

# Florida Bay Food Web

*Advanced Data Science Analysis*

Patrik Cavina  
2025/2026

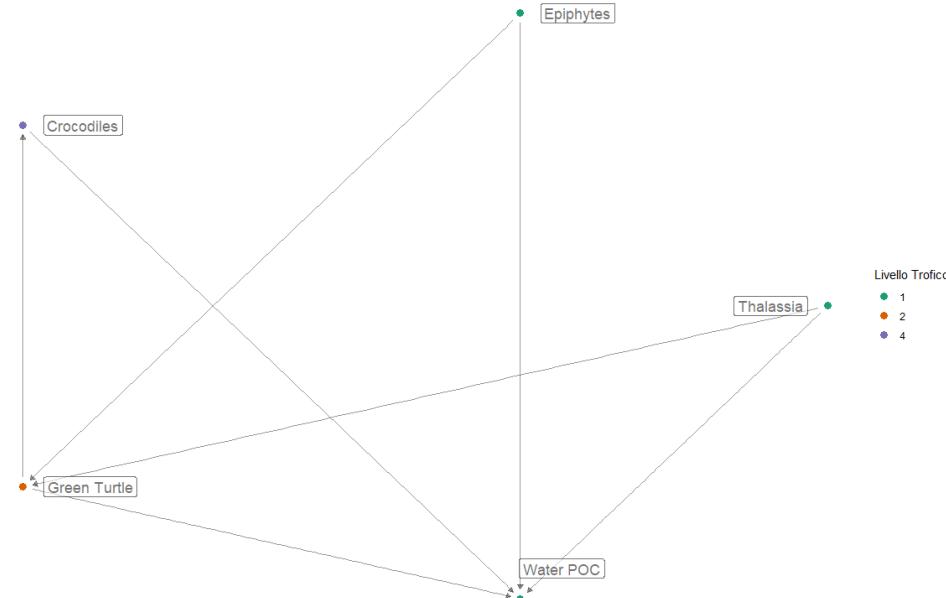
# Indice

---

- 1 Introduzione
- 2 Dataset
- 3 Livello trofico
- 4 Domande di ricerca
- 5 Conclusioni

