



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di laurea magistrale in
Rischio Ambientale e Protezione Civile

*Studio della biodiversità meio- e macrobentonica e valutazione
dei servizi ecosistemici associati alle foreste di algali di
Gongolaria barbata*

*Study of meio- and macrobenthic biodiversity and evaluation
of ecosystem services associated to algal forests of Gongolaria
barbata*

Tesi di Laurea Magistrale di:
Andrea Rinaldi

Relatore:
Prof.ssa Silvia Bianchelli

Correlatore:
Dott.ssa Silvia Gallegati

Sessione Autunnale Ottobre 2023

A.A. 2022/2023

Indice

1. Introduzione	4
1.1 Cosa sono i Servizi Ecosistemici	4
1.2 Come si stimano i Servizi ecosistemici	8
1.3 Il ruolo della biodiversità nel garantire la fornitura di servizi ecosistemici	10
1.4 Importanza ecosistemica delle foreste algali di <i>Cystoseira s.l.</i>	11
1.5 Utilizzo dei meiofauna e macrofauna come indicatori di biodiversità	15
2. Obiettivi	18
3. Materiali e Metodi	19
3.1 Popolazioni studiate	19
3.2 Tecniche di campionamento e analisi della biodiversità	20
3.3 Costruzione e distribuzione del questionario	24
4. Risultati	28
4.1 Biodiversità associata alle foreste di <i>Cystoseira s.l.</i>	28
4.2 Risposte al questionario	44

5. Discussione	52
<i>5.1 Diversità della meiofauna e macrofauna associate alle foreste di Cystoseira s.l.</i>	52
<i>5.2 Stato di salute delle foreste di G. barbata lungo la Riviera del Conero</i>	56
<i>5.2 Discussione sulle risposte del questionario</i>	58
6. Conclusioni	60
7. Bibliografia	62
8. Allegati	65

1. Introduzione

1.1 Cosa sono i Servizi Ecosistemici

Con servizi ecosistemici si intende tutta quella serie di benefici, diretti e indiretti, offerti dagli ecosistemi al genere umano. Questi servizi contribuiscono in modo significativo alla sopravvivenza, alla sussistenza e al benessere dell'uomo (Costanza et al. 1997). IL *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA), il progetto di ricerca internazionale lanciato con il supporto delle Nazioni Unite nel 2001 e concluso nel 2005 con lo scopo di valutare gli effetti dei cambiamenti degli ecosistemi sul benessere umano e di fornire una base scientifica ai futuri interventi di gestione ambientale, classifica i servizi ecosistemici in quattro categorie:

- Servizi di Approvvigionamento, quali cibo, acqua, fibre e combustibili;
- Servizi di Regolazione, come quelli inerenti la qualità dell'aria, del clima e la riduzione dei rischi naturali;
- Servizi di Supporto, come il ciclo dei nutrienti, il processo di formazione dei suoli, formazione degli habitat e la produzione primaria;
- Servizi Culturali, come l'estetica, l'importanza spirituale, educativa e ricreativa dell'ecosistema.

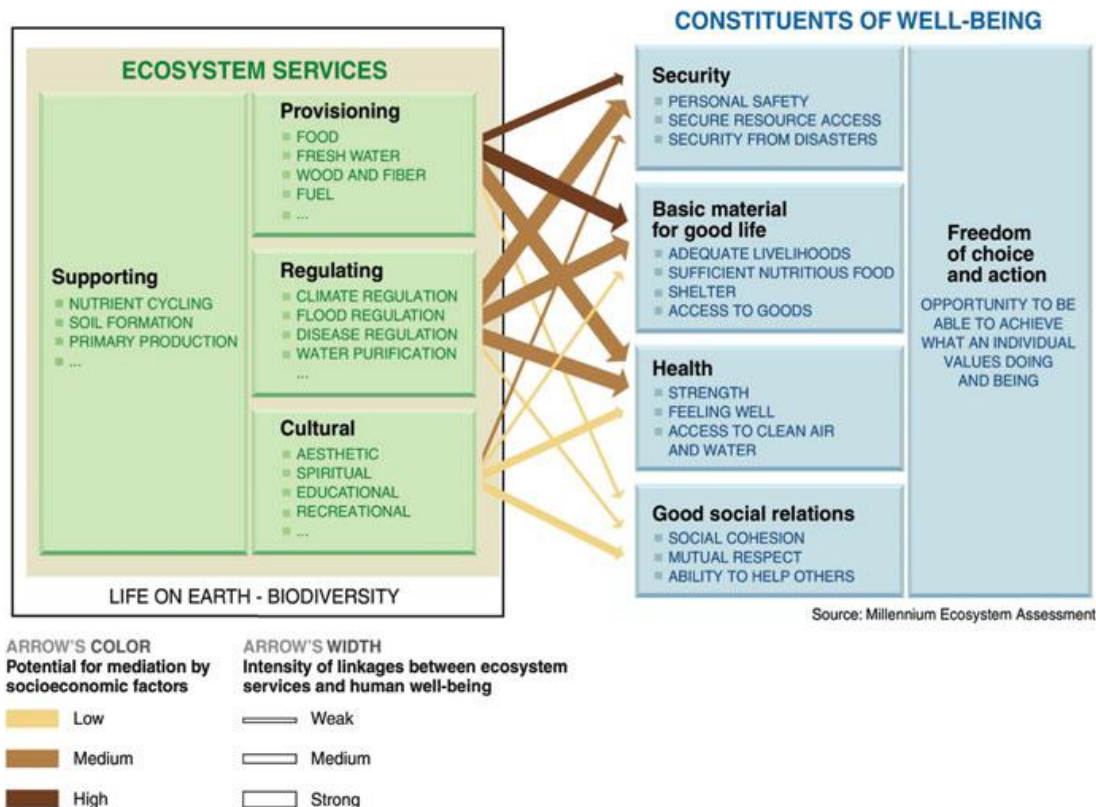


Figura 1.1. Legami tra i servizi ecosistemici e il benessere umano (MEA)

La quantità e qualità dei servizi ecosistemici è strettamente influenzata dallo stato di salute dell'ecosistema stesso, in quanto a una maggiore biodiversità corrisponde un maggiore funzionamento, stabilità e capacità di erogare servizi.

Nel corso degli ultimi 50 anni, l'uomo ha modificato gli ecosistemi più velocemente rispetto a ogni altro periodo della storia umana portando a una sostanziale perdita di biodiversità. Di fatto, nel MEA si è evidenziato come circa il 60% dei servizi ecosistemici risultano danneggiati o usati in modo insostenibile.

Un ecosistema sano può provvedere a una vasta fornitura di servizi ecosistemici che ricoprono un ruolo fondamentale per la società, con una serie di beni e servizi offerti gratuitamente all'uomo che non possono essere sostituiti dal capitale antropico. Sebbene le modificazioni arrecate agli ecosistemi abbiano generato in diversi contesti importanti ritorni economici per l'uomo, il conseguente degrado del capitale naturale da cui derivano i servizi ecosistemici sta minando la capacità delle future generazioni di sostentarsi, traendo benefici dagli stessi ecosistemi.

Il valore dei servizi ecosistemici sembra scontato, eppure questo viene difficilmente incorporato in valutazioni economiche, manageriali e strategiche perché, salvo pochissimi casi, i servizi ecosistemici raramente rientrano in un'ottica di economia di mercato, in quanto difficilmente "scambiabili". Risulta dunque essenziale attribuire un accurato valore economico ai servizi ecosistemici e, di conseguenza, ai danni causati dalle attività dell'economia e della società agli ecosistemi, così da muoversi in un'ottica sempre più sinergica tra *decision makers* sugli aspetti inerenti all'ecologia, economia e società per realizzare politiche di sviluppo che siano sostenibili sul lungo termine.

L'importanza di questo approccio risulta particolarmente evidente se si considera che alla base dello sviluppo sostenibile troviamo tre pilastri fondamentali: ecosistemi, società ed economia (Brundtland 1987). Questi tre concetti fondamentali possono essere visualizzati come tre cerchi

concentrici che formano un sistema autonomo dove il funzionamento delle sfere sociali ed economiche è dipendente dallo stato di salute degli ecosistemi stessi (Druva-Druvaskalne e Līviņa 2008; Yolles 2018).

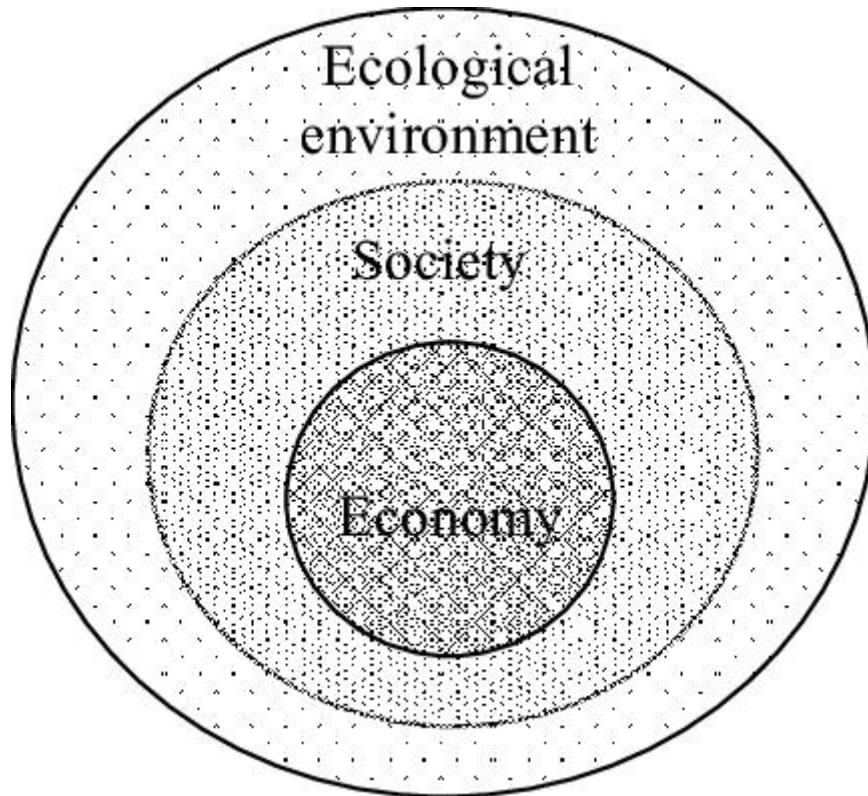


Figura 1.2 *Modello a cerchi concentrici dei tre pilastri dello sviluppo sostenibile*

I progetti di valutazione economica dei servizi ecosistemici non si limitano solo a fornire informazioni per la pianificazione di politiche sostenibili, ma possono fornire uno strumento importante per incrementare la consapevolezza della popolazione sulle problematiche ambientali e progettare eventuali interventi di restauro degli ecosistemi (Costanza et al. 2014).

1.2 Come si stimano i Servizi ecosistemici

La stima del valore economico dei servizi ecosistemici è un processo complesso che deve tenere conto dei vari tipi di valori economici che possono essere attribuiti a un bene ambientale. Alcune metodologie di stima ambiscono ad identificare il *Valore Economico Totale* (o VET) dei servizi ecosistemici.

In base al servizio ecosistemico in analisi, il VET può essere calcolato in base a diverse componenti:

- il *valore di utilizzo*: rappresenta il valore attribuito all'uso di un servizio ecosistemico e può essere distinto in valore di utilizzo *diretto* (per gli usi volontari attuali e futuri dei servizi come, ad esempio, approvvigionamento di acqua e cibo) e *indiretto* (per gli usi involontari dei servizi come i servizi di regolazione del clima e dei rischi naturali);
- il *valore di scelta*: è il valore dato ad una risorsa ambientale in virtù di mantenere la possibilità di utilizzo per altri, per usi futuri e per le generazioni future;
- il *valore di quasi-opzione*: è il valore che gli individui attribuiscono al preservare una risorsa ambientale per mantenere la possibilità di utilizzarne in futuro servizi non ancora scoperti;
- il *valore di esistenza*: è un valore che si attribuisce all'esistenza di un bene ambientale, questo è un valore *intrinseco* del bene e in quanto tale

completamente indipendentemente dagli usi presenti e futuri o da preferenze personali.

La complessità della stima del VET è data dal fatto che per ottenerla sia necessario attribuire un valore a beni e servizi ecosistemici che non rientrano in modo diretto nelle transazioni di mercato. Per provare a superare questa problematica, vengono utilizzati principalmente due tipi di valutazione alternativa:

- i *metodi di valutazione indiretti*, che stimano i costi evitati (dei danni potenziali) o costi di sostituzione, oppure i costi che un soggetto affronta per godere del servizio (costi di viaggio, prezzo edonico).
- i *metodi di valutazione diretti*, che consistono nella creazione di un mercato ipotetico che includa servizi ecosistemici che normalmente non ne avrebbero uno così da poter attribuire loro una valutazione contingente. Questo è generalmente svolto ponendo un campione statisticamente rilevante della popolazione di fronte ad uno scenario fittizio che coinvolga l'ecosistema di interesse per poi chiedere, tramite l'ausilio di un questionario appositamente strutturato, di attribuire un valore al miglioramento di tale ecosistema e dei servizi ecosistemici che ne derivano (Costanza et al. 2011, Enriquez-Acevedo et al. 2018).

Questo studio propone una valutazione economica dei servizi ecosistemici offerti dalle foreste marine di *Cystoseira s.l.* tramite stima della disponibilità a pagare di un campione coinvolto tramite questionario.

1.3 Il ruolo della biodiversità nel garantire la fornitura di servizi ecosistemici

Secondo la Convenzione sulla diversità biologica di Rio de Janeiro del 1992, la biodiversità è definita come:

“la variabilità tra gli organismi viventi di ogni tipo, provenienti da ecosistemi terrestri, marini e da altri ecosistemi acquatici, nonché dei complessi ecologici di cui fanno parte. Ciò include la diversità entro le specie, fra le specie e la diversità degli ecosistemi.”

Un ecosistema caratterizzato da una grande biodiversità sarà in grado di produrre un gran numero di servizi ecosistemici di buona qualità: questa è una conseguenza di un ecosistema in salute. Il motivo di questa particolare correlazione è che la biodiversità rappresenta l'elemento essenziale su cui si basano gran parte dei processi funzionali di un ecosistema, processi dai quali viene prodotta, in maniera diretta o indiretta, una grande varietà di servizi ecosistemici.

L'importanza che la biodiversità ricopre nella produzione dei servizi ecosistemici è riconosciuta già da tempo (Millenium Ecosystem Assessment 2005, Díaz 2006, Liqueste 2016, Teixeira et al. 2019) tuttavia, le modalità e le interazioni che portano a questo legame non sono ancora del tutto chiari. Studi svolti negli ultimi anni hanno evidenziato come vi sia un'intricata rete di interazioni tra i vari aspetti della biodiversità e la produzione dei servizi ecosistemici. In questa fitta rete tutte le

componenti della biodiversità hanno un ruolo importante nella produzione a lungo termine di un grande assortimento di servizi ecosistemici; tuttavia, vi sono alcune componenti che sembrano possedere un maggior peso rispetto ad altre come l'abbondanza di specie, comunità e gruppi funzionali (Díaz et al. 2006, Harrison et al. 2014).

*1.4 Importanza ecosistemica delle foreste algali di *Cystoseira s.l.**

L'oggetto del presente studio sono le foreste di alghe fucoidi appartenenti al genere *Cystoseira s.l.* (che include i generi *Cystoseira*, *Ericaria* e *Gongolaria*). Queste alghe brune sono caratterizzate da una struttura complessa con tallo arborescente che, sebbene raramente superi il metro di altezza, permette la formazione di fitte foreste algali che sono alla base di molti servizi ecosistemici di fondamentale importanza per gli ecosistemi marini costieri.

Le foreste di *Cystoseira s.l.* possono aumentare di molto la complessità tridimensionale dei fondali rocciosi dove vivono, andando così a fornire servizi di riparo, cibo e la creazione di habitat complessi indispensabili per supportare un elevato numero di specie associate, di cui molte di interesse commerciale, che altrimenti sarebbero assenti (Cebrian et al. 2021, Cheminée et al. 2013).

