

ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITA' DI BOLOGNA  
SCUOLA DI SCIENZE  
Corso di laurea in Biologia Marina

Abitudini alimentari di *Merluccius merluccius*  
in Alto-Medio Adriatico

Tesi di laurea in

Biologia delle Risorse Alieutiche

Relatore  
Prof. MARCO STAGIONI  
Correlatore  
Dott. GIULIA RICCIONI

Presentata da  
VIVIANA ESPOSITO

II sessione  
Anno Accademico 2014-2015



## Sommario

<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>4</b>
1. SCOPO DELLA TESI .....	5
2. COLLOCAZIONE TASSONOMICA DI <i>MERLUCCIVS MERLUCCIVS</i> (LINNAEVS, 1758) .....	6
3. CARATTERISTICHE GENERALI DEI GADIFORMI .....	7
3.1. MORFOLOGIA .....	7
3.2. Caratteri distintivi .....	7
3.3. Generi principali .....	8
4. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEI MERLUCCIDAE .....	9
4.1. Morfologia .....	9
4.2. Biologia e distribuzione .....	10
4.3. Interesse per la pesca .....	11
5. MERLUCCIDAE DI INTERESSE COMMERCIALE.....	12
6. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DI <i>MERLUCCIVS MERLUCCIVS</i> .....	12
6.1. Morfologia .....	12
6.2. Biologia e distribuzione .....	13
6.3. Pesca .....	14
7. LA CATENA ALIMENTARE.....	17
8. L'ALIMENTAZIONE NEGLI ANIMALI MARINI .....	19
9. L'APPARATO BOCCALE E DENTATURA DEGLI OSTEITTI .....	21
10. APPARATO DIGERENTE DEGLI OSTEITTI .....	24
11. CARATTERISTICHE DEL MARE ADRIATICO.....	27
11.1. Fondali e sedimenti.....	27
11.2. Circolazioni .....	29
11.3. Salinità e temperatura.....	30
11.4. Struttura trofica del Mar Adriatico e risorse demersali.....	34
12. LA PESCA.....	35
13. TIPOLOGIE DI INVESTIGAZIONE SULL'ECOLOGIA TROFICA.....	39
<b>MATERIALI E METODI</b> .....	<b>40</b>
1. LA CAMPAGNA MEDITS (INTERNATIONAL BOTTOM TRAWL SURVEY IN THE MEDITERRANEAN SEA) .....	40
2. ANALISI BIOMETRICHE .....	41
3. ANALISI QUALITATIVA .....	42
4. ANALISI QUANTITATIVA.....	44
5. ANALISI MOLECOLARI.....	47
6. ELABORAZIONE DATI.....	47
<b>RISULTATI</b> .....	<b>48</b>
1. ANALISI QUALITATIVA .....	49
2. ANALISI QUANTITATIVA.....	53
2.1. Strategia alimentare.....	56
2.2. Curva di accumulazione .....	58
2.3. Indice di Levin.....	59
2.4. Indice Trofico .....	59
3. DIFFERENZE CON LE ANALISI MOLECOLARI.....	60
4. CARATTERI DISTINTIVI DELLE PRINCIPALI PREDE RICONOSCIUTE.....	61
Phylum Arthropoda .....	61
Phylum Chordata .....	71
Phylum Mollusca.....	80
Phylum Anellida .....	82
<b>DISCUSSIONI</b> .....	<b>83</b>
1. ANALISI QUALITATIVA E QUANTITATIVA .....	83

2. CONFRONTO CON LE ANALISI MOLECOLARI .....	84
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>86</b>
<b>TAVOLE.....</b>	<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>94</b>

# Introduzione

Tema di notevole importanza nel campo della pesca negli ultimi anni è il concetto di “Sviluppo Sostenibile”, a causa del sovra-sfruttamento delle risorse, che ha portato alla formulazione di un’ampia legislazione mirante alla salvaguardia di tale risorsa comune ed alla disponibilità di questa per le generazioni future.

Questo tipo di approccio richiede che le attività di sfruttamento abbiano un impatto reversibile sulle risorse biologiche che ne sono oggetto, in modo che la capacità di riproduzione delle specie non sia pregiudicata e che, più in generale, l’integrità dell’ambiente marino non sia compromessa (Cataudella, et al., 2011).

Per poter valutare e gestire lo stato attuale del sistema sono stati introdotti l’identificazione e l’uso degli indicatori di sostenibilità, o “reference points” (Eldredge, 2002). Indicatori appropriati possono essere costituiti dalle principali specie target della pesca demersale (Ungaro, et al., 2006).

Lo studio delle abitudini alimentari delle specie è particolarmente importante nell’ambito della gestione delle risorse alieutiche, per quantificare gli effetti della pesca sull’ecosistema. In questo modo è possibile rinvenire alle relazioni interspecifiche e di conseguenza prevedere ipotetiche fluttuazioni di biomassa. Per di più l’analisi dei contenuti stomacali può rappresentare un utile metodo indiretto per ottenere informazioni riguardo altre specie, anche con minor interesse economico.

## 1. Scopo della tesi

Lo scopo della tesi consiste nel contribuire alla valutazione dell'alimentazione di *Merluccius merluccius* in Alto-Medio Adriatico e delle sue relazioni trofiche, considerato il suo valore commerciale (Froggia, 1973).

Inoltre viene analizzata l'importanza delle analisi dei contenuti stomacali sia per una gestione della pesca sostenibile delle specie di rilevanza economica, che per valutare lo stato dell'ecosistema mirando all'analisi di specie commercialmente non rilevanti ma importanti per la rete trofica di quelle con valore economico (Velasco, et al., 1998).

Obiettivo secondario ma non meno importante è stato quello di valutare l'efficacia della metodologia morfologica confrontandola con un'analisi molecolare parallela ed individuando i possibili vantaggi e svantaggi di entrambe le tecniche.

Infine l'elaborato cerca di convincere il lettore a considerare il riconoscimento morfologico come tecnica per validare quella molecolare, sia in termini qualitativi che quantitativi.

## 2. Collocazione tassonomica di *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)

CLASSE: Osteichthyes

SOTTOCLASSE: Actinopterygii

SUPERORDINE: Neopterygii

ORDINE: Gadiformes

SUBORDINE: Gadoidei

FAMIGLIA: Merluccidae

SOTTOFAMIGLIA: Merluccinae



Figura 1 *Merluccius merluccius* (L., 1758)

**Nome volgare:** Merluzzo o Nasello

**Nomi dialettali italiani:** Merluzzo (Abruzzo); Mirruzzo, Mirruzzo giannettino (Calabria); Merluzzo, Merluzziello (Campania); Merluzzo, Pesse prete (Friuli Venezia Giulia); Merlan, Capelan (Liguria); Merluzzo, Pesce Lupo (Marche); Mazzune, Maggime (Puglia); Marluzzu, Piscì incànu (Sardegna); Maruzzo, Merruzzo (Sicilia); Merluzzo (Toscana); Merluzzo, Lova (Veneto). Il termine Merluccius deriva secondo alcuni Autori da Maris lucius (luccio di mare).

**Nomi stranieri:** Merluzzo, Nasello (Italia); Brochet de mer, Merlu, Merluce, Merluchón (Francia); Carioca, Merfuza, Pescadilla (Spagna); Hake, Herring hake (Inghilterra)

### 3. Caratteristiche generali dei Gadiformi

#### 3.1. Morfologia

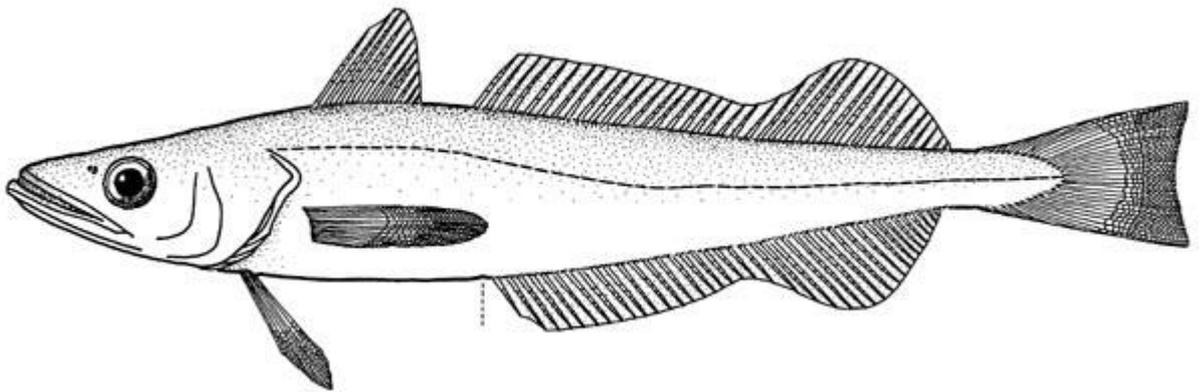


Figura 2 Schema FAO di *Merluccius merluccius* (L.,1758)

I gadiformi di solito presentano piccole scaglie cicloidi, raramente ctenoidi, presenti anche sulla parte del capo. La loro pinna caudale ha struttura simmetrica o assente. Solitamente sono presenti raggi molli (branchiostegi), mentre quelli spinosi sono praticamente assenti. Possiedono infine una vescica natatoria priva di dotto pneumatico.

#### 3.2. Caratteri distintivi

Normalmente questo ordine di teleostei possiede una, due o tre pinne dorsali, una o due pinne anali e le pinne ventrali giugulari o toraciche con 1-17 raggi. Gli individui possono avere anche solo il secondo raggio della dorsale come unico raggio rigido. La mascella superiore è costeggiata soltanto dai premaxillari, più o meno protrattili, e spesso è presente un barbiglio mentoniero. Le vertebre anteriori sono munite di costole, ma prive di parapofisi. Basisfenoide, orbitosfenoide e mesocoracoide sono assenti, l'ipercoracoide non è perforato, un foro si trova tra esso e l'ipocoracoide.

### 3.3. Generi principali

- Gadus: genere del merluzzo comune (*G. callarias*), ad alto interesse commerciale seccato sotto il nome di stoccafisso o baccalà
- Onos: Di questo genere fanno parte varie specie di motelle, abitatrici dei bassi fondali litoranei ricchi di vegetazione delle coste rocciose dell'Atlantico nord-orientale e anche del Mediterraneo.
- Lota: la lota o bottatrice (*L. lota*) è l'unica specie vivente in acque dolci, in laghi profondi o grandi fiumi a corrente lenta dell'Europa, Asia ed America del Nord.
- Trisopterus: Esistono due specie: *T. minutus* e *T. luscus*, di cui l'ultima differisce per la presenza sui fianchi più o meno distinta di 4-5 larghe fasce verticali più scure e sulla base delle pinne pettorali di una vistosa macchia nera. Sono presenti in Mediterraneo ed Atlantico orientale.
- Merlangius: diffuso nell'Atlantico, Mediterraneo e Mar Nero. Ha bocca più piccola del nasello.
- Merluccius: Noto per le sue carni pregiate (*M. merluccius*), è presente oltre che in Atlantico anche in Mediterraneo e nella parte meridionale del Mar Nero. Appartengono a questo genere anche le poche specie che vivono nelle acque calde o temperate nell'emisfero australe presso le coste del Cile, dell'Africa e della Nuova Zelanda.

## 4. Caratteristiche principali dei Merluccidae

### 4.1. Morfologia

Testa abbastanza grande o di medie dimensioni, di solito poco depressa nella maggior parte delle specie; ossa frontali separate, con le creste divergenti dalla cresta occipitale e confinante con una grande depressione triangolare; una cresta bassa a forma di V appare sul lato superiore della testa; bocca grande, mascella inferiore leggermente sporgente in avanti nella maggior parte delle specie; occhio grande, con diametro che varia da 1/2 a 1/5 della lunghezza della testa; denti robusti ed appuntiti nella maggior parte delle specie, quelli della mascella superiore possono essere biseriali o uniseriali; possono presentarsi anche sul vomere, ma non su palatini; nessun barbiglio sul

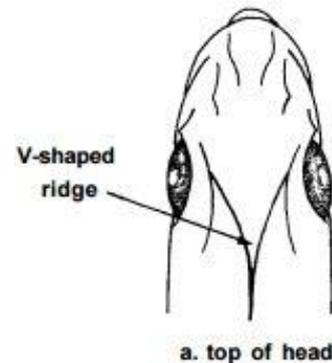


Figura 3 Schema della cresta particolare dei Merluccidae

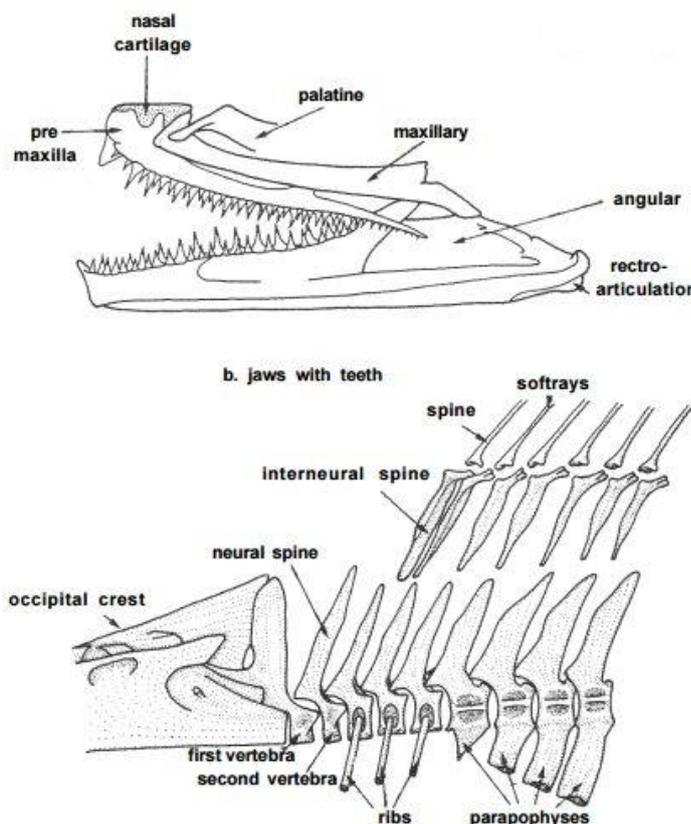


Figura 4 Caratteristiche dei Merluccidae

mento;

Due pinne dorsali e una pinna anale; i primi raggi principali sono spinosi nella maggior parte delle specie; la pinna dorsale solitamente è meglio sviluppata di quella anale; le pinne pettorali sono piuttosto lunghe ed in una posizione abbastanza alta; le pinne pelviche possiedono da 7 a

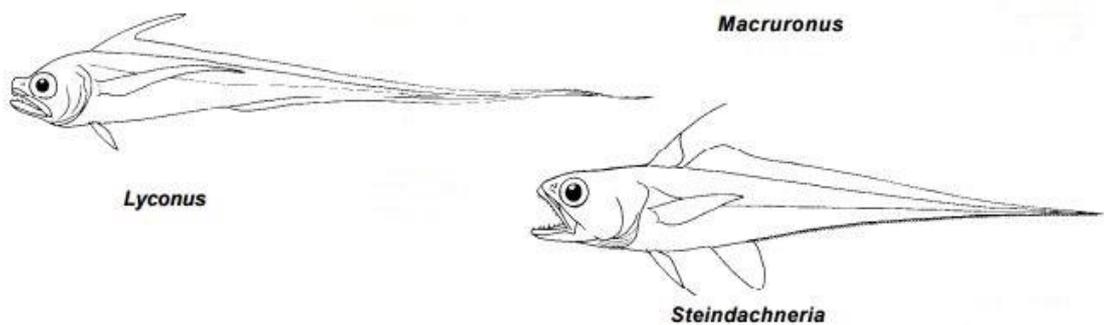
10 raggi nella maggior parte delle specie; la pinna caudale si presenta troncata. Scaglie piccole, cicloidi.

Colore: di solito grigio acciaio sulla parte posteriore, bianco argenteo sui fianchi e sul ventre; più nerastro in alcune specie (*Merluccius*), solitamente azzurro sul dorso, bianco argenteo sul ventre, pinne nerastre (*Macruronus*), parte dorsale marrone chiaro e ventre violaceo (*Steindachneria*).

#### 4.2. Biologia e distribuzione

Le tredici specie di nasello sono distribuite su entrambi i lati dell'Oceano Atlantico, nel Pacifico orientale a sud della Nuova Zelanda. Questi pesci abitano la piattaforma continentale, ma alcuni entrano negli estuari e/o in acque molto profonde oltre i 1000 metri di profondità. Sono predatori voraci, ma le loro preferenze alimentari cambiano durante la crescita. La maggior parte impiega movimenti verticali diurni e depongono uova in primavera o in estate.

Le tre specie di



*Macruronus* sono distribuiti in acque subantartiche compreso il Sud America meridionale, Sud Africa, Australia meridionale e Nuova Zelanda.

Il genere *Lyconus* è costituito da un numero imprecisato di specie dell'Atlantico (dove apparentemente ha una distribuzione anti tropicale) e del sud-ovest del Pacifico.

Il genere *Steindachneria* è rappresentata da una singola specie di acque profonde del Golfo del Messico e dei Caraibi (Cohen, et al., 1990).

### 4.3. Interesse per la pesca

La maggior parte delle attività di pesca per i Merluccidae sono stati sviluppati recentemente (essendo stati considerati i naselli come pesci spazzatura in passato); oggi vengono sfruttate undici specie di *Merluccius* e due specie di *Macruronus*.

Le catture mondiali di Merluccidae, pari a 1.977.837 t nel 1987, rendono il Merluccidae la seconda famiglia più importante dei gadiformi (Fisher, et al., 1987). Tutta la famiglia è da sempre fortemente sfruttata, al punto da arrivare a frodi economiche da parte dei distributori: si tratta esclusivamente di frodi commerciali di tipo *aliud pro alio* (letteralmente “qualcosa per qualcun altro), in cui operatori poco onesti cercano di sfruttare la lavorazione, che rende le specie più difficilmente distinguibili fra loro (in particolare la specie *M. merluccius*, sostituito con merluzzi di pregio inferiore) (Graviglio, et al., 2011).

Tabella 1 Sintesi delle principali frodi individuate dalle analisi dello IZS (Graviglio, et al., 2011)

Gruppo	Famiglia	Venduto come... Specie	Denominazione	Numero frodi	... in realtà sul mercato sarebbe
Pesci	Gadidae	<i>Gadus morhua</i>	Merluzzo nordico	2	Eglefino, Merluzzo Atlantico
		Merluccidae	<i>Merluccius albidus</i>	Nasello atlantico o merluzzo atlantico	2
	<i>Merluccius merluccius</i>		Nasello o merluzzo	10	Merluzzo dell'Oceano Indiano, Merluzzo Nordico, Merluzzo Sud Africano, Merluzzo Atlantico, Merluzzo dell'Oceano Indiano
	Pleuronectidae		<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Halibut	3
		<i>Pleuronectes platessa</i>	Platessa	5	Passera del Pacifico, Limanda
		<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	Platessa del pacifico	3	Passera del Pacifico
	Scombridae	<i>Thunnus albacares</i>	Tonno pinne gialle	2	Merluzzo dell'Oceano Indiano, Tonno obeso
			Tonno rosso	5	Tonno pinne gialle
	Serranidae	<i>Epinephelus aeneus</i>	Cernia	5	Cernia Atlantica, Eglefino, Pesce castagna, Pesce imperatore, Platessa
			<i>Acanthistius brasiliensis</i> o <i>Cephalopholis fulva</i>	Cernia atlantica	4
<i>Cephalopholis minianus</i>			Cernia indopacifica	2	Cernia atlantica, Pesce imperatore
Sparidae	<i>Dentex dentex</i>	Dentice	3	Ombrina atlantica, Pagro rosa indopacifico, Pesce falco	
Molluschi cefalopodi	Octopodidae	<i>Octopus vulgaris</i>	Polpo	5	Polpo indopacifico, Polpo messicano

## 5. Merluccididae di interesse commerciale

(Dal prospetto allegato al Decreto 15/7/1983 del Ministero della Marina Mercantile)

*Merluccius merluccius*

*Merluccius senegalensis*

*Merluccius bilinearis*

*Merluccius capensis*

*Merluccius paradoxus*

*Merluccius hubbsi*

*Merluccius productus*

## 6. Caratteristiche principali di *Merluccius merluccius*

### 6.1. Morfologia

Il nasello è caratterizzato da un corpo allungato e affusolato, relativamente compresso ai lati e coperto di squame piccole e caduche. Presenta una testa ampia, lunga e depressa dorsoventralmente, mentre il muso risulta conico; la parte superiore presenta una depressione delimitata da due basse creste ossee a forma di V con l'apice verso la nuca, che rappresenta una chiave dicotomica essenziale nel riconoscimento tra i gadiformi (Tortonese, 1975). La bocca ampia e prominente, presenta due o tre serie di denti acuminati, di cui quelli della serie esterna sono fissi corti e appuntiti, mentre quelli interni sono più lunghi e pieghevoli all'indietro (Bini, 1968-1970). Negli

adulti la cavità boccale e le camere branchiali sono nere e violacee.

L'occhio si presenta rotondo e non

molto grande. Le pinne sono

sprovviste di raggi spinosi. La pinna dorsale anteriore è corta, alta e sub-

triangolare, mentre la seconda è lunga e arriva fino al peduncolo caudale.



L'altezza della seconda dorsale decresce fino ad un certo punto, per poi aumentare sino ad avere la parte posteriore più alta di quella anteriore. La pinna anale è simmetrica rispetto alla precedente ed è simile per forma e dimensioni. La pinna caudale, leggermente biloba, è a spatola con bordo troncato dritto o leggermente concavo. Le ventrali, in posizione giugulare, hanno dimensioni simili alle pettorali (Bombace, et al., 2011).

La colorazione è quella tipica dei pesci di fondale, con dorso grigio-argenteo e fianchi più chiari, con riflessi argentati e ventre bianco.

Il Nasello può raggiungere dimensioni considerevoli: più di un metro di lunghezza (140 cm LT per i maschi e 100 cm LT per le femmine) (Froese, et al., 2010) e 15 kg di peso, sebbene nei nostri mari la taglia massima non superi gli 80-90 cm (Bini, 1968-1970). È stato osservato inoltre un diverso ritmo di crescita nelle popolazioni mediterranee: crescono più rapidamente gli individui delle basse latitudini e quelli di sesso femminile. La specie appare molto longeva dal momento che studi fatti sugli otoliti hanno dimostrato che può raggiungere anche i 20/22 anni di vita.

## 6.2. Biologia e distribuzione

*M. merluccius* è una specie nectobentonica, con uno stretto rapporto col fondo, di solito fangoso o sabbioso o misto di fango e sabbia. La distribuzione batimetrica del nasello è piuttosto ampia, e sembra essere influenzata dall'alimentazione e dalla riproduzione (Flamigni, 1985). *M.*

*merluccius* vive, sia al limite della piattaforma continentale, sia in acque costiere (Gramitto, 2001) sia in acque batiali ed è stato rinvenuto da 20 a 1000 m di profondità, anche se di solito vive sopra i 700 metri (Fisher, et al., 1987).



La dieta del nasello varia con l'età: solitamente gli adulti si nutrono principalmente di pesci (acciughe, Clupeidi e Gadidi) e calamari, mentre i

giovani preferiscono i crostacei (decapodi, Eufasiacei ed Anfipodi), effettuando, in caso di necessità, fenomeni di cannibalismo.

Generalmente si presenta come un predatore eccellente, procacciandosi il cibo lontano dal fondo durante la notte.

Riguardo le caratteristiche riproduttive il nasello è considerato depositore parziale: una femmina di solito emette quattro o cinque volte consecutive prima che gli ovari entrino in fase di riposo. Gli ovari delle femmine più grandi, lunghe circa 70 cm, possono contenere più di 400.000 oociti nello stadio di pre-emissione.

La riproduzione avviene durante tutto l'anno, con picchi in inverno in precise zone e sempre in acque profonde, ovvero tra i 100 e i 300 metri (Fisher, et al., 1987). Le aree di nursery vengono sempre individuate in profondità: in Adriatico per esempio è stata individuata un'area di nursery corrispondente alla fossa di Pomo tra i 150 e 250 metri. Una volta raggiunta una taglia adatta (15 cm), i giovani poi migrano verso la costa per crescere in condizioni ottimali, e tornano al largo solo quando avranno raggiunto la maturità sessuale, che per i maschi corrisponde a 20-28 cm LT e per le femmine a 23-33 cm LT (Bombace, et al., 2011).

### 6.3. Pesca

Il Nasello risulta essere da tempo tra le specie economicamente più rilevanti e per questo è sottoposto ad intensa pressione di pesca, esercitata soprattutto con reti a strascico. Nord e centro Adriatico sono aree caratterizzate da una abbondanza elevata di questa specie, anche se è possibile pescarla pressappoco in tutto l'Adriatico. I giovanili si ritrovano abitualmente in centro Adriatico arrivando anche sotto costa.

Sicuramente è una specie che riesce ad assicurarsi un costante recupero della popolazione grazie alle loro abitudini migratorie, che permettono agli adulti che vivono in maggiori profondità di sfuggire agli attacchi degli strascichi. Negli ultimi anni però, questa specie è minacciata dalla diffusione di nuove tecniche di pesca, come i palangari di profondità, e dalle innovazioni tecnologiche della rete a strascico, che consente di utilizzare zone non battute prima, come aree più profonde e i cosiddetti “fondi sporchi”.

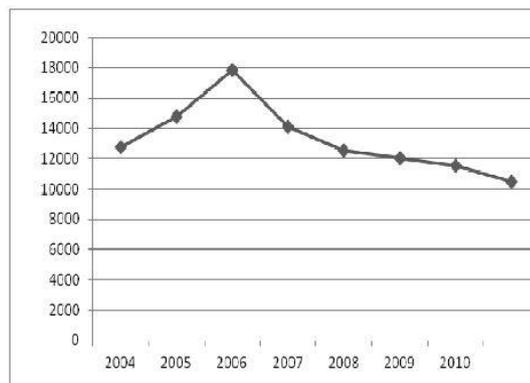


Figura 5 Andamento delle catture di Nasello, tonnellate,

Flotta Nazionale 2004-2011 (IREPA, 2011)

La produzione della flotta italiana nell'anno 2011 ha registrato, in termini quantitativi di sbarchi, 10.460 tonnellate di questa specie, pari a circa il 5% degli sbarchi nazionali complessivi, ma dal confronto con i dati 2010, le quantità di naselli hanno mostrato una flessione del 9%. Ne consegue che le quantità di naselli sono caratterizzate da un lieve ma continuo decremento: dopo la produzione eccezionale del 2007, sono scese a 14 mila tonnellate nel 2007, a 12 mila nel 2008 e 2009, 11.500 nel 2010, 10.500 nel 2011 (IREPA, 2011).

I dati più recenti sulle catture mondiali della specie considerata riguardano il 2013 in cui vengono registrate 107.535 t (FAO, 2015).