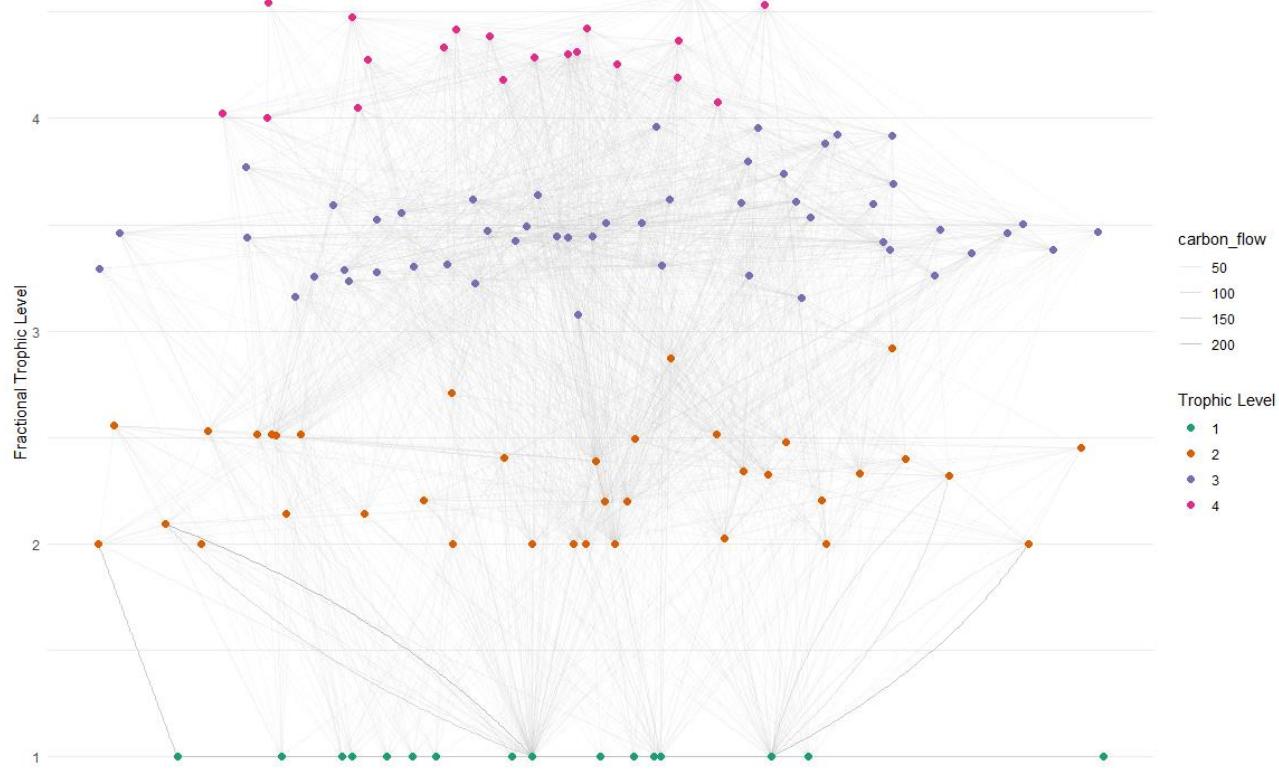
# Introduzione

- **Food web:** insieme di catene alimentari all'interno di un ecosistema, che si collegano tra di loro formando una rete alimentare.
- I collegamenti all'interno di una food web indicano la relazione "chi mangia chi".



# Introduzione

---



# Dataset

---

**128**

Nodi (specie)

**2106**

Archi (interazioni)

## Caratteristiche del Dataset

### Ecosistema

- Florida Bay (sud Florida) wet season

### Attributi nodi

- Biomassa
- Tipo ecologico

### Attributi archi:

- Flusso di carbonio (g C/m<sup>2</sup>/year)

# Livello Trofico (Trophic Level)

- Il **livello trofico** è un numero intero che indica la posizione di un organismo all'interno della food web.
- In sostanza, indica quanti passi separano la specie dall'inizio della catena
- Non è sempre possibile assegnare una posizione intera all'interno della food web, viene calcolato quindi il **fractional trophic level** (TL) per assegnare il livello trofico a ogni specie.

Livello trofico	Descrizione
1	Produttori primari (piante, fitoplancton)
2	Erbivori
3	Carnivori e onnivori
4+	Predatori apicali

$$TL_i = 1 + \sum_j (TL_j \cdot DC_{ij})$$

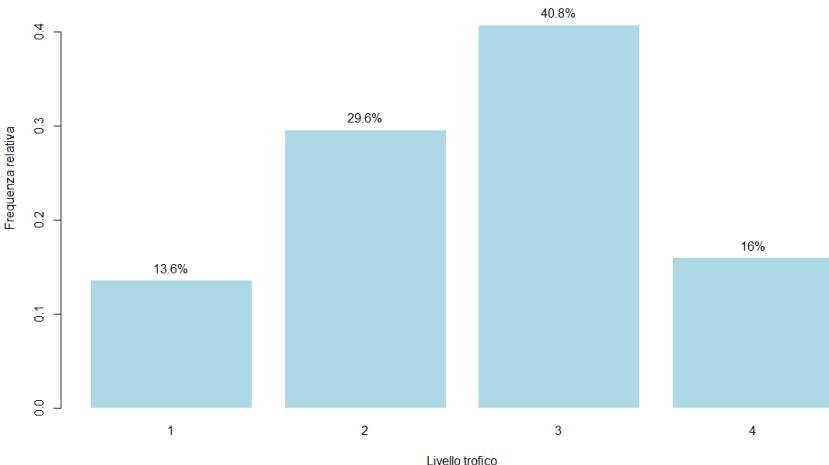
- $TL_i$  livello trofico della specie  $i$
- $TL_j$  livello trofico della specie  $j$  predata da  $i$
- $DC_{ij}$  frazione della specie  $i$  nella dieta della specie  $j$

# Livello Trofico (Trophic Level)

- Nella food web analizzata la **maggioranza delle specie** sono di **livello trofico 2 e 3**.
- La maggior parte delle specie sono:
  - onivore
  - carnivore

Min	Mediana	Media	Max
1.0	3.28	2.93	4.6

Distribuzione delle specie nei livelli trofici



# Domande di ricerca

---

Q1

## Distribuzione della biomassa

Come si distribuisce la biomassa tra i livelli trofici?

Q2

## Ecological efficiency

Qual è l'efficienza di trasferimento energetico tra i livelli trofici?

Q3

## Potere delle specie

Quali sono le specie con più potere all'interno della food web?

Q4

## Specie centrali

Quali sono le specie centrali?

Q5

## Analisi dei gradi

Quali sono i super predatori e le super prede? Cosa emerge analizzando i gradi della rete?

Q6

## Connettività

Studiando la connettività della rete, cosa emerge? Risulta una grande componente strettamente connessa?

