esclusione/regolamentazione di alcune attività antropiche (principalmente la pesca) possa avere come conseguenza un recupero significativo da parte non solo di specie ittiche bersaglio, ma anche, indirettamente, delle intere comunità marine (Guidetti, 2006). Come riportato in precedenza, infatti, gran parte delle specie ittiche di interesse commerciale sono specie predatrici che svolgono importanti funzioni all'interno delle comunità di

cui fanno parte. Ciò implica che una pesca eccessiva (che può causare una drammatica riduzione della loro densità e taglia) non solo può depauperare lo *stock* in quanto “risorsa”, ma anche portare all'estinzione delle funzioni che le specie bersaglio espletano, con effetti a cascata a livello di struttura della comunità e funzionamento ecosistemico (Guidetti & Sala, 2007). Per quel che concerne l'impatto della pesca nel sublitorale roccioso mediterraneo, è ormai noto, per esempio, che i saraghi (*Diplodus sargus* e *D. vulgaris*, il sarago maggiore ed il sarago fasciato, rispettivamente) sono specie *target* per la pesca commerciale e ricreativa. Questi saraghi controllano attraverso la predazione le popolazioni di ricci di mare. I ricci, ad elevate densità, possono determinare la desertificazione dei substrati rocciosi ricoperti da macroalghe (brucando sulle alghe e formando i cosiddetti *barren*, cioè substrati rocciosi denudati). Questa transizione implica non solo drammatici cambiamenti nella struttura di comunità (es., diminuzione della biodiversità), ma anche profondi cambiamenti nel funzionamento ecosistemico (es. produzione primaria e disponibilità di detrito). A Torre Guaceto è stato evidenziato che le popolazioni di molte specie ittiche, saraghi inclusi, mostrano densità e taglie più elevate nell'AMP rispetto a zone esterne aperte alla pesca (Guidetti, 2006; Di Franco et al., 2012, 2013). L'estensione dei *barren* è risultata maggiore al di fuori dell'AMP (Guidetti, 2006). L'esempio di Torre Guaceto suggerisce che le AMP possano contribuire ad un recupero non solo delle popolazioni di specie bersaglio, ma anche ad un ripristino delle loro funzioni ecologiche ed un recupero a livello delle intere comunità.

Il tratto costiero che ospita l'AMP di Torre Guaceto è sostanzialmente interessato dalla ‘piccola pesca’ costiera o pesca artigianale. In Italia oltre il 60% delle barche che esercitano attività di pesca ricadono in questa tipologia (Colloca et al., 2004), con picchi che localmente possono superare l'80-90%. La piccola pesca, tuttavia, non è solo un'attività importante economicamente e socio-culturalmente, ma è anche una forma di impatto sulle popolazioni di specie bersaglio e sulle intere comunità marine costiere. Una corretta gestione delle attività della piccola pesca, quindi, non può prescindere da un'ottica di sostenibilità ecologica, soprattutto quando le attività di pesca si svolgono all'interno delle AMP (zone C e/o B). Allo stesso tempo, una attività umana come la pesca non può prescindere da una sua sostenibilità economica e sociale. Il concetto di ‘sostenibilità’, quindi, va trattato in modo ampio ed il ruolo cruciale delle AMP diventa quello di scenari in cui sperimentare misure gestionali della pesca artigianale affinché esse risulti sufficientemente remunerativa riducendo al minimo l'impatto ambientale.

Da questo punto di vista, una gestione moderna della pesca ed una corretta valutazione della sua eco-compatibilità devono necessariamente passare attraverso una logica di conservazione a livello ecosistemico. La regolamentazione dello sforzo di pesca e della selettività degli attrezzi per specie e taglia, quindi, non deve essere solo mirata alla persistenza delle specie bersaglio in termini di mantenimento dei rendimenti di pesca, ma anche alla persistenza delle funzioni ecologiche di tali specie e della struttura delle intere comunità.

I monitoraggi effettuati negli anni passati a Torre Guaceto (a partire dal 2005) hanno permesso di monitorare nel tempo la fauna ittica e la pesca artigianale dentro e fuori l'AMP.

I monitoraggi condotti sulla fauna ittica utilizzando principalmente metodi non distruttivi (censimenti visuali) hanno permesso di valutare la diversità della fauna ittica e lo stato di salute degli *stock* (i.e. popolazioni) locali. I fini principali di tali monitoraggi erano quelli di: 1) valutare lo stato di salute di *stock* di specie funzionalmente importanti a livello ecosistemico (come i saraghi, in quanto predatori efficaci dei ricci di mare); 2) usare la fauna ittica come indicatore dell'efficacia di gestione. Oltre a ciò, la stessa diversità della fauna ittica ha un valore intrinseco che può essere espresso in termini positivi all'interno di un ragionamento sulla contabilità ambientale.

Da diversi anni, inoltre, l'AMP Torre Guaceto effettua un monitoraggio della pesca artigianale, confrontando le rese di pesca e la composizione del pescato in zona C rispetto ad aree esterne all'AMP. Si tratta di pesche effettuate con tramagli da parte di pescatori autorizzati. Ciò ha permesso nel tempo di elaborare linee guida adattative per la gestione delle attività di pesca in AMP, nel tentativo di bilanciare la gestione/conservazione e lo sfruttamento delle risorse locali. Il presente intervento si propone di proseguire le attività di monitoraggio della pesca artigianale allo stesso modo (affinché i dati siano confrontabili), ma interpretando i dati in termini anche dal punto di vista economico, in particolare cominciando a valutare come gli investimenti in termini di conservazione/gestione legati alla presenza dell'AMP siano controbilanciati, a livello socio-economico, da un eventuale ritorno economico o sotto altra forma.

Infine, l'attività relativa al presente intervento prende in considerazione quanto definito nel progetto di individuazione e standardizzazione di indicatori biofisici, socio-economici e di *governance*. Poiché l'AMP Torre Guaceto ha individuato gli indicatori biofisici, questi ultimi sono oggetto di monitoraggio. L'intervento permetterà anche, quindi, di: 1) valutare la distribuzione delle specie focali all'interno dell'AMP (zona A) ed all'esterno, in aree aperte alla pesca (Indicatori B1, B2); 2) valutare il pescato effettuato in zona C dell'AMP rispetto a pesche effettuate all'esterno (Indicatore B7).

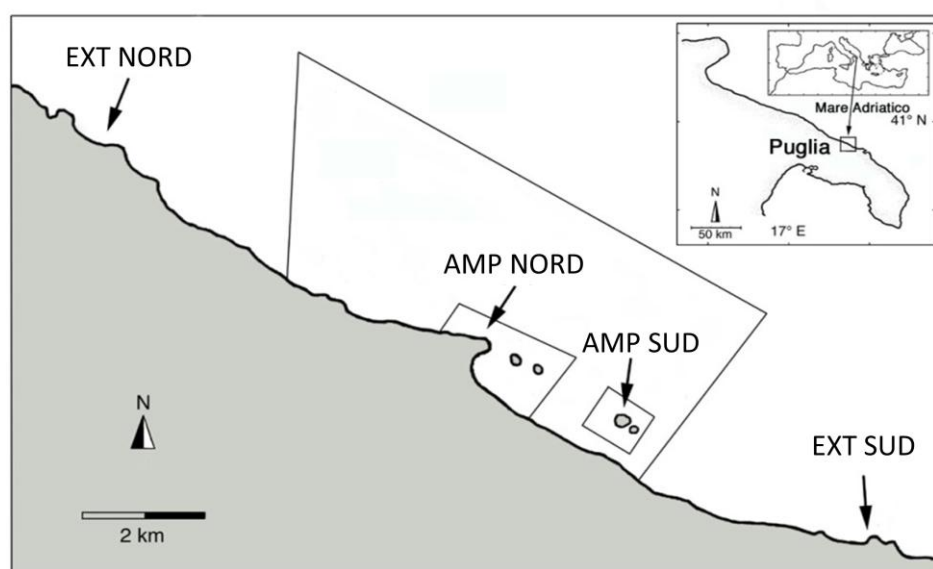
## 2. Materiali e metodi

### 2.1 Descrizione dell'area di studio e valutazione ER tramite censimenti visivi

Il presente studio è stato condotto presso l'AMP di Torre Guaceto (Brindisi). L'AMP si estende per quasi 2.200 ettari; è stata istituita formalmente nel 1992, ma è soggetta ad un efficace controllo solo dal 2001. L'AMP è suddivisa in tre zone con un diverso grado di tutela e protezione: la Zona A, a protezione integrale, la Zona B, di riserva generale orientata e la Zona C, di riserva parziale.

I censimenti per la valutazione dell'ER nel sublitorale roccioso sono stati effettuati in aree soggette a diverso impatto delle attività di pesca (nel complesso 2 livelli di protezione dalla pesca): nelle zone A (in cui tutte le forme di pesca sono vietate) ed in zone esterne all'AMP (in cui sono consentite attività di pesca professionale e sportiva compresa la pesca subacquea in apnea).

Il piano di campionamento appositamente elaborato ha previsto l'esecuzione di censimenti visuali della fauna ittica (vedi dettagli in seguito) presso 4 località, 2 dentro la zona A dell'AMP e 2 situate in zone esterne all'AMP: sotto la Torre (denominato AMP NORD, zona A); scogli di Apani (AMP SUD, zona A); Specchiolla (EXT NORD, zona esterna all'AMP); Torre Rossa (EXT SUD, zona esterna all'AMP) (Fig. 2.1.1).

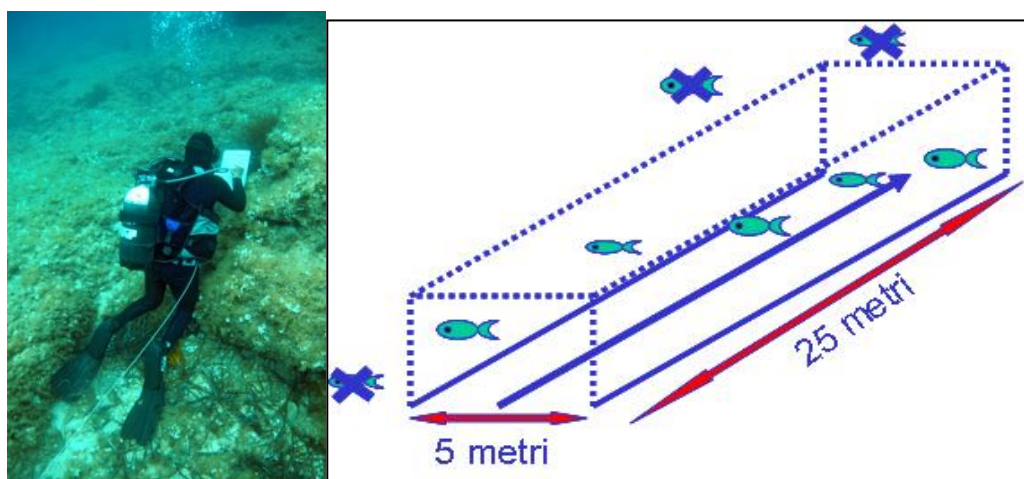


**Fig. 2.1.1:** Posizione dei siti indagati all'interno (zone A) ed all'esterno dell'AMP di Torre Guaceto.

Presso ognuna delle 4 località sono stati effettuati sia dei censimenti visivi in immersione ad una profondità compresa tra 5 e 8 m, sia dei censimenti visivi in *snorkeling* ad una profondità compresa tra 0 e 3 metri.

Presso ognuna delle 4 località e per ognuna delle due fasce di profondità analizzate (5-8 e 0-3 metri) sono stati selezionati randomicamente 8 transetti (i.e. repliche). Per quanto riguarda i censimenti visivi in immersione (5-8 metri) una prima campagna è stata condotta nel Settembre 2014, mentre una seconda campagna è stata effettuata nell'Aprile 2015. Per i censimenti visivi in *snorkeling* una sola campagna 'esplorativa' è stata condotta nel Luglio 2014. Nel complesso, quindi, sono stati effettuati 96 rilevamenti nel sublitorale roccioso per la valutazione dell'ER.

La valutazione dell'ER è stata effettuata attraverso censimenti visuali della fauna ittica, utilizzando la tecnica dei transetti (Harmelin-Vivien et al., 1985). Tale tecnica consiste nel censire, direttamente in immersione subacquea, le specie ittiche (con particolare riguardo per le specie bersaglio) lungo 'corridoi' di fondale roccioso di 25 x 5 m, valutandone l'abbondanza e la taglia (come lunghezza totale, LT) (Fig. 2.1.2).



**Fig. 2.1.2.** A sinistra: operatore subacqueo intento a raccogliere dati durante un visual census; a destra: rappresentazione schematica di un transetto di 25 m di lunghezza e 5 m di larghezza.

La taglia degli individui della fauna ittica è stata valutata secondo classi di 2 cm di ampiezza.

I rilevamenti sono stati eseguiti da personale scientifico esperto dell'URL CoNISMa di Nizza.

I dati raccolti per la valutazione dell'ER sono stati analizzati mediante tecniche di analisi multivariata ed univariata al fine di esaminare sia la struttura dei popolamenti (composizione in specie ed abbondanze relative), sia singole variabili (e.g., densità/biomassa totali e di singole specie) in relazione al livello di protezione ed alla variabilità alla scala di sito.

Sulla base delle densità e dei valori stimati delle taglie sono state stimate le biomasse (peso umido) per unità di campionamento utilizzando le relazioni lunghezza-peso disponibili in letteratura per le specie oggetto di analisi ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)). Sono stati scelti i coefficienti di correlazione relativi a relazioni stabilite su campioni raccolti in Mediterraneo.

In particolare va sottolineato che le analisi a livello dei popolamenti sono state condotte sia considerando tutte le specie censite, sia solo su quelle di interesse commerciale.

Le differenze nella struttura dei popolamenti ittici associati al sublitorale roccioso (in termini di densità e biomassa) sono state testate attraverso analisi statistiche multivariate condotte con il *package* PRIMER 6 (Plymouth Marine Laboratory, UK) implementato con le routine *Permanova+*. Dalla matrice ad  $n$  colonne x  $m$  righe è stata calcolata, tramite il coefficiente di similarità di Bray-Curtis, una matrice triangolare di similarità.

La visualizzazione dei *pattern* multivariati è stata ottenuta mediante nMDS (*non-metric Multi Dimensional Scaling*), una procedura multivariata di ordinamento che permette di costruire una 'mappa' dei campioni a due o tre dimensioni, tale che le distanze tra i punti (i campioni, in questo studio le singole repliche o transetti) sulla mappa riflettano la maggiore o minore similarità tra i campioni stessi.

Basandosi sulla matrice descritta in precedenza, il test dell'ipotesi della presente indagine è stato condotto utilizzando *Permanova* (*Permutational Multivariate Analysis of Variance*; Anderson, 2001).

L'analisi della varianza (PERMANOVA multivariate ed univariate) è stata condotta al fine di testare l'ipotesi di possibili differenze nella distribuzione di densità e biomassa totali e delle principali specie ittiche *target* (ad esempio il sarago *Diplodus sargus* ed il sarago fasciato *Diplodus vulgaris*) in relazione al livello di protezione (presente vs assente) e tra i siti. Il fattore 'Protezione' ( $P$ ), con due livelli (presente vs assente), è stato considerato come fisso. Il Sito ( $S_i$ ), con due livelli, è stato considerato come fattore *random* gerarchizzato nella 'Protezione'. Tutto le volte che il numero di permutazioni è risultato essere inferiore a 200 il valore di  $p$  è stato calcolato mediante il testo di Monte Carlo (MC).

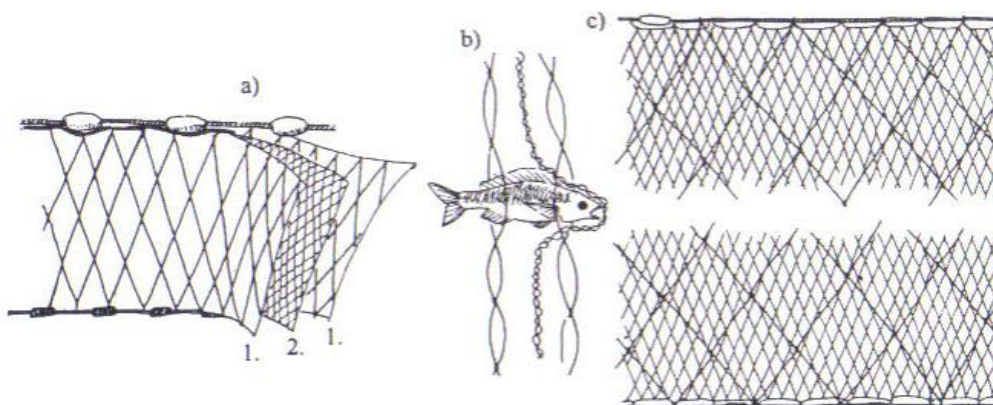
I dati delle campagne di censimenti in immersione (5-8 metri di profondità) ed della campagna in *snorkeling* (0-3 metri di profondità) sono stati analizzati separatamente. Inoltre i dati relativi alle due campagne di censimenti in immersione (Settembre 2014 ed Aprile 2015) sono stati analizzati separatamente al fine di evitare possibili problemi di dipendenza tra le repliche. La possibile dipendenza tra le repliche effettuate nei due tempi è legata alle ridotte superfici dei siti di campionamento che implica che le repliche effettuate nei due tempi possano ricadere all'interno stesse superfici campionarie. Le repliche effettuate nei due tempi all'interno di ciascun sito possono quindi essere dipendenti tra di loro in funzione di caratteristiche specifiche del sito. Al fine quindi di evitare questo possibile *bias* si è scelto di analizzare i due tempi di campionamento separatamente.

I dati relativi alla taglia degli individui delle specie *target* censiti nelle località a diverso grado di protezione sono stati riportati in grafici lunghezza/frequenza al fine di permettere un confronto visuale tra le distribuzioni di taglia.

## **2.2. Valutazione dei rendimenti della pesca artigianale dentro e fuori l'AMP**

Tra il mese di Luglio 2014 e Luglio 2015 sono state valutate allo sbarco 62 pescate, delle quali 22 condotte all'interno della zona C della AMP di Torre Guaceto e 40 condotte all'esterno dell'AMP. Questa attività è stata condotta in cooperazione con i pescatori professionisti locali. L'attrezzo di pesca autorizzato dall'AMP ed usato nella presente indagine è stato il tremaglio.

Il tremaglio è una rete formata da tre pezze di rete sovrapposte (Figura 2.2.1 a, c). Tutte e tre le pezze di rete hanno maglie romboidali e sono tenute assieme a formare una sorta di 'muro di rete' (Figura 2.2.1 c). La rete viene tenuta aperta grazie a dei piombi posizionati nella parte inferiore e dei galleggianti nella parte superiore. La pezza centrale ha le maglie di apertura più piccola di quelle esterne, in modo che il pesce, superata la maglia esterna, incappa in quella centrale con maglie più piccole. Continuando a muoversi rimane impigliato anche nella pezza esterna del lato opposto formando una sorta di sacco nel quale resta imprigionato (Figura 2.2.1 b).



**Fig. 2.2.1.** Struttura generale e dinamica di cattura del pesce tramite l'uso del tremaglio.

Le reti, calate la sera e salpate all'alba, sono state posizionate tra circa 10 e 40 m di profondità. Durante la presente indagine sono stati utilizzati tremagli di altezza massima di circa 1.5 m con maglie non inferiori a 30 mm di lato (e di lunghezza non superiore ai 1000 metri dentro l'AMP).

La valutazione del pescato è stata effettuata da personale scientifico del CoNISMa-URL Nizza. In occasione delle pescate, le catture sono state prima classificate e quindi suddivisi per specie, poi gli individui di ciascuna specie sono stati contati e pesati complessivamente.

I dati delle catture sono stati analizzati per valutare potenziali differenze tra pescate effettuate all'interno ed all'esterno dell'AMP in termini di 1) composizione in specie, 2) catture totali, 3) CPUE e 4) valore economico.

La composizione del pescato è stata espressa in termini di percentuale di peso fresco rispetto al totale. Le valutazioni delle catture totali e della CPUE (standardizzata su 1000 m di rete) sono state riferite ai singoli anni calendari e sono state espresse in termini di peso fresco. La valutazione economica è stata fatta sulla base delle catture e del valore economico di ciascuna specie (ottenuto intervistando i pescatori locale e mediando i dati economici relativi alle loro risposte).

Al fine di valutare il potenziale beneficio apportato dall'AMP ai pescatori in termini economici (potenziale aumento del valore economico delle catture effettuate all'interno della zona C rispetto all'esterno), il valore economico di ciascuna pescata è stato calcolato moltiplicando la CPUE di ciascuna specie, per il prezzo al chilo della specie. I prezzi al chilo sono stati definiti in base ad informazioni raccolte tramite interviste con i pescatori: essi corrispondono a tre categorie, corrispondenti a pesce "di prima, seconda o terza". I

prezzi al chilo sono risultati essere differenti tra le catture effettuate all'interno dell'AMP (20, 15 e 6.5 € rispettivamente per pesce di prima, seconda e terza) e quelle all'esterno (18, 14 e 6.5 € rispettivamente per pesce di prima, seconda e terza). Ciò è da addebitare al fatto che gli individui catturati all'interno dell'AMP sono mediamente di taglia superiore rispetto a quelli catturati all'esterno (e quindi assumono un valore economico maggiore) ed inoltre hanno un plus-valore legato alla loro provenienza dall'AMP. Al valore economico così calcolato per ogni pescata, è stato sottratto il costo del carburante necessario ad effettuare le operazioni di pesca, anche questo definito in funzione delle informazioni fornite dai pescatori. Il costo del carburante è stato definito in due categorie: per le pescate in AMP (20 €) e per le pescate all'esterno (5 €), con queste ultime che comportano un costo minore in quanto localizzate solitamente vicino ai porti ed approdi nei quali sono ormeggiate le imbarcazioni.

Tutte le analisi statistiche sono state condotte considerando la protezione (Pr) come un fattore fisso con due livelli: IN (zona C dell'AMP) vs OUT (all'esterno dell'AMP).

Le potenziali differenze sono state testate attraverso analisi statistiche condotte con il package PRIMER 6 (Plymouth Marine Laboratory, UK) implementato con le routine Permanova+ (Anderson, 2001). L'analisi permutazionale della varianza (PERMANOVA univariata) è stata condotta al fine di testare l'ipotesi di possibili differenze tra pescate in AMP ed all'esterno in termini di CPUE totale. Queste analisi sono state condotte sulla matrice triangolare ottenuta usando la distanza Euclidea. Tutte le analisi (Permanova univariate e multivariate) sono state condotte usando 9999 permutazioni random.

### **2.3. Analisi preliminare dei contenuti stomacali del pesce serra, *Pomatomus saltatrix***

Un totale di 124 stomaci appartenenti ad altrettanti esemplari di pesce serra, di taglia compresa tra 30 e 82 cm di lunghezza totale, sono stati analizzati nel Luglio 2014. Gli interi stomaci di esemplari pescati a cavallo tra il 2013 e l'estate 2014 sono stati congelati in tempi brevi al fine di provvedere alla loro analisi in seguito. Una volta scongelati gli stomaci sono stati aperti e ne è stato analizzato il contenuto. Sul totale è stato calcolato l'indice di replezione (rapporto tra stomaci pieni ed il totale, espresso in %) e la

percentuale di ogni tipologia di contenuto stomacale, successivamente rappresentata sottoforma di grafici a torta.

### 3. Risultati

#### 3.1. Valutazione ER tramite censimenti visivi (sublitorale roccioso 5-8 m)

Nel sublitorale roccioso sono stati censiti complessivamente 36 *taxa* della fauna ittica durante le due campagne di *visual census* in immersione e la campagna di *visual census* in *snorkeling* condotte nel presente studio (Tab. 3.1.1).

**Tab. 3.1.1:** Lista dei *taxa* della fauna ittica censiti nel sublitorale roccioso presso la zona A dell'AMP Torre Guaceto e nelle località esterne in esame nella presente indagine. Le specie con un asterisco sono state osservate solo durante i censimenti visivi in immersione con autorespiratore; le specie con due asterischi sono state osservate solo durante i censimenti visivi effettuati in *snorkeling*. Le specie senza asterischi sono state osservate in tutte e due le tipologie di campionamento.