### Global Capture Production for species (tonnes)

Source: FAO FishStat

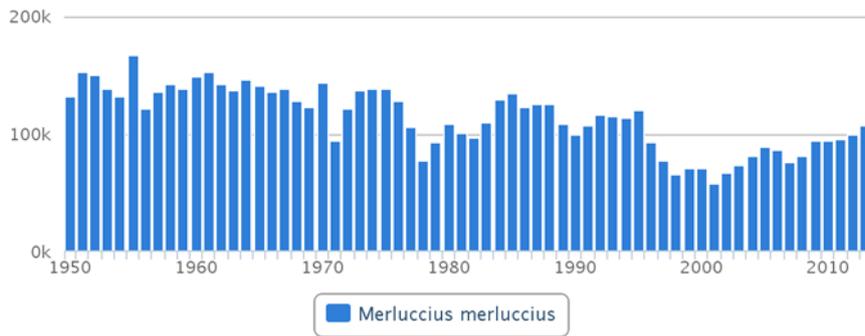
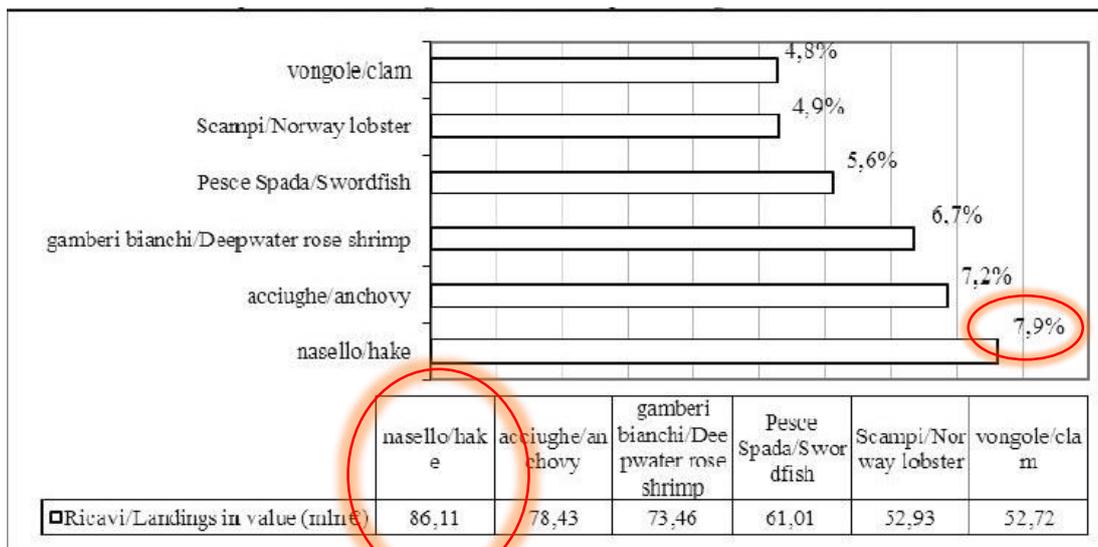


Figura 6 Catture mondiali di M. merluccius negli ultimi 70 anni

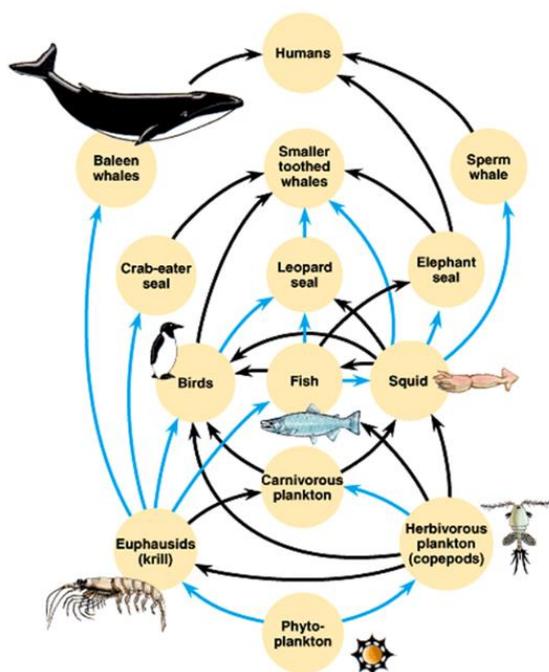
In termini di fatturato il nasello è la specie che presenta il valore più elevato, nonostante il calo registrato: con 86.1 milioni di euro rappresenta il 7,9% del valore nazionale, seguono le acciughe e i gamberi bianchi (IREPA, 2011).

Tabella 2 Principali specie pescate per ricavi ed incidenza sul totale, 2011 (IREPA, 2011)



## 7. La catena alimentare

Gli esseri viventi appartenenti a qualsiasi ecosistema sono legati tra loro da un fattore essenziale alla vita, l'alimentazione, in cui ogni singola specie, pur agendo per la propria sopravvivenza, svolge un ruolo indiretto per la sopravvivenza dell'intero ecosistema. La Dinamica trofica è proprio lo studio delle relazioni nutrizionali tra organismi di un ecosistema, definendo la loro successione e quindi la loro catena alimentare (chi mangia chi). In mare non esistono singole catene alimentari, ma i rapporti trofici tra gli organismi costituiscono una rete alimentare, che ha come attore principale il krill.



Considerando i singoli organismi facenti parte di questa rete, possono essere suddivisi in tre grandi categorie: i produttori, i consumatori ed i bioriduttori.

I produttori sono gli organismi, unicellulari o pluricellulari, che, grazie alla clorofilla, svolgono fotosintesi per produrre sostanza organica.

I consumatori sono tutti gli esseri viventi che non hanno clorofilla e si nutrono di sostanza organica preesistente ricavandola da altri esseri viventi.

I bioriduttori sono invece esseri viventi che decompongono organismi morti o scarti dell'attività biologica per produrre sostanza organica e riciclarla rientrando nel ciclo biologico.

In generale qualsiasi produzione di sostanza organica richiede dispendio di energia, usata per il movimento, riproduzione e crescita. In questo modo la catena alimentare trasferisce energia e biomassa da un livello trofico ad un altro.

Ma solo il 10-20% di energia e biomassa è trasferita da un livello trofico all'altro questo causa una rapida diminuzione di biomassa ad ogni successivo livello trofico.

Nella seguente figura vengono mostrate le principali catene alimentari in mare, quella del pascolo e del detrito: la linea rossa rappresenta il trasferimento

dell'energia chimica (cioè del cibo) dai produttori primari (1) che l'hanno sintetizzata ai consumatori primari (2) (gli erbivori), ai secondari (3) (i predatori di erbivori), ai terziari (4) (i mangiatori di predatori) fino ai detritivori (5). Quello che resta dell'energia chimica dopo questi passaggi è utilizzato dai decompositori (6) (i batteri) che:

- > lo riciclano essendo essi stessi cibo per il plancton più piccolo (linea arancione)
- > lo mineralizzano rendendo di nuovo disponibili i composti inorganici (linea blu)

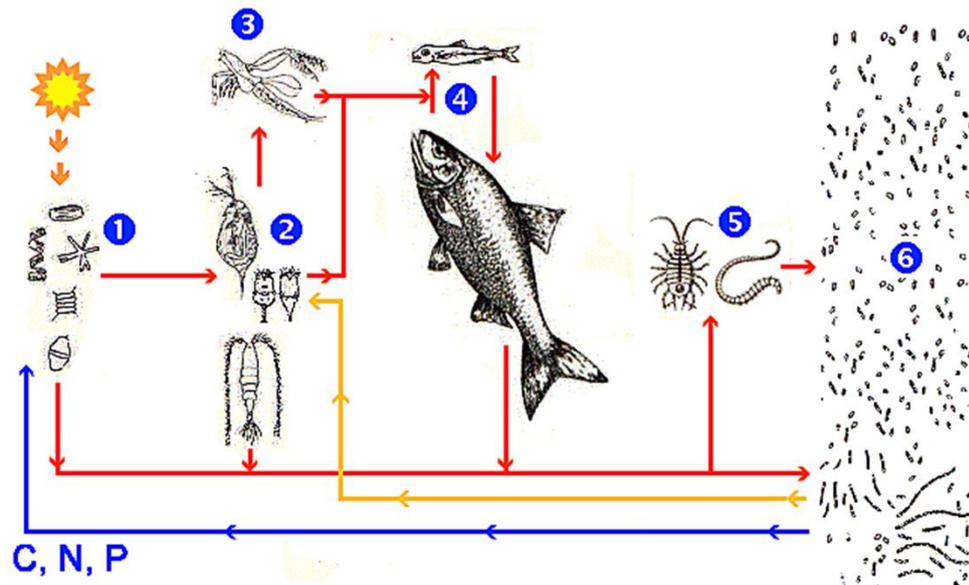


Figura 7 Schema delle principali relazioni trofiche in mare: la catena del pascolo e del detrito

La rete trofica mostra che le relazioni trofiche sono:

- Dipendenti dalle dimensioni, cioè che il trasferimento di energia da un livello al successivo avviene attraverso particelle di cibo (organismi) di dimensione crescente;
- Che ogni passaggio da un livello al successivo comporta sempre delle perdite come detrito particellato (feci, cadaveri) e disciolto (escrezioni, perdita di protoplasma alla morte)
- Che le perdite possono essere recuperate dai batteri, che sono particelle di cibo utilizzabili da organismi più grandi costituite a partire da molecole organiche in soluzione.

Questi punti vengono espressi nella cosiddetta "piramide trofica", in cui la dimensione di ogni livello successivo è controllata dalla dimensione del livello immediatamente sotto ed ovviamente i livelli trofici più alti hanno una ridotta

popolazione di organismi dovuta alla perdita di energia durante il trasferimento.

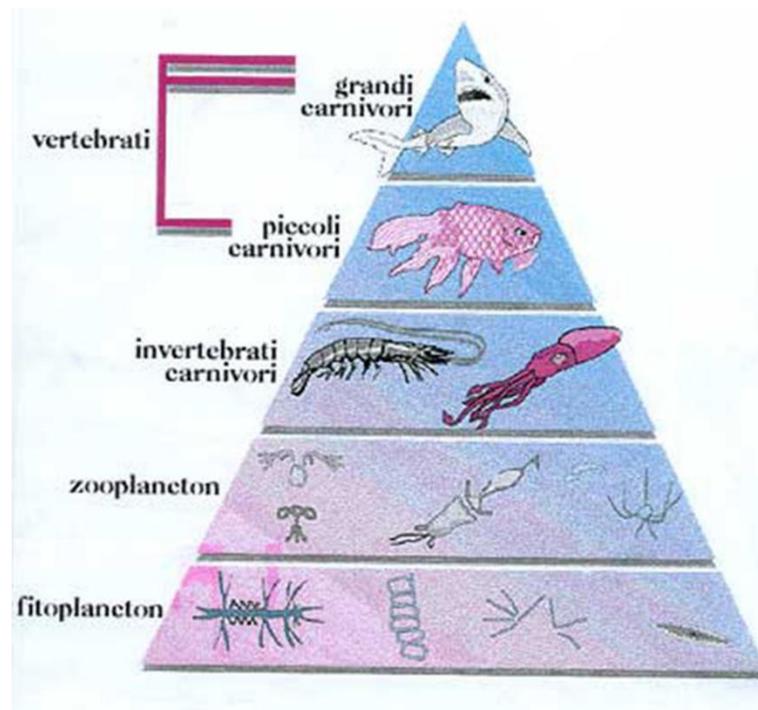


Figura 8 Schema semplificato di una piramide trofica standard

Nel momento in cui viene a mancare, per diversi motivi, un livello trofico essenziale nella catena alimentare, la piramide trofica si destabilizza, e l'equilibrio biologico si rompe, creando notevoli difficoltà di ripristino.

## 8. L'Alimentazione negli animali marini

Gli animali possono essere classificati sulla base dei loro principali metodi di alimentazione.

**Carnivori:** specializzati per catturare prede vive, hanno evoluto scaltrezza, velocità, potenza, mandibole larghe, denti aguzzi (canini, deputati per afferrare, ferire e strappare le prede), metodi per localizzare le prede ecc. I carnivori deglutiscono solitamente il cibo senza masticarlo e senza mescolarlo con la saliva. La loro dieta è quindi ricca di composti energetici e di proteine. Gli adattamenti per catturare e ingerire le prede sono diversi e molto particolari, e anche la bocca può essere specializzata.

**Erbivori:** si nutrono di alghe o di altri vegetali come foglie, alghe, frutti e semi. La maggior parte dei vegetali è difficile da disgregare e ha un basso contenuto energetico. Impiegano molto tempo per assumere cibo e per disgregarlo attraverso denti molari e premolari molto sviluppati, per ricavare la scarsa quantità di energia in essi contenuta. In generale, rispetto ai carnivori, possiedono un canale alimentare + lungo rispetto alle loro dimensioni corporee. Il processo digestivo, lento, si realizza in ampie camere specializzate ed è facilitato dalla presenza di microrganismi simbiotici fermentatori. Gli erbivori non producono enzimi capaci di idrolizzare la cellulosa, dove è immagazzinata gran parte dell'energia chimica contenuta nella loro dieta, mentre i batteri ed i protisti simbiotici possiedono gli enzimi per la digestione della cellulosa.

**Onnivori:** animali (uomo, scimmia, maiale) che si nutrono sia di altri animali che di vegetali che di funghi. Apparato digerente simile a quello dei carnivori, si basano sulla digestione enzimatica degli alimenti. A causa della diversa disponibilità di cibo dovuta ai cambiamenti stagionali, la grandezza del tubo digerente si adatta alla bassa qualità degli alimenti aumentando la sua lunghezza.

**Filtratori:** diversi animali acquatici. Spugne, molluschi bivalvi, vertebrati, quali i misticeti (balene), intrappolano materiale vivo o morto sospeso nell'H<sub>2</sub>O (batteri, alghe, protozoi, piccoli animali). I solchi branchiali dei pesci filtratori sono allungati e ravvicinati. Forzando il flusso di H<sub>2</sub>O a passare attraverso i solchi, le piccole particelle di cibo sono trattenute e accumulate, e quindi ingoiate. I pesci che assumono cibo in sospensione hanno le appendici degli archi branchiali specializzate per la raccolta del materiale, cioè dentelli lunghi e fitti, che in quasi tutti i pesci sono relativamente corti e spaziati. Alcuni invertebrati sospensivori si servono di complesse reti mucillaginose per catturare il cibo: tali reti possono essere interne, come nei tunicati, o esterne, come in alcuni insetti acquatici.

**Detritivori:** vermi, acari, si alimentano di materiale vivo e morto presente nei sedimenti. I lombrichi si scavano la strada ingerendo il terreno e nutrendosi della materia organica parzialmente decomposta che è contenuta nel terriccio stesso.

Gli animali marini che mangiano i vegetali pluricellulari sono relativamente pochi. Le aplisie, dette lepri di mare, pascolano sulle ulvacee, mentre le patelle e altri molluschi prosobranchi grattano con la radula la parete delle rocce ingerendo alghe incrostanti.

I meccanismi di cattura del cibo da parte degli animali marini possono essere divisi in tre categorie fondamentali (Cognetti, et al., 1981):

- 1) Catture di piccole particelle (detrito di piccoli organismi) – Animali Microfagi
- 2) Catture di grandi particelle (masse di sostanza organica morta o grosse prede viventi) – Animali Macrofagi
- 3) Assunzione di fluidi e tessuti animali – Parassiti

## 9. L'apparato boccale e dentatura degli Osteitti

La comparsa delle mascelle e dei denti ha permesso ai pesci (ed i successivi vertebrati) di afferrare e masticare prede anche di grosse dimensioni. Nella maggior parte delle specie la cavità orale è provvista di denti per catturare, lacerare o frammentare le prede. I pesci assumono nutrienti di forma e grandezze piuttosto varia attraverso tre principali modalità: ram feeding, suzione e filtrazione.

Ram feeding: I pesci aprono la bocca contraendo il muscolo ipoassiale sternioioideo che determina l'abbassamento della mascella, e i muscoli epiassiali che spingono il cranio verso l'alto rispetto alla colonna vertebrale. L'espansione della cavità buccale, tuttavia, è piuttosto limitata e per rendere la cattura più efficiente aumentano la velocità di nuoto in direzione della preda. Questa modalità di cattura viene utilizzata da molti elasmobranchi e teleostei, e la direzione della apertura della bocca varia in base alle abitudini alimentari (ad esempio nei pesci che si alimentano sul fondo l'apertura buccale è diretta verso il basso).

Suzione: Espandendo la cavità buccale e le camere opercolari si crea una depressione che risucchia l'acqua e gli organismi in essa contenuti all'interno

della bocca. Questa modalità è utilizzata soprattutto da teleostei più evoluti, che hanno sviluppato un sistema buccale ricco di elementi ossei.

Filtrazione: I pesci, con denti molto piccoli o addirittura mancanti, trattengono gli organismi planctonici e le particelle contenute nell'acqua che entra nella bocca attraverso strutture filtranti chiamate archi branchiali, o branchiospine (Poli, et al., 2012).

Il tratto anteriore dell'apparato digerente è strettamente collegato a quello respiratorio, detto anche intestino cefalico, o extracelomico, o bucco-faringeo; è compreso fra le labbra dell'orifizio boccale e l'ultimo paio di arcate branchiali dello splancocranio. La lingua si presenta come un semplice ispessimento della parete boccale e, ad eccezione dei dipnoi, manca di una muscolatura propria, ma si muove grazie a pezzi scheletrici della parte ventrale dell'arcata ioidea, con i quali è collegata. La disposizione e le caratteristiche dei denti negli osteitti varia in base allo stile di vita ed alle abitudini della specie di procacciarsi il cibo. Di solito sono formati da dentina, sprovvisti di polpa dentaria e ricoperti da smalto, spesso conici appuntiti più o meno lunghi, e talora retrocurvi, uguali fra loro o di foggia diversa (eterodontia), saldati alle ossa che li sostengono, o mobili e legati ad esse da legamenti elastici.

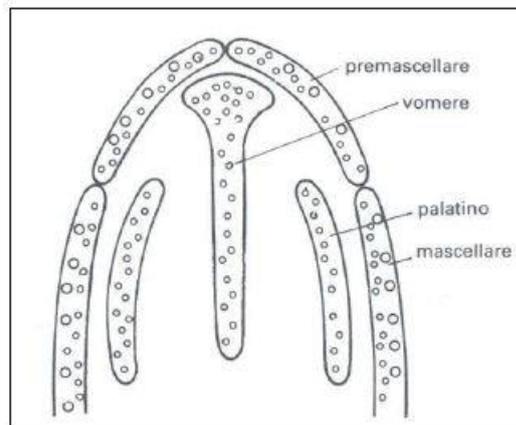


Figura 9 Schema della distribuzione dei denti nei Teleostei (Vannini, 1982)

Oltre ai denti dei premascellari, mascellari, dentali, vomeri e palatini soprattutto i teleostei possono avere denti o placche trituratrici, detti faringei, nello ioide ed in parte delle ossa della regione branchiale dello splancocranio.

In molti teleostei la bocca è protrattile per permettere alle ossa premascellari e mascellari di essere sospinte in avanti durante la cattura. La parete mucosa

della volta e del pavimento della bocca, dietro alle arcate dentarie delle ossa premascellari, mascellari e dentali, si solleva in due pieghe dette labbra interne o valvola mascellare e mandibolare: quando la bocca non è del tutto chiusa da parte delle vere labbra, o labbra esterne, tali valvole impediscono all'acqua respiratoria di uscire dalla bocca, invece che dalle fenditure branchiali, durante l'espirazione.

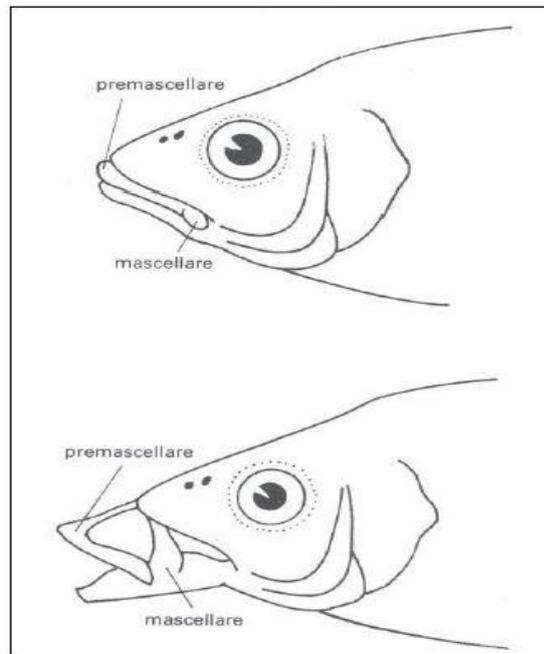


Figura 10 Capo di Sparidae a bocca chiusa e a bocca protratta (Vannini, 1982)

## 10. Apparato digerente degli Osteitti

L'apparato digerente prosegue con la sua parte intracelomatica, suddivisa in un intestino anteriore, uno medio ed uno posteriore, quest'ultimo terminante con l'apertura anale.

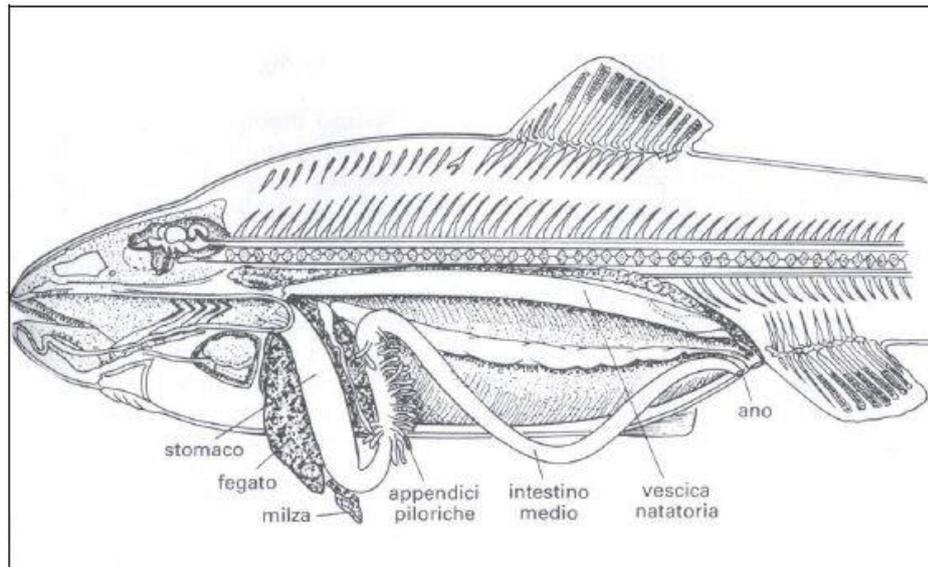


Figura 11 Apparato digerente di un teleosteo

L'intestino anteriore comprende esofago e stomaco. Generalmente l'esofago negli osteitti è corto, ampio e dritto e presenta sullo strato superficiale interno cellule secernenti una sostanza mucosa che favorisce l'avanzamento del bolo verso lo stomaco. L'esofago poi sbocca nello stomaco, che nei pesci risulta meno differenziato del resto dei vertebrati. Di norma lo stomaco è di aspetto sifonale, con un tratto iniziale discendente (regione cardiaca e corpo) seguito da un tratto ascendente (regione pilorica); talora può assumere una forma a Y, con una tasca a fondo cieco per accumulare particelle di cibo troppo grandi.

La parete dello stomaco è in genere molto dilatabile, per permettere l'ingestione anche di prede molto grosse. La sua tunica mucosa, sovrastante a quella muscolare, varia da liscia o quasi liscia (nella maggioranza dei teleostei) a provvista di pieghe longitudinali o trasversali (come nella maggior parte degli olostei e dei condrostei).

L'epitelio che tappezza la mucosa gastrica consta di cellule di varia natura e variamente secernenti; alcune di esse nelle regioni cardiaca e ciecale, ma non in quella pilorica, migrano nella profondità della mucosa, formando ghiandole

gastriche tubulari, semplici o bifide, distinte in un corpo ed un corto tubo secretore, che secernono pepsina ed acido cloridrico.

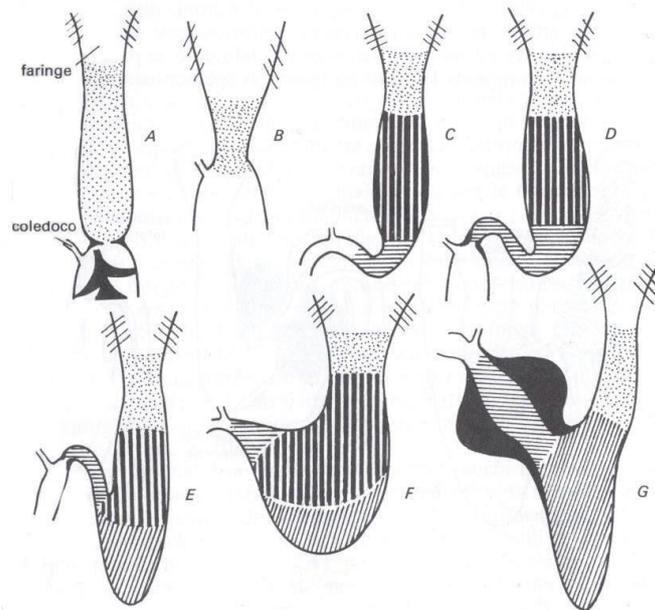


Figura 12 Diagrammi mostrandoti le diverse parti dell'intestino anteriore in *Protopterus* (A), *Cyprinus* (B), *Esox* (C), *Leuciscus* (D), *Anguilla* (E), *Cottus* (F), *Mugil* (G) (Vannini, 1982)

Al confine tra lo stomaco e l'intestino è presente la cosiddetta valvola pilorica. In questa regione molti pesci possiedono sottili diverticoli a fondo chiuso chiamati ciechi pilorici, con lo scopo di aumentare la superficie digerente.

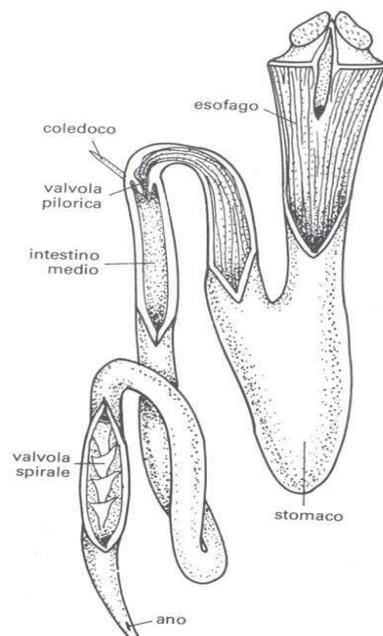


Figura 13 Canale alimentare di *Amia calva* (Vannini, 1982)

I processi digestivi proseguono nell'intestino dove vengono assorbiti gli elementi della digestione. È costituito da un lungo tubo rivestito da un doppio strato muscolare, il più esterno longitudinale, ed il più interno circolare. Nei teleostei la lunghezza dell'intestino è correlata al regime alimentare: nei carnivori è corto e dritto, mentre nelle specie erbivore può presentarsi più lungo e convoluto.

All'intestino dei teleostei viene associato il fegato, legato al metabolismo glucidico, lipidico e proteico, che assume forme diverse in base alla specie ed alla sua conformazione.

## 11. Caratteristiche del mare Adriatico

L'area di studio presa in esame è il Mare Adriatico, un mare continentale che comunica con il resto del Mediterraneo attraverso il canale d'Otranto, estendendosi per circa 800 km di lunghezza e dai 90 ai 200 km di larghezza, da Nord Ovest verso Sud Est, costeggiando l'Italia da un lato, e Slovenia, Croazia, Montenegro e Albania dall'altro. Per le differenti caratteristiche geografiche e fisico-chimiche questo mare viene suddiviso in Alto, Medio e Basso Adriatico, delimitato dalla zona di S. Maria di Leuca, nella parte più orientale della Puglia.

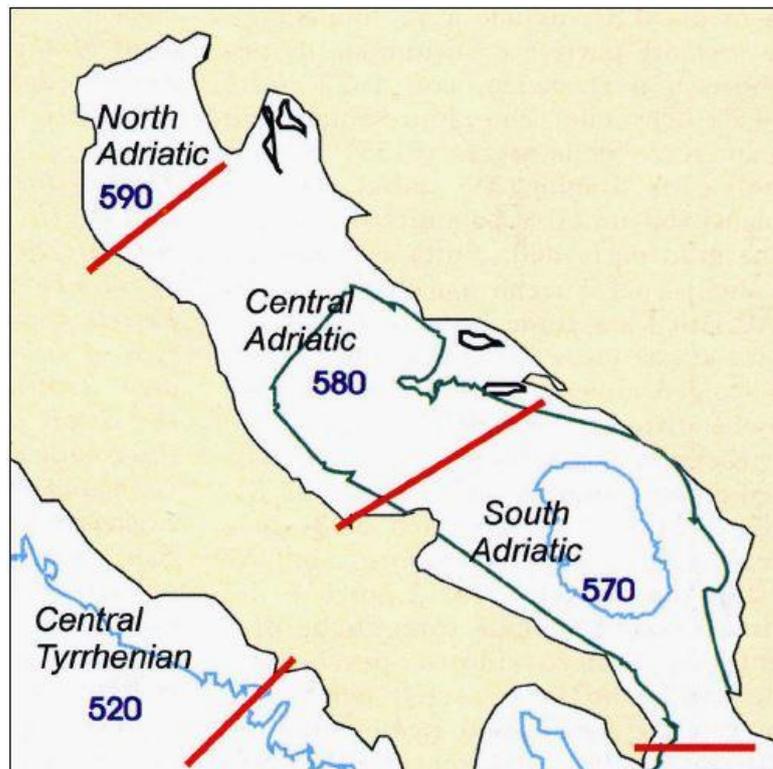


Figura 14 Limiti delle regioni del Mar Adriatico

### 11.1. Fondali e sedimenti

L'Adriatico è un mare poco profondo, con profondità media stimata di 252 metri (Tescic, 1968).

La parte settentrionale è caratterizzata da fondali bassi e debolmente degradanti da entrambi i lati, arrivando ad un massimo di circa 70 m al largo di Pesaro, estendendosi fino alla linea congiungente Ancona con le Isole Pag.

L'Adriatico centrale invece si estende fino alla linea congiungente il Gargano con le Isole Lissa e Curzola (Ancona- Zara e Gargano- Kotor). I fondali rappresentano la continuazione della piattaforma continentale, raggiungendo profondità maggiori, fino a 270 m, nella Fossa di Pomo, al largo di S.