Q7

## Comunità

Analizzando le comunità della rete, quali sotto food web emergono? C'è varietà trofica all'interno delle comunità?

Q8

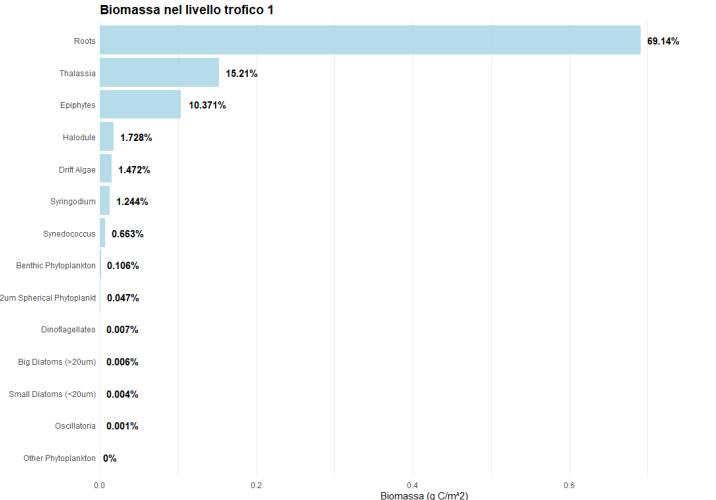
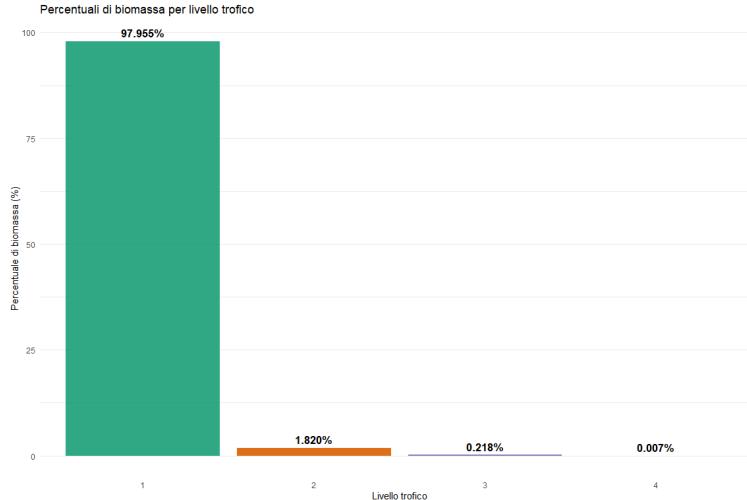
## Small-world effect

Qual è la lunghezza massima dei cammini minimi? Si presenta lo small-world effect all'interno della rete?

# Distribuzione della biomassa

Come si distribuisce la biomassa tra i livelli trofici?

- La maggior parte della biomassa "viva" è contenuta nel primo livello, mentre tutti gli altri livelli ne contengono poco più del 2%.
- La percentuale di biomassa cala all'aumentare del livello trofico.



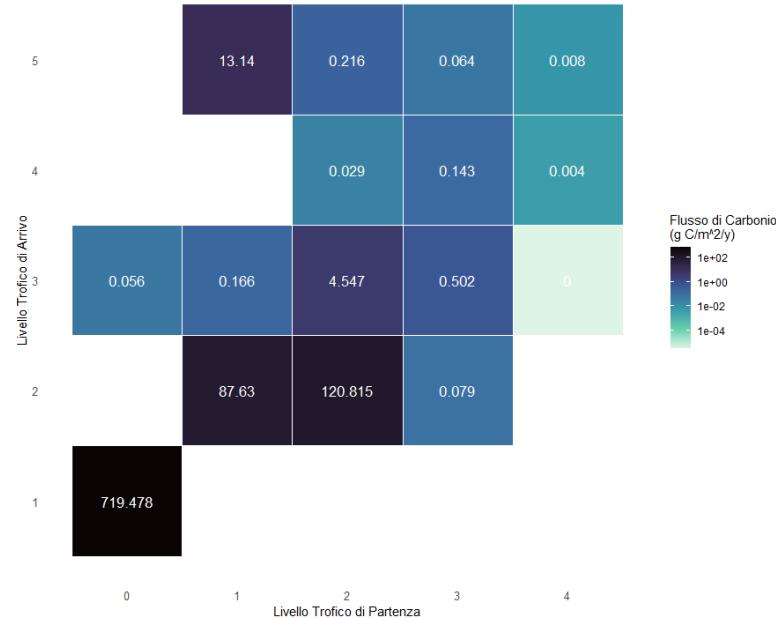
# Ecological efficiency

Qual è l'efficienza di trasferimento energetico tra i livelli trofici?