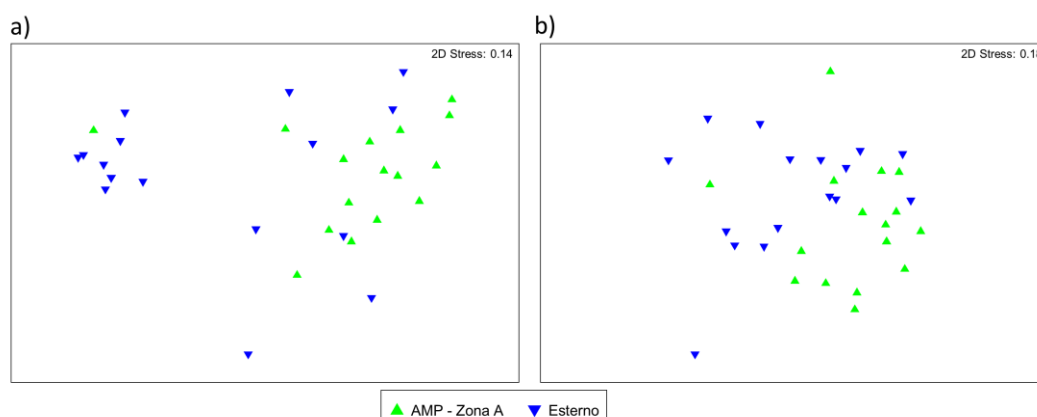
| Famiglia<br>Genere specie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                        |                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Blennidae<br><i>Parablennius gattorugine</i> <sup>*,†</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Moronidae<br><i>Dicentrarchus labrax</i>                                                               | Sparidae<br><i>Boops boops</i>                                                                                                                   |
| Gobiidae<br><i>Gobius bucchichi</i> <sup>*</sup><br><i>Gobius cobitis</i> <sup>*</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                    | Mullidae<br><i>Mullus surmuletus</i>                                                                   | <i>Dentex dentex</i> <sup>*</sup><br><i>Diplodus annularis</i><br><i>Diplodus puntazzo</i><br><i>Diplodus sargus</i><br><i>Diplodus vulgaris</i> |
| Labridae<br><i>Coris julis</i><br><i>Labrus viridis</i> <sup>*</sup><br><i>Symphodus cinereus</i> <sup>*</sup><br><i>Symphodus doderleini</i> <sup>*</sup><br><i>Symphodus mediterraneus</i> <sup>*</sup><br><i>Symphodus melanocercus</i><br><i>Symphodus ocellatus</i><br><i>Symphodus roissali</i><br><i>Symphodus tinca</i><br><i>Thalassoma pavo</i> | Pomacentridae<br><i>Chromis chromis</i><br><br>Pomatomidae<br><i>Pomatomus saltatrix</i> <sup>**</sup> | <i>Lithognathus mormyrus</i><br><i>Oblada melanura</i> <sup>*</sup><br><i>Sarpa salpa</i><br><i>Spondyllosoma cantharus</i> <sup>*</sup>         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Scianidae<br><i>Sciaena umbra</i> <sup>*</sup>                                                         | Tripterygiidae<br><i>Tripterygion delaisi</i> <sup>*</sup>                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Scorpaenidae<br><i>Scorpaena porcus</i><br><i>Scorpaena scrofa</i> <sup>*</sup>                        |                                                                                                                                                  |
| Mugilidae<br><i>Mugil cephalus</i> <sup>**</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Serranidae<br><i>Serranus cabrilla</i> <sup>*</sup><br><i>Serranus hepatus</i> <sup>*</sup>            |                                                                                                                                                  |
| Murenidae<br><i>Murena helena</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <i>Serranus scriba</i>                                                                                 |                                                                                                                                                  |



### 3.1.1. “Effetto Riserva” nel sublitorale roccioso (5-8 m)

#### 3.1.1.1. Analisi sull'insieme complessivo delle specie osservate (intero popolamento ittico)

I plot nMDS relativi alle strutture dei popolamenti ittici in termini di densità multivariate mostrano come la separazione tra zona A e siti esterni all'AMP non sia particolarmente evidente in nessuno dei due tempi di campionamento (Settembre 2014 e Aprile 2015, Fig. 3.1.1).



**Fig. 3.1.1:** nMDS relativi ai rilevamenti di visual census dell'intero popolamento (dati di densità di tutte le specie incontrate) effettuati nei tempi a) 1 e b) 2 presso siti caratterizzati da diversi livelli di protezione (zona A ed esterno) presso l'AMP di Torre Guaceto.

L'analisi PERMANOVA multivariata non ha mostrato differenze significative tra le zone A e le zone esterne né nel tempo 1, né nel tempo 2. Sono state osservate differenze significative alla scala di *Sito* soltanto nel primo tempo di campionamento, sebbene nel secondo il valore di  $p$  si sia approssimato alla soglia di significatività (Tab. 3.1.2- 3.1.3).

**Tab. 3.1.2.** Tempo 1: Permanova (multivariata) condotta su dati di abbondanza. Fattori: Pr=protezione; Si=sito

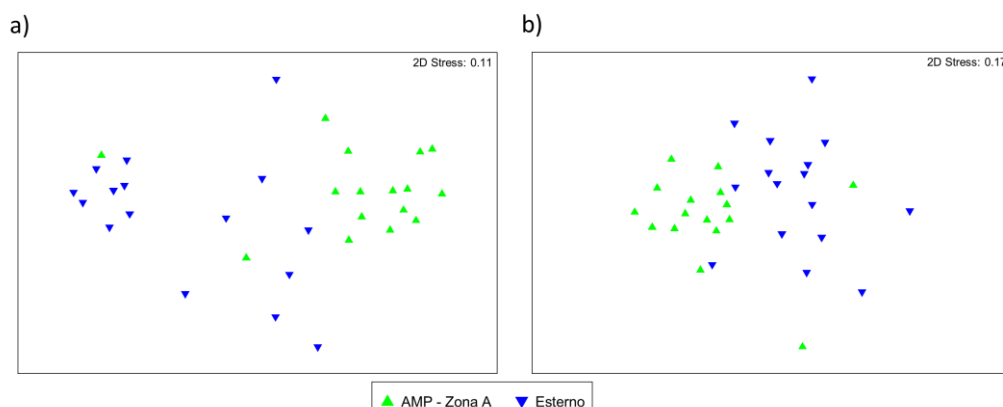
| Source | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P (perm) |
|--------|----|--------|--------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 9561.6 | 9561.6 | 1.2599   | 0.3531   |
| Si(Pr) | 2  | 15178  | 7589.1 | 9.1297   | 0.0001   |
| Res    | 28 | 23275  | 831.25 |          |          |
| Total  | 31 | 48015  |        |          |          |

**Tab. 3.1.3.** Tempo 2: Permanova (multivariata) condotta su dati di abbondanza. Fattori: Pr=protezione; Si=sito

| Source | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P (perm) |
|--------|----|--------|--------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 4894.3 | 4894.3 | 2.2856   | 0.1238   |
| Si(Pr) | 2  | 4282.6 | 2141.3 | 1.6726   | 0.0743   |

|       |    |       |        |
|-------|----|-------|--------|
| Res   | 28 | 35847 | 1280.2 |
| Total | 31 | 45024 |        |

I plot nMDS relativi alle strutture di popolamenti (biomassa) nei tempi 1 e 2 hanno evidenziato un certo grado di separazione relazionabile alla protezione (cioè tra zone A ed esterno) per entrambi i tempi di campionamento (Fig. 3.1.2).



**Fig. 3.1.2:** nMDS relativi ai rilevamenti di visual census dell'intero popolamento (dati di biomassa di tutte le specie incontrate) effettuati nei tempi a) 1 e b) 2 presso siti caratterizzati da diversi livelli di protezione (zone A ed esterno) presso l'AMP di Torre Guaceto.

Le analisi multivariate condotte sui dati di biomassa hanno evidenziato differenze significative tra i diversi livelli di protezione al tempo 2 e non al tempo 1. In linea con i dati delle densità, anche per quelli di biomassa è emersa una variabilità significativa alla scale dei siti solo nel tempo 1 (Tab. 3.1.4 e 3.1.5).

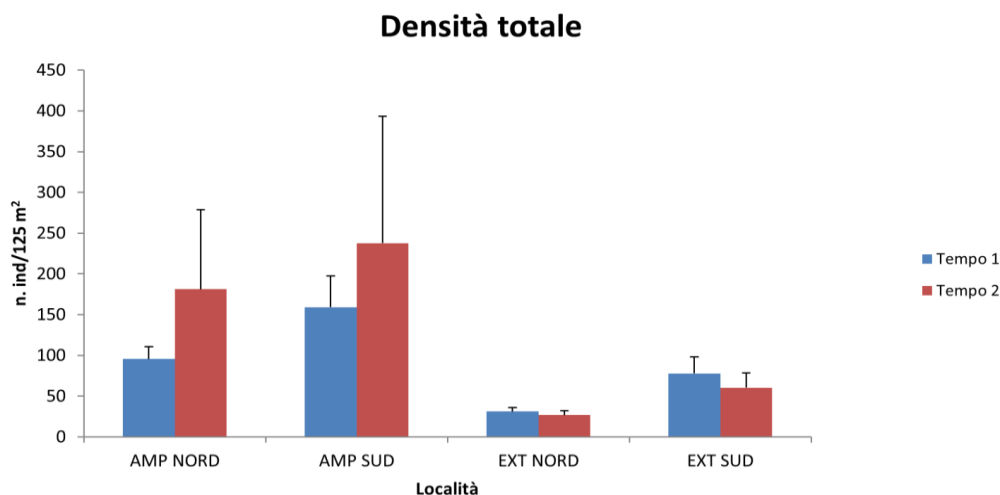
**Tab. 3.1.4** Tempo 1: Permanova (multivariata) condotta su dati di biomassa. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS    | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|-------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 19233 | 19233    | 2.4711   | 0.1281   |
| Si(Pr) | 2  | 15567 | 7783.3   | 7.1143   | 0.0001   |
| Res    | 28 | 30633 | 1094     |          |          |
| Total  | 31 | 65433 |          |          |          |

**Tab. 3.1.5.** Tempo 2: Permanova (multivariata) condotta su dati di biomassa. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 10321  | 10321    | 5.7153   | 0.0057   |
| Si(Pr) | 2  | 3611.6 | 1805.8   | 1.1932   | 0.2745   |
| Res    | 28 | 42374  | 1513.4   |          |          |
| Total  | 31 | 56306  |          |          |          |

Le densità medie totali del popolamento ittico hanno fatto registrare valori più elevati nei siti ricadenti in zona A rispetto ai siti non protetti, in entrambi i tempi di campionamento (Fig. 3.1.3).



**Fig. 3.1.3:** Densità totale della fauna ittica (media±SE) nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

Per quel che concerne la densità totale (la somma delle densità di ciascuna specie censita), l'analisi PERMANOVA non ha indicato una differenza significativa tra livelli di protezione per il tempo 1. Al tempo 2, diversamente, lo stesso tipo di analisi ha messo in evidenza una differenza significativa tra la zona A e le zone non protette. E' da evidenziare che il fattore Sito non è risultato significativo in nessuno dei due tempi (Tab. 3.1.6 e 3.1.7)

**Tab.3.1.6.:** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta su dati di densità totale della fauna ittica. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

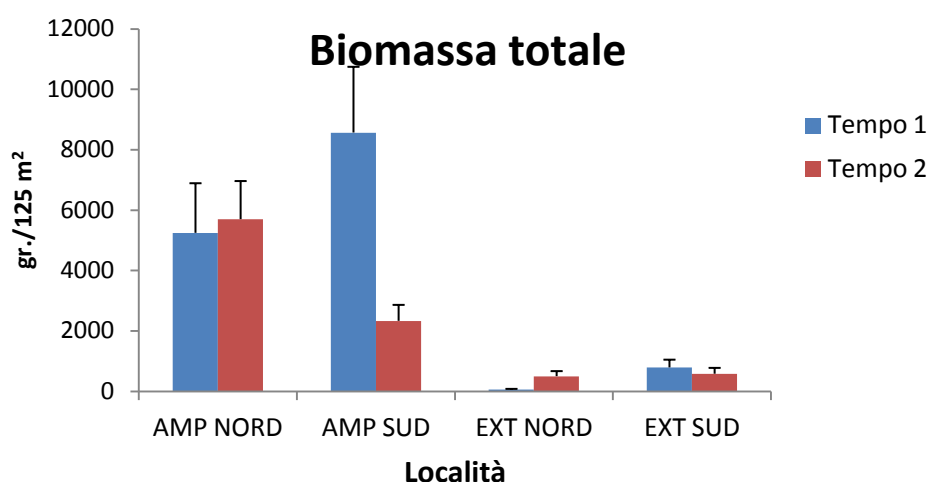
| Source | df | MS      | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|---------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 42559   | 42559    | 3.4159   | 0.204    |
| Si(Pr) | 2  | 24918   | 12459    | 2.9383   | 0.0694   |
| Res    | 28 | 1.187E5 | 4240.2   |          |          |
| Total  | 31 | 1.862E5 |          |          |          |

**Tab.3.1.7:** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta su dati di densità totale della fauna ittica. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 2.201E5  | 2.201E5  | 25.505   | 0.0369   |
| Si(Pr) | 2  | 17259    | 8629.5   | 0.12678  | 0.8877   |
| Res    | 28 | 1.9059E6 | 68067    |          |          |

Total 31 2.1432E6

Le biomasse totali sono risultate mediamente più elevate in entrambi i siti della zona A rispetto ai siti non protetti (Fig. 3.1.4).



**Fig. 3.1.4** Biomassa totale della fauna ittica (media±SE) nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

L'analisi PERMANOVA non ha indicato differenze significative tra le zone A e quelle aperte alla pesca in entrambi i tempi, in termini di biomassa totale. E' stata evidenziata una variabilità significativa alla scala di sito solo per il tempo 2 (Tab. 3.1.8 e 3.1.9). Da evidenziare che il valore di  $p$  per il fattore Pr al tempo 1 si è avvicinato alla significatività.

**Tab. 3.1.8.:** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta su dati di biomassa totale della fauna ittica. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 3.5169E8 | 3.5169E8 | 13.49    | 0.0643   |
| Si(Pr) | 2  | 5.2142E7 | 2.6071E7 | 1.7209   | 0.1976   |
| Res    | 28 | 4.2419E8 | 1.5149E7 |          |          |
| Total  | 31 | 8.2801E8 |          |          |          |

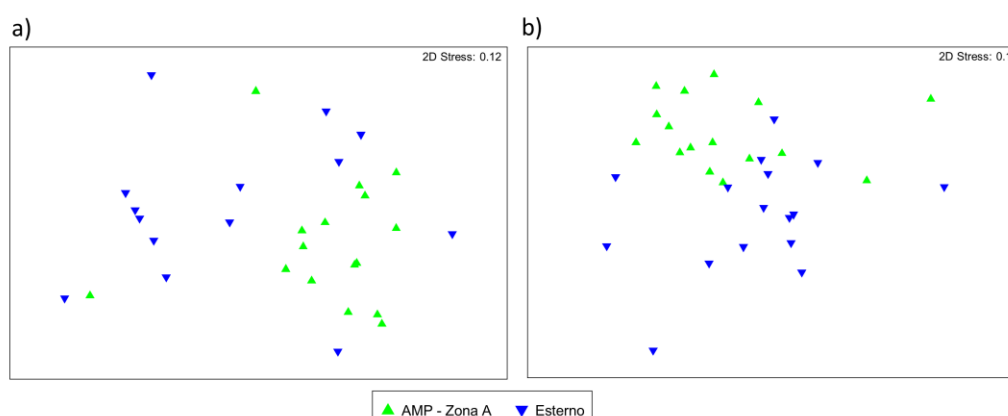
**Tab. 3.1.9:** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta su dati di biomassa totale della fauna ittica. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 1.1371E8 | 1.1371E8 | 6.6221   | 0.1218   |
| Si(Pr) | 2  | 3.4342E7 | 1.7171E7 | 3.7487   | 0.0251   |

|       |    |          |          |
|-------|----|----------|----------|
| Res   | 28 | 1.2825E8 | 4.5805E6 |
| Total | 31 | 2.763E8  |          |

### 3.1.1.2. Analisi sull'insieme delle specie di interesse commerciale

I plot nMDS relativi alle strutture dei popolamenti ittici (densità) nei tempi 1 e 2 mostrano una certa separazione tra zone a diverso livello di protezione, sebbene tale separazione non sia nettissima (Fig. 3.1.5).



**Fig. 3.1.5:** nMDS relativi ai rilevamenti di visual census del popolamento ittico per le specie di interesse commerciale (dati di densità) effettuati nei tempi a) 1 e b) 2 presso siti caratterizzati da diversi livelli di protezione (zone A ed esterno) presso l'AMP di Torre Guaceto.

La struttura del popolamento ittici in termini di densità multivariate non ha mostrato differenze significative tra le zone A e le zone esterne in nessuno dei due tempi di campionamento. Il fattore Sito è risultato significativo solo nel tempo 1 (Tab. 3.1.10-3.1.11).

**Tab. 3.1.10.** Tempo 1: Permanova (multivariata) condotta su dati di abbondanza. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

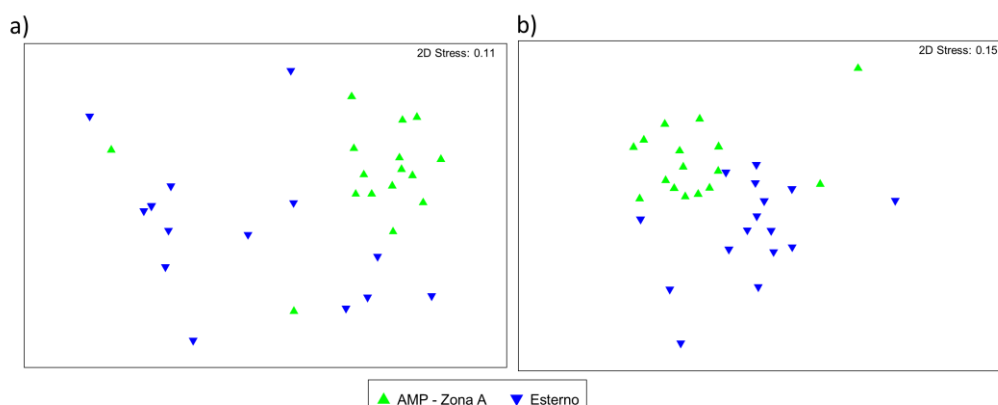
| Source | df | SS    | MS     | Pseudo-F | P (perm) |
|--------|----|-------|--------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 13425 | 13425  | 1.5157   | 0.2842   |
| Si(Pr) | 2  | 17716 | 8857.8 | 6.2687   | 0.0001   |
| Res    | 28 | 39564 | 1413   |          |          |
| Total  | 31 | 70705 |        |          |          |

**Tab. 3.1.11.** Tempo 2: Permanova (multivariata) condotta su dati di abbondanza. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | SS | MS | Pseudo-F | P (perm) |
|--------|----|----|----|----------|----------|
|--------|----|----|----|----------|----------|

|        |    |        |        |        |        |
|--------|----|--------|--------|--------|--------|
| Pr     | 1  | 7730.3 | 7730.3 | 2.8275 | 0.09   |
| Si(Pr) | 2  | 5468   | 2734   | 1.733  | 0.0792 |
| Res    | 28 | 44173  | 1577.6 |        |        |
| Total  | 31 | 57371  |        |        |        |

I plot nMDS relativi alle strutture di popolamenti (biomassa) nei tempi 1 e 2 hanno evidenziato una separazione relazionabile alla protezione (cioè tra zone A ed esterno) leggermente più marcata nel tempo 2 che nel tempo 1 (Fig. 3.1.6).



**Fig. 3.1.6:** nMDS relativi ai rilevamenti di visual census del popolamento ittico per le specie di interesse commerciale (dati di biomassa) effettuati nei tempi a) 1 e b) 2 presso siti caratterizzati da diversi livelli di protezione (zone A ed esterno) presso l'AMP di Torre Guaceto.

Le analisi multivariate condotte sui dati di biomassa hanno evidenziato differenze significative tra i diversi livelli di protezione al tempo 2, ma non al tempo 1. E' emersa una variabilità significativa alla scala dei siti solo nel tempo 1 (Tab. 3.1.12 e 3.1.13).

**Tab. 3.1.12.** Tempo 1: Permanova (multivariata) condotta su dati di biomassa. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

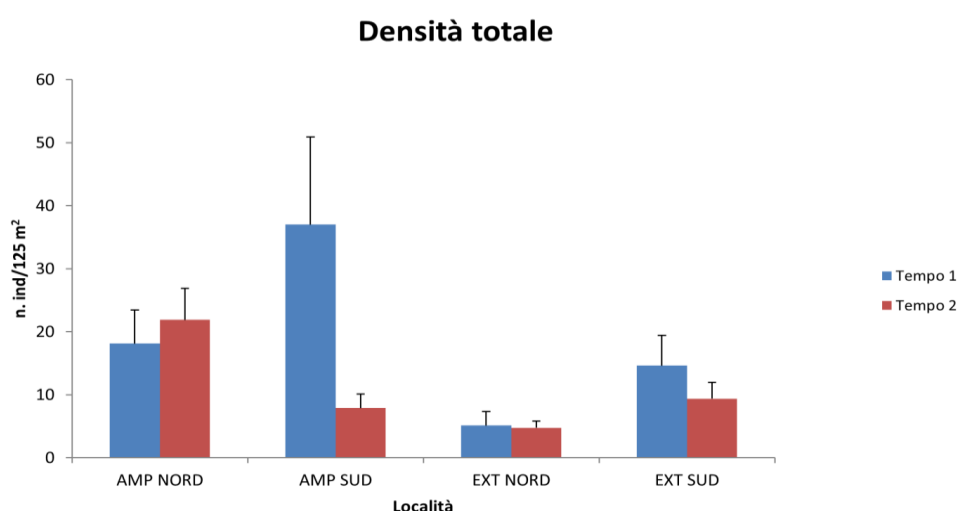
| Source | df | MS    | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|-------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 21221 | 21221    | 2.2058   | 0.1464   |
| Si(Pr) | 2  | 19241 | 9620.5   | 5.9005   | 0.0001   |
| Res    | 28 | 45653 | 1630.5   |          |          |
| Total  | 31 | 86115 |          |          |          |

**Tab. 3.1.13.** Tempo 2: Permanova (multivariata) condotta su dati di biomassa. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS    | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|-------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 12370 | 12370    | 6.8885   | 0.0057   |

|        |    |        |        |        |        |
|--------|----|--------|--------|--------|--------|
| Si(Pr) | 2  | 3591.4 | 1795.7 | 1.0181 | 0.4358 |
| Res    | 28 | 49388  | 1763.8 |        |        |
| Total  | 31 | 65349  |        |        |        |

Per quel che concerne le analisi univariate, la densità totale delle specie di interesse commerciale ha mostrato dei valori medi più elevati nei siti in zona A rispetto ai siti non protetti (Fig. 3.1.7).



**Fig. 3.1.7:** Densità totale della fauna ittica per le specie di interesse commerciale (media $\pm$ SE) nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

L'analisi PERMANOVA non ha però indicato una differenza significativa tra i livelli di protezione in nessuno dei due tempi di campionamento. E' da evidenziare che il fattore Sito è risultato significativo esclusivamente nel tempo 2 (Tab. 3.1.14 e 3.1.15)

**Tab.3.1.14:** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta su dati di densità totale della fauna ittica per le specie di interesse commerciale. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

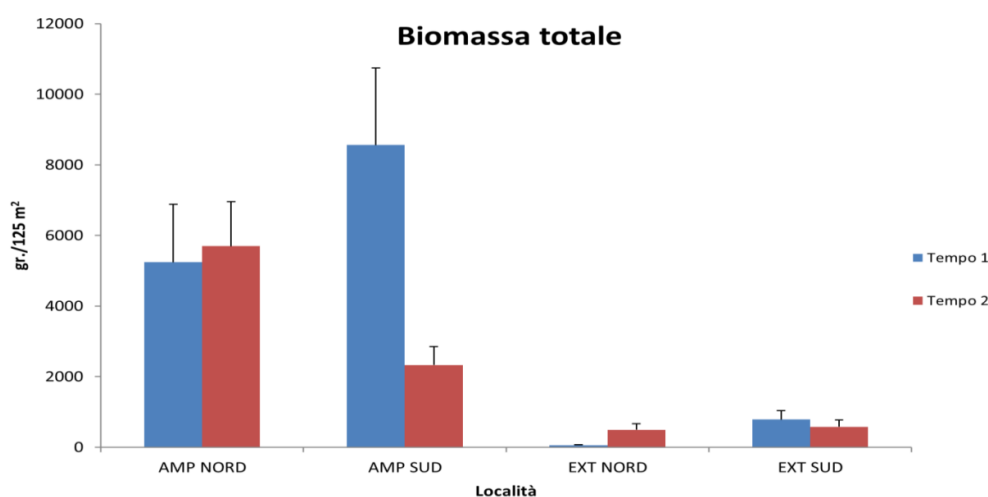
| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Zo     | 1  | 15798  | 15798    | 6.4292   | 0.1218   |
| Si(z0) | 2  | 4914.3 | 2457.2   | 1.6782   | 0.2035   |
| Res    | 28 | 40997  | 1464.2   |          |          |
| Total  | 31 | 61708  |          |          |          |

**Tab.3.1.15:** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta su dati di densità totale della fauna ittica per le specie di interesse commerciale. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----|----------|----------|----------|
|--------|----|----|----------|----------|----------|

|        |    |        |        |        |        |
|--------|----|--------|--------|--------|--------|
| Pr     | 1  | 5025   | 5025   | 2.8442 | 0.2336 |
| Si(Pr) | 2  | 3533.6 | 1766.8 | 8.3774 | 0.0006 |
| Res    | 28 | 5905.1 | 210.9  |        |        |
| Total  | 31 | 14464  |        |        |        |

Le biomasse totali delle specie di interesse commerciale hanno mostrato valori medi più elevati nei siti in zona A rispetto ai siti non protetti in entrambi i tempi di campionamento (Fig. 3.1.8). In media nei due tempi i valori registrati in zona A sono risultati fino a 10 volte superiori a quelli registrati in zone non protette.



**Fig. 3.1.8** Biomassa totale della fauna ittica per le specie di interesse commerciale (media $\pm$ SE) nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

Nonostante le differenze medie e probabilmente in relazione all'elevata variabilità tra le repliche (evidenziata dagli elevati ES) l'analisi formale non ha riscontrato differenze significative in termini di biomassa totale per nessuno dei due tempi in funzione del fattore Protezione, per quanto il valore di  $p$  non si discosti molto dalla soglia di significatività per il tempo 1 (Tab. 3.1.16 e 3.1.17). Il fattore Sito è risultato significativo solo nel tempo 2.