Benedetto (Depressione Meso-Adriatica).

L'Adriatico Meridionale infine si differenzia notevolmente rispetto ai due altri sottobacini, disegnando fondali fortemente degradanti, con profondità che toccano anche i 1250m nella Fossa Basso Adriatica, tra Bari e le Bocche di Cattaro.

La sedimentologia del bacino è determinata dal regime delle correnti marine tipiche del luogo e dagli apporti fluviali, soprattutto da quelli del Po, il quale, da solo, è capace di trasportare un carico di circa 20 milioni di tonnellate di sedimenti l'anno (Curzi, et al., 1989).

I sedimenti trasportati dai fiumi tendono a disperdersi verso Nord Est, depositando sotto costa le sabbie, e al largo le parti più fini (limo, silt, argilla) che, sotto l'influenza delle correnti marine, vengono depositate nella parte meridionale (Faranda, et al., 2001).

Questo mare ha una grande varietà di biomi bentonici descritti minuziosamente da GAMULIN-BRIDA (1974). Le biocenosi sul lato occidentale variano in forma di fasce parallele passando dalle spiagge sabbiose, alle sabbie subtidali poco profonde fino ai fondali del largo dove prevale il fango; sul lato orientale le biocenosi di fondo hanno un aspetto a mosaico (Piccinetti, et al., 2012).

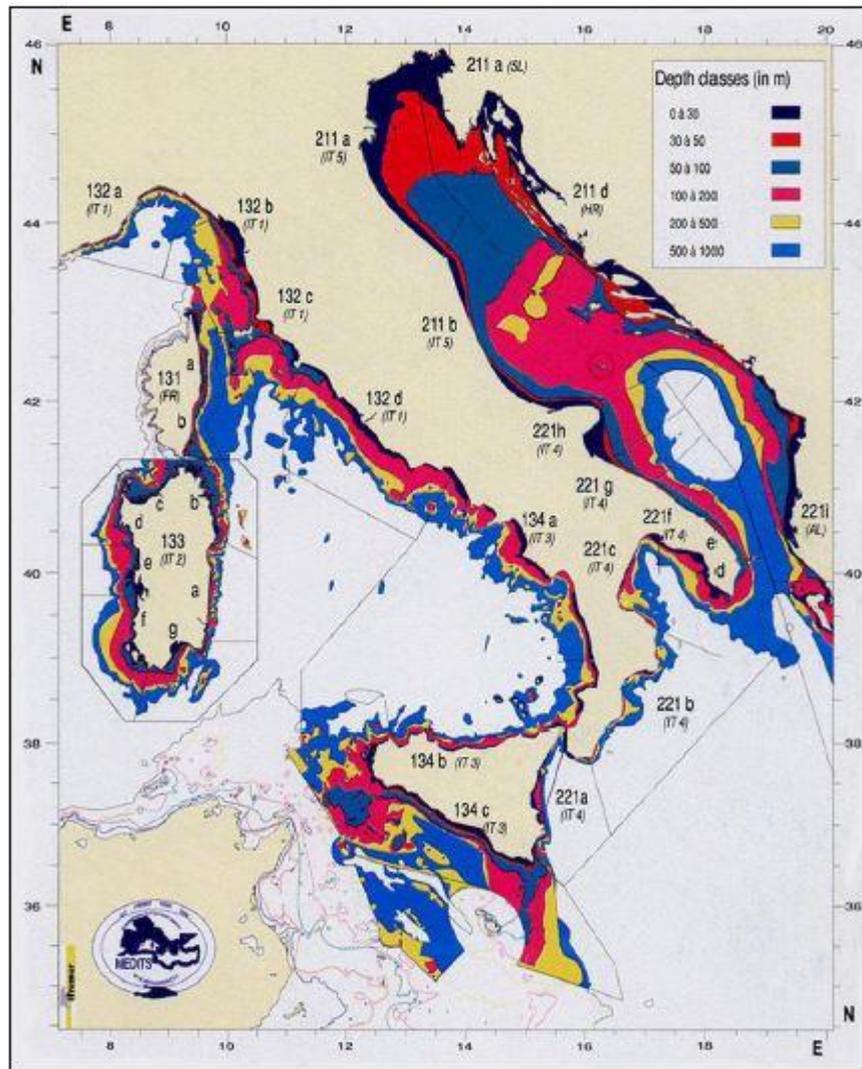


Figura 15 Limiti delle sub-aree nel Mediterraneo centrale e distribuzione degli strati

## 11.2. Circolazioni

Pelagosa ed Otranto rappresentano due limiti sostanziali per la circolazione e la distribuzione delle masse d'acqua nella parte più profonda. La colonna d'acqua può essere considerata ripartibile, almeno nell'Adriatico Centrale e Meridionale, in tre circolazioni: profonda, con acque dense generate in inverno; intermedia con acque a salinità molto elevate; superficiale, con acque a minor densità (Buljan, et al., 1976).

La circolazione generale è in senso antiorario: le acque provenienti da sud risalgono dalla costa orientale verso nord e discendono da nord a sud lungo quella occidentale. L'estensione e l'intensità di questi flussi subiscono forti variazioni stagionali. Si riconoscono due forti vortici ciclonici: uno nel Medio Adriatico con un flusso trasversale che si spinge da Zara verso Ancona;

l'altro nella parte più settentrionale del Sud Adriatico con un flusso trasversale che da Dubrovnik si dirige verso il Gargano.

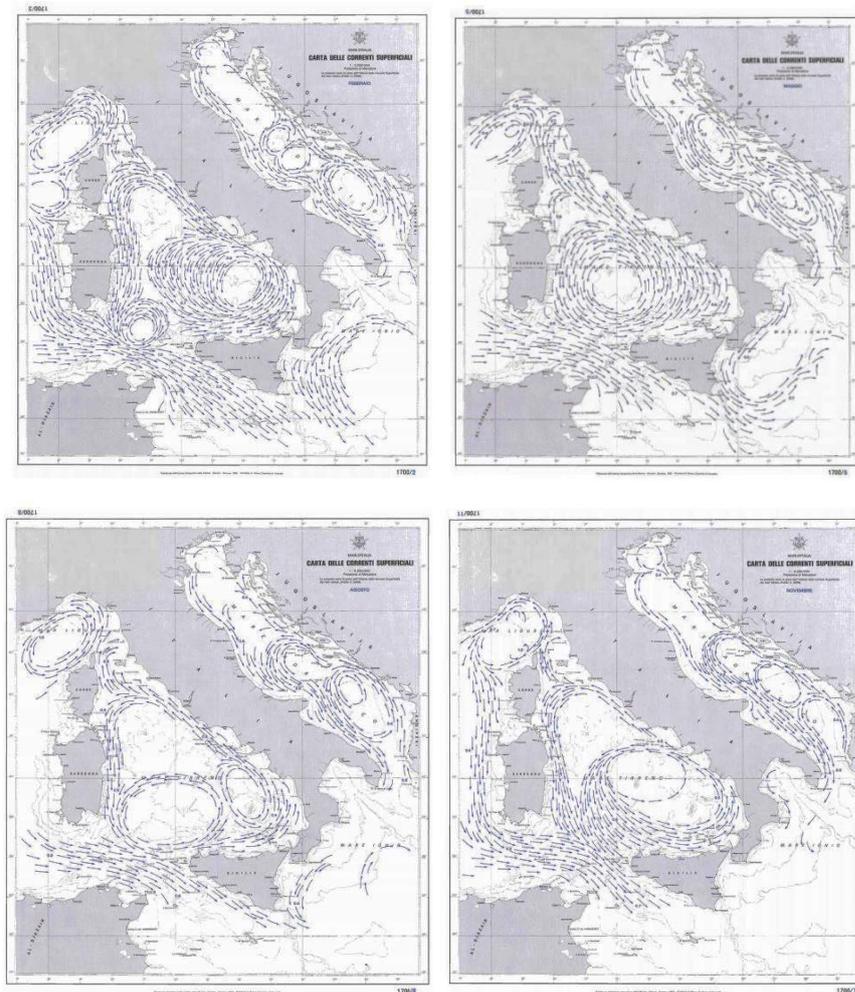


Figura 16 Andamento delle correnti superficiali in febbraio, maggio, agosto e novembre

### 11.3. Salinità e temperatura

Per quanto riguarda la salinità, generalmente il bacino dimostra valori che incrementano con la profondità, mentre non presenta significative variazioni di tipo stagionale, ad eccezione dell'Alto Adriatico che subisce un notevole calo in primavera dovuto, anch'esso, agli apporti del Po e dell'Adige. L'Alto Adriatico è così inteso come bacino di diluizione in quanto le acque dolci dei fiumi riducono la salinità e producono un arricchimento in sali nutritivi. In questo modo la salinità nella parte settentrionale e occidentale non arriva ai 35 psu, mentre in quella orientale, meridionale e in profondità si aggira sui 38 psu, in linea con i valori standard del bacino Mediterraneo.

La temperatura invece è influenzata dalla latitudine e le basse profondità del bacino, che favoriscono forti sbalzi termici sia diurni che stagionali. Le acque superficiali durante la stagione estiva possono raggiungere anche i 28° per scendere a valori di 8° – 5° in quella invernale determinando quindi uno scarto termico di oltre 20°. Le fasce costiere dell'Alto e Medio Adriatico sono spesso soggette alla stratificazione che si verifica durante i mesi estivi, quando si innalza la temperatura delle acque superficiali e c'è scarsità di vento. Questo ultimo elemento riduce la formazione dei moti convettivi responsabili del normale rimescolamento degli strati, per cui vicino al fondo viene a mancare ossigeno, elemento fortemente richiesto per gli importanti processi di mineralizzazione della sostanza organica (Relini, et al., 1999). Durante i mesi invernali, invece, si instaura una condizione di omeotermia delle acque per cui la temperatura è la stessa in tutta la colonna d'acqua. Le correnti di marea nel mar Adriatico non sono intense, determinando solo escursioni di piccola entità: dai 95 cm a Trieste ai 30 cm nel settore meridionale. Tra Ancona e Zara è localizzato un nodo anfidromico: in questo punto non si ha variazione del livello di marea ed è attorno ad esso che ruotano in senso antiorario le onde di marea.

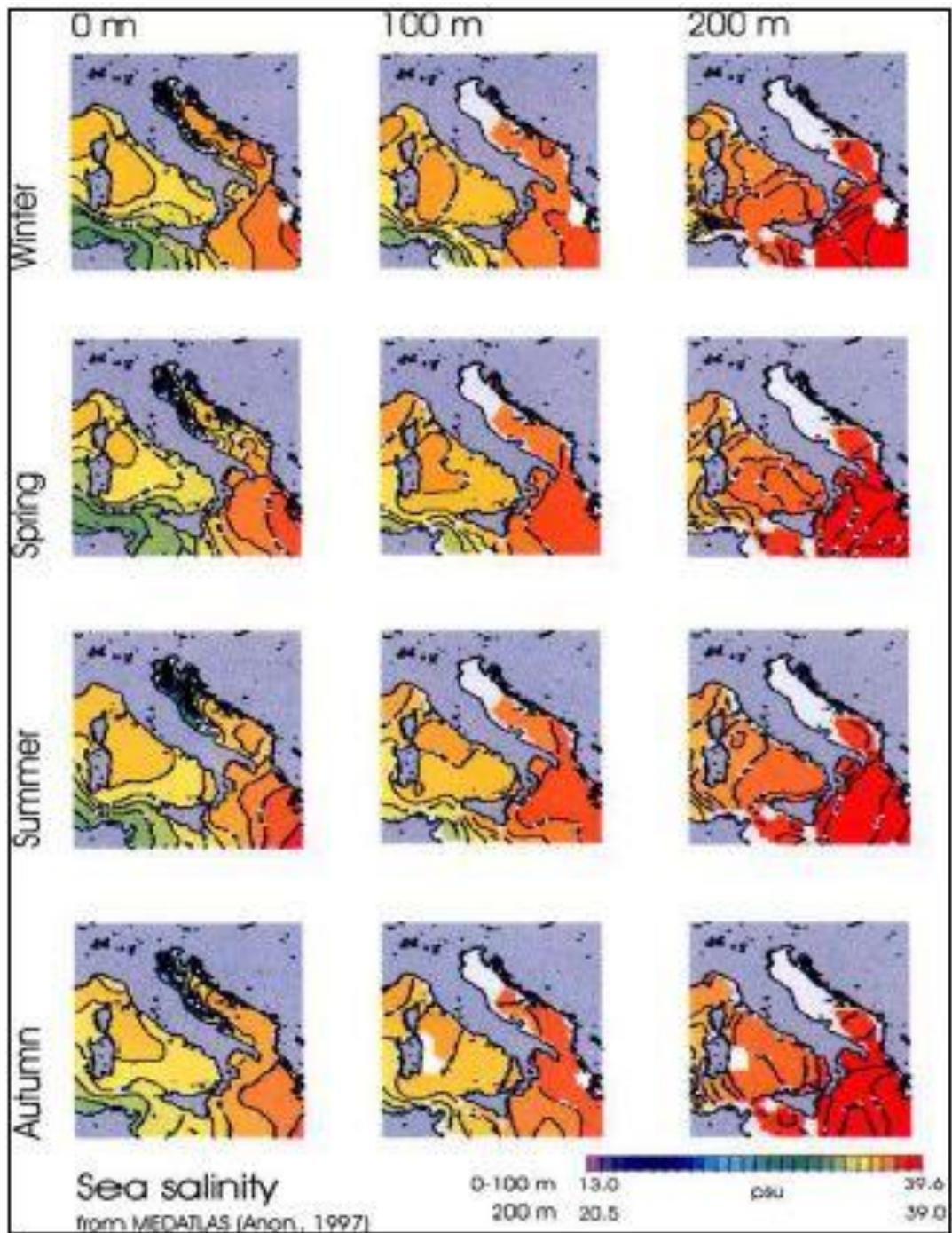


Figura 17 Distribuzione della salinità in superficie, a 100 m e a 200 m durante le quattro stagioni in Italia e Corsica

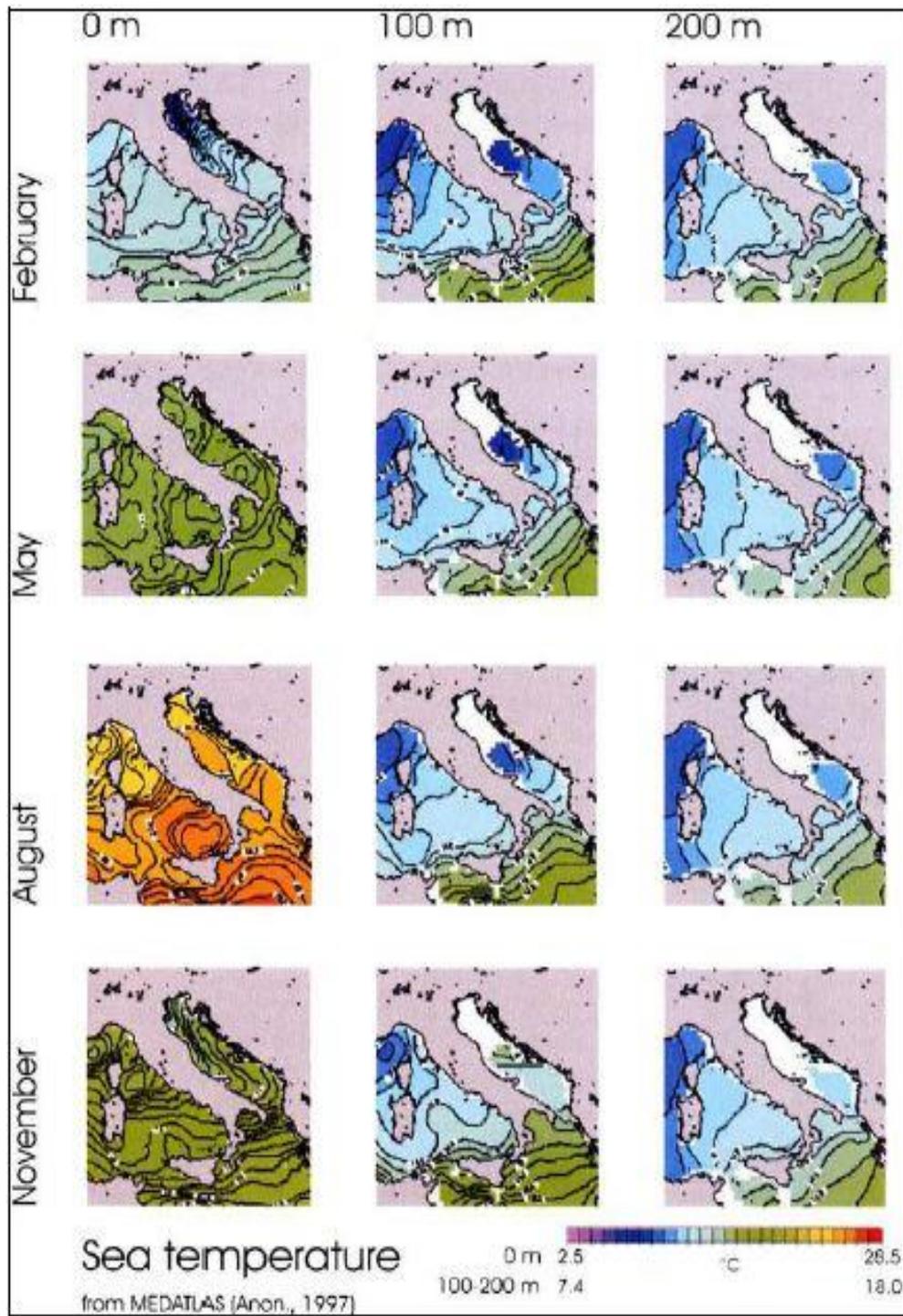


Figura 18 Distribuzione delle temperature del mare in superficie, a 100 m e a 200 m in quattro mesi

#### 11.4. Struttura trofica del Mar Adriatico e risorse demersali

Il Mare Adriatico riceve dall'apporto fluviale una grande quantità di nutrienti che determinano una produzione primaria notevole (Buljan, 1964). Ne consegue che questo mare rappresenta una delle aree più produttive del Mediterraneo riguardo la pesca.

In base alla quantità di fosfato e della profondità, si possono individuare quattro zone di produzione in Adriatico (Buljan, et al., 1976): la zona A (circa il 57%), di bassa produzione e relativamente oligotrofica, non è interessata da fattori di terra e risente dell'ingresso di acque di origine meridionale; la zona B (circa il 23%) è la zona di alta produzione, relativamente eutrofica, in cui si versano le acque ricche di nutrienti provenienti dal Po e dall'Adige; la zona C di moderata produzione, risente anch'essa dell'ingresso delle acque di origine meridionale e comprendono le acque costiere orientali, meno antropizzate ed industrializzate della costa italiana; infine la zona D, di alta produzione, include le aree in cui è maggiore l'effetto degli scarichi urbani (Ghirardelli, 1981).

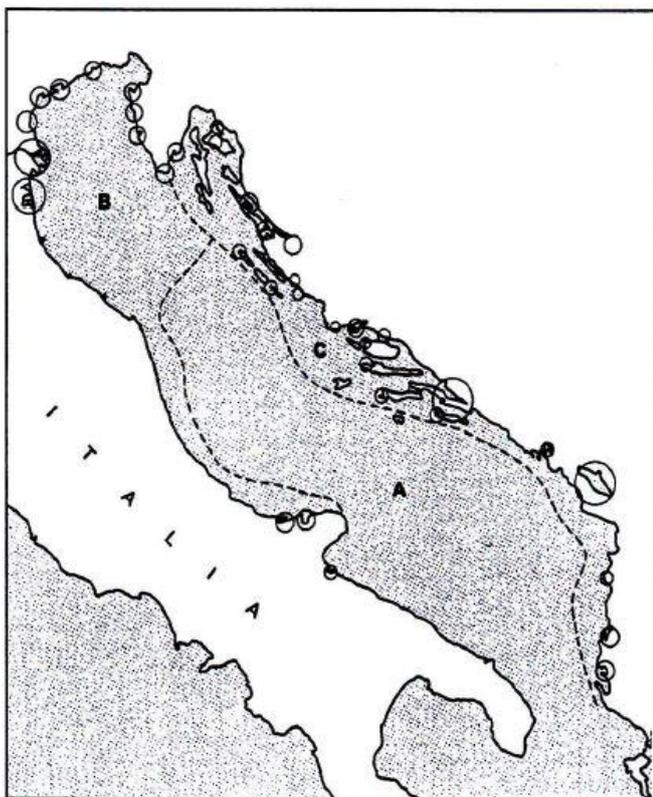


Figura 19 Distribuzione delle zone di produzione primaria nel Mar Adriatico. La zona D è rappresentata dai cerchietti

Secondo studi recenti la distribuzione spaziale delle specie demersali dovrebbe essere legata più al tipo di biocenosi che alla profondità, sebbene le biocenosi siano notevolmente influenzate sia dalla profondità che dal tipo di sedimento (Piccinetti, et al., 1994).

La distribuzione delle specie varia notevolmente: la maggior parte è distribuita in aree ristrette, pur migrando stagionalmente (Jardas, et al., 2008). Molte specie svolgono il loro ciclo biologico su tutto il bacino, organizzandosi un periodo di riproduzione in aree costiere o migrando verso il mare aperto in inverno dove permangono condizioni più favorevoli. Tuttavia negli ultimi decenni sono stati documentati diversi cambiamenti nella struttura delle comunità demersali, a causa dell'impatto della pesca principalmente, che ha determinato una diminuzione della biomassa soprattutto delle specie ad alto interesse commerciale (Coll, et al., 2009).

## 12. La pesca

Il mare risulta da sempre essere una delle fonti principali di risorse alimentari per l'uomo, che col tempo ha cercato di sfruttarla nel migliore dei modi. Negli ultimi cinquant'anni la tecnologia moderna è stata applicata ai metodi tradizionali di pesca ed ha portato ad un incremento notevole delle catture. Basti pensare che da 20 milioni di tonnellate registrate nel 1938 si è arrivati a pescare circa 70 milioni. Le principali attività di cattura a livello mondiale, usate soprattutto per le grandi attività commerciali sono certamente lo strascico e le reti derivanti, impiegate rispettivamente per le specie demersali e per quelle pelagiche.

Lo strascico fa parte del più vasto raggruppamento delle attività di pesca al traino, dove una rete esercita la sua attività di cattura mentre viene trainato strascicando sul fondo. In Italia esistono due attività di pesca a strascico: a divergenti ed a bocca fissa. Il primo presenta delle tavole (divergenti) disposte ad angolo in modo che quando la rete viene trascinata, esse vengono forzate dall'acqua verso l'esterno, tenendone aperta la bocca. Il secondo tipo invece, in cui la rete è tenuta aperta solamente da una barra orizzontale e presenta delle catene alla bocca che spingono il pescato (si parla in questo caso soprattutto di gamberi e pesci piatti) ad uscire dal sedimento (Bombace, et al., 2011).

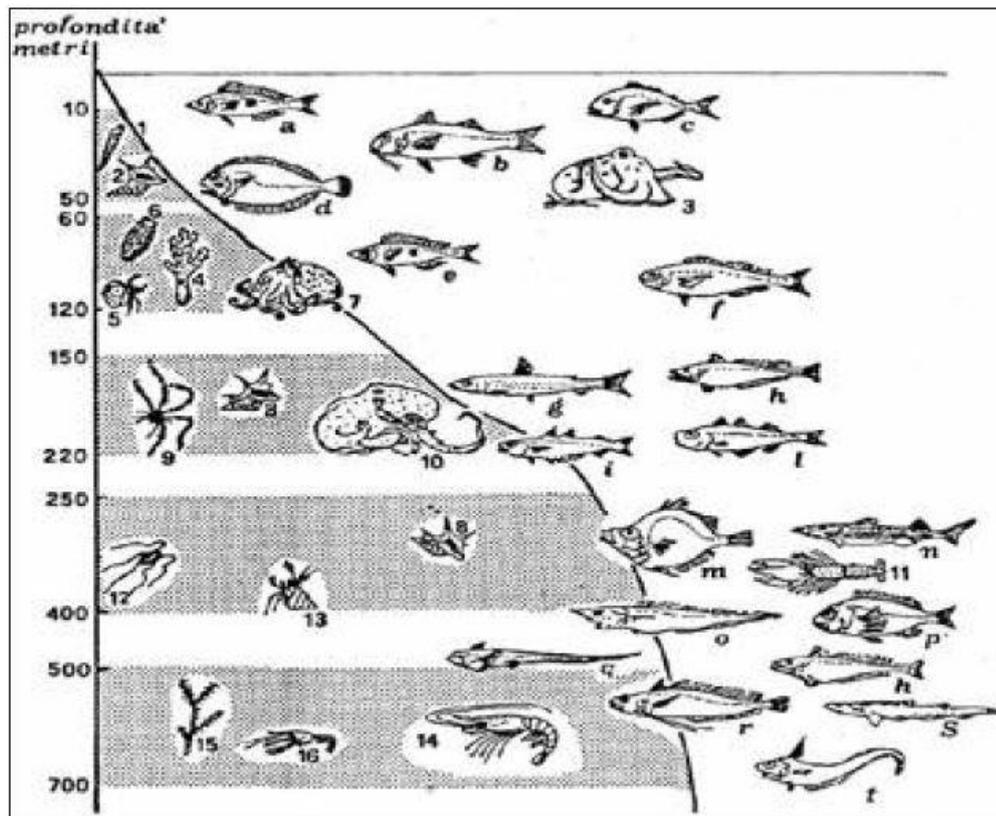


Figura 20 Distribuzione delle principali biocenosi di fondi molli e delle specie associate catturate con lo strascico

a) *Spicara flexuosa*; b) *Mullus barbatus*; c) *Pagellus erythrinus*; d) *Arnoglossus laterna*; e) *Spicara smaris*; f) *Boops boops*; g) *Argentina sphyraena*; h) *Merluccius merluccius*; i) *Micromesistius poutassou*; l) *Gadiculus argenteus*; m) *Capros aper*; n) *Etmopterus spinax*; o) *Coelorhynchus coelorhynchus*; p) *Helicolenus dactylopterus*; q) *Chimaera monstrosa*; r) *Phychis blennioides*; s) *Galeus melastomus*; t) *Nezumia aequalis*. 1) *Turritella communis*; 2) *Aporrhais pes-pelecani*; 3) *Eledone moschata*; 4) *Alcyonium palmatum*; 5) *Pagurus prideauxi* e *Adamsia palliata*; 6) *Aphrodite aculeata*; 7) *Eledone cirrhosa*; 8) *Aporrhais seresianus*; 9) *Leptometra phalangium*; 10) *Octopus salutii*; 11) *Nephrops norvegicus*; 12) *Ophiocten abyssicolum*; 13) *Pagurus alatus* (Fabricius); 14) *Aristeus antennatus*; 15) *Isidella elongata*; 16) *Calocaris macandreae*.

L'Adriatico è un mare particolarmente adatto alla pesca a strascico per le catture demersali grazie proprio alle basse profondità e i fondali mobili che lo caratterizzano. Come è già noto, la pesca demersale in Mediterraneo, e quindi anche in Adriatico, è una pesca multi specifica, e ciò che determina fluttuazioni nella biomassa delle specie è, più che lo sforzo di pesca, soprattutto il loro caratteristico ciclo vitale, colpendo maggiormente le specie a ciclo breve (Piccinetti, et al., 1994). Per questo motivo i risultati di maggior importanza in questo campo provengono da metodi di stima diretti come le campagne di ricerca di pesca a strascico.



