

**GUIDA PRATICA DI IDENTIFICAZIONE DELLE RAZZE (RAJIDAE)
DEL MAR MEDITERRANEO**

LINEE GUIDA PER LA RACCOLTA E L'ANALISI DEI DATI

***FIELD IDENTIFICATION GUIDE TO THE SKATES (RAJIDAE)
OF THE MEDITERRANEAN SEA***

GUIDELINES FOR DATA COLLECTION AND ANALYSIS

F. Serena, C. Mancusi, M. Barone (eds)

A cura di / *Editors*: Fabrizio Serena, Cecilia Mancusi, Monica Barone

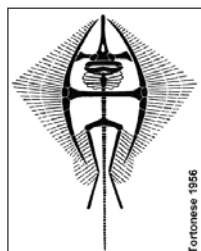
Comitato scientifico / *Scientific Committee*:

Cecilia Mancusi (coord.), Alvaro Abella, Romano Baino, Monica Barone, Michela Ria, Alessandro Voliani - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana
Alessia Cariani, Fausto Tinti - Lab. GenMAP, Dip. Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Università di Bologna

Revisione scientifica e traduzione / *Scientific revision and translation*: Monica Barone

Con la cortese collaborazione di / *With the kind collaboration of*:

Andrea Belluscio	Dip. di Biologia Animale e dell'Uomo, Univ. La Sapienza di Roma, Italy
Jacques Bertrand	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, France
Pierluigi Carbonara	COISPA Tecnologia & Ricerca, Bari, Italy
Charis Charilaou	Department of Fisheries and Marine Research, Cyprus
Mark Dimech	Malta Centre for Fisheries Sciences, Malta
Hemida Farid	Univ. des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Algeria
Francesco Ferretti	Dalhousie University, Halifax, Canada
Maria Cristina Follesa	Dip. di Biologia Animale ed Ecologia, Univ. di Cagliari, Italy
Luis Gil De Sola	Instituto Español de Oceanografía, Malaga, Spain
Alessandro Mannini	Dip. per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova, Italy
Mohamed Nejmeddine Bradai	Inst. National des Sciences et Technologies de la Mer, Salammbô, Tunisia
Gabriel Morey	Department of Fisheries of the Balearic Island Government, Spain
Nota Peristerakis	Hellenic Centre for Marine Research, Crete, Greece
Corrado Piccinetti	Dip. di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Univ. di Bologna, Italy
Sergio Ragonese	Ist. di ricerche sulle Risorse Marine e l'Ambiente, Mazara del Vallo (TP), Italy
Paola Rinelli	Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, Messina, Italy
Paolo Sartor	Consorzio per il Centro Interuniv. di Biologia Marina ed Ecologia Applicata "G. Bacci", Livorno, Italy
Letizia Sion	Dip. di Zoologia, Univ. di Bari, Italy
Nicola Ungaro	Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Puglia, Bari, Italy
Marino Vacchi	Ist. Sup. per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Genova, Italy
Nedo Vrgoc	Institute of Oceanography and Fisheries, Split, Croatia



La citazione bibliografica del presente volume è:

For bibliographic purposes this volume should be cited as follows:

Serena F., Mancusi C., Barone M. (eds) (2010) – Guida pratica di identificazione delle razze del Mar Mediterraneo. Linee guida per la raccolta e l'analisi dei dati

Field identification guide to the skates (Rajidae) of the Mediterranean Sea. Guidelines for data collection and analysis

Biol. Mar. Mediterr., **17** (Suppl. 2): 204 pp.

Il presente volume è pubblicato con il contributo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

This volume is printed with Ministry for the Environment Land and Sea Protection grant

Presentazione

Presentation

Questa guida alle razze del Mediterraneo, preparata dalla Società Italiana di Biologia Marina con il coordinamento del dott. Fabrizio Serena, rappresenta una nuova “voce” nel grande vocabolario della biodiversità che la Direzione Protezione Natura sta piano piano cercando di sviluppare.

In questo caso, il volume bilingue si pone anche come contributo italiano al Piano di Azione per la Conservazione dei pesci cartilaginei del Mediterraneo coordinato dal Centro Regionale d'Attività sulla biodiversità e le aree protette della Convenzione di Barcellona.

Questa guida all'identificazione delle specie mediterranee di questo importante gruppo di pesci cartilaginei copre un vuoto importante per la conoscenza del nostro mare e, di conseguenza, per la definizione delle migliori strategie di protezione.

Sappiamo che, per molti cittadini italiani, le razze rappresentano esclusivamente un ingrediente chiave di alcune minestre tipiche della tradizione culinaria. Ora, grazie anche a questo volumetto, spero che qualcuno inizierà anche a vederle quale piccolo, essenziale, ingranaggio di un complesso sistema di cui tutti noi facciamo parte.

This guide to the identification of the Mediterranean skates, finalized by the Italian Society of Marine Biology and coordinated by Dr. Fabrizio Serena, is a new entry in the dictionary on biodiversity that the Nature Protection Directorate is slowly trying to develop.

In this context, the bilingual guide is also an Italian contribution to the Action Plan for the Conservation of cartilaginous fishes in the Mediterranean Sea coordinated by the Regional Activity Centre for specially protected areas and biological diversity in the framework of the Barcelona Convention.

This guide to the identification of this important Mediterranean group of cartilaginous fishes aims to fill gap in the knowledge of our sea, contributing to the definition of proper protection strategies.

Most of the Italian people consider the skates only as an ingredients in traditional receipts of soups. Now, thanks to this small book I hope someone will see them as essential components of a complex system where all we are part.

Dott. Aldo COSENTINO

Direttore Generale Protezione della Natura
General Director Nature Protection

Ringraziamenti

Acknowledgements

Questo documento è stato realizzato principalmente grazie ai dati provenienti dalle campagne scientifiche nazionali ed internazionali GRUND e MEDITS. Vorremmo quindi ringraziare tutti i colleghi coinvolti in tali campagne. I nostri sinceri ringraziamenti vanno ad Oltra Aitana, Francesca Gravino e Jim Ellis, per averci fornito immagini ed utilissime informazioni, Mathias Stehmann e Marino Vacchi per le proficue discussioni. Ringraziamo molto Bernard Séret e Jacques Bertrand per la loro collaborazione ed i loro suggerimenti, Angelo Cau per aver messo a disposizione i disegni originali di Bonaparte, utilizzati per la copertina di questa guida. Siamo grati a Alessandro Voliani per il suo continuo supporto, a Stefano Padovani, per l'aiuto nella produzione della cartografia. Ringraziamo il programma FAO Fish Finder Species Identification and Data Programme, per aver fornito i disegni originali delle specie, e tutti i colleghi che hanno contribuito a completare la guida mandando le fotografie. Infine, desideriamo esprimere anche a nome della SIBM un sentito ringraziamento al dott. Aldo Cosentino, direttore generale del DPNM, ed al dott. Alessandro La Posta, dirigente divisione V, senza il cui supporto questa guida non sarebbe pubblicata.

This document was produced mainly thanks to the information coming from the national and international scientific trawl surveys GRUND and MEDITS. We would therefore like to thank all the colleagues involved in these surveys. Sincere thanks are due to Oltra Aitana, Francesca Gravino and Jim Ellis, who provided photos and valuable information, Mathias Stehmann and Marino Vacchi for the profitable discussion, Angelo Cau for providing the original drawings of Bonaparte used for the cover of this guide. Many thanks are due to Alessandro Voliani for his continuous support and Stefano Padovani for his help with distribution maps. We thank the FAO Fish Finder Species Identification and Data Programme for providing the drawings of the species and all the colleagues who contributed to complete this guide sending photos. Finally, also on behalf of the SIBM, we gratefully acknowledge Dr. Aldo Cosentino, Director General of the DPNM and Dr. Alessandro La Posta, head of the V division, without whom this manual would not have been published.

F. SERENA, C. MANCUSI, M. BARONE

Premessa

Preface

Durante i lavori del XXXIII Congresso della SIBM tenutosi in Sardegna a Castelsardo nel 2002, si concretizzò la volontà di attuare uno studio coordinato dei raiformi dei mari italiani. In quella occasione fu dedicata una sessione specifica all'argomento che portò alla produzione di numerosi contributi scientifici da parte delle Unità Operative afferenti al progetto ministeriale GRUND di valutazione delle risorse demersali. Per la prima volta, e in maniera concertata, si analizzavano dati di cattura di specie non target, ottenuti durante le campagne di ricerca ministeriali e comunitarie, con lo scopo di mettere a confronto trend di biomassa, strutture di taglia della frazione campionata, informazioni biologiche in genere, ecc.

Da questo importante confronto emersero anche alcuni interrogativi riguardanti il corretto riconoscimento delle specie. I dubbi derivavano dalla mancanza oggettiva di strumenti idonei per la determinazione specifica in chiave dicotomica; quelli in uso, ancora oggi impiegati, non garantivano l'esatto riconoscimento. Da qui il tentativo di creare uno strumento nuovo, e al tempo stesso semplice, sfruttando l'opportunità di disporre, per molte specie, di un elevato numero di esemplari, e di avere la possibilità di un costante confronto, poi allargato al coordinamento MEDITS. Anche in questo contesto si è aperta un'ampia riflessione che riguarda non solo gli aspetti tassonomici, ma anche quelli di valutazione degli stocks sfruttati.

Parallelamente, l'allora presidente dell'ICRAM, Giuseppe Notarbartolo di Sciara, organizzò un tavolo tecnico coordinato dal collega Marino Vac-

In 2002 at the XXXIII congress of the SIBM in Castelsardo, Sardinia, the willingness to cooperate in order to study the skates of the Italian seas was realized. In this occasion, a specific session of the congress dedicated to skates had the effect, on researchers participating in the national GRUND project, of presenting numerous scientific contributions. Capture data of non-target species were analysed for the first time with the aim of comparing biomass trends, size distribution of the samplings, biological information, etc.

Since that important comparison, some doubts arose about the proper identification of skates species. The doubts came from the lack of accurate keys for the identification of the species, as the tools used were not able to assure the identification. The awareness of this problem encouraged the attempt to create a new and simple tool, considering also the availability of numerous specimens, including that coming from MEDITS trawl survey. In this context, some consideration not only about taxonomy but also on stock assessment of exploited resources arose.

At the same time, Giuseppe Notarbartolo di Sciara, who was the president of the ICRAM at that time, organized a workshop coordinated from the colleague Marino Vacchi. Italian and international experts participated and in particular Mathias Stehmann gave some essential advises for the development of this field guide.

The constant scientific discussion characterizing this working group allowed a continuous check of the documents with the aim to achieve the final goal: a reliable manual for the identification of rajiforms of our sea.

chi (ICRAM), di cui facevano parte alcuni esperti italiani, ma soprattutto Mathias Stehmann che fornì un input fondamentale per lo sviluppo di questa guida di campo.

L'aperto confronto scientifico che ha caratterizzato questo lavoro di gruppo, ha permesso una continua verifica dei vari passaggi tesi al raggiungimento dell'obiettivo finale che era quello di dotarsi di una guida, la più attendibile possibile, per la determinazione delle specie di raiformi dei nostri mari. Si auspica che questo strumento possa essere di facile impiego sia durante le operazioni di bordo, sia nel lavoro routinario di laboratorio.

It is hoped that this tool will be user friendly both on board and in laboratory.

Fabrizio SERENA



(Arpat)

PARTE 1 – INTRODUZIONE

PART 1 – INTRODUCTION

FABRIZIO SERENA

In Mediterraneo la famiglia Rajidae è rappresentata da quattro generi e da 16 probabili specie valide. La determinazione di queste ultime presenta varie complicazioni dovute principalmente a difficoltà di riconoscimento, poiché mancano precisi riferimenti morfobiometrici che possano consentire l'impiego di un'adeguata chiave dicotomica. Esistono, infatti, numerose indecisioni nella sistematica di questo gruppo dettate, anche nell'ambito della stessa specie, dalla grande variabilità individuale legata alle caratteristiche biologiche (età, sesso, ecc.), nonché a quelle ambientali. Inoltre la rarità con la quale alcune specie sono reperibili in natura, così come nelle catture provenienti dalle campagne scientifiche, concorre a complicare la determinazione specifica.

Lo scopo di questo documento è di gettare le basi per un lavoro comune che coinvolga tutte le unità operative dei coordinamenti GRUND e MEDITS (Bertrand *et al.*, 1997) ed altri esperti che lavorano nel campo dei Rajidae, al fine di ottenere chiavi di determinazione delle singole specie più attendibili e di più facile impiego, soprattutto per il lavoro di laboratorio e quello di bordo condotto durante lo svolgimento delle campagne scientifiche, ma anche nelle attività di registrazione del prodotto sbarcato.

Negli ultimi venti anni le campagne scientifiche condotte nell'area mediterranea hanno permesso di acquisire numerose informazioni utili per una migliore conoscenza delle caratteristiche biologiche e della distribuzione geografica del gruppo Rajidae e per

In the Mediterranean Sea the family Rajidae is represented by four genera and 16 possible valid species. The classification of these species is problematical as the identification is made difficult for the lack of simple morphometric references that would allow the use of adequate taxonomic keys. Some uncertainty is present in the taxonomy of this group, also at species level, due to the great individual variety of the biological (age, sex, etc.) and environmental characteristics. Moreover, some species are rarely available and then hardly caught in the scientific surveys, making even more difficult their identification.

*The aim of this document is to set the standard for a common effort involving the coordination groups of the GRUND and MEDITS surveys (Bertrand *et al.*, 1997), in order to obtain easy and reliable species identification keys, useful especially during scientific surveys, in the field and in laboratory, but also in monitoring of landings.*

In the past 20 years the scientific trawl surveys in the Mediterranean allowed to collect a big amount of essential information for a better knowledge of life history and geographic distribution of the Rajidae, thus for the assessment of their status of exploitation. The availability of specimens of the different species allowed a better understanding of the taxonomy of this group. It is advisable that the study of morphometry coupled with the genetic analysis would let to highlight the macroscopic features for the correction of the identification keys here proposed, at least for species that are frequently misidentified, like Raja

la valutazione del loro stato di sfruttamento. Ciò ha consentito di avere un numero importante di esemplari delle diverse specie agevolando lo studio tassonomico. È auspicabile che l'analisi della morfometria, unitamente a quella del corredo genetico, permetterà di individuare i principali riferimenti morfologici per la correzione della chiave di determinazione specifica qui proposta, perlomeno per le specie di più difficile identificazione come ad esempio *Raja polystigma*, *Raja montagui* e *Raja brachyura*.

La possibilità di mettere insieme tutte le conoscenze e le informazioni raccolte nell'ambito dei coordinamenti di ricerca, costituisce il presupposto essenziale per tentare una valutazione dello stato di sfruttamento delle specie più rappresentate nelle catture. Tenendo conto dell'area di studio, con particolare riferimento a quella della campagna MEDITS (Fig. 1), in questo manuale è presentato un esempio di valutazione dello stato di sfruttamento per una specie di importanza commerciale a livello della Geographical Sub Area 9 (GSA9) (GFCM, 2006). Tale esercizio potrà essere riproposto in se-

polystigma, *Raja montagui* and *Raja brachyura*.

The chance to collect all the knowledge and the information recorded by the research coordination groups is an essential requirement for the evaluation of the status of exploitation of the species of skates more frequently caught. Considering the study area covered by the MEDITS survey (Fig. 1), in this manual, an example of assessment of the status of exploitation is presented for a species of commercial importance, at the level of the Geographical Sub Area (GSA9) (GFCM, 2006). This exercise could be extended to the other GSAs in the Mediterranean, thank also to the results of the European project "Status of rays populations in the Mediterranean Sea and advice for sustainable exploitation of the stocks" (Fish/2004/03-41), funded by the Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries.

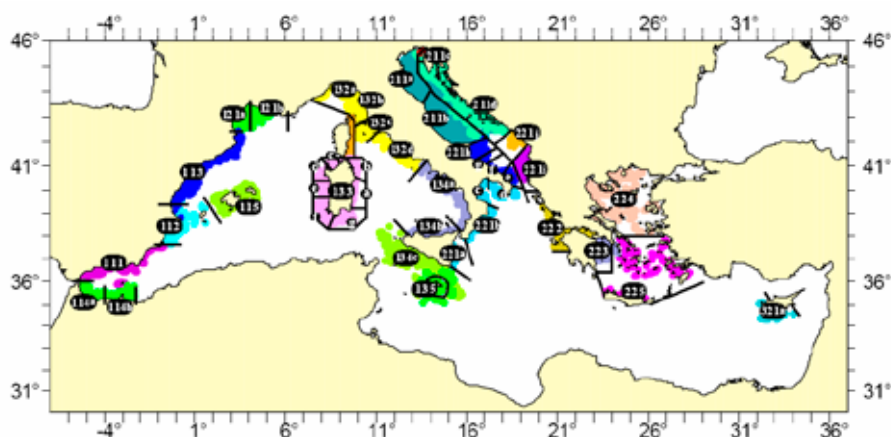


Fig. 1 - Mappa dell'area di studio della campagna scientifica comunitaria MEDITS.
Map of the area covered by the European MEDITS survey.

guito alle altre GSA del bacino mediterraneo, grazie anche ai risultati ottenuti nell'ambito del programma comunitario "Status of rays populations in the Mediterranean Sea and advice for sustainable exploitation of the stocks" (Fish/2004/03-41), finanziato dalla Direzione generale degli Affari marittimi e della pesca.

Distribuzione delle razze mediterranee

Le razze sono pesci con abitudini bentoniche, quindi vivono a stretto contatto con il fondo del mare. Frequentano i bassi fondali, anche in prossimità della battigia, e le grandi profondità abissali fino a 3000 m (Last e Stevens, 2009). Sono presenti in tutti i mari, dall'Oceano Artico alla Convergenza Antartica, occasionalmente nelle acque salmastre, più rare nelle acque tropicali (Last e Stevens, 2009) e assenti nelle aree tropicali dei reef come ad esempio nel Mar Rosso (Bonfil e Abdallah, 2004).

Com'è noto, il bacino mediterraneo costituisce un mare chiuso; ha un limitato rapporto con l'Oceano Atlantico per mezzo dello Stretto di Gibilterra e da circa 140 anni, con l'apertura del Canale di Suez, è entrato in contatto artificialmente con il Mar Rosso. Tuttavia, anche se di recente sono stati numerosi i casi di ingressi di specie lessepsiane attraverso il Canale di Suez, da sempre il maggior scambio di organismi avviene proprio con l'Oceano Atlantico. Relativamente alle razze, può tornare utile fare alcune considerazioni sulle specie che vivono nell'area atlantica, poiché potrebbero verificarsi scambi, anche se circoscritti o limitati nel tempo, tra l'Oceano e il Mar Mediterraneo.

In Mediterraneo, si registra la presenza di tre specie endemiche: *Leucoraja melitensis*, *Raja polystigma* e *Raja asterias*, la presenza di quest'ultima specie nelle acque atlanti-

Distribution of Mediterranean skates

Skates are benthic species, living strictly in contact with the sea bottom. These species inhabit the shallow water, reaching the water edge, and the deep sea up to 3000 m (Last & Stevens, 2009). Present in all the oceans, from the Arctic Ocean to the Antarctic Convergence, occasionally in brackish waters, rarely in tropical waters (Last & Stevens, 2009), absent in tropical reef areas, for example in the Red Sea (Bonfil & Abdallah, 2004).

It is known that the Mediterranean is a closed sea, has a limited exchange with the Atlantic Ocean through the Strait of Gibraltar and from 140 years it is artificially in connection with the Red Sea through the Canal of Suez. Even if in recent times several lessepsian species entered the Mediterranean through the Canal of Suez, the main migration of species had been from the Atlantic. In relation of skates living in the Atlantic area, it would be worthy consider that some exchange of species could take place between Atlantic and Mediterranean, even if limited in space and time.

*Three endemic species are recorded in Mediterranean: *Leucoraja melitensis*, *Raja polystigma* and *Raja asterias*. Although *R. asterias* has been signalled along the Portuguese coasts, its presence in the Atlantic has to be confirmed.*

In the area defined in the FNAM guide (Fishes of the NE Atlantic and the Mediterranean) (Whitehead

tiche prospicienti le coste portoghesi deve essere ancora confermata.

Nell'ambito dell'area definita nella guida FNAME (Fishes of the NE Atlantic and the Mediterranean) (Whitehead *et al.*, 1984) (Fig. 2), si registra la presenza di 10 generi, sei in più rispetto a quelli presenti nel bacino mediterraneo. Alcuni di questi generi hanno

et al., 1984) (Fig. 2), ten genera are registered, six more than in the Mediterranean basin. Some of them have their representatives living at the edge of the area here considered and they could difficulty reach the Strait of Gibraltar. For example *Neoraja africana* lives in equatorial tropical waters of Gabon and recently has been

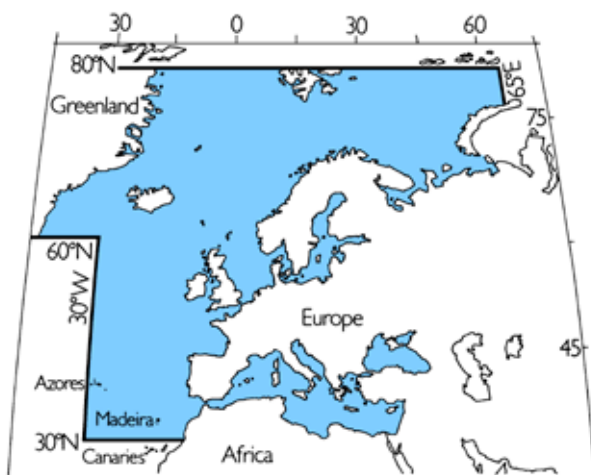


Fig. 2 - L'area geografica definita nel libro "Fishes of the north-eastern Atlantic and Mediterranean (FNAME)".

Geographical area covered in the book "Fishes of the north-eastern Atlantic and Mediterranean (FNAME)".

rappresentanti che vivono ai margini di quest'area, e difficilmente potranno entrare in contatto con le acque di Gibilterra. *Neoraja africana* ad esempio vive nell'area equatoriale delle coste del Gabon e recentemente è stata segnalata anche nella zona subtropicale tra la penisola di Capo Bianco e Capo Verde (Séret, 1986). La stessa considerazione potrebbe valere per i generi *Amblyraja*, *Bathyrāja*, *Breviraja*, *Malacoraja* e *Rajella* presenti nel Golfo di Biscaglia, lungo le coste atlantiche dell'Irlanda, o addirittura in acque Artiche o in zona equatoriale, ma anche alle isole Canarie come nel caso

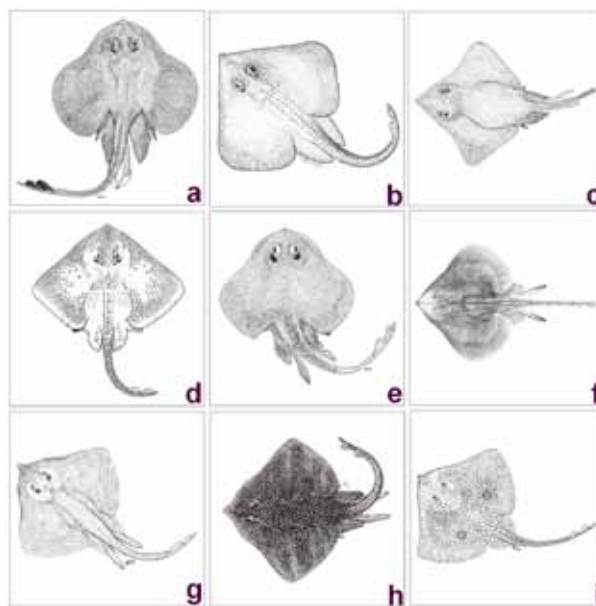
recorded in subtropical waters of Cap Blanc and Cape Verde (Séret, 1986). The same consideration could be valid for the genera *Amblyraja*, *Bathyrāja*, *Breviraja*, *Malacoraja* and *Rajella*, as they are distributed from the Bay of Biscay to Ireland, and even from Arctic to equatorial areas. The species *ravidula* and *barnardi* of the genus *Rajella*, and *richardsoni* of the genus *Bathyrāja*, are also present in the Canary Islands, being closer to the Strait of Gibraltar (Fig. 3).

In Atlantic ocean *Raja* is the genus whose representatives are more closer to the Mediterranean waters and in

delle specie *ravidula* e *barnardi* del genere *Rajella*, e *richardsoni* del genere *Bathyraja*, più prossime alle acque dello Stretto di Gibilterra (Fig. 3).

Il genere *Raja* presente nell'area atlantica è in ogni caso quello che ha il maggior numero di rappresentanti che vivono in prossimità del bacino mediterraneo, in particolare *Raja maderensis* (forse una variazione di *R. straeleni*) delle Canarie e delle Azzorre, *Raja microocellata*, delle coste nord occidentali africane e *Raja montagui* distribuita in tutta l'area atlantica da nord a sud. Quest'ultima, confusa spesso con la specie endemica del Mediterraneo, *Raja polystigma*, è già presente all'interno del bacino, in particolare lungo le coste occidentali dell'Africa settentrionale (Hemida, comunicazione personale).

particular *Raja maderensis* (perhaps a variant of the species *Raja straeleni*) in the Canary and Azores islands, *Raja microocellata*, in the northwestern african coasts, and *Raja montagui*, distributed in the whole eastern Atlantic. The last is actually already present in the Mediterranean, along the African coast of the western basin, where it could be misidentified with the endemic mediterranean *Raja polystigma* (Hemida, pers. comm.).



(FAO Fish Finder; www.fishbase.org)

Fig. 3 - Esempio di razze presenti nell'Atlantico orientale: a) *Neoraja africana*; b) *Rajella barnardi*; c) *Bathyraja richardsoni*; d) *Amblyraya radiata*; e) *Breviraja spinosa*; f) *Malacoraja senta*; g) *Raja microocellata*; h) *Raja maderensis*; i) *Raja montagui*.

Example of skate species occurring in the eastern Atlantic: a) *Neoraja africana*; b) *Rajella barnardi*; c) *Bathyraja richardsoni*; d) *Amblyraya radiata*; e) *Breviraja spinosa*; f) *Malacoraja senta*; g) *Raja microocellata*; h) *Raja maderensis*; i) *Raja montagui*.

PARTE 2 - GUIDA DELLE SPECIE

PART 2 - FIELD GUIDE TO THE SPECIES

Tassonomia dei Rajidae e chiavi di identificazione delle specie

Taxonomy of Rajidae and Species identifications keys

FABRIZIO SERENA

Classificazione e sistematica dei Rajidae

In base alla sistematica proposta da Stehmann e Burkel (1984), le razze presenti nel Mediterraneo sono raggruppate in un unico genere *Raja* e quattro sottogeneri. La revisione introdotta da Compagno (1999, 2001) eleva, di fatto, il rango tassonomico di queste razze, riconoscendo quattro diversi generi: *Dipturus*, *Leucoraja*, *Raja* e *Rostroraja*. Tale distinzione si basa essenzialmente sulle caratteristiche morfobiometriche, esterne ed interne, degli esemplari.

In attesa dell'uscita dei volumi sui batoidei di tutto il mondo che la FAO sta predisponendo e sviluppando, in questa guida è utilizzata la classificazione proposta da Compagno in Hamlett, 1999 e 2005 (Tab. 1), dove generi e specie sono stati organizzati in ordine alfabetico.

Caratteristiche morfobiometriche dei Rajidae

La struttura scheletrica delle razze prevede tre porzioni distinte: la regione cefalica, la regione toracica e la regione caudale. La prima regione comprende le strutture vitali del neurocranio e della cartilagine rostrale di importanza tassonomica come ad esempio la cartilagine di Meckel. Gli archi branchiali e il cinto pettorale sono allocati nella regione toracica. Il cinto pelvico rimane a cavallo tra la seconda e la terza regione caudale (Fig. 4).

Systematic and classification of Rajidae

A previous classification of Stehmann and Burkel (1984) grouped the rays living in the Mediterranean basin in the same genus, Raja. In the new systematic organization proposed by Compagno (1999, 2001), the taxa of the Mediterranean rays has actually been raised, comprehending now four different genus Dipturus, Leucoraja, Raja and Rostroraja. This taxonomy is mainly based on morphometric features, both external and internal, of the specimens. Waiting for the new catalogue on Batoids of the worlds that FAO will be producing, here the classification proposed by Compagno in Hamlett, 1999 and 2005 (Tab. 1) is followed. In this taxonomic arrangement, genus and species are listed in alphabetical order.

Morphobiometric characteristics of Rajidae

The skeletal structure of the skates can be delimited into three regions: head, trunk and tail. The former includes some vital structures like neurocranium and some structures important for taxonomy, for example the Meckel cartilage. The trunk includes the hyobranchial region and the pectoral girdle. The caudal region is separate from the trunk by the pelvic girdle (Fig. 4).