**Tab. 3.1.16:** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta su dati di biomassa totale della fauna ittica per le specie di interesse commerciale. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 3.3597E8 | 3.3597E8 | 14.519   | 0.0633   |
| Si(Pr) | 2  | 4.6279E7 | 2.314E7  | 1.5442   | 0.2358   |
| Res    | 28 | 4.1958E8 | 1.4985E7 |          |          |
| Total  | 31 | 8.0183E8 |          |          |          |

**Tab. 3.1.17:** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta su dati di biomassa totale della fauna ittica per le specie di interesse commerciale. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

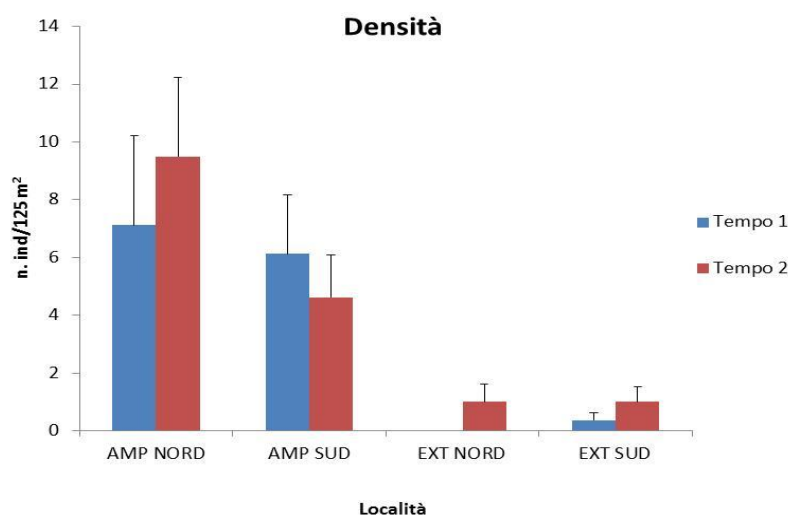
| Source | df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 9.6736E7 | 9.6736E7 | 4.277    | 0.1735   |
| Si(Pr) | 2  | 4.5235E7 | 2.2617E7 | 5.8381   | 0.0022   |
| Res    | 28 | 1.0848E8 | 3.8741E6 |          |          |
| Total  | 31 | 2.5045E8 |          |          |          |

#### 3.1.1.4. Analisi sulle specie bersaglio

Le densità medie del sarago maggiore *Diplodus sargus sargus* (Fig. 3.1.9) mostrano valori più elevati nelle zone protette rispetto alle zone esterne all'AMP in entrambi i tempi di campionamento. Ma è importante sottolineare che gli errori standard sono particolarmente elevati in entrambi i casi e sono dovuti alla elevata variabilità tra le misure (Fig 3.1.10).



**Fig. 3.1.9:** Esemplare *Diplodus sargus sargus*.



**Fig. 3.1.10.** Densità (media $\pm$ SE) di *Diplodus sargus sargus* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

I dati relativi alle densità del sarago maggiore hanno mostrato differenze significative relativamente ai livelli di protezione nel tempo 1 e non nel tempo 2 (Tab. 3.1.18 e Tab. 3.1.19). In nessuno dei due tempi di campionamento il fattore Sito è risultato significativo.

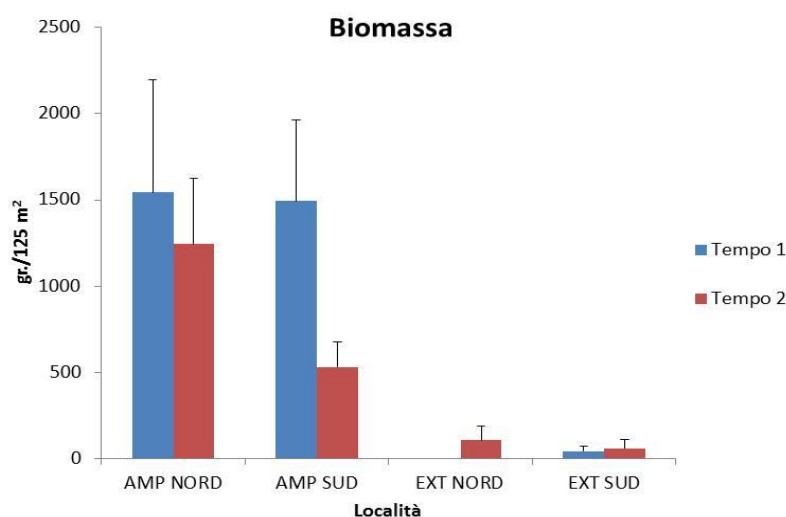
**Tab.3.1.18:** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Diplodus sargus sargus*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 331.53 | 331.53   | 145.33   | 0.0073   |
| Si(Pr) | 2  | 4.5625 | 2.2812   | 8.278E-2 | 0.9319   |
| Res    | 28 | 771.63 | 27.558   |          |          |
| Total  | 31 | 1107.7 |          |          |          |

**Tab.3.1.19:** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Diplodus sargus sargus*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 294.03 | 294.03   | 6.1861   | 0.1329   |
| Si(Pr) | 2  | 95.063 | 47.531   | 2.311    | 0.1111   |
| Res    | 28 | 575.88 | 20.567   |          |          |
| Total  | 31 | 964.97 |          |          |          |

L'ispezione del grafico di Fig. 3.1.11 mostra come, mediamente, la biomassa del sarago maggiore *Diplodus sargus sargus* sia risultata più elevata nelle zona A rispetto alle zone esterne in entrambi i tempi di campionamento.



**Fig. 3.1.11.** Biomassa (media $\pm$ SE) di *Diplodus sargus sargus* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno) e nei due tempi di campionamento.

In modo analogo ai dati di densità, anche i risultati sulla biomassa di *Diplodus sargus sargus* hanno mostrato una variabilità significativa tra zone a diversa protezione solo nel tempo 1 ed in nessuno dei due tempi di campionamento il fattore Sito è risultato significativo (Tab. 3.1.20 e 3.1.21).

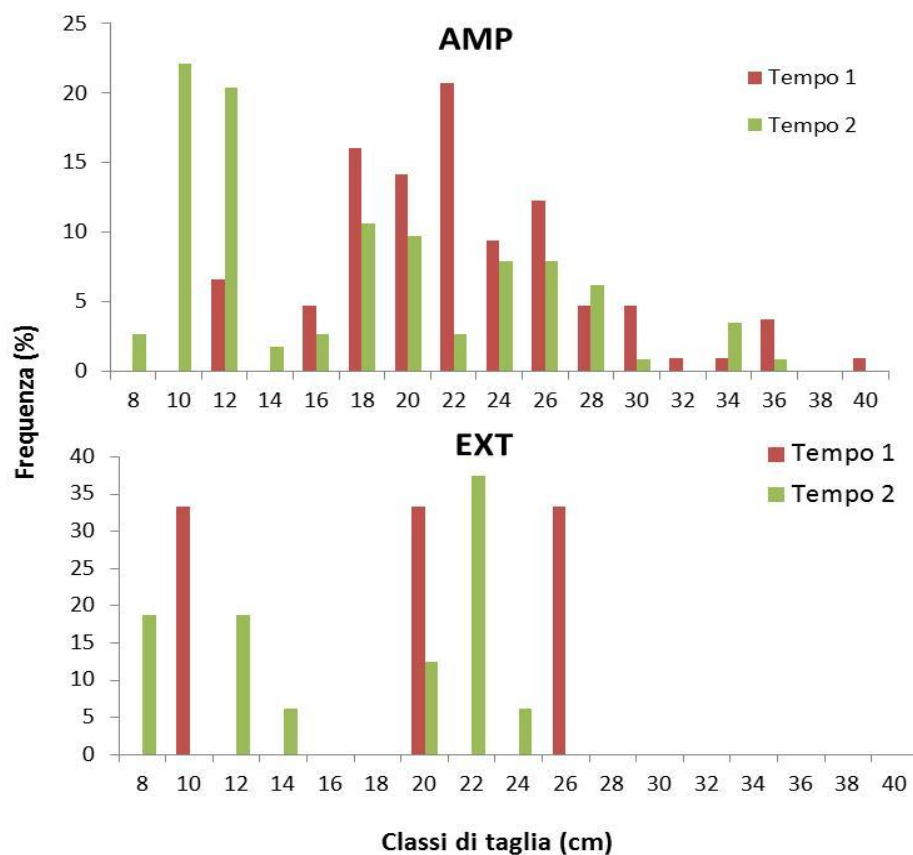
**Tab. 3.1.20.** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Diplodus sargus sargus*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS       | Pseudo-F | P(perms)  | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|-----------|----------|
| Pr     | 1  | 1.7914E7 | 1.7914E7 | 2097.5    | 0.0007   |
| Si(Pr) | 2  | 17081    | 8540.7   | 6.5712E-3 | 0.9943   |
| Res    | 28 | 3.6392E7 | 1.2997E6 |           |          |
| Total  | 31 | 5.4323E7 |          |           |          |

**Tab. 3.1.21.** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Diplodus sargus sargus*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 5.1654E6 | 5.1654E6 | 5.0506   | 0.1556   |
| Si(Pr) | 2  | 2.0454E6 | 1.0227E6 | 2.8925   | 0.0651   |
| Res    | 28 | 9.9003E6 | 3.5358E5 |          |          |
| Total  | 31 | 1.7111E7 |          |          |          |

Per quanto riguarda la distribuzione di taglia, *D. sargus sargus* ha evidenziato taglie massime relazionate con la protezione. Infatti, gli esemplari di lunghezza totale più grandi di 26 cm sono stati osservati solo nella zona protetta dove sono stati censiti individui fino a 40 cm LT (Fig. 3.1.12).

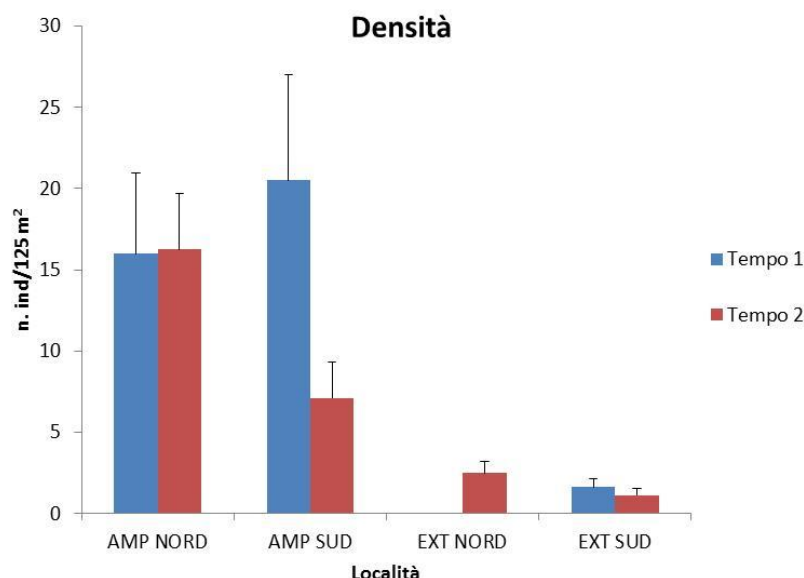


**Fig. 3.1.12.** Distribuzione di taglia (lunghezza totale) del sarago maggiore nelle zone oggetto di studio (A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

Le densità del sarago fasciato *Diplodus vulgaris* (Fig. 3.1.13) hanno mostrato i valori più elevati in zona A sia nel tempo 1 che nel tempo 2 (Fig. 3.1.14). Anche in questo caso va evidenziato che gli ES sono particolarmente elevati in entrambi i casi, a causa dell'elevata variabilità tra le misure.



**Fig. 3.1.13.** Esemplare di *Diplodus vulgaris*



**Fig. 3.1.14.** Densità (media $\pm$ SE) di *Diplodus vulgaris* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

L'analisi statistica effettuata sui dati di densità del sarago fasciato, *Diplodus vulgaris*, ha evidenziato differenze statisticamente significative in funzione della protezione esclusivamente nel tempo 1, mentre una variabilità significativa alla scala di Sito è stata evidenziata solo nel tempo 2 (Tab. 3.1.22 e 3.1.23).

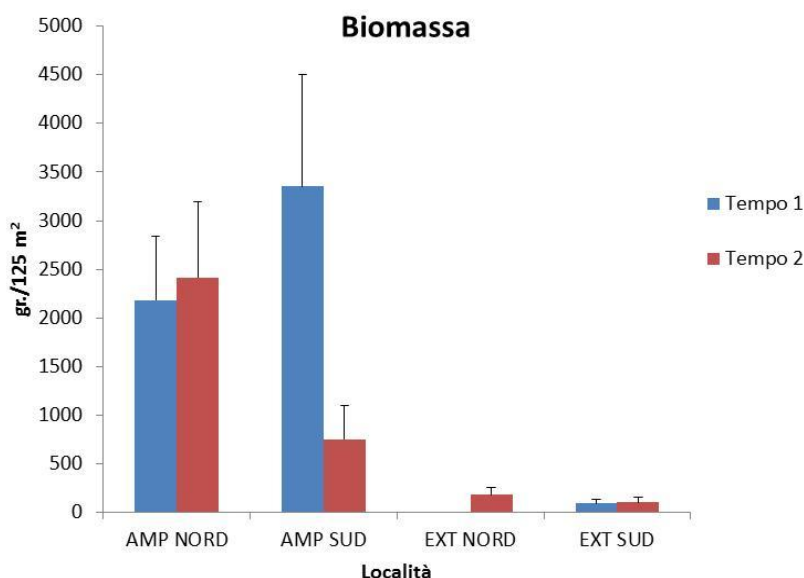
**Tab. 3.1.22.** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Diplodus vulgaris*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 2432.5 | 2432.5   | 53.134   | 0.0209   |
| Si(Pr) | 2  | 91.562 | 45.781   | 0.34094  | 0.714    |
| Res    | 28 | 3759.9 | 134.28   |          |          |
| Total  | 31 | 6284   |          |          |          |

**Tab. 3.1.23.** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Diplodus vulgaris*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 780.13 | 780.13   | 4.5806   | 0.1677   |
| Si(Pr) | 2  | 340.63 | 170.31   | 4.8698   | 0.0128   |
| Res    | 28 | 979.25 | 34.973   |          |          |
| Total  | 31 | 2100   |          |          |          |

Le ispezioni grafiche di figura 3.1.15 evidenziano valori di biomassa di *Diplodus vulgaris* più elevati nelle zone protette in entrambi i tempi di campionamento, ma caratterizzati da alti ES dovuti alla elevata variabilità tra le misure.



**Fig. 3.1.15.** Biomassa (media±SE) di *Diplodus vulgaris* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

Analogamente ai dati di densità, le analisi statistiche condotte sui dati di biomassa di *D. vulgaris* hanno evidenziato una variabilità significativa tra le zone esclusivamente per il primo tempo di campionamento ed una variabilità significativa alla scala di Sito esclusivamente per il tempo 2 (Tab. 3.1.24 e 3.1.25).

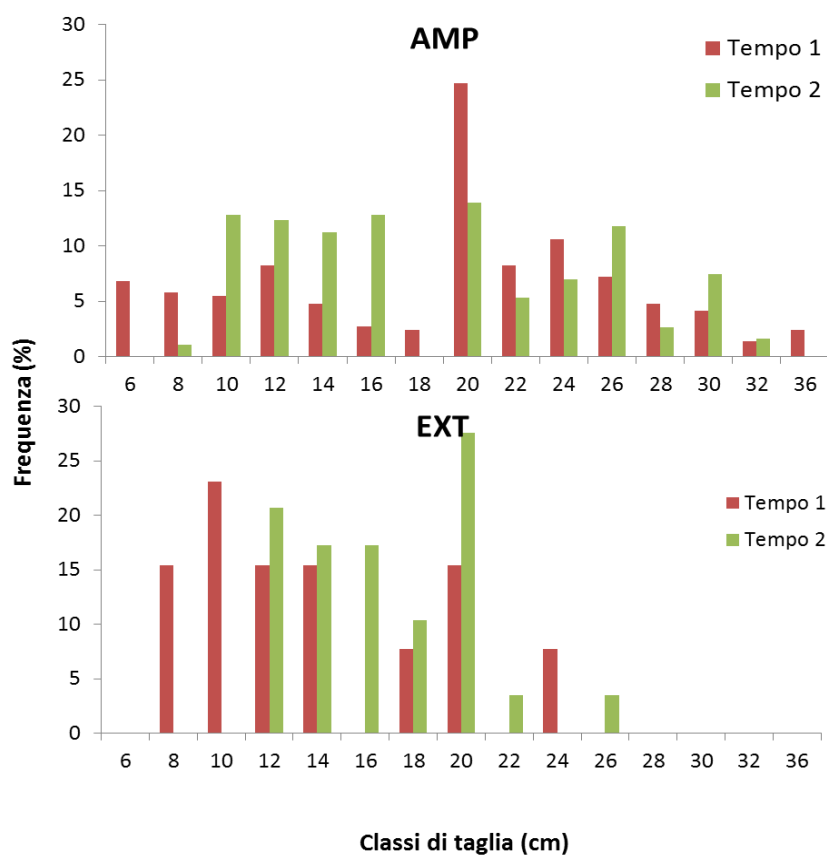
**Tab. 3.1.24:** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Diplodus vulgaris*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 5.9185E7 | 5.9185E7 | 21.495   | 0.0442   |
| Si(Pr) | 2  | 5.5068E6 | 2.7534E6 | 0.77662  | 0.495    |
| Res    | 28 | 9.927E7  | 3.5453E6 |          |          |
| Total  | 31 | 1.6396E8 |          |          |          |

**Tab. 3.1.25:** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Diplodus vulgaris*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 1.66E7   | 1.66E7   | 3.0108   | 0.2269   |
| Si(Pr) | 2  | 1.1027E7 | 5.5137E6 | 3.7839   | 0.0174   |
| Res    | 28 | 4.08E7   | 1.4571E6 |          |          |
| Total  | 31 | 6.8428E7 |          |          |          |

Per quel che concerne la distribuzione di taglia, gli esemplari di sarago fasciato di lunghezza totale maggiore di 26 cm sono stati osservati solo nelle zone A dove sono stati censiti individui fino a 36 cm LT (Fig. 3.1.16).



**Fig. 3.1.16:** Distribuzione di taglia (lunghezza totale) del sarago fasciato nelle zone oggetto di studio (A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

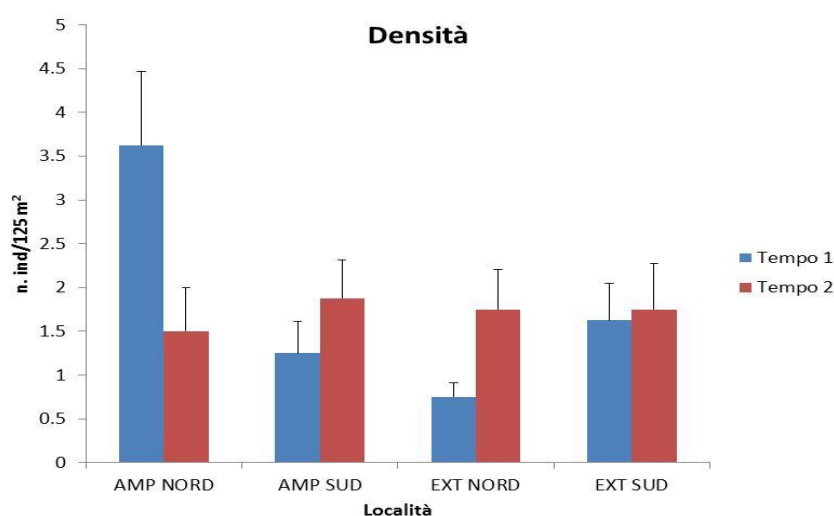
Nell'ambito delle due campagne di *visual census* sono state censite due specie di piccoli serranidi, cioè la perchia (*Serranus cabrilla*) e lo sciarrano (*Serranus scriba*) (Fig.3.1.17).



**Fig. 3.1.17:** Esemplici di *Serranus cabrilla* (a sinistra) e *Serranus scriba* (a destra).

Pur non avendo un elevato valore commerciale (finiscono nel cosiddetto *pesce da zuppa*) queste specie sono impattate dalla pesca con le reti da posta.

Le ispezioni visuali dei grafici della densità media cumulata dei due Serranidi non mostrano differenze evidenti in funzione della protezione (Fig. 3.1.18).



**Fig. 3.1.18.** Densità (media ± SE) cumulata di *Serranus scriba* e *S. cabrilla* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

Le densità cumulate dei due piccoli serranidi non sono risultate variare significativamente in relazione alla protezione in nessuno dei due tempi di campionamento, mentre una variabilità significativa alla scala di sito è stata riscontrata al tempo 1 (Tab 3.1.26 e 3.1.27).

**Tab. 3.1.26.** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta sulla densità cumulata di *Serranus scriba* e *S. cabrilla*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

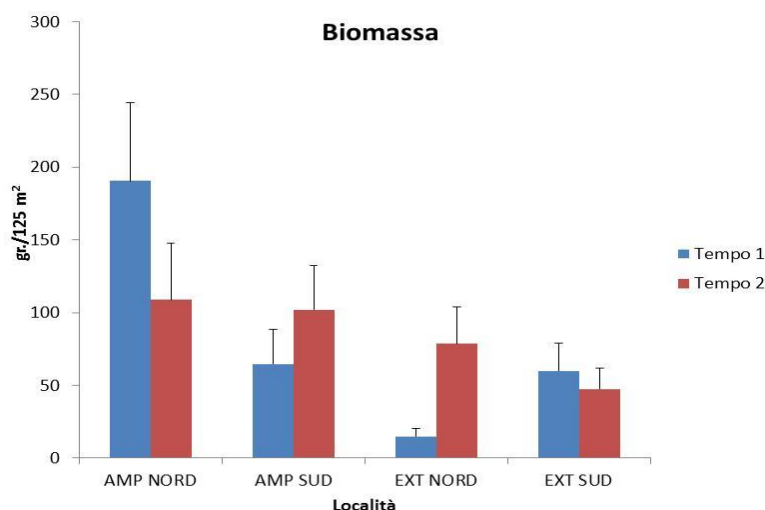
| Source | Df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 12.5   | 12.5     | 0.97561  | 0.4382   |
| Si(Pr) | 2  | 25.625 | 12.813   | 6.1064   | 0.0059   |
| Res    | 28 | 58.75  | 2.0982   |          |          |
| Total  | 31 | 96.875 |          |          |          |

**Tab. 3.1.27.** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta sulla densità cumulata di *Serranus scriba* e *S. cabrilla*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | Df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 3.125E-2 | 3.125E-2 | 0.11111  | 0.7679   |
| Si(Pr) | 2  | 0.5625   | 0.28125  | 0.15181  | 0.86     |
| Res    | 28 | 51.875   | 1.8527   |          |          |

|       |    |        |
|-------|----|--------|
| Total | 31 | 52.469 |
|-------|----|--------|

Le biomasse medie dei due serranidi mostrano valori leggermente maggiori nelle zone protette rispetto alle zone esterne all'AMP (Fig. 3.1.19).



**Fig. 3.1.19.** Biomassa (media±SE) cumolata di *Serranus scriba* e *S. cabrilla* nelle località oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

I risultati relativi alla biomassa delle due specie di serranidi non hanno evidenziato una differenza significativa in funzione della protezione in nessuno dei due tempi di campionamento, mentre una variabilità significativa alla scala di Sito è stata riscontrata nel tempo 1 (Tab. 3.1.28 e 3.1.29).

**Tab. 3.1.28:** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta sulla biomassa cumolata di *Serranus scriba* e *S. cabrilla*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

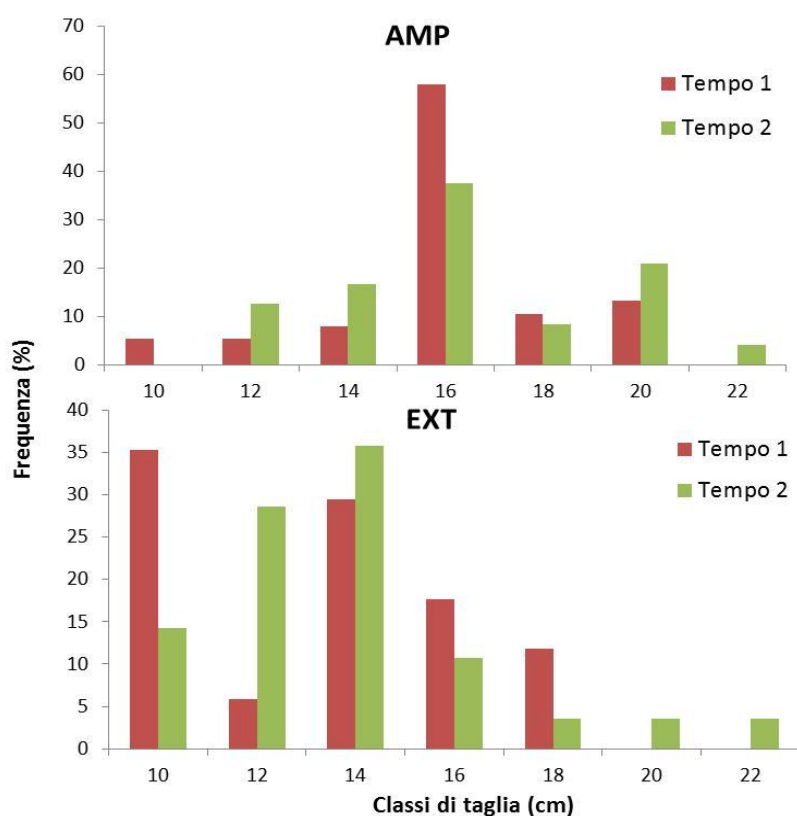
| Source | df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 65098    | 65098    | 1.8184   | 0.3206   |
| Si(Pr) | 2  | 71599    | 35799    | 4.6319   | 0.0152   |
| Res    | 28 | 2.1641E5 | 7728.8   |          |          |
| Total  | 31 | 3.531E5  |          |          |          |

**Tab. 3.1.29:** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta sulla biomassa cumolata di *Serranus scriba* e *S. cabrilla*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS    | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|-------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 14398 | 14398    | 7.0651   | 0.1192   |

|        |    |          |        |         |        |
|--------|----|----------|--------|---------|--------|
| Si(Pr) | 2  | 4075.7   | 2037.9 | 0.31191 | 0.7381 |
| Res    | 28 | 1.8294E5 | 6533.5 |         |        |
| Total  | 31 | 2.0141E5 |        |         |        |

La distribuzione di taglia dei piccoli serranidi non ha mostrato sostanziali differenze tra le zone di protezione e quelle esterne (Fig. 3.1.20).