Oltre a supportare la biodiversità dell'ecosistema di cui fanno parte, le alghe del genere *Cystoseira s.l.* sono responsabili per i servizi di

produzione primaria, sostentamento della produzione secondaria (e delle reti trofiche) e di regolazione dei cambiamenti climatici. In generale queste foreste algali sono tra gli ecosistemi costieri più produttivi del Mar Mediterraneo grazie alla capacità fotosintetica delle alghe. Queste sono considerate tra gli organismi fotosintetici più importanti in natura e, insieme a piante acquatiche e fitoplancton, contribuiscono a oltre il 50% della produzione di ossigeno della Terra (Cotas et al. 2023). L'ossigeno non è solo essenziale per la respirazione, ma è anche una componente fondamentale nei cicli dei nutrienti come ferro, fosforo e azoto nonché alla decomposizione di alcune sostanze inquinanti. Diversi studi hanno dimostrato come la *Cystoseira s.l.* possa essere utilizzata per il sequestro di metalli pesanti ed inquinanti organici dagli ambienti acquatici (Zarei e Niad 2017, Egorov et al. 2021).

Le foreste algali del genere *Cystoseira s.l.*, oltre ai servizi ecosistemici di produzione primaria, ciclizzazione dei nutrienti e di formazione di habitat, ricoprono un ruolo cruciale nella mitigazione del clima in quanto, con la loro capacità di assorbire ingenti quantità di anidride carbonica ogni anno, sono considerate importantissimi serbatoi di carbonio con un potenziale utilizzo nelle strategie di mitigazione dei cambiamenti climatici, ascrivibili soprattutto alle specie perenni che appartengono al gruppo *Cystoseira s.l.* (Chung et al. 2013, Duarte 2017, Perkol-Finkel e Airoidi 2010).

Altri possibili servizi che queste foreste possono offrire all'uomo sono i servizi educativi e di ricerca scientifica tramite i quali è possibile acquisire nozioni di fondamentale importanza per il raggiungimento di un rapporto uomo/ambiente sostenibile.

Quando una foresta algale di questo tipo viene distrutta, generalmente viene sostituita da specie strutturalmente meno complesse, come alghe filamentose, mitili e *barren* dominati da ricci e alghe incrostanti, portando a una conseguente perdita di biodiversità dell'ecosistema e di gran parte dei servizi ecosistemici a esso connessi (Thiriet et al. 2016).

Nel corso degli ultimi 70-80 anni si è registrata una consistente diminuzione delle foreste di alghe brune lungo le coste rocciose del Mar Mediterraneo. Rispetto agli anni '40 si è evidenziata la scomparsa di alcune molteplici foreste algali e l'estinzione locale di alcune specie che le componevano. Studi svolti in diversi punti del Golfo di Napoli (Mar Tirreno meridionale) hanno mostrato una perdita delle popolazioni di *Cystoseira s.l.* compresa tra il 60% e il 100%, con la scomparsa di circa la metà delle specie precedentemente censite nell'area (Tamburello et al. 2021). Lungo la Riviera del Conero (Mar Adriatico settentrionale) sembra che almeno 25-30 specie di fucoidi segnalate tra gli anni 1941 e 1946 siano del tutto assenti al giorno d'oggi, di cui almeno due appartenenti al genere *Cystoseira s.l.*. Alla base del declino delle foreste di alghe brune che si è registrato nel Mar Mediterraneo vi sono numerose cause che

vedono, in modo diretto e non, l'impatto antropico come responsabile (Rindi et al. 2020).

L'urbanizzazione ha influito negativamente in prossimità dell'ambiente costiero, e comprende anche gli scarichi fognari, che vengono scaricati in mare, e le attività portuali, che hanno portato all'alterazione degli equilibri ecosistemici e all'aumento dei processi di sedimentazione (Orfanidis et al. 2021, Tamburello et al. 2021). I fiumi italiani contribuiscono a riversare in mare i composti chimici legati alle attività agricole ed industriali portando così a fenomeni di eutrofizzazione delle acque costiere, inquinamento, ed altre alterazioni delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque.

I cambiamenti climatici globali, come il surriscaldamento con il conseguente innalzamento delle temperature delle acque, l'acidificazione dei mari e l'aumento della frequenza ed intensità delle tempeste e mareggiate hanno anch'essi influito in modo considerevole alla distruzione e frammentazione delle praterie di alghe brune.

Questo è un problema noto da tempo e che ha portato alla costruzione di un quadro normativo di tutela nel corso degli anni, infatti molte specie di alghe brune sono state protette già dal 1982 con l'attuazione della Convenzione di Bern del 1979. Per quanto riguarda la *Cystoseira s.l.*, nel 2009 un emendamento del *Mediterranean Action Plan*, appartenente al Programma Ambientale delle Nazioni Unite (Annex IV, SPA/BD

Protocol – United Nations Environment Programme), adottato nell’ambito della Convenzione di Barcellona (1976), ha riconosciuto la conservazione della quasi totalità del genere *Cystoseira* ad eccezione della *C. compressa*. Sebbene la presenza di un solido piano normativo suggerirebbe un certo impegno nella tutela delle alghe brune habitat formatrici, in realtà non risultano esserci stati sforzi di conservazione concreti e mirati in tal senso (Fraschetti et al. 2011). Ad esempio, la selezione dei siti marini meritevoli di protezione nell'ambito della Rete Natura 2000 nel Mar Mediterraneo si basa generalmente sulla presenza di praterie di *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, mentre la presenza di *Cystoseira s.l.* è solo incidentale, in quanto queste specie non sono elencate negli allegati della Direttiva Habitat (Direttiva 92/43 CEE), ma solo l'habitat che colonizzano (1170 “Reef”) (Fraschetti et al. 2011).

1.5 Utilizzo dei meiofauna e macrofauna come indicatori di biodiversità

Con meiofauna si intende tutto quell’insieme di organismi animali di dimensione compresa tra i 20 e i 500 µm. Questi organismi sono soliti a contatto con il substrato e contano 22 tra i 34 phyla animali di cui 5 (tardigradi, loriciferi, gastrotrichi, chinorinchi e gnatostomulidi) sono esclusivi. Sebbene le piccole dimensioni rendano difficile lo studio della biodiversità di questi organismi (Fonseca et al. 2018), questi sono considerati importantissimi bioindicatori. La loro elevata abbondanza,

diversità specifica, ruolo ecologico chiave nella connessione dei vari livelli della rete trofica, rapidi tempi di generazione, la mancanza di una fase larvale a dispersione pelagica e la presenza sia di specie tolleranti che di specie sensibili donano alla meiofauna diversi vantaggi rispetto alla macrofauna nelle attività di monitoraggio (Corinaldesi et al. 2022). La meiofauna inoltre risulta avere una rapida risposta a svariati disturbi di origine naturale e antropica in habitat costieri e profondi (Bianchelli, 2016a).

Per macrofauna si intendono quel gruppo di organismi animali di dimensione compresa tra i 500 μm e i 5cm. La macrofauna è solita abitare il sedimento, generalmente incoerente. La macrofauna bentonica possiede molte delle caratteristiche che tipicamente si cercano in un buon bioindicatore come una bassa mobilità, un ciclo vitale generalmente lungo, una tendenza a rispondere ai cambiamenti ambientali sulla base della tolleranza e sensibilità specie-specifica, rendendola particolarmente adatta al raccogliere informazioni sugli impatti alla biodiversità e al funzionamento degli ecosistemi. Inoltre, la macrofauna bentonica ricopre ruoli chiave nei flussi di energia e dei nutrienti tra i vari livelli trofici e nell'influenzare i processi di infossamento e diagenesi dei contaminanti (Fanelli et al. 2023). La maggior facilità di gestione dovuta alle dimensioni e le maggiori informazioni accumulate nel corso degli anni

rispetto alla meiofauna sono alla base dell'utilizzo più frequente della macrofauna come bioindicatore.

2. Obiettivi

Questo studio si pone l'obiettivo di stimare il livello di biodiversità associata alle foreste algali di *Cystoseira s.l.* in buono stato di salute, lungo la Riviera del Conero (Mar Adriatico settentrionale) prendendo in esame le popolazioni di Scalaccia Nord e Piscinetta-Passetto. Come proxy di biodiversità sono state usate le componenti bentoniche della meiofauna e della macrofauna, in termini di abbondanza, ricchezza di taxa e composizione tassonomica.

Inoltre, tramite un questionario somministrato via web, lo studio mira ad analizzare la conoscenza degli ecosistemi di *Cystoseira* da parte di un campione di popolazione e ipotizzarne una valutazione economica dei servizi ecosistemici associati tramite la tecnica della disponibilità a pagare.

3. Materiali e Metodi

3.1 Popolazioni studiate

Per questo studio sono state prese in considerazione due differenti popolazioni in buono stato di salute di *Gongolaria barbata* situate lungo le coste rocciose della Riviera del Conero. Queste due popolazioni risiedono in due *rock pool* ubicati presso Scalaccia Nord e la Piscinetta-Passetto, che ricadono nel comune di Ancona. Considerando il loro buono stato, queste due foreste algali sono attualmente utilizzate come popolazioni donatrici per le operazioni di restauro di altre popolazioni degradate.

Il sito di Scalaccia Nord è caratterizzato da un fondale leggermente pendente con una profondità variabile fino ad 1 m. Le popolazioni di *Gongolaria barbata* sono molto abbondanti sebbene distribuite in modo molto irregolare.

Il sito di Piscinetta-Passetto, sebbene moderatamente colpito dall'impatto umano soprattutto durante la stagione estiva, risulta essere ben riparato grazie alla presenza di alcune barriere rocciose. La profondità del fondale si aggira intorno ad 1 m ed è caratterizzato da un'abbondante presenza di *Gongolaria barbata*.

3.2 Tecniche di campionamento e analisi della biodiversità

Per quantificare il livello di biodiversità nelle foreste di *Cystoseira s.l.* sono state utilizzate la meiofauna e la macrofauna bentonica come proxy. La tecnica di campionamento consiste nel grattaggio del fondale roccioso tramite un apposito carotatore manuale (Danovaro e Fraschetti, 2002) composto da un cilindro in plexiglas (8.8 cm di diametro per 14 cm di altezza), la parte inferiore è aperta e la circonferenza è ricoperta da una guaina in gomma dello spessore di 1cm per permettere una maggiore aderenza al fondale irregolare, la parte superiore è chiusa da un coperchio e sulla parte laterale è presente una fessura di circa 2 cm atta all'inserimento della spatola con la quale l'operatore gratterà il fondale. Durante le operazioni di campionamento il tappo superiore viene rimosso e un sacchetto di plastica trasparente viene fissato con degli elastici dove il campione raschiato dal fondale verrà raccolto. Una volta terminata la raccolta il sacchetto viene chiuso e conservato in contenitori etichettati in base al luogo e data del campionamento. Ogni campionamento è eseguito in ripetizioni di tre serie (denominate R1, R2 e R3) per luogo campionato così da poter considerare anche la variabilità naturale, tipica delle componenti analizzate. I campioni così ottenuti sono poi inviati al laboratorio per le successive fasi di estrazione, classificazione e conta della meiofauna e della macrofauna bentonica.

Durante la fase di estrazione meiofauna e macrofauna vengono separate dal sedimento tramite la tecnica di estrazione per decantazione con l'ausilio di setacci. Il campione viene dapprima fatto passare attraverso un setaccio con filtro a maglia da 500 μm che rappresenta il limite superiore della meiofauna permettendo così di separarla dalla macrofauna e sedimento grossolano. Il campione che attraversa la prima maglia viene raccolto in un becker e setacciato una seconda volta attraverso un setaccio a maglia da 20 μm che rappresenta il limite inferiore della meiofauna e permette di separarla dal sedimento più fine. La macrofauna trattenuta dalla prima setacciatura e la meiofauna trattenuta dalla seconda setacciatura vengono raccolte separatamente in provette da 50 ml e conservate in alcool al 98%, successivamente viene aggiunto qualche millilitro di colorante Rosa Bengala il quale colorerà la materia organica rendendo più facile le successive fasi di analisi dei campioni. Nel caso il campione trattenuto dalla seconda setacciatura presenti ancora una grande quantità di sedimento può essere richiesto procedere con un'ulteriore fase di estrazione per gradiente di densità. In questa modalità di estrazione la meiofauna viene separata dal sedimento tramite 3 centrifugazioni di 10 minuti a 3000 giri al minuto in una soluzione di *Ludox*. Al termine delle centrifugazioni si ottiene una netta separazione tra il sedimento che rimane sul fondo delle provette e la meiofauna che rimane in sospensione nella soluzione di Ludox la quale viene setacciata nuovamente con il

filtro a maglia da 20 μm e risciacquata accuratamente dai residui della soluzione prima di essere trasferita nella provetta falcon con alcool al 98% e Rosa Bengala. Il sedimento residuo è stato anch'esso conservato e controllato per accertarsi della completa estrazione della meiofauna.

Nella fase di identificazione e conteggio degli organismi bentonici i campioni vengono filtrati nuovamente con il setaccio a maglie da 20 μm e sciacquati per rimuovere la soluzione di alcol e colorante. Nel caso della meiofauna i campioni vengono successivamente posti con acqua all'interno di cuvette di *Delfuss*, divise in 200 cellette interne (ognuna di 5 x 5 mm). Il contenuto delle cuvette viene poi osservato con l'ausilio di microscopi stereoscopici con ingrandimenti di 25x e 32x. In caso di meiofauna non facilmente classificabile a questi ingrandimenti gli organismi in esame sono posizionati su un vetrino utilizzando un ago e osservati al microscopio ottico con ingrandimento massimo di 400x.

Per la macrofauna il procedimento è analogo con l'eccezione del contenitore usato che in questo caso sarà una piastra *Petri* e degli ingrandimenti utilizzati (12x). Gli organismi osservati sono stati contati e classificati sulla base dei grandi gruppi tassonomici.

In questo studio è stata esaminata la fauna bentonica raccolta nel corso di sei campionamenti effettuati nel corso del 2020 e del 2022 (con tempi denominati da T0 a T5 come in Tabella 3.1) nei 2 siti di Piscinetta-

Passetto e Scalaccia Nord. I tempi per la macrofauna sono riportati nella Tabella 3.2.

Tabella 3.1. *Date dei campionamenti della meiofauna e relative denominazioni*

	Piscinetta-Passetto	<u>Scalaccia Nord</u>	<u>Codice campione</u>
T0	18/06/2020	19/06/2020	June20
T1	24/07/2020	24/07/2020	July20
T2	11/09/2020	11/09/2020	Sept20
T3	14/10/2020	07/10/2020	Oct20
T4	18/03/2022	16/03/2022	March22
T5	15/06/2022	15/06/2022	June22

Tabella 3.2. *Date dei campionamenti della macrofauna e relative denominazioni*

Piscinetta-Passetto	<u>Scalaccia Nord</u>	<u>Codice campione</u>
	19/06/2020	June20
	24/07/2020	July20
11/09/2020	11/09/2020	Sept20
14/10/2020	07/10/2020	Oct20
	06/07/2021	July21
18/03/2022	16/03/2022	March22
15/06/2022	15/06/2022	June22

Una volta ordinati i dati si è proseguito con la standardizzazione dei valori per superficie di campionamento (10 cm²) e con il calcolo dei valori medi ottenuti dalle tre serie R1, R2 e R3 così da ottenere un valore di abbondanza di meiofauna e macrofauna bentonica per unità di

superficie. Dal conteggio del numero di taxa presenti è stato invece possibile avere una rappresentazione grafica della composizione delle popolazioni di meiofauna e macrofauna presenti nei siti esaminati.