- **Ecological efficiency:** efficienza con cui l'energia è trasferita da un livello trofico a quello successivo.
- Solo il 10% dell'energia trasferita da un livello trofico viene effettivamente immagazzinata come biomassa nel livello trofico successivo.

Livello trofico	Efficienza (%)
1	12.18%
2	5.19%
3	3.14%
4	5.77%
<b>MEDIA</b>	<b>6.57%</b>

Flusso di Carbonio tra Livelli Trofici



# Potere delle specie

Quali sono le specie con più potere all'interno della food web?

- **Interpretazione:** una specie è potente se acquisisce molta energia da specie che ne acquisiscono poca
- **La maggior parte del potere è concentrato nei detriti.**
- Anche il livello trofico 2 sembra acquisire molta energia da specie con basso potere.

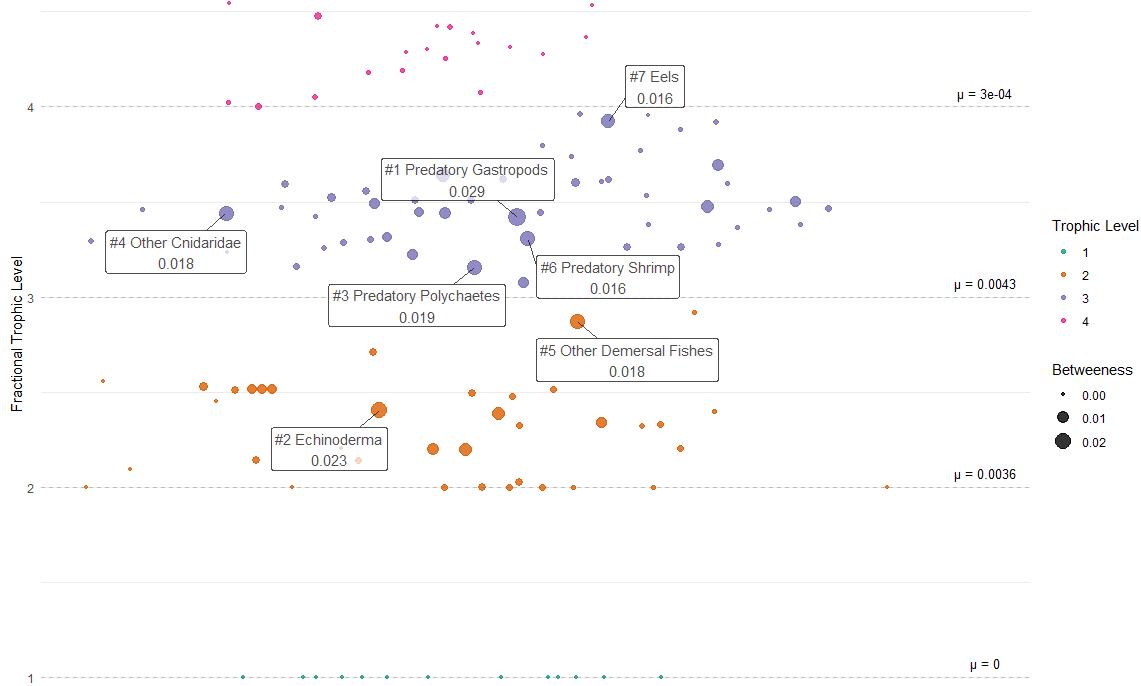


# Specie centrali - Betweeness

NOTA: direzione degli archi invertita  
predatore -> preda

Quali sono le specie centrali?

- **Betweeness** particolarmente bassa nei livelli estremi (1 e 4)
- Concentrata principalmente nei livelli intermedi, che fungono da intermediari tra i livelli finali