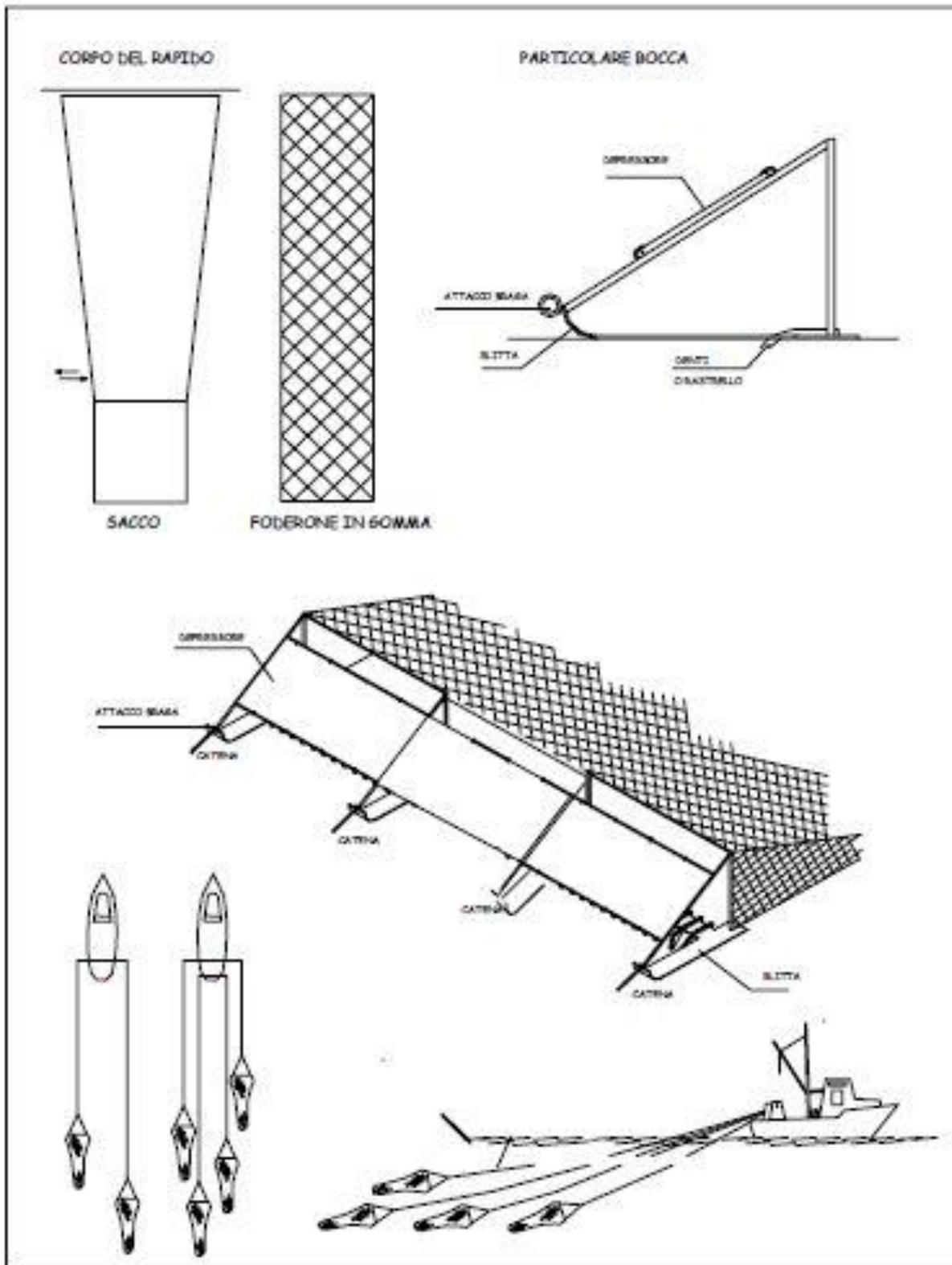


Figura 22 Rapido, un tipo di rete a strascico a bocca fissa (Ferretti, et al., 2002)

### 13. Tipologie di investigazione sull'Ecologia trofica

L'analisi dell'alimentazione di una determinata specie, più o meno importante economicamente, è da anni utilizzata per indagare sulle relazioni trofiche che esistono in natura e sfruttare queste conoscenze in materia di pesca.

Nel presente elaborato verrà trattato soprattutto la metodologia di analisi tramite dissezione degli stomaci e riconoscimento tassonomico delle prede attraverso corrispettive chiavi dicotomiche, ma sono disponibili altri metodi di analisi, invasivi e non: il metodo molecolare, che sfrutta le tecniche di amplificazione delle sequenze di DNA per riconoscere le prede indipendentemente dal loro grado di digestione; e quello chimico, che tiene conto dei rapporti isotopici (soprattutto  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) per stimare il loro livello trofico (Badalamenti, et al., 2002).

# Materiali e Metodi

## 1. La Campagna Medits (International bottom trawl survey in the Mediterranean Sea)

Il presente studio rappresenta una piccola frazione di un progetto internazionale, il programma Medits (Mediterranean International Trawl Survey), che ha lo scopo di standardizzare le metodologie di campionamento della pesca a strascico riguardanti specie demersali del Mar Mediterraneo. Questo progetto copre tutte le aree strascicabili della platea e della scarpata, da 10 a 800 metri di profondità, ideato per fornire informazioni di base sulle risorse demersali nel Mar Mediterraneo in termini di distribuzione e di struttura demografica delle popolazioni.

Il progetto nasce nel 1994 con soli quattro partecipanti (Spagna, Francia, Italia e Grecia) (Bertrand, et al., 2002), in seguito è stato allargato anche a Slovenia, Croazia, Malta, Cipro, Marocco, Albania e Montenegro. Attualmente ne partecipano undici nazioni.

Il Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano, sede dell'Università di Bologna, partecipa a questo progetto, utilizzando come imbarcazione il catamarano "Andrea" di 210 TSL, dotato di due motori diesel di 1350 hp di potenza ciascuno. La rete usata è uno strascico francese sperimentale, caratterizzata da una maggiore apertura verticale rispetto a quelle utilizzate dai pescatori ed una maglia del sacco di 20 mm (poco selettiva).

Rispettando le regole di campionamento imposte dal Protocollo Medits, vengono posizionate le cale secondo uno schema random stratificato in relazione alla profondità e all'interno di ciascuno strato. Il numero di cale in ogni strato è proporzionale alla superficie di questi strati. Gli strati vengono delimitati dalle seguenti profondità:

10 – 50 m
50 – 100 m
100 – 200 m
200 – 500 m
500 – 800 m

(Relini, et al., 2008).

Le cale sono state effettuate sempre di giorno e hanno avuto una durata di 30 minuti sui fondali inferiori a 200 metri e di 60 minuti sui fondali maggiori di 200 metri (Piccinetti, et al., 2012).

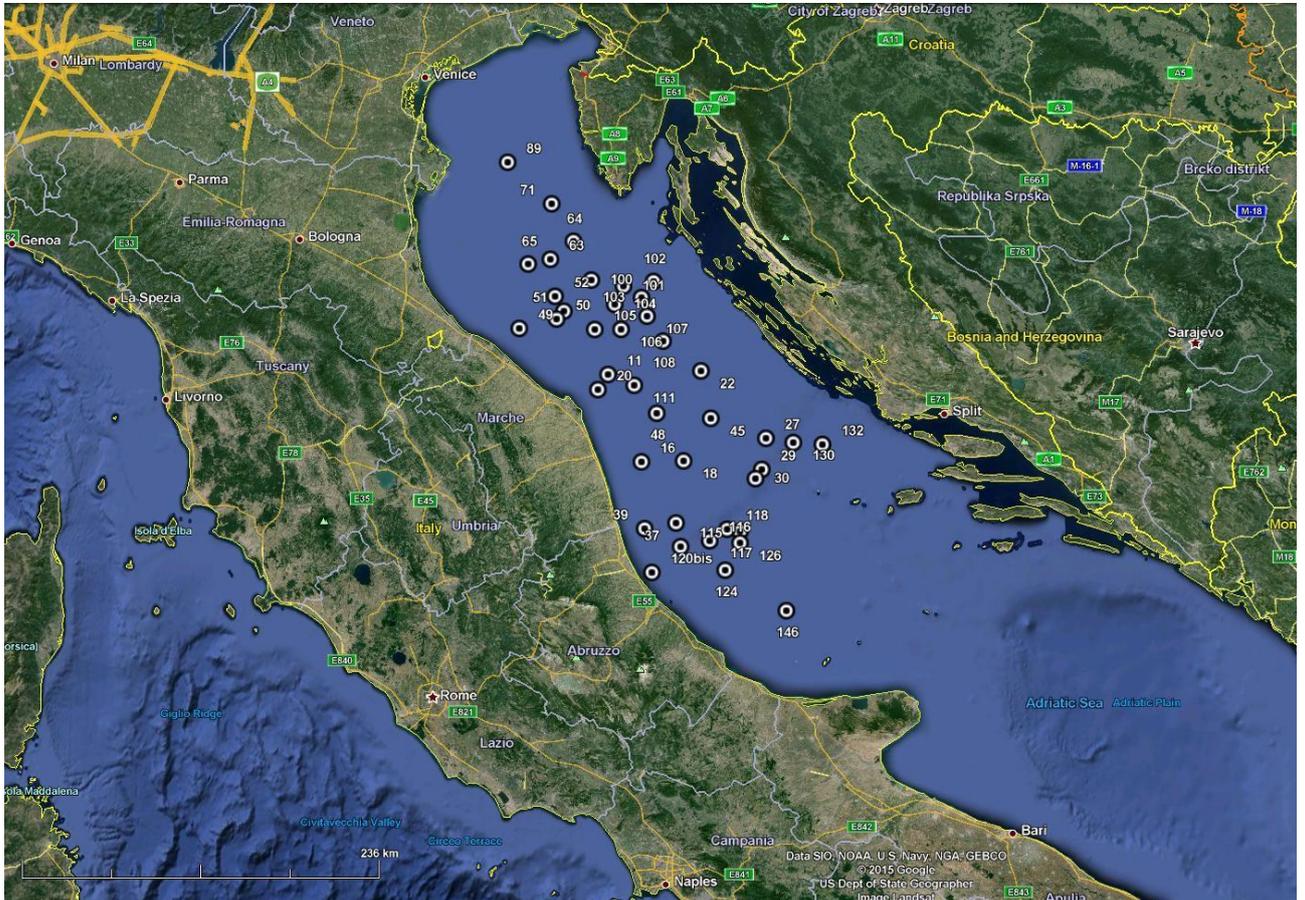


Figura 23 Mappa delle distribuzioni della cale in Alto-Medio Adriatico in cui sono stati effettuati i campionamenti

## 2. Analisi Biometriche

A bordo del peschereccio, già prima che venga destinato al laboratorio, il pescato complessivo è stato classificato e separato per specie, indicando il numero ed il peso totale di ciascuna specie in apposite schede. Sbarcato, è stato poi immediatamente refrigerato per prevenire la digestione ed analizzarlo successivamente in laboratorio, dove sono stati registrati i parametri biologici secondo le scale Medits di riferimento:

- Lunghezza totale (LT) = compresa dall'estremità del muso all'estremità opposta sino alla fine della pinna caudale.

- Lunghezza standard (LS) = distanza tra l'estremità del muso e la parte terminale del corpo escluso la pinna caudale.
- Peso corporeo (P.gr)
- Sesso
- Stadio di maturità sessuale

La lunghezza dei singoli individui è stata verificata con appositi ittiometri con precisione al millimetro mentre il peso tramite una bilancia elettronica ad un grado di precisione.

Il pesce classificato come specie bersaglio, veniva poi dissezionato per la determinazione del sesso e del grado di maturità sessuale, praticando un'incisione sul lato ventrale dell'apertura anale verso la testa, e servendosi della scala di maturità della campagna Medits 2014. Questo è stato valutato sulla base dell'analisi macroscopica delle gonadi dividendo femmine F, maschi M, indeterminati I e non determinabili ND.

### 3. Analisi Qualitativa

Sono stati prelevati, per il presente studio, un totale di 200 stomaci di nasello, facenti parte, in egual misura, di cinque classi di taglia (40 individui per classe di taglia):

Classe di taglia:
<150
150-199
200-249
250-299
<300

I campioni sono stati conservati in alcool al 96% e in freezer a -17°C, contrassegnando ad ogni stomaco il numero dell'esemplare, della stazione di provenienza e i loro corrispettivi dati biometrici. Successivamente, all'apertura di ciascun campione, si è passati alla analisi qualitativa del contenuto stomacale, cercando di identificare le prede nel livello tassonomico più basso possibile, dopo



Quando lo stato della digestione è risultato molto avanzato, le prede venivano classificate e raggruppate in livelli tassonomici superiori.

Infine, qualora sono stati incontrati otoliti, o è stato possibile prelevarli dalle prede difficilmente riconoscibili, è stato utilizzato, dopo un accurato lavaggio e pulitura di questi, un database di riconoscimento chiamato AFORO, che estrapola il contorno dell'otolite da una foto con sfondo nero per arrivare alla specie.

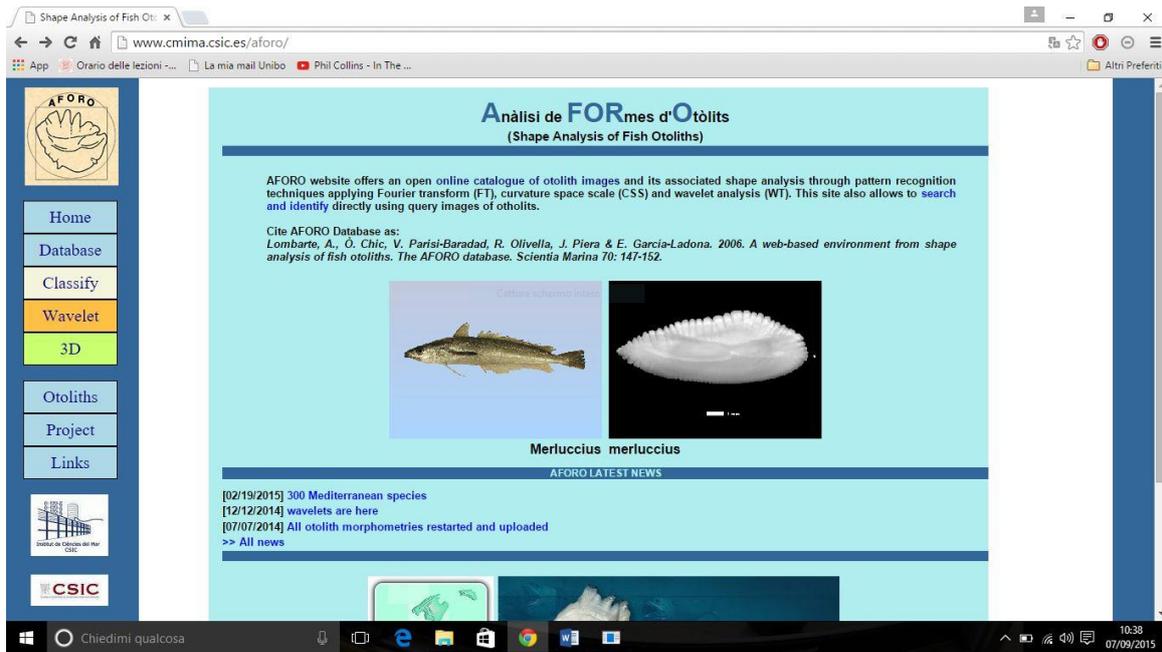


Figura 25 Prima pagina del database AFORO (<http://www.cmima.csic.es/aforo/>)

#### 4. Analisi Quantitativa

Per l'analisi quantitativa dei dati sono stati considerati alcuni dei principali indici maggiormente utilizzati.

##### Percentuale di Vacuità:

$N^{\circ}$  stomaci vuoti/ $n^{\circ}$  totale di stomaci x 100;

##### Frequenza di Occorrenza (%F) di prede:

Percentuale di stomaci che contengono una determinata preda, cioè numero di stomaci in cui appare un determinato gruppo tassonomico diviso per il numero totale di stomaci esaminati non vuoti.

Percentuale Numerica di Abbondanza di prede (%N):

Percentuale del numero di prede di un determinato gruppo tassonomico rispetto al numero complessivo di prede. Si presenta come metodo relativamente semplice e veloce, e di solito è quello più appropriato, soprattutto quando si tratta di prede di grandezza piuttosto simile. È molto difficile però avere queste condizioni in quanto, per effetto dei processi digestivi e della masticazione, sono più i casi in cui non è possibile riconoscere le singole prede e stabilire il numero di individui. Inoltre non viene considerata la taglia degli individui.

Percentuale in Peso di prede (%W):

Percentuale in peso di prede di un determinato gruppo tassonomico rispetto al peso totale di tutte le prede;

Indice di Importanza Relativa IRI (Pinkas, et al., 1971):

$$IRI = O(N + W)$$

L'indice IRI è un indice molto usato per la determinazione delle prede importanti (Olaso, et al., 1991).

L'importanza relativa nella dieta di ogni campione di preda è stata espressa secondo tre indici: quello numerico, quello gravimetrico e quello di occorrenza.

Indice di Importanza Relativa percentuale %IRI (Hacunda, 1981):

$$\%IRI = \frac{IRI}{\sum IRI} * 100$$

Indice di Abbondanza Specifica di Prede PSA (Amundsen, et al., 1996):

Percentuale di un taxon di prede rispetto a tutte le prede nei soli predatori nei quali occorre quella preda. E' espresso come:

$$Pi = \left( \frac{\sum Si}{\sum Sti} \right) * 100$$

Dove per  $\sum Si$  si intende la sommatoria dei contenuti stomacali (in numero in questo caso) dell'i-esimo gruppo.

E  $\sum Sti$  la sommatoria dei contenuti stomacali di tutti i gruppi negli individui che hanno mangiato esclusivamente quella determinata preda. Funge da fattore di correzione del peso.

I diversi valori dell'indice poi vengono rapportati ai valori rispettivi di frequenza di occorrenza sviluppando un grafico interpretabile con il metodo di (Costello, 1990) e successivamente modificato da Amundsen.

#### Curva di accumulazione SAC (Chiarucci, et al., 2008):

È stata calcolata la curva di accumulazione, attraverso il software R 3.2.2 (R Core Team, 2015), per comparare la diversità dei dati.

La curva esprime il numero di individui campionati in relazione al numero di specie predate. Adoperando un numero di 100 permutazioni, plottate al 95%, il software R si è servito del metodo "Esatto", attraverso il pacchetto Vegan (Oksanen, et al., 2015).

#### Indice di Levin (Krebs, 1989):

Indica il grado di specializzazione della dieta, può essere inteso come il reciproco dell'indice di Simpson, ed è espresso come:

$$B_i = [(\sum_j p_{ij}^2)^{-1}](n - 1)^{-1}$$

Dove  $B_i$  è l'indice standardizzato di Levin per il predatore  $i$ ,  $p_{ij}$  è la proporzione della dieta del predatore  $i$  composta dalla preda  $j$ , mentre  $n$  si riferisce al numero di prede. Assume valori che vanno da 0 a 1: valori bassi indicano una dieta dominata da poche prede (predatore specializzato), alti valori invece indicano una dieta generica (Krebs, 1989).

#### Indice Trofico (Pauly, et al., 2000)

È stato calcolato l'indice trofico relativo all'insieme dei campioni totali e ad ogni classe di taglia di naselli già considerata. Questi valori, ed i rispettivi errori standard, sono stati rinvenuti attraverso l'immissione dei dati nel software TrophLab2000 (reperibile da FishBase.org), che considera, nel proprio dataset, la formula relativa al calcolo del livello trofico delle specie:

$$TROPH_i = 1 + \sum_{j=1}^G DC_{ij} * TROPH_j$$

Dove  $TROPH_j$  è il livello trofico frazionale della preda ( $j$ ),  $DC_{ij}$  è la proporzione della preda ( $j$ ) nella dieta del predatore ( $i$ ) e  $G$  è il numero totale di specie di prede.

L'indice può assumere diversi valori, da 2.0 per gli erbivori/detritivori, a 5.0 per organismi carnivori (Stergiou, et al., 2002).

## 5. Analisi Molecolari

I campioni a disposizione sono stati contemporaneamente sottoposti ad un'accurata analisi molecolare dalla Dottoressa Giulia Riccioni, ricercatrice del Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano, con lo scopo di verificare l'efficienza della metodologia, individuando i relativi vantaggi ed i possibili limiti. La tecnica molecolare è stata messa a punto grazie alla collaborazione scientifica stipulata tra l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale di Trieste e l'Università di Bologna.

È stata utilizzato un approccio NGS (Next Generation Sequencing) basato sull'amplificazione della Citocromo Ossidasi I (COI). Tramite PCR è stato amplificato il contenuto degli stomaci e le sequenze derivate sono state interpretate con l'utilizzo di strumenti bioinformatici (database Genbank, Bold System), per l'assegnazione tassonomica.

In seguito sono state confrontate le sequenze acquisite dall'analisi molecolare con i dati derivanti dalla metodologia morfologica, verificando l'attendibilità del marcatore in caso di discordanze.

## 6. Elaborazione dati

I dati acquisiti sono stati elaborati tramite la realizzazione di tabelle e grafici con Excel 2013.

# Risultati

Dai dati rinvenuti sulla taglia dei naselli e la profondità al quale sono stati prelevati, è possibile osservare che la maggior parte degli individui sono stati pescati a profondità minori di 150/200 m. Questi possedevano lunghezze variabili, ma mai superavano i 450 mm, mentre individui di taglia maggiore sono stati prelevati a profondità maggiori.

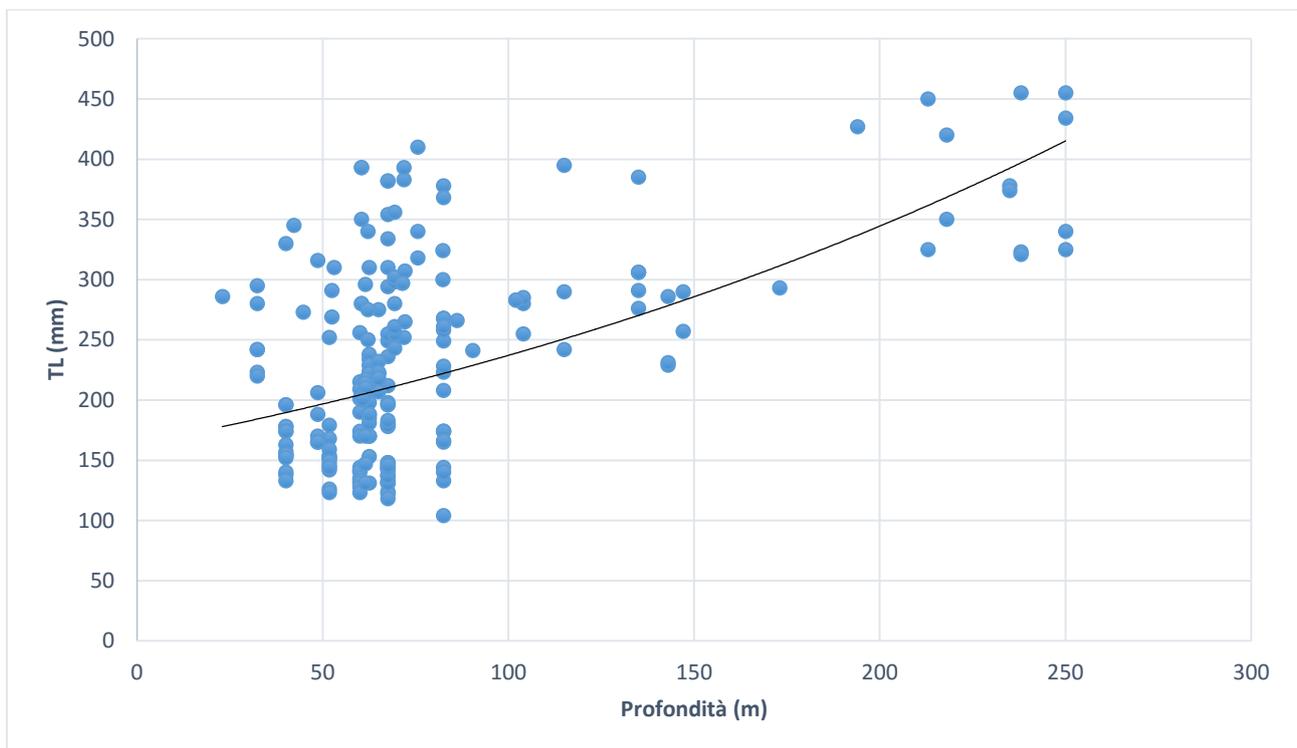


Figura 26 Distribuzione degli individui con la profondità

L'analisi biometrica del nasello ha riscontrato che la distribuzione varia in relazione al sesso e alla classe di taglia, come si evince dal grafico (fig. 27). Gli individui minori di 200mm sono stati classificati anche come Indeterminati e Non determinabili, evidenziando questo come limite di taglia oltre il quale tutti gli individui sono sessualmente differenziati e in maturazione gonadica. In sommi capi gli esemplari di sesso femminile risultano sicuramente di taglia maggiore rispetto ai maschi, arrivando a rappresentare il 100% dei campioni analizzati superiori ai 300 mm.

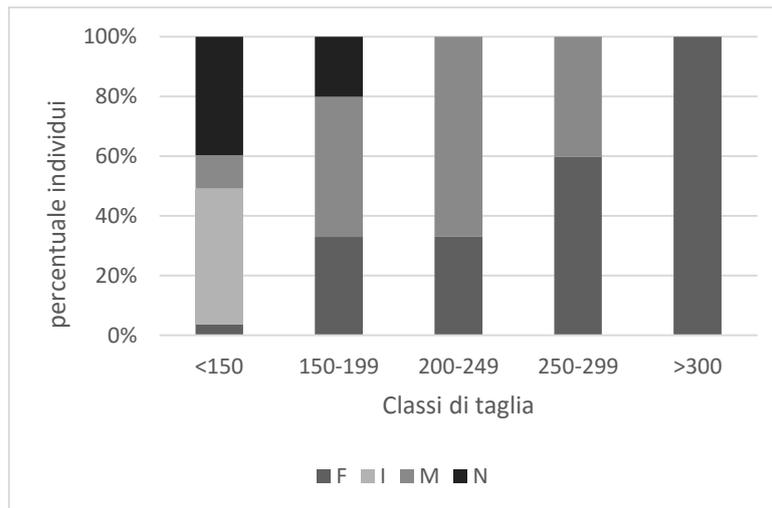


Figura 27 Sesso in relazione alle classi di taglia dei predatori esaminati

## 1. Analisi Qualitativa

Il nasello è noto per essere un ottimo predatore, deducibile anche per il suo forte apparato boccale e dalle grandi dimensioni delle prede che possono ingerire, come si evince da alcune prede rinvenute nei campioni esaminati (ad esempio *M. potassou* di peso 28,5765g).

Nella tabella 3 viene riportata la lista dei taxa riconoscibili nel contenuto stomacale dei *Merluccius merluccius* preferiti per l'analisi.

Tabella 3 Taxa delle prede rinvenute

Phylum	Ordine	Famiglia	Genere	Specie
<b>Arthropoda</b>	Stomatopoda	Squillaeidae	<i>Rissoides</i>	<i>desmaresti</i>
	Decapoda	Solenoceridae	<i>Solenocera</i>	<i>membranacea</i>
	Decapoda	Penaeidae	<i>Penaeus</i>	sp.
	Decapoda	Palaemonidae	<i>Palaemon</i>	sp.
	Decapoda	Alpheidae	<i>Alpheus</i>	<i>glaber</i>
	Decapoda	Alpheidae	<i>Alpheus</i>	<i>rapacida</i>
	Decapoda	Processidae	<i>Processa</i>	<i>caniculata</i>
	Decapoda	Processidae	<i>Processa</i>	sp.
<b>Chordata</b>	Gadiformes	Gadidae	<i>Micromesistius</i>	<i>potassou</i>
	Perciformes	Carangidae	<i>Trachurus</i>	<i>trachurus</i>
	Perciformes	Sparidae	<i>Pagellus</i>	sp.
	Perciformes	Gobiidae	<i>Gobius</i>	<i>niger</i>
	Perciformes	Gobiidae	<i>Lesuerigobius</i>	<i>friesii</i>
	Pleuronectiformes	Citharidae	<i>Citharus</i>	<i>linguatula</i>
	Clupeiformes	Engraulidae	<i>Engraulis</i>	<i>Encrasicolus</i>
<b>Mollusca</b>	Teuthida	Loliginidae	<i>Allotheutis</i>	sp.
	Cephalopoda			
	Bivalvia			

La loro dieta è risultata composta principalmente da crostacei e teleostei, oltre che molluschi e policheti, che possono essere considerati più come prede accidentali, confermando il comportamento bentopelagico delle specie.

Sicuramente la fase di apertura dei campioni e il calcolo dell'indice di vacuità hanno evidenziato che circa la metà degli stomaci analizzati erano vuoti o poco riempiti (52% con coefficiente stomacale A), mentre un numero sempre più ristretto dei campioni presentava un riempimento stomacale maggiore, con prede più meno digerite e più facilmente riconoscibili (fig. 28).