3.3 Costruzione e distribuzione del questionario

Per raccogliere i dati necessari per il calcolo del valore economico attribuito dalla popolazione ai servizi ecosistemici forniti delle foreste di *Cystoseira s.l.* della Riviera del Conero, è stato creato un questionario su *Google Moduli*, una piattaforma a libero accesso gestita da Google. Il questionario è stato articolato in tre parti, ognuna con uno scopo specifico. Poiché il questionario aveva un campione generico della popolazione come target di riferimento, questo riportava un'introduzione in cui si definiva brevemente l'importanza della *Cystoseira* e la sua presenza sul territorio, così che anche che non avesse alcuna preparazione in materia potesse avere degli elementi conoscitivi su cui fondare le proprie risposte. La *parte I* è composta da domande di stampo demografico: età, genere, luogo di provenienza, livello di educazione e occupazione lavorativa. La *parte II* è incentrata sull'identificare le conoscenze dell'utente sul territorio oggetto di studio, i suoi ecosistemi e il suo livello di interesse in materia. La prima domanda che viene posta ha lo scopo di sondare se l'utente conosce la Riviera del Conero e su come ne sia venuto a

conoscenza. Poiché è necessaria almeno una conoscenza di base del territorio per poter rispondere in maniera significativa al resto delle domande, una risposta negativa a questa domanda porta ad una chiusura anticipata del questionario. Agli utenti che hanno risposto positivamente viene poi chiesto con le successive di valutare su un'apposita scala il loro livello di conoscenza sugli ecosistemi della Riviera del Conero e di specificare se prima del momento della compilazione avessero già sentito parlare delle foreste algali di *Cystoseira s.l.*

Infine, viene chiesto di attribuire un valore ad una serie di servizi ecosistemici offerti da queste foreste ordinandoli in una classifica dal più importante al meno importante sulla base dell'opinione personale dell'utente. Sebbene vi siano un gran numero di servizi ecosistemici offerti dalla *Cystoseira s.l.* si è deciso di selezionarne quattro tra quelli più importanti e semplici da comprendere (produzione di ossigeno, mitigazione cambiamenti climatici, sostegno delle specie ittiche oggetto di pesca, servizi educativi e di ricerca scientifica).

Nella *parte III* le domande che vengono poste hanno come obiettivo quello di stimare la *Willingness to Pay* (WTP) del campione in analisi per tutelare le foreste di *Cystoseira* presenti. Nella prima domanda all'utente viene chiesto se ha già partecipato in passato a donazioni dirette a ONG o associazione di carattere ambientale o se ha in programma di farlo in futuro. Successivamente, come suggerito anche da altri studi, viene posto

uno scenario ipotetico dove viene chiesto effettuare una scelta tra tre opzioni per effettuare una donazione volta a finanziare un intervento a favore delle foreste di *Cystoseira s.l.*.

L'utente, messo di fronte alla triplice opzione, può scegliere di:

- donare 30 euro per restaurare 10 mq di foresta;
- donare 30 euro per proteggere 10 mq di una foresta già esistente;
- rifiutarsi di partecipare alla donazione.

Dato che i dati raccolti in studi come questi possono essere la base di future campagne di prevenzione e protezione degli ecosistemi, non è solo importate prendere in considerazione la WTP della popolazione per preservare gli ecosistemi esaminati e i relativi servizi ecosistemici, ma risulta infatti essere altrettanto importante comprendere le motivazioni che si celano dietro un'eventuale indisponibilità a pagare. A tale scopo le persone che hanno risposto negativamente alla precedente domanda sono state indirizzate verso due domande aggiuntive. Nella prima viene chiesto di specificare la ragione del rifiuto, tra motivazioni come una disponibilità economica insufficiente, il voler dare precedenza ad altre cause meritevoli di donazione, il desiderio che siano le istituzioni a preoccuparsi di finanziare gli interventi di prevenzione e restauro ambientali, o una risposta aperta per fornire motivazioni personali.

L'ultima domanda del questionario chiede a coloro che hanno deciso di sottrarsi alla donazione se nonostante tutto ritengano opportuno che istituzioni e altri cittadini si impegnino a finanziare iniziative e progetti di tutela e restauro degli ecosistemi marini.

Il processo di distribuzione del questionario si è basata sulla tecnica del *snowball sampling*. Questa tecnica prevede il coinvolgimento dei primi partecipanti nell'ampliare la dimensione del campione tramite un processo di condivisione a catena che, in questo caso, è stata ottenuta per mezzo di social networks come Facebook e Whatsapp e da attività di volantaggio con un apposito codice QR.

4. Risultati

4.1 Biodiversità associata alle foreste di *Cystoseira s.l.*

I valori di abbondanza totale della meiofauna analizzata nelle foreste di *G. barbata* alla Piscinetta-Passetto e Scalaccia N sono riportati in Figura 4.1.

I risultati delle analisi statistiche condotte con i test PERMANOVA sono riportati in Tabella 4.1. I dati integrali di abbondanza totale, numero di taxa e deviazione standard di meiofauna e macrofauna sono riportati in Allegato 1.

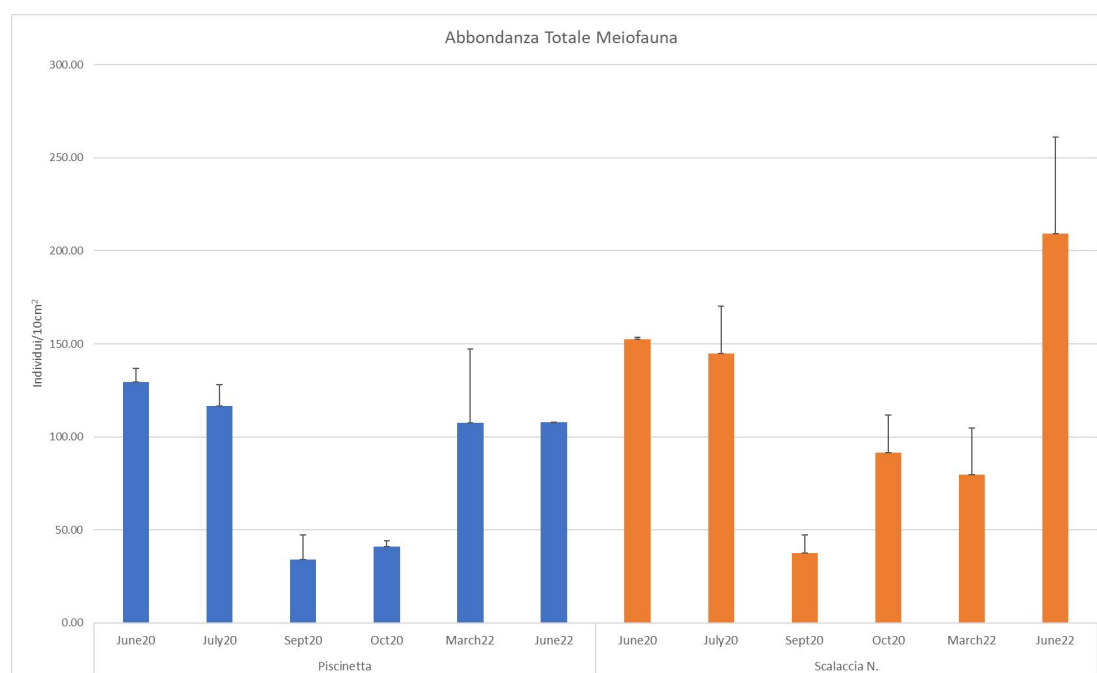


Figura 4.1. *Abbondanza totale della meiofauna alla Piscinetta-Passetto e alla Scalaccia Nord.*

Alla Piscinetta-Passetto l'abbondanza totale (misurata in numero di ind.10cm⁻²) risulta aver raggiunto il valore massimo a June20 con una media di 129.45 ± 7.45 ind.10cm⁻². Il valore rimane stabile in July20 con 116.58 ± 11.47 ind.10cm⁻² per poi subire una diminuzione significativa al

Sept20 e Oct20 con 33.85 ± 13.55 ind.10cm⁻² e 41.08 ± 3.12 ind.10cm⁻², rispettivamente (PERMANOVA, $p < 0.05$). In March22 l'abbondanza totale aumenta significativamente raggiungendo i 107.57 ± 39.69 ind.10cm⁻² (PERMANOVA, $p < 0.05$), senza ulteriori variazioni in June22, dove risulta essere 107.83 ± 0.16 ind.10cm⁻².

Dai campioni reperiti in Scalaccia Nord è stato possibile osservare un andamento pressoché analogo a quello visto in Piscinetta-Passetto con valori simili a June20 (152.32 ± 0.98 ind.10cm⁻²) e July20 (144.88 ± 25.15 ind.10cm⁻²), che successivamente sono andati incontro a diminuzione significativa al Sept20 (37.36 ± 9.72 ind.10cm⁻²; PERMANOVA, $p < 0.05$). Nel Oct20 l'abbondanza è aumentata significativamente raggiungendo 91.48 ± 20.25 ind.10cm⁻² (PERMANOVA, $p < 0.05$) mentre a March22 si è osservata una nuova diminuzione significativa dell'abbondanza totale fino a 79.80 ± 24.99 ind.10cm⁻² (PERMANOVA, $p < 0.05$). Nonostante i bassi valori di quest'ultimo campionamento, analizzando i risultati di June22 si è osservata un aumento significativo che ha portato a registrare il valore più alto di abbondanza totale tra tutti quelli registrati, analogamente a quanto osservato alla Piscinetta-Passetto, raggiungendo i 209.27 ± 51.98 ind.10cm⁻² (PERMANOVA, $p < 0.05$).

In ciascun tempo di campionamento, non sono state osservate differenze significative tra i due siti (PERMANOVA ns).

La ricchezza di taxa (misurata in numero di taxa; Figura 4.2) in Piscinetta-Passetto si è dimostrata essere perlopiù stabile con un valore di circa 13 taxa. Il valore più alto si è osservato a Oct20 con 15 taxa, mentre si è registrato il valore più basso al March22 con 11 taxa.

In Scalaccia Nord, nei campionamenti da June20 a Oct20 è possibile osservare un andamento più o meno stabile simile a quello osservato in Piscinetta-Passetto, tuttavia in March22 e June22 è possibile notare una diminuzione dei taxa con valori pari a 10 e 11, rispettivamente.

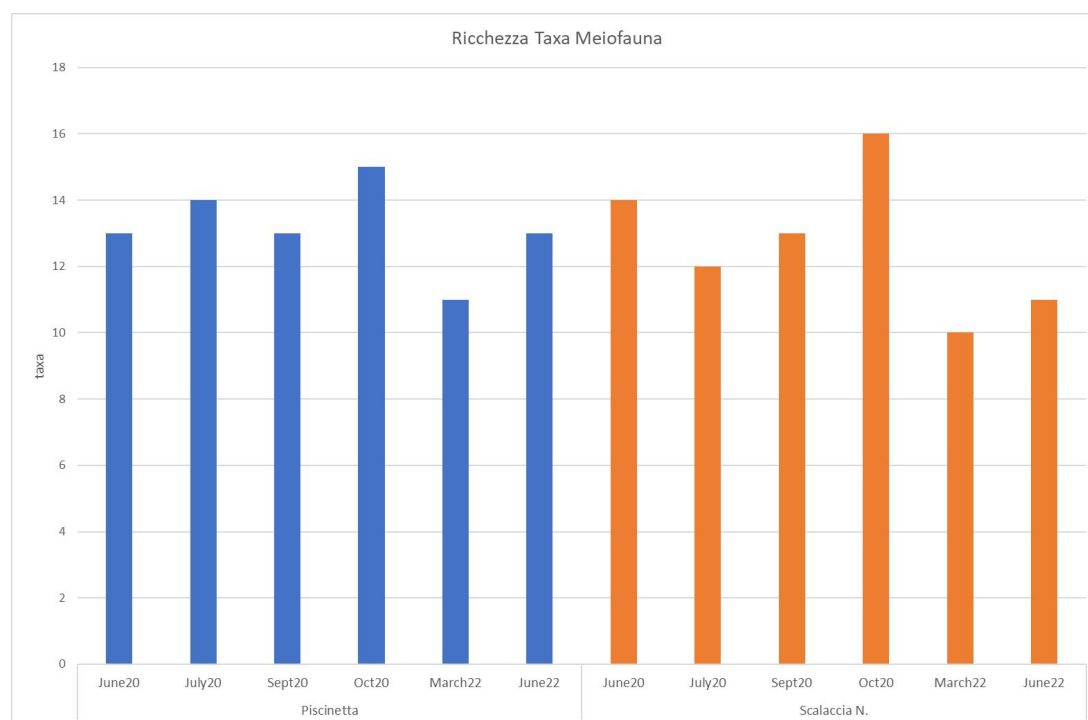


Figura 4.2. Ricchezza dei taxa della meiofauna osservata alla Piscinetta-Passetto e alla Scalaccia Nord.

Le analisi della struttura delle comunità (Figura 4.3) hanno rilevato che, tra tutti i taxa registrati, nematodi e copepodi (comprensivi dei nauplii, loro stati giovanili) sono i più rappresentati. La percentuale di nematodi

rispetto alla comunità totale oscilla tra il 50.5% e l'87.4% per Piscinetta-Passetto e tra il 44.9% e l'86.7 per Scalaccia Nord. La percentuale dei copepodi risulta variare tra il 9.2% e il 32.4% per le popolazioni di Piscinetta-Passetto e tra il 10.7% e il 37.0% per Scalaccia Nord.

Nella comunità di Piscinetta-Passetto i taxa rari (Figura 4.4) sono i cumacei in T0 (0.1%); cladoceri e larve di chironomidi in July20 (0.1%); cladoceri e idrozooi in Sept20 (0.2%); oligocheti e larve di chironomidi in Oct20 (0.3%); gasteroodi e isopodi in March22 (0.1%); chinorinchi e acari in June22 (0.1%).

Nella popolazione di Scalaccia Nord i taxa rari sono gli ostracodi in June20 (0.1%); anfipodi, oligocheti e larve di crostaceo in July20 (0.1%); cumacei e tubellari in Sept20 (0.1%); oligocheti, cumacei, tanaidacei e larve di crostaceo in Oct20 (0.1%); larve di chironomidi, larve di crostaceo e larve di picnogonide in March22 (0.1%); ostracodi e bivalve in June22 (0.1%).

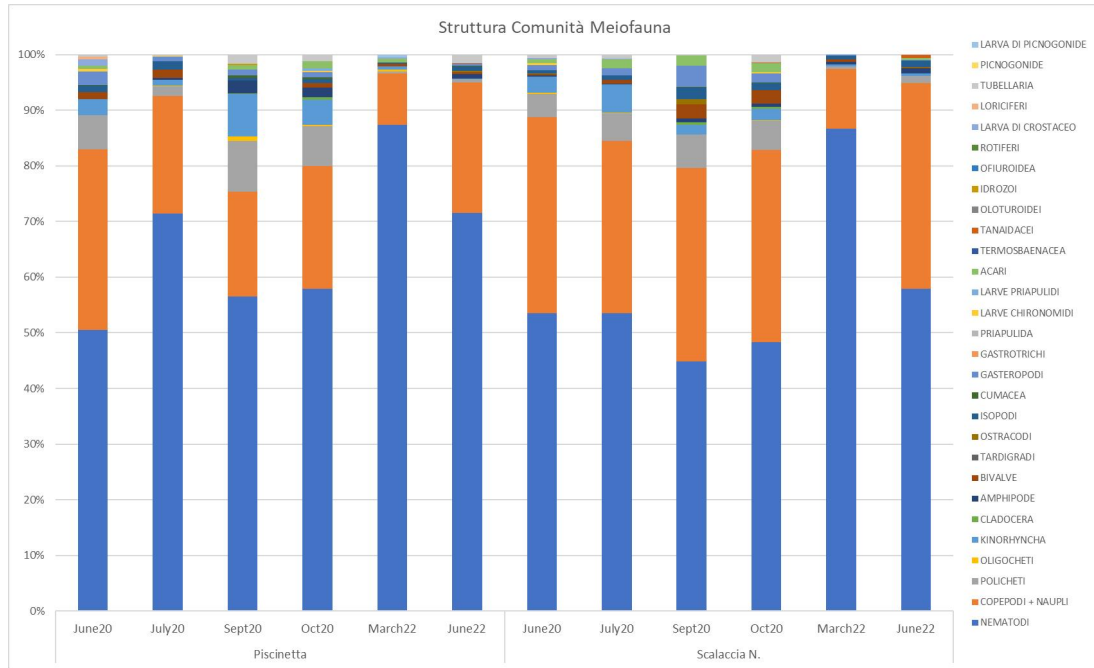


Figura 4.3. *Struttura della comunità della meiofauna, nei due siti analizzati Piscinetta-Passetto e Scalaccia N.*