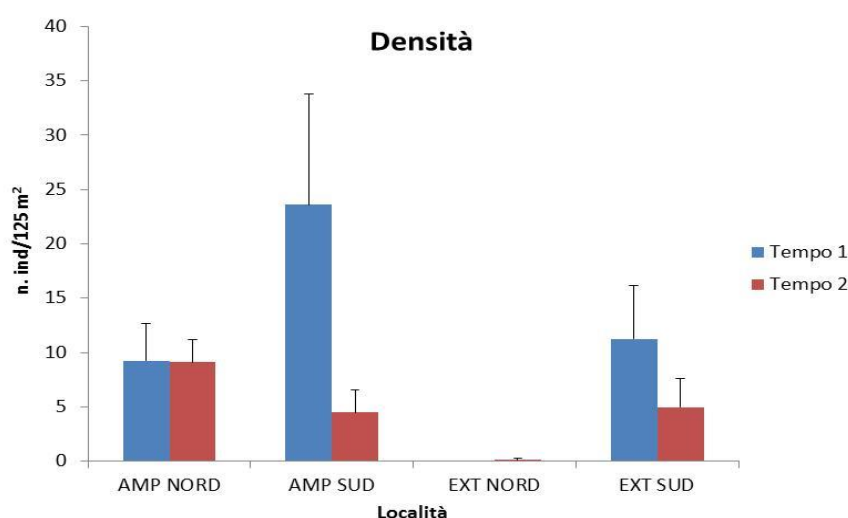


**Fig. 3.1.20:** Distribuzione di taglia (lunghezza totale) cumulata di *Serranus scriba* e *S. cabrilla* nelle zone oggetto di studio (A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

Le densità di *Oblada melanura* (Fig. 3.1.21) hanno mostrato nei due tempi di campionamento valori particolarmente variabili in funzione del sito, ma non sono emerse differenze evidenti in relazione al grado di protezione (Fig. 3.1.22).



**Fig. 3.1.21:** Esemplare di *Oblada melanura*.



**Fig. 3.1.22.** Densità (media $\pm$ SE) di *Oblada melanura* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

L'analisi statistica effettuata sui dati di densità di *Oblada melanura* non ha evidenziato differenze statisticamente significative relativamente ai fattori considerati in nessuno dei due tempi (Tab. 3.1.30 e 3.1.31)

**Tab. 3.1.30:** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Oblada melanura*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

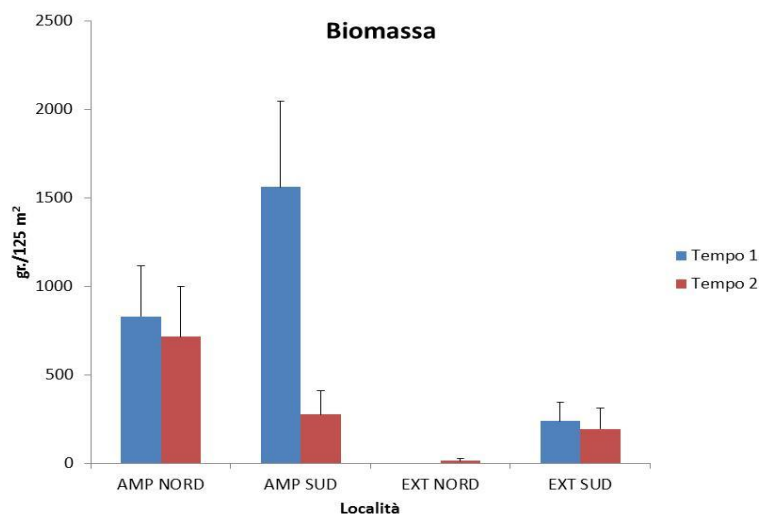
| Source | Df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 935.28 | 935.28   | 1.4035   | 0.3721   |
| Si(Pr) | 2  | 1332.8 | 666.41   | 2.392    | 0.1008   |
| Res    | 28 | 7800.9 | 278.6    |          |          |
| Total  | 31 | 10069  |          |          |          |

**Tab. 3.1.31:** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Oblada melanura*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | Df | MS    | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|-------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 144.5 | 144.5    | 1.6      | 0.3358   |

|        |    |        |        |        |        |
|--------|----|--------|--------|--------|--------|
| Si(Pr) | 2  | 180.63 | 90.313 | 2.9141 | 0.0652 |
| Res    | 28 | 867.75 | 30.991 |        |        |
| Total  | 31 | 1192.9 |        |        |        |

Le biomasse medie di *O. melanura* hanno mostrato nei due tempi di campionamento valori più elevati nei siti protetti (Fig. 3.1.23).



**Fig. 3.1.23.** Biomassa (media±SE) di *Oblada melanura* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

Tuttavia le analisi statistiche condotte sui dati di biomassa di *O. melanura* non hanno evidenziato una variabilità significativa tra le zone in nessuno dei due tempi di campionamento (Tab. 3.1.32 e 3.1.33).

**Tab. 3.1.32** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Oblada melanura*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

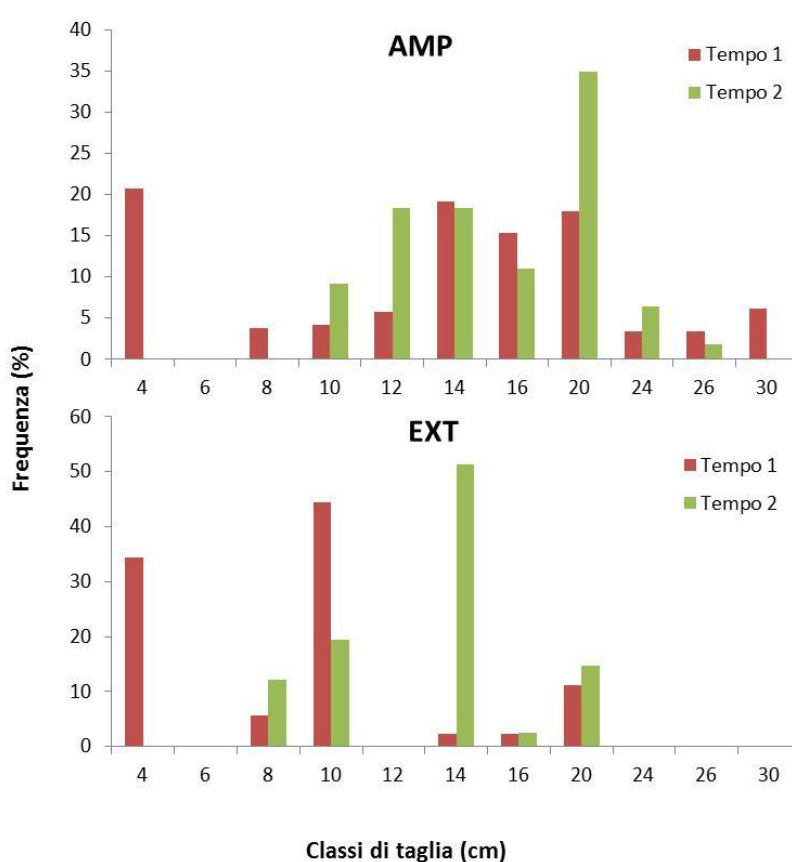
| Source | Df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 9.2619E6 | 9.2619E6 | 7.7889   | 0.1083   |
| Si(Pr) | 2  | 2.3782E6 | 1.1891E6 | 1.8174   | 0.1846   |
| Res    | 28 | 1.832E7  | 6.5428E5 |          |          |
| Total  | 31 | 2.996E7  |          |          |          |

**Tab. 3.1.33** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Oblada melanura*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | Df | MS | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----|----------|----------|----------|
|--------|----|----|----------|----------|----------|

|        |    |          |          |        |        |
|--------|----|----------|----------|--------|--------|
| Pr     | 1  | 1.2325E6 | 1.2325E6 | 2.7321 | 0.2368 |
| Si(Pr) | 2  | 9.0219E5 | 4.511E5  | 2.0292 | 0.1325 |
| Res    | 28 | 6.2245E6 | 2.223E5  |        |        |
| Total  | 31 | 8.3591E6 |          |        |        |

La distribuzione di taglia degli esemplari di *Oblada melanura* ha mostrato che gli individui di dimensioni maggiori di 20 cm sono stati censiti esclusivamente in zona A (Fig. 3.1.24).



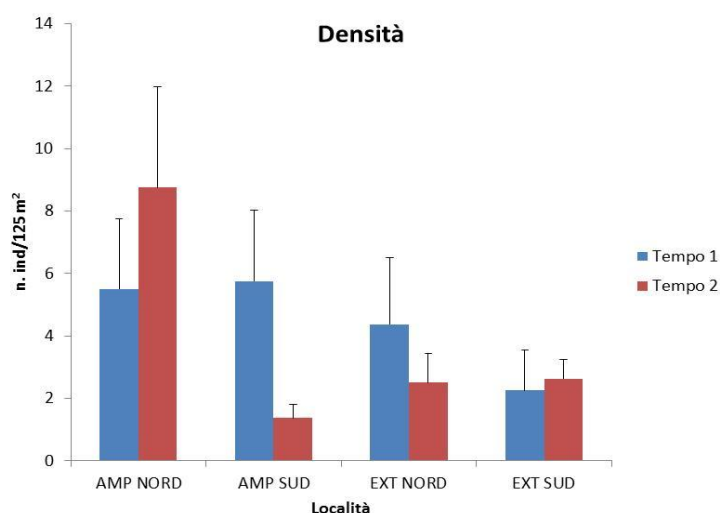
**Fig. 3.1.24:** Distribuzione di taglia (lunghezza totale) di *Oblada melanura* nelle zone oggetto di studio (A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

Il tordo pavone, *Symphodus tinca* (Fig. 3.1.25), non è una specie di grande pregio dal punto di vista commerciale, malgrado possa subire fortemente l'impatto delle reti da posta.



**Fig. 3.1.25:** Esemplare di *Symphodus tinca*.

I dati di densità di *S. tinca* non evidenziano delle chiare differenze in funzione della protezione (3.1.26).



**Fig. 3.1.26:** Densità (media±SE) di *Symphodus tinca* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

In accordo con l'ispezione visuale dell'istogramma, le analisi statistiche relative alle densità del tordo pavone non hanno evidenziato alcuna variabilità significativa tra le zone in nessuno dei due tempi di campionamento (Tab. 3.1.34 e 3.1.35). Il fattore Sito è risultato significativo esclusivamente nel secondo tempo di campionamento.

**Tab. 3.1.34:** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Symphodus tinca*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

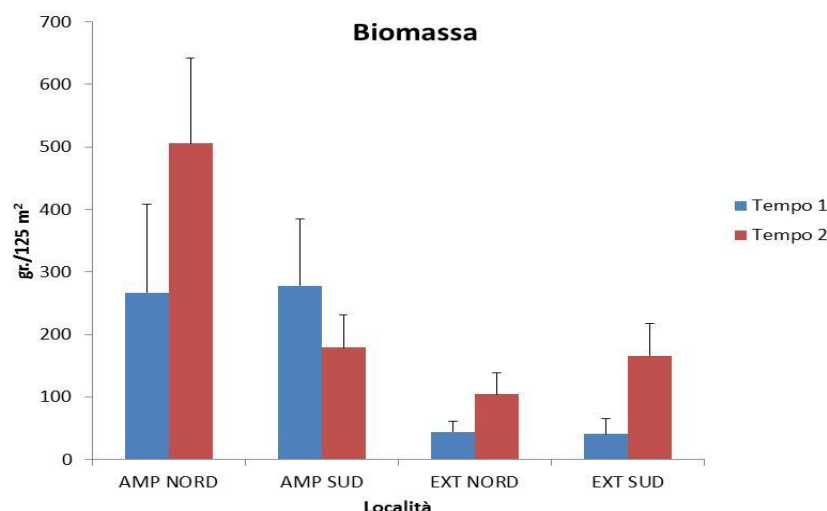
| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 42.781 | 42.781   | 4.6724   | 0.1649   |

|        |    |        |        |        |        |
|--------|----|--------|--------|--------|--------|
| Si(Pr) | 2  | 18.313 | 9.1562 | 0.2778 | 0.7585 |
| Res    | 28 | 922.88 | 32.96  |        |        |
| Total  | 31 | 983.97 |        |        |        |

**Tab. 3.1.35:** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Symphodus tinca*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 50     | 50       | 0.45951  | 0.5642   |
| Si(Pr) | 2  | 217.63 | 108.81   | 4.5525   | 0.0102   |
| Res    | 28 | 669.25 | 23.902   |          |          |
| Total  | 31 | 936.88 |          |          |          |

I valori medi delle biomasse di tordo pavone hanno mostrato una leggera relazione con la protezione nelle due campagne di *visual census*, con valori di poco più elevati registrati nelle due zone A (Fig. 3.1.27).



**Fig. 3.1.27.** Biomassa (media±SE) di *Symphodus tinca* nelle località oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

Le analisi statistiche delle biomasse hanno evidenziato una variabilità significativa in funzione del livello di protezione per il tempo 1, ma non per il tempo 2 (Tab. 3.1.36 e 3.1.37). Una variabilità significativa alla scala di sito è stata riscontrata per il tempo 2.

**Tab. 3.1.36:** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Symphodus tinca*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

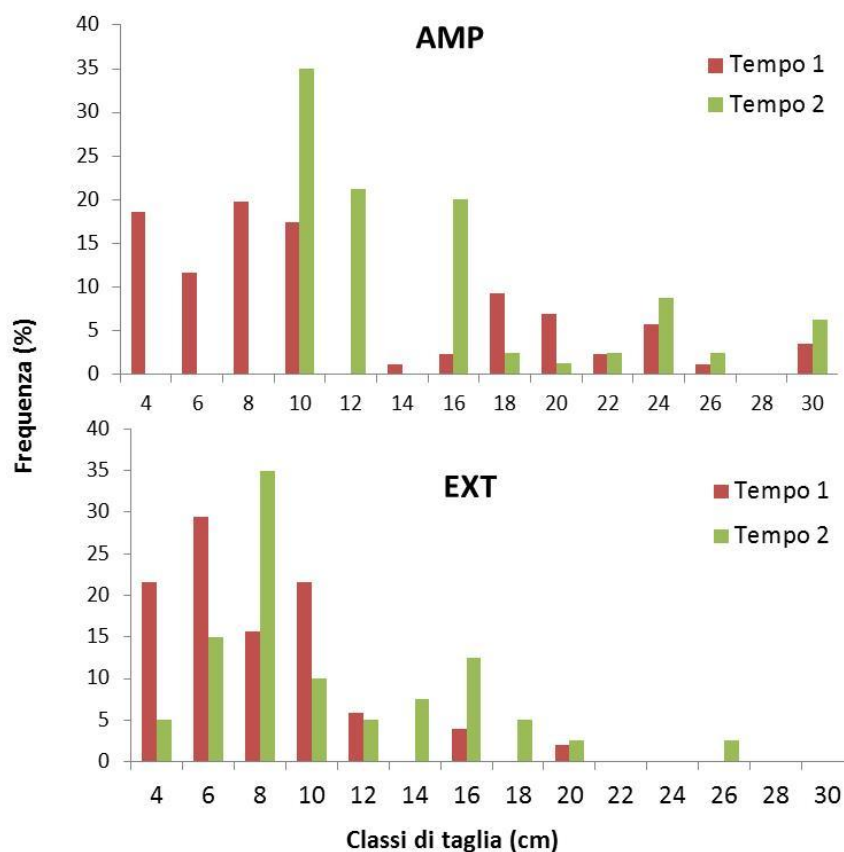
| Source | df | MS | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----|----------|----------|----------|
|--------|----|----|----------|----------|----------|

|        |    |          |          |          |        |
|--------|----|----------|----------|----------|--------|
| Pr     | 1  | 4.2106E5 | 4.2106E5 | 1533.1   | 0.0007 |
| Si(Pr) | 2  | 549.29   | 274.65   | 4.248E-3 | 0.9956 |
| Res    | 28 | 1.8103E6 | 64653    |          |        |
| Total  | 31 | 2.2319E6 |          |          |        |

**Tab. 3.1.37:** Tempo 2: Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Symphodus tinca*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 3.4352E5 | 3.4352E5 | 1.5604   | 0.3395   |
| Si(Pr) | 2  | 4.4031E5 | 2.2015E5 | 4.3969   | 0.0179   |
| Res    | 28 | 1.402E6  | 50070    |          |          |
| Total  | 31 | 2.1858E6 |          |          |          |

La distribuzione di taglia degli individui di tordo pavone ha evidenziato LT superiori ai 20 cm quasi esclusivamente in zona A (Fig. 3.1.28).

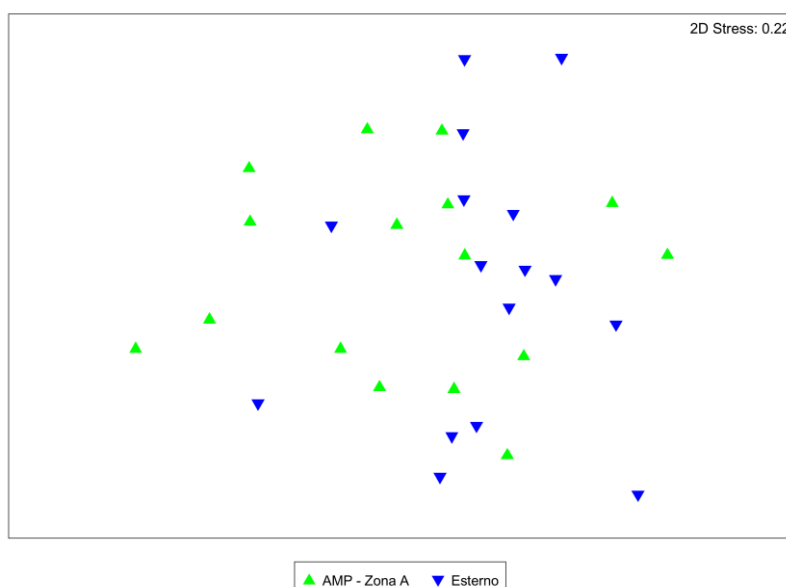


**Fig. 3.1.28:** Distribuzione di taglia (lunghezza totale) di *Symphodus tinca* nelle zone oggetto di studio (A ed esterno).

### 3.1.2 “Effetto Riserva” nel sublitorale roccioso superficiale (0-3 m)

#### 3.1.2.1. Analisi sull'insieme complessivo delle specie osservate (intero popolamento ittico)

Il plot nMDS relativo alle strutture dei popolamenti ittici in termini di densità multivariate mostra come la separazione tra zona A e siti esterni all'AMP non sia particolarmente evidente (Fig. 3.1.29). C'è da sottolineare come il valore di *stress* sia di poco al di sopra del limite (0.2) che identifica una rappresentazione bidimensionale affidabile dei dati.



**Fig. 3.1.29:** nMDS relativo ai rilevamenti di visual census in *snorkeling* dell'intero popolamento (dati di densità di tutte le specie incontrate) effettuati presso siti caratterizzati da diversi livelli di protezione (zone A ed esterno) presso l'AMP di Torre Guaceto.

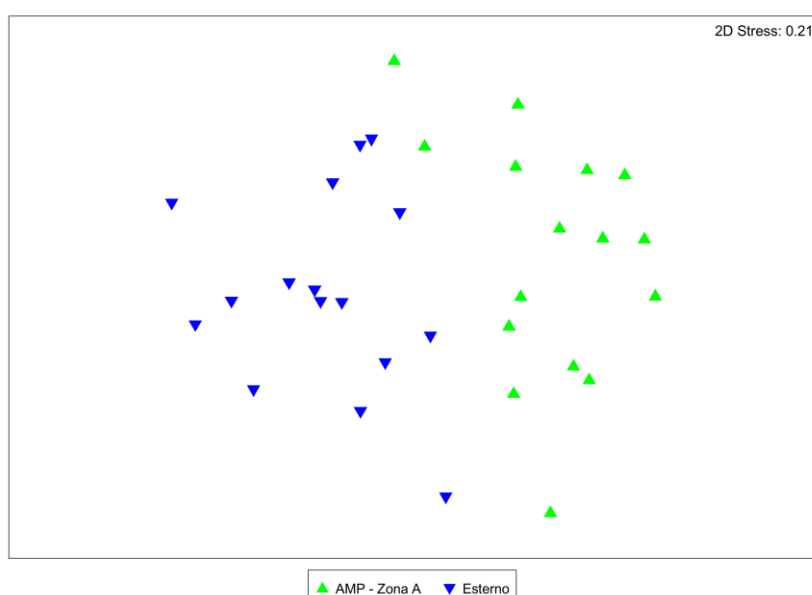
L'analisi PERMANOVA multivariata non ha mostrato differenze significative tra le zone A e le zone esterne. Al contempo non sono state osservate differenze significative alla scala di Sito (Tab. 3.1.38).

**Tab. 3.1.38.** Permanova (multivariata) condotta su dati di abbondanza. Fattori: Pr=protezione; Si=sito

| Source | Df | SS     | MS     | Pseudo-F | P (perm) |
|--------|----|--------|--------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 1823.4 | 1823.4 | 1.1663   | 0.3819   |
| Si(Pr) | 2  | 3126.9 | 1563.4 | 1.5597   | 0.0978   |
| Res    | 28 | 28067  | 1002.4 |          |          |

Total 31 33017

Il plot nMDS relativo alle strutture di popolamenti in termini di biomassa evidenzia una separazione relazionabile alla protezione (cioè tra zone A ed esterno) (Fig. 3.1.30). Anche in questo caso c'è da sottolineare come il valore di  $\beta$  sia di poco al di sopra del limite (0.2).



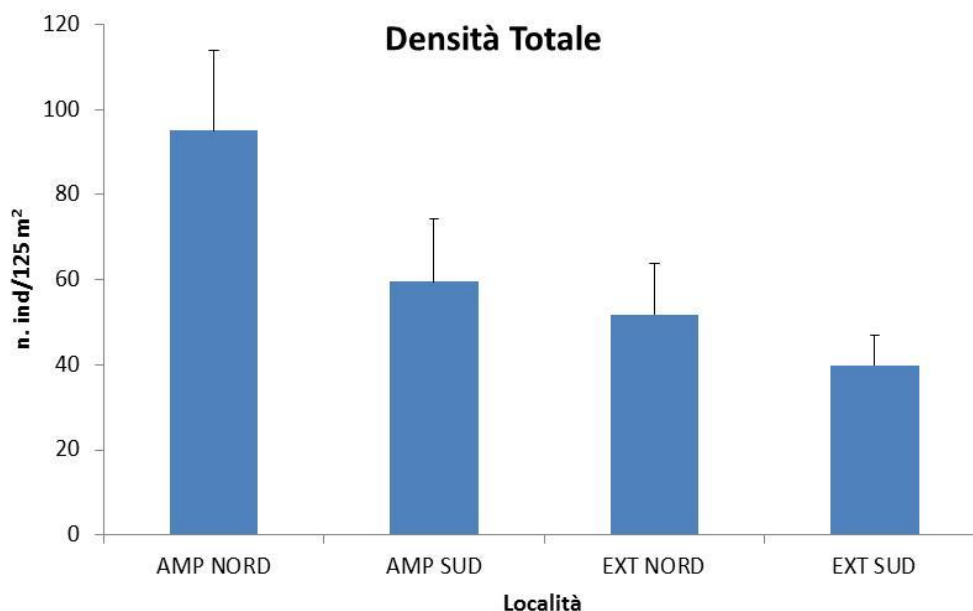
**Fig. 3.1.30:** nMDS relativo ai rilevamenti di visual census in *snorkeling* dell'intero popolamento (dati di biomassa di tutte le specie incontrate) effettuati presso siti caratterizzati da diversi livelli di protezione (zona A ed esterno) presso l'AMP di Torre Guaceto.

Le analisi multivariate condotte sui dati di biomassa hanno evidenziato differenze significative tra i diversi livelli di protezione. Non è invece emersa una variabilità significativa alla scale dei siti (Tab. 3.1.39).

**Tab. 3.1.39.** Permanova (multivariata) condotta su dati di biomassa. Fattori: Pr=protezione; Si=sito

| Source | Df | MS    | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|-------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 11231 | 11231    | 7.622    | 0.0019   |
| Si(Pr) | 2  | 2947  | 1473.5   | 1.2251   | 0.2527   |
| Res    | 28 | 33677 | 1202.8   |          |          |
| Total  | 31 | 47855 |          |          |          |

La densità totale dell'intero popolamento mostra dei valori leggermente superiori nei due siti all'interno della zona A (Fig. 3.1.31).