Solitamente l'indice di vacuità è strettamente dipendente da due fattori principali:

- Un ipotetico rigurgito dovuto a variazione di pressione durante la risalita rapida dal fondo alla superficie con conseguente aumento di volume della vescica natatoria ed estroflessione dello stomaco (stress barico)
- Un alto tasso di digestione

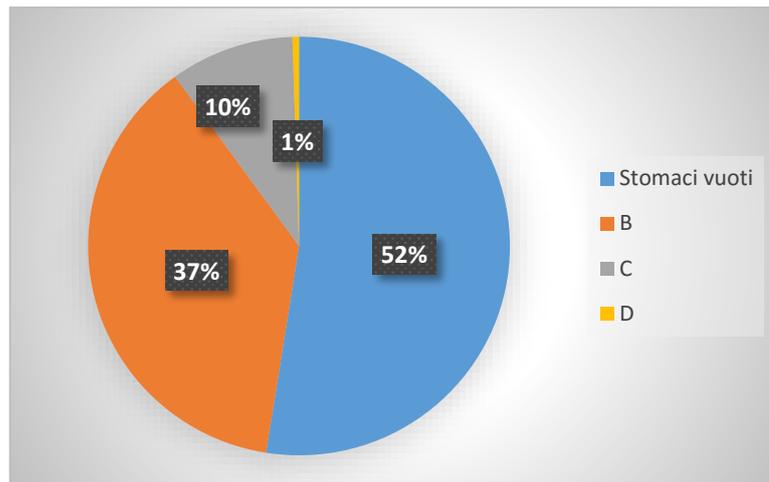


Figura 28 Numero di individui per coefficiente stomacale

Gli istogrammi in figura 29, 30 e 31, mostrano il grado di riempimento degli stomaci in relazione ad alcune variabili significative, come profondità, sesso e taglia del predatore.

È evidente che l'indice di vacuità ha un andamento crescente con la profondità in cui sono stati prelevati gli individui.

In base al sesso dei predatori, si evince che il coefficiente stomacale A (stomaci vuoti) è prioritario per gli individui indeterminati, sessualmente ancora immaturi, mentre, con il raggiungimento della maturità sessuale, questi avranno un'attività alimentare maggiore, indipendentemente dal sesso.

Riguardo ai valori ottenuti in base alla taglia del predatore, il grafico potrebbe indicare che da una certa classe di taglia (200-249 mm) in poi si incontrano individui con stomaci sempre più pieni.

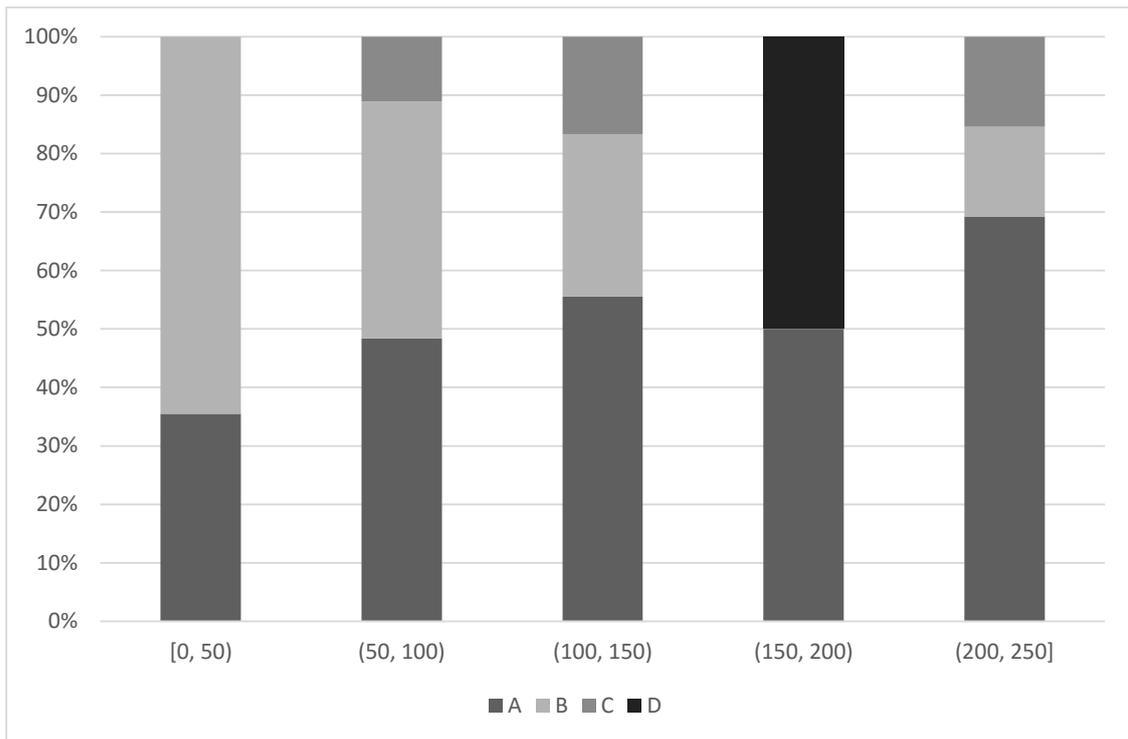


Figura 29 Grado di riempimento in base alla profondità

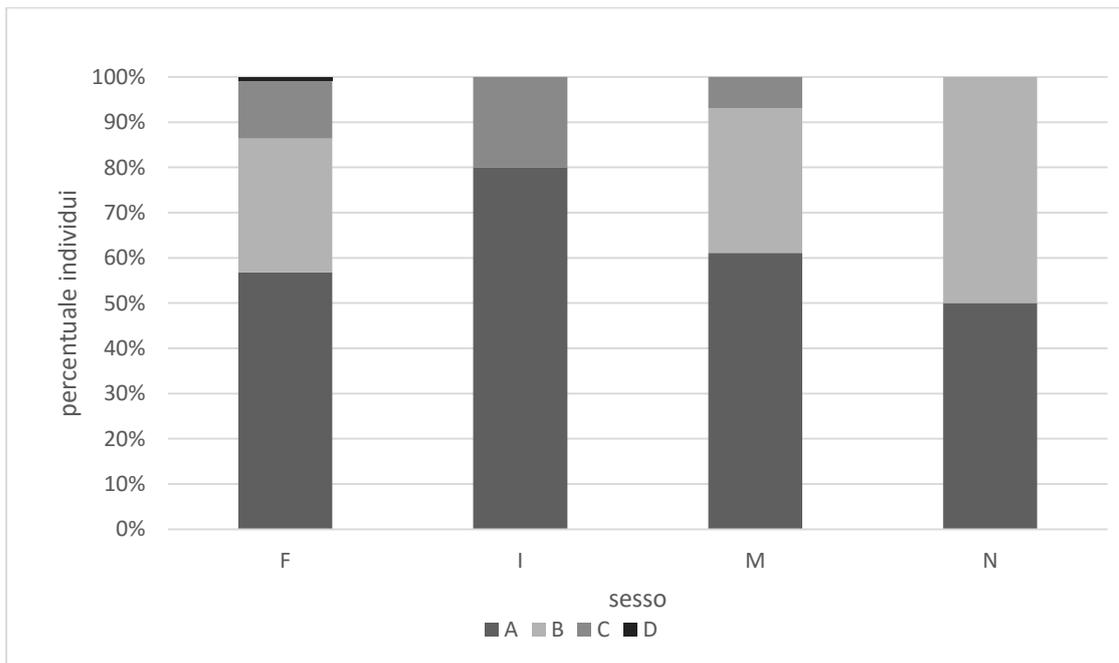


Figura 30 Grado di riempimento in relazione al sesso del predatore

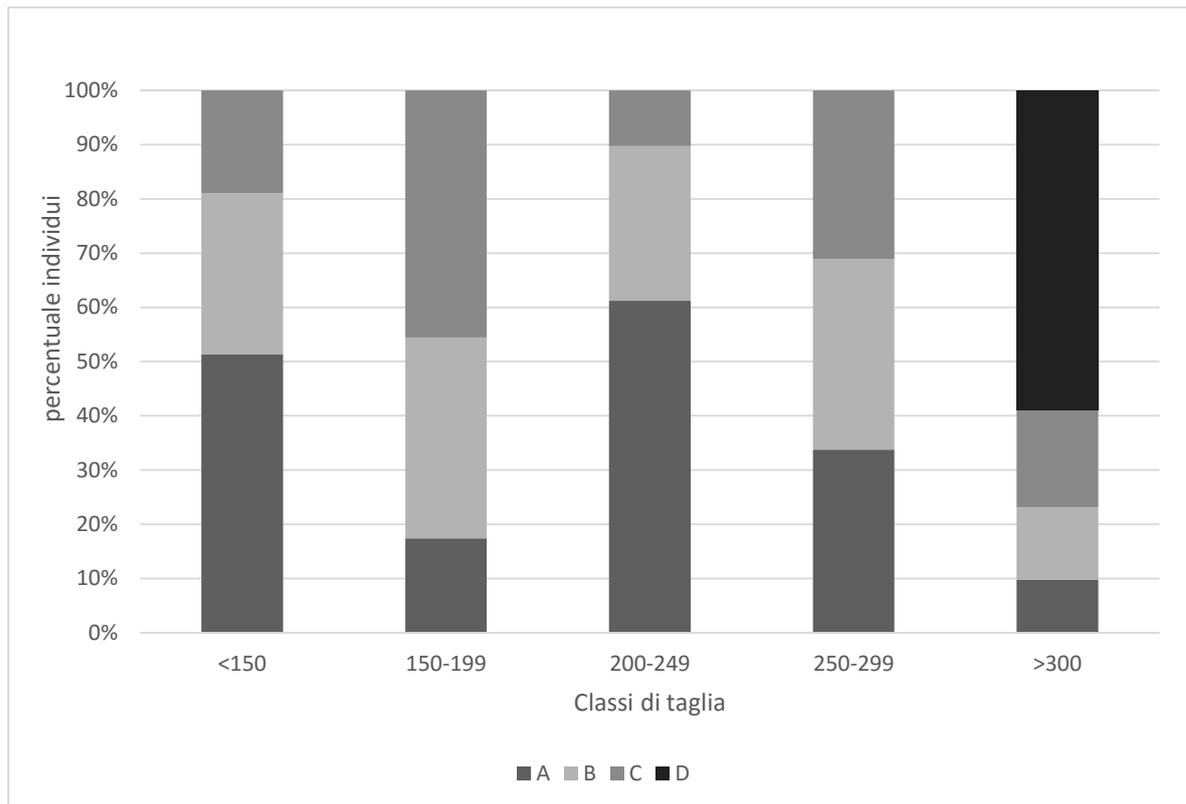


Figura 31 Grado di riempimento in relazione alle classi di taglia del predatore

## 2. Analisi Quantitativa

L'analisi qualitativa ha permesso l'identificazione di 21 specie, appartenenti a 4 categorie sistematiche principali (tab. 4 e 5). L'analisi quantitativa evidenzia che l'alimento preferito da tutte le taglie è costituito da crostacei (65.66% in numero e 42.99% in peso) e teleostei (31.93% in numero e 53.91% in peso), mentre molluschi ed anellidi costituiscono prede accessorie (2% in numero e 2.3% in peso per i primi e 0.6% in numero e 0.7% in peso dei secondi).

Tabella 4 Principali classi di prede e relativi indici di abbondanza

	%N	%W	%F	IRI	IRIp	PSA
<b>Annelida</b>	0,60	0,75	0,89	1,21	0,01	6,3
<b>Arthropoda</b>	65,66	42,99	50,00	5432,52	57,61	90,1
<b>Chordata</b>	31,93	53,91	46,43	3985,31	42,26	77,9
<b>Mollusca</b>	1,81	2,35	2,68	11,13	0,12	42,9

Tabella 5 Specie di prede riconosciute e rispettivi indici di abbondanza

	%N	%W	%F	IRI	IRIp	PSA
<i>Allotheutis sp.</i>	0,60	0,84	0,89	1,29	0,05	100,0
<i>Alpheus glaber</i>	9,04	9,17	10,71	195,02	7,33	37,5
<i>Alpheus rapacida</i>	1,20	1,54	1,79	4,89	0,18	66,7
<b>Bivalve</b>	0,60	0,75	0,89	1,21	0,05	33,3
<b>Cephalopoda</b>	0,60	0,75	0,89	1,21	0,05	33,3
<i>Citharus linguatula</i>	0,60	0,87	0,89	1,32	0,05	50,0
<b>Decapoda</b>	25,30	17,46	20,54	878,06	33,02	80,8
<i>Engraulis encrasicolus</i>	10,24	16,36	14,29	379,95	14,29	73,9
<i>Gobius niger</i>	1,81	2,32	2,68	11,05	0,42	100,0
<i>Lesueurigobius friesii</i>	1,20	1,51	1,79	4,85	0,18	100,0
<i>Micromesistius poutassou</i>	1,20	6,81	1,79	14,31	0,54	100,0
<i>Pagellus sp.</i>	0,60	2,57	0,89	2,83	0,11	100,0
<i>Palaemon sp.</i>	1,81	2,30	2,68	11,00	0,41	75,0
<i>Penaeus sp.</i>	1,81	1,51	1,79	5,93	0,22	100,0
<b>Polichete sedentario</b>	0,60	0,75	0,89	1,21	0,05	6,3
<i>Processa caniculata</i>	1,20	0,82	0,89	1,81	0,07	100,0
<i>Processa sp.</i>	23,49	7,77	8,93	279,12	10,50	90,7
<i>Rissoides desmaresti</i>	0,60	0,78	0,89	1,24	0,05	100,0
<i>Solenocera membranacea</i>	1,20	1,64	1,79	5,08	0,19	66,7
<b>Teleostea</b>	15,66	21,19	23,21	855,52	32,17	72,2
<i>Trachurus trachurus</i>	0,60	2,28	0,89	2,58	0,10	100,0

L'indice numerico, utilizzato per determinare il numero di prede rinvenute negli stomaci, mostra che: in relazione alla valutazione globale dei dati, prevalgono i decapodi (25.30%), *Processa sp.* (23.49%) seguita da *Alpheus glaber* (9.04%) per gli artropodi, ed *Engraulis encrasicolus* (10.24%), oltre a teleostei indefiniti (15.66%) per i cordati.

L'analisi delle percentuali in peso, d'altro lato, indica che il peso prevalente è dato dai teleostei (21.19%), *Engraulis encrasicolus* (16.36%) e *Micromesistius potassou* (6.81%), ma anche decapodi (17.46%) e *Alpheus glaber* (9.17%).

In figura 32 è rappresentata la situazione complessiva del numero di prede in base alla categoria di cibo ingerito, evidenziando un valore più alto in numero per gli artropodi, seguiti dai cordati.

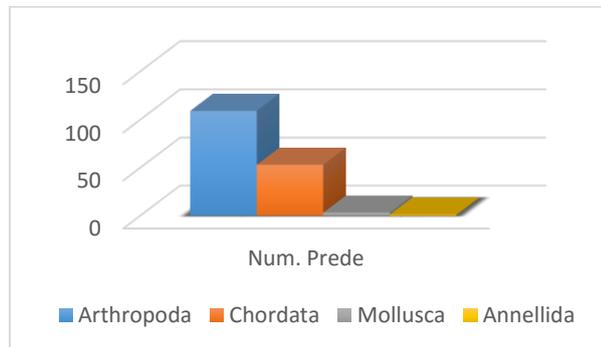


Figura 32 Numero di prede riscontrate

Il sesso può essere un fattore determinante riguardo la dieta degli individui: dalla figura 33 è visibile una preferenza sostanziale da parte dei maschi di artropodi rispetto ai cordati, caratteristica che invece non risulta significativa per le femmine. La maggior parte dei giovani, d'altro lato, esprimono una tendenza a cibarsi principalmente di artropodi.

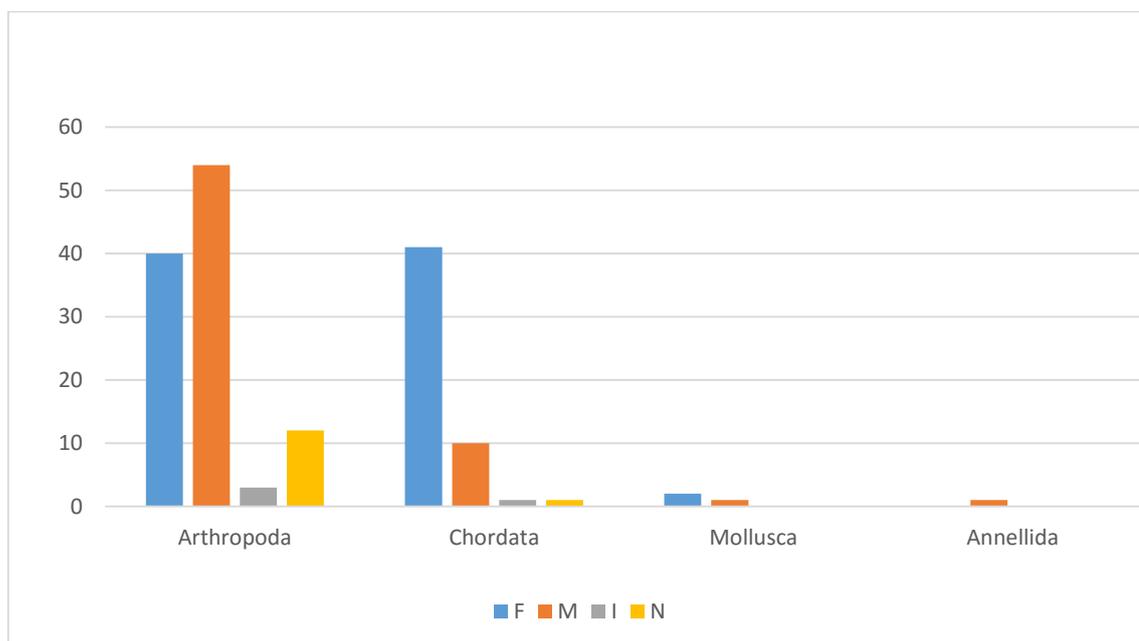


Figura 33 Numero di prede riscontrate in relazione al sesso del predatore

La variazione della dieta è risultata essere anche una funzione della lunghezza del predatore, sottolineando il passaggio di alimentazione con la crescita dell'individuo, da una preferenza di crostacei (<150 mm) ad una predilezione per i teleostei da parte di esemplari più grandi (fig. 34).

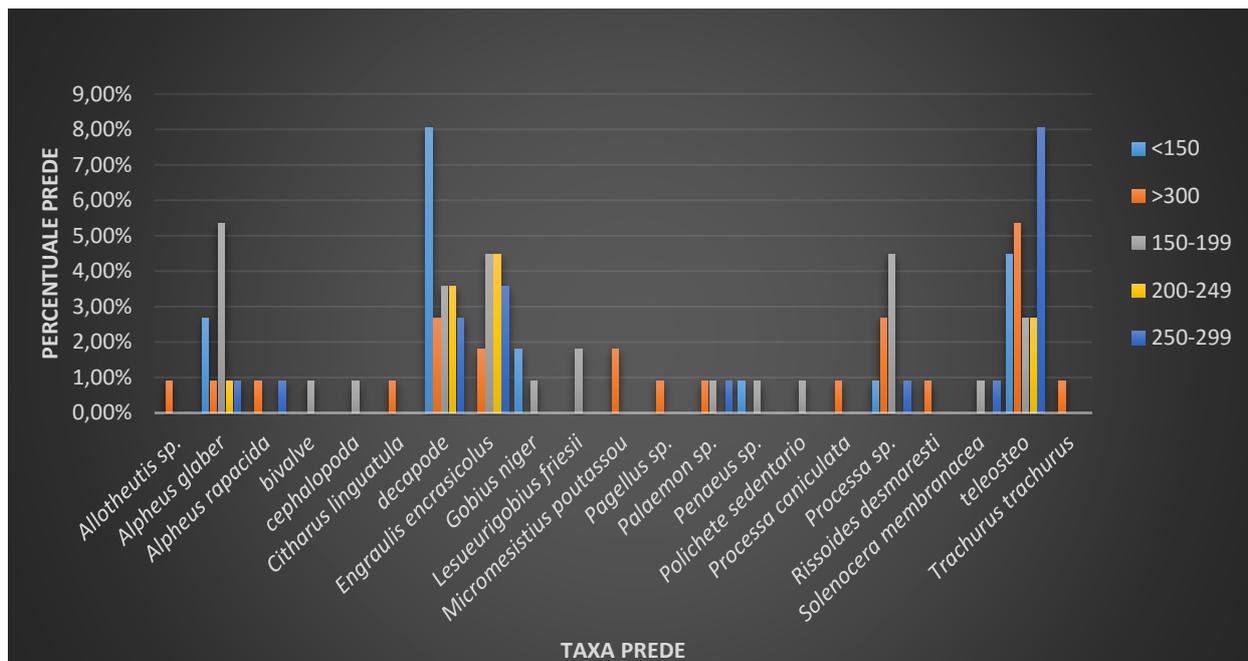


Figura 34 Numero di prede in relazione alla taglia del predatore

## 2.1. Strategia alimentare

E' stata analizzata la "strategia alimentare" della specie considerando i dati ottenuti con l'indice IRI tramite PSA, allo scopo di esaminare il loro grado di biodiversità. Il grafico che ne deriva viene facilmente interpretato grazie allo studio effettuato da Costello e rivisitato da Amundsen.

La distribuzione dei punti lungo le diagonali e gli assi del diagramma da essi fornito danno informazioni riguardo l'importanza delle prede e la loro strategia di alimentazione. La percentuale di abbondanza, crescendo lungo la diagonale dal basso a sinistra all'alto a destra, misura l'importanza della preda, indicando in alto le prede dominanti, mentre prede rare o non importanti in basso. Va sottolineato che l'importanza delle prede non è rappresentato da un lineare incremento lungo la diagonale ma come una funzione dell'abbondanza specifica delle prede e la frequenza di occorrenza.

L'asse verticale rappresenta la strategia di alimentazione del predatore in termini di specializzazione o generalizzazione. Il predatore risulta specializzato nel cacciare le specie che sono posizionate nella parte superiore del grafico, mentre quelle collocate in basso indicano prede occasionali. In particolare una preda collocata in alto a sinistra del diagramma può indicare una

specializzazione dei predatori individuali, mentre posizionata in alto a destra dello stesso, rappresenta una specializzazione della popolazione di predatori. Osservazioni localizzate in alto a destra del diagramma (specializzazione della popolazione), devono necessariamente essere ristretti a uno o pochi punti, riflettendo una popolazione di predatori con una ristretta ampiezza di nicchia.

I punti posizionati in alto a sinistra o in basso a destra rappresentano prede che danno ugual contributo alla dieta della popolazione, ma specificano strategie differenti di alimentazione riguardante il singolo predatore. Prede con alta abbondanza specifica e bassa frequenza di occorrenza saranno state consumate da pochi individui specializzati, mentre prede con bassa abbondanza specifica ed alta frequenza di occorrenza saranno stati mangiati occasionalmente dalla maggior parte degli individui (Amundsen, et al., 1996).

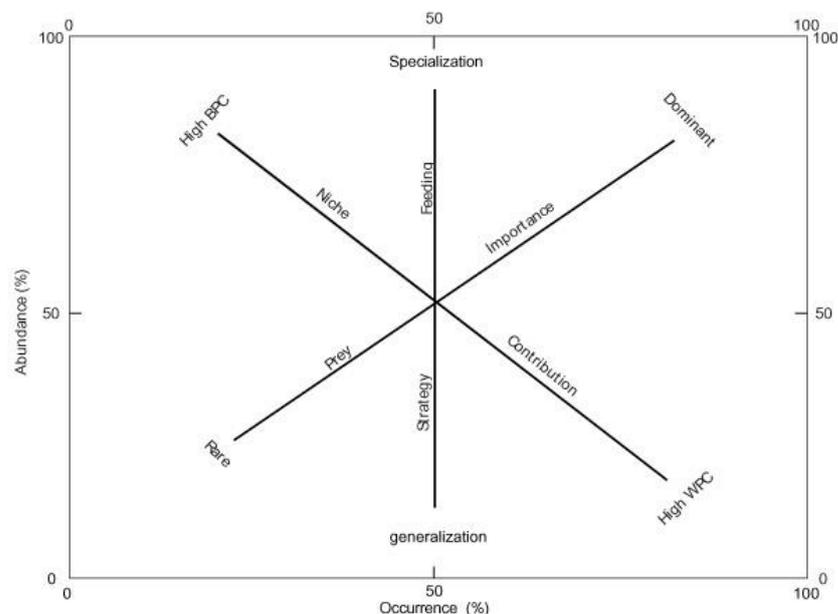


Figura 35 Rappresentazione schematica delle strategie di alimentazione proposto da Costello (1990) e modificato da Amundsen et al. (1996)

Queste differenze di strategia di alimentazione sono relazionate ai contributi fenotipici dentro e tra le specie all'ampiezza di nicchia. In questo caso, dove la maggior parte dei punti si concentra in alto a sinistra, c'è un'alta componente fenotipica tra le specie, che sta ad indicare differenti individui specializzati in differenti tipi di risorse simultaneamente (Giller, 1984).

Dal diagramma (fig.36) si evince che i naselli presi in considerazione nello studio erano sicuramente ghiotti di teleostei e decapodi, preferendo nella loro dieta maggiormente *E. encrasicolus*, *A. glaber* e *Processa sp.*

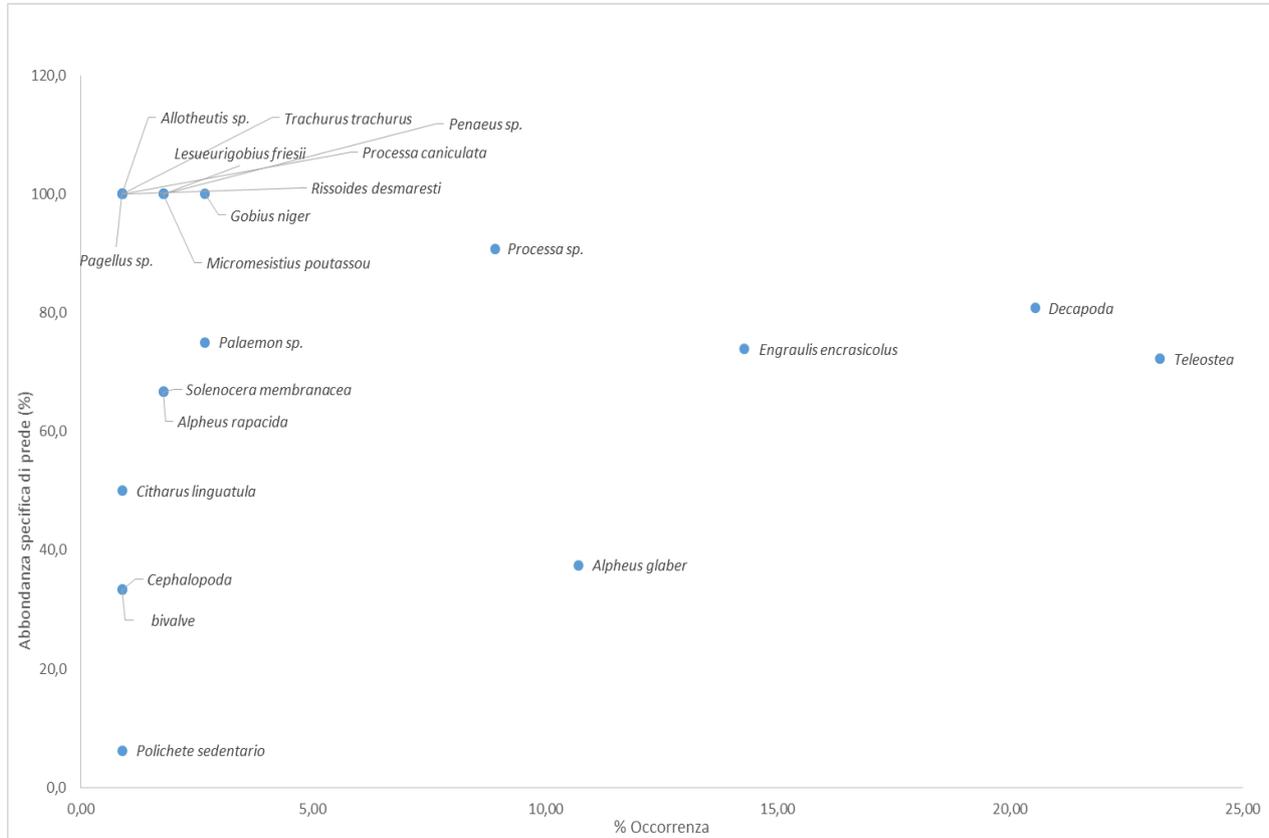


Figura 36 L'importanza delle prede nella dieta di *Merluccius merluccius* e strategie alimentari come determinato dall'analisi di Costello

## 2.2. Curva di accumulazione

La curva di accumulazione definisce l'importanza del numero di campioni da utilizzare per avere una visione completa dello studio. Essa assume un andamento crescente che non raggiunge l'asintoto, suggerendo la necessità di un numero nettamente maggiore di campioni per un'analisi completa dell'alimentazione di questa specie (fig. 37).