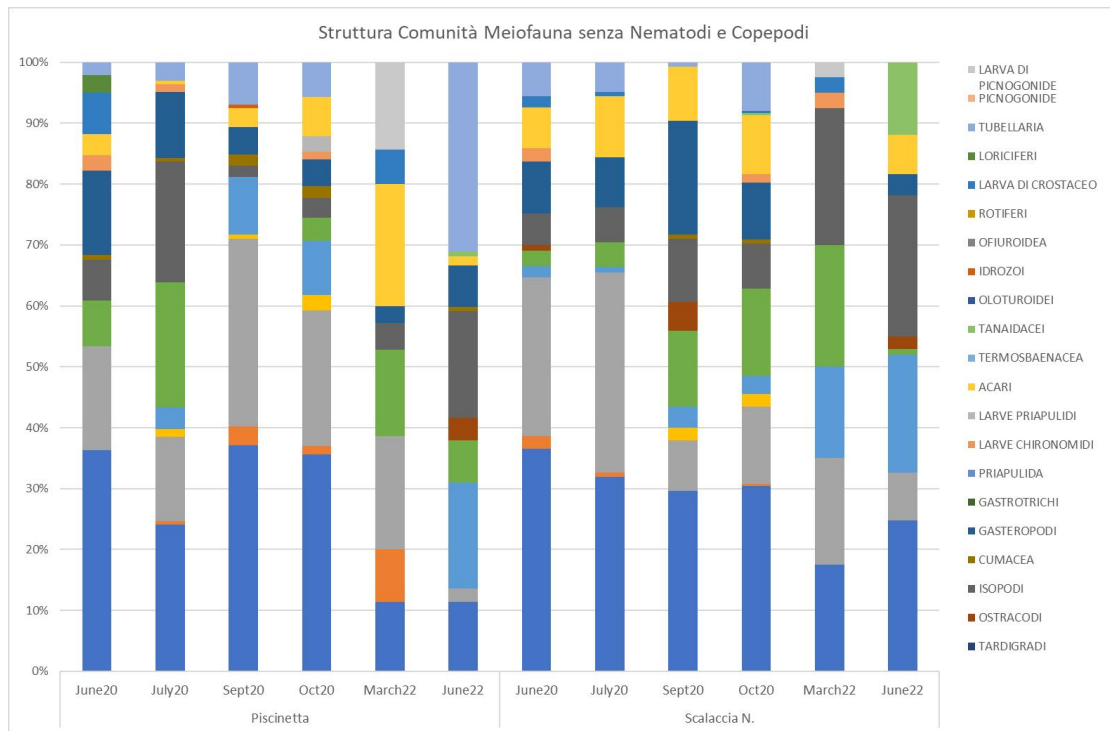


Figura 4.4. *Struttura di comunità della meiofauna, escludendo i due taxa principali (nematodi e copepodi), nei due siti analizzati Piscinetta-Passetto e Scalaccia N.*

I risultati delle analisi multivariate condotte sulla composizione tassonomica della meiofauna, considerando la comunità totale ed escludendo i nematodi e i copepodi, sono illustrati in Figura 4.5 e 4.6, rispettivamente.

I risultati delle analisi statistiche sulla composizione tassonomica della meiofauna, sia considerando la comunità totale sia escludendo i nematodi e i copepodi, sono riportati in Tabella 4.2. Le analisi statistiche hanno mostrato differenze significative (PERMANOVA, $p < 0.05$) tra tempi di campionamento in ciascuno dei due siti analizzati.

Le stesse analisi hanno rivelato sporadiche differenze tra i siti in ciascun tempo: al Oct20 per l'intera comunità e June20 e July20 escludendo nematodi e copepodi.

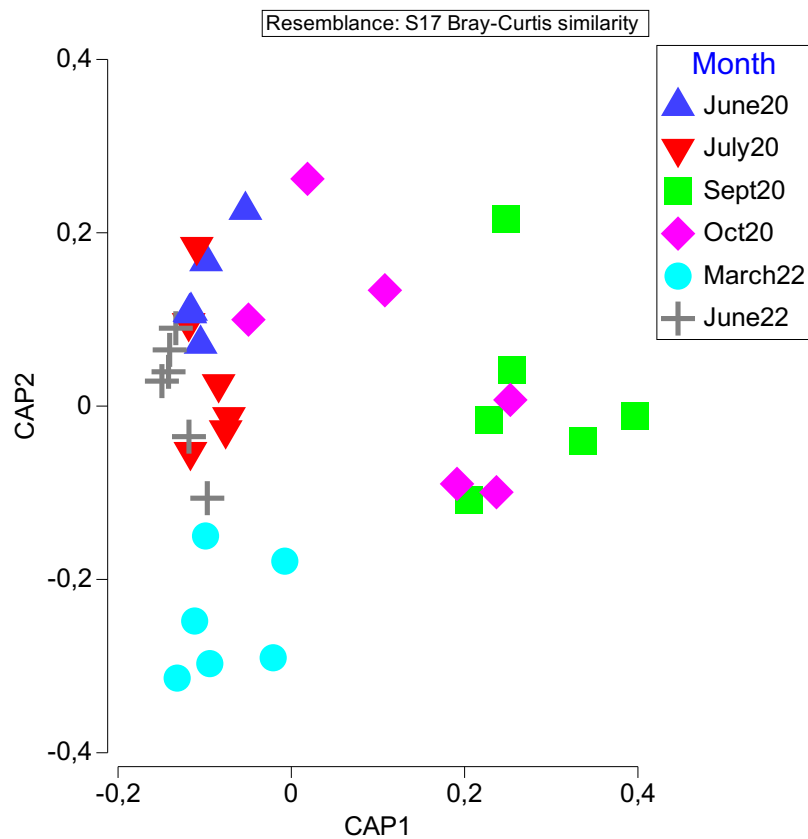


Figura 4.5. Output dell'analisi CAP condotta sulla composizione tassonomica della meiofauna, considerando la comunità totale.

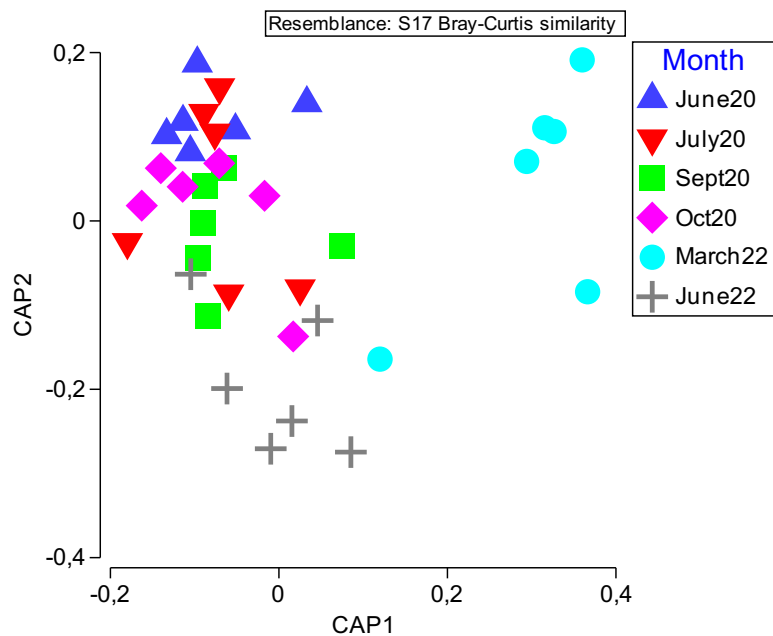


Figura 4.6. Output dell'analisi CAP condotta sulla composizione tassonomica della meiofauna, escludendo nematodi e copepodi dalla comunità totale.

Tabella 4.2. Risultati delle analisi statistiche condotte sull'abbondanza e composizione tassonomica della meiofauna con i test PERMANOVA, sia considerando la comunità intera sia escludendo nematodi e copepodi. Sono riportati solo i pair wise per cui il P level risulta significativo ($P < 0.05$).

Abbondanza totale della meiofauna	Source	df	MS	F	P
	Sito	1	814.0	0.3	0.584
	Tempo	5	21551.0	7.9	0.001
	Sito x Tempo	5	4082.2	1.5	0.220
	Residui	24	2729.2		

Pair wise		t	P
Nel livello 'Oct20' del fattore 'Tempo'	Piscinetta, Scalaccia N.	4.3	0.014
Nel livello 'Piscinetta' del fattore 'Sito'	July20, Sept20	8.1	0.004
	July20, Oct20	11.0	0.001
	Sept20, March22	3.0	0.034
	Sept20, June22	5.8	0.009
	Oct20, March22	2.9	0.047
	Oct20, June22	6.0	0.002
Nel livello 'Scalaccia N.' of factor 'sito'	June20, Sept20	20.4	0.001
	June20, Oct20	5.2	0.007
	June20, March22	5.0	0.011
	July20, Sept20	6.9	0.003
	July20, Oct20	2.9	0.047
	July20, March22	3.2	0.031
	Sept20, Oct20	4.2	0.017
	Sept20, March22	2.7	0.047
	Sept20, June22	5.6	0.007
	Oct20, June22	3.7	0.014
	March22, June22	3.9	0.018

Composizione tassonomica intera comunità	Source	df	MS	F	P
	Sito	1	841.1	2.7	0.069
	Tempo	5	4855.0	15.6	0.001
	Sito x Tempo	5	732.3	2.4	0.017
	Residui	24	310.8		

Pair wise		t	P
Nel livello 'Oct20' del fattore 'tempo'	Piscinetta, Scalaccia N.	3.3	0.017
Nel livello 'Piscinetta' del fattore 'sito'	June20, Sept20	2.6	0.027
	June20, Oct20	3.0	0.012
	July20, Sept20	3.5	0.009
	July20, Oct20	6.1	0.001
	Sept20, March22	2.7	0.026
	Sept20, June22	3.7	0.005
	Oct20, March22	3.2	0.012
	Oct20, June22	5.9	0.002
Nel livello 'Scalaccia N.' del fattore 'sito'	June20, Sept20	6.1	0.001
	June20, Oct20	2.9	0.019
	June20, March22	3.2	0.023

June20, June22	2.3	0.048
July20, Sept20	5.0	0.003
July20, March22	2.6	0.036
July20, June22	2.4	0.028
Sept20, Oct20	3.2	0.013
Sept20, March22	4.0	0.004
Sept20, June22	5.8	0.003
Oct20, March22	2.6	0.019
Oct20, June22	3.7	0.009
March22, June22	3.6	0.021

Composizione tassonomica considerando taxa rari	Source	df	MS	F	P
	Sito	1	1431.4	1.2	0.252
	Tempo	5	5469.5	4.8	0.001
	Sito x Tempo	5	2626.7	2.3	0.003
	Residui	24	1149.7		

Pair wise		t	P
Nel livello 'July20' del fattore 'tempo'	Piscinetta, Scalaccia N.	2.0	0.045
Nel livello 'Sept20' del fattore 'tempo'	Piscinetta, Scalaccia N.	2.1	0.024
Within level 'Piscinetta' of factor 'sito'	June20, July20	1.9	0.050
	June20, Sept20	2.1	0.025
	June20, March22	2.3	0.021
	June20, June22	2.3	0.030
	July20, March22	1.9	0.036
	Sept20, March22	2.3	0.015
	Sept20, June22	2.0	0.037
	Oct20, March22	1.8	0.044
	March22, June22	1.9	0.046
Within level 'Scalaccia N.' of factor 'sito'	June20, Sept20	2.3	0.027
	June20, March22	1.8	0.043
	June20, June22	2.4	0.023
	July20, Sept20	2.2	0.042
	July20, June22	2.4	0.024
	Sept20, June22	2.1	0.031
	Oct20, June22	2.5	0.021

I valori di abbondanza totale della macrofauna analizzata nelle foreste di *G. barbata* alla Piscinetta-Passetto e Scalaccia N sono riportati in Figura 4.7. I risultati delle analisi statistiche condotte con i test PERMANOVA sono riportati in Tabella 4.3.

In Piscinetta-Passetto si registrano valori di abbondanza totale in Sept20 pari a 1.52 ± 1.61 ind.10cm⁻², in Oct20 vi è un aumento non significativo con 6.08 ± 4.15 ind.10cm⁻², mentre a March22 e June22 la crescita risulta significativa con valori pari a 11.00 ± 7.02 e 19.23 ± 7.84 ind.10cm⁻², rispettivamente (PERMANOVA, $p < 0.05$).

In Scalaccia Nord sono stati riscontrati valori di abbondanza totale pari a June20 (3.20 ± 1.49 ind.10cm⁻²), July20 (2.15 ± 1.22 ind.10cm⁻²), Sept20 (2.99 ± 1.13 ind.10cm⁻²) e Oct20 (1.83 ± 0.40 ind.10cm⁻²). Nel campionamento di July21 sono stati riportati valori di abbondanza totale pari a 36.55 ± 17.45 ind. 10cm⁻². Nei campionamenti del 2022 si evidenzia una ripresa di abbondanza totale con March22 a 10.60 ± 7.79 ind.10cm⁻² e June22 a 14.62 ± 5.82 ind.10cm⁻².

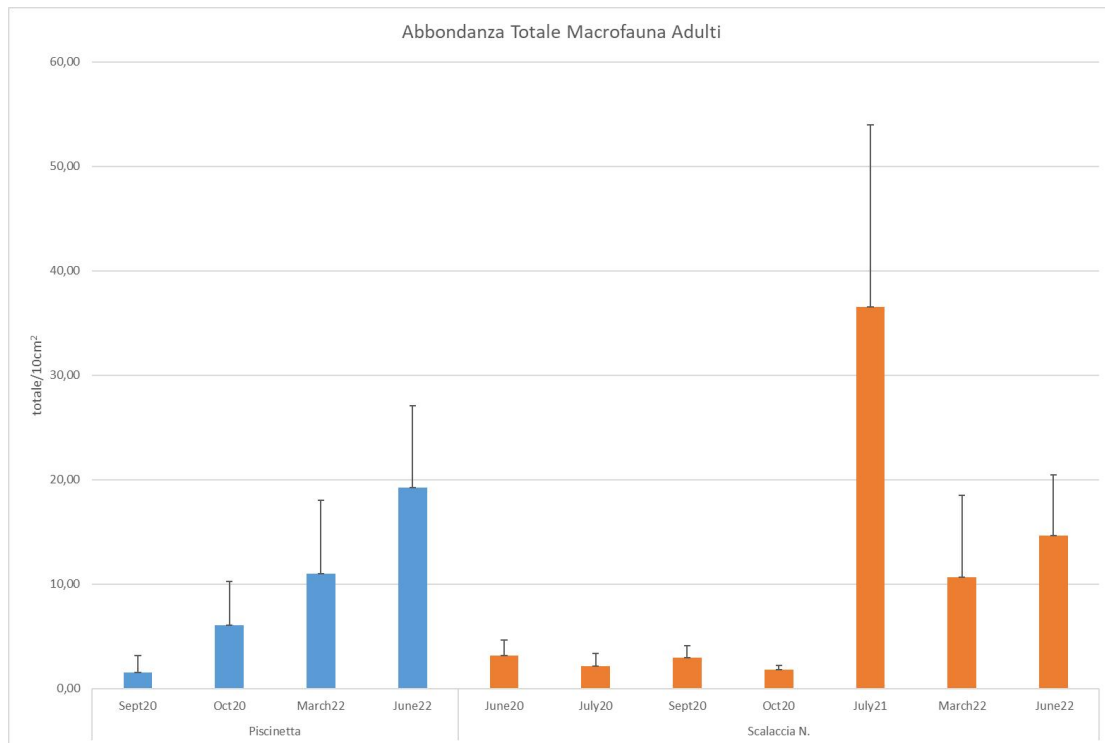


Figura 4.7. *Abbondanza totale della macrofauna alla Piscinetta-Passetto e alla Scalaccia Nord*

I valori di ricchezza di taxa sono riportati nella Figura 4.8. Nella popolazione di Piscinetta-Passetto si è registrato il valore più basso di taxa della macrofauna in corrispondenza di March22 con un valore di 6 taxa, mentre in June22 si è avuto il picco massimo con 12 taxa. Nei successivi campionamenti il numero di taxa diminuito con March22 a 11 taxa e June22 a 9 taxa.

Per quanto riguarda Scalaccia Nord i valori si sono mantenuti stabili in June20 e July20 entrambi con 10 taxa. In Sept20 si è raggiunto il valore più alto di taxa con 12 taxa/10cm² mentre in Oct20 vi è stata una brusca diminuzione che ha portato al valore minimo di 7 taxa. Nel campionamento di July21 si contano 15 taxa. Nei campionamenti di

March22 i taxa sono aumentati contando 11 taxa per poi scendere in June22 a 9 taxa.