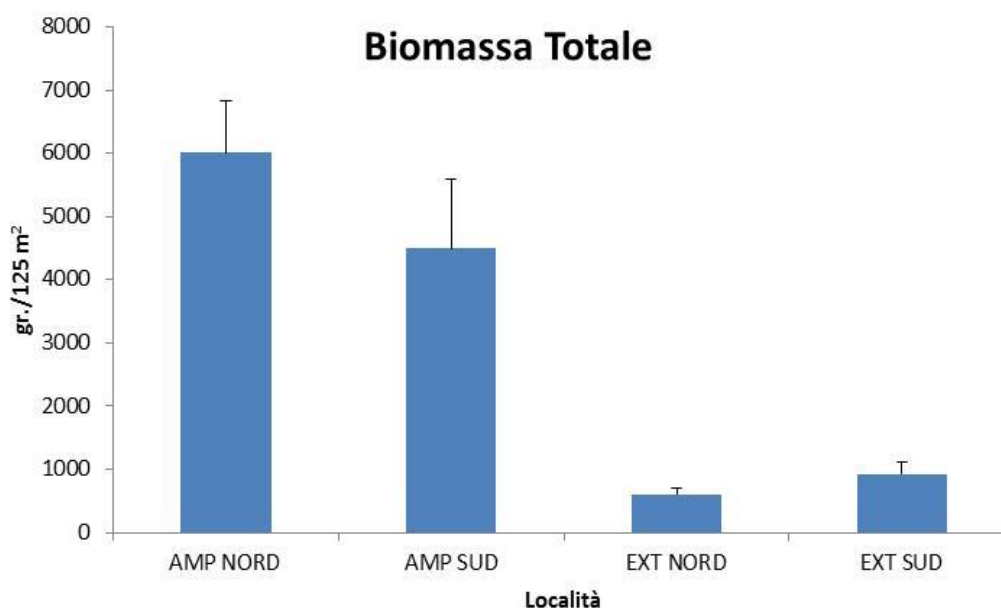
**Fig. 3.1.31:** Densità totale della fauna ittica (media±SE) nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno).

Per quel che concerne la densità totale (la somma delle densità di ciascuna specie censita), l'analisi PERMANOVA non ha indicato una differenza significativa tra livelli di protezione, né una variabilità significativa alla scala di sito (Tab. 3.1.40).

**Tab.3.1.40:** Permanova (univariata) condotta su dati di densità totale della fauna ittica. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 27.438 | 27.438   | 3.1375   | 0.2195   |
| Si(Pr) | 2  | 17.49  | 8.7452   | 1.6866   | 0.2074   |
| Res    | 28 | 145.18 | 5.1851   |          |          |
| Total  | 31 | 190.11 |          |          |          |

Le biomasse totali sono state mediamente più elevate in entrambi i siti della zona A rispetto ai siti non protetti (Fig. 3.1.32).



**Fig. 3.1.32** Biomassa totale della fauna ittica (media $\pm$ SE) nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno).

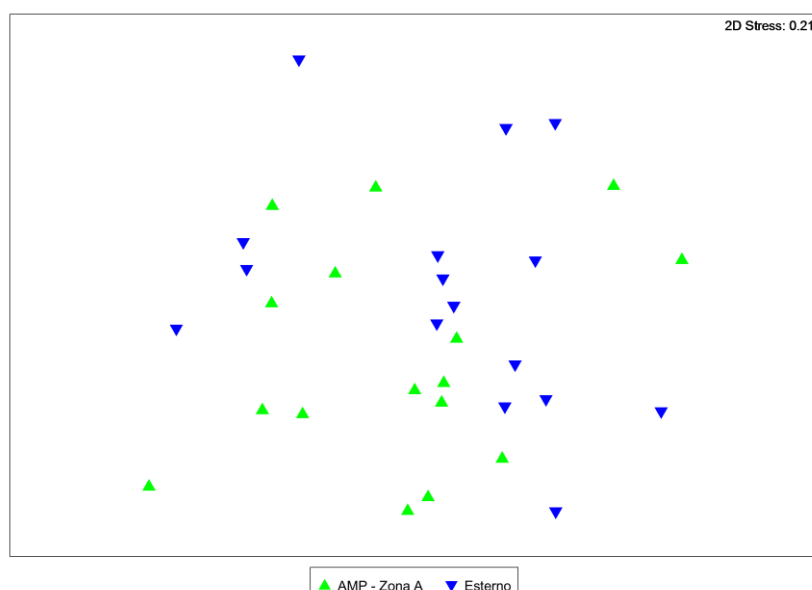
L'analisi PERMANOVA ha evidenziato una differenza significativa tra le zone protette e quelle aperte alla pesca in termini di biomassa totale, mentre non è emersa una variabilità significativa alla scala di sito (Tab. 3.1.41).

**Tab. 3.1.41.** Permanova (univariata) condotta su dati di biomassa totale della fauna ittica. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 15510  | 15510    | 34.679   | 0.0282   |
| Si(Pr) | 2  | 894.46 | 447.23   | 2.3045   | 0.1201   |
| Res    | 28 | 5434   | 194.07   |          |          |
| Total  | 31 | 21838  |          |          |          |

### 3.1.2.2. Analisi sull'insieme complessivo delle specie di interesse commerciale

Il plot nMDS relativo alla struttura del popolamenti ittico (densità), considerando solo le specie di interesse commerciale, mostra come la separazione tra zone non sia particolarmente evidente (Fig. 3.1.33).



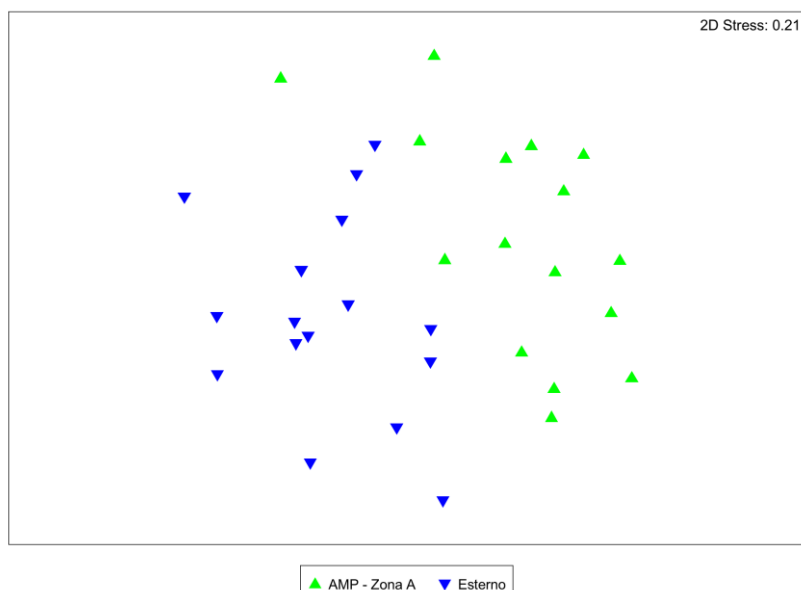
**Fig. 3.1.33:** nMDS relativo ai rilevamenti di visual census in *snorkeling* per le sole specie di interesse commerciale (dati di densità) effettuati presso siti caratterizzati da diversi livelli di protezione (zone A ed esterno) presso l'AMP di Torre Guaceto.

Le analisi delle densità multivariate delle specie commerciali non hanno mostrato differenze significative tra le zone A e le zone esterne. Il fattore Sito non è risultato significativo (Tab. 3.1.42).

**Tab. 3.1.42.** Permanova (multivariata) condotta su dati di abbondanza. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P (perm) |
|--------|----|--------|--------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 1748.1 | 1748.1 | 1.0245   | 0.4561   |
| Si(Pr) | 2  | 3412.5 | 1706.3 | 1.7612   | 0.0784   |
| Res    | 28 | 27126  | 968.79 |          |          |
| Total  | 31 | 32287  |        |          |          |

Il plot nMDS relativo alle biomasse delle specie commerciali evidenzia una separazione relazionabile alla protezione (cioè tra zone A ed esterno) (Fig. 3.1.34).



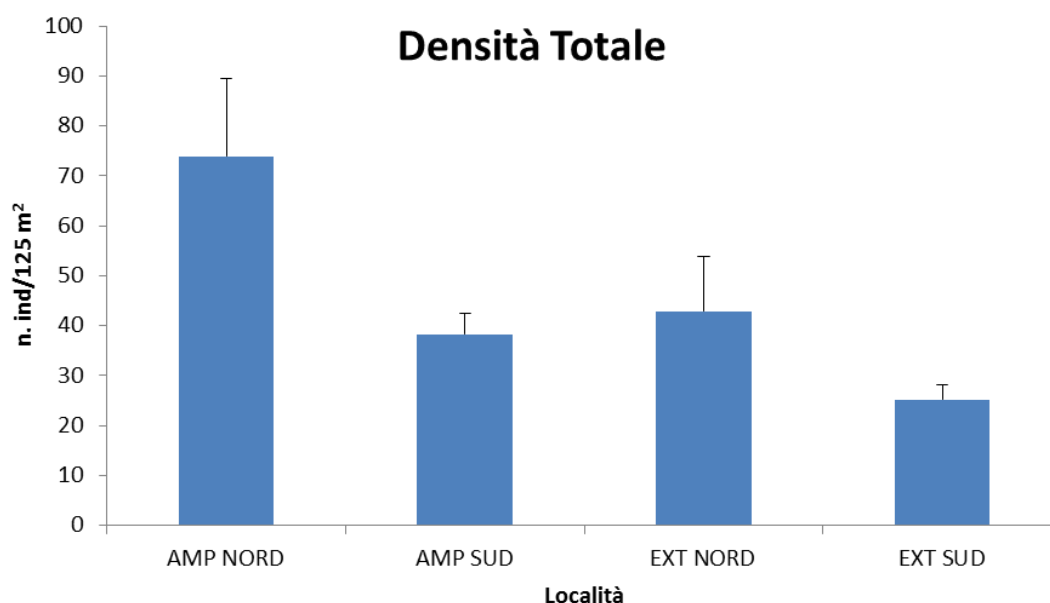
**Fig. 3.1.34:** nMDS relativo ai rilevamenti di visual census in *snorkeling* per le sole specie di interesse commerciale (dati di biomassa) effettuati presso siti caratterizzati da diversi livelli di protezione (zone A ed esterno) presso l'AMP di Torre Guaceto.

Le analisi multivariate condotte sui dati di biomassa hanno evidenziato differenze significative in funzione del fattore Pr. Non è invece emersa alcuna variabilità significativa alla scale dei siti (Tab. 3.1.43).

**Tab. 3.1.43.** Permanova (multivariata) condotta su dati di biomassa. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 12650  | 12650    | 7.6571   | 0.0047   |
| Si(Pr) | 2  | 3304.1 | 1652     | 1.3061   | 0.2271   |
| Res    | 28 | 35416  | 1264.9   |          |          |
| Total  | 31 | 51370  |          |          |          |

Per quel che concerne le analisi univariate, la densità totale delle specie di interesse commerciale ha mostrato dei valori medi più elevati in uno dei due siti in zona A rispetto ai siti non protetti (Fig. 3.1.35).



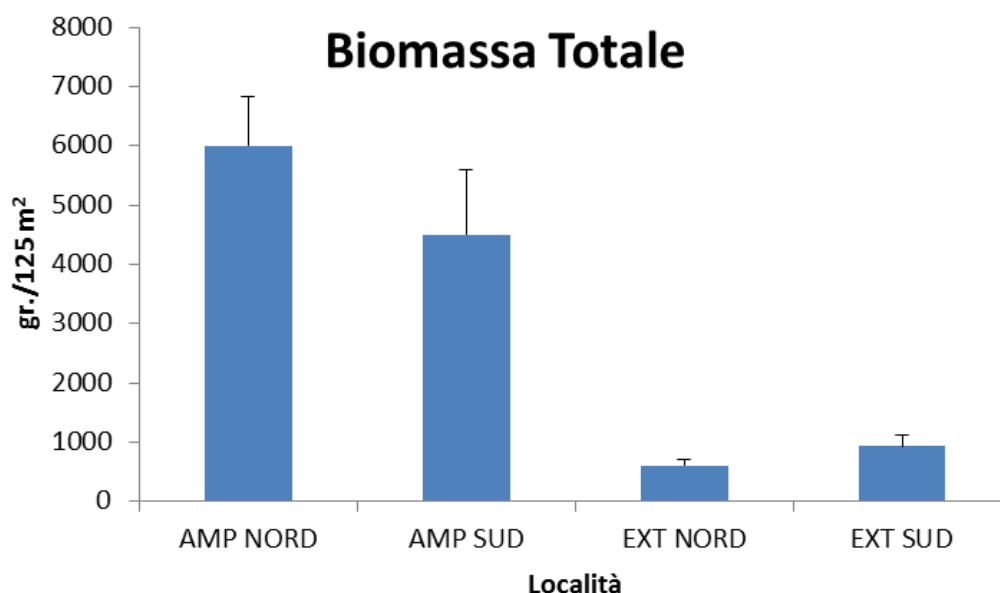
**Fig. 3.1.35:** Densità totale della fauna ittica per le sole specie di interesse commerciale (media±SE) nelle località oggetto di studio (zona A ed esterno).

L'analisi PERMANOVA non ha indicato una differenza significativa tra livelli di protezione, né è stata riscontrata una variabilità significativa alla scala di sito (Tab. 3.1.44).

**Tab.3.1.44:** Permanova (univariata) condotta su dati di densità totale della fauna ittica. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Zo     | 1  | 108.41 | 108.41   | 8.0649   | 0.0997   |
| Si(Zo) | 2  | 26.884 | 13.442   | 0.89093  | 0.4309   |
| Res    | 28 | 422.45 | 15.087   |          |          |
| Total  | 31 | 557.74 |          |          |          |

Le medie delle biomasse totali delle specie di interesse commerciale hanno mostrato valori più elevati nei siti in zona A rispetto ai siti non protetti (Fig. 3.1.36).



**Fig. 3.1.36** Biomassa totale della fauna ittica per le sole specie di interesse commerciale (media $\pm$ SE) nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno).

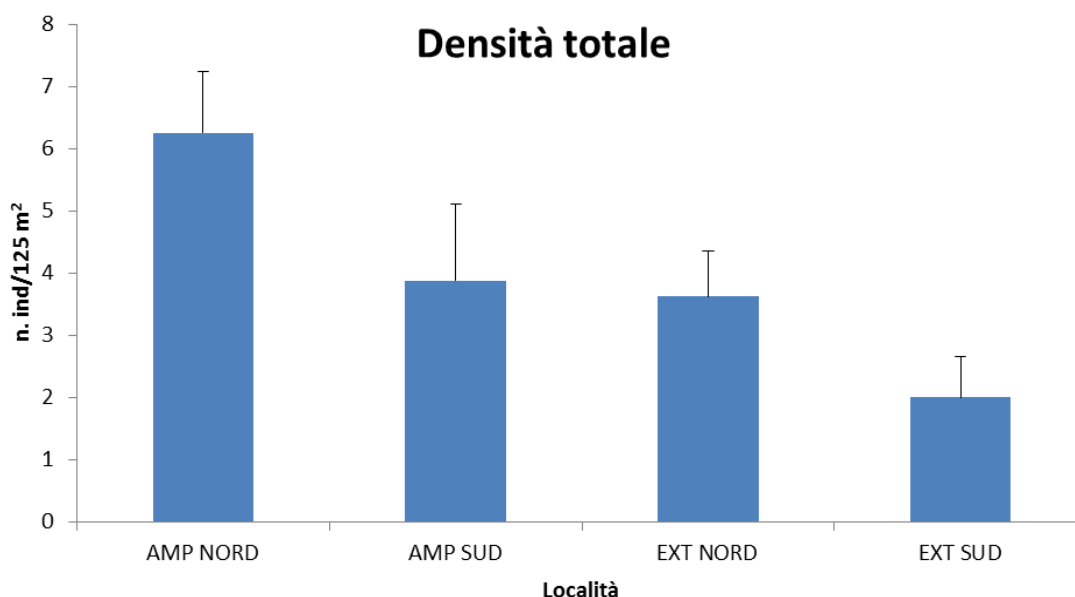
L'analisi PERMANOVA ha riscontrato differenze significative in termini di biomassa totale in funzione del fattore Zona (con valori quindi significativamente più elevati nelle siti all'interno della zona A rispetto ai siti esterni all'AMP), (Tab. 3.1.45). Il fattore sito non è risultato significativo.

**Tab. 3.1.45.** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta su dati di biomassa totale della fauna ittica. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS       | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 73295    | 73295    | 47.474   | 0.0206   |
| Si(Pr) | 2  | 3087.8   | 1543.9   | 1.4335   | 0.2627   |
| Res    | 28 | 30156    | 1077     |          |          |
| Total  | 31 | 1.0654E5 |          |          |          |

### 3.1.2.3. Analisi sulle specie bersaglio

Le densità medie del sarago maggiore *Diplodus sargus sargus* non hanno mostrato differenze evidenti in funzione della protezione, con uno solo dei due siti in zona A che ha fatto registrare valori particolarmente più elevati rispetto a quelli registrati nei due siti non protetti (Fig. 3.1.37). E' importante sottolineare che gli ES sono particolarmente elevati in entrambi i casi, a causa della elevata variabilità tra le misure.



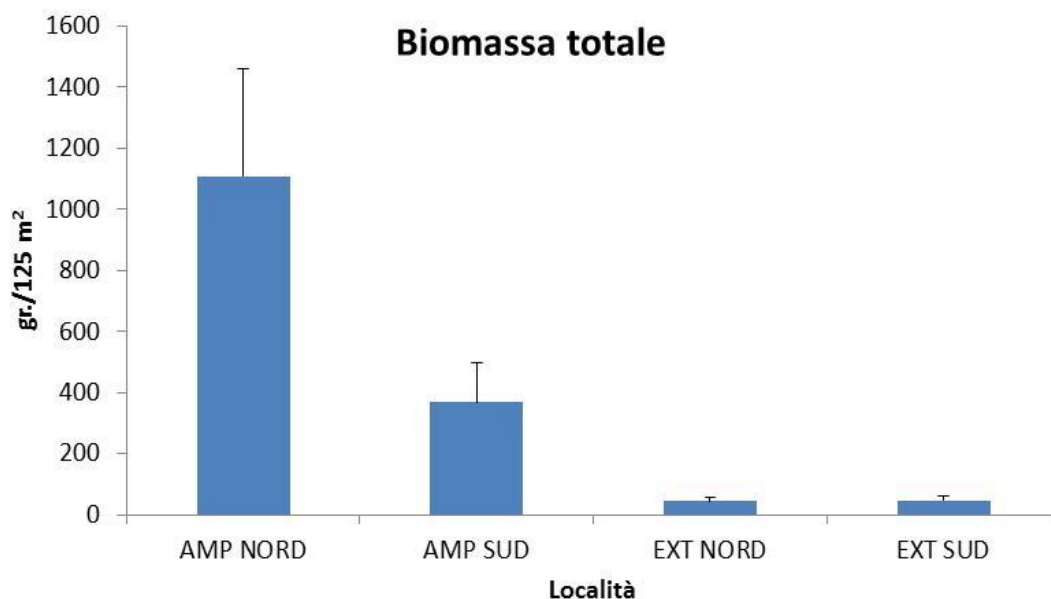
**Fig. 3.1.37.** Densità (media±SE) di *Diplodus sargus sargus* nelle località oggetto di studio (zona A ed esterno).

I dati relativi alle densità del sarago maggiore non hanno mostrato differenze significative in funzione del livello di protezione (Tab. 3.1.46). Il fattore sito non è risultato significativo.

**Tab.3.1.46:** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Diplodus sargus sargus*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 40.5   | 40.5     | 2.4453   | 0.2605   |
| Si(Pr) | 2  | 33.125 | 16.563   | 2.3874   | 0.1141   |
| Res    | 28 | 194.25 | 6.9375   |          |          |
| Total  | 31 | 267.88 |          |          |          |

L'ispezione del grafico di Fig. 3.1.38 mostra come, mediamente, la biomassa del sarago maggiore sia risultata più elevata nei siti in zona A rispetto ai siti esterni all'AMP.



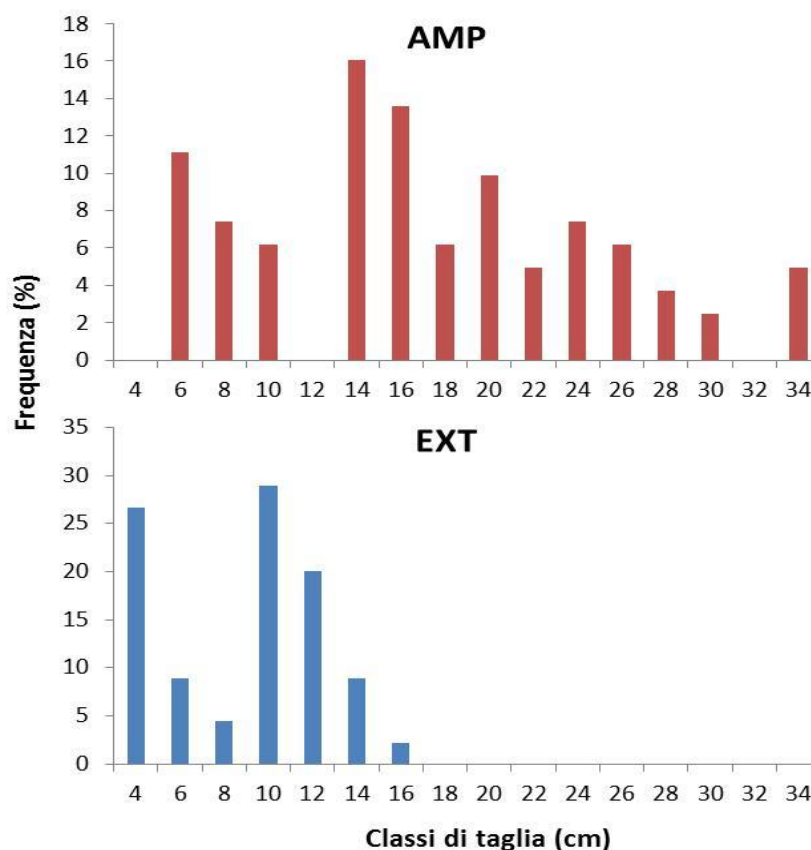
**Fig. 3.1.38.** Biomassa (media±SE) di *Diplodus sargus sargus* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno).

In modo analogo ai dati di densità, anche i risultati sulla biomassa di *Diplodus sargus sargus* non hanno mostrato una variabilità significativa tra zone (Tab. 3.2.10). Questo è probabilmente da attribuirsi all'elevata variabilità tra le singole repliche (messa in evidenza dall'elevato valore di ES; Fig. 3.1.47). La variabilità alla scala di sito è risultata significativa.

**Tab. 3.1.47.** Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Diplodus sargus sargus*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

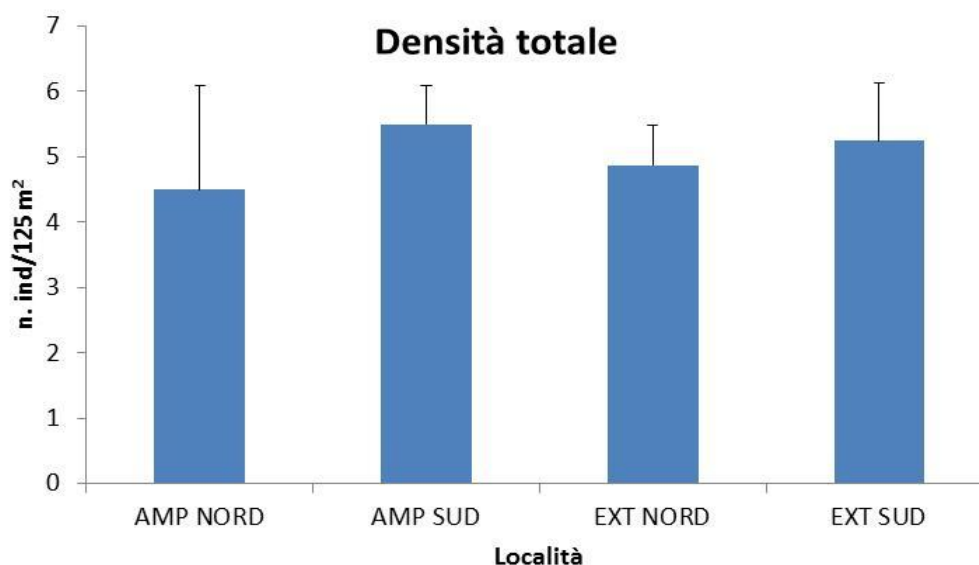
| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 2391.1 | 2391.1   | 5.3654   | 0.1423   |
| Si(Pr) | 2  | 891.3  | 445.65   | 5.027    | 0.0078   |
| Res    | 28 | 2482.2 | 88.651   |          |          |
| Total  | 31 | 5764.6 |          |          |          |

Per quanto riguarda la distribuzione di taglia, *D. sargus sargus* ha evidenziato taglie massime relazionate con la protezione. Infatti, gli esemplari di lunghezza totale superiore ai 16 cm sono stati osservati solo nei siti ricadenti all'interno della zona protetta dove sono stati censiti individui fino a 34 cm LT (Fig. 3.1.39).



**Fig. 3.1.39:** Distribuzione di taglia (lunghezza totale) del sarago maggiore nelle zone oggetto di studio (A ed esterno).

Le densità del sarago fasciato non hanno mostrato differenze evidenti in funzione del fattore Zona (Fig. 3.1.40).