Recent phylogenetic analysis

Tab. 1 - Classificazione dei batoidei secondo Compagno in Hamlett, 1999 e 2005. In evidenza i Rajiformes che hanno rappresentanti nel Mar Mediterraneo.
Classification of Batoid fishes following Compagno in Hamlett, 1999 and 2005. Rajiformes present in the Mediterranean Sea are highlighted.

CLASSE CLASS	SUBCLASSE SUBCLASS	SUPERORDINE SUPERORDER	ORDINE ORDER	FAMIGLIA FAMILY	Genere Genus	Specie Species
Chondrichthyes	Elasmobranchii	Squalomorphii	Pristiiformes Rhinoformes Rhinobatiformes Torpediniformes Rajiformes	Arhynchobatidae Fowler, 1934 Rajidae Blainville, 1815	<i>Bathyraja</i> Ishiyana, 1958	
		Squatrinomorphii			<i>Amblyraja</i> Malm, 1877	
		Galeomorphii			<i>Breviraja</i> Bigelow & Schroeder, 1948	
		Raiomorphii			<i>Dipturus</i> Rafinesque, 1810	<i>Dipturus batis</i> Linnaeus, 1758 <i>Dipturus nidarosiensis</i> (Storm, 1881) <i>Dipturus oxyrinchus</i> Linnaeus, 1758
					<i>Leucoraja</i> Malm, 1877	<i>Leucoraja circularis</i> Couch, 1838 <i>Leucoraja fullonica</i> Linnaeus, 1758 <i>Leucoraja melitensis</i> Clark, 1926 <i>Leucoraja naevus</i> Muller & Henle, 1841
					<i>Malacoraja</i> Stehmann, 1970 <i>Neoraja</i> McEhran&Compagno, 1982	
					<i>Raja</i> Linnaeus, 1758	<i>Raja asterias</i> Delaroche, 1809 <i>Raja brachyura</i> Latont, 1873 <i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758 <i>Raja miraletus</i> Linnaeus, 1758 <i>Raja montagui</i> Fowler, 1910 <i>Raja polystigma</i> Regan, 1923 <i>Raja radula</i> Delaroche, 1809 <i>Raja undulata</i> Lacépède, 1802
					<i>Rajella</i> Stehmann, 1970	
					<i>Rostroraja</i> Hulley, 1972	<i>Rostroraja alba</i> Lacépède, 1804

Recenti analisi filogenetiche hanno mostrato come l'ordine dei Rajiformes derivi da un gruppo di squaloidi che si sono adattati alla vita bentica, predisponendo di conseguenza le strutture vitali in modo da avere la migliore funzionalità (Stiassny *et al.*, 1996).

demonstrated how Rajiformes originated from squaloids that became adapted to leaving on the seabed, modifying their vital structures in order to be more functional (Stiassny et al., 1996).

Rays are characterized by having a dorsoventrally flattened body subdivided

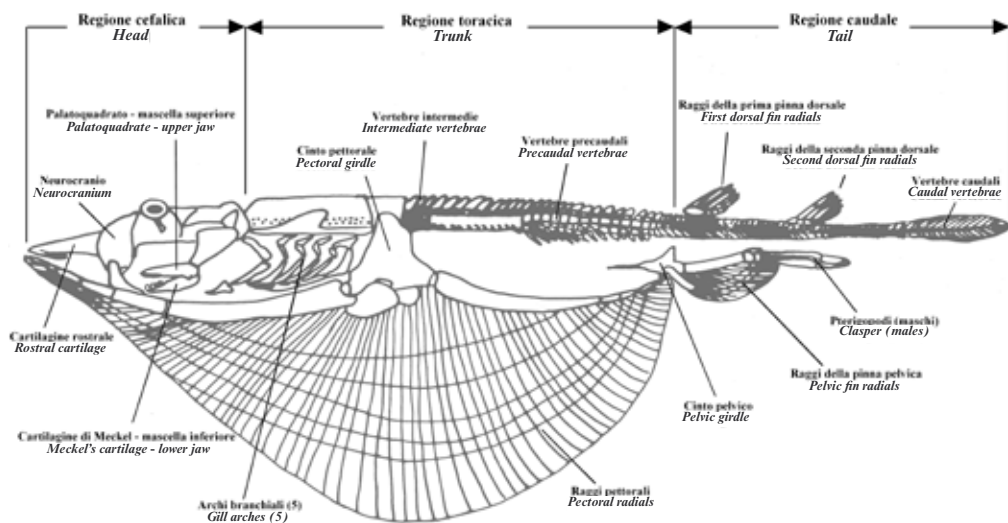


Fig. 4 - Schema ipotetico di un batoideo (da Hamlett 1999, leggermente modificato).

Hypothetical scheme of Batoid fishes (from Hamlett 1999, slightly modified).

Le razze hanno un corpo marcata-mente depresso in senso dorso-ventrale distinto in un “disco” e una “coda”, in genere molto allungata. La bocca, le narici e le aperture branchiali (5 paia) sono in posizione ventrale, gli occhi e gli spiracoli sono sempre dorsali. La bocca è provvista di varie file di denti spesso di forma diversa nei due sessi: nei maschi possono essere molto più appuntiti, mentre nelle femmine sono costituiti da piccole placche. Gli occhi, nella quasi totalità dei casi, sono provvisti di una sorta di palpebra con frange epiteliali che proteggono la pupilla. Queste frange, benché caratteristiche delle diverse specie, presentano

in “disc” and “tail”, moderately slender. Mouth, nostrils and gills open on ventral side; eyes and spiracles on dorsal side. Numerous small teeth forming rows are often different in the two sexes: more pointed in males and flat plate-like in females. Eyes have almost always a thin indented fold covering the pupil, although characteristics in the different species present high intraspecific variability. Spiracles immediately behind eyes, have valves and allow the water to reach the gills (Fig. 5).

The caudal fin, reduced to a small rudimental fold, lost the locomotory function. This function is performed by the enlarged pectoral fins with their

comunque un'elevata variabilità intra-specifica e difficilmente possono essere utilizzati come chiave di riconoscimento. Gli spiracoli, che permettono l'ingresso dell'acqua per irrorare le branchie, sono muniti di valve e posti subito dietro gli occhi (Fig. 5).

La pinna caudale, ridotta ad una piccola plica rudimentale, è allungata e ha perso la funzione locomotoria. Quest'ultima funzione è stata assunta dalle ampie pinne pettorali che si muovono con ondulazioni laterali. All'estremità della pinna caudale sono sempre presenti due pinne dorsali, l'anale è assente e le pinne ventrali sono tipicamente bilobe separate da un setto in parte profondo; dal loro profilo interno si sono originate le strutture copulatorie (pterygopodi) dei maschi.

La superficie dorsale può essere ricoperta da spinule, che costituiscono una sorta di zigrino, o da spine; alcune volte sono presenti grosse spine (bottoni) molto robuste che possono disporsi anche sul lato ventrale. La presenza di queste spine sul corpo varia in funzione dell'accrescimento, dell'età e della maturità sessuale. La colorazione è molto diversa anche all'interno della stessa specie e i disegni sul dorso possono essere altrettanto vari. Il lato ventrale è solitamente chiaro nelle specie costiere, mentre può essere scuro nelle specie che vivono in zona di scarpata o nel batiale.

Tutte le razze presenti in Mediterraneo hanno abitudini bentiche, pertanto la loro dieta è caratterizzata fondamentalmente da organismi che vivono sul fondo del mare, piccoli crostacei, pesci, ecc. In alcuni casi, però la composizione della dieta presenta organismi che vivono nella colonna d'acqua a dimostrazione del fatto che questi pesci riescono a staccarsi dal fondo e nuotare anche a diversi metri da questo (osservazione personale).

La riproduzione prevede l'accoppia-

undulating movement. Two dorsal fins are always set back on the tail, the anal fin is absent and the ventral fins are typically bilobed; thus from their inner margin originated the paired reproductive organs (claspers) of males.

The dorsal surface can be covered by dermal denticles, a kind of "zigrino" that can develop in specialized derivatives, like thorns and spines, sometimes present like buttons also on ventral side. The coverage of dermal denticles can vary with growth, age and sexual maturity. Colours and dorsal patterns can present wide intraspecific variability. The ventral side, usually light in species living in coastal waters can be darker in species living on continental slope and bathyal zone.

Mediterranean skates exhibit benthic behaviour, their diet is then characterized by bottom animals, small crustaceans, fishes, etc. Occasionally they feed on organisms living in the water column, demonstrating the capacity to swim away from the bottom (personal comment of the author).

Skates developed courtship behaviour and copulation to assure a successful mating event. During copulation the male introduce one clasper into the cloaca of the female while holding her wing by pointed tooth. The reproduction mode in skates is oviparity; eggs are protected by rigid egg capsules produced by oviducal glands, typical of elasmobranchs, situated in the anterior part of the oviduct. The rectangular eggs have tendrils arising from each of the four corners, with the egg jelly they serve as anchoring devices and guarantee the adhesion to the sea bottom.

Considering that the purpose of this document is to provide a simple user-friendly guide for identification of rays living in our seas, the work done for synthesized the identification key took into account of the more important and marked characteristics of the species. In

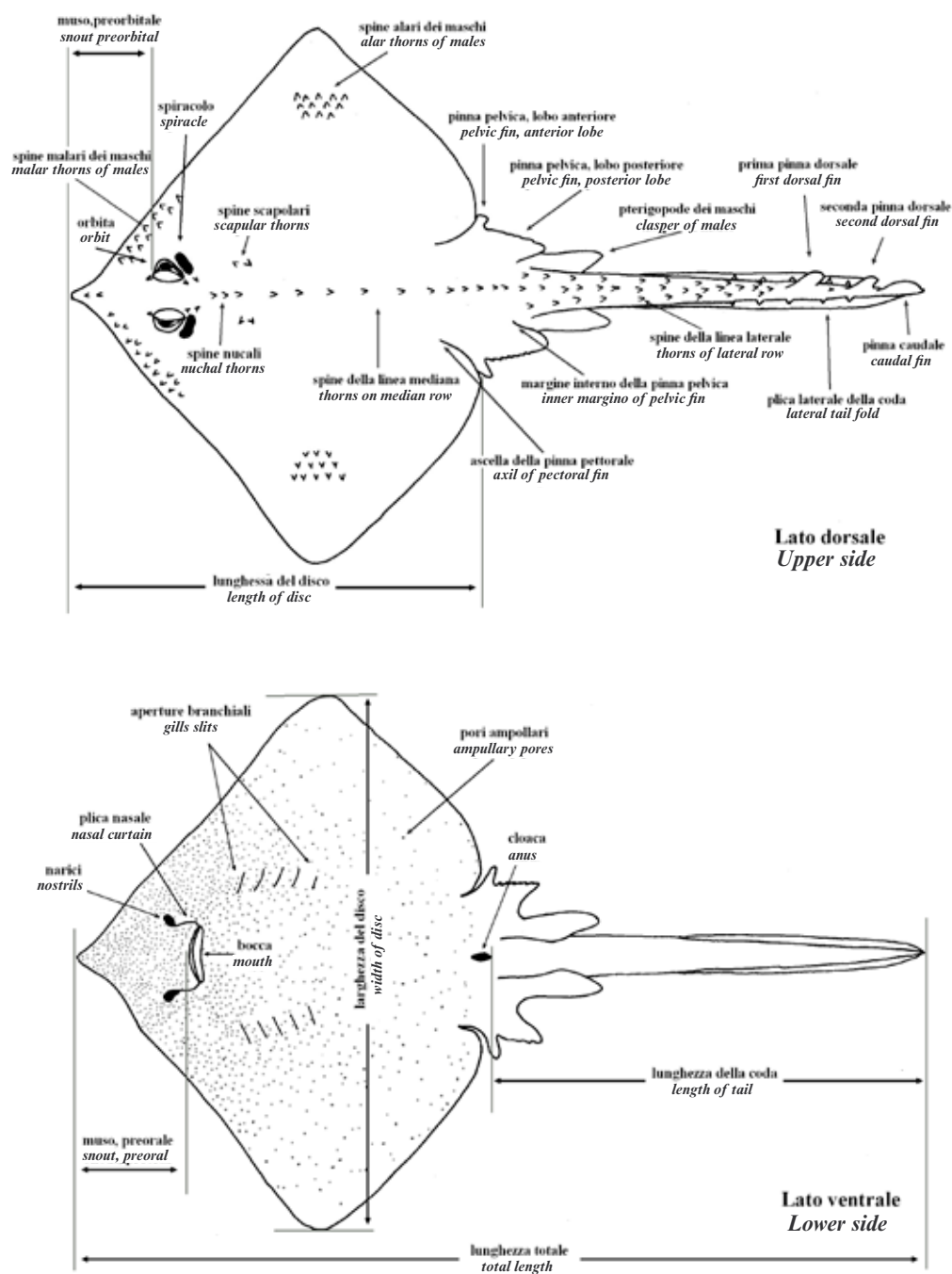


Fig. 5 - Schema dei termini tecnici e delle misure: a) lato dorsale; b) lato ventrale.
The technical terms and measurements: a) dorsal side; b) ventral side).

mento tra i due sessi: durante la copula il maschio introduce uno dei due pterigopodi nella cloaca della femmina, mentre cerca di trattenerla con i denti aguzzi di cui è provvisto. Le razze sono specie ovipare, le uova sono protette da un guscio corneo prodotto dalla ghiandola nidamentale, tipica degli elasmobranchi, posta nella parte anteriore degli ovidotti. Il guscio è rettangolare con quattro appendici disposte agli angoli; è provvisto inoltre di molti filamenti che, insieme ad una sostanza gelatinosa, ricoprono l'intera superficie del guscio facilitandone l'adesione al fondo del mare.

Considerando che il fine di questa nota è quello di fornire un semplice strumento di identificazione delle razze che vivono nei nostri mari, il lavoro di sintesi per ottenere una valida chiave di determinazione specifica, ha tenuto conto delle caratteristiche più importanti e più facilmente riconoscibili delle varie specie. La produzione di questo documento ha richiesto la consultazione di vari articoli e testi specialistici tra i quali: Tortonese, 1956; Bini, 1967; Šoljan, 1975; Hureau e Monod, 1979; Whitehead *et al.*, 1984; Fischer *et al.*, 1987; Nelson, 1994; Stiassny *et al.*, 1996; Mould, 1998; Notarbartolo di Sciara e Bianchi, 1998; Compagno, 2001; Serena, 2005. È stato utile infine la consultazione del sito *web* FishBase (<http://www.fishbase.org>) (Froese e Pauly, 2006) per avere un confronto più allargato.

Tutto questo è stato integrato poi con le conoscenze acquisite in questi anni di attività di laboratorio nel processamento dei campioni di razze provenienti dalle campagne scientifiche. Tali attività si sono sviluppate soprattutto nell'ambito delle campagne di ricerca (e dei corrispondenti protocolli) relativi ai programmi internazionali (MEDITS; Bertrand *et al.*, 2000) e nazionali (GRUND; Relini *et al.*, 2000).

the preparation of this document several fundamental references were considered, between that: Tortonese, 1956; Bini, 1967; Šoljan, 1975; Hureau and Monod, 1979; Whitehead et al., 1984; Fischer et al., 1987; Nelson, 1994; Stiassny et al., 1996; Mould, 1998; Notarbartolo di Sciara and Bianchi, 1998; Compagno, 2001; Serena, 2005. The consultation of FishBase (<http://www.fishbase.org>) (Froese and Pauly, 2006) proved very useful.

The bibliography is integrated by the knowledge coming from years of experience in the study of rays collected during scientific surveys. These activities were mainly carried out in the framework of national and international scientific trawl surveys: GRUND (Relini et al., 2000) and MEDITS (Bertrand et al., 2000).

Tassonomia dei Rajidae

Le dimensioni delle razze possono essere molto ridotte, come nel genere *Finestraja* (20-30 cm TL), oppure relativamente grandi fino a circa 200 cm LT (*Dipturus*, *Rostroraja*, ecc.). Spesso le caratteristiche essenziali per la determinazione specifica si sviluppano con la crescita, come nel caso delle spine nuchali, che negli adulti del genere *Leucoraja*, si dispongono a triangolo. Ciò comporta particolari difficoltà di riconoscimento soprattutto negli individui giovanili di varie specie.

Una delle principali caratteristiche scheletriche del gruppo dei Rajidae presenti nell'area F NAM, è riguarda la disposizione dei raggi delle pinne pettorali e la consistenza della cartilagine rostrale. In un caso i raggi arrivano all'apice del muso e la cartilagine è molle. Questa condizione identifica i generi *Bathyraja* e *Neoraja*, che tra l'altro hanno le appendici rostrali corte a differenza del genere *Breviraja* che le ha lunghe (Fig. 6). Questi tre generi non hanno rappresentanti nel Mediterraneo. Nell'altro caso i raggi non riescono ad arrivare all'apice del muso, mentre la cartilagine rostrale è lineare e robusta e si protrae fino all'estremità del muso. Tale requisito identifica i seguenti generi: *Malacoraja*, *Rajella*, *Dipturus*, *Leucoraja*, *Raja* e *Rostroraja*; gli ultimi quattro sono presenti nel bacino mediterraneo ed è su questi che si concentreranno le nostre attenzioni. Infine, un altro aspetto importante che può avere un ruolo nella determinazione specifica è la cartilagine dorsale terminale degli organi copulatori (Fig. 7).

La distinzione tra i generi *Rostroraja* e *Dipturus* è relativamente semplice e avviene tramite l'osservazione del colore del ventre (cioè rimanda al punto 2 della chiave del genere e delle specie). La presenza di spine disposte a triangolo dietro la nuca e nella regione

Taxonomy of Rajidae

Dimensions of skates can be almost small, as for the genus Finestraja (20-30 cm TL), or relatively big reaching about 200 cm TL (Dipturus, Rostroraja, etc.). The characteristics useful for the identification can develop with the growth, for example the nuchal thorns arranged in a triangular shape in the genus Leucoraja. For this reason the identification could be difficult and especially of juvenile specimens.

Among the main diagnostic characteristics of Rajidae, in the F NAM area, are the position of the anterior pectoral-fin rays and the consistency of the rostral cartilage. Pectoral-fin rays can extend to the tip of the snout and the rostral cartilage is delicate. This is the situation identifying the genera Bathyraja and Neoraja, which have rostral appendages short respect to the genera Breviraja (Fig. 6). These three genera have not representatives in Mediterranean. Otherwise, the rays do not reach the tip of the snout and the rostral cartilage is stout. This is the characteristic of six genera: Malacoraja, Rajella, Dipturus, Leucoraja, Raja and Rostroraja. The last four genera are present in the Mediterranean Sea and they be further described hereunder. Important for the taxonomy of skates is also the dorsal distal cartilage of the copulatory organs (Fig. 7).

The genera Rostroraja and Dipturus can be easily distinguished by the ventral colour (see point 2 of the keys to genera and species). The presence of triangular patch of thorns over the nuchal and scapular region allow the distinction between the genera Leucoraja, in which the thorns are present, and the genera Raja, where the triangular patch of thorns is absent (see point 3 of the keys to genera and species). This characteristic is more evident in adult specimens, thus sometimes the identification of juveniles could present some difficulties.

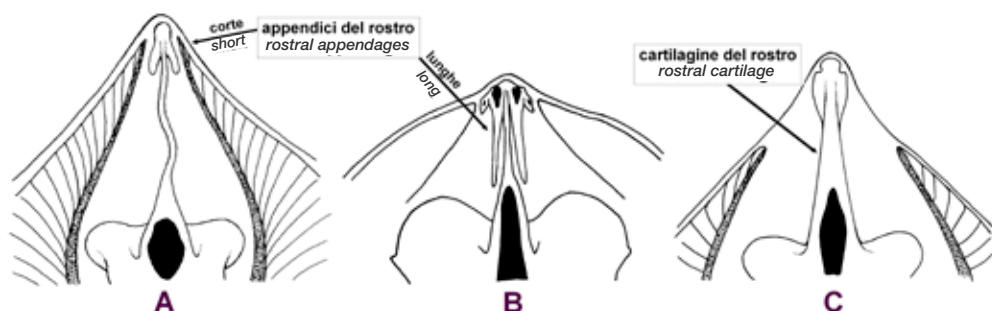


Fig. 6 - Rappresentazione schematica delle appendici rostrali caratteristiche dei tre raggruppamenti tassonomici. a) *Bathyrāja*, *Neorāja*; b) *Brevirāja*; c) *Malacorāja*, *Rajella*, *Rāja*, *Rostorāja*, *Dipturus*, *Leucorāja* (Stehmann e Bürkel, 1984).

Rostrum cartilages distinctive of the three taxonomic groups. a) Bathyrāja, Neorāja; b) Brevirāja; c) Malacorāja, Rajella, Rāja, Rostorāja, Dipturus, Leucorāja (Stehmann & Bürkel, 1984).

scapolare, consente di distinguere gli altri due generi: *Leucorāja*, in cui le spine sono presenti e *Rāja*, in cui le spine disposte a triangolo sono assenti (ciò rimanda al punto 3 della chiave

The other character that can discriminate between the genera Leucorāja and Rāja is the distal dorsal cartilage of the claspers: three-four in Leucorāja genera; two in Rāja (Fig. 7).

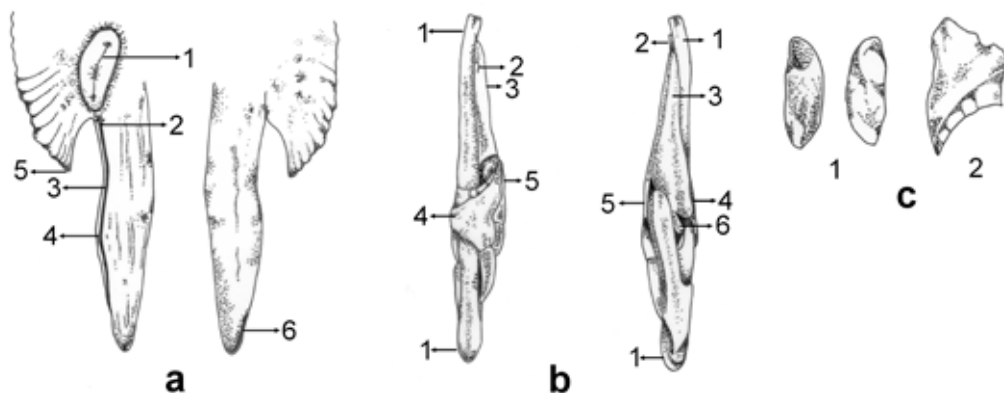


Fig. 7 - Particolare degli pterigopodi di *Rāja clavata*. a) sx faccia ventrale, dx faccia dorsale, 1 sacco sifonale, 2 Apopyle, 3 Hypopyle, 4 canale spermatico, 5 pinna pelvica, 6 meato spermatico. b) cartilagini interne: sx faccia dorsale, dx faccia ventrale, 1 asse, 2 dorsale marginale, 3 ventrale marginale, 4 dorsale terminale 1, 5 dorsale terminale 2, 6 accessorio terminale; c) alcuni particolari: 1 dorsale terminale, 2 dorsale terminale (da Capapé & Desoutter, 1980; modificato).

Detail of claspers in Rāja clavata. a) sx ventral side, dx dorsal side, 1 siphonal sac, 2 Apopyle, 3 Hypopyle, 4 spermatic canal, 5 pelvic fin, 6 spermatic; b) inner cartilages: sx dorsal side, dx ventral side, 1 axis, 2 marginal dorsal, 3 marginal ventral, 4 terminal dorsal 1, 5 terminal dorsal 2, 6 terminal; c) some details: 1 terminal dorsal, 2 terminal dorsal (from Capapé & Desoutter, 1980; modified).

del genere e delle specie). Tale caratteristica si evidenzia maggiormente negli esemplari adulti, pertanto il riconoscimento delle forme giovanili in certi casi può presentare alcune difficoltà.

La presenza delle cartilagini dorsali terminali presenti negli pterigopodi dei maschi, in numero di tre-quattro nel genere *Leucoraja*; due nel genere *Raja* (Fig. 7), costituisce un ulteriore strumento distintivo di questi due generi. L'utilizzo di queste strutture presenti negli organi copulatori degli esemplari maschili rimane solo un metodo per confermare e suddividere i due generi dal punto di vista tassonomico. Tale soluzione, infatti, risulta di difficile applicazione sul campo e soprattutto diventa improponibile, quando si dispone di soli esemplari femminili.

Sulla base della semplice osservazione delle caratteristiche esterne, nel recente passato alcuni Autori hanno descritto specie di dubbia validità. La descrizione di *Raja rondeleti* Bougis, 1959 è probabilmente basata su un individuo anormale di *R. fullonica* da considerarsi come *Leucoraja* cfr. *fullonica*. Pertanto la specie è da ritenersi non valida. Lo stesso dicasi per *Raja africana* Capapé, 1977, almeno per il bacino mediterraneo.

In ogni caso l'organizzazione di tutto il gruppo richiede un sostanziale approfondimento, anche attraverso l'utilizzo di strumenti informatici come software di analisi dell'immagine della morfo-biometria, integrata con l'analisi del DNA, ecc., ciò è possibile disponendo di un numero elevato e significativo di individui che possono essere raccolti solo durante le campagne scientifiche, come ad esempio GRUND e MEDITS, o pianificando apposite campagne di rilevamento e campionamento del prodotto sbarcato ("landing"). Questo è anche l'obiettivo del protocollo qui proposto.

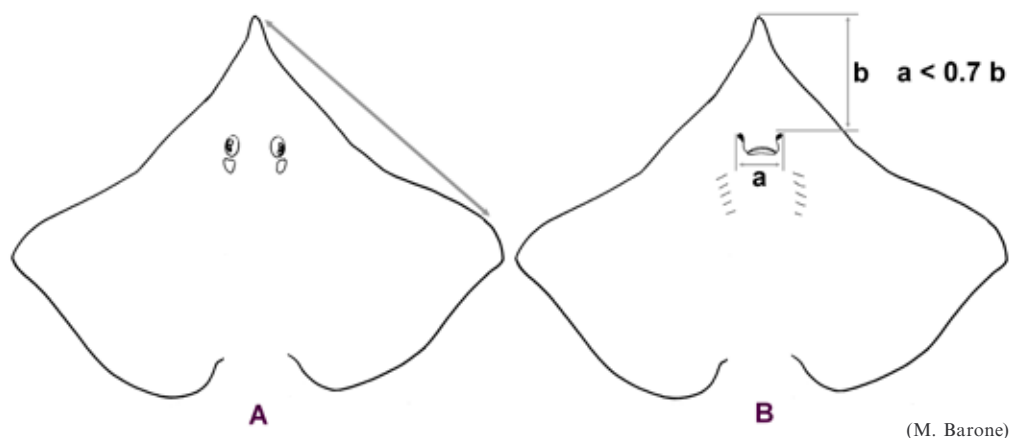
However, the utilization of this characteristic for distinguish between the two genera is only taxonomical and not practical, it is a solution not adequate as it cannot be applied in the field and it is not valid when only female specimens are available.

In the recent past, some author described species whose classification is doubt, as they based their observation only on external characteristics. For example the description of *Raja rondeleti* Bougis, 1959 might have been an abnormal specimen of *R. fullonica* and it should be considered *Leucoraja* cfr. *fullonica*. Therefore *R. rondeleti* should be considered a non valid species. The same consideration could be done for *Raja africana* Capapé 1977, at least in the Mediterranean basin.

In any case, the whole taxonomic group needs a comprehensive revision, including bio-morphometric and genetic analysis. This would be possible only if a significant number of specimens will be available, by collection in the scientific surveys (GRUND and MEDITS) or by specific samplings of landings. This is also the objective of the manual here proposed.

Chiave dei generi e delle specie / Key to genera and species

- 1a** Muso molto lungo e appuntito con il margine anteriore del disco concavo. Il profilo del corpo, dall'estremità del rostro al margine più distante della pinna pettorale, ricade all'interno dell'ipotetica linea congiungente i due estremi indicati (Fig. 8A). La distanza tra le aperture nasali è minore rispetto al 70% della distanza tra una di queste e l'apice del muso (Fig. 8B). Spine di solito assenti sulla superficie dorsale del disco, eccetto che per alcune spine orbitali nei giovani. *Snout slender and pointed, anterior margin of the disc concave. Line connecting tip of snout to the lateral corner of disc free of disc (Fig. 8A). Width between the nostrils less then the 70% of distance from one nostril to the snout tip (Fig. 8B). Spines on the dorsal side of the disc usually absents, except for some orbital spines in juveniles* **2**



(M. Barone)

Fig. 8 - Chiave che consente la distinzione dei generi *Rostroraja* e *Dipturus* (a / b: leggi la chiave 1a per dettagli).

Key to identify the genera Rostroraja and Dipturus (a / b: see the key 1a for detail).