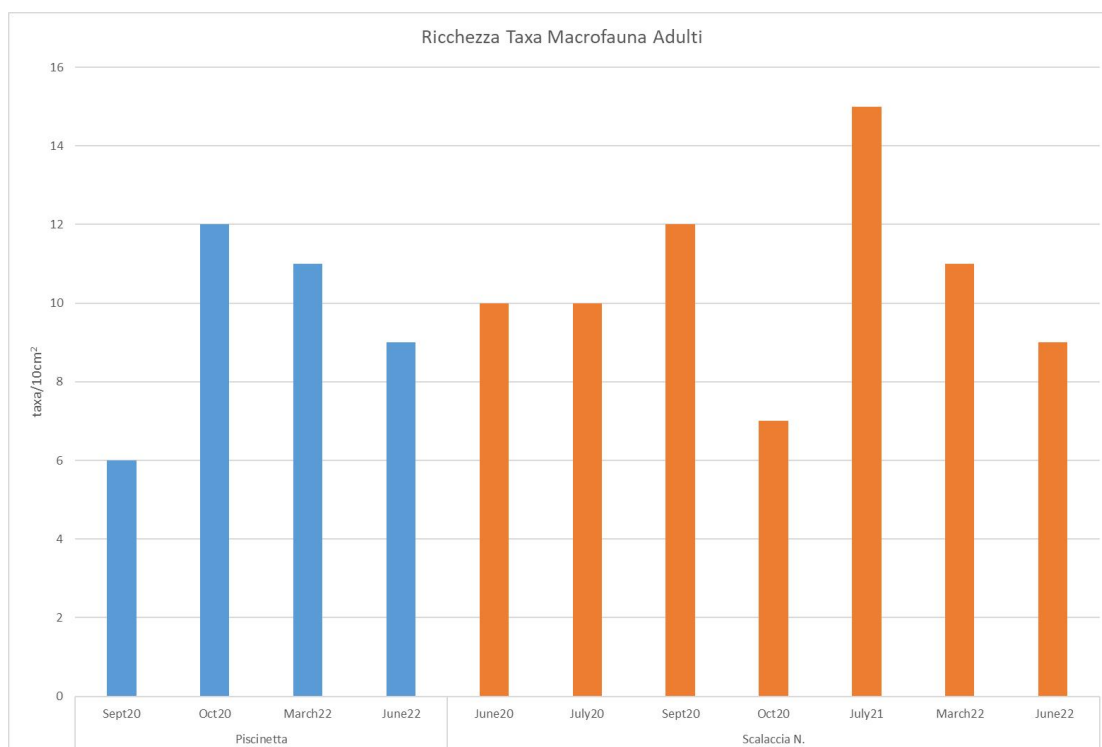


Figura 4.8. Ricchezza dei taxa della macrofauna osservata alla Piscinetta-Passetto e alla Scalaccia Nord.

I risultati dell'analisi della composizione tassonomica delle comunità sono riportati in Figura 4.9 e 4.10.

La composizione delle comunità di macrofauna di Piscinetta-Passetto vede come taxa più comuni in Sept20 i nematodi (37.9%), copepodi (20.7%) e anfipodi (20.7%) mentre annovera tra i taxa più rari i gasteropodi (3%). In Oct20 i taxa più comuni sono i nematodi (25%), i policheti (14.7%) e i gasteropodi (13.8%) mentre i più rari sono gli ofiuroidei (0.9%), acari (17%), larve di chironomidi e anfipodi (entrambi con 2.6%). Nel campionamento di March22 si è registrato un gran

numero di bivalve (70.5%), tra i taxa rari troviamo invece policheti (0.5%), larve di chironomidi (0.5%), acari (0.5%) e ostracodi (0.5%). In June22 troviamo tra i taxa comuni i nematodi (36.8%) e gli anfipodi (16.3%), tra i taxa rari invece si registrano i tanidacei (1.6%) e i cumacei (2.6%).

Nella popolazione di Scalaccia Nord nel tempo June20 si sono registrati come taxa più comuni i nematodi (34.4%) e gli anfipodi (21.3%) mentre picnogonidi ed oligocheti sono risultati i taxa più rari (entrambi con 1.6%). Simile la situazione nel campionamento July20 che vede una discreta presenza di anfipodi (31.7%) e nematodi (19.5%) con taxa rari rappresentati da copepodi (2.4%), picnogonidi (2.4%) e larve di chironomidi (2.4%). In Sept20 si registrano un aumento significativo di gasteropodi (50.9%) e taxa rari come lare di crostacei (1.8%), bivalve (1.8%), isopodi (1.8%) e cumacei (1.8%). La composizione della comunità nel tempo Oct20 trova nuovamente al primo posto tra i taxa più comuni i gasteropodi con il (28.6%) seguito dai nematodi (22.9%) mentre i taxa più rari risultano essere gli ofiuroidei (5.7%). In July21 si nota una abbondanza di bivalve (36.2%) e di nematodi (24.4%) mentre tra i taxa rari troviamo larve di chironomidi (0.9%), echinoidea (0.6%), ofiuroidea (0.4%), cumacei (0.4%), larve di crostaceo (0.2%), acari (0.2%) e ostracodi (0.2%). In March22 si nota una grande abbondanza di bivalve (67.2%) mentre i taxa rari sono gli acari (0.5%), le larve di chironomidi

(0.5%) e i tanidacei (0.5%). Infine, in June22 troviamo tra i taxa più comuni gli anfipodi (33.3%) e i nematodi (24.4%), i taxa rari sono rappresentati dai picnogonidi (1.4%).

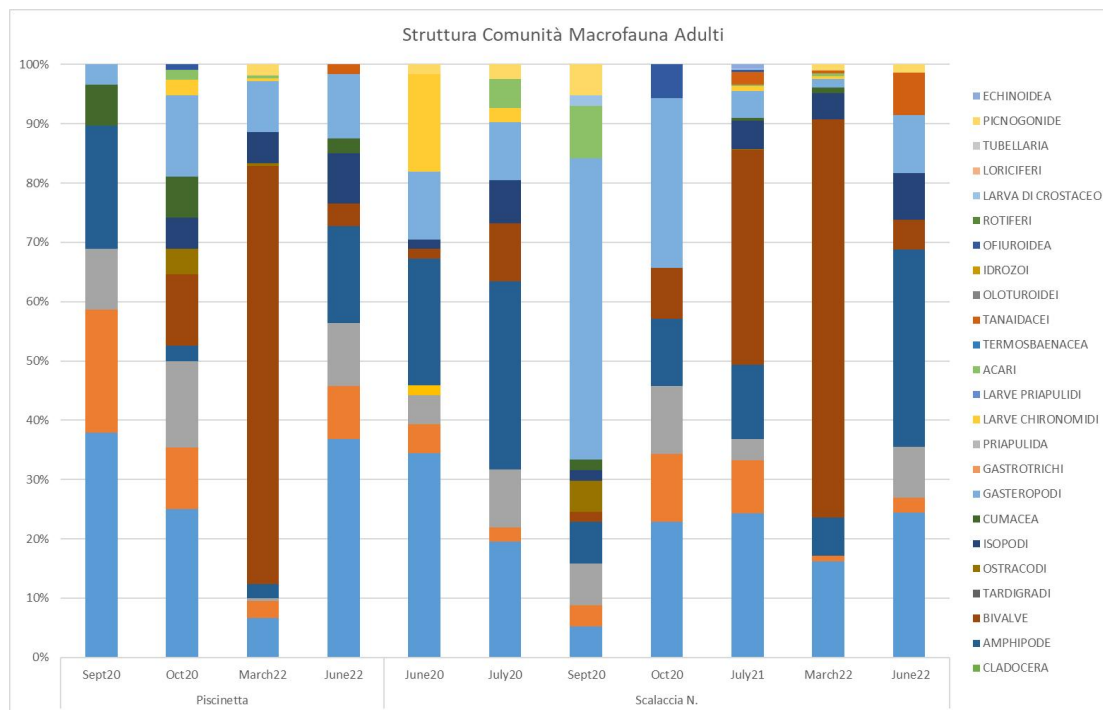


Figura 4.9. *Struttura della comunità della macrofauna, nei due siti analizzati Piscinetta-Passetto e Scalaccia N.*

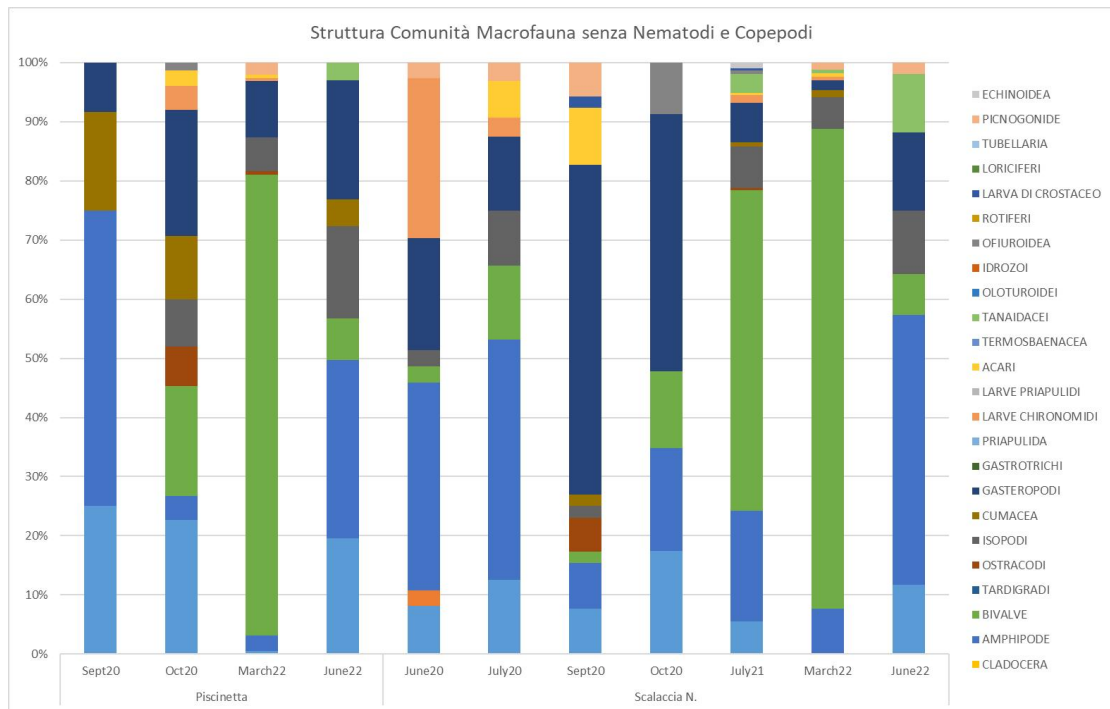


Figura 4.10. Struttura di comunità della macrofauna, escludendo i due taxa principali (nematodi e copepodi), nei due siti analizzati Piscinetta-Passetto e Scalaccia N.

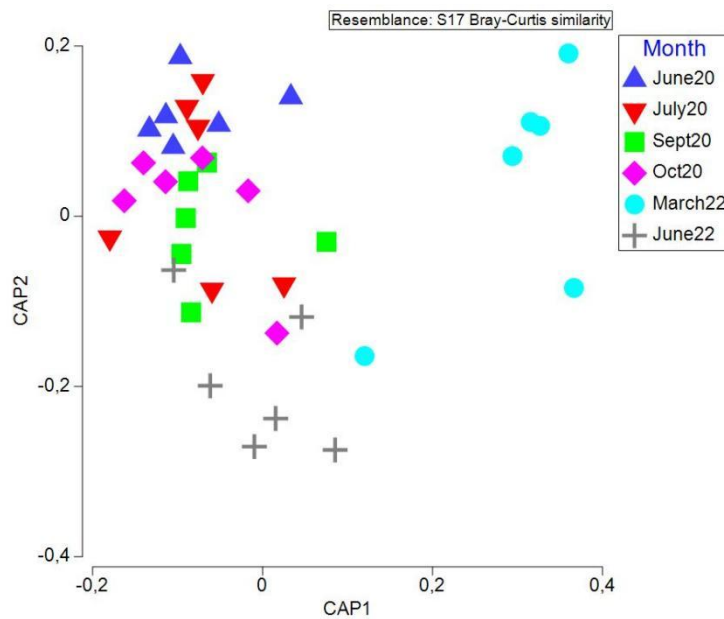


Figura 4.11. Output dell'analisi CAP condotta sulla composizione tassonomica della macrofauna.

Tabella 4.3. Risultati delle analisi statistiche condotte sulla abbondanza e composizione tassonomica della macrofauna con i test PERMANOVA. Sono riportati solo i *pair wise* per cui il P level risulta significativo ($P < 0.05$).

Abbondanza totale della macrofauna	Source	df	MS	F	P
	Sito	1	22.2	0.3	0.598
	Tempo	6	302.3	4.1	0.007
	Sito x tempo	3	13.3	0.2	0.904
	Residui	22	1617.7	73.5	

Pair wise		t	P
Nel livello 'Piscinetta' del fattore 'sito'	Sept20, June22	3.8	0.026
	Oct20, June22	2.6	0.050
Nel livello 'Scalaccia N.' del fattore 'sito'	Sept20, June22	3.4	0.035
	Oct20, June22	3.8	0.016
	June22, June20	3.3	0.038
	June22, July20	3.6	0.025

Composizione tassonomica	Source	df	MS	F	P
	Sito	1	1567.5	0.9	0.461
	Tempo	6	6720.4	3.9	0.001
	Sito x tempo	3	2721.8	1.6	0.072
	Residui	22	1714.4		

Pair wise		t	P
Nel livello 'Piscinetta' del fattore 'sito'	Sept20, March22	1.9	0.033
	Sept20, June22	2.0	0.041
	Oct20, March22	1.8	0.07
	March22, June22	3.1	0.013
Nel livello 'Scalaccia N.' del fattore 'sito'	Sept20, March22	2.1	0.033
	Sept20, June22	2.2	0.030
	Oct20, March22	2.2	0.023
	Oct20, June22	2.6	0.015
	March22, June22	2.1	0.033
	March22, June20	2.2	0.024
	March22, July20	2.0	0.036
	June22, June20	2.2	0.021
	June22, July20	2.4	0.020

4.2 Risposte al questionario

La raccolta dati tramite questionario è avvenuta dal 19 maggio 2023 al 10 settembre 2023 ed ha ottenuto un totale di 270 risposte. La distribuzione dei rispondenti per fasce d'età è riportata nella Figura 4.12.

La fascia più rappresentata è quella 18-30 anni (43.7% del campione), seguita da 31-45 con il 27.8%, con una prevalenza di rispondenti di sesso femminile (54.4%).

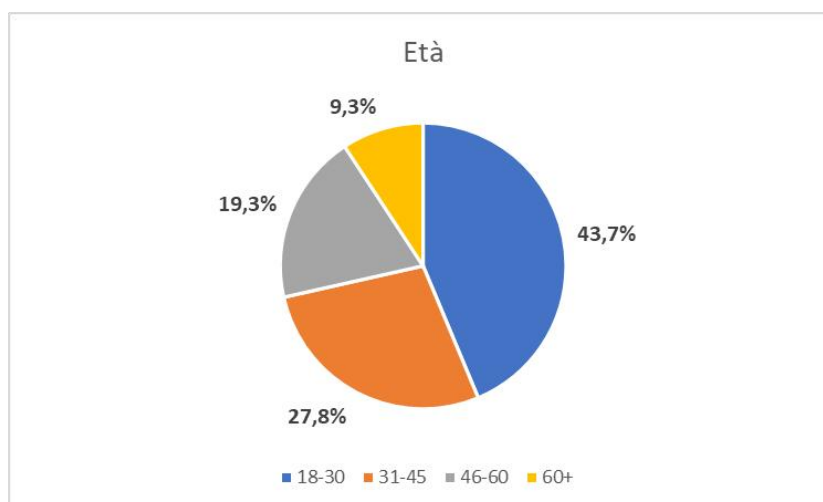


Figura 4.12. Rappresentazione grafica delle fasce di età della popolazione intervistata

Il campione rappresenta 16 regioni italiane (Figura 4.13), con le Marche al primo posto con il 37.8% seguite da Abruzzo (24.4%), Lazio (16.3%). Tutte le altre sono state rappresentate dal 3% o meno del campione.