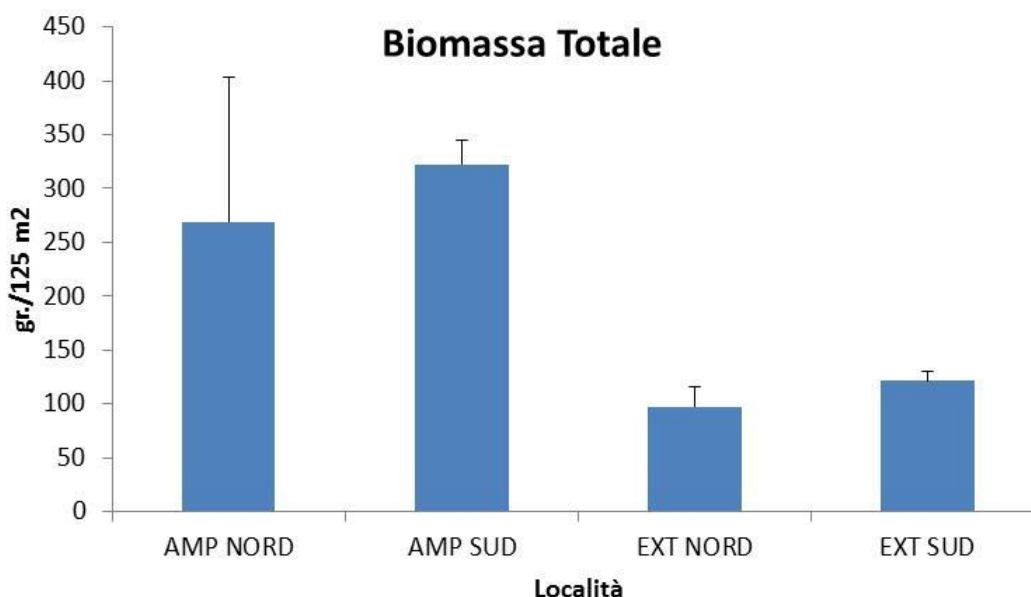
**Fig. 3.1.40.** Densità (media $\pm$ SE) di *Diplodus vulgaris* nelle località oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

L'analisi statistica effettuata sui dati di densità del sarago fasciato, *Diplodus vulgaris*, non ha evidenziato differenze statisticamente significative relativamente ai fattori considerati (Tab. 3.1.48).

**Tab. 3.1.48.** Tempo 1: Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Diplodus vulgaris*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS      | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|---------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 0.13395 | 0.13395  | 0.28137  | 0.6422   |
| Si(Pr) | 2  | 0.95212 | 0.47606  | 0.99127  | 0.3876   |
| Res    | 28 | 13.447  | 0.48025  |          |          |
| Total  | 31 | 14.533  |          |          |          |

Le ispezioni grafiche di figura 3.1.41 evidenziano valori di biomassa più elevati nei siti protetti.



**Fig. 3.1.41.** Biomassa (media $\pm$ SE) di *Diplodus vulgaris* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno).

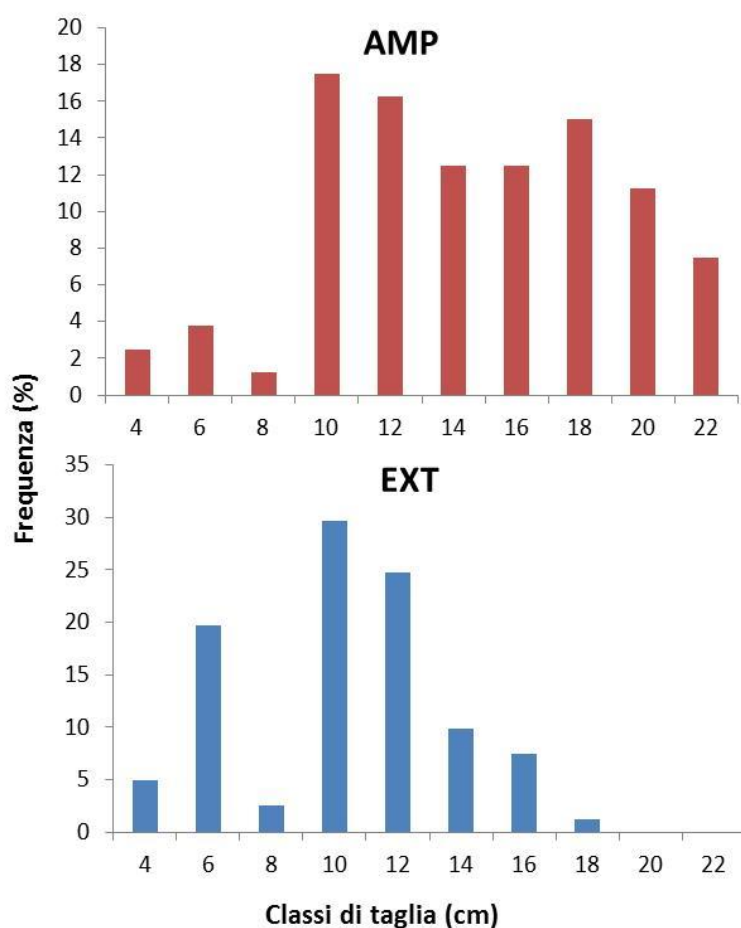
Analogamente ai dati di densità, le analisi statistiche condotte sui dati di biomassa di *D. vulgaris* non hanno evidenziato differenze significative tra le zone, né tra i siti (Tab. 3.1.49), risultato probabilmente da ascrivere all'elevata variabilità tra le singole repliche.

**Tab. 3.1.49:** Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Diplodus vulgaris*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|----|----------|----------|----------|
|--------|----|----|----------|----------|----------|

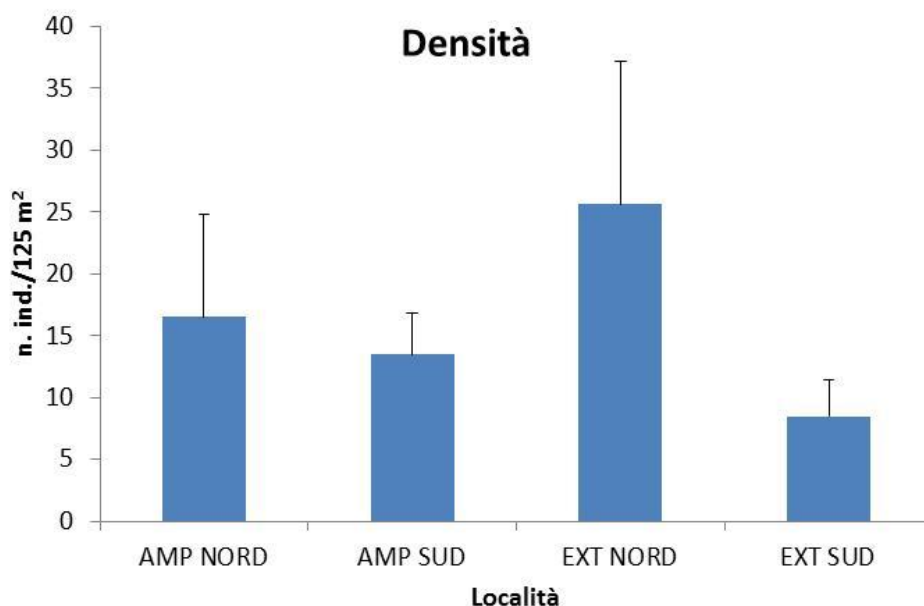
|        |    |        |        |        |        |
|--------|----|--------|--------|--------|--------|
| Pr     | 1  | 233.03 | 233.03 | 5.424  | 0.1432 |
| Si(Pr) | 2  | 85.928 | 42.964 | 1.5361 | 0.2409 |
| Res    | 28 | 783.12 | 27.969 |        |        |
| Total  | 31 | 1102.1 |        |        |        |

Per quel che concerne la distribuzione di taglia, gli esemplari di sarago fasciato di lunghezza totale superiore a 18 cm sono stati osservati solo nelle zone protette, dove tale mostra la taglia massima di 22 cm (Fig. 3.1.42).



**Fig. 3.1.42:** Distribuzione di taglia (lunghezza totale) del sarago fasciato nelle zone oggetto di studio (A ed esterno).

I valori di densità di *Oblada melanura* non hanno mostrato una distribuzione relazionabile con il livello di protezione (Fig. 3.1.43).



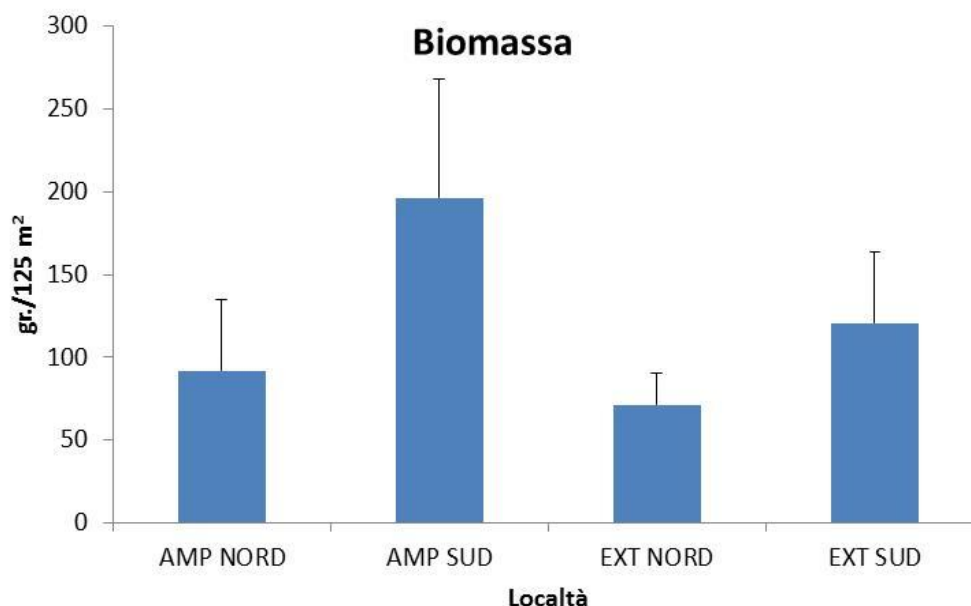
**Fig. 3.1.43.** Densità (media±SE) di *Oblada melabura* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno).

L'analisi statistica effettuata sui dati di densità dell'occhiata, *Oblada melanura* non ha evidenziato differenze statisticamente significative relativamente ai fattori considerati (Tab. 3.1.50)

**Tab. 3.1.50:** Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Oblada melanura*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | Df | MS      | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|---------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 0.39378 | 0.39378  | 7.72E-2  | 0.8092   |
| Si(Pr) | 2  | 10.201  | 5.1007   | 0.74035  | 0.4865   |
| Res    | 28 | 192.91  | 6.8896   |          |          |
| Total  | 31 | 203.5   |          |          |          |

Così come per la densità, anche la biomassa di questa specie non ha evidenziato differenze relative al livello di protezione (Fig. 3.1.44).



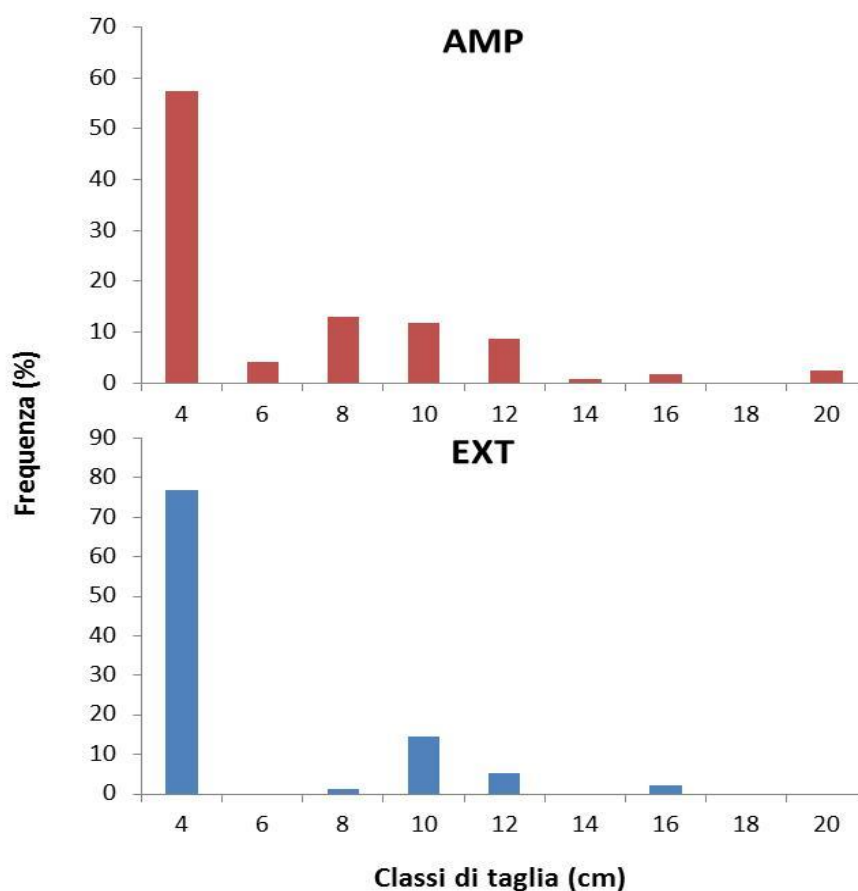
**Fig. 3.1.44.** Biomassa (media±SE) di *Oblada melanura* nelle località oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

Come per i valori di densità, anche per la biomassa di *Oblada melanura* le analisi statistiche non hanno evidenziato differenze statisticamente significative relativamente ai fattori considerati (Tab. 3.1.51).

**Tab. 3.1.51.** Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Oblada melanura*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

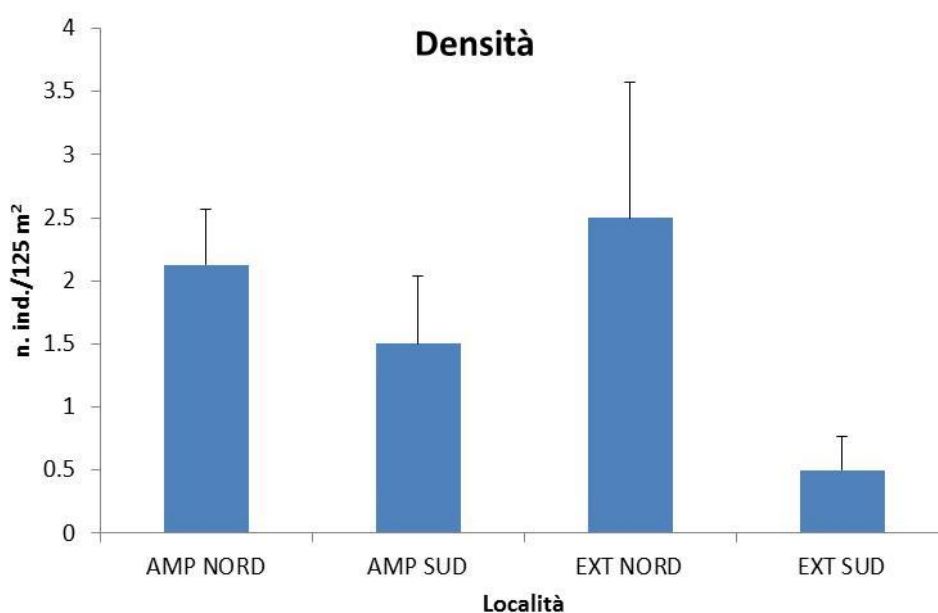
| Source | Df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 10.312 | 10.312   | 0.26815  | 0.6508   |
| Si(Pr) | 2  | 76.912 | 38.456   | 0.7984   | 0.4508   |
| Res    | 28 | 1348.7 | 48.167   |          |          |
| Total  | 31 | 1435.9 |          |          |          |

La distribuzione di taglia degli esemplari di *Oblada melanura* ha mostrato individui di dimensioni maggiori di 16 cm LT esclusivamente in zona A (Fig. 3.1.45).



**Fig. 3.1.45:** Distribuzione di taglia (lunghezza totale) di *Oblada melanura* nelle zone oggetto di studio (A ed esterno).

Le densità medie del tordo pavone *Symphodus tinca* non hanno mostrato differenze relativamente al livello di protezione (3.1.46).



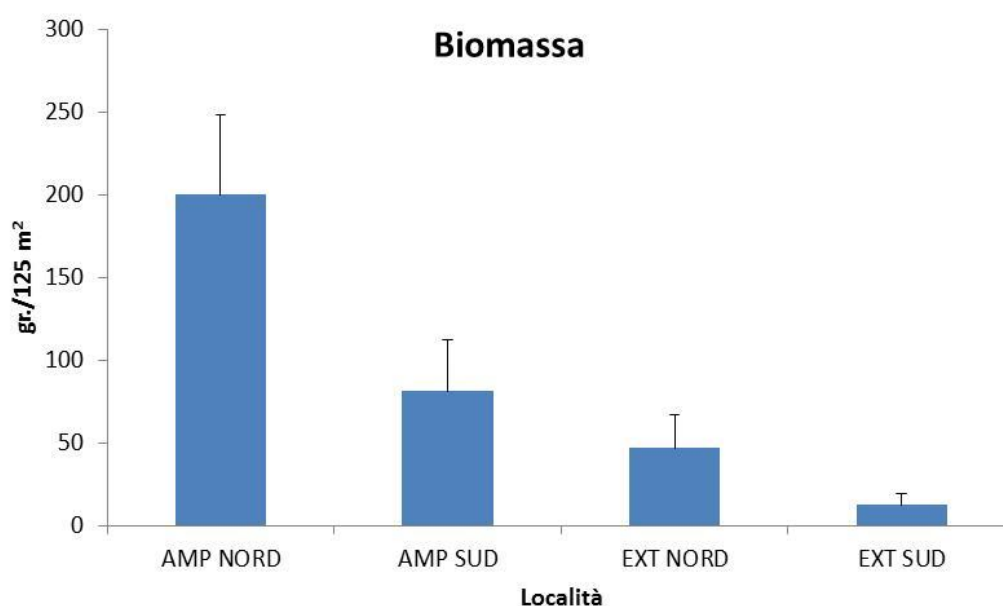
**Fig. 3.1.46:** Densità (media $\pm$ SE) di *Symphodus tinca* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno).

Le analisi statistiche relative alle densità del tordo pavone non hanno evidenziato alcuna variabilità significativa tra le zone, né tra i siti di campionamento (Tab. 3.1.52).

**Tab. 3.1.52:** Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Symphodus tinca*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS      | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|---------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 0.87534 | 0.87534  | 0.58753  | 0.5199   |
| Si(Pr) | 2  | 2.9797  | 1.4899   | 2.2376   | 0.1235   |
| Res    | 28 | 18.643  | 0.66583  |          |          |
| Total  | 31 | 22.498  |          |          |          |

I valori medi delle biomasse di tordo pavone hanno mostrato una certa relazione con la protezione durante la campagna di censimenti visivi in *snorkeling* (Fig. 3.1.47).



**Fig. 3.1.47.** Biomassa (media $\pm$ SE) di *Symphodus tinca* nelle località oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

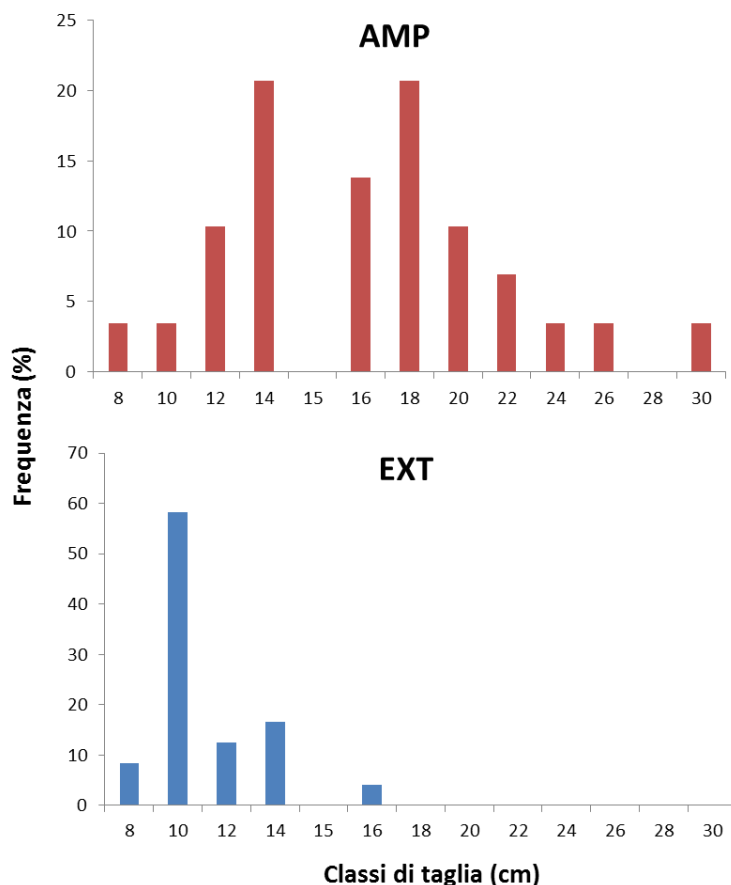
Le analisi statistiche delle biomasse non hanno evidenziato una variabilità significativa tra le zone, mentre è risultata significativa la variabilità tra siti (Tab. 3.1.53).

**Tab. 3.1.53:** Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Symphodus tinca*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 310.82 | 310.82   | 3.4834   | 0.2019   |

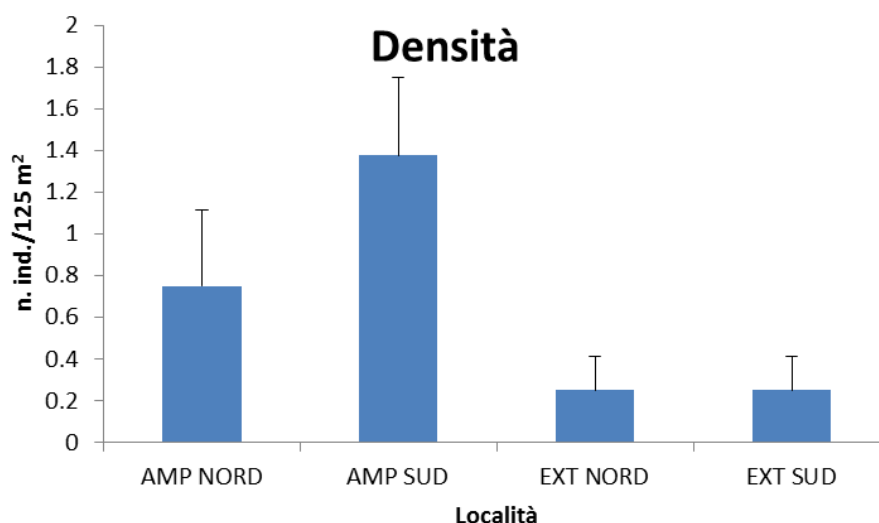
|        |    |        |        |        |       |
|--------|----|--------|--------|--------|-------|
| Si(Pr) | 2  | 178.46 | 89.23  | 3.1998 | 0.061 |
| Res    | 28 | 780.82 | 27.886 |        |       |
| Total  | 31 | 1270.1 |        |        |       |

La distribuzione di taglia ha mostrato che nei siti non protetti sono stati censiti esclusivamente individui di piccola taglia ( $\leq 16$  cm), mentre nei siti in zona A sono stati censiti individui fino a 30 cm LT (Fig. 3.1.48).



**Fig. 3.1.48:** Distribuzione di taglia (lunghezza totale) di *Symphodus tinca* nei siti oggetto di studio (A ed esterno).

Le densità medie della spigola *Dicentrarchus labrax* hanno mostrato valori più elevati nelle zone protette (3.1.49).



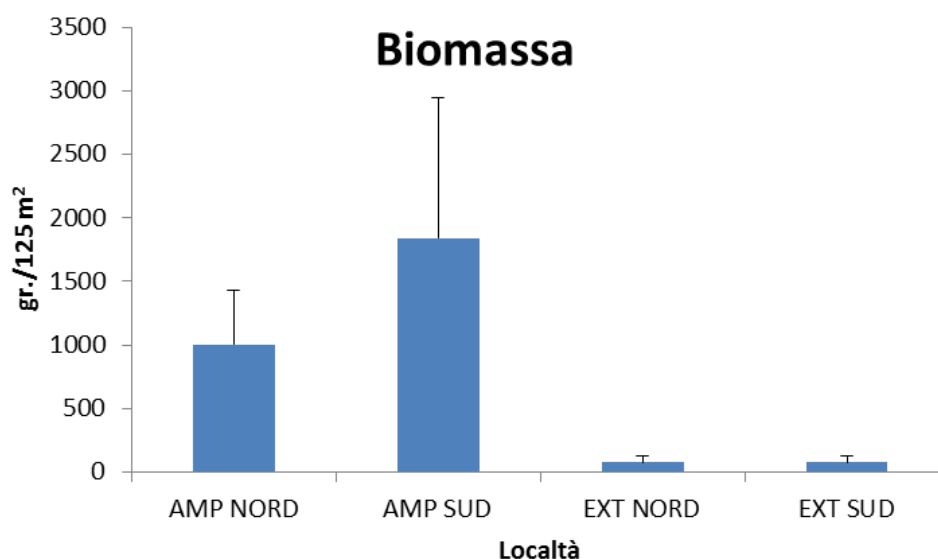
**Fig. 3.1.49:** Densità (media $\pm$ SE) di *Dicentrarchus labrax* nei siti oggetto di studio (zona A ed esterno).