- 1b** Muso solitamente breve e angolato con il margine anteriore del disco convesso. Il profilo del corpo, dall'estremità del rostro al margine più distante della pinna pettorale, ricade all'esterno dell'ipotetica linea congiungente i due estremi indicati (Fig. 9A). La distanza tra le aperture nasali risulta maggiore rispetto al 70% della distanza tra una di queste e l'apice del muso (Fig. 9B). Spine sempre presenti sul disco e sulla coda. *Snout generally short and pointed, anterior margin of the disc slightly convex. Line connecting tip of snout to the lateral corner of disc intersecting disc (Fig. 9A). Width between the nostrils usually more then the 70% of distance from one nostril to the snout tip (Fig. 9B). Thorns on disc and tail always present.* **3**

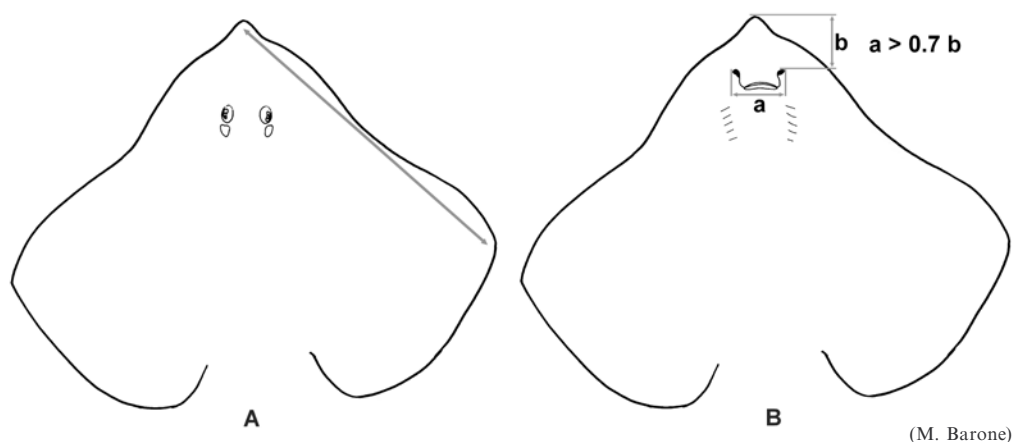
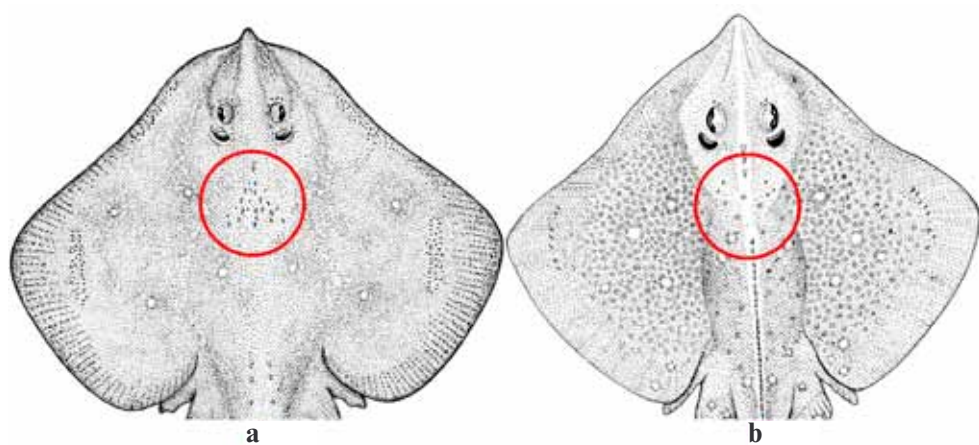


Fig. 9 - Chiave che consente la distinzione dei generi *Leucoraja* e *Raja* (a / b: leggi la chiave 1b per dettagli).

Key to identify the genera *Leucoraja* and *Raja* (a / b: see the key 1b for details).

- **2a** Superficie ventrale bianca con margini del disco e delle pinne pelviche da nerastro (giovani) a grigio (adulti); pori e canali ampollari del ventre chiari
Ventral side white, margin of the disc and pelvic fins from blackish (juveniles) to grey (adult); ampullar pores and canals on the ventral side not darkly pigmented. .Rostroraja. Rostroraja alba (Tavola / Fact sheet 16)
- **2b** Superficie ventrale uniformemente scura, margini dei pori ampollari e spesso anche dei canali, nerastri. Cartilagine rostrale più lunga del 60% della lunghezza della testa (regione cefalica)
*Ventral side evenly dark; ampullar pores and often ampullar canals generally darkly pigmented. Rostral cartilage long more then 60% the length of the head (cephalic region) **Dipturus** 4*
- **3a** Spine sulla nuca e nell'area scapolare disposte a triangolo (Fig. 10a). Pterigopodi con 3-4 cartilagini dorsali terminali
*Triangular patch of thorns present over nuchal and shoulder region (Fig. 10a). Claspers with 3-4 terminal dorsal cartilages **Leucoraja** 6*
- **3b** Spine, se presenti, sulla nuca e nell'area scapolare non disposte a triangolo (Fig. 10b). Pterigopodi con solo 2 cartilagini dorsali terminali
*Nuchal and shoulder thorns sometimes present but a distinct triangular patch is absent (Fig. 10b). Claspers with 2 terminal dorsal cartilages. **Raja** 9*
- **4a** Superficie del dorso e del ventre uniformemente scura; lato ventrale con muco nerastro e quasi completamente ricoperto di spinule. Linea mediana della coda con 30-50 piccole spine
*Dorsal and ventral sides evenly dark; ventral side almost entirely prickly with darkish mucous. A median row of 30-50 thornlets on the tail. **Dipturus nidarosiensis** (Tavola / Fact sheet 2)*



(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Fig. 10 - Chiave per distinguere il genere *Leucoraja* (a) da *Raja* (b)Key to separate the genus *Leucoraja* (a) from *Raja* (b)

- **4b** Superficie del dorso con macchie scure e chiare; ventre scuro da blu grigiastro a marrone, privo di muco nerastro e di spinule eccetto che nella testa e lungo il margine anteriore del disco; linea mediana dorsale della coda con 5-30 spinule

Dorsal side with dark and light blotches, ventral side from bluish-grey to brown, without dark mucous and prickles except for the cephalic region and the anterior margins of the disc. A median row of 5-30 thornlets on the tail

5

- **5a** Muso lungo non molto appuntito. La distanza tra gli occhi sta 2.5-4.0 volte in quella compresa tra il margine anteriore di questi e la punta estrema del muso. 12-28 spine sulla linea mediana della coda. 40-56 file di denti in entrambe le mascelle

Snout long not very pointed. Length between eye 2.5 - 4.0 times the distance between their anterior margin and the tip of the snout. 12-28 median thorns on tail only. 40-56 tooth rows in both jaws

. ***Dipturus batis*** (Tavola / Fact sheet 1)

- **5b** Muso estremamente lungo e appuntito. La distanza tra gli occhi sta 5.5-7.0 volte in quella compresa tra il margine anteriore di questi e la punta estrema del muso. Solo 4-11 spine lungo la linea mediana della coda. Fino a 40 file di denti in entrambe le mascelle

Snout extremely long and pointed. Length between eye 5.5 - 7.0 times the distance between their anterior margin and the tip of the snout. Only 4-11 median thorns on tail. Up to 40 tooth rows in both jaws

. ***Dipturus oxyrinchus*** (Tavola / Fact sheet 3)

- **6a** Dorso uniformemente grigiastro nocciola, senza disegni colorati, ventre bianco. La coda è lunga quasi come il disco. Generalmente due file parallele di 50 spine dalla regione scapolare alla prima pinna dorsale,

negli adulti le spine presenti sul tronco e sulla coda regrediscono
Dorsal side uniformly grey-light brown, without coloured pattern. Tail quite as long as disc. On the medial line, in the middle of the nuchal area, 3-9 thorns are always present, whereas in adult spines on trunk and tail regressed. Usually 2 parallel rows of about 50 thorns from scapular area to first dorsal fin. ***Leucoraja fullonica*** (Tavola / Fact sheet 5)

- **6b** Dorso tipicamente variegato con macchie, punti chiari e scuri, ventre bianco

Dorsal side of disc typically variegated with eye-spots, blotches and light or dark spots and dots.

7

- **7a** Superficie dorsale con 4-6 paia di piccoli punti bianco-crema disposti di solito simmetricamente sulle ali, ai bordi del tronco e sulle pinne pelviche; altre macchie brunastre disposte su tutto il disco. Spine del bordo oculare disposte in mezzo cerchio; quelle centrali, possono essere ridotte nei grandi adulti. Coda leggermente più lunga del corpo. 2-4 file di spine lungo l'asse mediano del tronco e della coda nei giovani che tendono a ridursi negli adulti. Due file parallele di spine dalla regione scapolare alla prima pinna dorsale, generalmente altre 2 file parallele nella prima metà della coda

Dorsal side with 4-6 pair of creamy spots arranged symmetrically on pectoral fins, pelvic fins and on the margin of the trunk; other brownish blotches cover the whole disc. Orbital thorns arranged along a semi round, the ones in the middle can be reduced in adult. Numerous thorns in the nuchal area. Tail slightly longer than disc. 2-4 of median thorns on trunk and tail in juveniles sometimes reduced in adults. Two parallel rows of thorns from the scapular region to the first dorsal fin, usually two parallel rows on hind half of tail. ***Leucoraja circularis*** (Tavola / Fact sheet 4)

- **7b** Superficie dorsale con macchie grandi e scure, pressoché centrali e simmetriche sulle ali, caratterizzate da punti e strisce giallastre

Dorsal side without creamy dots but with relative great dark blotches, somehow in the middle of the wings, characterized by dots and yellowish stripes.

8

- **8a** Larghe e deboli macchie scure sub-ovali, con punti e strisce vermiformi giallastre, disposte pressoché centralmente sul lato dorsale delle pinne pettorali. Una linea mediana di piccole spine sulla parte posteriore della coda affiancata da una fila parallela di spine più grosse che si prolungano anch'esse sulla parte posteriore della coda

Large and colourless dark and sub-elliptical blotches, with dots and yellowish worm-like stripes almost in the middle of the dorsal side of pectoral fins. One median rows of thornlets on the hind part of the tail, bordered by a parallel row of stronger thorns which continue on the hind part of the disc. ***Leucoraja melitensis*** (Tavola / Fact sheet 6)

- **8b** Larghe macchie nerastre sub-circolari, con punti e strisce vermiformi giallastre, disposte pressoché centralmente sul lato dorsale delle pinne pettorali. 4 file parallele di spine sulla coda, le due centrali si prolungano sul disco

Large dark sub-circular blotches, with dots and yellowish worm-like stripes somehow in the middle of the dorsal side of the pectoral fins. A large triangle of thorns on the nuchal region and 4 parallel rows of thorns on the tail, the two central rows continuing on the disc.

*..... **Leucoraja naevus** (Tavola / Fact sheet 7)*

- **9a** Dorso variegato senza disegni distribuiti simmetricamente sulle due pinne pettorali, ma caratterizzato da bande ondulate scure contornate da un margine giallastro e piccole macchiette bianche / Distanza tra gli occhi uguale (giovani) o fino a 1,7 volte (adulti) il diametro dell'orbita

Dorsal side variegated without symmetric eye-spot on pectoral fins, but characterized by undulating dark bands. Width between eyes equal to (juveniles) or up to (adults) 1.7 times diameter of the orbit.

*..... **Raja undulata** (Tavola / Fact sheet 15)*

- **9b** Dorso variegato con disegni (ocelli o pseudo-ocelli) che possono essere distribuiti simmetricamente sulle due pinne pettorali. Una sola linea mediana di spine sul tronco e sulla coda, eventuali linee parallele costituite da sole spinule. Spine del bordo oculare non disposte in mezzo cerchio. Altre spine sulla nuca non formano un triangolo

Dorsal side variegated with symmetric eye-spot and pseudo eye-spot generally present on each pectoral fins. One single median row of thorns on trunk and tail, occasionally bordered by a parallel row of thornlets. Orbital thorns not arranged along a semi round. Other thorns in the nuchal region not arranged in a triangle patch 10

- **10a** Lato dorsale delle pinne pettorali con numerosi punti scuri e macchie più chiare. Possono essere presenti ocelli non contornati da anelli continui

Dorsal side of pectoral fins with numerous dark spots and light blotches. Eye-spots may be present but not encircled by complete rings 11

- **10b** Lato dorsale delle pinne pettorali con numerosi punti scuri e macchie più chiare a comporre anche disegni di vario tipo. Possono essere presenti ocelli contornati da anelli

Dorsal side of pectoral fins with numerous dark spots and light blotches arranged in several patterns. Eye-spot encircled by rings may be present 14

- **11a** Superficie dorsale del disco ruvida nei giovani (fino a circa 25-30 cm LT), liscia negli adulti, con numerosi e minuscoli punti neri, spesso organizzati in circolo a formare piccole stelle. Una fila mediana irregolare di 50-60 piccole spine dal muso alla prima dorsale spesso ridotta sul disco degli adulti

Dorsal side of the disc almost prickly in juveniles (up to 25-30 cm TL), smooth in adults, with numerous small dark dots, often as rosette. One median irregular row of 50-60 small thorns form the snout to the first dorsal fin, usually reduced in the adults.

*..... **Raja asterias** (Tavola / Fact sheet 8)*

- **11b** Superficie dorsale del disco con macchie e punti più o meno scuri organizzati in vario modo a volte formanti pseudo-ocelli. Di solito

- meno di 50 spine su una fila mediana regolare dalla nuca alla prima pinna dorsale, ridotta negli adulti
Dorsal side of disc with dots and blotches arranged in several patterns more or less organized, sometimes forming pseudo eye-spots. Usually less than 50 thorns along a regular median line from the nuchal region to the first dorsal fin, reduced in adults 12
- **12a** Lato dorsale del disco non ruvido e con numerosi punti neri che possono arrivare fino al margine estremo delle pinne pettorali. 60-90 file di denti sulla mascella superiore
Dorsal side of the disc almost smooth with numerous black spots reaching the edge of the margin of pectoral fins. 60-90 tooth rows in the upper jaw..... ***Raja brachyura*** (Tavola / Fact sheet 9)
 - **12b** Lato dorsale del disco a volte ruvido con punti e macchie nere di diversa forma e intensità di colore. Meno di 60 file di denti sulla mascella superiore
Dorsal side of the disc may be prickly with various arrangements of dots and blotches of various shape and colours. Less than 60 tooth rows in the upper jaw 13
 - **13a** Lato dorsale del disco sempre e completamente spinuloso nei giovani e negli adulti. Una fila mediana di 30-50 spine dalla nuca alla prima pinna dorsale, spesso accompagnata da altre due file parallele che partono dall'inizio della coda. Altre grosse placche spinose possono essere presenti sul dorso e sul ventre soprattutto nelle femmine adulte
*Dorsal side of the disc entirely prickly in juveniles and adults. 30-50 thorns in median row from the nape to the first dorsal fin, often bordered by a parallel row of thorns from the base of the tail. Additional buckler thorns with swollen bases scattered on disc in adults, also on ventral side, mainly in large females. . . . ***Raja clavata*** (Tavola / Fact sheet 10)*
 - **13b** Lato dorsale del disco quasi liscio nei giovani, spinuloso negli adulti ma mai completamente. I punti neri sulla superficie del disco non arrivano mai al margine di questo. Una fila mediana di 20-50 spine dalla nuca alla prima pinna dorsale, nessuna altra spina è presente sul dorso e sul ventre
*Dorsal side of the disc almost smooth in juveniles, prickly in adults, but prickles never covering the entire surface. 20-50 usually persistent thorns in median row from nape to first dorsal fin, but not additional thorns on wings or ventral side. ***Raja montagui*** (Tavola / Fact sheet 12)*
 - **14a** Punti scuri su tutto il lato dorsale con due grandi ocelli disposti simmetricamente su entrambe le ali. Il centro degli ocelli è blu ed è circondato da due anelli concentrici e continui, uno nero e un secondo più esterno giallo
Symmetrical eye-spots on each pectoral fin and scattered dark dots. Eye-spots are light blue, encircled by a dark inner and a yellow outer ring..... ***Raja miraletus*** (Tavola / Fact sheet 11)
 - **14b** Come sopra ma il centro degli ocelli, quando presenti, non è mai blu, gli anelli esterni possono non essere continui

Like the previous, but the inner of the eye-spots is not blue and the outer rings may be not complete. 15

- **15a** Lato dorsale liscio con spinule solo sul muso e sul bordo anteriore del disco. Disegno della superficie dorsale estremamente variabile e composta da pseudo-ocelli ovali e/o punti neri distribuiti ovunque, fino al margine più esterno del disco

Dorsal side of the disc smooth, except for prickles on snout and front edge of disc. Pattern very variable with elliptical pseudo eye-spots and/or scattered dark dots reaching the edge of the pectoral fins.

..... **Raja polystigma** (Tavola / Fact sheet 13)

- **15b** Superficie dorsale completamente spinulosa. Fila irregolare di spine che può sdoppiarsi lungo la linea mediana della coda, dalla nuca alla prima pinna dorsale. Colore del disco variabile dal bruno al rossastro, centro degli ocelli, rotondi ma irregolari, da nero a giallastro

Dorsal side of the disc almost completely covered by prickles. An irregular row of thorns along the median line of the tail, from the nape to the first dorsal fin. Disc colour variable from brown to reddish. Eye-spots rounded but irregular with the inner part from black to vivid yellow. **Raja radula** (Tavola / Fact sheet 14)

Note	Remarks
Dipturus nidarosiensis	
Almeno cinque specie del genere <i>Dipturus</i> sono descritte per l'area atlantica (Gibson <i>et al.</i> 2008). Due di queste specie <i>D. batis</i> e <i>D. oxyrinchus</i> sono presenti anche in Mediterraneo (Serena, 2005). Recentemente, durante una campagna di ricerca condotta a 600-1420 metri sui fondali della Sardegna nel 2005-2008, sono stati pescati 14 esemplari di <i>Dipturus</i> . Su questi pesci è stata eseguita l'analisi genetica i cui risultati hanno confermato una terza specie in Mediterraneo: <i>Dipturus nidarosiensis</i> (Cannas <i>et al.</i> , 2010).	At least five species belonging to <i>Dipturus</i> genus are described for the Atlantic region (Gibson <i>et al.</i> , 2008). Two of these species, <i>D. batis</i> and <i>D. oxyrinchus</i> , occur in the Mediterranean Sea (Serena, 2005). Recently, during deep trawl surveys carried out off Sardinia waters in 2005-2008, 14 <i>Dipturus</i> specimens were collected between 600 and 1420 m of depth. The molecular genetic technique of DNA barcoding confirmed a third species for the Mediterranean Sea identified as <i>Dipturus nidarosiensis</i> (Cannas <i>et al.</i> , 2010).
Dipturus batis	
Poiché la validità di identificazione dei reperti storici mediterranei di <i>Dipturus batis</i> hanno sollevato dubbi (Dulvy <i>et al.</i> , 2006), la presenza di questa specie deve essere confermata per la regione Mediterranea.	Because some doubts arose about the validity of historical identifications of <i>Dipturus batis</i> in the Mediterranean region (Dulvy <i>et al.</i> , 2006), the occurrence of this species needs to be confirmed.
Raja polystigma & Raja montagui	
L'utilizzo dei marcatori molecolari ha permesso l'identificazione di due specie con caratteristiche morfo-anatomiche differenti: <i>Raja polystigma</i> e <i>Raja montagui</i> , geograficamente distribuite rispettivamente nell'intero bacino occidentale del Mediterraneo ed esclusivamente lungo le coste algerine e dell'Atlantico (Cannas <i>et al.</i> , 2008).	The use of molecular markers allowed the identification of two species with different anatomical morphology: <i>Raja polystigma</i> and <i>Raja montagui</i> , geographically distributed, respectively, in the whole Central-Western Mediterranean basin and exclusively along the Algerian and Atlantic coasts (Cannas <i>et al.</i> , 2008).
Leucoraja fullonica	
In Mediterraneo questa specie è particolarmente rara nelle catture delle campagne scientifiche e di difficile determinazione, poiché facilmente confondibile con la specie affine <i>Leucoraja circularis</i> . In tal senso si auspica un'attenzione maggiore che deve essere supportata da analisi morfomolecolari.	In the Mediterranean Sea, this species is rarely caught in the scientific trawl surveys; in addition it is easily misidentified with <i>Leucoraja circularis</i> . More awareness is advisable in the identification of this species, supported by morphomolecular analyses.

TAVOLE DELLE SPECIE

SPECIES FACT SHEETS

Ogni tavola è organizzata in modo da essere efficace e di semplice consultazione. Per ciascuna specie sono state compilate le seguenti informazioni:

- **Nome scientifico**
- **Sinonimi frequenti o nomi delle specie con le quali la specie corrente è più frequentemente confusa**
- **Nomi FAO**
- **Nomi locali dei paesi mediterranei:** in particolare quelli coinvolti nel progetto MEDITS.
- **Nomi locali italiani:** in generale sono riferiti al testo di Tortonese (1956). Inoltre i nomi locali dei principali siti di sbarco italiani sono in gran parte riportati in Bini (1967). Si può prevedere che questi siano completati nel tempo con il contributo di tutti, ed in particolare di coloro che sono impegnati nel lavoro di monitoraggio dello "sbarcato", con l'auspicio di creare uno specifico archivio dei nomi dialettali di tutti i porti italiani.
- **Figure ed immagini:** ogni singola scheda è organizzata in modo da mettere a confronto il disegno FAO, sul quale sono indicate alcune caratteristiche essenziali per l'identificazione, con l'immagine fotografica del lato dorsale e ventrale. Quando possibile è stata inserita una foto della forma giovanile con relative misure della lunghezza totale, la capsula ovigera, le mascelle di entrambi i sessi e la palpebra oculare che evidenzia le frange epiteliali tipiche della specie. Queste ultime, in ogni caso, presentano un'elevata variabilità

The fact sheets are organized to be effective and user-friendly. For each species the information is compiled as follow:

- **Scientific name**
- **Frequent synonyms or misidentifications**
- **FAO names**
- **Mediterranean local names:** mainly of countries participant in the MEDITS project.
- **Italian local names:** usually follow Tortonese (1956), however some names in use in the main harbour of the Italian coasts are reported in Bini (1967). It is expected in the future that these names will be fully collected with the contribution of all researches involved in "landings" monitoring programmes, with the aim of the compilation of a database of local names for all the Italian harbours.
- **Figures and pictures:** each fact sheet is organized to facilitate the comparison between FAO figure, showing the main taxonomic characteristics, with the dorsal and ventral side pictures. Where possible, the pictures of juvenile specimens, egg-capsule, upper and lower jaws for both sexes, and the characteristic folds covering the pupils are showed. It is worthy to note that the folds on pupils present an high intraspecific variability and cannot been used as identification key.

intraspecifica che non garantisce un loro utilizzo certo per una eventuale dicotomia specifica.

- **Caratteristiche:** la consultazione di vari testi di tassonomia ha consentito di elencare, in via del tutto sintetica, le principali caratteristiche della specie in modo da avere un riferimento semplice e sicuro per eventuali verifiche anche sul campo.
- **Habitat e Biologia:** con l'esperienza acquisita nelle campagne scientifiche ministeriali e comunitarie è stato possibile aggiornare le conoscenze riguardanti l'habitat e la biologia delle varie specie.
- **Distribuzione:** indicazioni sulla distribuzione geografica a livello di bacino mediterraneo sono state possibili grazie ai risultati provenienti dalle campagne scientifiche MEDITS. Inoltre la letteratura ha aiutato a completare il quadro sinottico anche fuori del contesto mediterraneo. Tenendo conto di tali informazioni, per ogni specie è riportata la distribuzione nell'area mediterranea. Queste rappresentazioni potranno essere ottimizzate con l'acquisizione di ulteriori e più precise informazioni derivanti da studi specifici effettuati sul campo.
- **Pesca:** sono elencati i principali metodi di pesca con i quali la specie è catturata.
- **Valutazione e stato di sfruttamento:** tenendo conto delle conoscenze acquisite durante le campagne scientifiche a strascico e nei rilevamenti dello sbarcato commerciale, è stato possibile per il momento e solo per alcune specie, valutare lo stato della risorsa. Possiamo ritenere che il modo più organico di fornire tali informazioni possa essere quello di analizzare i dati

- **Characteristics:** the consultation of several taxonomic references allowed to describe briefly the main features of the species; thus an easy and exact indication is available to verify the identification, also in the field.

- **Habitat and biology:** the knowledge on habitat and biology of the species were update thanks to the experience of national and international scientific surveys.

- **Distribution:** the indications on the geographic distribution in the Mediterranean basin were obtained from results of the scientific survey MEDITS. Moreover, the bibliographic references allowed to complete the synoptic plan outside the Mediterranean. Per each species the distribution in the Mediterranean Sea is presented. These maps can be optimized gathering more information from specific investigations in the field.

- **Fisheries:** the main fisheries techniques by which the species is caught are listed.

- **Assessment and status of exploitation:** considering the information coming from scientific trawl surveys and monitoring of commercial landings, it was possible to analyse the status of exploitation only for the more commonly landed species. The more appropriate method to obtain information should be through the analysis of data coming from the different Operation

raccolti dalle varie Unità Operative all'interno delle varie GSA e quindi prevedere, nell'ambito del coordinamento GRUND e MEDITS, una procedura che consenta lo scambio e/o la condivisione degli archivi di queste specie.

- **Stato di conservazione:** tenendo conto del contributo fornito dall'UNEP_RAC/SPA (Séret e Serena, 2001) per la formulazione del "Mediterranean Action Plan" e dall'IUCN-SSG (Cavanagh e Gibson, 2007) per la valutazione dello stato di sfruttamento dei pesci cartilaginei del Mediterraneo, è stato possibile aggiungere un'ultima nota sull'argomento, per il cui approfondimento si rimanda al sito IUCN (www.iucnredlist.org). A tale proposito va detto che, solo avendo a disposizione informazioni provenienti da valutazioni quantitative, quali quelle relative a programmi di ricerca pluriennali, è possibile fornire indicazioni sullo stato di sfruttamento e conseguentemente sulla conservazione delle diverse specie, al fine di una seria gestione eco sostenibile.
- **Principali referenze bibliografiche:** Serena *et al.*, 1988; Cannavò *et al.*, 1999; Ardizzone *et al.*, 2002; Florio *et al.*, 2002; Follesa *et al.*, 2002; Marano *et al.*, 2002; Ragonese *et al.*, 2002; Relini *et al.*, 2002; Serena *et al.*, 2002; Sion *et al.*, 2002; Spedicato *et al.*, 2002; Viva *et al.*, 2002; Garofalo *et al.*, 2004.

Units in the GSA, thus a common protocol for sharing databases on these species should be agreed in the coordination of GRUND and MEDITS surveys.