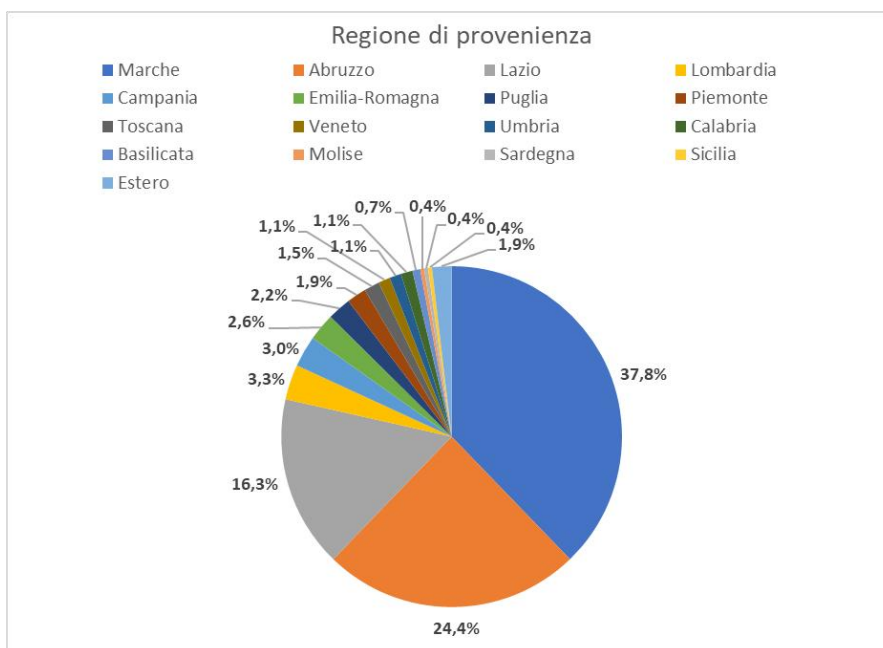


Figura 4.13. Rappresentazione grafica del luogo di provenienza della popolazione intervistata

I risultati completi dell'analisi demografica sono riportati negli allegati, il livello di conoscenza dei rispondenti della Riviera del Conero, dei suoi ecosistemi e delle foreste di *Cystoseira s.l.* sono riportati nelle Figure 4.14, 4.15. e 4.16. I restanti grafici relativi all'analisi demografica sono riportati in Allegato 2.

Il 14.4% degli utenti ha dichiarato di non conoscere la Riviera del Conero e ha concluso il questionario in questo punto. Il restante 85.6% ha detto di conoscere la Riviera del Conero e ha proseguito con la restante parte del questionario. Le ragioni dietro la conoscenza della Riviera vedono al primo posto le visite turistiche con il 30.7% delle risposte, l'essere residente nella zona interessata con il 27%, la programmazione per visite future con il 24.1% e visite di lavoro con il 3.7%.

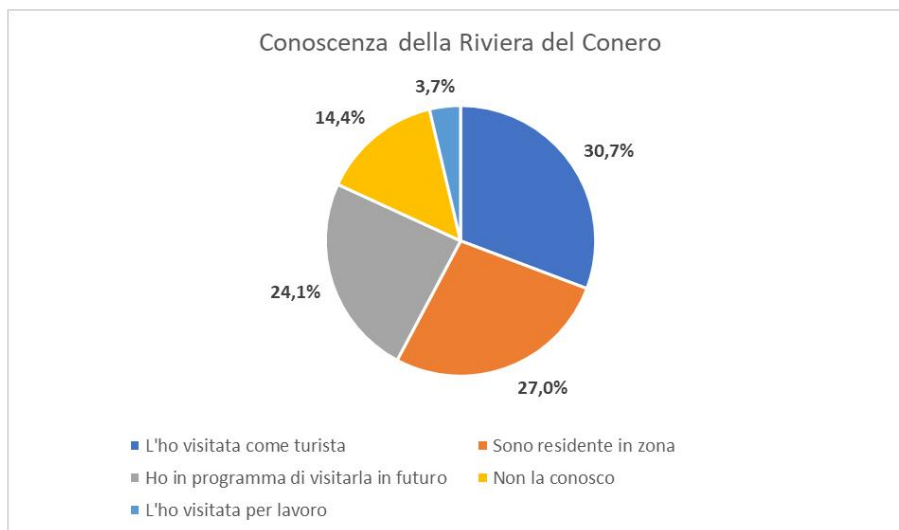


Figura 4.14. *Grafico dei livelli di conoscenza della Riviera del conero da parte degli intervistati*

Il 60% del campione ha dichiarato di avere una conoscenza bassa o nulla degli ecosistemi della Riviera del Conero (43.4% e 27.5% rispettivamente) e solo il 23.6% del campione aveva mai sentito parlare delle foreste di Cystoseira.

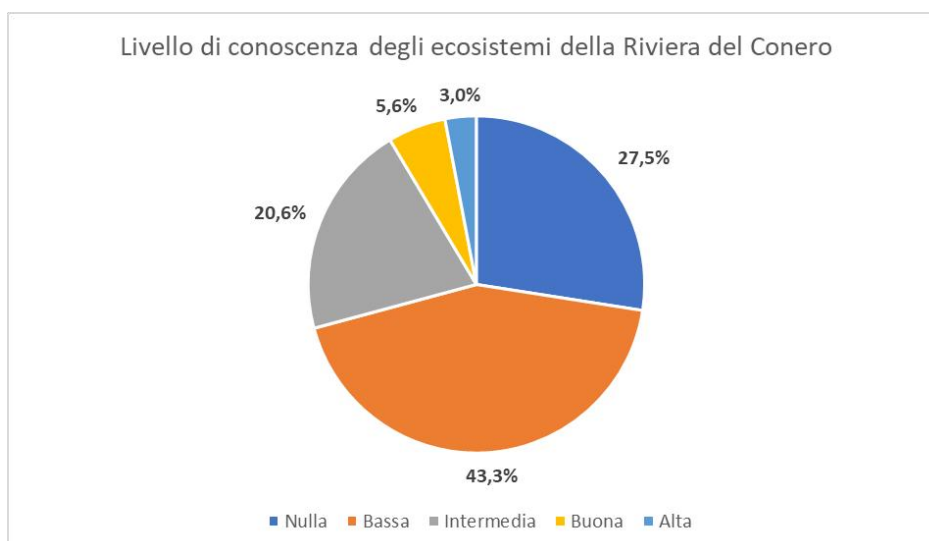


Figura 4.15. *Grafico del livello di conoscenza degli ecosistemi della Riviera del Conero da parte degli intervistati*

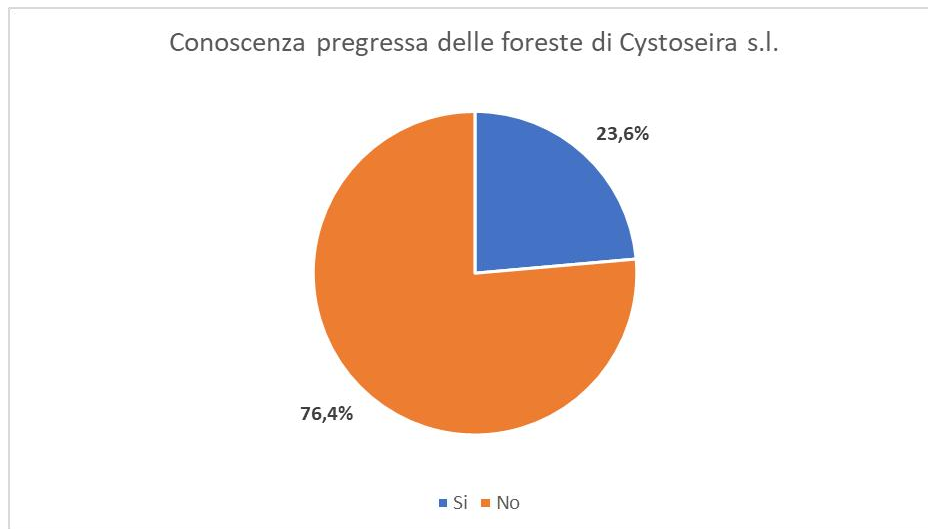


Figura 4.16. Livello di conoscenza pregressa delle foreste di Cystoseira s.l.

Dovendo classificare dal più importante (valore 4) al meno importante (valore 1) i servizi ecosistemici di Cystoseira, gli utenti hanno attribuito il valore più alto alla produzione di ossigeno, seguito dalla mitigazione dei cambiamenti climatici, dal supporto delle specie ittiche di importanza commerciale e dai servizi educazionali e di ricerca scientifica (Figura 4.17).

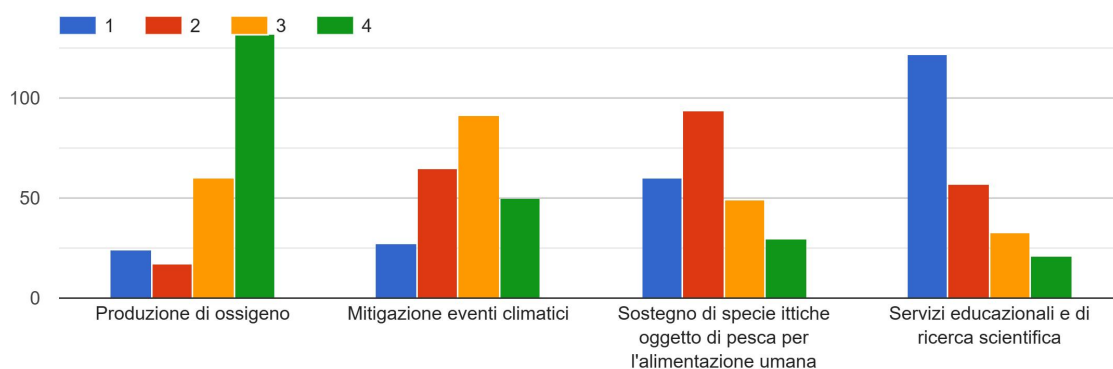


Figura 4.17. Scala dei valori attribuiti dagli intervistati ai servizi ecosistemici forniti dalle foreste di Cystoseira s.l. (1=minimo valore; 4=massimo valore)

Per quanto riguarda donazioni passate a ONG/Associazioni di tutela ambientale (Figura 4.18) il 42% del campione ha risposto di non aver mai fatto una donazione e di non avere in programma di farne in futuro; il 35.5% ha risposto di non aver donato in passato ma di avere in programma di farlo e solo il 22.5% ha affermato di aver già fatto delle donazioni.

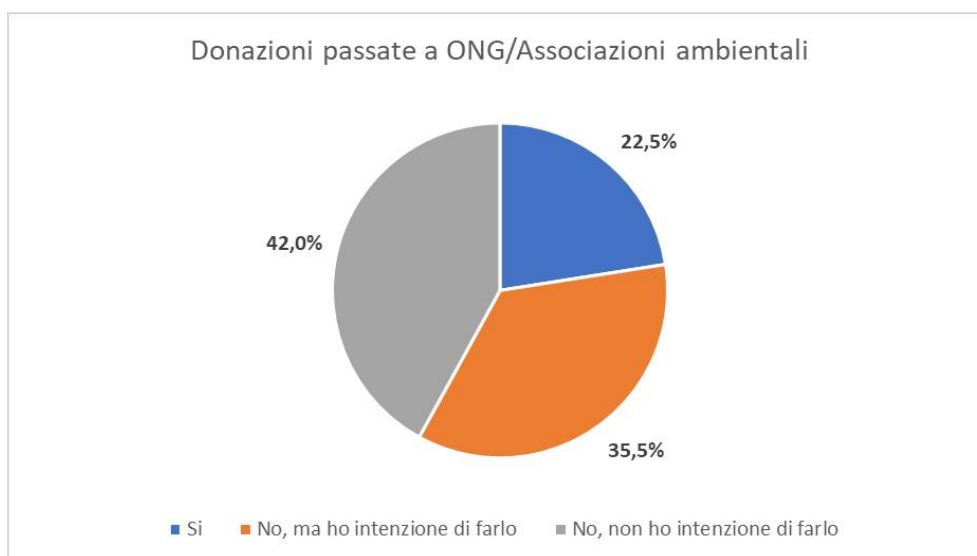


Figura 4.18. Grafico rappresentante quanti fra gli intervistati ha effettuato donazioni in passato a ONG/Associazioni ambientali

Quando è stata presentata l'ipotesi di una donazione per la tutela degli habitat di *Cystoseira s.l.*, oltre la metà del campione (53.2%) ha scelto di non partecipare alla donazione (Figura 4.19).

Tra quanti si sono detti disponibili a donare, la preferenza è andata al voler tutelare habitat già esistenti (il 29.4% del totale) rispetto al generarne di nuovi tramite la riforestazione (17.3%). Prendendo in considerazione la regione di provenienza, i residenti nelle Marche hanno

scelto di non partecipare nel 50% dei casi, di tutelare habitat già esistenti nel 30% e di riforestare nel 20%. Le risposte provenienti da fuori regione mostrano una preferenza a non partecipare con il 55.7%, tutelare habitat già esistenti con il 30% e riforestare con il 15.3% (4.20. e 4.21.).

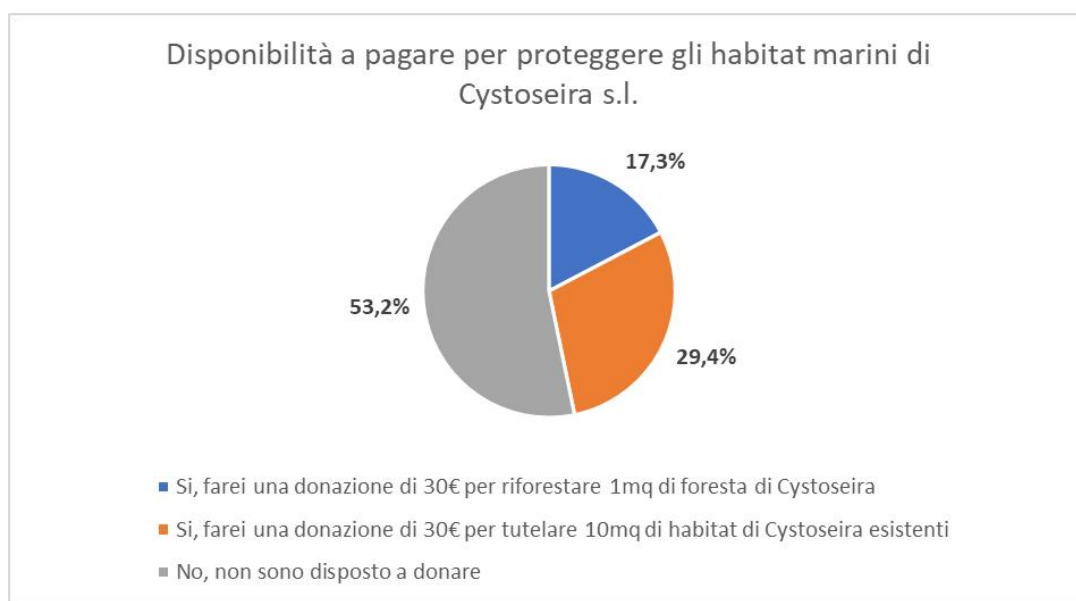


Figura 4.19. Grafico della disponibilità degli intervistati a partecipare ad iniziative di protezione degli habitat marini di Cystoseira s.l.