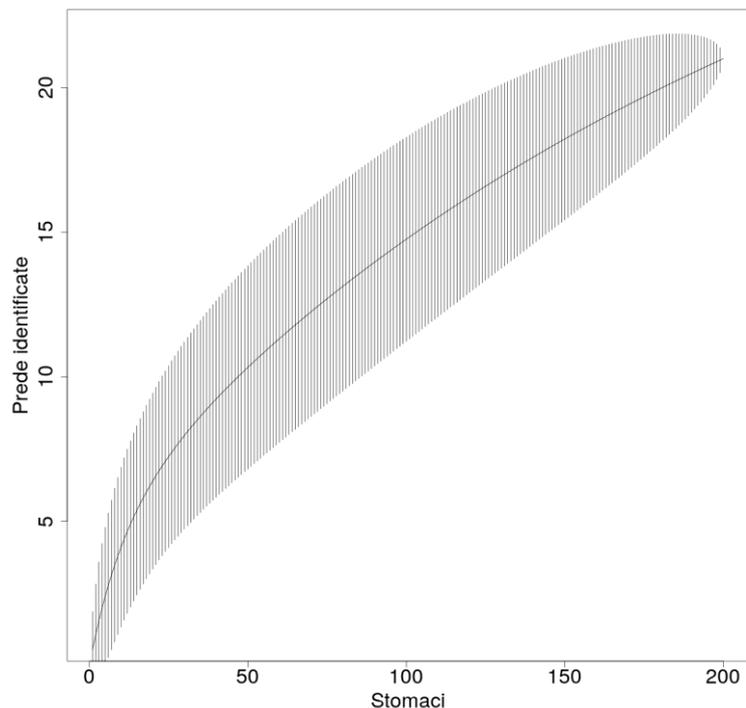


Figura 37 Curva di accumulazione. Le righe definiscono le permutazioni dei singoli campioni.

### 2.3. Indice di Levin

Il valore ottenuto dell'Indice di Levin ( $B_i = 0.3$ ) conferma il ruolo di predatore specializzato del nasello, già rinvenuto nei precedenti indici.

### 2.4. Indice Trofico

I valori di indice trofico e i rispettivi errori standard (per ogni classe di taglia e per i 200 esemplari totali) vengono riportati in tabella 6, indicando l'appartenenza del nasello ad un livello trofico ( $3.7 < TROPH < 4.5$ ) tipico di carnivori con una preferenza per grossi decapodi, cefalopodi e pesci. In particolare viene evidenziata la suddivisione in due sottogruppi principali nella transizione dalla classe di taglia 150-199cm TL a 200-249cm TL: il primo evidenzia una preferenza per decapodi e pesci, pur cibandosi anche di policheti, brachiuri, echinodermi, crostacei e molluschi ( $3.7 < TROPH < 4.0$ , media=3.85, SD=0.09), ed il secondo mostra predilezione per pesci e cefalopodi, nutrendosi però anche di crostacei e decapodi ( $4.0 < TROPH < 4.5$ , media=4.38, SD=0.12) (Stergiou, et al., 2002).

Tabella 6 Indici trofici e rispettivi errori standard delle principali classi di taglia

	<b>Troph</b>	<b>s.e.</b>
<b>&lt;150</b>	<b>3.9</b>	<b>0.67</b>
<b>150-199</b>	<b>3.9</b>	<b>0.65</b>
<b>200-249</b>	<b>4.15</b>	<b>0.73</b>
<b>250-299</b>	<b>4.16</b>	<b>0.73</b>
<b>&gt;300</b>	<b>4.12</b>	<b>0.7</b>
<b>tot.</b>	<b>4.02</b>	<b>0.69</b>

### 3. Differenze con le Analisi Molecolari

L'analisi molecolare ha evidenziato diversi riconoscimenti morfologici errati come ad esempio *Processa caniculata* che è risultato essere *P. modica*. Tramite la valutazione della percentuale di similarità delle sequenze (risultato essere del 99% ed oltre), è stata appurata l'effettiva sensibilità del marcatore.

Per il genere *Alloteuthis*, invece, non è stato possibile distinguere tra la specie *A. media* e *A. subulata*, probabilmente dovuto ad un errore di classificazione delle sequenze presenti nel database.

Infine il numero di sequenze ottenute non corrisponde al numero di individui presenti nel pool: questo esito è probabilmente dovuto alla natura del marcatore COI, caratterizzato da pseudogeni che potrebbero interferire col prodotto del gene stesso.

In figura 38 viene rappresentato un confronto tra le due metodologie. La tecnica molecolare non ha potuto riconoscere alcune delle specie presenti, come *Alpheus rapacida* (viene riconosciuta a livello di genere come *Alpheus sp.*), *Palaemon sp.* e *Rissoides desmaresti* (riconosciuta solo a livello di famiglia come Squillidae), assenti nel database, e circa 200 sequenze non hanno riscontrato similarità nel database utilizzando il 90% di similarità come soglia (risultati preliminari non ancora pubblicati).

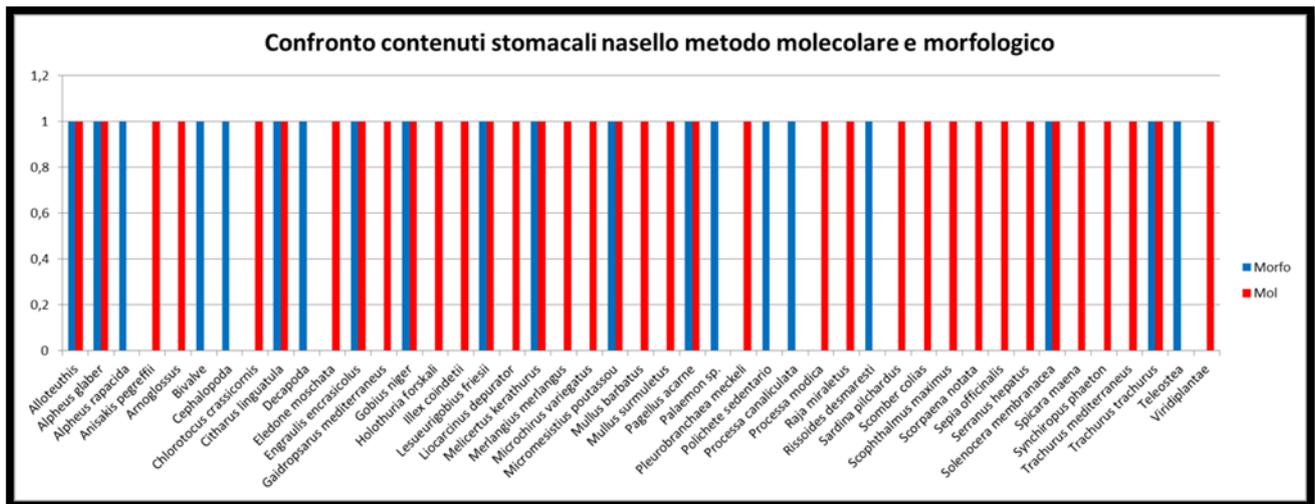


Figura 38 Specie identificate nel contenuto stomacale di nasello con il metodo morfologico e molecolare

#### 4. Caratteri distintivi delle principali prede riconosciute

### Phylum Arthropoda

Bilateri con corpo rivestito da un esoscheletro chitinoso (impregnata di sali di calcio nel caso dei crostacei), metamerico e provvisto di appendici articolate. I segmenti del corpo possono mostrarsi fortemente differenziati o fusi tra loro, celoma ridotto e non ben differenziato, muscolatura differenziata in gruppi e singoli fasci muscolari.

#### Subphylum Crustacea

Artropodi prevalentemente marini generalmente con respirazione branchiale, di regola muniti di appendici bifide e due paia di antenne sul capo. Spesso è presente un carapace bivalve o uno scudo dorsale. Nelle forme adulte le appendici possono essere più o meno articolate e la funzione delle branchie vere e proprie può essere svolta anche dalle appendici addominali.

#### Sottoclasse Malacostraca

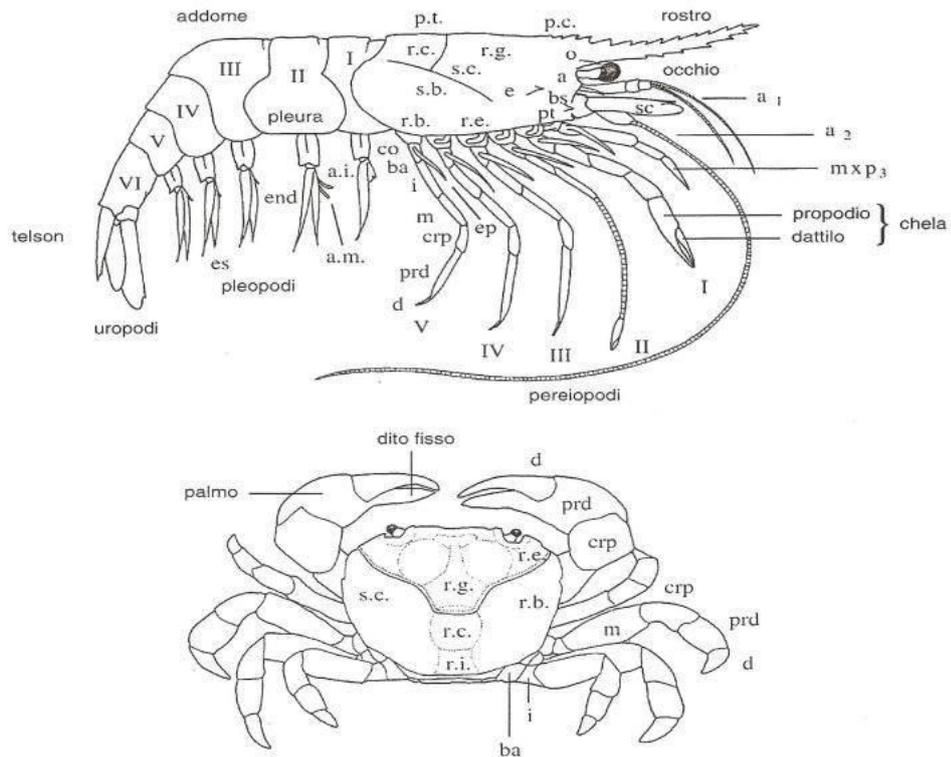
Crostacei prevalentemente di grandi dimensioni dotati di otto segmenti toracici e sei segmenti addominali, sui quali vengono di regola fissate appendici pari: quelle addominali vengono chiamate pleiopodi e generalmente hanno funzione

locomotoria, mentre quelle toraciche anteriori sono trasformate in appendici prensili e boccali.

### Ordine Decapoda

Malacostraci robusti provvisti di un grande scudo dorsale (carapace o pereion) che, in genere, non lascia libero alcun segmento toracico. Tre paia di appendici mascellari e cinque paia di arti ambulacrali in parte provvisti di chele. Comprendono esemplari molto differenti tra loro: forme dall'addome allungato come gamberi e astici, dall'addome allungato come i paguridi, dall'addome ripiegato sotto il carapace come i granchi. Generalmente fanno parte della macrofauna (1-12 cm), solo alcune specie mediterranee raggiungono grandi dimensioni (astici, aragoste e grossi maiali possono misurare fino a 50 cm), pochissime specie sono di dimensioni minori. La maggior parte delle specie sono robuste, solo alcune come i gamberetti sono delicate e trasparenti. Hanno spesso colori forti, soprattutto il lato interno delle appendici provviste di chele che presenta spesso colori vistosi interpretati come "segnali". Sono generalmente in grado di compiere movimenti veloci. Tutte le specie sono capaci di arrampicarsi e camminare, addirittura le forme con addome riescono a saltare e nuotare. Il corpo è suddiviso in due regioni: il cefalotorace, indiviso, e l'addome, articolato. Gli occhi, provvisti di peduncolo e cornea, si trovano, talvolta circondati dal carapace, tanto da formare un'orbita variamente sviluppata. Importanti dal punto di vista tassonomico sono i tubercoli, le spine, i denti e le setole delle regioni del carapace. L'apparato boccale è composto dal labbro superiore, mandibole, due paia di mascelle e il piccolo labbro inferiore nonché tre massillipedi inseriti sotto la regione boccale. Le appendici ambulacrali (pereiopodi) provviste di chele vengono anche chiamati chelipedi.

L'addome, costituito da sette segmenti, è allungato o ripiegato. Questi ultimi possono essere provvisti di piastre (epimeri) oppure essere ridotti. Gli arti addominali (pleopodi) possono essere invece biarticolati; talvolta l'ultimo paio è presente in forma di uropodi che, assieme all'ultimo segmento (telson), costituiscono il ventaglio caudale. Le dimensioni vengono registrate in base al gruppo tassonomico: dalla punta del rostro o dal margine anteriore del cefalotorace fino a tutto il telson nei macruri, negli anomuri fino all'addome ripiegato, nei brachiuri dal margine frontale al margine posteriore del cefalotorace.



Schema di un decapode: in alto un gambero, in basso un granchio. **a**, spina antennale; **a.i.**, appendice interna; **a.m.**, appendice mascolina; **a<sub>1</sub>**, antennula o I antenna; **a<sub>2</sub>**, antenna o II antenna; **ba**, base; **bs**, spina branchiostegale; **co**, coxa; **crp**, carpo; **d**, dattilo; **e**, spina epatica; **end**, endopodio; **ep**, epipodio; **es**, esopodio; **i**, ischio; **m**, mero; **mxp<sub>3</sub>**, III massillipede; **o**, spina sopraorbitaria; **p.c.**, parte cefalica del cefalotorace; **prd**, propodio; **p.t.**, parte toracica del cefalotorace; **pt**, spina pterigostomiale; **r.b.**, regione branchiale; **r.c.**, regione cardiaca; **r.e.**, regione epatica; **r.g.**, regione gastrica; **r.i.**, regione intestinale; **scf**, scafocerite; **s.b.**, solco branchiale; **s.c.**, solco cervicale.

Figura 38 Schema dell'organizzazione dei decapodi

### Sottordine Natantia

Gruppo molto numeroso di taglia variabile da pochi millimetri a 30-40 cm, sono degli ottimi nuotatori e si possono ritrovare a partire dalla zona intertidale fino alle profondità abissali. Il loro corpo, dalle pareti non molto calcificate e perciò flessibile, è compresso lateralmente e presenta un addome molto sviluppato con appendici larghe.

### Superfamiglia Penaeidea:

#### Famiglia Solenoceridae

Carapace allungato con un rostro debole. Spine postorbitaria ed epatica molto evidenti. Le prime tre paia di pereopodi terminano con una chela. Le zampe posteriori sono più lunghe delle anteriori (Riedl, 1991).

*Solenocera membranacea* (Risso, 1816):

Nome comune: gambero di fango, gambero minore

Rostro corto armato di sette denti, dei quali 2-3 postorbitali, che prosegue in forma di ciglia fino al margine posteriore del carapace. Questo ha numerosi peli alla base del rostro ed è caratterizzato dalla presenza, molto pronunciata, del solco cervicale ed epatico (riconosciuto tra il contenuto parzialmente digerito, rinvenuto nello stomaco). Le spine postorbitale ed epatica sono molto prominenti. I flagelli antennulari molto lunghi, semicilindrici e scavati nella parte interna in modo tale che per la sovrapposizione con quelli del lato opposto formano un caratteristico tubo cilindrico che ha funzione respiratoria. La specie può arrivare a misurare 80-100mm.

Assume una colorazione rosso arancio con bordi inferiori del pereion più scuri, mentre le zampe e antenne rosso vivo.

È una specie demersale, che vive sui fondali fangosi dai 20 ai 700m (Fisher, et al., 1987).

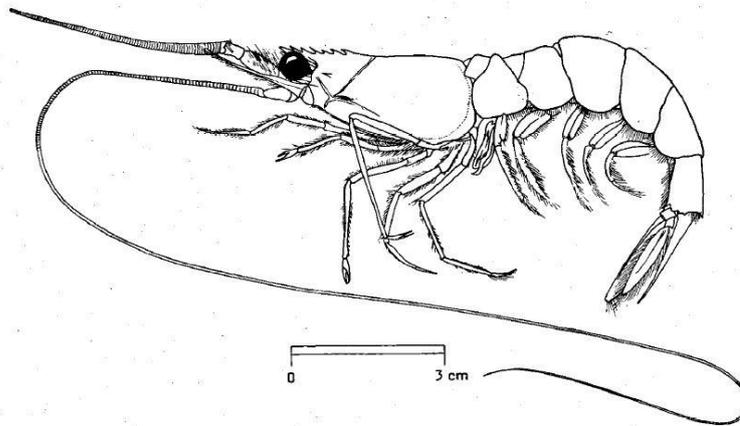


Figura 39 Schema di *S. membranacea*

### Famiglia Penaeidae

La famiglia possiede un rostro ben sviluppato, armato di denti solo sul bordo dorsale o su entrambi i bordi. I pereopodi 4 e 5 sono normalmente sviluppati, mentre i restanti sono provvisti di chela. Il peduncolo oculare si presenta senza tubercolo ma con scaglie alla base. Requisito basilare è il solco cervicale, che deve mostrarsi piuttosto corto e non raggiunge il bordo dorsale del carapace (Riedl, 1991).

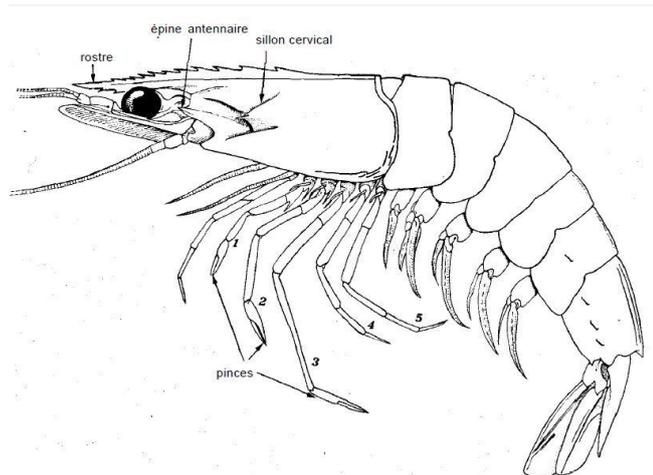


Figura 40 Schema di *Penaeus* sp.

### *Penaeus kerathurus* (Forsskal, 1775):

Nome comune: Mazzancolla, gambero imperiale

Rostro corto con bordo inferiore armato di un dente (utile chiave dicotomica). Bordo superiore con una decina di denti che raggiungono la metà del carapace. Da questo punto la carena rostrale si raddoppia formando un solco tipico della specie stretto e profondo che raggiunge il bordo posteriore. Il carapace si presenta ben calcificato con altre chiglie e solchi nella metà laterale anteriore, tra la spina sopraorbitaria e quella epatica. Raggiunge una lunghezza di 200-220mm.

Colorazione chiara con bande o macchie trasversali marrone. Presente su fondali sabbiosi e fangosi in prossimità del fondo, a 20-100m di profondità (Fisher, et al., 1987).

Superfamiglia Caridea:

Famiglia Palaemonidae:

Organismi con il settimo articolo del massillipede 2 inserito lateralmente al sesto. Primo pereopode con una piccola pinza, secondo molto più lungo, con pinza più grande e più robusta e con carpo intero. Rostro ben sviluppato (Riedl, 1991).

Il genere presenta sei specie tipiche:

*P. elegans* (Risso, 1816)

*P. xiphias* (Risso, 1816)

*P. serratus* (Pennant, 1777)

*P. garciacidi* (Zariquiey-Alvarez, 1968)

*P. adspersus* (Rathke, 1837)

*P. longirostris* (Milne Edwards, 1837)

*Palaemon* sp:

Rostro ben sviluppato, dentato su entrambi i bordi con uno o più denti postorbitali. Corpo rotondeggiante e liscio. Telson triangolare con due paia di spine dorsali e con la punta acuta da cui partono due paia di spine, e due lunghe setole internamente a queste (Fisher, et al., 1987).

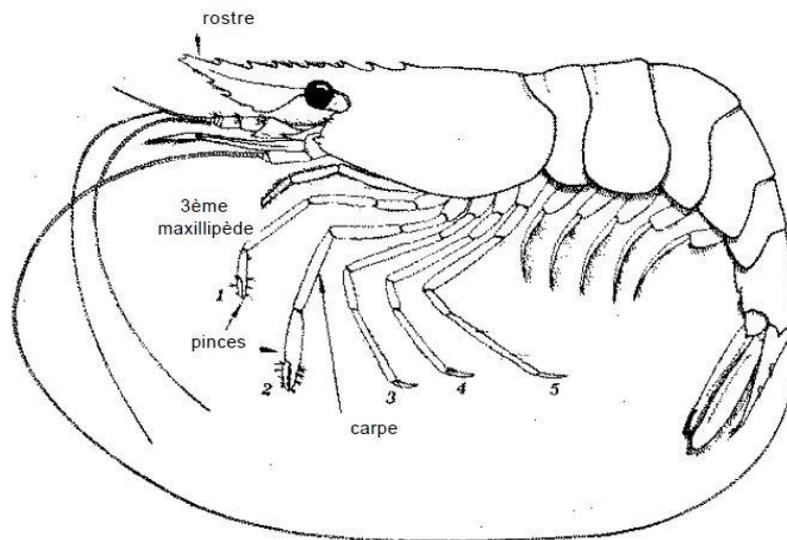


Figura 41 Schema di *Palaemon* sp.

Famiglia Alpheidae:

Organismi con il settimo articolo del secondo massillipede situato lateralmente al sesto. Il carapace è liscio e il rostro è ridotto. Gli occhi sono parzialmente o interamente ricoperti dal margine frontale del carapace. Il primo paio di zampe è robusto, chelato e asimmetrico con propodio e dattilopodio modificati in una sorta di martello di cui l'animale si serve per procurarsi il cibo o per difendersi. Il gamberetto infatti batte il dito mobile sul palmo della mano e il rumore prodotto è tanto forte da stordire un pesce nelle immediate vicinanze: da qui il nome di gamberetti schioccatori. Il II pereopode è esile e con il carpo diviso in 5 articoli (Riedl, 1991).

*Alpheus glaber* (Olivieri, 1792):

Nome comune: alfeo di fango, gamberetto schioccatore.

Rostro assente o quanto meno piccolo, fronte rotondeggiante che ricopre completamente gli occhi. Senza spina pterigostomiale. I paio di pereopodi grossi e robusti, asimmetrici, con carpo molto corto, propodio con solchi profondi e dito mobile corto con una protuberanza nella parte concava che va ad incastrarsi in una cavità del dito fisso. Bordo anteriore del prolungamento sopra gli occhi rotondeggiante. Il articolo del peduncolo antennulare lungo anche più di due volte e mezzo il III. Chela maggiore allargata con chiglie intere; III, IV, e V paio di zampe con dattilo dilatato, quello del III paio a forma di punta di lancia. Lunghezza: 31 mm. Colore: arancione con bande più chiare. Dattilo della chela maggiore grigio azzurro con punte biancastre.

Bentonico di fondi fangosi in cui si infossa, si trova a partire dai 30-40 m di profondità.

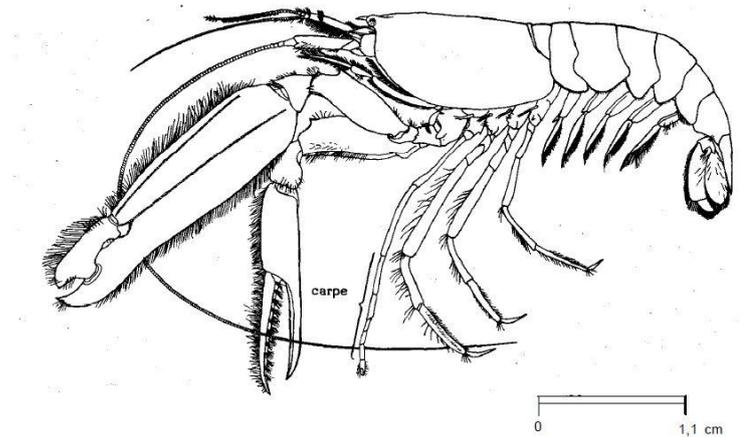


Figura 42 Schema di *A. glaber*

*Alpheus rapacida* (De Man, 1908):

Pereiopodi molto più robusti rispetto ad *A. glaber*. Nessuna cresta longitudinale sul palmo della prima coppia (Fisher, et al., 1987).

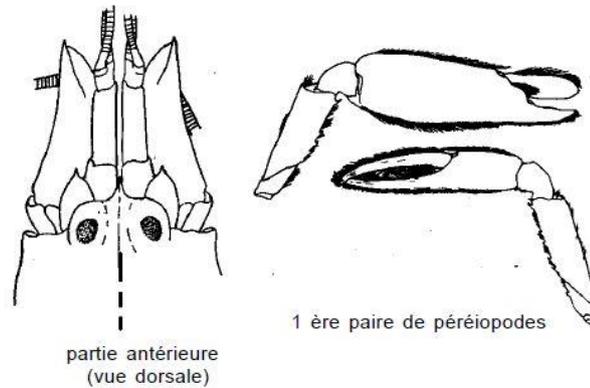


Figura 43 Particolari di *A. rapacida*

### Famiglia Processidae

Organismi con il settimo articolo del secondo massillipede inserito lateralmente al quarto. Corpo slanciato e liscio. Occhi liberi non ricoperti dal pereion o carapace. Rostro abbastanza corto, liscio, con un dente apicale, raramente senza.

Carapace altrettanto liscio, con la sola spina antennale. Primo paio di pereiopodi asimmetrici: il destro con chela ben sviluppata, il sinistro semplice. Secondo paio di pereiopodi più sottili del primo e generalmente uno più lungo dell'altro con il carpo diviso in numerosi articoli. Gamberi essenzialmente notturni e di piccole dimensioni, presentano una vasta ripartizione geografica. Specie generalmente planctoniche, si possono ritrovare però anche infossati nel substrato e in gallerie di policheti, in acque molto basse o a profondità elevate (200 m).

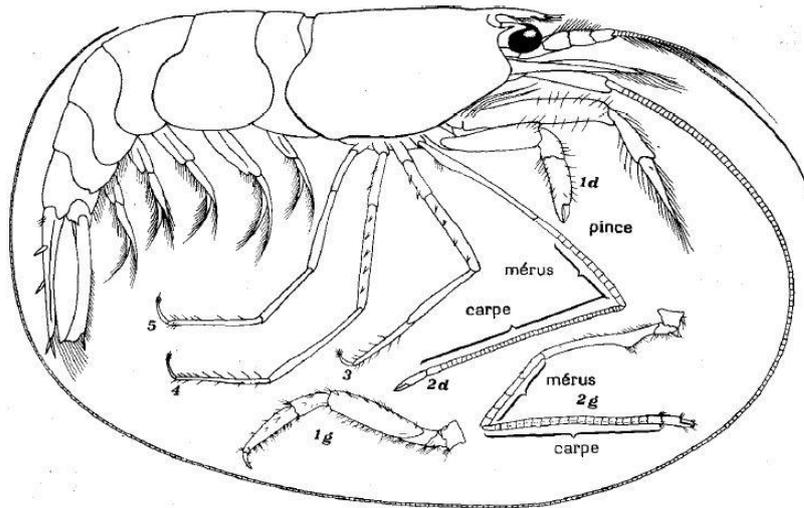


Figura 44 Schema di *Processa* sp.

Il genere è presente nel Mediterraneo con 8 specie:

- 1 – *P. acutirostris* (Nouvel & Holthuis, 1957)
- 2 – *P. macrophthalma* (Nouvel & Holthuis, 1957)
- 3 – *P. robusta* (Nouvel & Holthuis, 1957)
- 4 – *P. edulis* (Risso, 1816)
- 5 – *P. modica* (Williamson, 1979)
- 6 – *P. elegantula* (Nouvel & Holthuis, 1957)
- 7 – *P. nouveli* (Al-Adhub & Williamson, 1975)
- 8 – *P. canaliculata* (Leach, 1815)

(I numeri tra parentesi si riferiscono alle otto specie).