- **Conservation status:** *the last section takes into account the contribution coming from the UNEP RAC/SPA (Séret & Serena, 2001) in the formulation of the "Mediterranean Action Plan" for sharks, and from the IUCN-SSG (Cavanagh and Gibson, 2007) in the assessment of exploitation of cartilaginous fishes. At this regard, with the aim of managing these species in an eco-sustainable way, a correct indication on the exploitation and conservation status can only be possible through quantitative analysis, like the one coming from multi-year scientific surveys.*
- **Main references:** *Serena et al., 1988; Cannavò et al., 1999; Ardizzone et al., 2002; Florio et al., 2002; Follesa et al., 2002; Marano et al., 2002; Ragonese et al., 2002; Relini et al., 2002; Serena et al., 2002; Sion et al., 2002; Spedicato et al., 2002; Viva et al., 2002; Garofalo et al., 2004.*

TAVOLE DELLE SPECIE
SPECIES FACT SHEETS

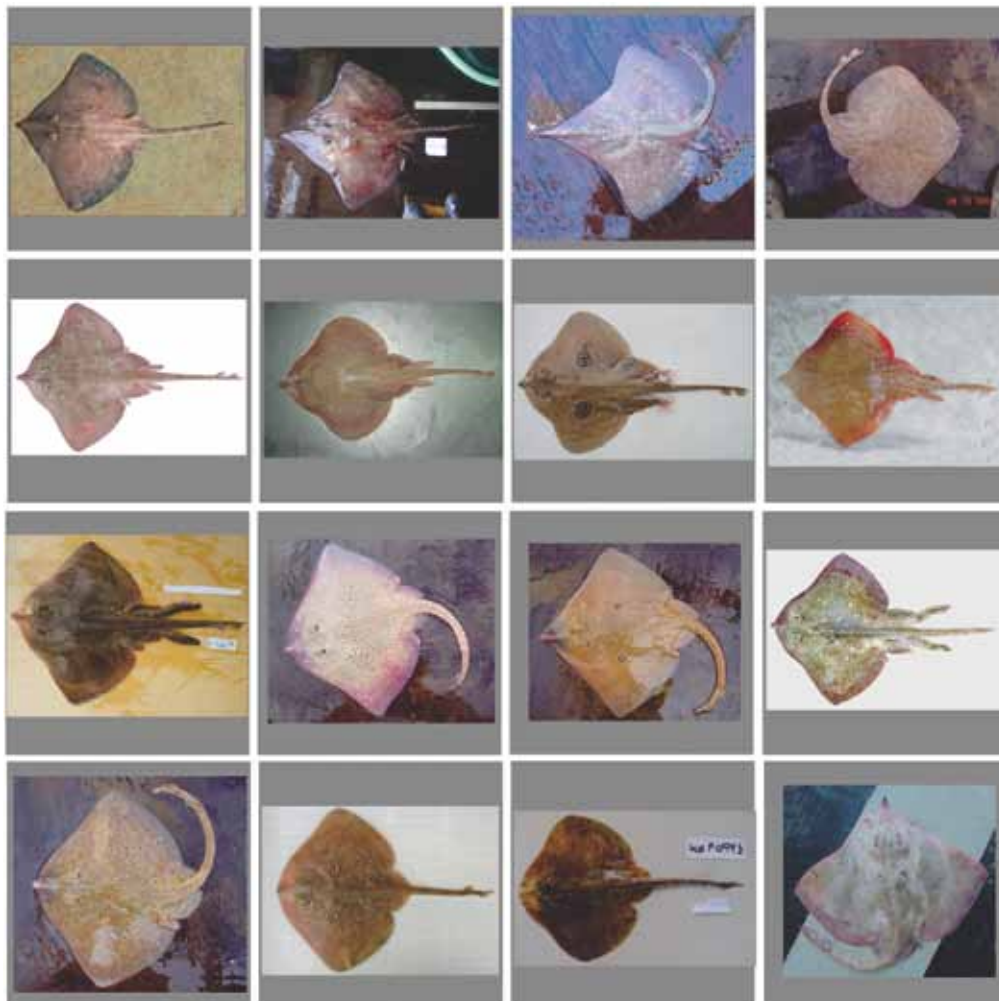
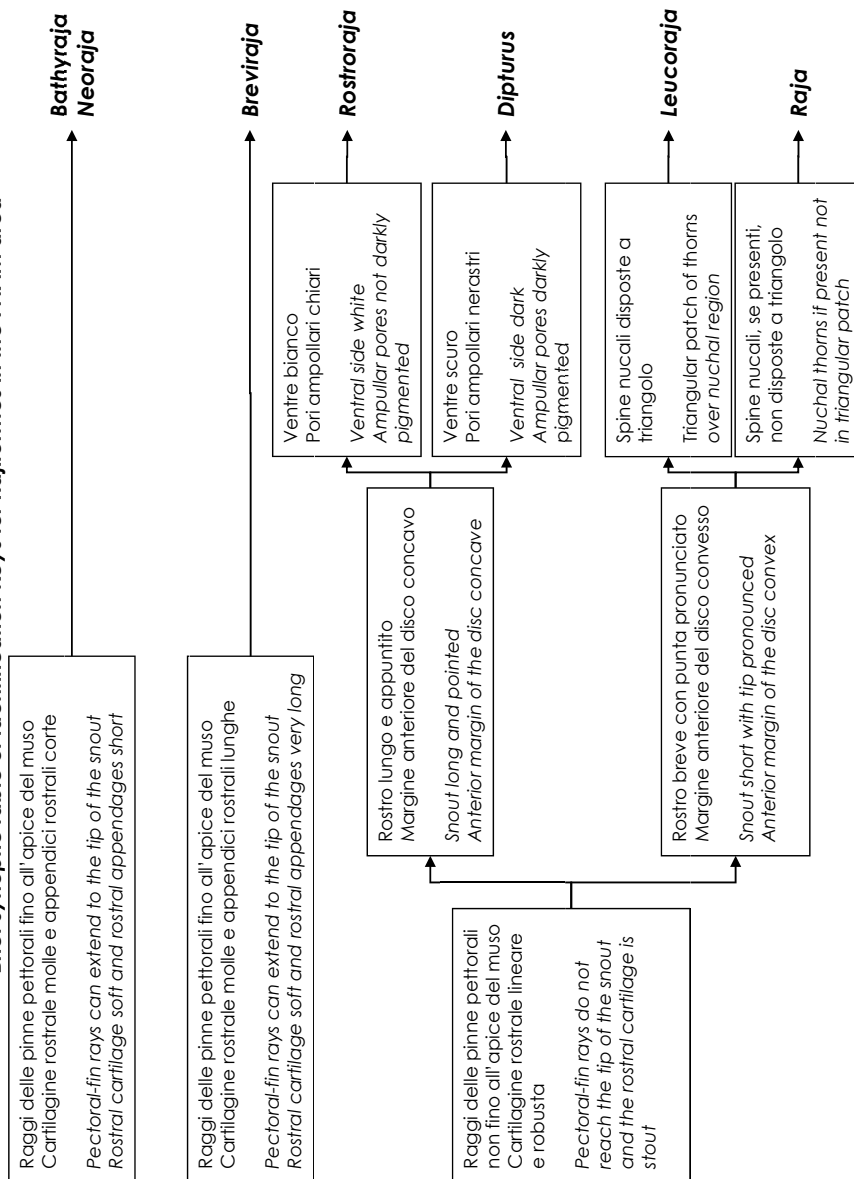


Tavola sinottica delle chiavi di identificazione dei Rajiformes dell'area FNAM
Brief synoptic table of identification keys for Rajiformes in the FNAM area

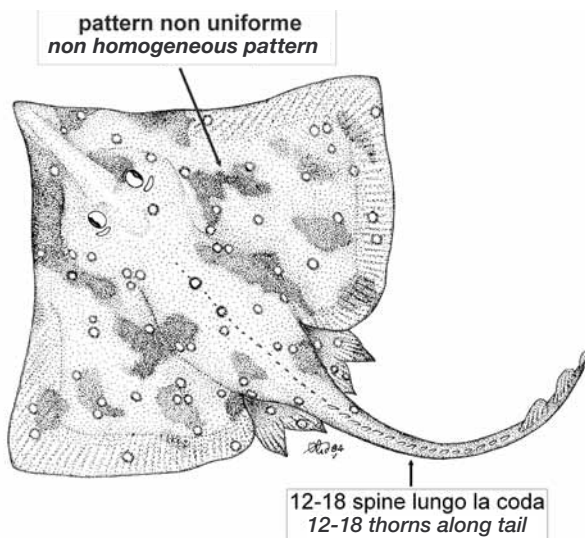


Non è un cladogramma
It is not a cladogram

TAVOLA / FACT SHEET 1

Dipturus batis (Linnaeus, 1758)**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja batis* Linnaeus, 1758**Nomi FAO / FAO names:** En - Skate; Fr - Pocheteau gris; Sp - Noriega**Nome italiano / Italian name:** Razza bavosa**Nomi mediterranei comuni/ Local Mediterranean names:**

Volina mrkulja; Pocheteau gris; Noriega



(FAO Fisher Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: muso molto lungo e appuntito, disco romboidale con angoli acuti. Superficie superiore e inferiore liscia nei giovani, parzialmente ruvida e pungente negli adulti soprattutto nelle femmine. Piccole spine orbitali possono essere presenti nei giovani esemplari. Una fila di 12-18 spine lungo la linea mediana della coda, quasi sempre 1-2 spine tra le pinne dorsali, spesso sono presenti spine lungo il bordo inferiore della coda (regolarmente nelle femmine). Lato dorsale del disco grigio oliva o marrone con un pattern

Characteristics: snout extended and pointed, margins of the pectoral fins acute. Dorsal and ventral side smooth in juveniles, partly coarse and prickly in adults especially in females. Orbital thornlets can be present in juveniles. One row of thorns on the median row of the tail; almost always 1-2 interdorsal thorns; usually thorns on the ventral side of the tail, more frequently in females. Dorsal side from grey-olive green to brown, with a variable pattern of light and dark blotches, sometimes two oval and non defined eye-spots in sub-adults.

variabile di macchie scure e chiare, a volte due pseudocelli di forma ovale nei subadulti. Lato ventrale da grigio-cenere a grigio-blu. Pori mucosi su entrambi i lati del disco sempre contrassegnati da punti neri e brevi striature.

Ventral side from ash-grey to blue-grey. Mucous pores on both sides of the disc, always dark with stripes around.



(J. Ellis)

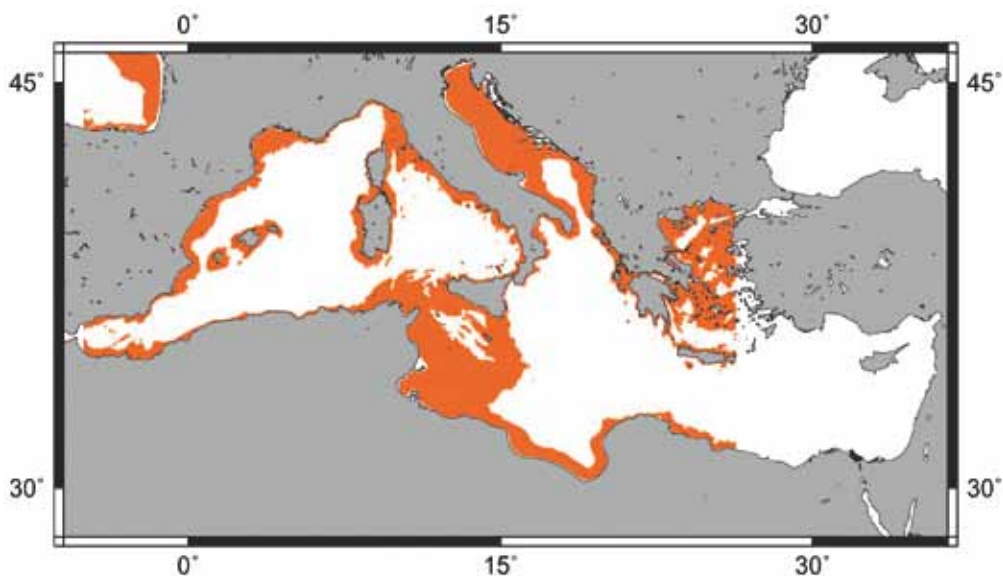


(J. Ellis)



(P. Bor)

Fig. 11 - *Dipturus batis*: lato dorsale (a); lato ventrale (b); capsula ovarica (c).
Dipturus batis: dorsal side (a); ventral side (b); egg capsule (c).



Habitat e biologia: specie bentica, vive in acque costiere fino a circa 600 m, più frequentemente intorno a 200 m su fondali sabbiosi. Fino a 250 cm di lunghezza totale (LT), i maschi hanno dimensioni minori. Si ciba di organismi bentonici, gli esemplari di grandi dimensioni preferiscono pesci. **Capsula ovarica:** 15-25 cm di lunghezza e 8-15 di larghezza, deposte principalmente nel periodo primaverile-estivo.

Distribuzione: coste atlantiche di Madera e del Marocco settentrionale, Mare del Nord (Islanda, Isole Faroe e coste settentrionali della Norvegia), più rara nella parte occidentale del Baltico, così come nel bacino Mediterraneo soprattutto nell'area orientale. La letteratura la segnala lungo le coste italiane soprattutto nello Stretto di Sicilia.

Pesca: sbarcata dalla pesca a strascico e dai palamiti soprattutto in nord Europa.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Stato di conservazione: IUCN, Critically Endangered.

Habitat and biology: benthic on sandy bottoms, from coastal waters to depths up to 600 m, common at 200 m. Grows to about 200 cm in total length (TL), females generally larger than males. Feed on benthic preys, larger individuals prefer fishes. **Egg capsules:** 15-25 total length, 8-15 cm total width laid mainly during spring summer.

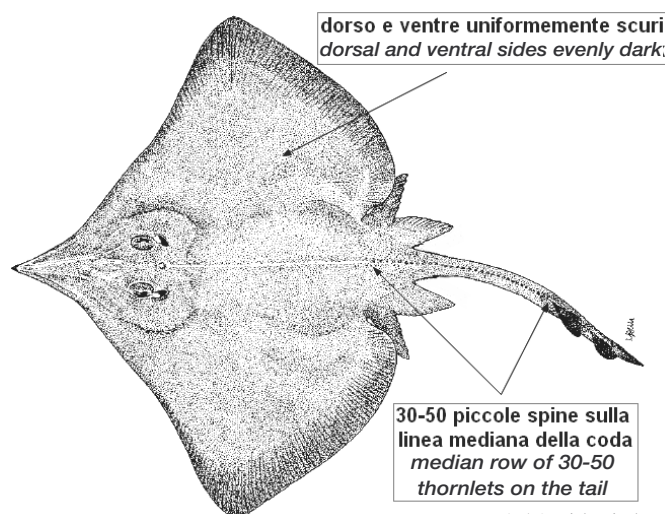
Distribution: Atlantic coasts from Madeira and northern Morocco to Iceland, the Faroes and northern coasts of Norway; North Sea and Skagerrak. Western Mediterranean including coasts of Italy, mainly in the Strait of Sicily. Rare in the eastern basin.

Fisheries: landed by trawlers and longliners, mainly in northern Europe.

Assessment and status of exploitation:

Conservation status: IUCN, Critically Endangered.

TAVOLA / FACT SHEET 2

Dipturus nidarosiensis (Storm, 1881)**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja nidarosiensis* Storm, 1881; *Dipturus batis* (Linnaeus, 1758)**Nomi FAO / FAO names:** Norwegian skate**Nome italiano / Italian name:****Nomi mediterranei comuni/ Local Mediterranean names:**

(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco più largo che lungo con margini anteriori concavi. Rostro acuto triangolare, la sua lunghezza sta 4-4,5 volte nella larghezza del disco. 40-55 (40-50) serie verticali di denti, acuti nei maschi, ottusi nelle femmine. Dorso liscio nei giovani, tutto spinuloso nelle femmine in gran parte liscio nei maschi. Un paio di spine preorbitali e una post orbitale nei giovani. Tre serie di spine alari e un gruppo di malari. Coda con 30-50 spine lungo la linea mediana, due file di spine laterali nelle femmine, 1-2 spine interdorsali a volte mancanti. Ventre liscio o in parte spinuloso sul muso.

Characteristics: disc wider than long with the anterior margins of the pectoral fins concave. Snout acute, disc length 4-4.5 time the snout length. 40-55 (40-50) vertical rows of teeth, pointed in mature males and molar-like in females. The upper surface is smooth in juveniles and mostly smooth in males, but can be pricklier in adult females. One pair of pre-orbital thorns and one post-orbital thorn in juveniles. Three rows of alar thorns and one group of malar thorns. 30-50 thorns along median row of the tail, two lateral rows of thorns in females, 1-2 interdorsal thorns (sometimes none). Dorsal side grey

Lato dorsale grigio bruno, ventre uniformemente scuro con pori ampollari pigmentati scuri.

brownish. Ventral side uniformly dark with ampullar pores darkly pigmented; smooth or partially prickly on snout.



Fig. 12 - *Dipturus nidarosiensis*: lato dorsale (a); lato ventrale (b) (M.C. Follesa).
Dipturus nidarosiensis: dorsal side (a); ventral side (b) (M.C. Follesa).



Habitat e biologia: bentica, da acque poco profonde (200 m), fino a circa 1000 m su fondali sabbiosi della scarpata continentale e insulare. Fino a 200 cm LT, i maschi hanno dimensioni minori. **Capsula ovarica:** 15-25 cm di lunghezza e 8-15 di larghezza.

Distribuzione: vive lungo le coste atlantiche, dalla Norvegia alle coste orientali dell'Irlanda, fino a nord della Mauritania. Presente nel Mediterraneo occidentale inclusa l'Italia lungo le coste meridionali della Sardegna.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Pesca: sbarcata dalla pesca a strascico e dai palamiti soprattutto in nord Europa.

Stato di conservazione: IUCN, Endangered.

Habitat and biology: benthic on sandy bottoms of continental and insular slopes, from coastal waters (200 m) to depths of about 1000 m. Grows to about 200 cm TL, females generally larger than males. **Egg capsules:** from 15 to 25 cm in length and 8 to 15 in width.

Distribution: Atlantic coasts from Madeira and northern Morocco to Iceland, the Faroes and northern coasts of Norway; western Mediterranean including Italy, in the southern coasts of Sardinia.

Assessment and status of exploitation:

Fisheries: landed by trawlers and longliners, mainly in northern Europe.

Conservation status: IUCN, Endangered.



Fig. 13 - *Dipturus nidarosiensis*: occhio (a); mascelle (b) capsula ovarica (c) (M.C. Follesa).
Dipturus nidarosiensis: eye (a); jaws (b); egg capsule (c) (M.C. Follesa).

TAVOLA / FACT SHEET 3

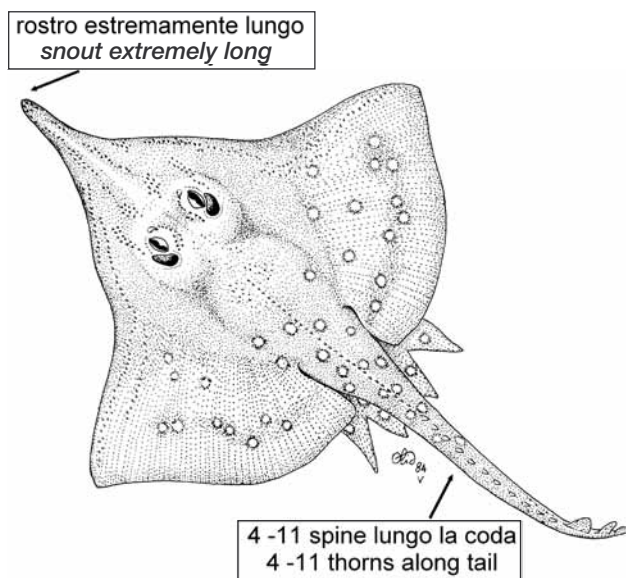
Dipturus oxyrinchus (Linnaeus, 1758)**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja oxyrinchus* Linnaeus, 1758**Nomi FAO / FAO names:**

En – Longnose skate; Fr – Pocheteau noir; Sp – Raya picuda

Nome italiano / Italian name: Razza monaca**Nomi mediterranei comuni / Local Mediterranean names:**

Bakra; Raje turigjate; Raya; Raža; Rebekkin geddumu twil; Šilonosa raža; Trisanit khotmanit; Volina klinka;

راقتموب محسم; قير; ايار; قرقب; قبهارلا قيارلا



(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco con margini anteriori concavi, margini delle pinne pettorali acuti, rostro molto lungo, appuntito e stretto. 38-50 (35-42 nella mascella superiore) file di denti pressoché di forma uguale nei due sessi. Dorso liscio soprattutto nei giovani, negli esemplari grossi la spinulosità si estende a tutto il dorso. Una spina pre-

Characteristics: anterior margins of the disc concave, margins of the pectoral fins acute, snout very long and pointed. 38-50 (35-42 in the upper jaw) rows of teeth almost similar in shape in both sexes. Dorsal side smooth in juveniles, becoming entirely prickly in adults. One pre-orbital thorn, 3-4 rows of alar thorns, one row of 4-11 thorns

orbitale, 3-4 serie di spine alari. Una fila di 4-11 spine lungo la coda, 0-1 interdorsale. Ventre quasi tutto spinuloso anche nei giovani. Colore bruno bluastrò o grigio con piccole macchie bianche e scure distribuite su tutta la superficie del disco. Ventre grigio bruno con numerosi punti neri corrispondenti agli sbocchi dei tubi mucosi.

along the tail, one thorn sometimes none between the dorsal fins. Ventral side almost prickly also in juveniles. Colour bluish or grey with white and dark spots on the entire surface; ventral side grey-bluish with numerous dark spots corresponding to the openings of mucous tubules.

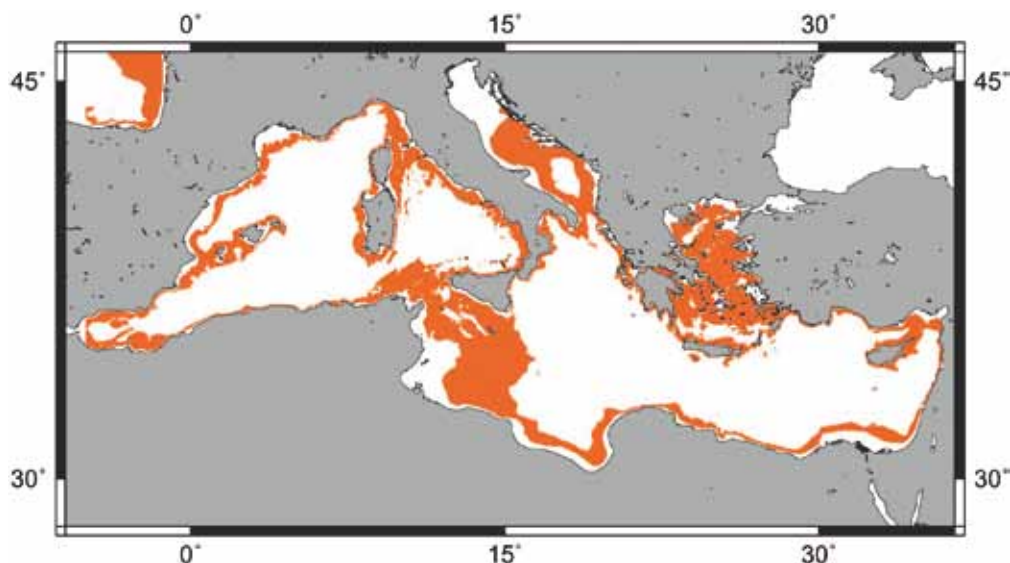


a



b

Fig. 14 - *Dipturus oxyrinchus*: lato dorsale (a); lato ventrale (b) (Arpat).
Dipturus oxyrinchus: dorsal side (a); ventral side (b) (Arpat).



Habitat e biologia: bentica su fondi sabbiosi tra 90-900 m, comune a 200 m. La taglia comune è di 60-100 cm, ma può raggiungere 150 cm LT. **Cap-sula ovarica:** larghezza 10-15 cm, rilasciate da febbraio a maggio.

Distribuzione: vive lungo le coste atlantiche dalle Canarie, Madera e nord del Marocco fino alle isole Faroes, Shetlands, Norvegia centro settentrionale e Mare del Nord settentrionale. È presente nel Mediterraneo incluse le coste italiane.

Pesca: sbarcata dalla pesca a strascico e dai palamiti soprattutto in nord Europa.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Stato di conservazione: IUCN, Near Threatened.

Habitat and biology: benthic on sandy bottom from 90 to 900 m, common around 200 m. Grows to about 150 cm, common from 60 to 100 cm. **Egg capsules:** 10 to 15 in length, laid from February to May.

Distribution: Atlantic coasts northward from Canarie, Madeira, northern Morocco to the Faroes, Shetlands, central Norway and northern part of North Sea. Whole Mediterranean including Italian Seas.

Fisheries: landed by trawlers and longliners, mainly in northern Europe.

Assessment and status of exploitation:

Conservation status: IUCN, Near Threatened.



Fig. 15 - *Dipturus oxyrinchus*: stadio giovanile (a); capsula ovarica (b); occhio (c); mascelle maschili (d); mascelle femminili (e) (Arpat).

Dipturus oxyrinchus: juvenile (a); egg capsule (b); eye (c); male jaws (d); female jaws (e) (Arpat).

TAVOLA / FACT SHEET 4

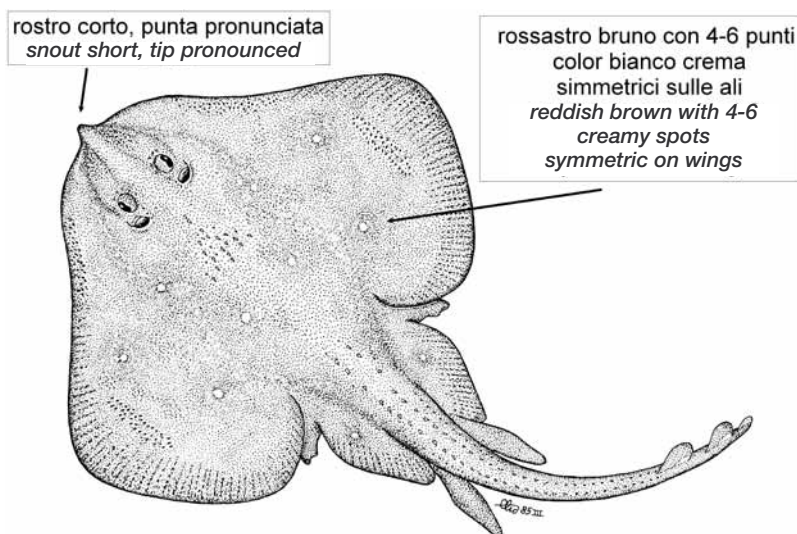
Leucoraja circularis (Couch, 1838)**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja circularis* Couch, 1838; *Leucoraja fullonica* Linnaeus, 1758**Nomi FAO / FAO names:**

En – Sandy ray; Fr – Raie circulaire; Sp – Raya falsa vela

Nome italiano / Italian name: Razza rotonda**Nomi mediterranei comuni/ Local Mediterranean names:**

Kum vatozu; Raje e rrumbullaket; Raža smeda; Ράζα; Στρογγυλόβατος;

قيارلا قرودلما; إبار; قير; قحسم



(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco più largo che lungo con margini anteriori sinuosi e apici delle pettorali arrotondati. Rostro breve e acuto. 60-84 fila di denti nella mascella superiore, acuti in ambo i sessi. Dorso spinuloso intervallato da aree nude. Circa 8 spine intorno al margine interno dell'occhio, un gruppo triangolare di spine nella regione nucale/scapolare. Spine mediane sul dorso, ridotte negli adulti, ed una serie di spine su ogni lato della coda, altre

Characteristics: disc wider than long, pectoral fins with anterior margins sinuous and tip rounded. Snout short and acute. 60-84 tooth rows on upper jaw, acute in both sexes. Dorsal side prickly intersperse with bare areas. About 8 thorns around the inner margin of the eye, thorns in triangular patch on the nape/shoulder region. A median row of thorns on body, reduced in adults, a parallel row of thorn on each side of the tail, other thorns scattered on the base

spine sparse alla base di questa, nessuna spina interdorsale. Ventre liscio ad eccezione della estremità del muso, degli orli anteriori del disco e ai lati della coda. Colore bruno chiaro uniforme con macchiette scure su tutta la superficie del disco, 4-6 punti bianco crema su entrambe le ali e le pinne pelviche, spesso distribuite simmetricamente. Ventre bianco.

of the tail and none between dorsal fins. Colour homogeneously light brown with dark blotches on the disc surface, 4-6 creamy-white spots on each wing and on pelvic fins, arranged symmetrically. Ventral side white.

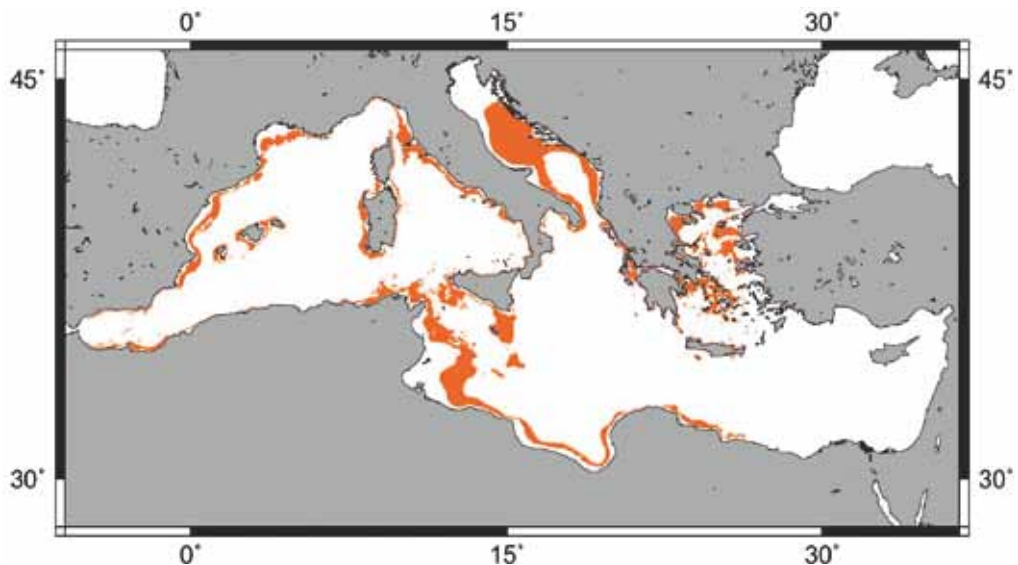


a



b

Fig. 16 - *Leucoraja circularis*: lato dorsale (a); lato ventrale (b) (Arpat).
Leucoraja circularis: dorsal side (a); ventral side (b) (Arpat).



Habitat e biologia: bentica, dalla piattaforma continentale alla parte alta della scarpata, da 75 a 275 m, comune a 100 m. La taglia comune è 70 cm, raggiunge 120 cm LT. **Cap-sula ovarica:** 9 cm di lunghezza, 5 cm di larghezza, deposte da novembre ad agosto.