Le analisi statistiche relative alle densità della spigola tordo pavone non hanno evidenziato alcuna variabilità significativa tra le zone, né tra i siti di campionamento (Tab. 3.1.54).

**Tab. 3.1.54:** Permanova (univariata) condotta sulla densità di *Dicentrarchus labrax*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 5.2813 | 5.2813   | 6.76     | 0.1218   |
| Si(Pr) | 2  | 1.5625 | 0.78125  | 1.1905   | 0.3211   |
| Res    | 28 | 18.375 | 0.65625  |          |          |
| Total  | 31 | 25.219 |          |          |          |

I valori medi delle biomasse della spigola hanno mostrato valori particolarmente più elevati nelle zone protette rispetto a quelli registrati all'esterno (Fig. 3.1.50).



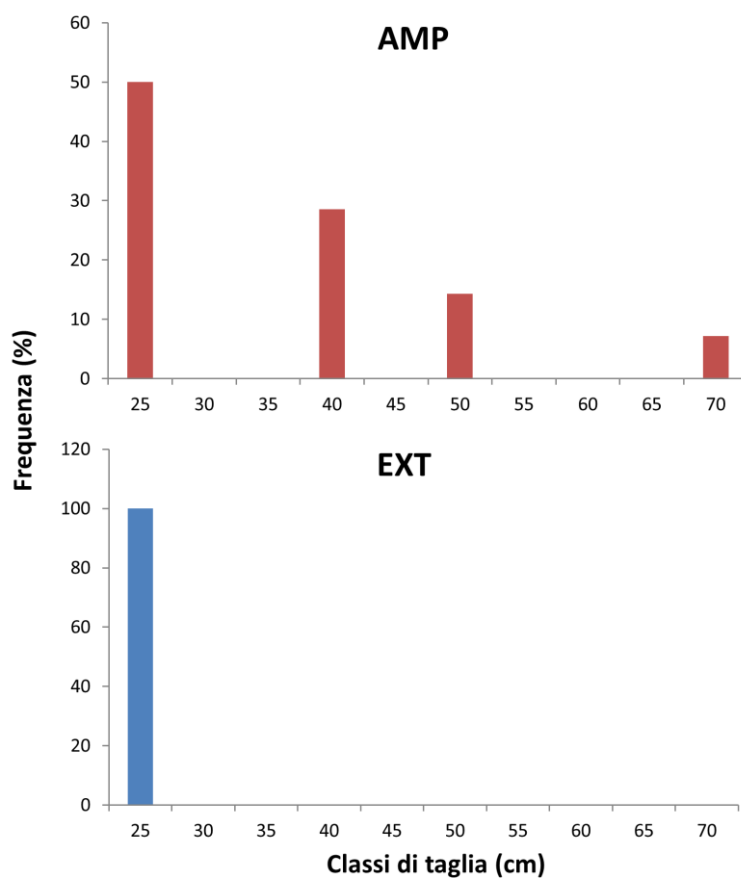
**Fig. 3.1.50.** Biomassa (media±SE) di *Dicentrarchus labrax* nelle località oggetto di studio (zona A ed esterno) nei due tempi di campionamento.

Le analisi statistiche delle biomasse hanno evidenziato una variabilità significativa tra le zone, mentre non è risultata significativa la variabilità tra siti (Tab. 3.1.55).

**Tab. 3.1.55:** Permanova (univariata) condotta sulla biomassa di *Dicentrarchus labrax*. Fattori: Pr=protezione; Si=sito.

| Source | df | MS     | Pseudo-F | P(perms) | P (perm) |
|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| Pr     | 1  | 4039.8 | 4039.8   | 21.51    | 0.0441   |
| Si(Pr) | 2  | 375.61 | 187.81   | 0.44631  | 0.6388   |
| Res    | 28 | 11783  | 420.8    |          |          |
| Total  | 31 | 16198  |          |          |          |

La distribuzione di taglia ha mostrato che nei siti non protetti sono stati censiti esclusivamente individui di piccola taglia (25 cm), mentre nei siti in zona A sono stati censiti individui fino a 70 cm LT (Fig. 3.1.51).



**Fig. 3.1.51:** Distribuzione di taglia (lunghezza totale) di *Dicentrarchus labrax* nei siti oggetto di studio (A ed esterno).

### 3.2 “Effetto Riserva” sulla pesca artigianale

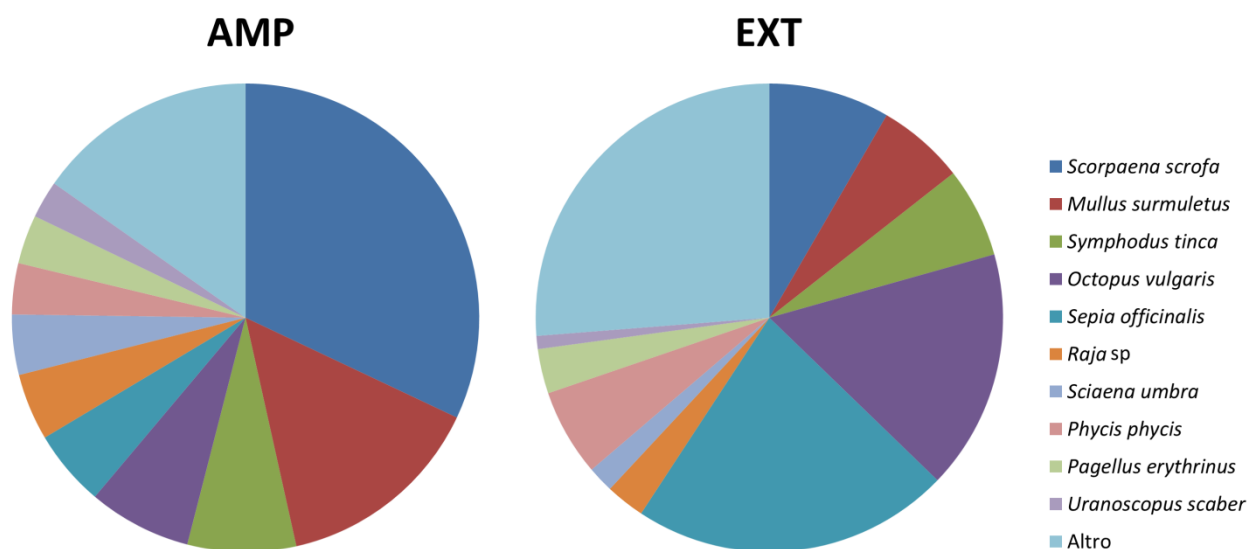
I pescatori hanno catturato 41 *taxa* all'interno dell'AMP e 44 all'esterno, per un totale di 50 *taxa* (Tab. 3.2.1).

**Tabella 3.2.1.** CPUE (in gr/1000 metri di rete) media per *taxon* dentro (AMP) e fuori l'AMP (Ext). I *taxa* sono riportati in ordine alfabetico.

| Taxa                          | AMP    | EXT    |
|-------------------------------|--------|--------|
| <i>Calappa granulata</i>      | 9.1    | 0.0    |
| <i>Conger conger</i>          | 0.0    | 41.4   |
| <i>Coris julis</i>            | 0.0    | 1.3    |
| <i>Dasyatis spp.</i>          | 4.5    | 0.0    |
| <i>Dentex dentex</i>          | 145.5  | 56.9   |
| <i>Diplodus annularis</i>     | 22.7   | 33.5   |
| <i>Diplodus puntazzo</i>      | 129.5  | 44.7   |
| <i>Diplodus sargus</i>        | 0.0    | 14.7   |
| <i>Diplodus vulgaris</i>      | 215.9  | 207.8  |
| <i>Engraulis encrasicolus</i> | 22.7   | 0.0    |
| <i>Labrus merula</i>          | 172.7  | 9.2    |
| <i>Labrus viridis</i>         | 18.2   | 50.6   |
| <i>Lichia amia</i>            | 0.0    | 23.0   |
| <i>Lithognathus mormyrus</i>  | 31.8   | 27.1   |
| <i>Loligo vulgaris</i>        | 54.5   | 52.6   |
| <i>Merluccius merluccius</i>  | 13.6   | 0.0    |
| <i>Mugil spp.</i>             | 100.0  | 56.6   |
| <i>Mullus surmuletus</i>      | 1754.5 | 392.4  |
| <i>Oblada melanura</i>        | 13.6   | 16.5   |
| <i>Octopus vulgaris</i>       | 863.6  | 1076.2 |
| <i>Pagellus acarne</i>        | 8.2    | 12.6   |
| <i>Pagellus erythrinus</i>    | 409.1  | 200.1  |
| <i>Pagrus pagrus</i>          | 150.0  | 14.1   |
| <i>Phycis phycis</i>          | 427.3  | 390.3  |
| <i>Pomatomus saltatrix</i>    | 0.0    | 0.0    |
| <i>Pteromylaeus bovinus</i>   | 95.5   | 0.0    |
| <i>Raja spp.</i>              | 559.1  | 175.4  |
| <i>Sardinella aurita</i>      | 0.0    | 5.3    |
| <i>Sarpa salpa</i>            | 54.5   | 81.1   |
| <i>Sciaena umbra</i>          | 503.2  | 117.5  |
| <i>Scomber scomber</i>        | 9.1    | 13.2   |
| <i>Scomber japonicus</i>      | 0.0    | 19.7   |
| <i>Scorpaena maderensis</i>   | 13.6   | 1.8    |
| <i>Scorpaena porcus</i>       | 119.5  | 494.2  |
| <i>Scorpaena scrofa</i>       | 3875.0 | 543.8  |
| <i>Scyllarides latus</i>      | 0.0    | 26.3   |
| <i>Sepia officinalis</i>      | 640.9  | 1430.7 |

|                                |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|
| <i>Seriola dumerili</i>        | 44.4  | 25.3  |
| <i>Serranus cabrilla</i>       | 0.0   | 10.6  |
| <i>Serranus scriba</i>         | 75.0  | 58.3  |
| <i>Solea spp.</i>              | 15.9  | 5.2   |
| <i>Sparisoma cretense</i>      | 11.4  | 0.0   |
| <i>Sparus aurata</i>           | 29.5  | 8.2   |
| <i>Sphyraena sphyraena</i>     | 31.8  | 16.4  |
| <i>Spondyllosoma cantharus</i> | 47.7  | 10.8  |
| <i>Squilla mantis</i>          | 34.1  | 15.1  |
| <i>Symphodus tinca</i>         | 909.1 | 404.0 |
| <i>Synodus saurus</i>          | 0.0   | 0.0   |
| <i>Torpedo spp.</i>            | 136.4 | 223.5 |
| <i>Trachurus trachurus</i>     | 18.2  | 23.5  |
| <i>Uranoscopus scaber</i>      | 313.6 | 58.7  |
| <i>Zeus faber</i>              | 0.0   | 2.6   |
| 53                             |       |       |

La composizione delle catture (in termini di CPUE percentuali) effettuate all'interno dell'AMP ed all'esterno è riportata in Figura 3.2.1.

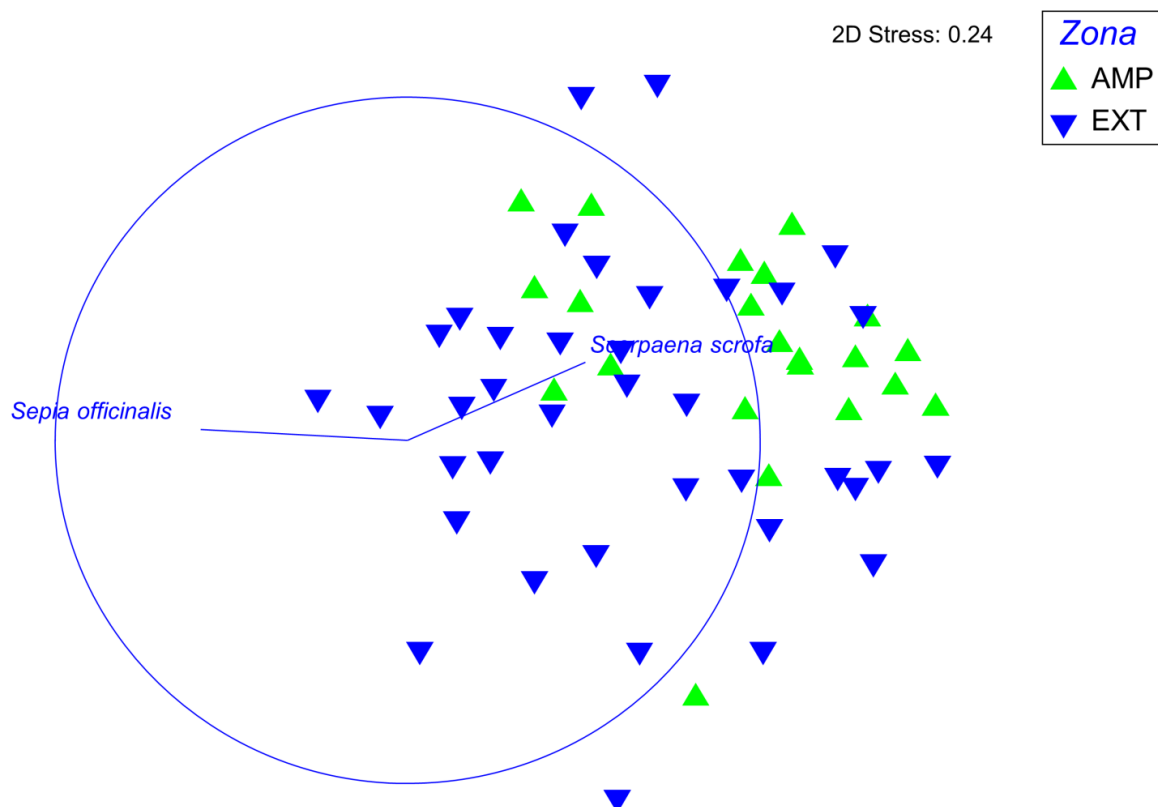


**Fig. 3.2.1:** Composizione percentuale delle catture (in termini di CPUE) all'interno dell'AMP di Torre Guaceto (AMP) ed all'esterno (EXT).

Lo scorfano rosso (*Scorpaena scrofa*) è la specie più rappresentata nelle catture effettuate all'interno dell'AMP (32%), ovviamente in zona C, mentre è meno importante all'esterno

(8%). La seppia (*Sepia officinalis*) è invece la specie più catturata all'esterno dell'AMP (22%), mentre rappresenta una porzione relativamente ridotta delle catture effettuate all'interno (5%). La triglia di scoglio (*Mullus surmuletus*) è la seconda specie più rappresentata nelle catture effettuate all'interno dell'AMP (14.5%), mentre ha contribuito in maniera meno rilevante alla composizione delle catture effettuate all'esterno (6%). Il polpo (*Octopus vulgaris*) è la seconda specie che ha contribuito maggiormente alla composizione delle catture (16.5%) all'esterno dell'AMP, rappresentando una porzione relativamente ridotta delle catture effettuata all'interno (7.5%).

La rappresentazione nMDS di tutte le repliche evidenzia un certo grado di separazione tra le catture effettuate all'interno ed all'esterno dell'AMP, sebbene si noti una parziale sovrapposizione tra le due nuvole di punti (Fig. 3.2.2). E' tuttavia da segnalare che il grado di stress della rappresentazione (0.24) è superiore alla soglia (0.2) che identifica il limite di una corretta visualizzazione bidimensionale della disposizione delle repliche. Le due specie che determinano principalmente il *pattern* (correlazione di Pearson >0.5) sono *S. scrofa* (che caratterizza principalmente le catture nell'AMP) e *S. officinalis* (che caratterizza principalmente le catture effettuate all'esterno).



**Fig. 3.2.2:** Rappresentazione nMDS delle catture all'interno della zona C dell'AMP (AMP) ed all'esterno (EXT).

L'analisi PERMANOVA ha evidenziato che le differenze multivariate nella composizione delle catture effettuate dentro e fuori l'AMP, messe parzialmente in evidenza visivamente dalla nMDS, sono statisticamente significative (Tab. 3.2.2).

**Tabella 3.2.2.** Analisi PERMANOVA multivariata sui dati di CPUE trasformati con radice quadrata. Pr = Protezione.

| Source | df | SS       | MS    | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|--------|----|----------|-------|----------|---------|--------------|
| Pr     | 1  | 11379    | 11379 | 4.1867   | 0.0003  | 9936         |
| Res    | 58 | 1.5764E5 | 2718  |          |         |              |
| Total  | 59 | 1.6902E5 |       |          |         |              |

L'analisi SIMPER evidenzia che *S. scorpa*, *M. surmuletus*, *S. officinalis*, *O. vulgaris*, il tordo *Symphodus tinca* e la corvina *Sciaena umbra* determinano quasi la metà (48%) della dissimilarità tra le catture all'interno ed all'esterno dell'AMP (Tab. 3.2.3).

**Tabella 3.2.3.** Analisi SIMPER: contribuzione di ciascun *taxa*, in percentuale, alla dissimilarità tra le CPUE ottenute all'interno ed all'esterno dell'AMP. Cut-off 90%.

| <b>Taxa</b>                    | <b>Contribuzione (%)</b> | <b>Cumulativa (%)</b> |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| <i>Scorpaena scrofa</i>        | 15.02                    | 15.02                 |
| <i>Mullus surmuletus</i>       | 8.04                     | 23.06                 |
| <i>Sepia officinalis</i>       | 7.57                     | 30.63                 |
| <i>Octopus vulgaris</i>        | 7.38                     | 38.01                 |
| <i>Symphodus tinca</i>         | 5.8                      | 43.81                 |
| <i>Sciaena umbra</i>           | 4.58                     | 48.4                  |
| <i>Phycis phycis</i>           | 4.33                     | 52.73                 |
| <i>Pagellus erhyrinus</i>      | 4.16                     | 56.89                 |
| <i>Scorpaena porcus</i>        | 3.76                     | 60.65                 |
| <i>Raja sp</i>                 | 3.74                     | 64.39                 |
| <i>Diplodus vulgaris</i>       | 3.64                     | 68.04                 |
| <i>Uranoscopus scaber</i>      | 2.89                     | 70.93                 |
| <i>Dentex dentex</i>           | 2.62                     | 73.55                 |
| <i>Torpedo</i>                 | 2.12                     | 75.67                 |
| <i>Serranus scriba</i>         | 1.81                     | 77.48                 |
| <i>Mugil spp.</i>              | 1.77                     | 79.26                 |
| <i>Diplodus puntazzo</i>       | 1.75                     | 81                    |
| <i>Sarpa salpa</i>             | 1.71                     | 82.72                 |
| <i>Labrus merula</i>           | 1.35                     | 84.07                 |
| <i>Seriola dumerili</i>        | 1.22                     | 85.3                  |
| <i>Diplodus annularis</i>      | 1.14                     | 86.44                 |
| <i>Pagrus pagrus</i>           | 1.07                     | 87.51                 |
| <i>Spondyllosoma cantharus</i> | 1.07                     | 88.58                 |
| <i>Squilla mantis</i>          | 1.05                     | 89.63                 |
| <i>Lithognathus mormyrus</i>   | 0.76                     | 90.39                 |

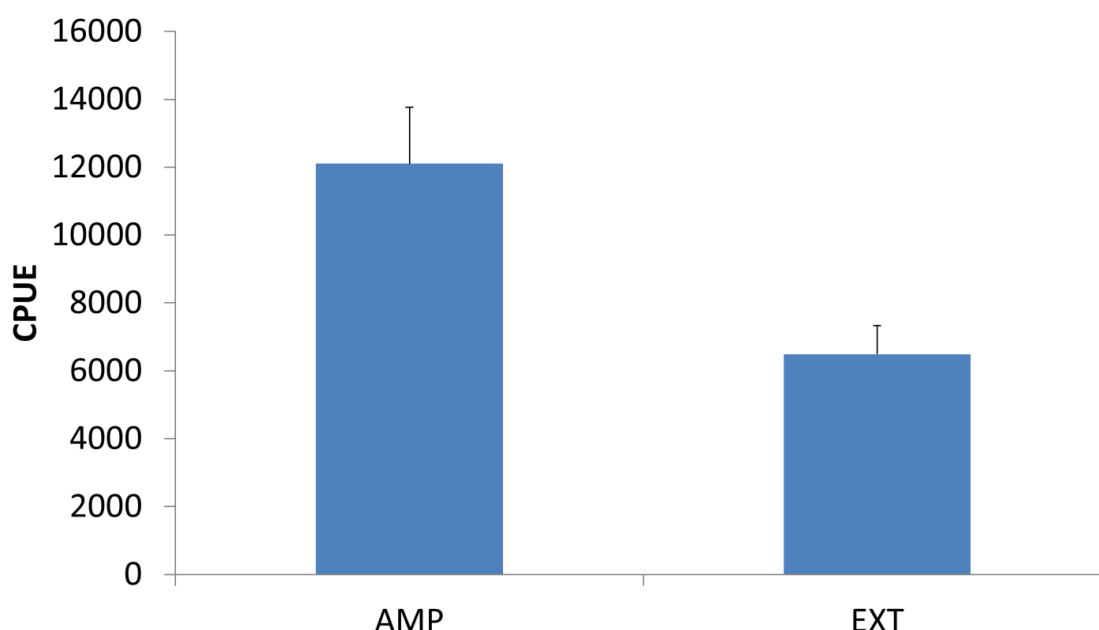
In termini di CPUE totale (la somma delle CPUE di ciascun *taxon* all'interno di ogni pescata) l'analisi PERMANOVA univariata ha messo in evidenza una differenza significativa tra l'interno e l'esterno dell'AMP (Tab. 3.2.4).

**Tabella 3.2.4.** Analisi PERMANOVA univariata sui dati di CPUE trasformati con radice quadrata. Pr = Protezione.

| <b>Source</b> | <b>df</b> | <b>SS</b> | <b>MS</b> | <b>Pseudo-F</b> | <b>P(perm)</b> | <b>Unique perms</b> |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|----------------|---------------------|
| Pr            | 1         | 12133     | 12133     | 12.437          | 0.001          | 9814                |

|       |    |       |        |  |  |  |
|-------|----|-------|--------|--|--|--|
| Res   | 58 | 56580 | 975.52 |  |  |  |
| Total | 59 | 68713 |        |  |  |  |

La CPUE media è risultata 1.8 volte superiore all'interno dell'AMP in confronto all'esterno (rispettivamente 12.1 vs 6.5 kg/1000 metri di tramaglio) (Fig. 3.2.3).



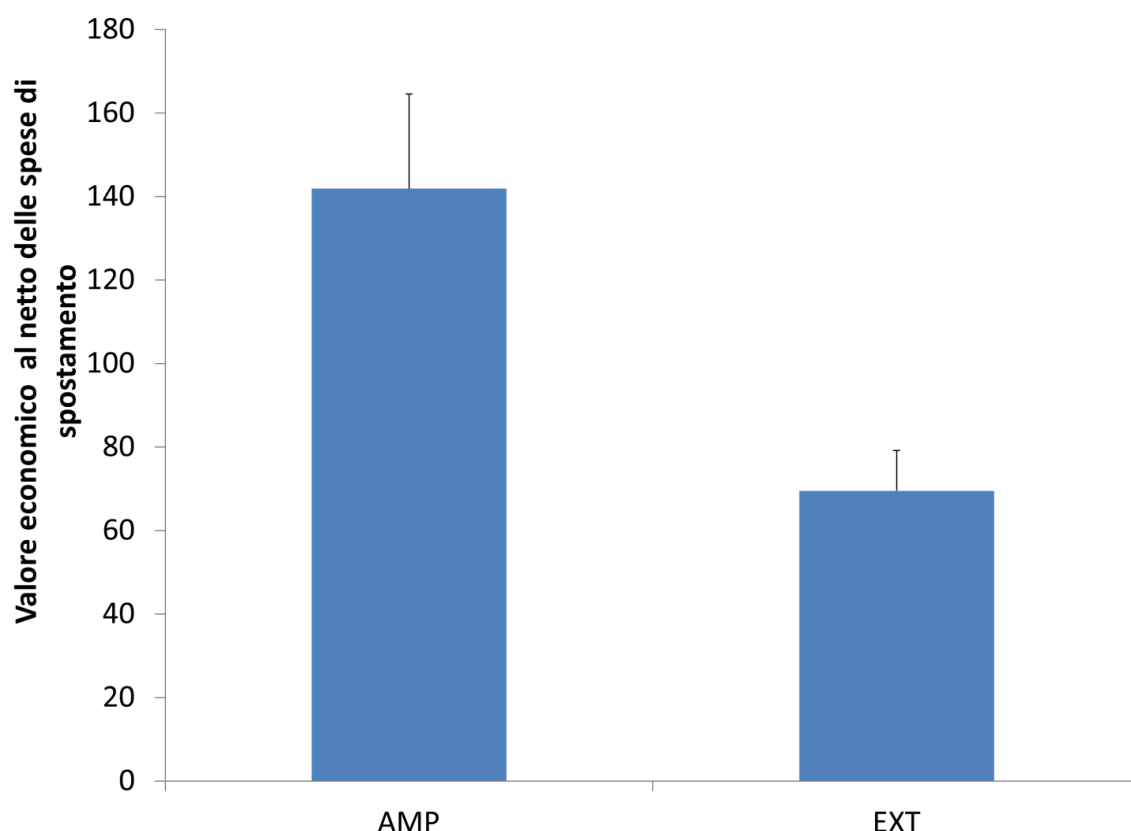
**Fig. 3.2.3:** Valori medi ( $\pm$  errore standard) di CPUE (gr/1000 metri di tramaglio) all'interno della zona C dell'AMP di Torre Guaceto (AMP) ed all'esterno (EXT).