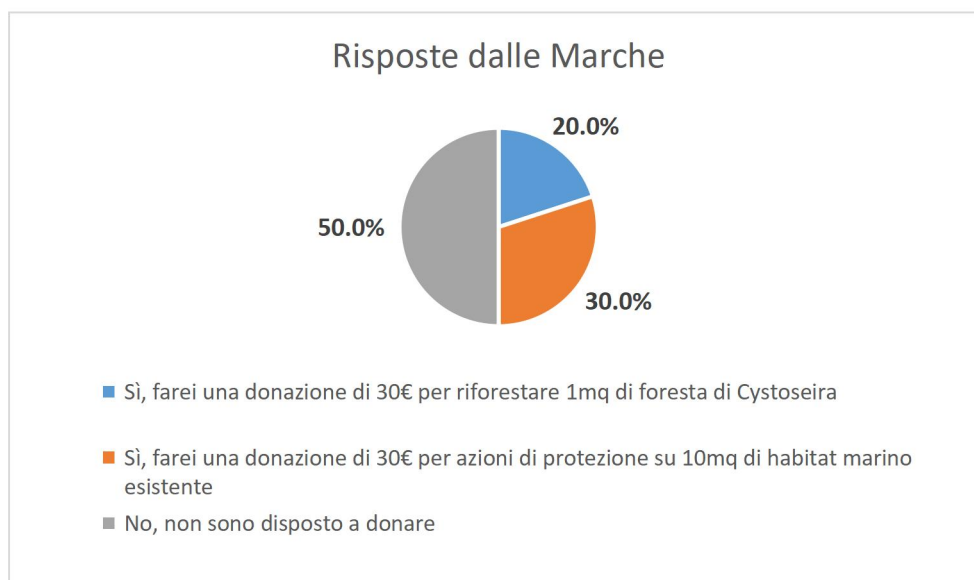


Figura 4.20. Disponibilità a pagare degli intervistati provenienti dalla regione Marche

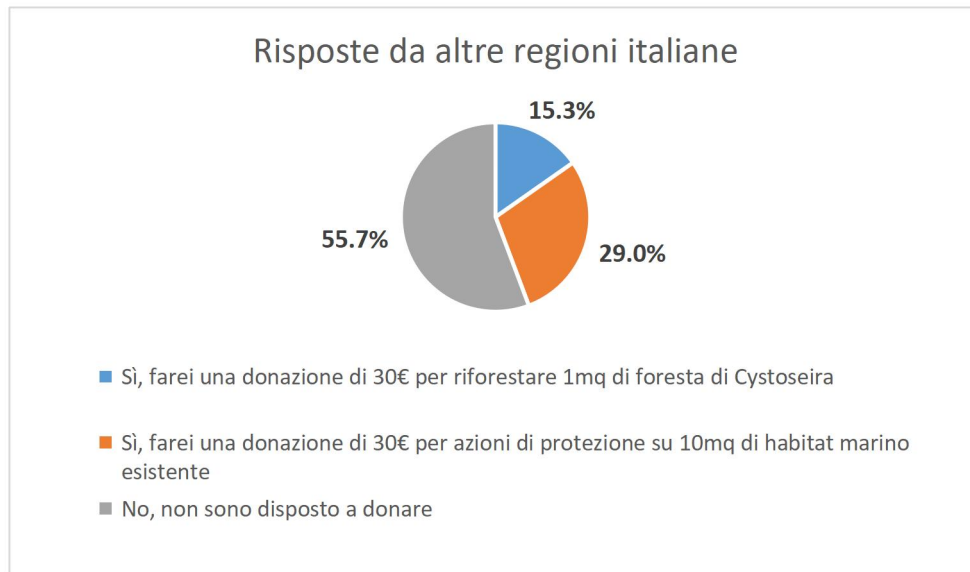


Figura 4.21. *Disponibilità a pagare degli intervistati residenti fuori dalla regione Marche*

Con queste domande sulla disponibilità a pagare si chiudeva il questionario per gli utenti che avevano risposto positivamente alla donazione. A coloro che non si erano detti disposti a donare, invece, sono state poste due domande di approfondimento sulle motivazioni dell'indisponibilità a pagare (4.22.).

Il 38.3% degli utenti ritiene che dovrebbero essere le istituzioni ad avere la responsabilità di finanziare le attività di restauro e tutela ambientale, mentre il 35.2% afferma di non avere una disponibilità economica sufficiente. Allo stesso tempo, per il 22.7% del campione donare per la protezione o restauro delle foreste di Cystoseira non è una priorità, preferendo donare per altre cause. Analizzando le risposte aperte (3.9% del totale) si è visto come alcune risultassero essere leggere variazioni delle altre opzioni proposte mentre altre fossero motivazioni più personali:

un utente ha espresso che la responsabilità di finanziare queste iniziative non sia solo delle istituzioni ma anche delle attività economiche locali che giovano dei servizi ecosistemici, altri che non sono a conoscenza di associazioni dedite a iniziative di questo tipo, l'aver già effettuato donazioni in passato a ONG/associazioni ambientali e il non ritenere il contributo rivolto a ONG/associazioni ambientali "scientifico o utile".

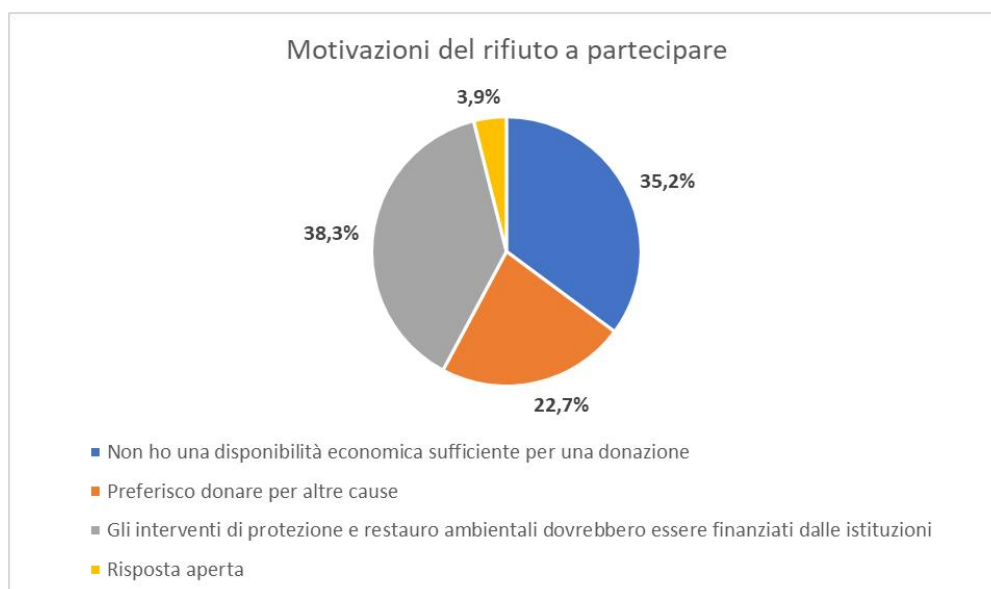


Figura 4.22. Grafico relativo alle motivazioni del rifiuto a pagare

L'ultima domanda rivela che anche gli utenti non disposti ad effettuare alcuna donazione siano convinti praticamente all'unanimità (98.4%) che sia comunque necessario istituzioni, ONG e altre Associazioni investano sui programmi di tutela e restauro degli ambienti marini.

5. Discussione

5.1 Diversità della meiofauna e macrofauna associate alle foreste di *Cystoseira s.l.*

Lo studio affrontato ha permesso di raccogliere importanti dati sullo stato della biodiversità associata a due delle popolazioni naturali di *Gongolaria barbata*, appartenente al gruppo *Cystoseira s.l.*, della Riviera del Conero, in particolare quelle all'interno dei *rock pool* della Piscinetta-Passetto e Scalaccia Nord.

Analizzando le informazioni raccolte sull'abbondanza totale, numero di taxa e composizione della meiofauna bentonica è possibile osservare andamenti simili nel corso del tempo tra i due siti in esame spesso attribuibili alla variabilità stagionale come riportato da diversi studi (Mascart et al. 2015, Bianchelli et al. 2016).

Mettendo a confronto l'abbondanza totale media dei due siti si riscontrano valori di meiofauna tendenzialmente più alti in Scalaccia Nord riconducibili all'eterogeneità del sistema.

Osservando le variazioni dei valori di abbondanza totale nel tempo si può notare come queste si mostrano del tutto analoghe tra Piscinetta-Passetto e Scalaccia Nord in tutti i campionamenti effettuati nel corso del 2020. In corrispondenza del tempo Sept20 entrambe le popolazioni hanno subito una drastica diminuzione dell'abbondanza totale che si è protratta fino al periodo di campionamento successivo Oct20. Le cause di una simile

diminuzione possono essere varie ma il fatto che l'andamento consistente in entrambi i siti lascia pensare che sia da attribuire alle normali fluttuazioni stagionali del periodo autunno-invernale, oltre che alle mareggiate che hanno colpito l'area nel periodo precedente ai campionamenti. Nei campionamenti avvenuti durante il 2022 si è osservata una leggera variazione tra i due andamenti di abbondanza totale. In March22 Piscinetta-Passetto ha visto un discreto incremento rispetto all'ultima serie di campionamenti, il valore è poi rimasto stabile nei campionamenti effettuati in June22 dove i valori si sono riavvicinati alla media ricavata dai campionamenti di June20. Scalaccia Nord invece ha visto nel periodo March22 un'ulteriore diminuzione rispetto ai campionamenti precedenti per poi raggiungere un picco massimo di abbondanza in June22 superando il valore medio registrato in June20.

Non risultano differenze sostanziali nei valori relativi al numero di taxa nei due siti tuttavia, esaminando la composizione delle comunità è possibile riscontrare in Piscinetta-Passetto la presenza di larve di priapulidi che sono del tutto assenti in Scalaccia Nord.

Sia Piscinetta-Passetto che Scalaccia Nord presentano un elevato numero di taxa presenti e mostrano un chiaro andamento nel tempo che vede un picco massimo in corrispondenza di Oct20 e un valore minimo in March22. I dati relativi alla composizione delle comunità mostrano nuovamente andamenti simili tra i due siti per molti dei taxa presenti con

l'andamento reso particolarmente evidente da nematodi, copepodi e policheti. Per quanto riguarda i taxa rari, nella data di March22 di entrambi i siti sono state trovate, per la prima volta nei campioni raccolti fino a quel momento, larve di picnogonide.

Andamenti simili nei due siti sono osservabili anche nella macrofauna sebbene sia possibile solo un confronto parziale a causa dei dati mancanti per i periodi June20 e July20 di Piscinetta-Passetto. Tale confronto sarebbe stato particolarmente utile anche in vista del fatto che i campionamenti di Scalaccia Nord effettuati nello stesso periodo mostrano un valore dell'abbondanza totale della macrofauna insolitamente basso rispetto a quello che ci si potrebbe aspettare prendendo in considerazione l'abbondanza totale di meiofauna dei campioni corrispondenti. Sulla base dei dati in nostro possesso è però possibile osservare un continuo aumento dell'abbondanza totale in entrambi i siti nel corso di Oct20, March22 e June22.

Nonostante la relativamente bassa abbondanza totale registrata in alcuni dei campioni, i dati raccolti mostrano una discreta ricchezza di taxa che segue un andamento analogo a quello evidenziato dalla meiofauna.

La composizione delle comunità di macrofauna bentonica si è rivelata essere più incline ad andare incontro a variazioni più ampie rispetto a quella della meiofauna. Sebbene meno chiara a causa della mancanza dei dati relativi a June20 e July20 di Piscinetta-Passetto e della maggiore

variabilità in composizione è comunque possibile osservare analogie negli andamenti tra i due siti, in particolar modo per nematodi, anfipodi e policheti. Nel tempo Sept20 è osservabile nel sito di Scalaccia Nord un ingente aumento del numero di gasteropodi e la presenza di larve di crostaceo (evidenziabili anche nel successivo monitoraggio di March22) che non trovano riscontro nel sito di Piscinetta-Passetto.

Nei campionamenti effettuati nel tempo March22 l'assemblages di bivalvi, in questo caso mitili, risulta andare incontro ad un'impennata in entrambi i siti in esame con valori che superano il 60% in Scalaccia Nord e il 70% in Piscinetta-Passetto. Questo fenomeno è associabile ad una fluttuazione stagionale in quanto combacia con uno dei due picchi annuali di riproduzione dei mitili (Bernabini 2021).

Alla luce dello studio delle comunità di meiofauna e macrofauna dei siti di Piscinetta-Passetto e Scalaccia Nord, è doveroso soffermarci su due aspetti importanti che sono emersi: la presenza di larve e le differenze di composizione tra le comunità dei due siti.

La presenza di larve è un aspetto di grande rilevanza che fornisce informazioni sul ruolo di nursery delle foreste di *Cystoseira s.l.* che è un importantissimo servizio ecosistemico. Le larve sono forme giovanili che per maturare e venire reclutate nella popolazione adulta hanno bisogno di habitat particolari in grado di fornire le adeguate condizioni di protezione e di nutrienti, le alghe brune sono tra le principali fornitrici di questi

habitat lungo le coste del Mar Mediterraneo. Il servizio di nursery non è solo fondamentale per la composizione futura delle comunità che abitano queste foreste ma è alla base della sopravvivenza di molte specie di pesci costieri (Cheminée et al. 2013).

Le differenze nella composizione della comunità testimoniate dalla assenza di taxa tra un sito e l'altro (come le larve di priapulidi presenti solamente in Piscinetta-Passetto) e dalle differenti variazioni nel tempo di alcuni taxa (come l'incremento di gasteropodi nella macrofauna di Scalaccia Nord in Sept20) sono un altro aspetto di notevole importanza. Sebbene le foreste studiate siano composte da macroalghe della stessa specie, queste risultano essere molto variabili tra di loro generando una grande eterogeneità spaziale che si traduce in condizioni favorevoli per diverse specie di fauna associata, andando così a generare un livello più elevato di biodiversità su scala spaziale più ampia (nel caso della Costa del Conero, ca 10 km lineari di costa) che è importante tutelare.

*5.2 Stato di salute delle foreste di *G. barbata* lungo la Riviera del Conero*

Per comprendere lo stato di salute delle foreste di Piscinetta-Passetto e Scalaccia Nord è utile confrontare i dati rilevati in questo studio con quelli raccolti in studi simili riguardanti foreste localizzate in altri punti del Mar Mediterraneo (Bianchelli et al. 2016a). Comparando i dati relativi all'abbondanza totale della meiofauna dei siti di Piscinetta-

Passetto e Scalaccia Nord con quelli registrati nei siti di Minorca, Sardegna, Toscana, Sicilia, Croazia e Montenegro, troviamo valori tendenzialmente più bassi nei due siti in esame rispetto ai valori medi registrati negli altri punti del Mar Mediterraneo. Piscinetta-Passetto totalizza i valori più bassi con un minimo di 33.8 e 129.4 ind.10cm⁻², mentre a Scalaccia Nord i valori andavano da un minimo di 37.4 e un massimo di 209.3 ind.10cm⁻² mentre le medie totalizzate negli altri siti che oscillano tra un minimo di 172.2 e un massimo di 669.7 ind.10cm⁻². Quando si osserva il numero di taxa negli altri siti nel Mar Mediterraneo si registrano oscillazioni comprese tra i 14 e i 21 taxa e sebbene Piscinetta-Passetto e Scalaccia Nord riportino nuovamente risultati tendenzialmente inferiori, in periodi più favorevoli riescono a posizionarsi all'interno dell'intervallo con oscillazioni comprese tra 11 e 15 taxa per Piscinetta-Passetto e tra 10 e 16 taxa per Scalaccia Nord.

Tuttavia la situazione cambia sensibilmente quando viene messo a confronto il numero di taxa trovati in Piscinetta-Passetto e Scalaccia Nord con quelli rinvenuti in popolazioni geograficamente vicine come quelle di Falconara, Senigallia e Portonovo (Bianchelli et al. 2016) che sono però soggette ad un maggior grado di pressione ambientale di origine antropica e che vivono su fondali sabbiosi. In questi tre siti il numero di taxa oscilla tra un minimo di 5 e un massimo di 9-11 mostrando una differenza netta

con i valori riscontrati nei due siti in esame che risultano godere di uno stato di salute discretamente buono.

Seguendo la classificazione dei diversi gradi di qualità ambientale basata sulla ricchezza di taxa della meiofauna, proposta da Danovaro et al. (2004), infatti, i siti Piscinetta-Passetto e Scalaccia Nord si collocano nell'intervallo corrispondente al buono stato ambientale, essendo caratterizzati da un numero di taxa che va da 10 a 16.

5.3 Discussione sulle risposte del questionario

Il questionario mette in luce aspetti interessanti circa la percezione della popolazione sui servizi ecosistemici meno conosciuti, come quelli forniti da *Cystoseira*. Infatti, sebbene una larga porzione del campione abbia dichiarato di conoscere la Riviera del Conero, solo una parte molto ridotta ha sentito parlare delle foreste di *Cystoseira s.l* e, di conseguenza, del ruolo che esse svolgono nella fornitura di servizi ecosistemici.