Distribuzione: coste atlantiche dal nord del Marocco alla Scozia fino alla Norvegia meridionale ed al Mare del Nord settentrionale. Registrata a sud del Senegal (discutibile). Presente nel Mediterraneo occidentale, incluse le coste italiane.

Pesca: catturata dalla pesca a strascico, localmente importante.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Stato di conservazione: IUCN, Endangered.

Habitat and biology: benthic from continental shelf to upper slope, from 75 to 275 m, common around 100 m. Grows to about 120 cm, usually 70 cm TL. **Egg capsules:** about 9 cm in length and 5 cm in width, laid from November to August.

Distribution: Atlantic from Morocco northward to Scotland, southern Norway and northern part of the North Sea. Some questionable records south of Senegal. Distributed also in western Mediterranean, including coasts of Italy.

Fisheries: caught by bottom trawlers, locally important for fisheries.

Assessment and status of exploitation:

Conservation status: IUCN, Endangered.

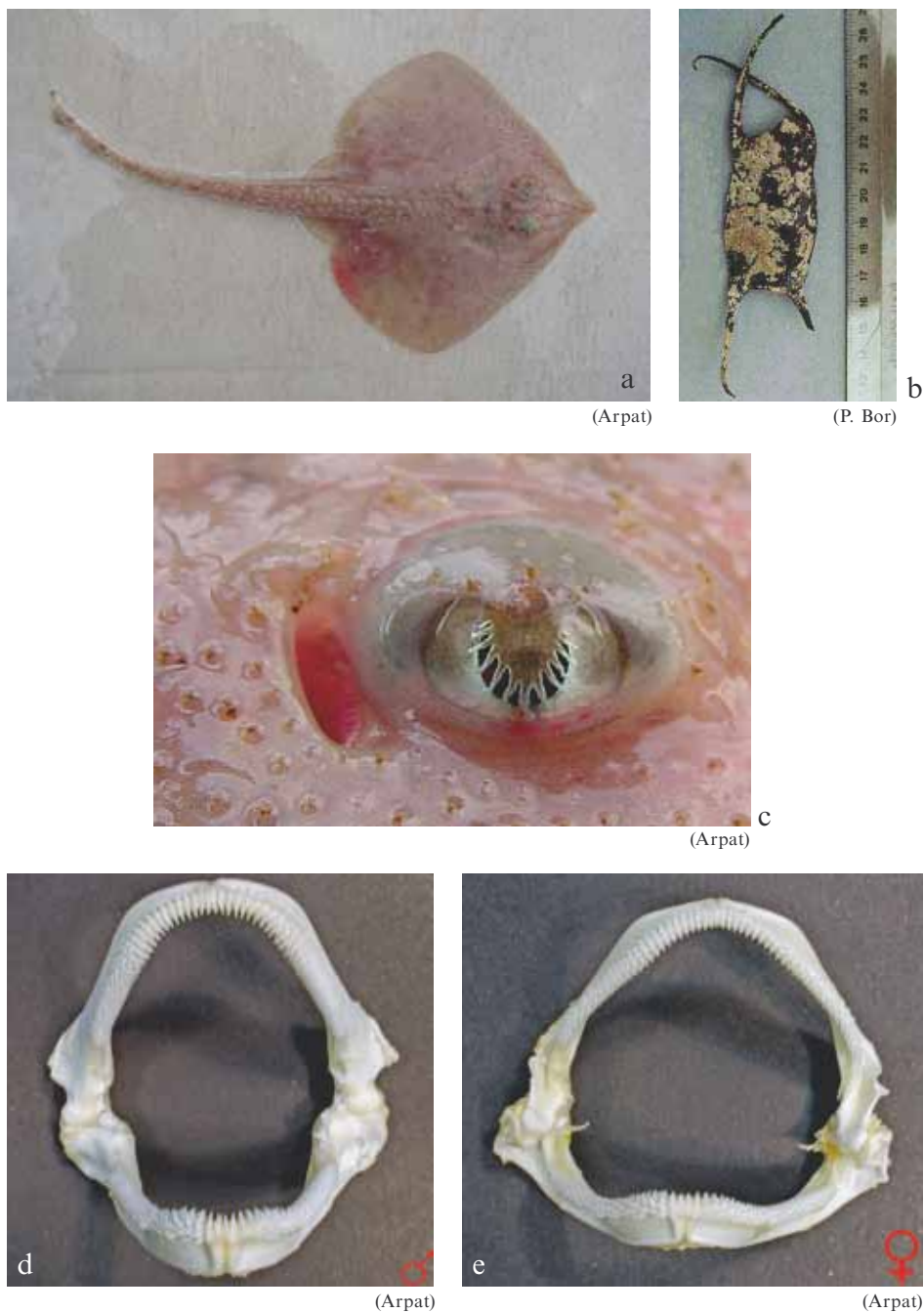


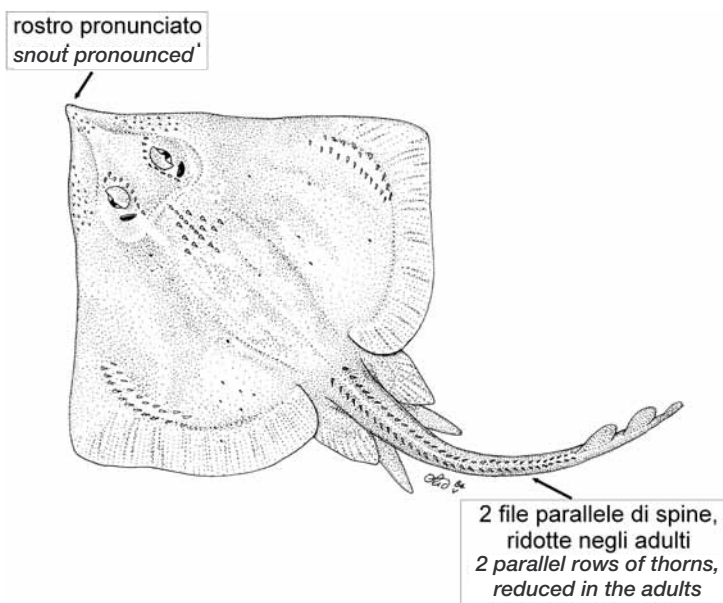
Fig. 17 - *Leucoraja circularis*: stadio giovanile (a); capsula ovarica (b); occhio (c); mascelle maschili (d); mascelle femminili (e).

Leucoraja circularis: juvenile (a); egg capsule (b); eye (c); male jaws (d); female jaws (e).

TAVOLA / FACT SHEET 5

Leucoraja fullonica (Linnaeus, 1758)**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja fullonica* Linnaeus, 1758; *Leucoraja circularis* Couch, 1838**Nomi FAO / FAO names:**

En – Shagreen ray; Fr – Raie chardon; Sp – Raya cardadora

Nome italiano / Italian name: Razza spinosa**Nomi mediterranei comuni/ Local Mediterranean names:**Raja petruza; Raxhë; Raya cardadora; Vatoz baligi; Ακανθόβατος; Ράζα;
قيارلا قمقلما; ايار; قير; قحسم

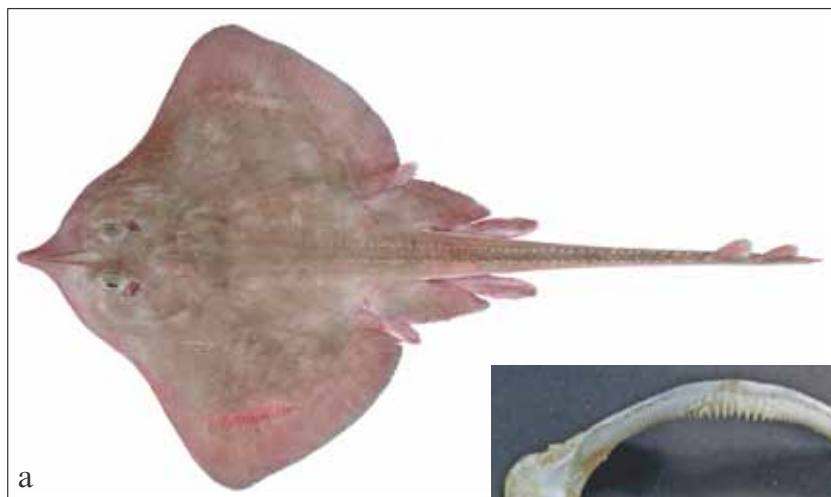
(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco più largo che lungo con pinne pettorali aventi margini anteriori sinuosi, ed apici arrotondati. Rostro sporgente e acuto. 58-68 file di denti acuti in ambo i sessi. Muso molto spinuloso, dorso tutto spinuloso, circa 8 spine sopraorbitali, quelle centrali ridotte negli adulti, 3-9 nuchali. Solo nei giovani sono presenti spine scapolari e mediane sul disco e sulla coda, due serie di spine alari,

Characteristics: disc wider than long, pectoral fins with anterior margins sinuous and tip rounded. Snout acute and pronounced. 58-68 rows of teeth, acute in both sexes. Snout very prickly, dorsal side entirely prickly, about 8 thorns around inner margin of eye, those in middle reduced in adult, and 3-9 nuchal thorns. Scapular thorns and a median row of thorns on body and tail only in juveniles. Two rows of alar

un gruppo di malari e una serie di circa 50 spine su ogni lato della coda che nei giovani si estendono anche sul dorso e negli adulti si riducono. Ventre spinuloso soprattutto sul margine anteriore, mentre la regione posteriore, compreso le pinne pelviche, è nuda. Colore grigio verdastro uniforme, ventre bianco.

thorns, a group of malar thorns and a row of about 50 thorns on each side of the tail reaching the body in juveniles and reduced in adults. Ventral side prickly, especially on anterior margin, while the posterior region and the pelvic fins are bare. Colour uniformly grey-greenish, ventral side white.



a

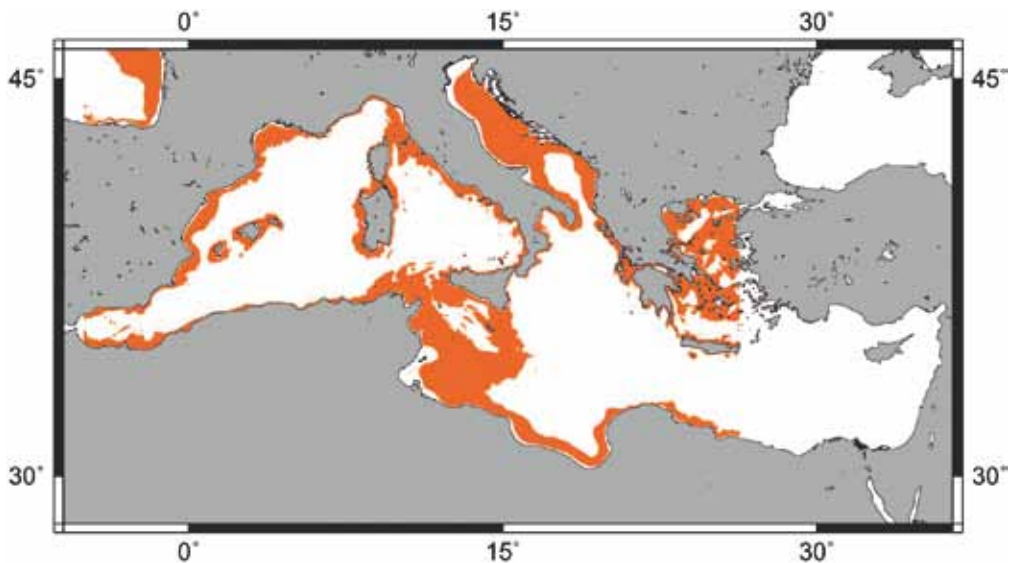
(S.P. Iglesias)

c
(Arpat)

b

(S.P. Iglesias)

Fig. 18 - *Leucoraja fullonica*: lato dorsale (a); lato ventrale (b); mascelle (c).
Leucoraja fullonica: dorsal side (a); ventral side (b); jaws (c).



Habitat e biologia: bentica in acque costiere relativamente fredde fino alla parte alta della scarpata continentale, da 30 a 550 m. Fino a 100 cm LT. **Capsula ovarica:** 8 cm di lunghezza, 5 cm di larghezza.

Distribuzione: lungo le coste atlantiche da Madera e nord del Marocco a parte sud dell'Islanda, Isole Faroes, Shetlands, Norvegia fino al Mar di Barents. Mediterraneo occidentale, inclusa la Tunisia e le coste occidentali della Grecia.

Pesca: catturata dalla pesca a strascico, in nord Europa sbarcata anche dai palamiti.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Stato di conservazione: IUCN, Data deficient.

Habitat and biology: Benthic in relatively cold coastal waters, and on upper parts of continental slopes from 30 to 550 m. **Egg capsules:** about 8 cm in length and 5 cm in width.

Distribution: Atlantic from Morocco northward to Scotland, southern part of Iceland, Faroes, Shetlands, Norway to Barents Sea. Distributed also in western Mediterranean, including coasts of Italy, Tunisian coasts and western coasts of Greece.

Fisheries: caught by bottom trawlers, and landed in northern Europe by longliners.

Assessment and status of exploitation:

Conservation status: IUCN, Data deficient.

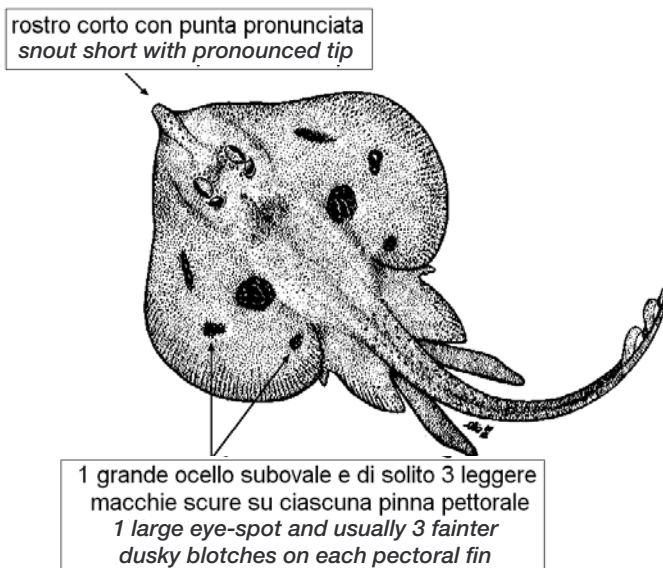
TAVOLA / FACT SHEET 6

Leucoraja melitensis (Clark, 1926)**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja melitensis* Clark, 1926**Nomi FAO / FAO names:**

En – Maltese ray; Fr – Raie de Malte; Sp – Raya de Malta

Nome italiano / Italian name: Razza maltese**Nomi mediterranei comuni / Local Mediterranean names:** Raja ta' Malta; Ράζα;

تیارلا تمحفلما; ايار; قير; قحسم



(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco con margini anteriori quasi dritti ed apici delle pettorali molto arrotondati. Rostro breve ma pronunciato. 56-58 fila di denti acuti. Dorsale spinuloso con un'area nuda nella regione centrale del disco. 6-12 spine intorno al margine interno dell'occhio, 4 spine nuchali, un gruppo triangolare scapolare. Spine mediane presenti nella seconda metà della coda, due o più serie di spine

Characteristics: anterior margin of the disc almost straight and pectoral fins with tips well rounded. Snout short but tip pronounced. 56-58 tooth rows, acute. Dorsal side prickly except for a bare area in the middle of the disc. A row of 6-12 thorns around the inner margin of the eye, 4 nuchal thorns, a group of scapulars. A median row of thorns on hind half of tail only, two or more parallel rows of thorns on each

lateral, nessuna spina interdorsale. Ventre liscio con spinule sul muso e lungo la parte anteriore del disco. Colore bruno chiaro uniforme con ocelli chiari e macchiette bianche disposti centralmente sulle ali del disco, altre macchiette scure possono essere presenti sulle ali. Ventre bianco.

side of tail, no thorns between dorsal fins. Colour light brown with eye-spots and white dots in the middle of wings, other dark blotches can be present on pectoral fins. Ventral side white.



a



b

Fig. 19 - *Leucoraja melitensis*: lato dorsale (a); lato ventrale (b) (F. Gravino).

Leucoraja melitensis: dorsal side (a); ventral side (b) (F. Gravino).



Habitat e biologia: bentica, 60-600 m. Fino a 50 cm LT. **Capsula ovarica:** l'attività riproduttiva avviene tutto l'anno, femmine mature sono state osservate principalmente nei mesi primaverili ed autunnali.

Distribuzione: presente soltanto nel Mediterraneo occidentale, in particolare lungo le coste tunisine ed intorno a Malta, rara in Italia ed in Algeria.

Pesca: catturata come bycatch dalla pesca a strascico locale.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Stato di conservazione: IUCN, Critically Endangered.

Habitat and biology: benthic, from 60 to 600 m. Grows to about 50 cm TL. **Egg capsules:** reproductive activity throughout the year, mature females mainly observed in springs and autumn.

Distribution: distributed only in western part of Mediterranean, especially along Tunisian coasts and around Malta, rare in Italy and Algeria.

Fisheries: bycatch of local trawl fisheries.

Assessment and status of exploitation:

Conservation status: IUCN, Critically Endangered.



a



b

Fig. 20 - *Leucoraja melitensis*: capsula ovarica (a); occhio (b) (F. Gravino).
Leucoraja melitensis: egg capsule (a); eye (b) (F. Gravino).

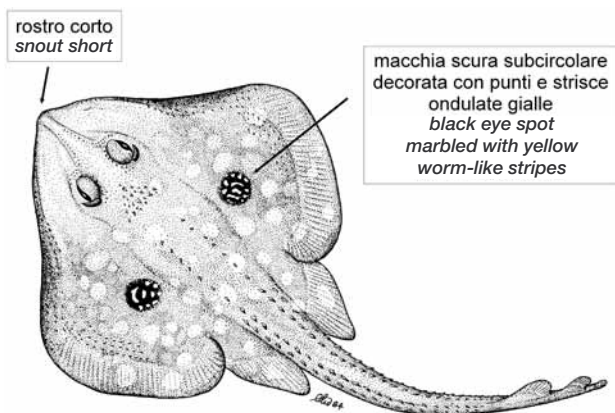
TAVOLA / FACT SHEET 7

Leucoraja naevus (Müller & Henle, 1841)**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja naevus* Müller & Henle, 1841**Nomi FAO / FAO names:**

En - Cuckoo ray; Fr - Raie fleurie; Sp - Raya santiguesa

Nome italiano / Italian name: Razza fiorita**Nomi mediterranei comuni / Local Mediterranean names:**

Raie fleurie; Raya santiguesa



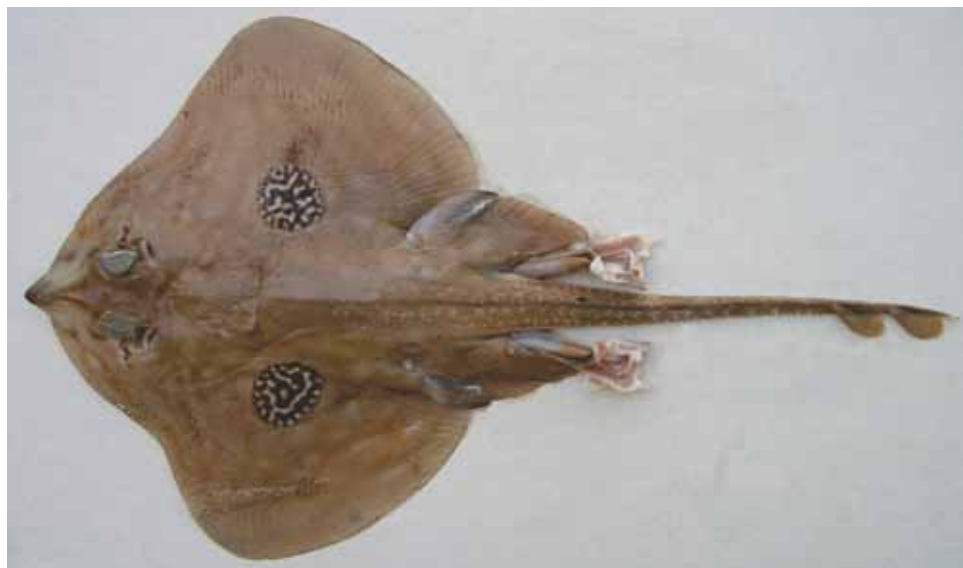
(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco appena più largo che lungo con margini anteriori sinuosi ed apici delle pettorali arrotondati. Rostro breve e acuto. 50-60 fila di denti superiori, 57-68 inferiori, acuti in ambo i sessi. Dorso quasi tutto rugoso, solitamente nudo nella regione centrale di ogni pettorale. 9-13 spine sopraorbitali nel bordo interno delle orbite e degli spiracoli, un gruppo triangolare sulla nuca. Nei giovani sono presenti spine mediane sul disco e sulla coda. 2-3 serie di spine alari, e 3-4 malari. Sulla coda sono presenti due serie di spine, ma non tra le due pinne dorsali. Colore bruno grigiastro, a volte con bande scure che attraversano il disco. Due evidenti macchie

Characteristics: disc slightly wider than long with anterior margins sinuous and pectoral fins with rounded tips. Snout short and pointed. 50-60 upper tooth rows, 57-68 lower tooth rows, pointed in both sexes. Dorsal side almost entirely spinulose, usually bare in the middle of the pectoral fins. 9-13 thorns around the inner margin of the eye, thornlets in triangular patch on the nuchal area. A median row of thorns on the body and tail, 2-3 rows of alar thorns and 3-4 malar thorns. Two rows of thorns on tail, none between dorsal fins. Colour light brown-greyish, sometimes with darker bands across the disc. Two eye spots (comprising black and cream markings) in the centre of

tipo ocelli al centro di ogni ala, nere con striature crema, occasionalmente accompagnate da ocelli secondari in altre zone del disco. Ventre bianco e liscio fuorché il margine anteriore.

each wing. Occasionally with secondary eye spots elsewhere on the disc. Ventral side white and smooth except for prickly front edges.

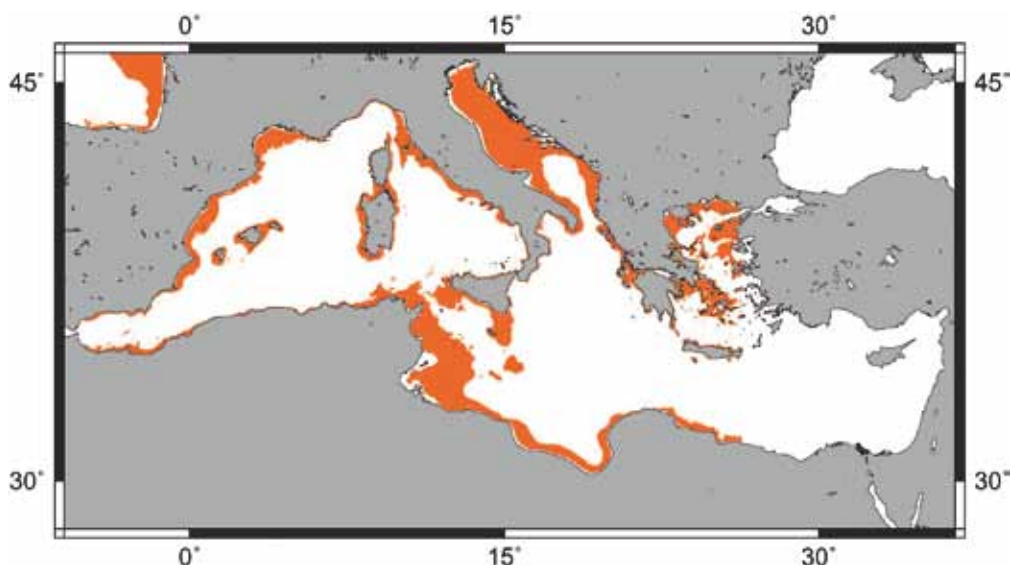


a



b

Fig. 21 - *Leucoraja naevus*: lato dorsale (a); lato ventrale (b) (Arpat).
Leucoraja naevus: dorsal side (a); ventral side (b) (Arpat).



Habitat e biologia: bentica di acque costiere, da 20 a 250 m. Fino a 70 cm LT. Lo sviluppo embrionale ha luogo in circa otto mesi fino al rilascio di piccoli di 12 cm. La taglia di prima maturità delle femmine è di 60 cm. **Capsula ovarica:** 4-6 cm di lunghezza fino a 102 per femmina, deposte durante tutto l'anno e principalmente in primavera.

Distribuzione: coste atlantiche dal nord del Marocco all'Irlanda e alla Bretagna, Mar del Nord settentrionale. Registrata anche in Senegal. È presente nel Mediterraneo occidentale, incluse le coste tunisine, le coste ovest della Grecia.

Pesca: catturata come bycatch della pesca a strascico.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Stato di conservazione: IUCN, Near Threatened.

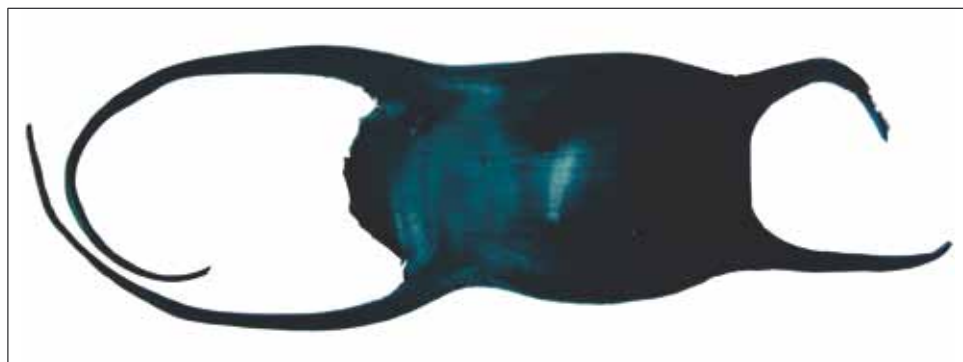
Habitat and biology: benthic in coastal waters from 20 to 250 m. Grows to about 72 cm TL. Size at first maturity in female is 60 cm. **Egg capsules:** from 4 to 6 cm in length; up to 102 for each female, laid throughout the year but mainly in spring.

Distribution: Atlantic coasts northwards from northern Morocco to Ireland, Britain and northern parts of the North Sea. Reported from Senegal. Western Mediterranean, including the Tunisian coasts and the western coasts of Greece.

Fisheries: bycatch of bottom trawl fisheries.

Assessment and status of exploitation:

Conservation status: IUCN, Near Threatened.



a
(Shark Trust)



b
(Arpat)

Fig. 22 - *Leucoraja naevus*: capsula ovarica (a); mascelle (b).
Leucoraja naevus: egg capsules (a); jaws (b).