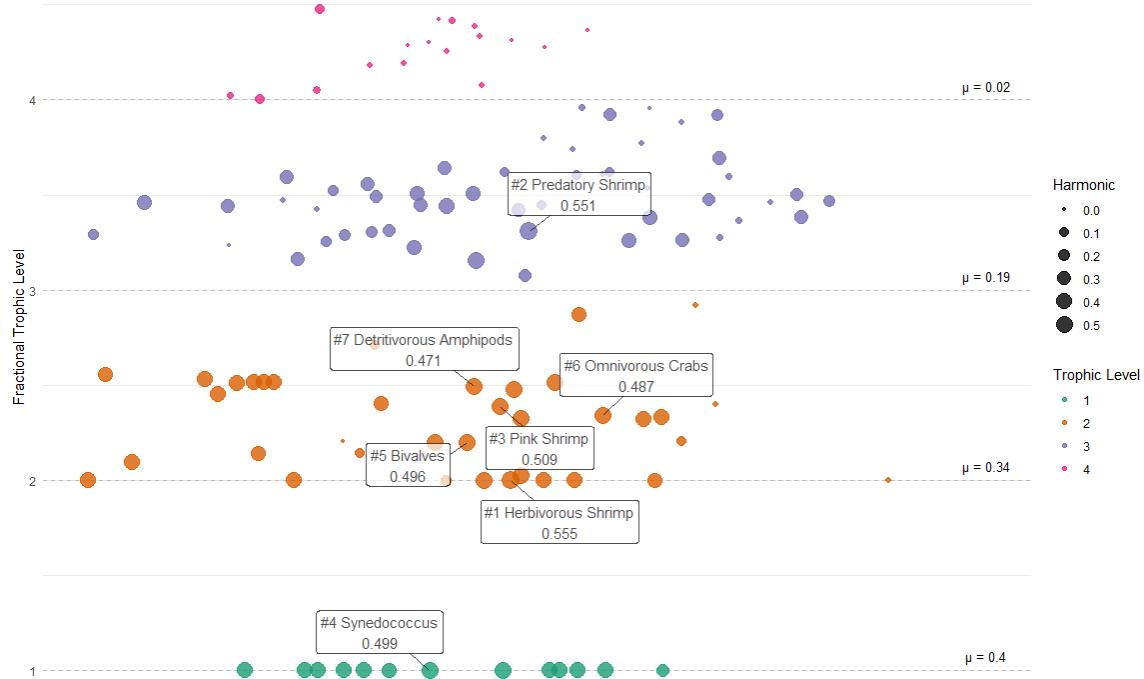


# Specie centrali - Harmonic

NOTA: direzione degli archi invertita  
predatore -> preda

Quali sono le specie centrali?

- **Harmonic centrality** definita come closeness ma con  $1/d(u, v) = 0$  se non esiste un cammino tra  $u$  e  $v$
- Decresce con il livello trofico

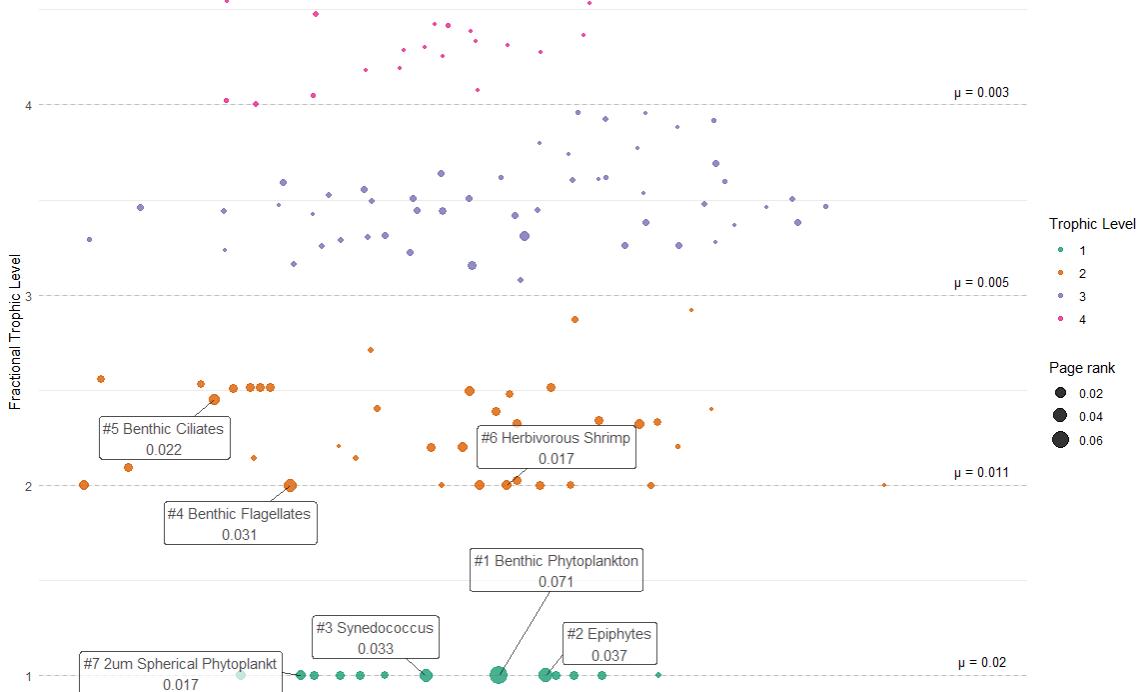


# Specie centrali - Page rank

Quali sono le specie centrali?