Quinto segmento addominale con un dente (raramente due) nell'angolo posteriore della placca laterotergale (1, 2, 3, 4) o privo di dente (5, 6, 7, 8). Rostro terminante con due denti (2, 3, 4) o rostro semplice, appuntito (1): carpo del secondo pereopode destro con 47-65 articoli, sinistro con 23-28 articoli. Occhi grandi e senza alcun solco nell'incavo orbitale; spine del bordo posteriore del propodio del quinto paio di zampe distanziate tra loro (2) oppure occhi piccoli e con solco nell'incavo orbitale; spine del bordo posteriore del propodio del quinto pereopode raggruppate nella metà distale (3, 4). Bordo posteriore della pleura del sesto segmento addominale senza spine; angolo anteroesterno dello stilocerite delle femmine senza spine; primo paio di pereopodi simili; carpo del secondo pereopode destro con 38-49 articoli (2). Specie robusta con peduncolo antennulare

con articolo medio appena più lungo che largo nei maschi e fino ad una volta e mezzo nelle femmine; carpo del secondo paio pereopodi con 18-24 articoli (in ambo i lati) (3) o specie di piccole dimensioni con peduncolo antennulare con articolo medio almeno una volta e mezzo più lungo che largo e carpo del secondo pereopode destro con 31-50 articoli, il sinistro 17-24 (4). Bordo anteriore dello stilocerite liscio (4). Secondo paio di pereopodi differenti (6, 7, 8) o uguali con articolazione merocarpale che arriva a metà del globo oculare; carpo con 11-15 articoli; dente del bordo antero-esterno dello stilocerite che non raggiunge il livello del lobulo interno (5). Secondo paio di pereopodi poco differenti, con articolazione merocarpale che non raggiunge l'estremo apicale dello scafocerite e carpo destro con 17-21 fino a 30 articoli, sinistro con 14-17 articoli, telson con punta acuta e una spina mediana (6) oppure secondo paio di pereopodi molto diversi e con articolazione mero-carpale del secondo pereopode che oltrepassa ampiamente l'estremità apicale dello scafocerite (7, 8). Bordo inferiore della pleura del quinto segmento addominale convesso; il dente del bordo antero-esterno dello stilocerite supera molto bene il livello del lobulo interno; telson con punta rotondeggiante, senza spina mediana; scafocerite con il bordo anteriore che arriva appena al livello dell'estremità apicale del peduncolo antennulare; carpo del secondo pereopode destro con 30-37 articoli (7) o pleura del quinto segmento addominale con bordo rettilineo o leggermente concavo; il dente del bordo antero-esterno dello stilocerite non oltrepassa il livello del lobulo interno; telson con punta angolosa e con una piccola spina media; scafocerite molto più lungo del peduncolo antennulare; carpo del secondo pereopode destro con 40-62 articoli (8).

In generale le specie appartenenti a questo genere si presentano traslucide, rosa, brune o verde chiaro con cromatofori rossi, a volte picchiettate di bianco. (1,2,3) Vivono a bassa profondità. (4) Vivono da pochi metri di profondità preferibilmente su praterie di fanerogame; nella zona intertidale su *Zostera*, ma anche a profondità maggiori (20 m). (5, 6) Comune di notte sui 30-40 m e anche a profondità minori. (7) Rara è stata ritrovata tra i 20-230 m. (8) *Bentonica* molto comune scava tane sul substrato fangoso e si pesca dai 70 ai 600 m di profondità.

Possono raggiungere una lunghezza di 70 mm. (Falciai, et al., 1992).

### Ordine Stomatopoda:

Malacostraci robusti con breve cefalotorace che lascia liberi tre segmenti toracici; cinque paia di appendici mascellari e prensili provvisti di robuste pinze (massillipedi) e tre paia di appendici locomotorie prive di chele. Riguardo i massillipedi l'articolo terminale è rivolto all'indietro verso il penultimo articolo. Il primo paio è delicato, il secondo è trasformato in robuste zampe raptatorie. Importante dal punto di vista sistematico sono la forma della pinza, delle zampe raptatorie, la forma delle brevi ramificazioni interne degli arti ambulatori nonché la struttura, le spine e i disegni del dorso. Possiedono occhi pedunculati e in generale sono lunghi 3-20 cm, con colori vivaci o disegni vistosi. Si muovono camminando o nuotando oppure procedono a balzi sbattendo la parte posteriore del corpo (Riedl, 1991).

### *Rissoides desmaresti* (Risso, 1816):

*R. desmaresti* viene riconosciuta grazie a cinque punte sulla pinza delle appendici raptatorie e nessuna cresta submediana sui segmenti addominali da 1 a 5 (caratteristica incontrata nel campione ed utilizzata come chiave dicotomica). È priva di macchie scure sul telson ed assume una colorazione di base giallo-rossiccia, con deciso disegno variabile di colore marrone screziato sul dorso non presente sui margini. La specie presenta occhi nerastrati e setole sul telson di colore rosso ciliegia.

Ulteriore peculiarità riscontrata è il bordo mediale del prolungamento basale dell'uropode appena ondulato, senza spine (Fisher, et al., 1987).

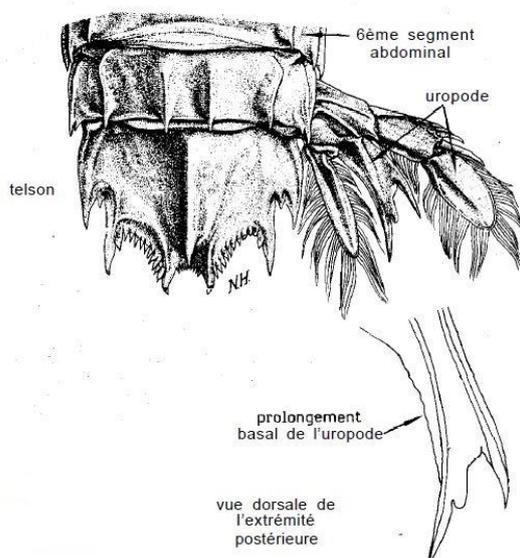


Figura 45 Particolari di *R. desmaresti*



Phylum

Chordata

### Classe Osteichthyes

Vertebrati caratterizzati da ossa piuttosto sviluppate e provvisti di mascelle e pinne pari, con una sola fessura branchiale e sprovvisti di scaglie placoidi. La lunghezza del corpo può variare da pochi centimetri ad alcuni metri. Il corpo consiste di tre parti: capo, che si estende fino alla fine dell'opercolo, tronco che si estende fino all'ano, e la coda, dall'ano fino al margine della pinna caudale. È per lo più ricoperto di scaglie cicloidi, oppure ctenoidi. Presentano la linea laterale, estesa dall'opercolo fino alla pinna caudale formata da scaglie forate. Le pinne pari comprendono pinne pettorali, inserite ai lati del tronco e pinne ventrali collocate sul ventre; le impari includono la pinna dorsale, la pinna anale e quella caudale; in alcuni pesci tra le pinne impari sono presenti "pinnule" più piccole. Sono prevalentemente adattati al nuoto, talvolta addirittura considerati degli ottimi nuotatori. Alcuni pesci possono planare sulla superficie dell'acqua, altri riescono anche a salire sulla riva. Il nuoto avviene tramite il movimento della coda carangiforme, o magari con il moto sincronizzato delle pinne pettorali labriforme, tramite movimenti anguilliformi o mediante l'ondulazione dei margini delle pinne.

Colorazione: I pesci litorali di solito presentano colori sgargianti e variopinti, quelli che svolgono una vita pelagica si presentano di un colore blu-argenteo; le specie che svolgono gran parte della loro vita su fondali sabbiosi e melmosi assumono il colore della sabbia, molti grigiastri.

### Sottoclasse Teleostea

Osteitti con corpi vertebrali ben sviluppati. Cranio ossificato, corpo di regola ricoperto di scaglie cicloidi o ctenoidi. Comprendono la maggior parte dei pesci oggi viventi e sono diffusi in tutte le regioni del mondo.

#### Ordine Gadiformes:

Teleostei con pinna ventrale inserita anteriormente alle pettorali. Pinne prive di raggi spiniformi. Piccole scaglie cicloidi (unica famiglia).

#### Sottordine Gadoidei

Nervi olfattivi decorrenti in un canale che passa al di sopra del setto interorbitario membranoso e che rappresenta una continuazione della cavità cranica.

Famiglia Gadidae:

Due o tre pinne dorsali, una o due anali. Vescica gassosa non collegata al cranio come in Moridae (Riedl, 1991).

*Micromesistius potassou* (Risso, 1826):

Nome comune: Potassolo, melù

Specie sprovvista di barbiglio ma in genere fornita di denti vomerini. Le pinne dorsali sono ben distanziate, la terza più lunga delle prime due. Codale quasi biloba. Corpo assai allungato, bocca grande, con mandibola leggermente prominente, ed occhio grande pressoché uguale al muso. Squame molto caduche. Linea laterale quasi dritta, più vicina al profilo dorsale. È dotato di un dorso grigio chiaro, fianchi argentei. Raggiungono i 50 cm, di cui i maschi sono di solito più piccoli. Si trova in Mediterraneo, Atlantico NE dal Marocco alla Norvegia Settentrionale; Islanda; Atlantico NW. È una specie mesopelagica, che vive tra i 100 e 900 metri, di solito rara al di sotto di 500 metri. Gregario e carnivoro, divorando soprattutto piccoli crostacei e pesci. Si riproduce a fine inverno e in primavera (Gualini, 1938).

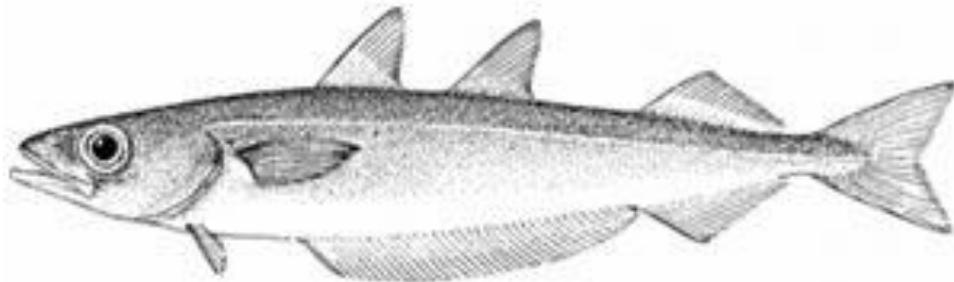


Figura 46 Schema di *M. potassou*

Ordine Perciformes:

Teleostei con pinne ventrali quasi sempre presenti, collocate davanti le pettorali. Di solito presentano due pinne dorsali, di cui la prima è provvista di raggi spiniformi; quando la dorsale è solo una, è provvista di raggi spiniformi solo la prima metà. Scaglie in genere ctenoidi, raramente cicloidi.

#### Sottordine Percoidei:

Perciformi con pinne ventrali molto sviluppate e sempre separate. Cute in genere priva di scaglie ctenoidi. Assenza di pinne “false” dietro la dorsale e l’anale. La maggior parte di essi vive nelle zone costiere delle acque più calde; pochi sono pelagici, alcuni si infossano. Scarso valore commerciale. Sono in parte importanti per la pesca sportiva e per la piccola pesca costiera.

#### Famiglia Carangidae:

Percoidi con due pinne dorsali. Singolarmente caratterizzati dai due raggi spiniformi dell’anale. Specie generalmente tropicali-subtropicali (*Riedl, 1991*).

#### *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758):

Nome comune: Sugarello

Genere con coda carenata, scudetti acuminati lungo tutta la linea laterale. Prima pinna dorsale poco sviluppata, leggermente più alta della seconda. Gli scudetti situati al centro della linea laterale alti perlomeno come il diametro dell’occhio sono tipiche chiavi dicotomiche che permettono di identificare la specie. Possono raggiungere una lunghezza di 40 cm. Dorso grigio-verde, ventre argenteo. Una macchia nera sull’opercolo. I giovani di piccole dimensioni si trovano occasionalmente sotto l’ombrella di grandi scifomeduse (*Cohen, et al., 1990*).

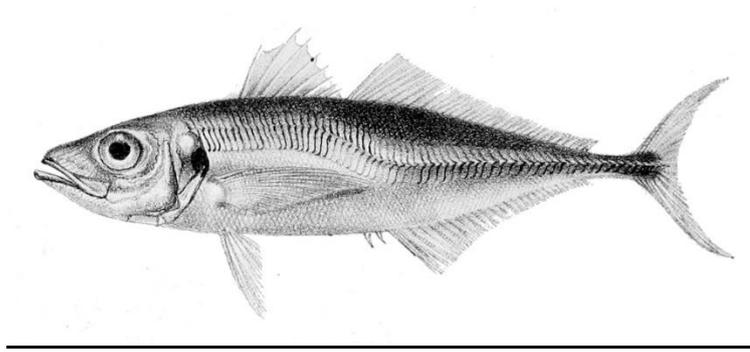


Figura 47 Schema di *T. trachurus*

### Famiglia Sparidae:

Percoidei con una sola pinna dorsale. La parte spinosa e quella molle della dorsale sono della stessa lunghezza. Caudale bilobata. Opercolo privo di spine o dentelli. Corpo molto compresso. Scaglie ctenoidi, ben sviluppate. Pesci litorali provvisti di denti differenti per forma e grandezza. Generalmente gregari, presenti particolarmente tra i detriti e le praterie di Posidonia. La maggior parte sono ermafroditi.

### Pagellus erythrinus (Linnaeus, 1758):

Nome comune: fragolino

Genere con denti mascellari anteriori conici e non caniniformi. Capo leggermente convesso, quasi dritto. Pinne pettorali lunghe, che raggiungono la parte anteriore dell'anale. Possono arrivare fino a 60 cm. In genere di colore rosa chiaro con riflessi argentei-bluastri. Predilige i fondali sabbiosi, più raramente quelli fangosi, a diverse profondità.

*Pagellus mormyrus*:

Nome comune: mormora

Pinne pettorali più brevi rispetto a *P. erythrinus*, che non raggiungono la pinna anale. Dieci, dodici fasce caratteristiche trasversali nerastre. Questa specie può raggiungere 40 cm. Colore grigio-argenteo. Predilige fondali bassi e sabbiosi.

*Pagellus centrodontus* (Delaroche, 1809):

Nome comune: Occhialone

Dorso grigio-bruno tendente al rossiccio, fianchi grigio-argentei con una singola macchia grande o numerose macchie piccole nerastre all'inizio della linea laterale. Ventre rosa-bianco, pinne bruno-rossicce. Vive su fondi sia sabbiosi che rocciosi da 40 a 600 m di profondità. È assente nel Mediterraneo orientale.

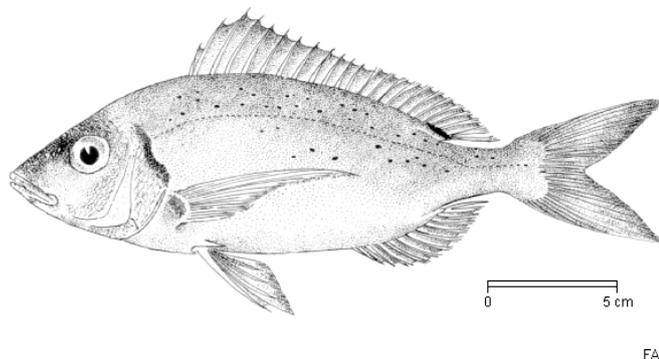


Figura 48 Schema di *Pagellus* sp.

Sottordine Gobioidi:

Perciformi caratterizzati dalle pinne unite in modo da formare una specie di coppa a ventosa; pettorali libere; 2 pinne dorsali.

Famiglia Gobiidae:

Gobioidi di forma tozza e leggermente schiacciata; La maggior parte di questi pesci è sedentaria e compie piccoli spostamenti. Abitano la regione costiera ricca di vegetazione e poco profonda. Sono caratterizzati talvolta da un dimorfismo sessuale piuttosto marcato; Le uova vengono deposte sul fondo e custodite generalmente dai maschi che spesso costruiscono nidi. La pesca di questi

individui viene effettuata principalmente con le reti a strascico, le reti da posta e gli ami. Importanti nella catena alimentare della regione litoranea.

*Gobius niger* (Linnaeus, 1758):

Nome comune: ghiozzo nero.

Tipicamente possiede 30-38 scaglie lungo il fianco. La seconda pinna dorsale è caratterizzata un raggio spiniforme e 13-14 raggi molli; quella anale con 12-13 raggi molli. Solitamente il terzo raggio della dorsale è il più lungo, anche se è evidente che le due dorsali sono praticamente attaccate. Questa specie può raggiungere una lunghezza di 15 cm e possiede una grande varietà di colori: giallo, marrone-nero, oppure marmorizzati di scuro; punti e macchie scure lungo la linea laterale.

Di regola però la loro colorazione normale è di 6 fasce trasversali variabili di colore grigio-bruno, disposte su uno sfondo giallo-bruno. I maschi sessualmente maturi sono di colore bruno, nero-bluastro sulle guance e alla base della bocca. Nella stagione riproduttiva e nei combattimenti il corpo diventa blu-nero. Emettono suoni della durata di 0,5 secondi (spesso percettibili; max 190-320 Hz) che scacciano gli avversari e attirano le femmine per condurle nella tana. Le larve schiudono dopo pochi giorni e nuotano verso la superficie (fototattiche positive). Questa specie di solito vive su fondi sabbiosi e ricchi di conchiglie dai 0,2 ai 25 m di profondità.

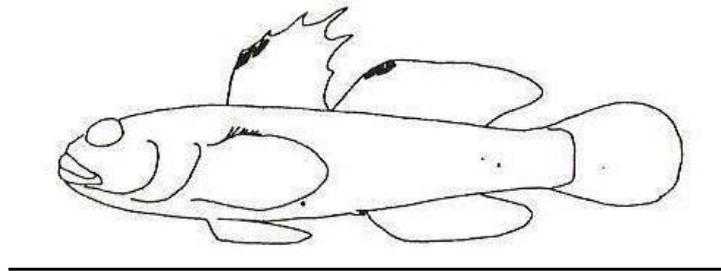


Figura 49 Schema di *G. niger*

*Lesueurigobius friesii* (Malm, 1810):

Nome comune: ghiozzetto a grosse squame

Questa specie presenta la membrana anteriore pelvica priva di villi o lobi, il disco pelvico completo; non esistono raggi pettorali liberi; i raggi della prima pinna dorsale sono allungati, mentre la pinna caudale è lanceolata. Possiedono una

nuca coperta di scaglie; 28-29 scaglie nelle serie laterali. Assumono una colorazione bruno-giallastra con numerosi punti di un giallo dorato sulla nuca, sul corpo, sulle pinne dorsali e caudale. Raggiungono una lunghezza di 10 cm. Vivono a largo su fondo fangoso o a sabbia mista a fango, di solito sopra i 50 metri di profondità. Probabilmente in associazione con lo scampo (*Nephros norvegicus*), nelle cui tane i gobidi possono nascondersi. La stagione della riproduzione va da marzo a luglio. E' distribuito in Mediterraneo, Atlantico orientale, dalla Spagna al Mare del Nord orientale.

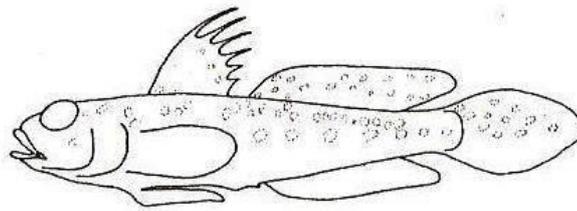


Figura 50 Schema di *Lesuerigobius friesii*

### Ordine Pleuronectiformes:

Teleostei caratterizzati da corpo asimmetrico e occhi situati su un solo lato. Pesci bentonici. Le larve planctoniche hanno inizialmente forma simmetrica. Il trasferimento di un occhio sul lato che diventerà quello superiore, la trasformazione del cranio e l'adattamento alla vita bentonica (lato inferiore, pinna ventrale e pettorale depigmentate) hanno luogo già durante la fase pelagica. Sono conosciuti per l'eccezionale capacità di mimetizzazione (Fisher, et al., 1987).

### *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758):

Nome comune: linguattola

Genere con corpo ellittico allungato. Privo di aculei davanti alla pinna anale. Raggi delle pinne allungati assenti. L'occhio superiore si trova davanti a quello inferiore. Specie lunga fino a 25 cm. Colore grigio giallognolo, trasparente. Si trova su fondali sabbiosi e melmosi.

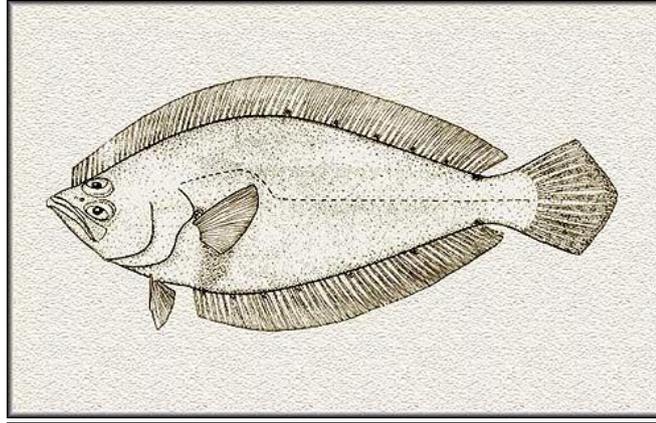


Figura 51 Schema di *Citharus linguatula*

### Ordine Clupeiformes:

I pesci facenti parte di questo ordine hanno un corpo fusiforme, rivestito di squame generalmente cicloidi, assenti sul capo. Orlo boccale superiore formato dai premaxillari, non protrattili e dai maxillari, che di solito sono accompagnati da sopramaxillari. Pinne con raggi articolati e ramificati, nessuno spiniforme. Codale omocerca e biloba; ventrali addominali, con più di sei raggi. Linea laterale mancante sui fianchi. Sono in gran parte marini e pelagici, ma alcune specie vivono in acque dolci ed altre sono migratrici anadrome.

### Famiglia Engraulidae:

Bocca orizzontale o quasi. Osso mascellare lungo, notevolmente esteso dietro l'occhio. Muso prominente oltre l'apice mandibolare. Denti di solito minuti, presenti sulle mascelle, nonché sul vomere, palatini e pterigoidei. Branchiospine lunghe, sottili e numerose. Occhio in posizione anteriore, con palpebra adiposa negli adulti. Squame sottili, cicloidi, molto caduche. Scudetti ventrali assenti. Questi Clupeiformi abitano i mari tropicali e temperati; alcune specie risiedono in acque dolci. Un solo genere fa parte della fauna europea.

### *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758):

Nome comune: acciuga, alice

Corpo allungato con ventre arrotondato. Occhi grandi, apice mandibolare situato assai in avanti rispetto al margine anteriore dell'occhio. Aperture branchiali molto ampie. Presenza di due serie di squame modificate alla base di ciascun lobo della pinna caudale. 40 squame circa in serie longitudinale. 30 branchiospine

inferiormente sul primo arco. Pinna dorsale con 15-18 raggi, anale con 16-18 raggi. Possono raggiungere una lunghezza massima di 20 cm. Hanno una colorazione azzurro-verdastra dorsalmente, argentea sui fianchi e sul ventre con una striscia grigio-azzurra tra il dorso scuro e i fianchi chiari. E' una specie comune nel Mediterraneo, Mar Nero e nell'Atlantico Orientale. L'acciuga è un pesce gregario, che forma banchi molto numerosi, i quali si avvicinano alle coste in primavera ed in estate. Si nutre soprattutto di giorno soprattutto di copepodi e larve (Zolezzi, 1938). La riproduzione avviene da aprile a settembre, con un massimo a giugno e luglio. L'acciuga ha molti predatori e competitori, che sono quelli stessi della Sardina (Riedl, 1991).

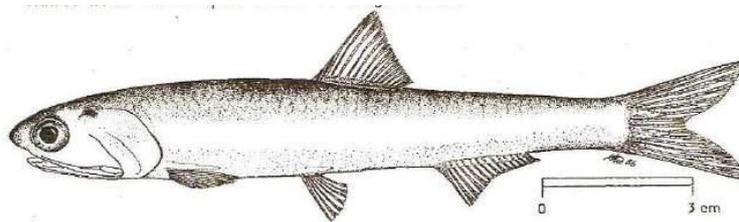


Figura 52 Schema di *Engraulis encrasicolus*

## Phylum Mollusca

Bilateri con corpo generalmente tozzo, articolato in capo e tronco, di regola provvisti di mantello che secreta cuticola e/o carbonato di calcio e di piede ventrale. La cavità respiratoria si trova sul margine di entrambe le sezioni, o solo sulla parte terminale di questo, sotto una piega libera del mantello. Sono di regola provvisti di branchie pennate e di radula.

### Classe Bivalvia:

Molluschi con corpo molle compresso lateralmente e conchiglia scissa longitudinalmente nel centro del dorso e formata da due valve con regione al articolare (cerniera). Il piede è spesso un organo scavatore; regione faringea sprovvista di radula o mascelle. Di dimensioni variabili da 0.5 a 50 cm. La maggior parte di questi animali si infossa nel substrato servendosi del piede che spesso può essere proteso molto avanti.

### Classe Cephalopoda:

Conchiferi di forma simmetrica con conchiglia divisa in camere e attraversata da un tubo (o sifone) o, nei gruppi recenti, interna o ridotta. Sul capo, intorno alla bocca, vi sono da 8 a molte braccia prensili portanti delle ventose. Cavità del mantello provvista di branchie e di imbuto tubulare sul lato ventrale. In genere provvisti di radula e di robuste mascelle.

### Ordine Teuthida:

Coleoidi con 8 braccia cefaliche e due braccia tentacolari in parte retrattili. Tronco molto allungato. Le pinne sono terminali. Ventose peduncolate. Conchiglia ridotta in un pezzo corneo a forma di spada (gladio).

### Sottordine Myopsida:

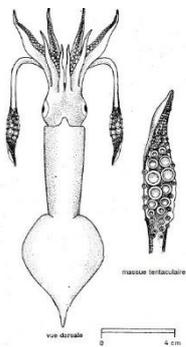
Teutidi con pinne che occupano oltre 2/3 dei lati del tronco. Camera oculare anteriore chiusa fino a un poro (Riedl, 1991).

### *Alloteuthis sp.* (Wulker, 1920):

Nome comune: Totano matto

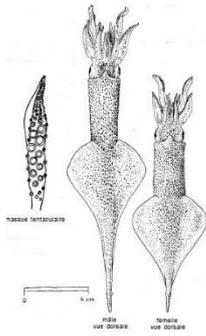
Membrana boccale con lobi indefiniti senza ventose. Estremità posteriore più o meno allungata in una punta.

### *Alloteuthis media* (Linnaeus, 1758):



Punta posteriore del corpo breve (2-6 mm). Braccia tentacolari lunghe, che rovesciate superano l'estremità del corpo, e provviste di lunghe espansioni tozze munite di ventose con dimensioni pari a 1/10-1/7 dell'ampiezza del capo. Mantello con macchie irregolari di colore bruno-rosso-arancione. Taglia massima: 12-14 cm per i maschi e 9 cm per le femmine. Diffusa e comune sui fondi sabbiosi e melmosa partire da 15 metri di profondità.

*Alloteuthis subulata* (Lamarck, 1798):



Corpo lungo che termina con una “coda”, soprattutto nei maschi adulti. Braccia relativamente corte.

Taglia massima di 20 cm per i maschi e 12 per le femmine (Fisher, et al., 1987).

## Phylum Anellida

Bilateri in genere a sezione circolare e vermiformi con sistema di vasi sanguigni e cavità celomatica secondaria. Il corpo è articolato in numerosi segmenti (metameri).

### Classe Polychaeta:

Anellidi con numerosi segmenti, in genere ben distinguibili e provvisti di parapodi più o meno ben strutturati che portano molte setole. In genere si distinguono 3 ordini: Archiannelida, Errantia e Sedentaria. In questi ultimi il corpo è diviso in due o tre parti, in relazione alla vita sessile da essi condotta.

### Ordine Sedentaria:

Policheti bentonici con prostomio piccolo, leggermente o completamente trasformato e nascosto. Sebbene il notopodio e il neuropodio siano in genere presenti, in molte famiglie mancano dei parapodi veri e propri. Le branchie sono per lo più confinate in determinate sezioni del corpo (Riedl, 1991).

# Discussioni

## 1. Analisi Qualitativa e quantitativa

L'analisi dei contenuti stomacali di questa specie ha fornito informazioni riguardo le sue abitudini alimentari e la sua crescita, confermando il suo ruolo di predatore specializzato, in accordo con la letteratura (Piccinetti, et al., 1971) (Badalamenti, et al., 2002).

Il merluzzo non risulta essere un predatore in continua ricerca di cibo, come si deduce dall'alta percentuale di vacuità. Gli adulti di solito tendono ad avere un grado di riempimento più alto rispetto ai giovanili, probabilmente dovuto a tempi più lunghi di digestione.

Durante la crescita del predatore, infatti, il numero di prede decresce ma il peso delle prede individuali incrementa, determinando un cambiamento nell'alimentazione sia quantitativo che qualitativo (Stagioni, et al., 2011).