TAVOLA / FACT SHEET 8

Raja asterias Delaroche, 1809**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:**

Raja montagui Fowler, 1910; *Raja polystigma* Regan, 1923;
Raja brachyura Lafont, 1873

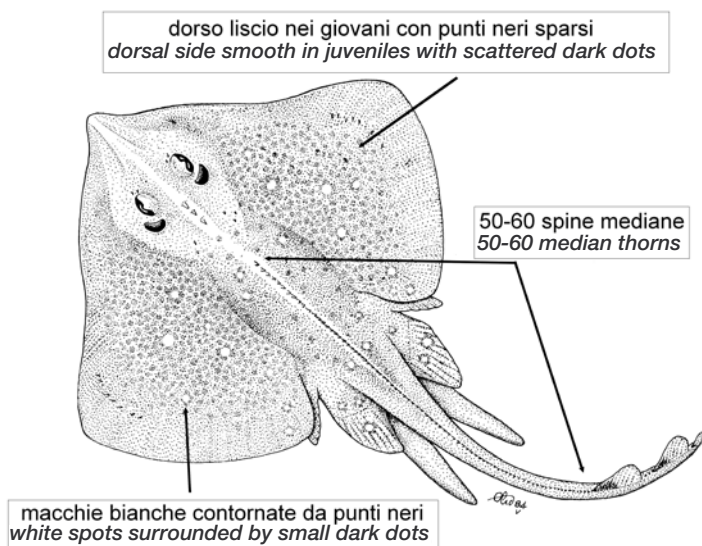
Nomi FAO / FAO names:

En – Starry ray; Fr – Raie étoilée; Sp – Raya estrellada

Nome italiano / Italian name: Razza stellata**Nomi mediterranei comuni / Local Mediterranean names:**

Ferrez; Iğneli vatoz baliği; Raja tat; Raža; Raža zvjezdopjega;
 Trisanit kokhvanit; Zvezdasta raža; Ασρόβατος; Ράζα;

قيارلا قيمجنلا; ايار; قير; قحسم قشرح



(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco più largo che lungo con margini leggermente sinuosi. Rostro breve e ottuso. 36-42 file di denti nella mascella superiore, una fila in più in quella inferiore, acuti nei maschi, ottusi nelle femmine. Area mediana dorsale molto più ruvida, nei giovani (fino a circa 30 cm LT) il dorso è completamente liscio. Le femmine

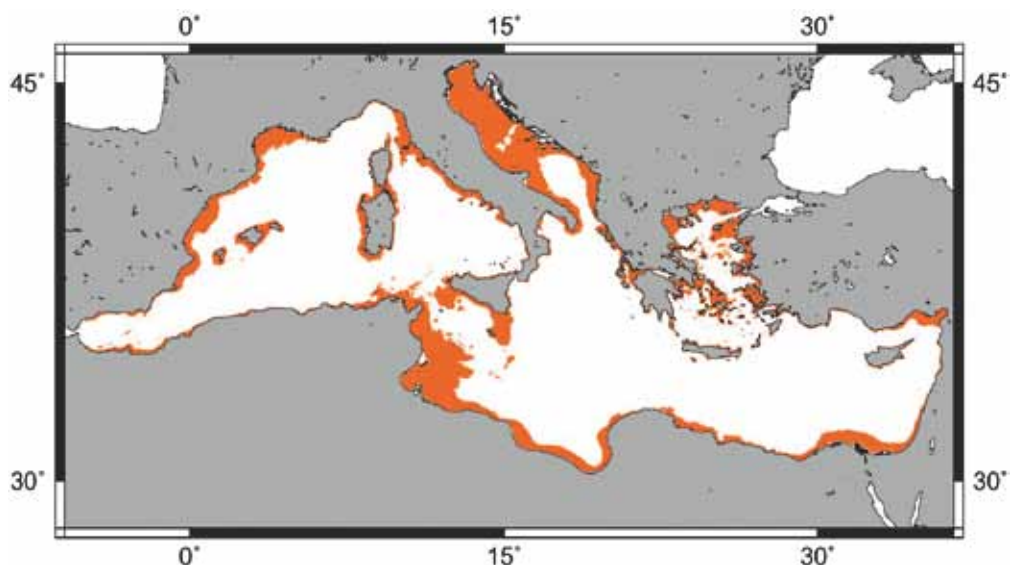
Characteristics: disc wider than long with margins of the pectoral fins almost sinuous. Snout short and obtuse. 36-42 upper rows of teeth, one row more in the lower jaw, acute in males and molar-like in females. Median dorsal area prickly, dorsal side entirely smooth in juveniles up to 30 cm TL. Usually in females the tail is longer and on ventral

hanno generalmente la coda più lunga e una diversa disposizione delle spinule sul ventre che si concentrano nella regione addominale e sulle pinne pelviche. 1-3 spine pre e postorbitali, una serie di spine (60-70) medio-dorsali

side the thornlets are more concentrated on the abdominal area and on pelvic fins. 1-3 pre and post orbital thorns, one row (60-70) of median thorns from nape to first dorsal fin, occasionally in adult rows of parallel thorns. 0-2 thorns



Fig. 23 - *Raja asterias*: lato dorsale (a); lato ventrale (b) (Arpat).
Raja asterias: dorsal side (a); ventral side (b) (Arpat).



che dalla nuca si continua con quella medio-codale fino alla prima pinna dorsale, occasionalmente possono essere presenti file parallele di spine negli adulti. 0-2 spine tra le due pinne dorsali. Una sola serie di spine alari e un gruppo di malari. Ventre liscio con un gruppetto di spine sul muso. Le due pinne dorsali sono anch'esse ruvide e la base è più lunga del loro intervallo. Colore bruno giallastro, il dorso è costellato di macchiette più chiare asimmetriche e numerosi punti nerastri. Ventre bianco.

Habitat e biologia: bentica in acque costiere su fondi sabbiosi, da 2 a 200 m, comune tra 20-50 m. Fino a 80 cm LT. Lo sviluppo embrionale dura 5-6 mesi. Il reclutamento di giovani di circa 80-90 mm si verifica in acque poco profonde soprattutto in inverno. L'accoppiamento avviene in primavera e autunno sui 25 m. La taglia di prima maturità è di circa 56 cm per le femmine e 52 cm per i maschi. **Capsula ovarica:** depone 30-112 capsule ovigere l'anno, secondo le dimensioni della

between dorsal fins. One row of alar thorns and one group of malar thorns. Ventral side smooth except for some thornlets on snout. Dorsal fins prickly with the length of the base longer than the distance between them. Colour brown-yellowish with lighter small blotches asymmetrically distributed and numerous dark dots. Ventral side white.

Habitat and biology: *benthic on sandy bottom in inshore waters from 2 to 200 m, common between 20 and 50 m. Grows to about 80 cm TL. Embryos development in 5-6 months. Recruitment of juveniles of about 80-90 mm was observed in shallow waters mainly in winter. Mating in springs and autumn at about 25 m. The size at first maturity is about 56 cm in females and 52 cm in males. Egg capsules: about 6-7 cm in length and 3 cm in width. 30-112 egg capsules for year, depending on*

femmina, lunghe 6-7 cm e larghe 3 cm. Le capsule ovigere sono deposte principalmente in estate ed autunno a 30-40 m di profondità.

Distribuzione: Mediterraneo, meno comune nella parte orientale. Probabilmente attraversa lo Stretto di Gibilterra per portarsi lungo le coste meridionali del Portogallo e quelle settentrionali del Marocco, ma la sua presenza in queste aree non è confermata.

Pesca: regolarmente catturata come bycatch della pesca a strascico e con tramagli, rappresenta la seconda specie target della pesca con il rapido.

Valutazione e stato di sfruttamento: i giovani (taglia media 25 cm LT) sono pescati dai tramagli in acque poco profonde (2-15 m), gli adulti (40-80 cm LT) sono pescati dalla pesca professionale su fondali maggiori intorno ai 40 m. La biomassa in mare può essere considerata stabile.

Stato di conservazione: IUCN, Least Concern.

the size of the female. Egg capsules laid mainly in summer and autumn at depth of 30-40 m.

Distribution: *Mediterranean less common in eastern part. Apparently passing into Atlantic through the Strait of Gibraltar to the northern coasts Morocco and the southern coasts of Portugal, however its occurrence in Atlantic requires to be confirmed.*

Fisheries: *regularly caught as bycatch of trawl and trammel nets fisheries. Secondary target species of beam trawls.*

Assessment and status of exploitation: *Juveniles (average size of 25 cm TL) caught by trammel nets in very shallow waters (2-15 m), adults (40-80 cm) caught by professional fisheries at about 40 m. Stable biomass species.*

Conservation status: *IUCN, Least Concern.*



Fig. 24 - Stadio giovanile di *Raja asterias* (Arpat).
Juvenile of Raja asterias (Arpat).

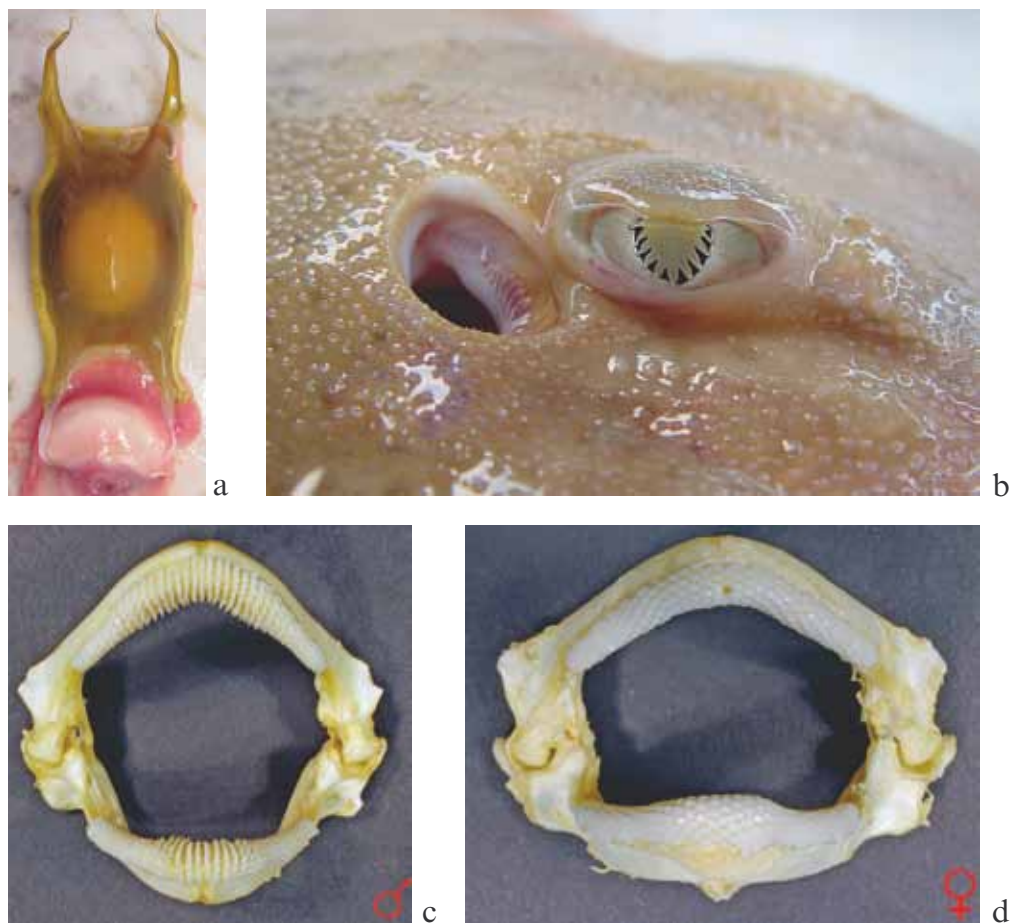


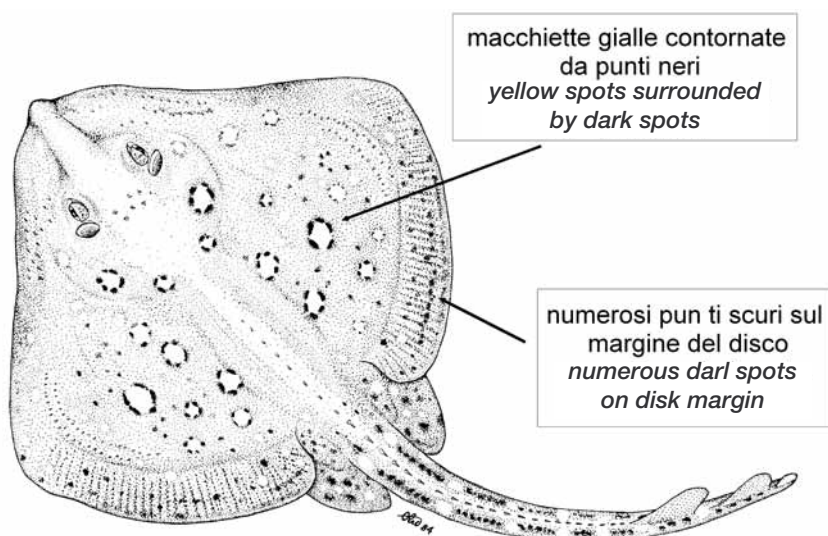
Fig. 25 - *Raja asterias*: capsula ovarica (a); occhio (b); mascelle maschili (c); mascelle femminili (d) (Arpat).

Raja asterias: egg capsule (a); eye (b); male jaws (c); female jaws (d) (Arpat).

TAVOLA / FACT SHEET 9

Raja brachyura Lafont, 1873**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja montagui* Fowler, 1910; *Raja asterias* Delaroche, 1809; *Raja polystigma* Regan, 1923**Nomi FAO / FAO names:**

En – Blonde ray; Fr – Raie lisse; Sp – Raya boca de rosa

Nome italiano / Italian name: Razza a coda corta**Nomi mediterranei comuni / Local Mediterranean names:**

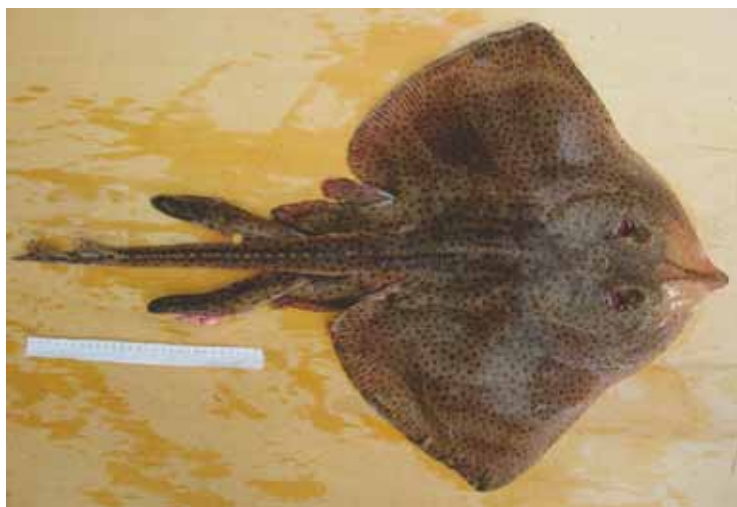
(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco più largo che lungo con margini anteriori molto sinuosi. Rostro brevissimo, ottuso e arrotondato. 60-90 file di denti nella mascella superiore piccoli e acuti in ambo i sessi. Dorso spinuloso, quasi tutto liscio nei giovani con due spine scapolari, fino a sette nelle femmine adulte, 3-7 spine nuchali. Solitamente 1-2 spine interdorsali. 3 serie di spine alari e un gruppo di malariali, spine orbitali presenti nei giovani assenti negli adulti. Una fila continua mediana

Characteristics: disc wider than long with anterior margins of the pectoral fins sinuous. Snout very short, obtuse and rounded. 60-90 tooth rows on the upper jaw, short and acute in both sexes. Dorsal side prickly, almost all smooth in juveniles except two scapular thorns, up to seven in adult females, 3-7 nuchal thorns. Usually 1-2 interdorsal thorns, three alar thorns and one group of malar thorns. Orbital thorns only in juveniles. One median rows of 40-45 thorns from nape to first dorsal

di 40-45 spine dalla nuca alla prima pinna dorsale nei giovani e nelle femmine, interrotta nei maschi. Ventre liscio con alcune aree zigrinose negli adulti. Colore bruno scuro ocrea con punti nerastri anche sulla coda, alcune macchie giallastre contornate da punti neri pressoché simmetriche sulle ali. Ventre bianco giallastro. La coda è tipicamente più corta e tozza rispetto alle specie simili.

fin, regular in juveniles and females, interrupted on back in males. Ventral side smooth with some prickly areas in adults. Colour dark brown-ochre with scattered dark dots also on the tail, some yellowish blotches bordered by dark dots almost symmetrical on wings. Ventral side white-yellowish. Tail shorter and squatter than in similar species.

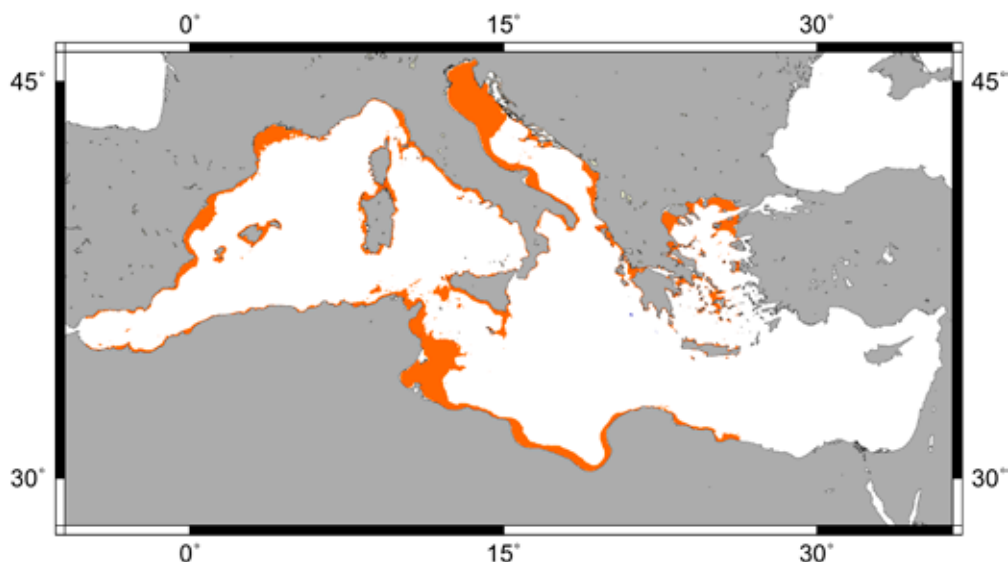


a



b

Fig. 26 - *Raja brachyura*: lato dorsale (a); lato ventrale (b) (Arpat).
Raja brachyura: dorsal side (a); ventral side (b) (Arpat).



Habitat e biologia: bentica da acque poco profonde a 100 m principalmente su sabbia. Fino a 120 cm LT. Lo sviluppo embrionale dura circa 7 mesi. **Capsula ovarica:** 8-12 cm di lunghezza; 30 l'anno deposte da febbraio ad agosto.

Distribuzione: coste atlantiche da Madeira e nord del Marocco alle Shetlands, la Manica e la parte ovest del Mare del Nord. Presente nel Mediterraneo occidentale incluse le coste italiane, dubbia presenza nel Mar Egeo settentrionale.

Pesca: catturata come bycatch dalla pesca a strascico su fondali costieri, sbarcata regolarmente in nord Europa.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Stato di conservazione: IUCN, Data Deficient.

Habitat and biology: benthic in inshore waters on sandy bottom to about 100 m. Grows to about 120 cm TL. Development of embryo in about 7 months. **Egg capsules:** 8-12 cm in length; about 30/year, laid from February to August.

Distribution: Atlantic coasts from Madeira and Morocco north to the Shetland, English Channel and western part of North Sea. Western Mediterranean including the Italian coasts, doubtful in the northern Aegean.

Fisheries: bycatch of trawl fisheries in coastal grounds, commonly landed in northern Europe.

Assessment and status of exploitation:

Conservation status: IUCN, Data Deficient.

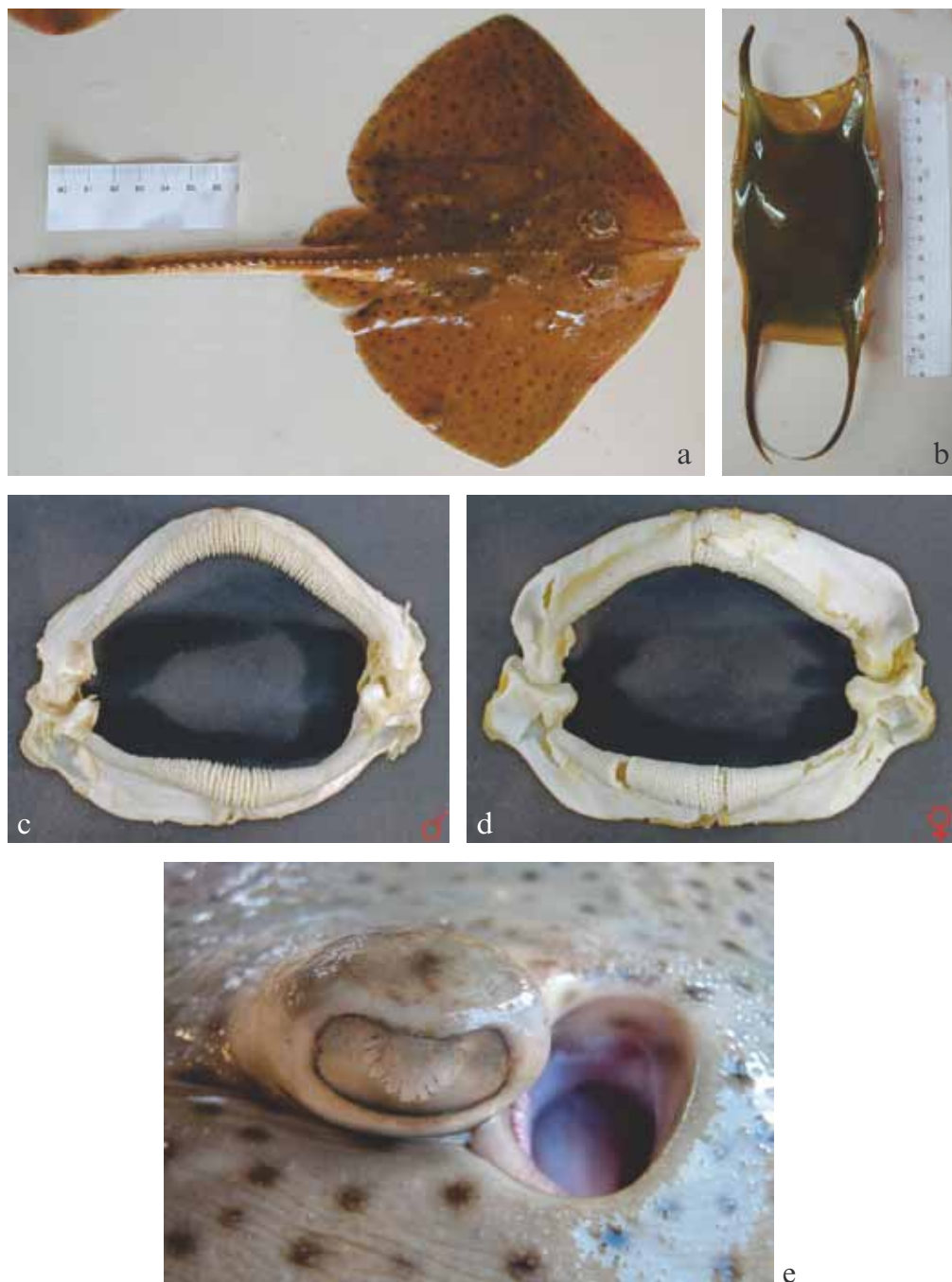


Fig. 27 - *Raja brachyura*: stadio giovanile (a); capsula ovarica (b); mascelle maschili (c); mascelle femminili (d); occhio (e) (Arpat).

Raja brachyura: juvenile (a); egg capsule (b); male jaws (c); female jaws (d); eye (e) (Arpat).

TAVOLA / FACT SHEET 10

Raja clavata Linnaeus, 1758**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja aspera* Risso, 1810**Nomi FAO / FAO names:**

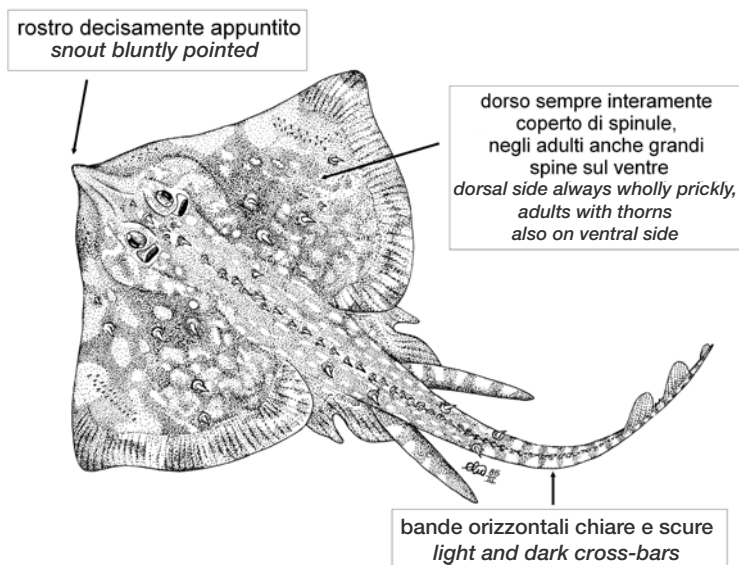
En – Thornback ray; Fr – Raie bouclée; Sp – Raya de clavos

Nome italiano / Italian name: Razza chiodata**Nomi mediterranei comuni / Local Mediterranean names:**

Bakra; Dikenli vatoz baliği; Raja guresh; Raja tal; Raya; Raža;

Raža kamenica; raža trnjevka; Trisanit kotzanit; Καλκανόβατος; Ράζα;

قيارلا توكوبش لما; بلعث رجبلا; ايار; قير; قشرحة قحسم



(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco più largo che lungo con margini anteriori più o meno sinuosi. Rostro breve e ottuso. 36-44 file di denti appuntiti nei maschi, piatti nelle femmine e disposti a mosaico. Dorso sempre completamente spinuloso anche nei giovani. Negli adulti sono presenti grosse spine ricurve su placche ossee anche sul ventre. Di solito 1-3 spine pre e postorbitali,

Characteristics: disc wider than long with anterior margins of the pectoral fins more or less sinuous. Snout short and obtuse. 36-44 tooth rows, pointed in mature males, flat and molar-like in juveniles and adult females. Dorsal side always spinulose, even in juveniles. Additional large buckler thorns with swollen bases scattered on dorsal and ventral sides of the disc in adults.

1-4 nuchali, 2 scapolari nei giovani, una serie mediana di 30-50 spine dalla nuca alla prima pinna dorsale che negli adulti si riduce, 0-2 spine interdorsali. Coda con spine mediane sem-

Usually 1-4 pre and post-orbital thorns, 1-4 nuchal thorns, 2 scapular thorn in juveniles, one median row of 30-50 thorns from nape to the first dorsal fin reduced in adult, 0-2 interdorsal thorns.



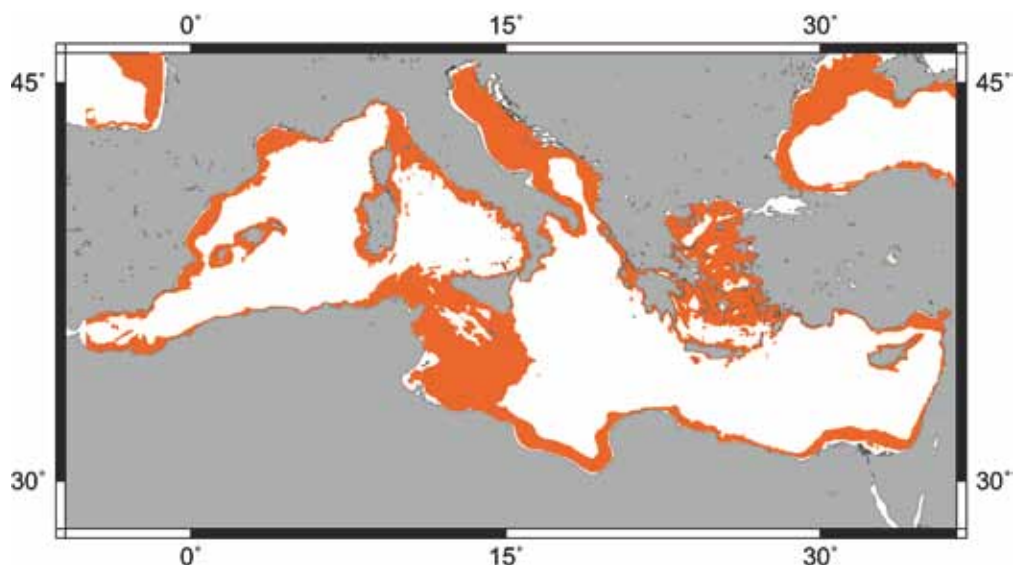
a



b

Fig. 28 - *Raja clavata*: lato dorsale (a); lato ventrale (b) (Arpat).

Raja clavata: dorsal side (a); ventral side (b) (Arpat).



pre presenti, spine laterali certe volte assenti. Ventre più o meno spinuloso con varie arre lisce. Colore del dorso estremamente variabile da grigio a bruno scuro con molti punti neri, talvolta sono presenti grosse macchie nere sulle ali e bande nerastre trasversali sulla coda.

Habitat e biologia: bentica da acque poco profonde fino alla zona batiale (20-700 m). Raggiungono 130 cm, ma generalmente in Atlantic crescono fino a 100 cm LT, mentre in Mediterraneo individui di più di 90 cm sono catturati raramente. Lo sviluppo embrionale dura circa 5 mesi ed i piccoli appena nati misurano 10-11 cm LT. Le femmine maturano a 78 cm ed i maschi a 66 cm LT. **Capsula ovarica:** 6-9 cm di lunghezza. 100 l'anno deposte principalmente in primavera.

Distribuzione: coste atlantiche da Madera e Marocco fino all'Islanda e alla Norvegia, anche nel Mare del Nord. Segnalata anche in Sud Africa e nell'oceano Indiano sud-occidentale, anche se lo stato tassonomico di que-

Median thorns on tail always present, rows of parallel thorns sometimes absent. Ventral side more smooth with spinulose patches. Colour of the dorsal side is highly variable, from grey to dark brown with either a dark, marbled appearance or with numerous dark spots and blotches; alternating dark and light bands on the tail.

Habitat and biology: benthic from shallow waters to the bathyal zone (20-700 m). Large individuals (130 cm) have been recorded, but usually grows to about 100 cm TL in the Atlantic. While in Mediterranean, specimens more than 90 cm TL are rarely caught. Development of embryos in about 5 months with young hatching at 10-11 cm TL. Females mature at about 78 cm and males at 66 cm TL. **Egg capsules:** 6-9 cm in length, 100 egg-capsules/year laid mainly in spring.