NOTA: direzione degli archi invertita  
predatore -> preda

- **Page rank** alto per specie di livello basso in quanto queste vengono mangiate da molti ma mangiano poche specie.
- Decresce con il livello trofico



# Analisi dei gradi 1/2

Quali sono i super predatori e le super prede? Cosa emerge analizzando i gradi della rete?

- Con i **gradi entranti e uscenti** siamo in grado di estrarre quali **specie sono in cima alla catena alimentare e quali invece sono alla base**.
- Si nota che tra le prime super prede abbiamo:
  - shrimp
  - detritivori

SUPER PREDATORI			
Nome	# Prede (in-deg)	# Predatori (out-deg)	Livello Trofico
Crocodiles	39	0	4.36
Predatory Ducks	37	0	4.30
Raptors	37	0	4.60
Greeb	36	0	4.29
Dolphin	34	0	4.42
Loon	33	0	4.31

SUPER PREDE			
Nome	# Prede (in-deg)	# Predatori (out-deg)	Livello Trofico
Herbivorous Shrimp	2	60	2.00
Predatory Shrimp	13	60	3.31
Pink Shrimp	15	54	2.39
Omnivorous Crabs	11	45	2.34
Bivalves	9	43	2.20
Detritivorous Gastropods	5	37	2.02

# Analisi dei gradi 2/2

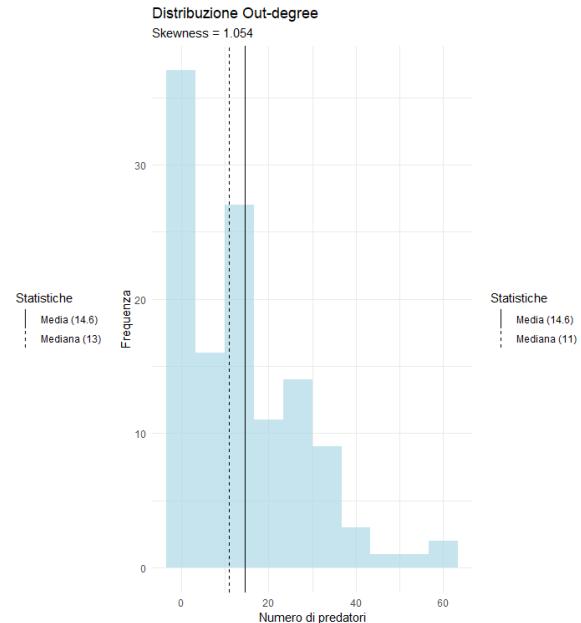
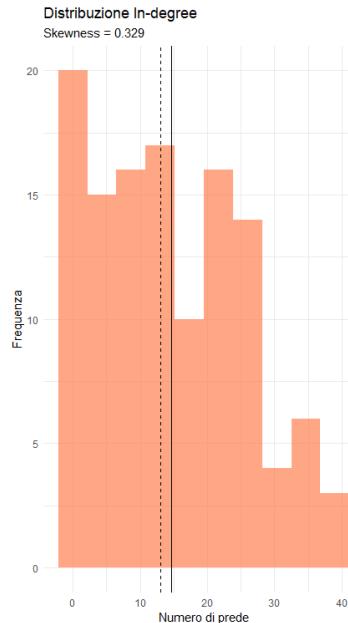
Quali sono i super predatori e le super prede? Cosa emerge analizzando i gradi della rete?

## Gradi Entranti (disponibilità di prede)

- Distribuzione tendenzialmente uniforme con leggera asimmetria (skewness = 0.32)
- Presenza sia di predatori specialisti che generalisti