Le risposte mettono in risalto una sostanziale linearità nella percezione dell'importanza dei servizi ecosistemici, con la maggior parte del campione che mette al primo posto la produzione d'ossigeno, lasciando indietro gli aspetti di ricerca scientifica e servizi educativi.

Sebbene la popolazione intervistata riconosca l'importanza di questi servizi ecosistemici, solo la metà dei rispondenti ha accettato l'ipotesi di

effettuare una donazione rivolta a finanziare iniziative e progetti di tutela ambientale e il 46.8% sono disposte a investire nella protezione delle foreste di *Cystoseira*

Risulta interessante osservare alcune differenze tra le risposte su base territoriale. In particolare, gli utenti provenienti dalla regione Marche sono coloro che più di tutti usufruiscono dei servizi ecosistemici offerti dalle popolazioni di *Cystoseira s.l.* della Riviera del Conero: ciò si riflette sulla disponibilità a pagare, il 5% più alta nelle Marche che nelle altre regioni. Inoltre, i cittadini Marchigiani sono più propensi alla soluzione della riforestazione piuttosto che alla protezione.

6. Conclusioni

Le foreste di *Cystoserira s.l.* sono un tassello essenziale degli ecosistemi marini costieri del Mar Mediterraneo capaci di produrre una grande quantità di servizi ecosistemici importantissimi per l'uomo.

Lo studio effettuato nei siti di Piscinetta-Passetto e Scalaccia Nord ha evidenziato due ecosistemi con fauna associata diversificata e sono dotati di un altrettanto elevato valore di biodiversità, sinonimi di uno buono stato di salute. Risulta tuttavia evidente che questi particolari ecosistemi sono gravemente minacciati, in modo diretto e indiretto, dalla pressione antropica che ne ha causato la frammentazione o persino la scomparsa di molte foreste lungo le coste di tutto il Mar Mediterraneo e alla vista di ciò sono già stati portati avanti vari studi su possibili interventi di tutela e restauro.

Nonostante le foreste oggetto di studio siano altamente diversificate ed abbiano quindi un elevato valore ecologico, dalle risposte ottenute dalla popolazione intervistata in questo studio, è chiaro come questo ruolo delle foreste di *Cystoseira s.l.* sia ignoto alla maggior parte delle persone, suggerendo la necessità di una maggior sensibilizzazione su questo tema.

Nonostante la scarsa conoscenza di questi ecosistemi la popolazione sembra riconoscere il valore dei servizi ecosistemici forniti e poco meno della metà è disposta a finanziare un'ipotetica iniziativa che supporti questi ecosistemi. Sebbene questo significhi che la maggior parte del

campione intervistato non sia disposto a supportare le risposte alle ultime due domande del questionario dipingono un quadro di una popolazione che trova difficile impegnarsi in spese di questo genere nell'attuale contesto economico ma che, tuttavia, ritiene di vitale importanza che iniziative e progetti di tutela e restauro ambientale ricevano i giusti finanziamenti anche grazie all'aiuto di una maggior partecipazione da parte delle istituzioni.

Le foreste di *Cystoseira s.l.* di Piscinetta-Passetto e Scalaccia Nord, sulla base delle loro buone condizioni di salute e dei dati sulla loro biodiversità raccolti da studi come questo, ricoprono un ruolo di fondamentale importanza, in quanto, per gli odierni studi sul restauro ambientale, non solo forniscono un paragone indispensabile per valutare la buona riuscita di questi interventi, ma vengono anche utilizzate come popolazioni donatrici di individui giovanili (Bianchelli et al. 2023).

7. Bibliografia

- Bernabini C. (2021) *Mitilicoltura: strategie per aumentare la sostenibilità della filiera*, Laurea magistrale, Università di Bologna, Corso di Studio in Scienze e tecnologie alimentari [LM-DM270] - Cesena;
- Bianchelli S. et al. (2016a) *Biodiversity loss and turnover in alternative states in the Mediterranean Sea: a case study on meiofauna*, Scientific Reports 6, 34544;
- Bianchelli S., Pesceddu A., Buschi E. e Danovaro R. (2016) *Trophic status and meiofauna biodiversity in the Northern Adriatic Sea: Insights for the assessment of good environmental status*, Marine Environmental Research 113, 18-30;
- Bianchelli S. et al. (2023) *Combining passive and active restoration to rehabilitate a historically polluted marine site*, Frontiers in Marine Science Vol.10;
- Brundtland G.H. (1987) *Our common future: report of the world commission on environment and development*;
- Cebrian E. et al. (2021) *A Roadmap for the Restoration of Mediterranean Macroalgal Forests*, Sec. Marine Conservation and Sustainability Volume 8;
- Cheminée A. et al (2013) *Nursery value of Cystoseira forests for Mediterranean rocky reef fishes*, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology Volume 442;
- Cheng P., Tang H., Zhu S., Jiang P., Wang J., Kong X. (2021) *Distance to river basin affects residents' willingness to pay for ecosystem services: Evidence from the Xijiang river basin in China*, Ecological Indicators, Volume 126;
- Chung I.K. et al. (2013), *Installing kelp forests/seaweed beds for mitigation and adaptation against global warming: Korean Project Overview*, ICES Journal of Marine Science, Volume 70;
- Corinaldesi C. et al. (2022) *The Paradox of an Unpolluted Coastal Site Facing a Chronically Contaminated Industrial Area*, Front. Mar. Sci. 8:813887. doi: 10.3389/fmars.2021.813887;
- Costanza R. et al. (1997) *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, Nature 387, 253–260;
- Costanza R. et al. (2011) *Valuing ecological systems and services*, F1000 Biology Report, 3:14 (doi:10.3410/B3-14);
- Costanza R. et al. (2014) *Changes in the global value of ecosystem services*, Global Environmental Change 26, 152–158;
- Cotas J., Gomes L., Pacheco D., Pereira L. (2023) *Ecosystem Services Provided by Seaweeds*, Department of Life Sciences, MARE-Marine and Environmental Sciences Centre/ARNET—Aquatic Research Network, University of Coimbra, 3000-456;
- Danovaro, R., Gambi, C., Mirto, S., Sandulli, R., Ceccherelli, V.U., (2004a.) *Meiofauna Mediterranean benthos: a manual of methods for its sampling and study*, Biologia Marina Mediterranea 11, 55e97;
- De Groot R. et al. (2012) *Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units*, Ecosystem Services 1, 50–61;
- Diaz S., Fargione J., Stuart Chapin II F., Tilman D. (2006) *Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being*;

- Druva-Druvaskalne e Līviņa (2008) *Development of the sustainable development profile for the North Vidzeme Biosphere Reserve*;
- Duarte C.M. (2016) *Reviews and syntheses: Hidden forests, the role of vegetated coastal habitats in the ocean carbon budget*, *Biogeosciences*, 14, 301–310;
- Egorov V.N. et al. (2021) *Cystoseira phytocenosis as a biological barrier for heavy metals and organochlorine compounds in the SPNA Cape Martyan marine area (the Black Sea)*, *Regional Studies in Marine Science* Volume 41, 101572;
- Enriquez-Acevedo T., Botero C.M., Cantero-Rodelo R., Pertuz A., Suarez A. (2018) *Willingness to pay for Beach Ecosystem Services: The case study of three Colombian beaches*, *Ocean & Coastal Management* Volume 161;
- Fanelli E. et al. (2023) *Positive effects of two decades of passive ecological restoration in a historically polluted marine site*, *Front. Mar. Sci.* 10:1199654. doi: 10.3389/fmars.2023.1199654;
- Fraschetti S, et al. (2011) *Conservation of Mediterranean habitats and biodiversity countdowns: what information do we really need?*, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 21, 299–306. <https://doi.org/10.1002/aqc.1185>
- Fonseca G., Fontaneto D., Di Domenico M. (2018) *Addressing biodiversity shortfalls in meiofauna*, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 502, 26-38;
- Harrison P.A. et al. (2014) *Linkages between biodiversity attributes and ecosystem services: A systematic review*, *Ecosystem Services* Volume 9;
- Hynes S., Armstrong C., Chen W., O'Connor E., Vondolia K. (2021) *Valuing the ecosystem service benefits from kelp forest restoration: A choice experiment from Norway*, *Ecological Economics* Volume 179;
- ISPRA (2010) *Definizione del metodo per la classificazione e quantificazione dei servizi ecosistemici in Italia*;
- ISPRA, Santolini (2010) *Servizi ecosistemici e sostenibilità*;
- Liquete C., Cid N., Grizzetti B., Lanzanova D., Reynaud A. (2016) *Perspectives on the link between ecosystem services and biodiversity: The assessment of the nursery function*, *Ecological Indicators* Volume 63;
- Liu Y. (2020) *The willingness to pay for ecosystem services on the Tibetan Plateau of China*, *Geography and Sustainability* Volume 1, Issue 2;
- Mascart T. et al. (2015) *Seasonal variability of meiofauna, especially harpacticoid copepods, in Posidonia oceanica macrophytodetritus accumulations*, *Journal of Sea Research* 95, 149-160;
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystem and Human well being: Synthesis*;
- Orfanidis S. et al. (2021) *Effects of Natural and Anthropogenic Stressors on Fuclean Brown Seaweeds Across Different Spatial Scales in the Mediterranean Sea*, *Sec. Marine Conservation and Sustainability* Volume 8;
- Perkol-Finkel S., Airoidi L. (2010) *Loss and Recovery Potential of Marine Habitats: An Experimental Study of Factors Maintaining Resilience in Subtidal Algal Forests at the Adriatic Sea*;
- Rindi F., Di Camillo C.G., Díaz-Tapia P., Gavio B., Romagnoli T. (2020) *Long-term changes in the benthic macroalgal flora of a coastal area affected by urban impacts (Conero Riviera, Mediterranean Sea)*, *Biodiversity and Conservation* 29:2275–2295;

- Tamburello et al. (2021) *Can we preserve and restore overlooked macroalgal forests?*, Science of the Total Environment;
- Teixeira H. et al. (2019) *Linking biodiversity to ecosystem services supply: Patterns across aquatic ecosystems*, Science of The Total Environment Volume 657;
- Thiriet P.D. et al. (2016) *Abundance and Diversity of Crypto- and Necto-Benthic Coastal Fish Are Higher in Marine Forests than in Structurally Less Complex Macroalgal Assemblages*, Plos One <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164121>;
- Yolles M. (2018) *Sustainability development: part 2 - exploring the dimensions of sustainability development*, International Journal of Markets and Business Systems;
- Zarei S e Niad M. (2017) *Cystoseira myricaas for mercury (II) uptake: Isotherm, kinetics, thermodynamic, response surface methodology and fuzzy modeling*, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers Volume 81, 247-257.

8. Allegati

Allegato 1. Abbondanza totale media (ind 10 cm²), numero di taxa medio e deviazione standard di meiofauna e macrofauna nei siti di Piscinetta-Passetto e Scalaccia Nord.

	Piscinetta						Scalaccia N.					
	June20	July20	Sept20	Oct20	March22	June22	June20	July20	Sept20	Oct20	March22	June22
NEMATODI	65,39	83,31	19,12	23,79	94,05	98,14	81,48	77,49	16,77	44,22	69,16	121,25
COPEPODI + NAUPLI	41,97	24,57	6,39	9,06	9,85	32,12	53,76	44,90	12,99	31,60	8,54	77,44
POLICHETI	8,02	2,10	3,09	2,93	0,42	0,79	6,24	7,18	2,25	4,77	0,37	2,62
OLIGOCHETI	0,00	0,05	0,26	0,10	0,31	0,00	0,37	0,16	0,00	0,05	0,00	0,00
KINORHYNCHA	3,77	1,21	2,57	1,83	0,68	0,16	4,45	7,39	0,63	1,99	0,37	0,84
CLADOCERA	0,00	0,10	0,05	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,31	0,00	0,00
AMPHIPODE	0,00	0,31	0,79	0,73	0,00	1,21	0,31	0,21	0,26	0,47	0,31	2,04
BIVALVE	1,65	1,78	0,00	0,31	0,52	0,47	0,42	0,89	0,94	2,25	0,42	0,10
TARDIGRADI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OSTRACODI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,16	0,00	0,37	0,00	0,00	0,21
ISOPODI	1,49	1,73	0,16	0,26	0,16	1,21	0,89	1,31	0,79	1,15	0,47	2,46
CUMACEA	0,16	0,05	0,16	0,16	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,10	0,00	0,00
GASTEROPODI	3,07	0,94	0,37	0,37	0,10	0,47	1,47	1,83	1,41	1,47	0,00	0,37
GASTROTRICHI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PRAPULIDA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LARVE CHIRONOMIDI	0,55	0,10	0,00	0,10	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00	0,21	0,05	0,00
LARVE PRIAPULIDI	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ACARI	0,79	0,05	0,26	0,52	0,73	0,10	1,15	2,25	0,68	1,52	0,00	0,68
TERMOSEANACEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TANAIDACEI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	1,26
OLOTUROIDEI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IDROZOI	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OFUROIDEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ROTIFERI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LARVA DI CROSTACEO	1,49	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,31	0,16	0,00	0,05	0,05	0,00
LORICIFERI	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUBELLARIA	0,47	0,26	0,58	0,47	0,00	2,15	0,94	1,10	0,05	1,26	0,00	0,00
PICNOGONIDE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LARVA DI PICNOGONIDE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
Totale	129,45	116,58	33,85	41,08	107,57	107,83	152,32	144,88	37,36	91,48	79,80	209,27
N° Taxa	13	14	13	15	11	13	14	12	13	16	10	11
Dev.Standard	7,45	11,47	13,55	3,12	39,69	0,16	0,98	25,15	9,72	20,25	2,499	51,98

	Piscinetta					Scalaccia N.						
	Sep20	Oct20	March22	June22	June20	July20	Sep20	Oct20	June21	March22	June22	
NEMATODI	0,58	1,52	0,73	7,07	1,10	0,42	0,16	0,42	8,88	1,73	3,56	
COPEPODI	0,31	0,63	0,31	1,73	0,16	0,05	0,10	0,21	3,22	0,10	0,37	
POLICHETI	0,16	0,89	0,05	2,04	0,16	0,21	0,21	0,21	1,34	0,00	1,26	
OLIGOCHETI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
KINORHYNCHA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CLADOCERA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
AMPHIPODE	0,31	0,16	0,26	3,14	0,68	0,68	0,21	0,21	4,56	0,68	4,87	
BIVALVE	0,00	0,73	7,75	0,73	0,05	0,21	0,05	0,16	13,20	7,18	0,73	
TARDIGRADI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OSTRACODI	0,00	0,26	0,05	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,08	0,00	0,00	
ISOPODI	0,00	0,31	0,58	1,62	0,05	0,16	0,05	0,00	1,73	0,47	1,15	
CUMACEA	0,10	0,42	0,00	0,47	0,00	0,00	0,05	0,00	0,16	0,10	0,00	
GASTEROPODI	0,05	0,84	0,94	2,10	0,37	0,21	1,52	0,52	1,65	0,16	1,41	
GASTROTRICHI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PRAPULIDA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
LARVE CHIRONOMIDI	0,00	0,16	0,05	0,00	0,52	0,05	0,00	0,00	0,31	0,05	0,00	
LARVE PRAPULIDI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ACARI	0,00	0,10	0,05	0,00	0,00	0,10	0,26	0,00	0,08	0,05	0,00	
TERMOSEBENACEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
TANAIDACEI	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,05	1,05	
OLOTUROIDEI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
IDROZOI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OFIUROIDEA	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,16	0,00	0,00	
ROTIFERI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
LARVA DI CROSTACEO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,08	0,00	0,00	
LORICIFERI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
TUBELLARIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PIGNOGONIDE	0,00	0,00	0,21	0,00	0,05	0,05	0,16	0,00	0,00	0,10	0,21	
ECHINOIDEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	
Totale	1,52	6,08	11,00	19,23	3,20	2,15	2,99	1,83	36,55	10,69	14,62	
N° Taxa	6	12	11	9	10	10	12	7	15	11	9	
Dev.Standard	1,61	4,15	7,02	7,84	1,49	1,22	1,13	0,40	17,45	7,79	5,82	

Allegato 2. Grafici relativi ad educazione e occupazione degli intervistati