Distribution: Atlantic coasts from Madeira and Morocco northward to Iceland and Norway, as well as North Sea. Signalled from southern Africa and the south-western Indian Ocean,

ste popolazioni è incerto. È distribuita in tutto il Mediterraneo e nel Mar Nero occidentale.

Pesca: commercialmente localmente importante nel Mediterraneo, catturata come bycatch nelle attività di pesca demersale.

Valutazione e stato di sfruttamento: tra i pesci cartilaginei è la specie più abbondante, nell'Alto Tirreno rappresenta circa il 60% delle catture di razze. Le maggiori quantità sono riscontrabili sui fondali oltre i 200 m con rendimenti di circa 20 Kg/Km². Le taglie interessate dalle catture sono comprese tra 24-56 cm LT con una moda su 36 cm. *R. clavata* è catturata quasi esclusivamente con lo strascico. Solitamente gli esemplari più piccoli sono rigettati in mare. Complessivamente le catture delle campagne scientifiche mostrano una distribuzione di taglia la cui moda è spostata verso sinistra forse riferibile ad un eccessivo sfruttamento degli stocks.

Stato di conservazione: IUCN, Near Threatened.

however the taxonomic status of these populations is uncertain. Distributed in whole Mediterranean and western part of the Black Sea.

Fisheries: locally commercially important in Mediterranean, bycatch of demersal fisheries.

Assessment and status of exploitation: the more abundant cartilaginous species in the northern Tyrrhenian Sea, representing about 60% of skates landed. The higher abundance is at depth of about 200 m with yields of 20 kg/km². Size commonly caught between 24 and 56 cm TL, with average of 36 cm. Mainly caught by bottom trawlers, smaller specimens are usually discarded. Data from trawl surveys in the Mediterranean shows a size distribution with the higher values corresponding to small specimens, most probably a sign of over exploitation of the stocks.

Conservation status: IUCN, Near Threatened.



Fig. 29 - Stadio giovanile di *Raja clavata* (Arpat).
Juvenile of Raja clavata (Arpat).



Fig. 30 - *Raja clavata*: occhio (a); capsula ovarica (b); mascelle maschili (c); mascelle femminili (d) (Arpat).

Raja clavata: eye (a); egg capsule (b); male jaws (c); female jaws (d) (Arpat).

TAVOLA / *FACT SHEET* 11*Raja miraletus* Linnaeus, 1758**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja quadrimaculata* Risso, 1826**Nomi FAO / FAO names:**

En – Brown ray; Fr – Raie miroir; Sp – Raya de espejos

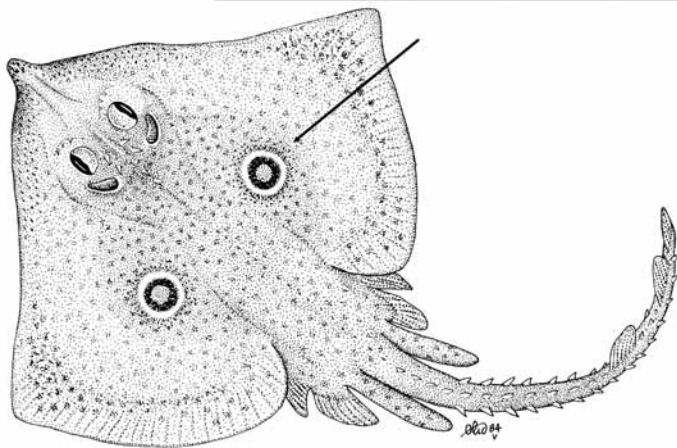
Nome italiano / Italian name: Razza quattrocchi**Nomi mediterranei comuni / Local Mediterranean names:**

Bakra; Barakula; Modropegasta raža; Raja lixxa; Raxhë; Raya;

Raža modropjega; Trisanit sapirim; Vatoz; Ματόβατος; Ράζα;

نَفْسَلَا; إيار; قتيار; قطقم; قير; قحسم; ينعوب

ocello con anello esterno giallo-arancio,
intermedio nero o blu scuro ed interno blu chiaro
eye-spot with outer ring yellow-orange,
middle ring dark blue, centre light blue



(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco più largo che lungo con margini anteriore sinuosi. Rostro breve più acuto nei maschi. 40-42 file di denti acuti nei maschi, ottusi nelle femmine. Dorsale liscio con spinule apicali. 1-2 spine pre-, 2-3 postorbitali, 1-2 nuchali, 2-3 serie alari e 3-5 malari. 3 serie di spine codali, 14-18 nella serie mediana, 2-3 spine interdorsali. Ventre liscio con muso spinuloso

Characteristics: disc wider than long with anterior margins of the pectoral fins sinuous. Snout short but acute in males. 40-42 tooth rows, acute in males and molar-like in females. Dorsal side smooth except for prickly front edges. 1-2 pre-orbital thorns, 2-3 post-orbitals, 1-2 nuchals, 2-3 rows of alar thorns and 3-5 rows of malar thorns. 3 rows of thorns on tail, 14-18 thorns on median

nei maschi. Colore giallastro chiaro con punti bruni su tutto il dorso. Due ocelli evidenti sulle ali con centro blu chiaro circondato da un anello blu scuro e da uno giallo-arancio più esterno. Ventre bianco.

row, 2-3 thorns between dorsal fins. Ventral side smooth, snout spinulose in males. Colour light yellowish with dark spots on upper surface. Two well defined eye-spots on inner centre of each pectoral fin, their centre light blue, encircled by a dark blue inner and a yellow to orange outer ring. Ventral side white.

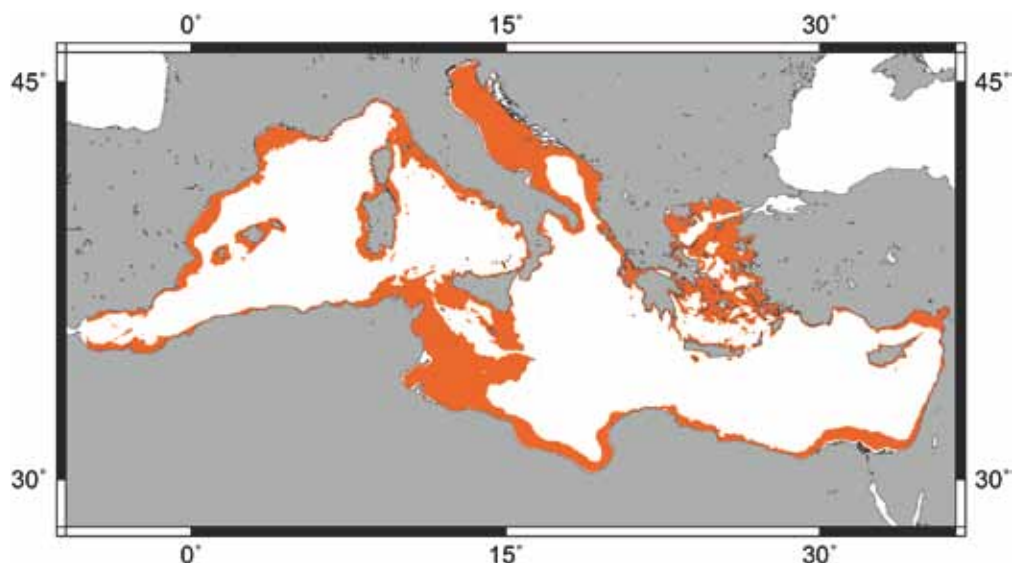


a



b

Fig. 31 - *Raja miraletus*: lato dorsale (a); lato ventrale (b) (Arpat).
Raja miraletus: dorsal side (a); ventral side (b) (Arpat).



Habitat e biologia: bentica da acque poco profonde a 450 m principalmente tra 50-150 m su sabbia e fondi duri.
Capsula ovarica: 7-9 cm di lunghezza.

Distribuzione: Atlantica, da Madeira al Marocco, verso nord fino al Portogallo, verso sud fino al Sud Africa ed alla parte occidentale dell'Oceano Indiano. Presente in tutto il Mediterraneo.

Pesca: catturata come bycatch nella pesca a strascico.

Valutazione e stato di sfruttamento: la catture delle campagne scientifiche è caratterizzata da classi di età 1+, 2+, 3+. La maggior densità è nelle aree che presentano ampia estensione della piattaforma con 9,6 kg/km² (Arcipelago toscano, Sardegna e Sicilia). La composizione in taglia delle catture scientifiche è caratterizzata da individui adulti, solitamente i giovani sono rigettati in mare. Nei mari italiani la biomassa può essere considerata stabile.

Stato di conservazione: IUCN, Least Concern.

Habitat and biology: benthic from shallow waters to 450 m, mainly from 50 to 150 m, on sandy and hard bottoms.
Egg capsules: 7-9 cm in length.

Distribution: Atlantic coasts from Madeira and Morocco northward to northern Portugal, southward to South Africa and to western part of Indian Ocean. Whole Mediterranean.

Fisheries: bycatch of bottom trawl fisheries.

Assessment and status of exploitation: the size composition of scientific catches is mainly represented by age classes 1+, 2+, 3+. Higher density corresponding to areas where continental shelf is more extensive, with yield of 9.6 kg/km² (Tuscan archipelago, Sardinia and Sicily). In the Italian Seas the biomass estimated for this species is stable.

Conservation status: IUCN, Least Concern.

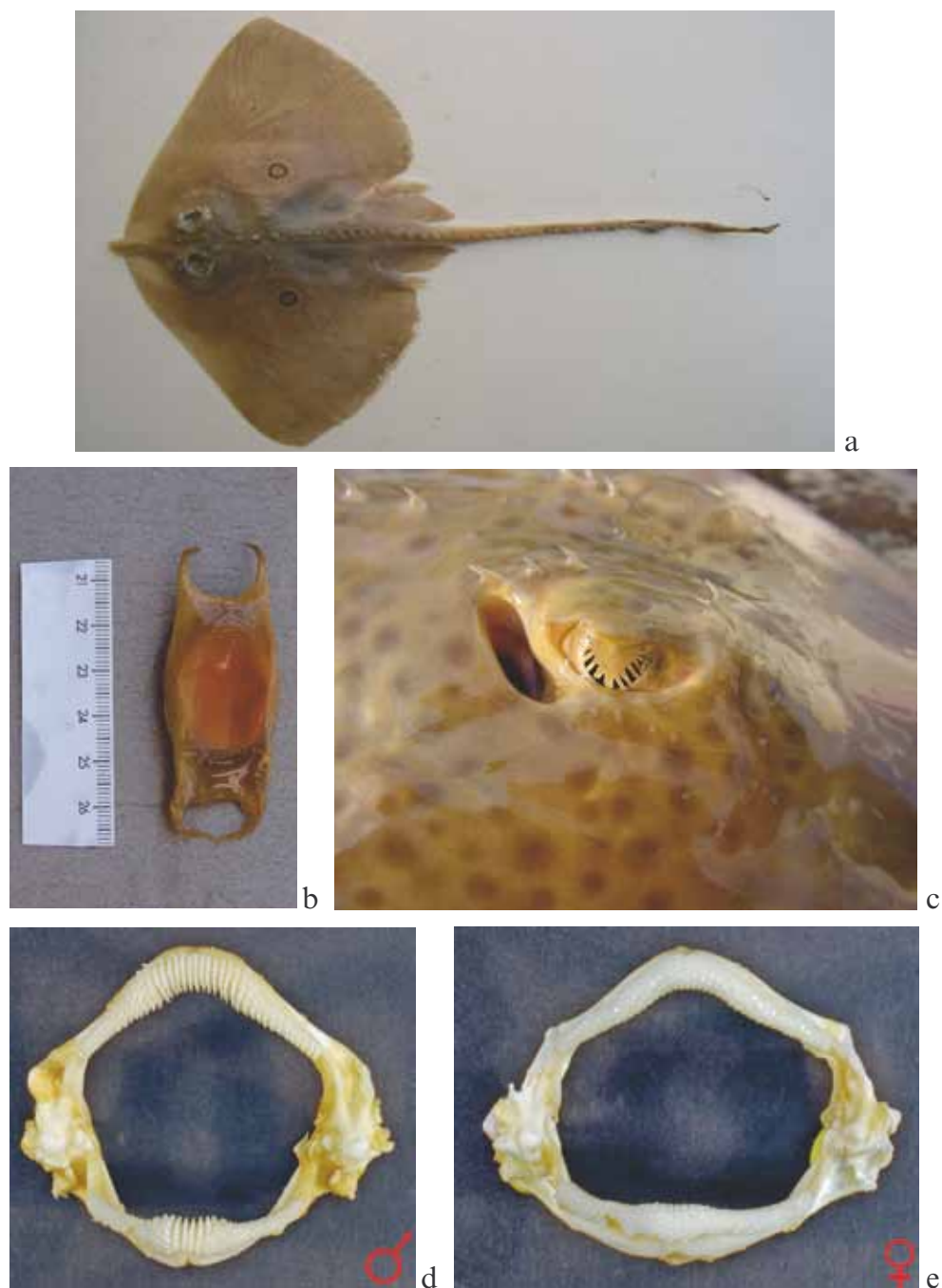


Fig. 32 - *Raja miraletus*: stadio giovanile (a); capsula ovarica (b); occhio (c); mascelle maschili (d); mascelle femminili (e) (Arpat).

Raja miraletus: juvenile (a); egg capsule (b); eye (c); male jaws (d); female jaws (e) (Arpat).

TAVOLA / FACT SHEET 12

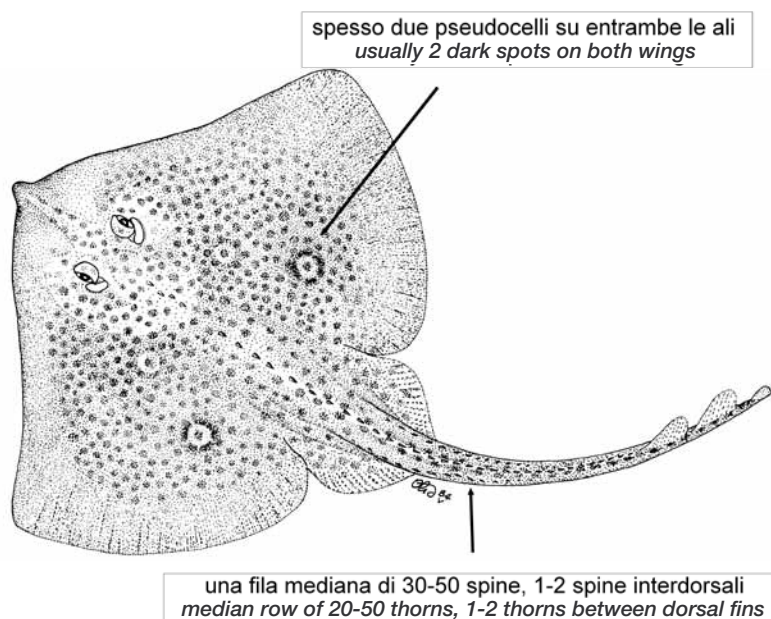
Raja montagui Fowler, 1910**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:**

Raja maculata (non Shaw), 1818; *Raja polystigma* Regan, 1923;
Raja asterias Delaroche, 1809; *Raja brachyura* Lafont, 1873

Nomi FAO / FAO names: En - Spotted ray; Fr - Raie douce; Sp - Raya pintada

Nome italiano / Italian name: Razza montagu

Nomi mediterranei comuni / Local Mediterranean names:



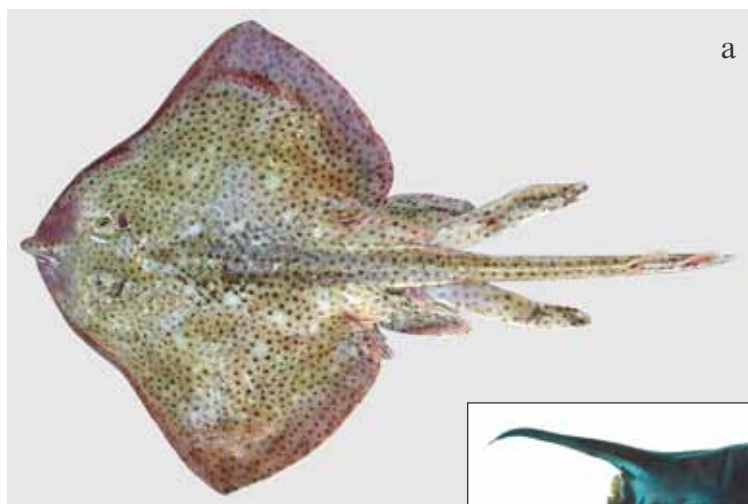
(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco più largo che lungo con margini sinuosi. Rostro breve ma sporgente e ottuso. Circa 60 file di denti nella mascella superiore (38 nei giovani) acuti nei maschi, ottusi nelle femmine e nei giovani. Dorso quasi liscio. Di solito 2-3 spine pre- e postorbitali, 2 spine scapolari e 2 nuchali nei giovani, 0-5 negli adulti. Una serie di spine medio dorsali (20-30 nei giovani, 40-50 negli adulti) estese fino sulla coda molto ruvida. 1-2 spine in-

Characteristics: disc wider than long with margins sinuous. Snout short but pronounced and obtuse. About 60 rows of teeth in the upper jaw (38 in juveniles), acute in males and molar-like in females and juveniles. Dorsal side almost smooth. Usually 2-3 pre and post-orbital thorns, 2 scapulars, 2 nuchals in juveniles, 0-5 in adults. One median row of thorns (20-30 in juveniles, 40-50 in adults) from nape to first dorsal fin, tail very prickly. 1-2 thorns between

terdorsali, 4 serie alari e un gruppo di malari. Ventre quasi completamente liscio. Colore grigio bruno con punti neri distribuiti su tutto il dorso che non arrivano fino ai margini del disco, altre macchiette biancastre sono disposte casualmente e in alcuni casi possono assumere la forma di un ocello. Ventre bianco

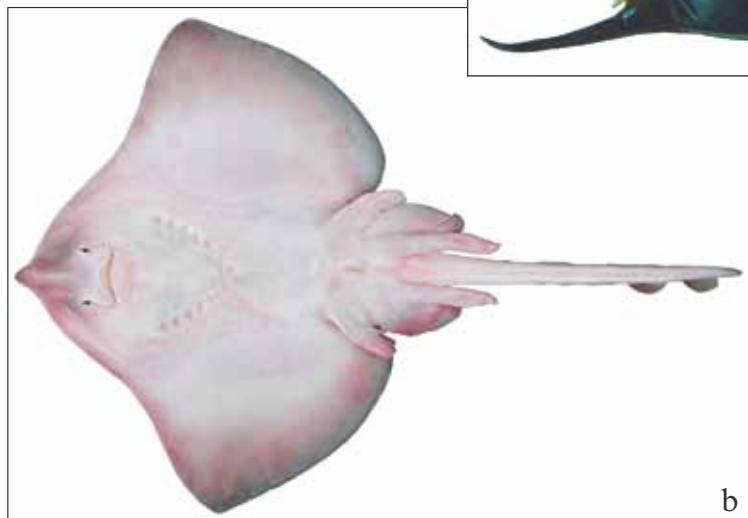
dorsal fins, 4 rows of alar thorns, one group of malar thorns. Ventral side almost entirely smooth. Colour grey-brownish with dark spots on the whole surface which do not reach the margin of the disc; a variable pattern of whitish blotches sometimes resembling an eyespot. Ventral side white.



(RVDR Fridtjof Nansen)



(Shark Trust)



(RVDR Fridtjof Nansen)

Fig. 33 - *Raja montagui*: lato dorsale (a); lato ventrale (b); capsula ovarica (c).

Raja montagui: dorsal side (a); ventral side (b); egg capsule (c).



Habitat e biologia: bentica da acque poco profonde a 650 m, comune a 100 m su fondi sabbiosi e fangosi. Fino a 80 cm LT. Lo sviluppo embrionale dura 5-6 mesi ed i piccoli appena nati misurano 11-12 cm TL. Le femmine maturano a 60 cm. **Capsula ovarica:** 6,5-7,5 cm di lunghezza; 24-60 l'anno deposte in estate.

Distribuzione: lungo le coste atlantiche, dal Marocco alle Shetlands, nella zona meridionale del Mar del Nord e nel Mar Baltico. Segnalata lungo le coste occidentali del Mediterraneo, dalla Tunisia alla Grecia, ma la sua presenza dovrebbe essere confermata.

Pesca: catturata comunemente come bycatch della pesca a strascico.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Stato di conservazione: IUCN, Least Concern.

Habitat and biology: benthic from shallow waters to 650 m, more common at about 100 m on sandy and muddy grounds. Grows to 80 cm TL. Development of embryos in 5-6 months with young hatching at size of 11 to 12 cm TL. Females sexual maturity reached at about 60 cm TL. **Egg capsules:** 6.5-7.5 in length; 24-60/year laid mainly in summer.

Distribution: Atlantic coasts from Morocco northward to the Shetlands, southern part of North Sea. Western Mediterranean, from Tunisia to Greece, but its occurrence needs to be confirmed.

Fisheries: bycatch of bottom trawl fisheries.

Assessment and status of exploitation:

Conservation status: IUCN, Least Concern.

TAVOLA / *FACT SHEET* 13*Raja polystigma* Regan, 1923**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:**

Raja punctata (non Risso) Fowler, 1910; *Raja montagui* Fowler, 1910;
Raja asterias Delaroche, 1809; *Raja brachyura* Lafont, 1873

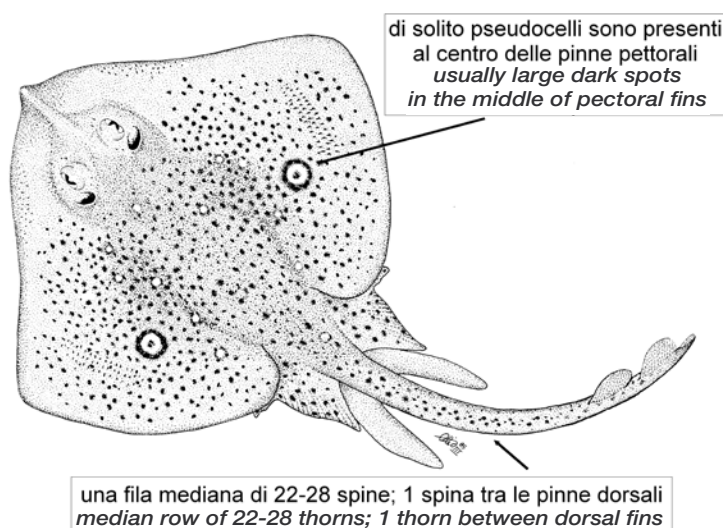
Nomi FAO / FAO names:

En – Speckled ray; Fr – Raie tachetée; Sp – Raya manchada

Nome italiano / Italian name: Razza polistima**Nomi mediterranei comuni/ Local Mediterranean names:**

Raje pikaloshe; Raža; Raža polystigma; Vatoz balığı; Ράζα; Στικτόβατος;

قيارلا قطقلما; ايار قطقم; قير; قحسم قطقم



(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco più largo che lungo con margini anteriori sinuosi. Rostro brevissimo con apice arrotondato e spinuloso. 50-60 file di denti acuti nei maschi, ottusi nelle femmine. Dorso liscio con qualche spina sui margini anteriori. Alcune spine pre e postorbitali, una nucale, 1-2 serie di spine alari e un gruppo malare nei maschi. Coda spinulosa con una serie

Characteristics: disc wider than long with margins sinuous. Snout very short with tip rounded and prickly. 50-60 tooth rows, acute in males, molar-like in females. Dorsal side smooth with some thornlets on anterior margins. Some pre and post-orbital thorns, one nuchal, 1-2 rows of alars, one group of malar thorns. Tail prickly with a median row of 22-28 thorns and sometimes parallel

di 22-28 spine mediane e a volte laterali, una o nessuna tra le pinne dorsali. Ventre liscio ma con il muso spinuloso. Colore nocciola con punti neri e macchiette chiare disposte irregolarmente sul disco bordato da una sottile linea bianca, possono essere presenti delle macchie simili ad ocelli.

rows of thorns, none between dorsal fins. Ventral side smooth, except for snout spinulose. Colour brown with an irregular pattern of dark dots and light blotches, narrow white band surrounding the disc, often blotches similar to eye-spots on wings.

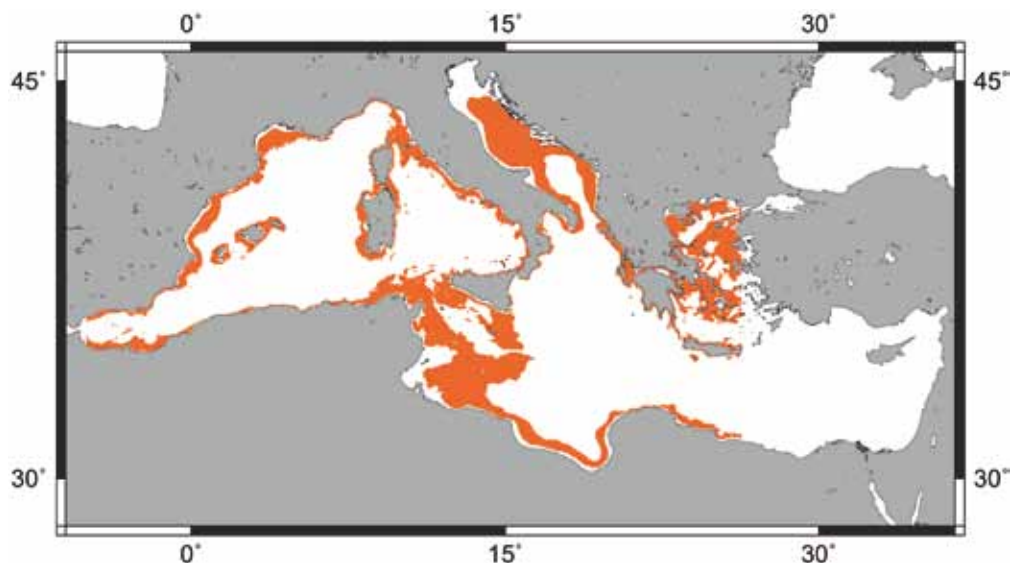


a



b

Fig. 34 - *Raja polystigma*: lato dorsale (a); lato ventrale (b) (Arpat).
Raja polystigma: dorsal side (a); ventral side (b) (Arpat).



Habitat e biologia: bentica su fondi mobili tra 100-400 m. Fino a 50-60 cm LT. Le femmine mature sono state osservate principalmente in inverno. La taglia di prima maturità è di circa 53 cm LT sia nelle femmine, sia nei maschi. **Capsula ovarica:** 3,5-4,5 cm in lunghezza; 20-60 l'anno.

Distribuzione: Mediterraneo occidentale, la sua presenza nel bacino orientale e nel Mar di Levante deve essere confermata, comune lungo le coste africane.

Pesca: catturata occasionalmente come bycatch della pesca a strascico.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Stato di conservazione: IUCN, Near Threatened.

Habitat and biology: benthic on soft bottom from 100 to 400 m. Grows to about 50-60 cm TL. Mature females observed mainly in winter. Size at first maturity at about 53 cm TL in both sexes. **Egg capsules:** 3.5-4.5 cm in length. 20-60 egg capsules/year.

Distribution: Western part of Mediterranean, common along the African coasts, its occurrence in the Levantine basin should be confirmed.

Fisheries: bycatch of bottom trawl fisheries.

Assessment and status of exploitation:

Conservation status: IUCN, Near Threatened.