## Gradi Uscenti (pressione predatoria)

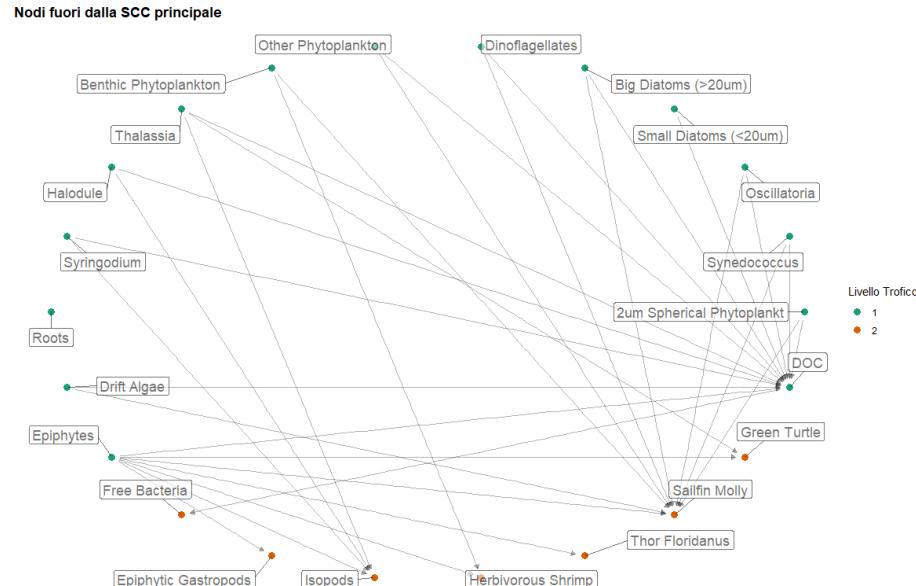
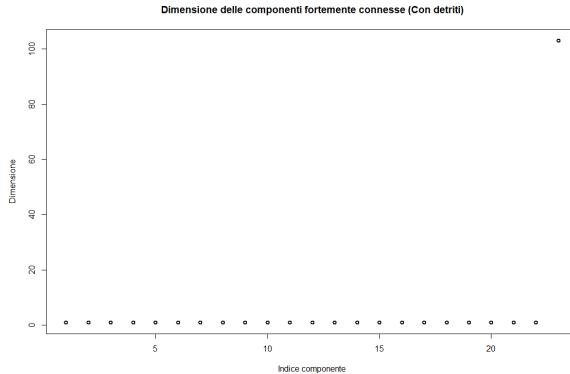
- Distribuzione a coda lunga (skewness = 1.05)
- Molte prede consumate da pochi predatori, poche prede consumate da molti predatori



# Connettività 1/2

Studiando la connettività della rete, cosa emerge? Risulta una grande componente fortemente connessa?

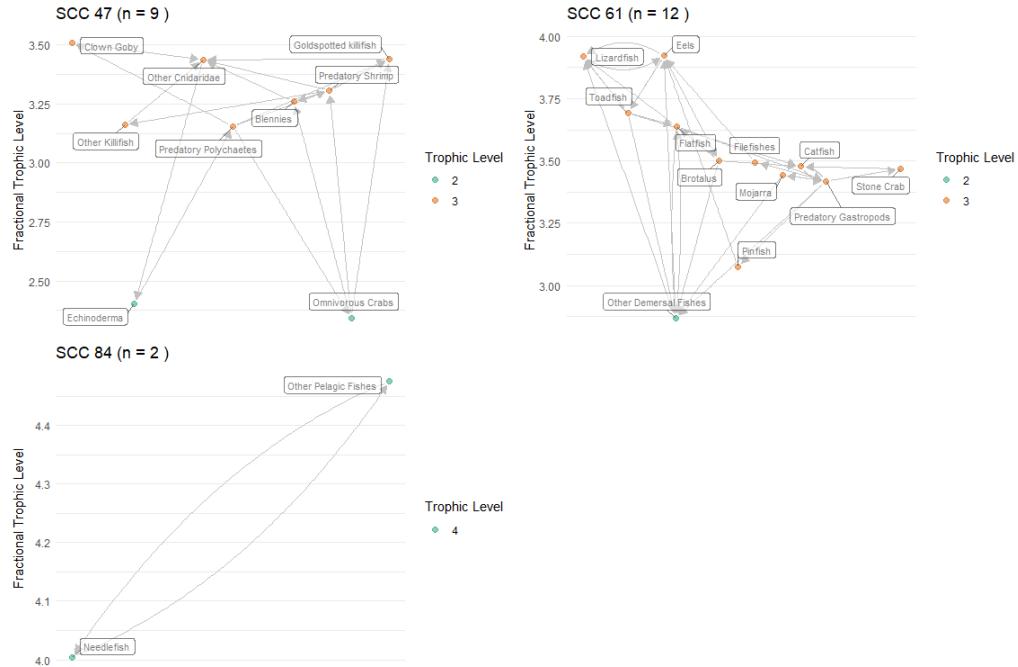
- Mantenendo i detriti troviamo una SCC che comprende la maggior parte dei nodi.
- I produttori basali (livello trofico 1) sono fuori dalla SCC in quanto sono sorgenti unidirezionali che non ricevono flussi di ritorno



# Connettività 2/2

Studiando la connettività della rete, cosa emerge? Risulta una grande componente fortemente connessa?