In accordo con la letteratura (Froggia, 1973) (Bozzano, et al., 1994) (Bozzano, et al., 1997) (Badalamenti, et al., 2002) (Sartor, et al., 2003) (Carpentieri, et al., 2005) (Stagioni, et al., 2011), i risultati hanno dimostrato l'esistenza di una "lunghezza critica", corrispondente alla taglia di prima maturità, legata a cambiamenti di alimentazione. In particolare, i giovanili (minori di 200 mm) si nutrono principalmente di piccoli e numerosi crostacei, mentre a maturità sessuale raggiunta, la loro dieta si orienta gradualmente verso pesci di taglia sempre più grandi. Questo comportamento è presumibilmente dovuto al fatto che, con la crescita dei pesci il successo nell'alimentazione è legato a cambiamenti ontogenetici delle capacità sensoriali e di nuoto, così come alle modifiche della struttura boccale e alla differente richiesta di apporti energetici con la maturità sessuale. Nonostante ciò le piccole prede non vengono mai escluse del tutto dalla dieta. Diversi studi hanno portato alla luce che i pesci tendono ad ingerire prede molto più piccole della grandezza massima possibile; sono state infatti riscontrate alcune prede di piccole dimensioni in stomaci di merluzzi piuttosto grandi (es. *Processa sp.* in individui di taglia maggiore di 300 mm) (Stergiou, et al., 2002).

Il nasello quindi si comporta come carnivoro di I e II ordine nel periodo giovanile, quando si nutre di organismi con nessuna importanza nella pesca, e carnivoro di III e IV ordine quando è adulto e si ciba di clupeiformi e gadiformi. Questi risultati

confermano quanto già detto in passato da (Froglià, 1973) e ribadito dai valori dell'indice trofico di questo studio.

Questa specie si avvale di un comportamento piuttosto opportunistico, adattando la sua alimentazione alle risorse che ha a disposizione. Basti pensare che in Adriatico occidentale la sua dieta risulta essere più simile a quanto accade in Atlantico - dominata da *E. encrasiclus*, *M. potassou* e *T. trachurus* - che nel resto del Mediterraneo – soprattutto *S. pilchardus* -, probabilmente dovuto alle differenti caratteristiche chimico fisiche di questo mare e ad una abbondanza elevata di engraulidae (Bozzano, et al., 1994), contrariamente a quanto avviene verso la costa croata dove esistono aree di nursery di sardine (Piccinetti, et al., 1971).

L'alta biodiversità che caratterizza il pabulum del nasello, amplificato dal comportamento opportunistico, obbliga a campionare un alto numero di esemplari per definire al meglio la sua dieta come evidenziato dai risultati della curva di accumulazione in specie.

Questa sua capacità di accontentarsi delle risorse a disposizione però non deve mascherare la necessità di salvaguardare la specie, che in Adriatico presenta aree di nursery in corrispondenza della fossa di Pomo.

È importante infatti salvaguardare i giovanili in quanto non hanno ancora raggiunto la taglia di prima maturità, necessaria per il susseguirsi delle generazioni, ed oltretutto si cibano di prede (crostacei) che non hanno valore commerciale ma sono importanti per la catena trofica.

## 2. Confronto con le analisi molecolari

Il confronto tra le analisi morfologiche e quelle molecolari ha messo in evidenza diversi vantaggi e svantaggi di queste tecniche.

La rapidità di svolgimento e il basso costo della metodologia morfologica viene contrastata da una minor precisione nel riconoscimento delle prede. Questa tecnica infatti si affida completamente all'esperienza del ricercatore che il più delle volte ha difficoltà nell'assegnare un livello tassonomico specifico trovandosi di fronte a prede parzialmente digerite e detrito. Inoltre risulta difficile anche stimare il contenuto

stomacale il cui peso è fortemente influenzato dall'etanolo utilizzato per la conservazione (CIESM, 2000).

D'altro canto la metodologia molecolare è certamente più precisa ma necessita, oltre che di strumentazioni complesse e costose, anche di marcatori piuttosto sensibili ed un database completo per il riconoscimento delle sequenze.

Di certo il riconoscimento delle sequenze amplificate di DNA, oltre ad identificare un livello tassonomico più alto delle prede rispetto a quanto possa riconoscere il ricercatore, riesce ad afferrare uno spettro di informazioni più ampio, poiché identifica le prede in un arco temporale maggiore di quanto si possa vedere al microscopio (prede soggette a digestione di circa sei ore), individuando quindi anche specie ingerite pochi giorni prima.

Tuttavia vengono amplificate anche sequenze di DNA provenienti da specie che la bibliografia non identifica come prede dirette del predatore proprietario di quello stomaco. Questo possibile errore può essere invece ridotto con la metodologia morfologica, che permette di identificare quali sono prede dirette e quali invece possono catalogarsi come “prede delle prede” o addirittura parassiti o prede accidentali (es. *Anisakis pegreffii* o Copepodi in Clupeiformi).

Limite particolarmente importante della analisi molecolare è che non si hanno precise informazioni quantitative dei dati, ma solo di tipo qualitativo: è possibile riconoscere quali specie sono presenti ma non si può verificare quanti individui di quella specie ci sono in quel campione. Durante l'analisi morfologica sono stati osservati stomaci contenenti un numero abbastanza alto di *Processa sp.* in ognuno di questi, caratteristica rilevante nei naselli, i quali con la crescita, mangiano sempre meno prede ma di dimensioni maggiori (Stagioni, et al., 2011).

Ultimo ma non meno importante è il problema, per questa specie, di evidenziare il loro cannibalismo: la tecnica molecolare tenderebbe a confondere la sequenza della preda *M. merluccius* con quella del predatore (anch'esso *M. merluccius*) e leggerlo come errore nel prelievo del tessuto.

## Conclusioni

Dal momento in cui il sovrasfruttamento della pesca ha portato ad alterazioni sia della struttura delle comunità marine che delle loro relazioni trofiche, una corretta gestione di questa risorsa viene raggiunta adottando quello che è stato definito negli ultimi anni “approccio ecostistemico”, che si realizza con la determinazione del ruolo trofico delle principali specie bersaglio (CIESM, 2000).

Uno degli effetti maggiormente significativi della pesca industriale, infatti, è proprio l'abbassamento del livello trofico medio, che ha portato alla consapevolezza di aver attuato un processo noto come “Fishing Down Marine Food Webs” (Pauly, et al., 2005).

L'obiettivo della mia tesi è consistito nel contribuire alla definizione dello stato di sfruttamento di una specie particolarmente importante nell'economia della pesca, come il nasello.

L'analisi dei contenuti stomacali può rappresentare inoltre un utile metodo indiretto per ottenere informazioni circa le comunità bentoniche della platea continentale (Link, 2004).

È necessario però utilizzare le due metodologie (morfologica e molecolare) contemporaneamente così da ottenere un maggior numero di risultati e verificare l'attendibilità di entrambe, colmando le insufficienze di ognuna.

# Tavole

Tavola 1



*Illex coindetii*



*Alpheus glaber* (particolare delle chele)

Tavola 2

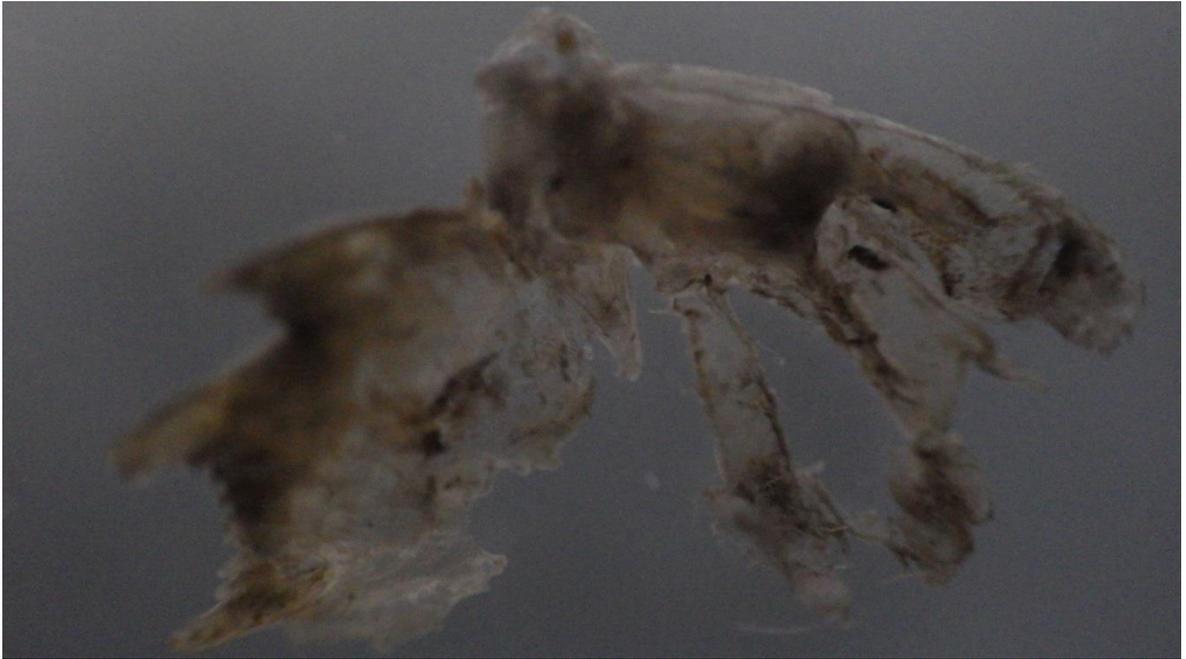


*Solenocera membranacea*



Particolari di *Rissoides desmaresti*

Tavola 3



Particolare di *Rissoides desmaresti*



*Processa sp.*

Tavola 4



Particolare di *Processa* sp.



Tavola 5

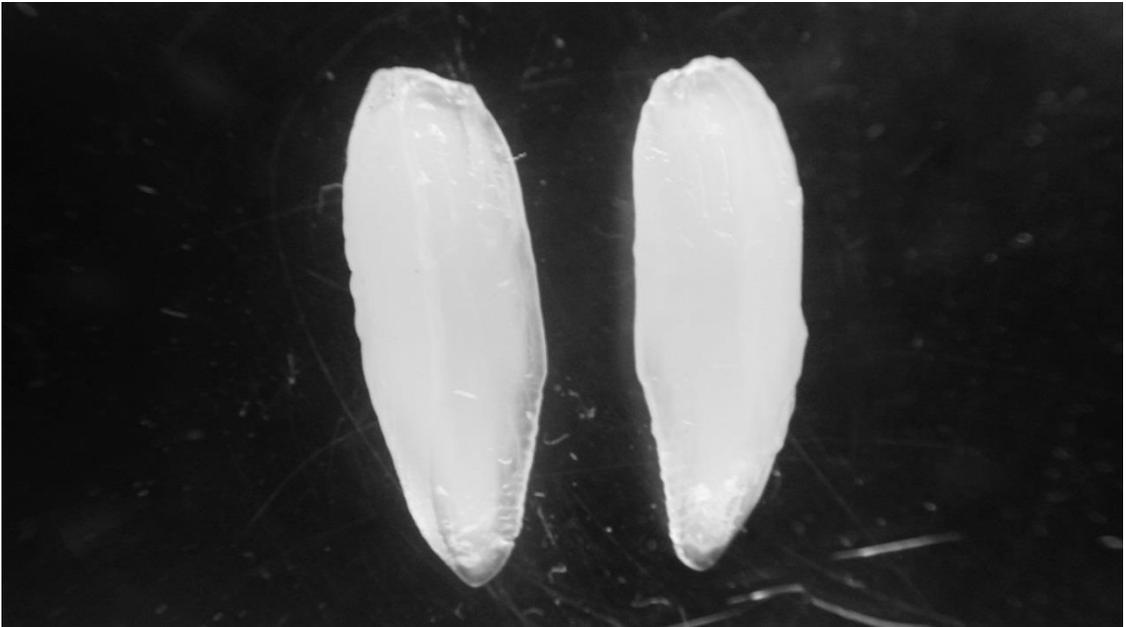


*Trachurus trachurus*

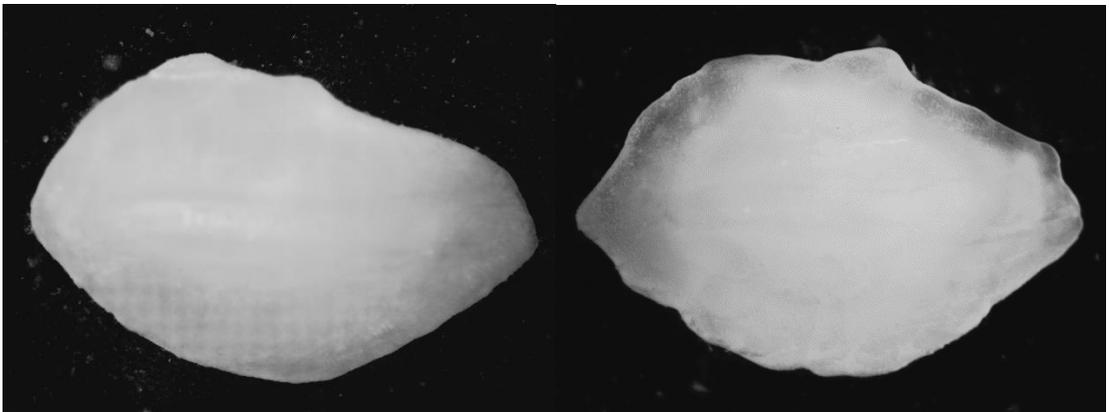


*Micromesistius potassou*

Tavola 6

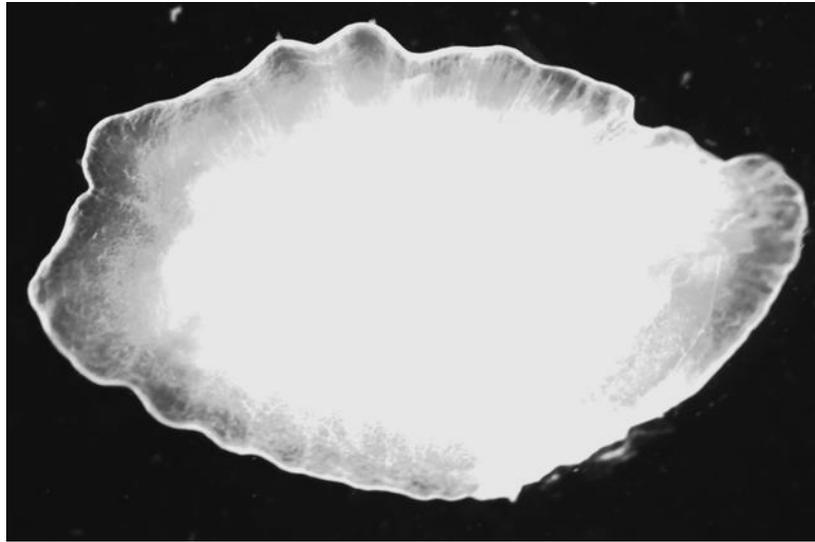


Otoliti di *Micromesistius potassou*



Otoliti di *Citharus linguatula*

Tavola 7



Otolite di *Spicara sp.*

## Bibliografia

- Amundsen P.A., Gabler H.M. and Staldvik F.J.** A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data modification of the Costello (1990) method [Journal]. - [s.l.] : Fish Biol., 1996. - Vol. 48. - pp. 607-614.
- Badalamenti F. [et al.]** Size-related trophodynamic changes in three target fish species recovering from intensive trawling [Journal]. - Castellammare del Golfo (TP) : Marine Biology, 2002. - 141. - pp. 561-570.
- Bertrand J. A. [et al.]** The general specifications of the MEDITS Survey [Journal]. - Genova : Sci. Mar., 2002. - 2 : Vol. 66. - pp. 9-17.
- Bini G.** Atlante dei pesci delle coste italiane [Book]. - Roma : Mondo Sommerso, 1968-1970. - pp. 1-10.
- Bombace Giovanni and Lucchetti Alessandro** Elementi di Biologia della Pesca [Book]. - Milano : Edagricole, 2011. - pp. 175-186.
- Bozzano A. and Recasens L.** Dati preliminari sull'alimentazione del nasello, *Merluccius merluccius*, nel Mar Ligure e nel Golfo del Leone [Journal]. - Barcelona : Biol. Marin. Medit., 1994. - 1 : Vol. 1. - pp. 293-294.
- Bozzano A., Recasens L. and Sartor P.** Diet of the european hake *Merluccius merluccius* (Pisces: Merluccidae) in the Western Mediterranean (Gulf of Lions) [Journal]. - Barcellona : Scientia Marina, 1997. - 1 : Vol. 61. - pp. 1-8.
- Buljan M. and Zore-Armanda M.** Oceanographic properties of the Adriatic sea [Journal] // Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.. - 1976. - Vol. 14. - pp. 11-98.
- Buljan M.** Productivity rating of the Adriatic obtained on the basis of its hydrographic properties [Journal] // Acta Adriatica. - 1964. - 4 : Vol. 11. - pp. 35-45.
- Carpentieri P. [et al.]** Feeding habits of European hake (*Merluccius merluccius*) in the central Mediterranean Sea [Journal]. - Roma : Fish. Bull., 2005. - Vol. 103. - pp. 411-416.
- Cataudella S. and Spagnolo M.** Lo stato della pesca e dell'acquacultura nei mari italiani [Book]. - Roma : Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, 2011.
- Chiarucci A. [et al.]** Discovering and rediscovering the sample-based rarefaction formula in the ecological literature [Journal]. - [s.l.] : Commun. Ecol., 2008. - Vol. 9. - pp. 121-123.
- CIESM** Fishing down the mediterranean food web? [Journal]. - Kerkyra Island : CIESM Workshop Series, 2000. - 12.
- Cognetti G. and Sarà M.** Biologia Marina [Book]. - Roma : [s.n.], 1981. - Vol. 4 : pp. 59-81.
- Cohen M. D. [et al.]** FAO SPECIES CATALOGUE [Book]. - Roma : W. Fischer, W. Schneider and L. Garibaldi, Fisheries Resources and Environment Division, FAO, 1990. - Vol. 10 GADIFORM FISHES OF THE WORLD.
- Coll M. [et al.]** Food-web changes in the Adriatic Sea over the last three decades [Journal]. - Prog. Ser. : Mar. Ecol., 2009. - Vol. 381. - pp. 17-37.
- Costello M.J.** Brief communications. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis [Journal]. - Edinburgh, U.K. : Fish Biol., 1990. - 261-263 : Vol. 36.
- Curzi P. V. and Giordani P.** Geomorfologia e Sedimentologia il "L'eutrofizzazione nel Mar Adriatico" [Conference] // Atti del Convegno Nazionale di Ancona. - Ancona : [s.n.], 1989. - pp. 32-43.

- Eldredge N.** Sustainable development [Journal]. - Santa Barbara, California : Life on earth: an encyclopedia of biodiversity, ecology and evolution, 2002. - Vols. ABC-CLIO.
- Falciai L. and Minervini R.** Guida dei crostacei decapodi d'Europa [Book]. - Padova : Franco Muzzio Editore, 1992.
- FAO** FAO Fisheries and Aquaculture Department [Online] // FAO. - FAO, 2015. - <http://www.fao.org/fishery/species/2238/en>.
- Faranda F. M., Guglielmo L. and Spezie G.** Mediterranean Ecosystems: Structures and processes [Book]. - Milano : Springer-Verlag Italia, 2001. - p. 497.
- Ferretti Mario, Tarulli Enrico and Palladino Silvia** CLASSIFICAZIONE E DESCRIZIONE DEGLI ATTREZZI DA PESCA IN USO NELLE MARINERIE ITALIANE CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AL LORO IMPATTO AMBIENTALE [Book]. - Italia : ICRAM, 2002. - pp. 63-73.
- Fisher W., Bauchot M. L. and Schneider M.** Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (Revision 1) Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37 [Book]. - Rome : [s.n.], 1987. - Publication préparée par la FAO (Project GCP/INT/422/EEC) : Vol. 1. Végétaux et Invertébrés : p. 760.
- Fisher W., Schneider M. and Bauchot M.L.** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de Pêche 37 [Book]. - Roma : [s.n.], 1987. - Vol. 2.
- Flamigni C.** Preliminary utilization of trawl survey data for hake (*Merluccius merluccius* L.) population dynamics in the Adriatic Sea [Journal] // FAO Fish. - [s.l.] : Rep., 1985. - pp. 109-115.
- Froese R. and Pauly D.** FishBase [Online] // World Wide Web electronic publication. - 01 1, 2010. - 01/2010. - <http://www.fishbase.org>.
- Froggia C.** Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius* L.) del Medio Adriatico. [Conference] // Atti V Congresso Nazionale della Società Italiana di Biologia Marina. - 1973. - pp. 327-341.
- Ghirardelli E.** La vita nelle acque [Book]. - Torino : Unione Tipografico-Editrice Torinese, 1981. - pp. 69-74, 157-169, 183-184, 324-336.
- Giller P. S.** Community Structure and the Niche [Journal]. - London : Chapman & Hall, 1984.
- Gramitto M. E.** La gestione della pesca marittima in Italia. Fondamenti tecnico-biologici e normativa vigente. [Journal] // Monografie scientifiche / ed. ricerche Consiglio Nazionale delle. - 2001. - p. 319.
- Graviglio A., Pirani A. and Demartini E.** Il quadro normativo sulle denominazioni commerciali dei prodotti ittici nella gestione delle frodi: strumento di gestione o problema irrisolto? [Conference]. - Milano : Università degli studi di Milano, 2011.
- Gualini D.** Prime osservazioni su la biologia e la morfologia di *Gadus poutasou* [Journal]. - Genova : Bull. Mus. Zool. Anat. comp., 1938. - 197 : Vol. 18.
- Hacunda J. S.** Trophic relationships among demersal fishes in a coastal area of the Gulf of Maine [Journal]. - [s.l.] : Fish. Bull., 1981. - Vol. 79. - pp. 775-788.
- Hayward P.J. and Ryland J.S.** Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe [Book]. - Oxford : Oxford University Press, 2008.
- IREPA Onlus** Osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia 2011 [Report]. - Salerno : Edizioni Scientifiche Italiane, 2011.

- Jardas I. [et al.]** Red book of sea fishes of Croatia [Journal]. - Zagreb : Ministrarstvo kulture RH, 2008. - p. 396.
- Krebs C.J.** Ecological methodology [Journal]. - New York : Harper Collins Publishers, 1989.
- Link J.S.** Using fish stomachs as samplers of the benthos: integrating long-term and broad scales. [Journal]. - [s.l.] : Marine Ecology Progress Series, 2004. - Vol. 269. - pp. 265-275.
- Mazziotti C., Tisselli M. and Doneddu M.** Segnalazione di Pleurobranchaea meckeli (de Blainville, 1825) per le coste emiliano-romagnole [Article] // Notiziario S.I.M.. - Prato : Notiziario S.I.M., 2014. - 2 : Vol. 32. - pp. 1-3.
- Oksanen J. [et al.]** Vegan: Community Ecology Package. [<http://R-Forge.R-project.org7/projects/vegan/>]. - [s.l.] : R package version 2.3-2/r2969, 2015.
- Olaso I. and Rodriguez Marin** Alimentación de veinte especies de peces demersales pertenecientes a la división VIIIc del ICES [Journal]. - [s.l.] : Inf. Tec. IEO, 1991.
- Pauly D. and Christensen V** Trophic levels of fishes. [Online] // FishBase 2000: Concepts, Design and Data Sources / ed. In: Froese R. and Pauly, D. (eds.). - ICLARM, 2000.
- Pauly D. and Palomares M.L.** FISHING DOWN MARINE FOOD WEB: IT IS FAR MORE PERVASIVE THAN WE THOUGHT [Journal]. - Vancouver : BULLETIN OF MARINE SCIENCE, 2005. - 2 : Vol. 76.
- Piccinetti C. and Piccinetti Manfrin G.** Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali (Alto e Medio Adriatico) [Journal]. - Bologna : Biol. Mar. Medit., 1994. - 2 : Vol. 1. - pp. 77-87.
- Piccinetti C. and Piccinetti Manfrin G.** Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (Merluccius merluccius L.) in Alto e Medio Adriatico [Journal]. - Fano : Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano, 1971. - 3 : Vol. 4. - pp. 41-64.
- Piccinetti Corrado [et al.]** La situazione delle risorse ittiche nel mare Adriatico [Book]. - Spalato : Institute of Oceanography and Fisheries Split, 2012. - p. 9.
- Pinkas L. M., Oliphant S. and Iverson I. L. K.** Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters [Journal]. - [s.l.] : Calif. Dep. Fish Game Fish. Bull., 1971. - Vol. 152. - pp. 1-150.
- Poggiani L. [et al.]** Pesci dell'Adriatico. Provincia di Pesaro e Urbino [Book]. - Pesaro : Provincia di Pesaro e Urbino. Assessorato Beni ed Attività Ambientali, 2009. - Vol. 23.
- Poli A. and Fabbri E.** Fisiologia degli Animali Marini [Book]. - Napoli : Edises, 2012.
- R Core Team** R: A language and environment for statistical computing. [<https://www.R-project.org/>]. - Vienna : R Foundation for Statistical Computing, 2015. - 3.2.2.
- Relini G., Bertrnad J. and Zamboni A.** Synthesis of the knowledge on Bottom Fishery Resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica) [Journal] // Biol. Mar. Medit.. - 1999. - Vol. 6(1). - pp. 470-474.
- Relini G., Carpentieri P. and Murenu M.** International bottom trawl survey in the Mediterranean Sea (Medit) [Journal] // Medits Instruction Manual, Version 5 rev.. - [s.l.] : Biologia Marina Mediterranea, 2008. - pp. 1-15.
- Riedl Rupert** Fauna e Flora del Mediterraneo [Book]. - Padova : Franco Muzzio Editore, 1991.
- Sartor P., Carlini F. and De Ranieri S.** Diet of young european hake (Merluccius merluccius) in the Northern Tyrrhenian Sea [Journal]. - Livorno : Biol. Mar. Medit., 2003. - 2 : Vol. 10. - pp. 904-908.

- Stagioni M., Montanini S. and Vallisneri M.** Feeding habits of european hake, merluccius merluccius (Actinopterygii: Gadiformes: Merluccidae), from the Northeastern Mediterranean Sea [Journal]. - Bologna : Acta Ichthyologica et Piscatoria, 2011. - 4 : Vol. 41. - pp. 277-284.
- Stergiou K and Karpouzi V. S.** Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish [Journal]. - [s.l.] : Rev. Fish Biol. Fish, 2002. - Vol. 11. - pp. 217-254.
- Stergiou Konstantinos I. and Karpouzi Vasiliki S.** Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish [Journal]. - Vancouver B. C. : Fish Biology and Fisheries, 2002. - Vol. 11. - pp. 217-254.
- Tesic M.** Vojnopomorska geografija DSNO (Naval Geography) [Journal] // Mornaricka uprava. - Split : [s.n.], 1968. - p. 391.
- Tortonese E.** Osteichthyes (Pesci Ossei) [Book]. - Bologna : Calderini, 1975. - collana Fauna d'Italia : Vol. II : p. 636.
- Tuset V.M., Lombarte A. and Assis C.A.** Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic [Journal]. - [s.l.] : Sciencia Marina, 2008. - Vol. 72. - pp. 7-198.
- Ungaro N. [et al.]** On the suitability of some indicators from trawl surveys data. Mediterranean geophysical sub-area n.18 [Journal]. - [s.l.] : Biol. Mar. Medit., 2006. - 3 : Vol. 13. - pp. 137-151.
- Vannini E.** Zoologia dei vertebrati [Book]. - 1982. - Vol. 4 : pp. 209-275,49,95.
- Velasco F. and Olaso I.** European hake Merluccius merluccius (L., 1758) feeding in the Cantabrian Sea: seasonal, bathymetric and length variations [Journal]. - Santander, Spain : Fishery Research, 1998. - Vol. 38. - pp. 33-44.
- Zolezzi G.** Contributo alla conoscenza dell'alimentazione dei pesci. Engraulis encrasicolus [Journal]. - Roma : Boll. Pesca, 1938. - 5 : Vol. 14.

Desidero ricordare tutti coloro che mi hanno aiutato nella stesura della tesi con suggerimenti, critiche ed osservazioni: a loro va la mia gratitudine, anche se a me spetta la responsabilità per ogni errore contenuto in questa tesi.

Ringrazio anzitutto il mio relatore, il professor Marco Stagioni, per la sua immensa disponibilità e per avermi trasmesso quotidianamente la passione per il suo lavoro, con notevole modestia.

Proseguo con la mia co-relatrice Giulia Riccioni e tutti i ricercatori del Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano, che, oltre a contribuire ad ampliare le mie conoscenze, hanno reso le mie giornate di lavoro serene e divertenti.

Un ringraziamento particolare va alla mia famiglia, per i supporti economici e morali per la mia esperienza di studio a Ravenna e per realizzare i miei sogni.

Ringrazio i coinquilini di Via Sant'Agata, Alessandro, Marco, Penelope, Angelo, Andrea, Loredana, Annalisa, Sergio... una vera e propria famiglia, che ti supporta in ogni attimo e circostanza, e ti ricorda quotidianamente che si può fare tutto nella vita se sei in buona compagnia.

Vorrei infine ringraziare Massi, per essermi vicino in ogni istante, e per credere in me per qualsiasi decisione, bella o brutta che sia.