Il valore economico medio, al netto delle spese di spostamento, per 1000 metri di rete è risultato essere significativamente più elevato per le pesche dentro la zona C di Torre Guaceto rispetto a quelle effettuate all'esterno dell'AMP (Tab. 3.2.5).

**Tabella 3.2.5.** Analisi PERMANOVA univariata sui valori economici medi al netto delle spese di spostamento, per 1000 metri di rete. Pr = Protezione.

| Source | df | SS       | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|--------|----|----------|--------|----------|---------|--------------|
| Pr     | 1  | 72970    | 72970  | 11.472   | 0.0006  | 9842         |
| Res    | 58 | 3.6892E5 | 6360.8 |          |         |              |
| Total  | 59 | 4.4189E5 |        |          |         |              |

In particolare il valore economico medio, al netto delle spese di spostamento, per 1000 metri di rete è risultato essere circa 2 volte superiore per le pesche dentro la zona C di Torre Guaceto rispetto a quelle effettuate all'esterno dell'AMP (Fig. 3.2.4).

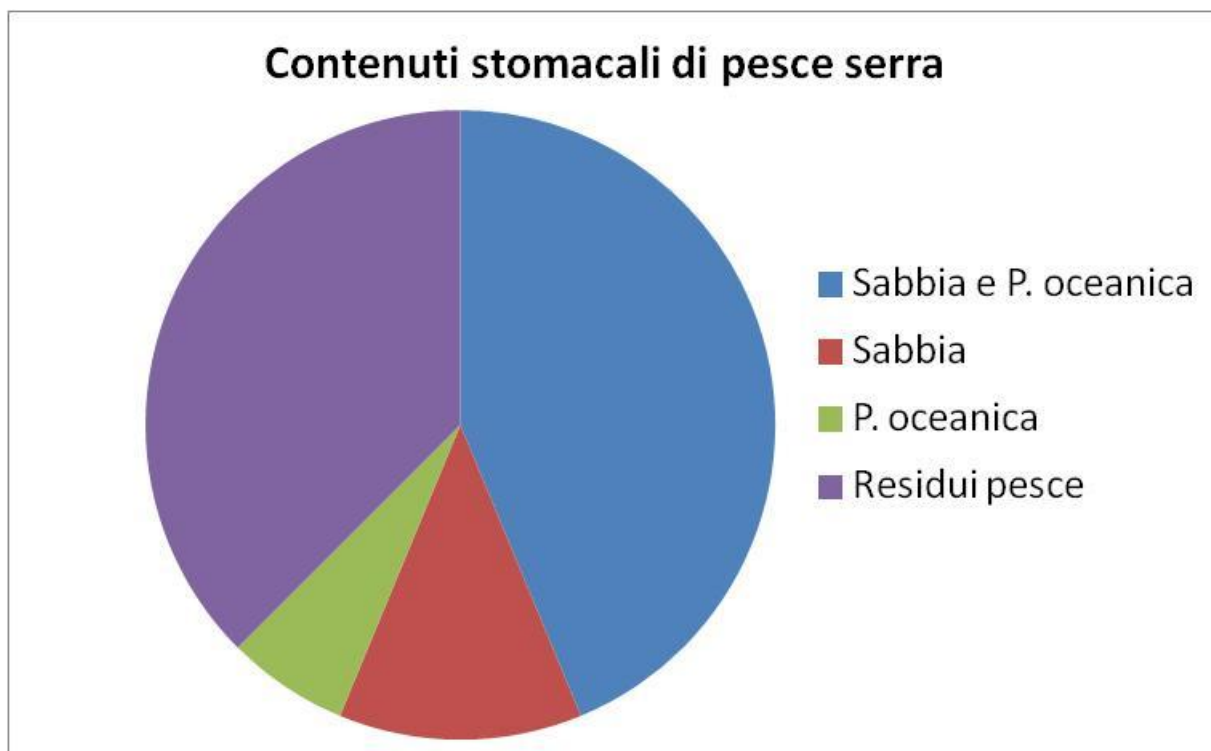


**Fig. 3.2.4:** Valore economico in euro (media  $\pm$  errore standard) al netto delle spese di spostamento di una pescata per 1000 metri di rete all'interno della zona C dell'AMP di Torre Guaceto (AMP) ed all'esterno (EXT).

### 3.3. Analisi preliminare dei contenuti stomacali del pesce serra, *Pomatomus saltatrix*

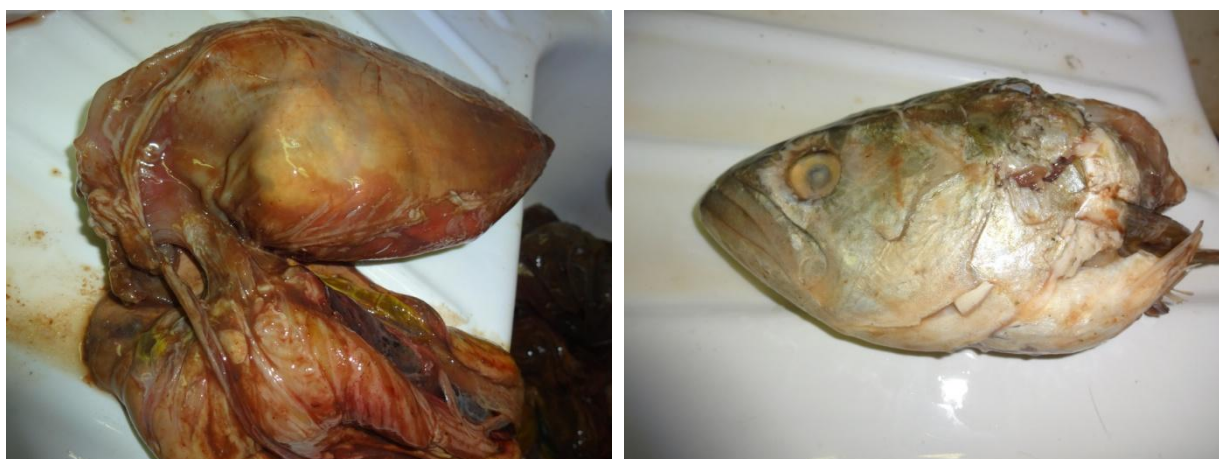
Dei 124 stomaci di pesce serra analizzati 92 sono risultati vuoti, mentre 32 sono risultati contenere residui alimentari (indice di replezione pari al 26% circa).

Oltre il 60% degli stomaci 'pieni' conteneva sabbia, foglie morte (ormai marroni, di fatto assimilabili a detrito) di *Posidonia oceanica* o i due elementi insieme. La restante parte degli stomaci (poco meno del 40%) è risultata contenere residui di 'pesce' (Fig. 3.3.1).



**Fig. 3.3.1:** Contenuti stomacali di pesce serra presso Torre Guaceto.

Sulla base degli elementi disponibili, come la presenza di spine, scaglie e parti del corpo riconoscibili, 11 dei 12 campioni di stomaco di pesce serra contenenti 'residui di pesce' sono riconducibili ad esemplari di muggini (fam. Mugilidae), sebbene non sia stato possibile identificare la o le specie predate. In uno stomaco di pesce serra di 82 cm di lunghezza totale, infine, è stata rinvenuta la parte anteriore di un pesce serra di dimensione più piccole e del peso stimato di circa 1 kg (Fig. 3.3.2).

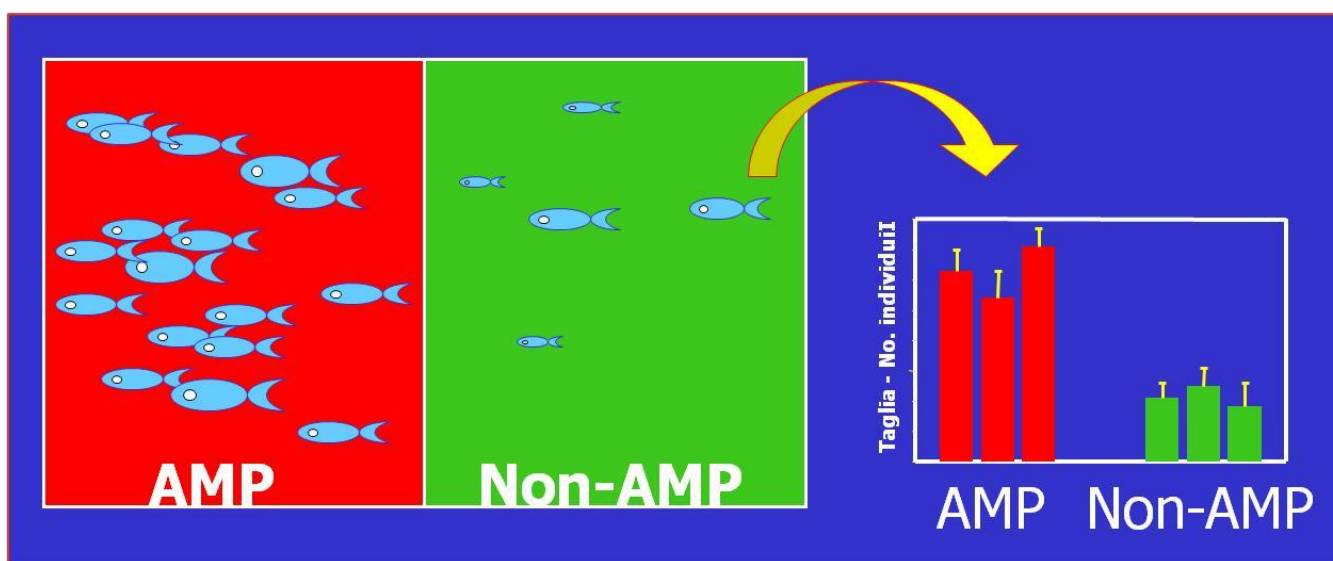


**Fig. 3.3.2:** Stomaco di un pesce serra di 82 cm LT (sinistra) pescato presso Torre Guaceto contenente la parte anteriore di un pesce serra di dimensioni minori (destra).



#### 4. Considerazioni finali sintetiche

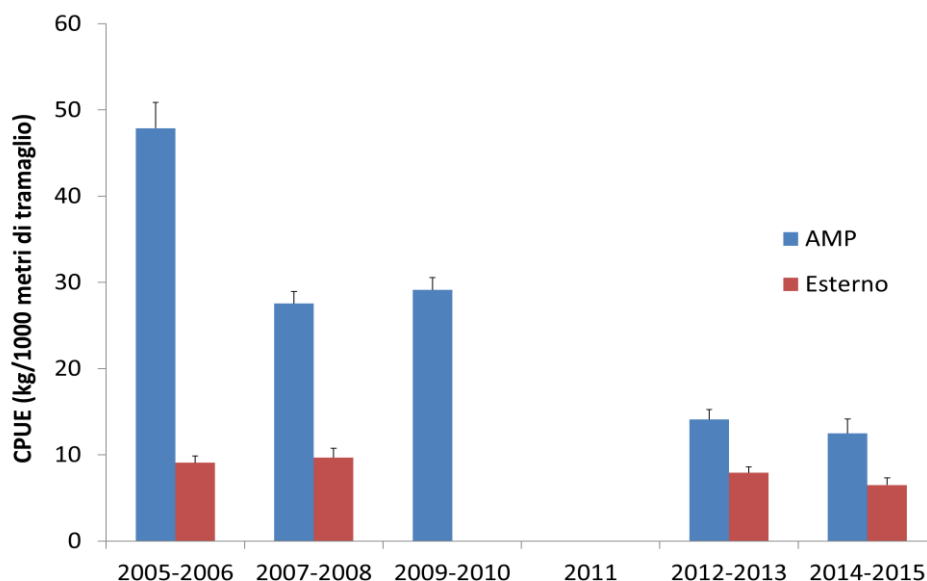
Per quel che concerne la valutazione del cosiddetto *effetto riserva* i risultati del presente studio indicano che chiaramente **l'AMP di Torre Guaceto esercita un effetto efficace di protezione sui popolamenti ittici costieri**. Ciò viene esplicitato soprattutto in termini di biomassa (più elevata in zona A rispetto a zone esterne all'AMP ed aperte alla pesca), una variabile che integra abbondanza e taglia (Fig. 4.1).



**Fig. 4.1:** Modello grafico e logico dell'*effetto riserva* sui popolamenti ittici in termini di effetto su abbondanza e taglia in aree protette (tipicamente le zone A) ed in aree aperte alla pesca.

Tale chiara differenza tra zone A e zone aperte alla pesca è stata osservata sia a livello di interi popolamenti (in termini di struttura dei popolamenti ed in termini di dati complessivi di biomassa cumulata per tutte le specie, in particolare quelle commerciali), sia per alcune specie commerciali considerate singolarmente (come i saraghi o la spigola nel sublitorale roccioso superficiale a 5-8 e 0-3 m, rispettivamente).

Per quel che concerne la pesca artigianale è da notare che, sebbene le CPUE medie restino maggiori nella zona C dell'AMP rispetto all'esterno, la situazione è peggiorata negli anni. Nel periodo 2005-2008 le CPUE erano circa 3-5 volte maggiori in zona C rispetto all'esterno, mentre nel periodo dal 2012-2015 le CPUE medie si sono ridotte a meno del doppio (Fig. 4.2). Se le CPUE in zona C sono drammaticamente crollate, i valori medi fuori dall'AMP si sono mantenuti abbastanza stabili nel tempo (Fig. 4.2).



**Fig. 4.2:** Andamento temporale dei valori medi ( $\pm$  ES) di CPUE (Kg/1000 metri di rete) nella zona C dell'AMP di Torre Guaceto (AMP) ed all'esterno (EXT) dal 2005 al 2015. Per il periodo 2009-2010 sono disponibili solo i dati relativi alle CPUE nella zona C dell'AMP, mentre per l'anno 2011 non è disponibile alcun dato.

L'obiettivo operativo gestionale di mantenere le CPUE almeno il doppio dentro l'AMP (in zona C) rispetto all'esterno non è quindi più soddisfatto dal 2012-2013 (Fig. 4.3).



**Fig. 4.3:** Andamento temporale del rapporto tra le CPUE in zona C / CPUE all'esterno. L'area in rosso indica un valore del rapporto  $<1$  (i.e. CPUE in zona C  $<$  CPUE esterno), l'area in giallo indica un valore compreso

tra 1 e 2 (i.e. CPUE in zona C da uguale a 2 volte superiore rispetto all'esterno), l'area in verde un valore del rapporto  $>2$  (i.e. CPUE in zona C  $> 2$  volte CPUE esterno).

Questo dato, confermato per diversi anni di seguito (dal 2012), rappresenta sicuramente un punto delicato, ma rilevante per la gestione della pesca artigianale a Torre Guaceto. Le ragioni di tale decremento nel tempo della CPUE sono da attribuirsi principalmente allo sforzo di pesca che è stato applicato a partire dal 2005. Al di fuori dell'AMP, infatti, non vi è stato alcun decremento. In sintesi, per quanto vi siano alcuni elementi che dovranno essere meglio valutati, come il possibile aumento della predazione da parte di grandi predatori (es., delfini e pesce serra) che, a detta dei pescatori, sembrano essere aumentati negli ultimi anni, resta il dato di fatto che le risorse di pesca si sono nel tempo chiaramente ridotte. L'analisi dei contenuti stomacali di pesce serra non ha fornito elementi che possano far pensare ad un significativo impatto di questo predatore sulle specie che costituiscono la maggior parte del pescato realizzato con il tramaglio a Torre Guaceto.

In una logica di cogestione adattativa questo implica che, insieme ai pescatori, si trovi il modo di ridurre significativamente lo sforzo di pesca rispetto a quello realizzato in questi anni. Questo sarà più facilmente accettato dagli operatori locali della pesca se a tale proposta saranno affiancate misure compensatorie del reddito (es., trasformazione del pesce serra, affiancato dal muggine) ed il supporto economico proveniente da progetti che possano vederli direttamente implicati.

Per quel che concerne la resa economica del pescato, la pescata media per unità di rete in zona C rende mediamente il doppio rispetto all'esterno (circa 140 vs 70 euro). Contribuiscono a tale risultato due fattori: 1) una maggiore quantità di pescato realizzata in zona C; 2) il *plus-valore* associato alla maggiore taglia di alcune specie di prima (la triglia di scoglio) e seconda categoria (lo scorfano rosso) mediamente più grandi in AMP. Una tale valutazione del valore economico medio esprime più che altro il rapporto tra il potenziale economico della pesca del tramaglio per unità di rete, in condizione di gestione ordinaria (fuori dall'AMP) rispetto ad una gestione 'speciale' (cogestione adattativa in AMP). Il valore economico reale e complessivo può essere stimato tenendo conto 1) del numero totale di pesche effettuate in un anno, 2) della quantità effettiva di reti calate, 3) del valore del pescato e 4) dei relativi costi di spostamento. Nell'anno 2014, a titolo di esempio, sono state effettuate nella zona C dell'AMP 187 pesche per un totale di circa 185 km di reti calate, le quali hanno consentito di prelevare circa 2,01 tonnellate di pescato,

corrispondente ad un valore complessivo di 25.900 euro al netto delle spese di spostamento.

## 5. Bibliografia

- ALLISON G.W., LUBCHENCO J., CARR M.H. (1998). Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation. *Ecological Application* 8: 79-92.
- ANDERSON M.J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- ARCULEO M., MAZZOLA A., PARRINELLO N., PRISTINA M. (1998). Dati sulla pesca nei fondali costieri dell'Isola di Ustica (Tirreno Meridionale). *Biologia Marina Mediterranea* 5: 228-229.
- BERTOLINO F., LOMBARDO S., RIVAS G., GIORDANO A., SANTULLI A. (1999). Valutazione della risorsa pescabile nello Stagnone di Marsala. *Biologia Marina Mediterranea* 6: 466-469.
- BERTOLINO F., LOMBARDO S., ASARO E., LA SCALA P., SANTULLI A. (2002). Monitoraggio della piccola pesca nella Riserva Naturale Marina delle Isole Egadi (Trapani, Sicilia occidentale). *Biologia Marina Mediterranea* 9: 665-668.
- CLAUDET J., GUIDETTI P., 2010. Fishermen contribute to protection of marine reserves. *Nature* 464: 673.
- COLLOCA F., CRESPI V., CERASI S., COPPOLA S.R. (2004). Structure and evolution of the artisanal fishery in a southern Italian coastal area. *Fisheries Research* 69: 359-369.
- COSTANZA R., ANDRADE F., ANTUNES P., VAN DEN BELT M., BOERSMA D., BOESCH D.F., CATARINO F., HANNA S., LIMBURG K., LOW B., MOLITOR M., PEREIRA J.G., RAYNER S., SANTOS R., WILSON J., YOUNG M. (1998). Principles for sustainable governance of the oceans. *Science* 281: 198-199.
- D'ANNA G., BADALAMENTI F., PIPITONE C. (2001). Rendimenti di pesca sperimentale con tramaglio nel Golfo di Castellammare dopo otto anni di divieto della pesca a strascico. *Biologia Marina Mediterranea* 8: 665-668.
- DE METRIO G., BELLO G., LENTI M., PETROSINO G., SCISCIOLI V. 1985. L'attività di pesca col tramaglio di fondo della marineria di Porto Cesareo (LE) negli anni 1978-1983. *Nota I, Oebalia* vol. XI-2, N.S: 593-607.
- DESSE J., DESSE-BERSET N. (1998). Préhistroire du mérrou. In: *International Symposium on Mediterranean Groupers*. Ile del Embiez: GEM-Institut Oceanographique Paul Ricard, pp 45-57.

- DI FRANCO A., COPPINI G., PUJOLAR J.M., DE LEO G.A., GATTO M., LYUBARTSEV V., ET AL. (2012) Assessing Dispersal Patterns of Fish Propagules from an Effective Mediterranean Marine Protected Area. PLoS ONE 7(12): e52108. doi:10.1371/journal.pone.0052108
- DI FRANCO A., DI LORENZO M., GUIDETTI P (2013). Spatial patterns of density at multiple life stages in protected and fished conditions: an example from a Mediterranean coastal fish. Journal of Sea Research 76: 73-81.
- EUROPEAN COMMISSION (2004). Fishing in Europe Magazine no. 21. Mediterranean: guaranteeing sustainable fisheries.
- FOLLESA M.C., CUCCU D., DAMELE F., MURENU M., SABATINI A. (2002). Indagine sulla selettività di reti da posta in un'area della Sardegna occidentale. Biologia Marina Mediterranea 9: 674-678.
- GELL F.R., ROBERTS C.M. (2003). Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. Trends in Ecology and Evolution, 18: 448 -455.
- GÒMEZ S., LORET J., SEMESTRE M., RIERA V. (2006). The decline of the artisanal fisheries in Mediterranean coastal areas: the case of Cap de Creus (Cape Creus). Coastal Management 34: 217-232.
- GUIDETTI P., VIERUCCI E., BUSSOTTI S., D'AMBROSIO P. (2005). Aree Marine Protette e benefici per la pesca: valutazione dello *spillover* presso l'AMP di Torre Guaceto (Brindisi, Adriatico meridionale). Atti S.It.E., XV: 77.
- GUIDETTI P. (2006). Marine reserves re-establish lost predatory interactions and cause community changes in rocky reefs. Ecological Applications 16: 963-976.
- GUIDETTI P., SALA E. (2007). Community-wide effects of marine reserves in the Mediterranean Sea. Marine Ecology Progress Series 335: 43-56.
- GUIDETTI P., MILAZZO M., BUSSOTTI S., MOLINARI A., MURENU M., PAIS A., SPANÒ N., BALZANO R., AGARDY T., BOERO F., CARRADA G., CATTANEO-VIETTI R., CAU A., CHEMELLO R., GRECO S., MANGANARO A., NOTARBARTOLO DI SCIARA G., RUSSO G.F., TUNESI L. (2008). Italian marine reserve effectiveness: does enforcement matter? Biological Conservation 141: 699-709.
- GUIDETTI P., CLAUDET J., 2010. Co-management practices enhance fisheries in marine protected areas. Conservation Biology 24: 312-318.
- GUIDETTI P., BUSSOTTI S., PIZZOLANTE F., CICCOLELLA A., 2010. Assessing the potential of

an artisanal fishing co-management in the Marine Protected Area of Torre Guaceto (southern Adriatic Sea, SE Italy). *Fisheries Research* 101: 180-187.

HALPERN B.S. (2003). The impact of marine reserves: Do reserves work and does reserve size matter? *Ecological Applications* 13: 117-137.

HARME LIN-VIVIEN M.L., HARME LIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABE G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERRE G. (1985). Evaluation des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Revue Ecologie (Terre Vie)* 40: 467-539.

HOLMLUND C.M., HAMMER M., 1999. Ecosystem services generated by fish populations. *Ecological Economics*, 29: 253–268.

JACKSON J.B.C., KIRBY M.X., BERGER W.H., BJORNDAL K.A., BOTSFORD L.W., BOURQUE B.J., BRADBURY R.H., COOKE R., ERLANDSON J., ESTES J.A., HUGHES T., KIDWELL S., LANGE C.B., LENIHAN H.S., PANDOLFI J.M., PETERSON C.H., STENECK R.S., TEGNER M.J., WARNER R.R. (2001). Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293: 629–638.

LAUCK T. (1996). Uncertainty in fisheries management. In D.V. Gordon, G.R. Munro (eds.), *Fisheries and Uncertainty: a Precautionary Approach to Resource Management*. University of Calgary Press, Canada. pp. 91-105

LAUCK T.C., CLARK C.W., MANGEL M., MUNRO G.R. (1998). Implementing the precautionary principle in fisheries management through marine reserves. *Ecological Applications* 8: 72-78.

MICHELI F., HALPERN B.S., BOTSFORD L.W., WARNER R.R. (2004). Trajectories and correlates of community change in no-take marine reserves. *Ecological Applications* 14: 1709-1723.

PALUMBI SR. (2002). Marine reserves: a tool for ecosystem management and conservation. In: Washington, DC: Pew Ocean Commission Reports.

PAULY D., CHRISTENSEN V., DALSGAARD J., FROESE R., TORRES F.J. (1998). Fishing down marine food webs. *Science* 279: 860–863.

PIKITCH E., SANTORE C., BABCOCK E.A., BAKUM A., BONFIL R., CONOVER D.O., DAYTON P., DOUKAKIS P., FLUHARTY D., HENEMAN B., HOUDE E.D., LINK J., LIVINGSTONE P.A., MANGEL M., McALLISTER M.K., POPE J., SAINSBURY K.J. (2004). Ecosystem-based fishery management. *Science* 305: 346-347.

- ROBERTS C.M., ANDELMAN S., BRANCH G., BUSTAMANTE R.H., CASTILLA J.C., DUGAN J., HALPERN B.S., LAFFERTY K.D., LESLIE H., LUBCHENCO J., McARDLE D., POSSINGHAM H.P., RUCKELSHAUS M., WARNER R.R. (2003). Ecological criteria for evaluating candidate sites for marine reserves. *Ecological Applications* 13: 199-214.
- WHITE C., KENDALL B.E., GAINES S., SIEGEL D.A., COSTELLO C. (2008). Marine reserve effects on fishery profit. *Ecology Letters* 11: 370-379.
- WORM B., BARBIER E.B., BEAUMONT N., DUFFY J.E., FOLKE C., HALPERN B.S., JACKSON J.B., LOTZE H.K., MICHELI F., PALUMBI S.R., SALA E., SELKOE K.A., STACHOWICZ J.J., WATSON R. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314: 787-790.