- Rimuovendo i detriti la rete diventa sconnessa con piccoli cicli trofici isolati.**
- I detriti, grazie alle specie detritivore, reintroducono energia nel sistema.



# Comunità

Analizzando le comunità della rete, quali sotto food web emergono? C'è varietà trofica all'interno delle comunità?

- L'analisi delle comunità all'interno della food web rilevano **compartimenti**, sotto gruppi di specie che interagiscono fortemente tra di loro.
- Teoricamente un'**alterazione di un  
compartimento** (es. estinzione di una specie)  
**non influenza** significativamente **gli altri**.
- In entrambi i metodi esistono delle comunità che al proprio interno non possiedono specie di livello trofico 1



# Small-world effect

Qual è la lunghezza massima dei cammini minimi? Si presenta lo small-world effect all'interno della rete?

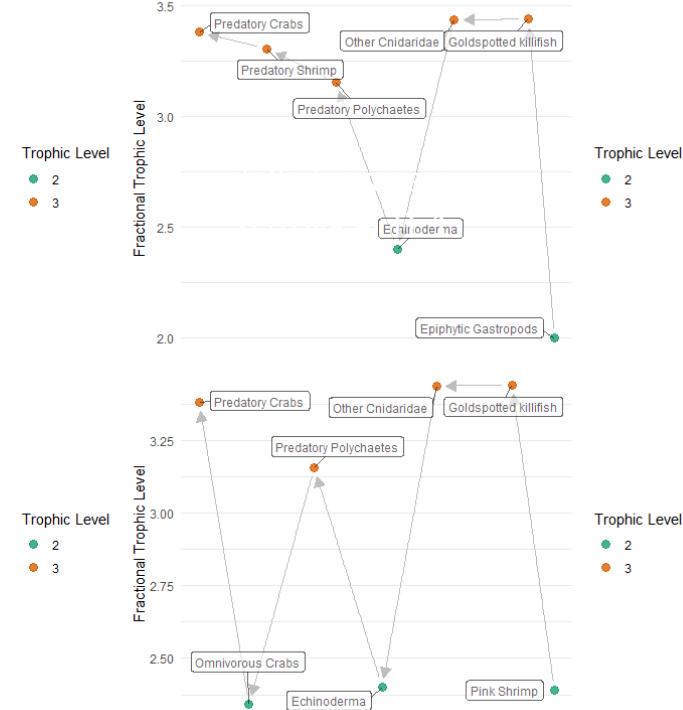
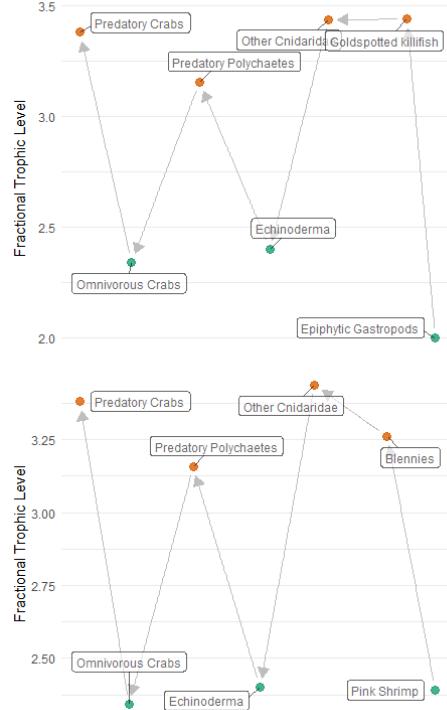
$$\log_2(n) = 6.93$$

Distanza attesa  
(modello teorico)

1.96

Distanza media osservata  
(senza detriti)

4/164 max cammini minimi (diametro = 6)



# Conclusioni

---



L'analisi ha evidenziato come la **maggior parte della biomassa sia concentrata nei detriti** e nel primo livello trofico.



**L'efficienza energetica** della rete **diminuisce progressivamente** salendo di livello trofico.



Dal punto di vista comunitario, **la rete risulta organizzata in compartimenti che presentano eterogeneità di livelli trofici**.



A livello globale, i **detriti emergono come un elemento chiave per garantire la presenza di una grande componente fortemente connessa**.



Infine, la **food web mostra un effetto small-world**, indicando moderata connettività che potrebbe favorire la resilienza della rete a perturbazioni.

# Grazie per l'attenzione

Patrik Cavina  
2025/2026