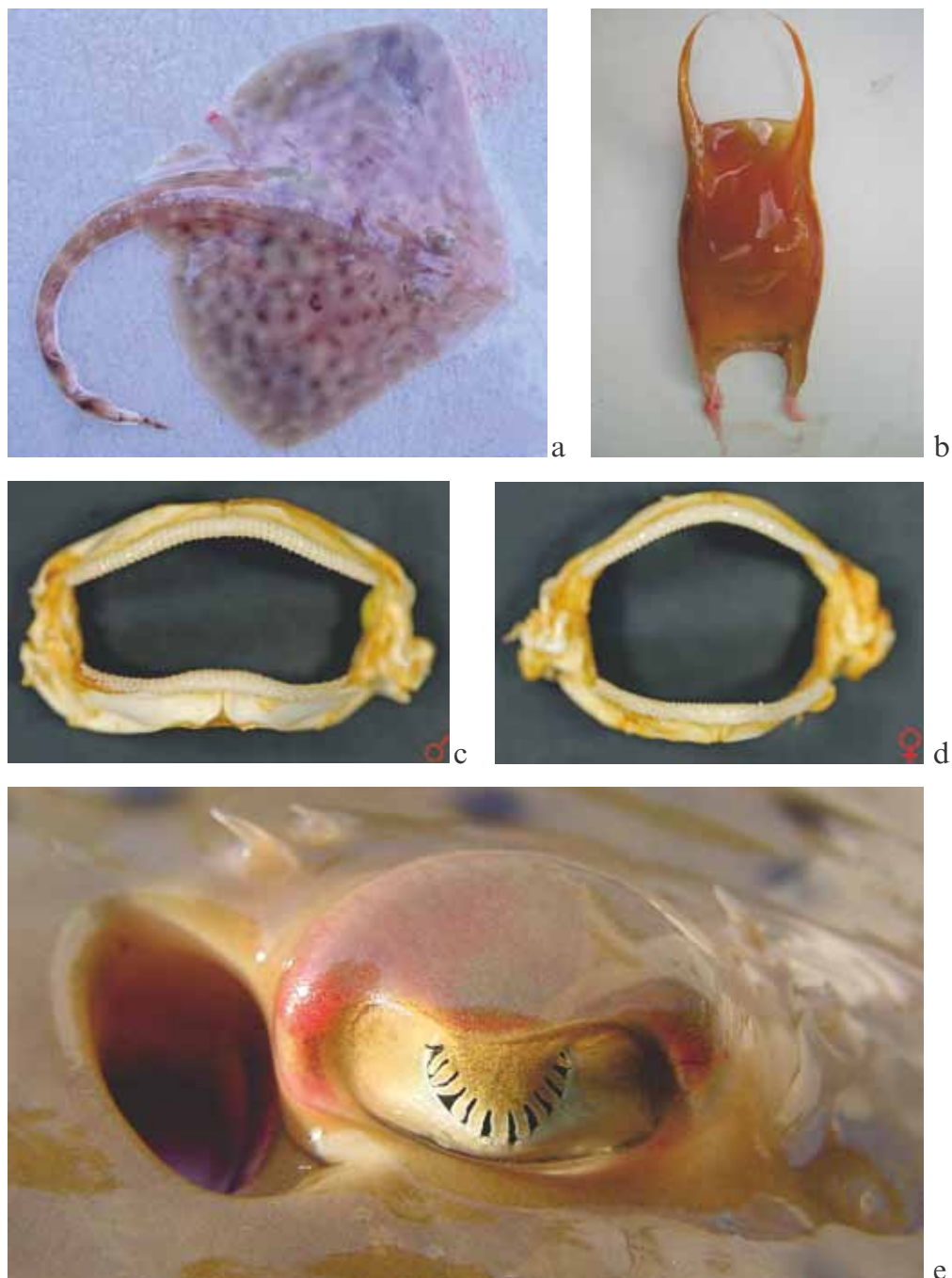


Fig. 35 - *Raja polystigma*: stadio giovanile (a); capsula ovarica (b); mascelle maschili (c); mascelle femminili (d); occhio (e) (Arpat).

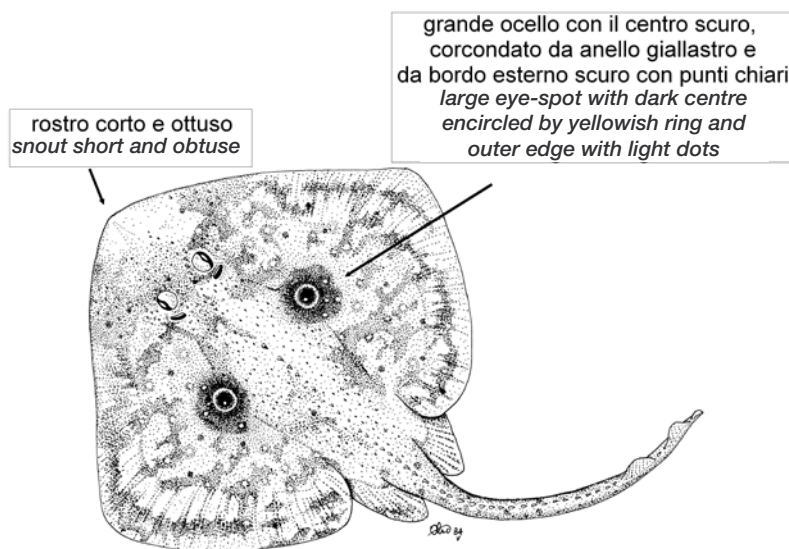
Raja polystigma: juvenile (a); egg capsule (b); male jaws (c); female jaws (d); eye (e) (Arpat).

TAVOLA / *FACT SHEET* 14*Raja radula* Delaroche, 1809**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja atra* Müller & Henle, 1841**Nomi FAO / FAO names:** En – Rough ray; Fr – Raie râpe; Sp – Raya aspera**Nome italiano / Italian name:** Razza scuffina**Nomi mediterranei comuni/ Local Mediterranean names:**

Bakra; Raja tar; Raje therese; Raya; raža tuponoska; Razza scuffina;

Trisanit kadat; Vatoz; Ράζα; Τραχύβατος;

نفسلا; إيار; قيار; قشرلحا; قير; قحسم; يعوب



(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco largo con margini anteriori convessi, appena sinuosi. Rostro molto ridotto. Nelle femmine 36-43 file di denti ottusi nella mascella superiore, 35-40 in quella inferiore. Nei maschi 38-39 file di denti acuti sulle due mascelle. Robuste spinule ricoprono il disco e le orbite. 3-4 spine nuchali, una serie di spine mediane sulla coda interrotta negli adulti e altre più piccole laterali. 2 spine interdorsali.

Characteristics: disc large with anterior margins convex and barely sinuous. Snout very short. In females 36-43 tooth row in upper jaw and 35-40 in lower jaws, molar-like. In males 38-39 tooth rows on both jaws, acute. Dorsal side covered by coarse denticles, some thorns in the inner margin of eye, 3-4 nuchal thorns, one median irregular row of small thorn from nape to first dorsal fin, interrupted in

li. Ventre liscio, nei maschi alcune spine prenasali, nelle femmine queste sono disposte all'estremità del muso e nello spazio tra le fessure branchiali e il margine superiore delle ventrali. Colore molto variabile da grigio avana a rosso bruno con striscie traver-

adult; 2 parallel rows of thornlets, 2 thorns between dorsal fins. Ventral side smooth, except for some pre-nostril spines in males and on the lateral part of the snout in females. Colour very variable, from grey to brown-reddish with transversal undulated stripes. One

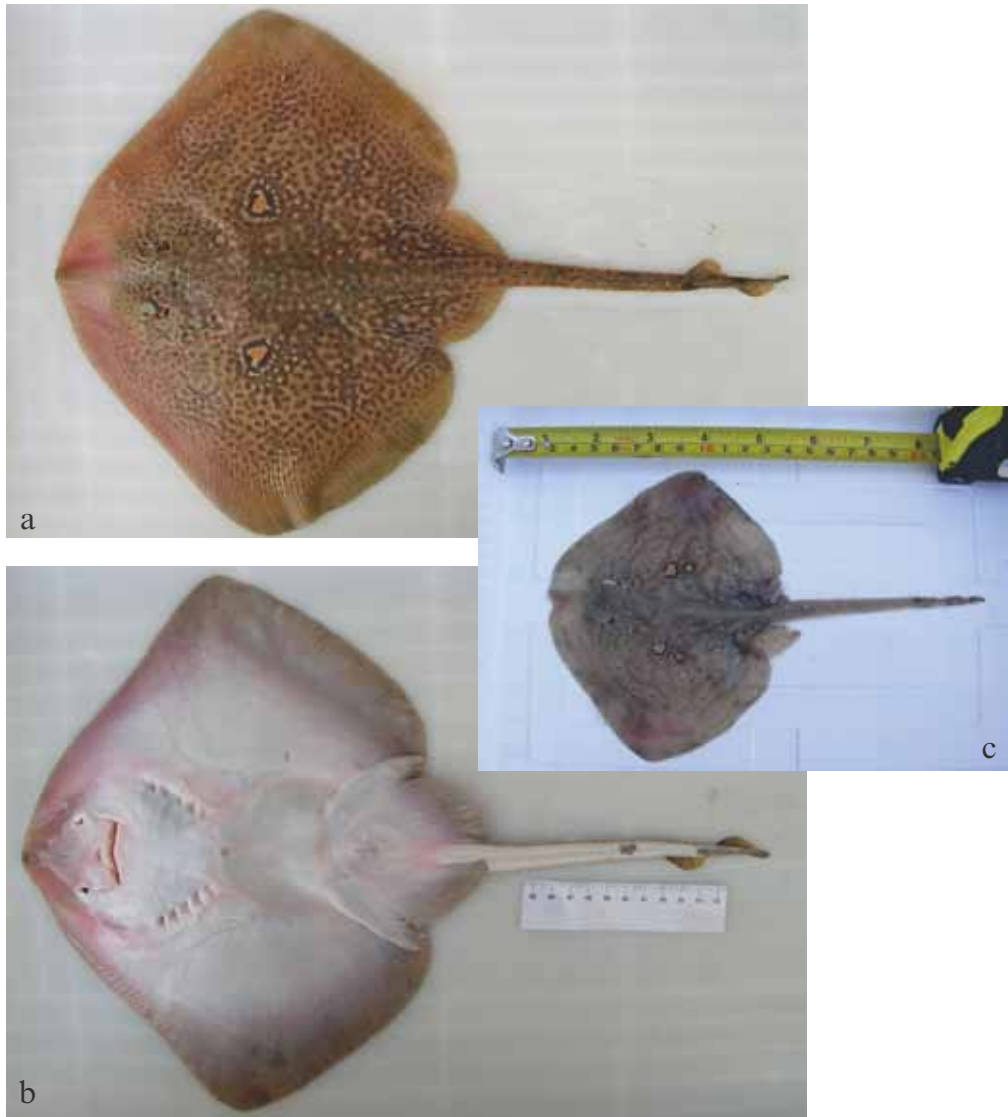
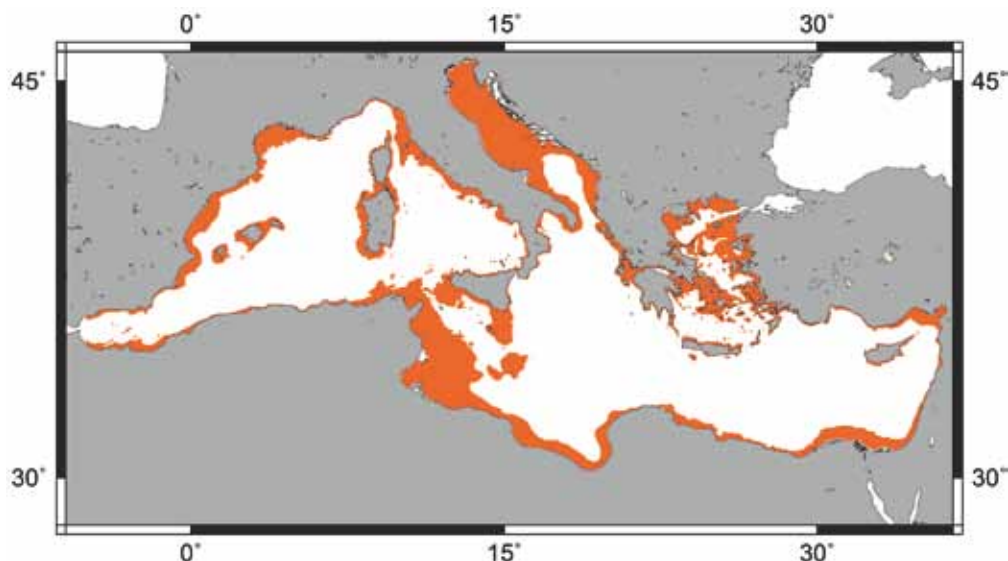


Fig. 36 - *Raja radula*: lato dorsale (a); lato ventrale (b); stadio giovanile (c) (Arpat).
Raja radula: dorsal side (a); ventral side (b); juvenile (c) (Arpat).



sali ondulate. È presente un ocello su ciascuna ala, il centro di questi può essere nero o giallastro con contorno speculare, talvolta si aggiunge posteriormente un ocello più piccolo e più sbiadito. Ventre bianco, grigiastro verso gli orli del disco.

Habitat e biologia: bentica da acque poco profonde a 350 m. Fino a 70 cm LT. Lo sviluppo embrionale dura circa 4 mesi. Le femmine maturano a 34 cm e i maschi a 30 cm di larghezza del disco. **Capsula ovarica:** circa 5 cm in lunghezza deposte durante tutto l'anno ma soprattutto nel periodo primaverile-estivo.

Distribuzione: specie considerata endemica del Mediterraneo, è presente principalmente nel bacino occidentale.

Pesca: catturata come bycatch della pesca a strascico.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Stato di conservazione: IUCN, Data Deficient.

eye-spot on each wing with dark centre encircled by yellowish ring or vice versa, sometimes an other eye-spot behind smaller and paler. Ventral side white with greyish margins.

Habitat and biology: benthic from coastal waters to 350 m. Oviparous, egg capsules. Grows to about 70 cm TL. Development of embryo in 4 months. Size at first maturity 34 cm in females and 30 cm TL in males. **Egg capsules:** about 5 cm in length laid throughout the year but mainly in springs and summer.

Distribution: Mediterranean endemic species, mainly in western part.

Fisheries: bycatch of bottom trawl fisheries.

Assessment and status of exploitation:

Conservation status: IUCN, Data Deficient.

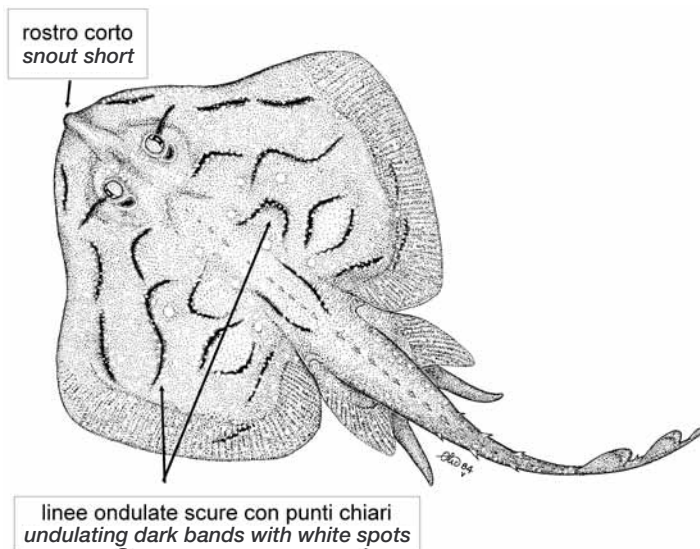
TAVOLA / *FACT SHEET* 15*Raja undulata* Lacepède, 1802**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja mosaica* Lacepede, 1802**Nomi FAO / FAO names:**

En – Undulate ray; Fr – Raie brunette; Sp – Raya mosaica

Nome italiano / Italian name: Razza ondulata**Nomi mediterranei comuni / Local Mediterranean names:**

Raža vijošaraka; Trisanit galit; Vatoz balīgi; Ράζα;

قیارلا قینبلا; ایار قیر; قحسم قنیزم



(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco con margini molto sinuosi. Rostro appena accennato. 40-50 file di denti, più acuti nei maschi. Dorso tutto spinuloso con aree nude nella parte posteriore delle ali. 0-2 spine pre- e postorbitali, 2-8 spine scapolari, e altre (20-25), disposte irregolarmente sul dorso e sulla coda. 0-2 spine interdorsali. Ventre liscio, ma non sul muso e lungo il bordo anteriore. Colore bruno giallastro con evidenti fasce ondulate più scure

Characteristics: margins of the disc very sinuous. Snout very short. 40-50 tooth rows, more acute in males. Dorsal side entirely prickled with bare areas on hind part of disc. 0-2 pre and post-orbital thorns, 2-8 scapulars and others (20-25) irregularly distributed on disc and tail. 0-2 thorns between the dorsal fins. Ventral side smooth, except for snout and front edge. Colour ochre to greyish brown with dark undulated bands almost symmetric on the wings.

disposte quasi simmetricamente sulle due ali. Ventre bianco. L'apice della coda è grigio-bruno.

Ventral side white. Tip of tail dark greyish.

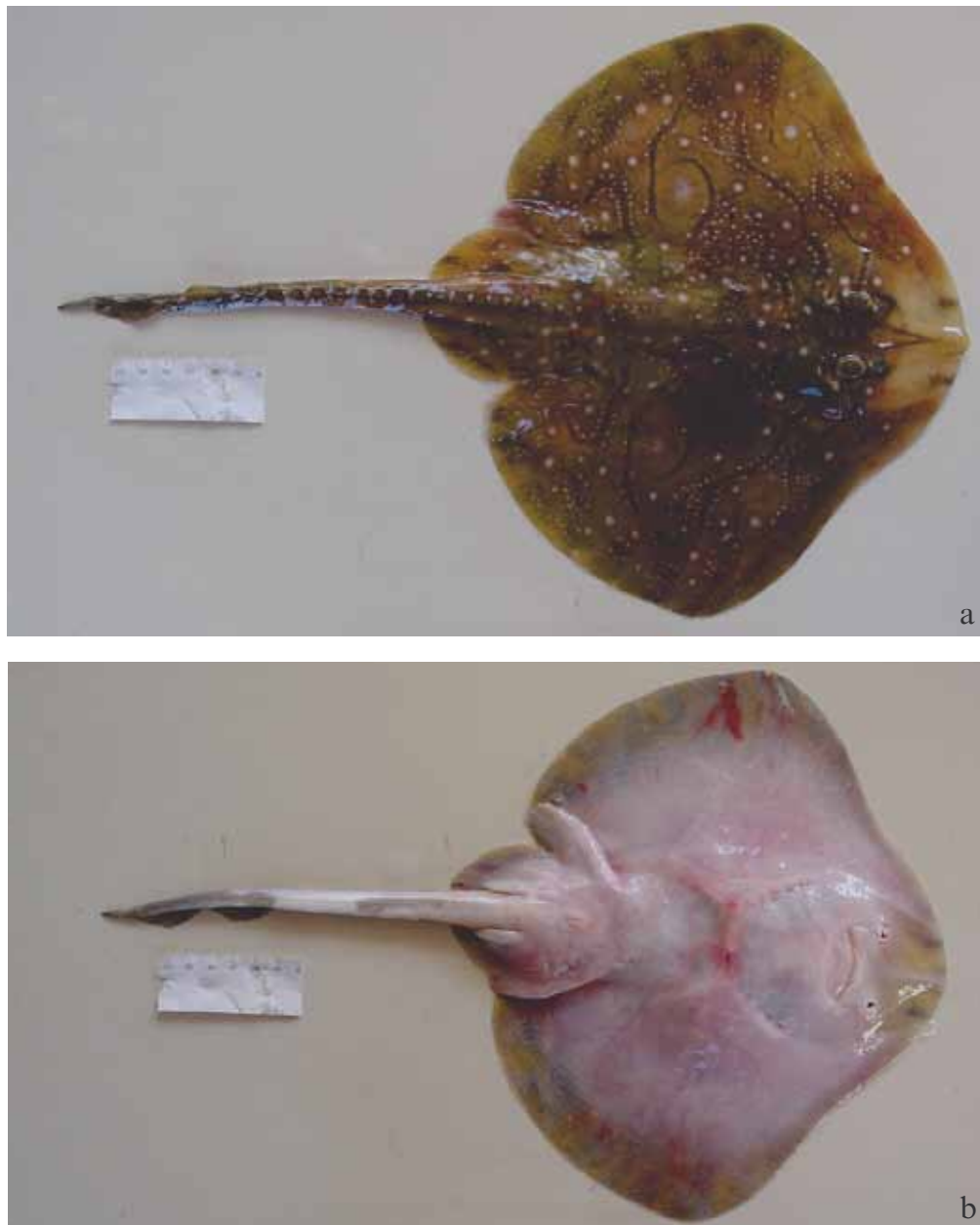
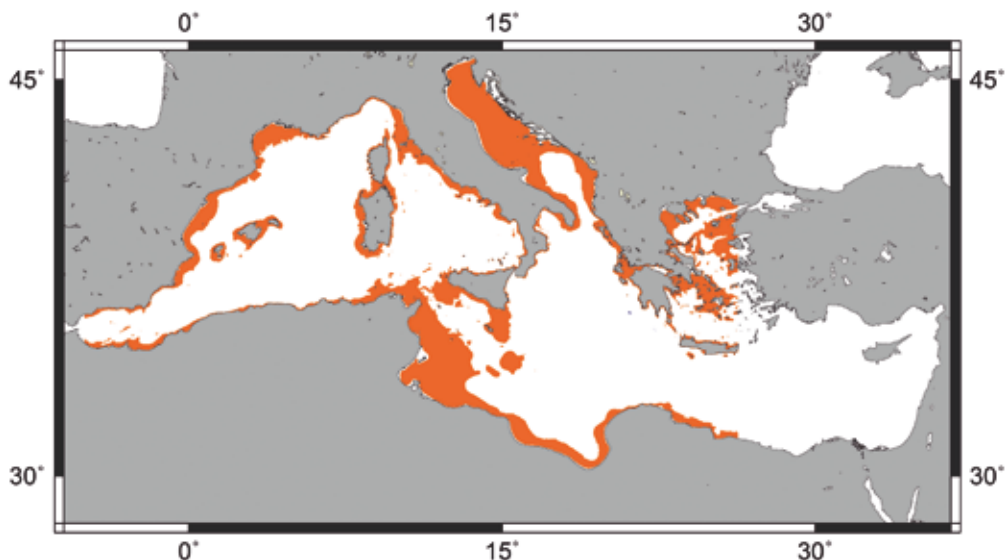


Fig. 37 - *Raja undulata*: lato dorsale (a); lato ventrale (b) (Arpat).
Raja undulata: dorsal side (a); ventral side (b) (Arpat).



Habitat e biologia: bentica da acque poco profonde fino a 300 m su sabbia e fango. Fino a 120 cm LT. **Capsula ovarica:** 5-9 cm in lunghezza; 30 l'anno deposte da marzo a settembre soprattutto in primavera.

Distribuzione: coste atlantiche dal Marocco all'Irlanda del sud e Inghilterra sud-occidentale. Parte sud della Mauritania. Mediterraneo occidentale, anche in Italia.

Pesca: catturata come bycatch della pesca a strascico e della pesca artigianale.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Stato di conservazione: IUCN, Data Deficient.

Habitat and biology: benthic from shallow waters to 300 m on sandy and muddy bottoms. Oviparous. Grows to about 120 cm TL. **Egg capsules:** 5-9 cm in length; 30/year, laid from March to September, mainly in spring.

Distribution: Atlantic coasts from Morocco to southern Ireland and western England. Southern part of Mauritania. Western Mediterranean and Italian Seas.

Fisheries: bycatch of bottom trawlers and small-scale fisheries.

Assessment and status of exploitation:

Conservation status: IUCN, Data Deficient.

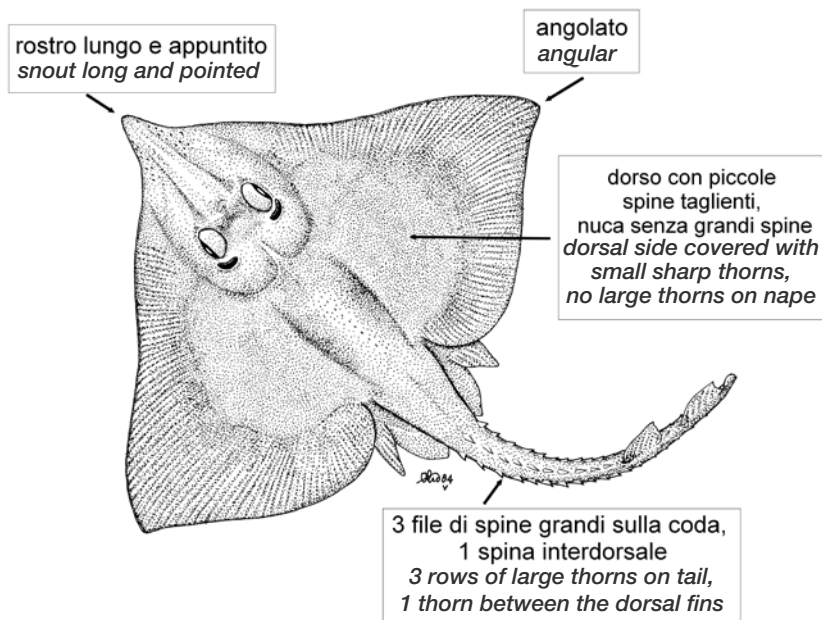


Fig. 38 - *Raja undulata*: stadio giovanile (a); occhio (b); capsula ovarica (c); mascelle maschili (d); mascelle femminili (e).

Raja undulata: juvenile (a); eye (b); egg capsule (c); male jaws (d); female jaws (e).

TAVOLA / *FACT SHEET* 16*Rostroraja alba* Lacepède, 1803**Sinonimi frequenti - specie simili / Frequent synonyms - misidentifications:***Raja alba* Lacepède, 1803; *Raja marginata* Lacepède, 1803; *Raja bicolor* Risso, 1826; *Raja maroccana* Schneider, 1801**Nomi FAO / FAO names:**

En – White skate; Fr – Raie blanche; Sp – Raya bramante

Nome italiano / Italian name: Razza bianca**Nomi mediterranei comuni / Local Mediterranean names:**

(FAO Fish Finder, modificato/modified)

Caratteristiche: disco più largo che lungo con margini molto sinuosi e concavi. Rostro molto evidente, triangolare, arrotondato all'apice. 40-48 file di denti superiori appuntiti uguali nei due sessi, quelli centrali sono dotati di due lunghe cuspidi coniche. Dorso spinuloso con un'area nuda centrale, liscio nei giovani. Le spinule più robuste sono sul muso, sugli orli delle orbite, degli spiracoli e della coda. Una

Characteristics: disc wider than long with margins very sinuous and concave. Snout pronounced, triangular with tip rounded. 40-48 rows of upper teeth pointed in both sexes; those in the middle have long conic cusps. Dorsal side prickly with a central bare area, entirely smooth in juveniles. More coarse thorns on snout, around the eye and spiracles and on the tail. One median row of 15 thorns on the tail, sometimes

serie mediana di circa 15 spine sulla coda (serie che può essere anche assente), 1-2 serie per lato, 1 spina interdorsale. Ventre più o meno spinuloso con ampie aree nude. Colore grigio

none. 1-2 parallel rows of thorns on tail, one thorn between dorsal fins. Ventral side more or less prickly with wide bare areas. Colour grey-yellowish with light spots and two blotches similar to eye-

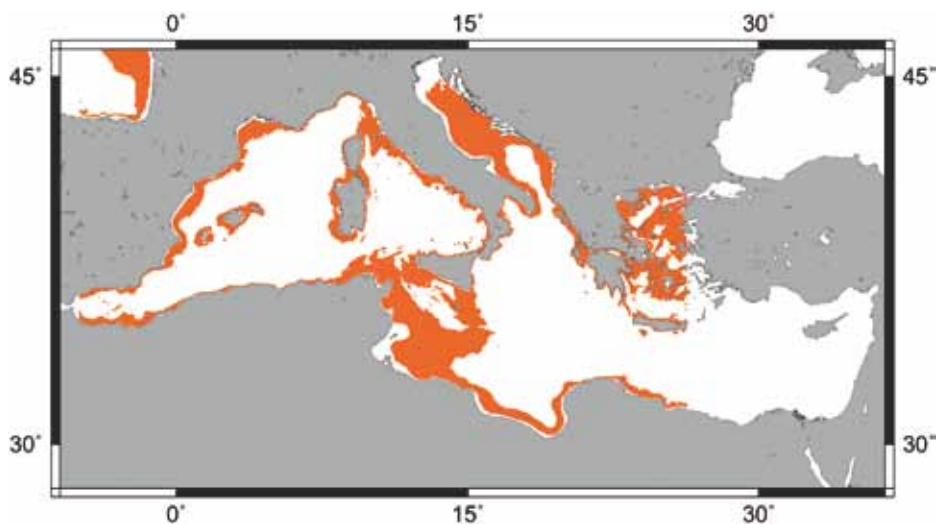


a



b

Fig. 39 - *Rostroraja alba*: lato dorsale (a); lato ventrale (b) (Arpat).
Rostroraja alba: dorsal side (a); ventral side (b) (Arpat).



giallastro con macchie chiare sfumate e due macchie simili ad ocelli. Ventre più scuro del dorso con un'ampia banda nera sul margine.

Habitat e biologia: bentica da acque poco profonde alla parte alta della scarpata continentale, 40-550 m, su sabbia e detriti. Fino a 200 cm LT. Gli embrioni sviluppano in circa 4-5 mesi (15 mesi secondo altre fonti). La taglia di prima maturità sessuale è di 130 cm nelle femmine e 120 cm nei maschi, femmine mature sono state osservate da aprile a giugno. **Capsula ovarica:** 16-20 cm in lunghezza; 55-156 l'anno.

Distribuzione: coste atlantiche dall'Irlanda del sud e Inghilterra occidentale alla Mauritania. Mediterraneo occidentale, è presente in Italia soprattutto a sud della Sicilia. Poche registrazioni in Israele e Turchia.

Pesca: raramente registrata nel Mediterraneo è catturata occasionalmente come bycatch della pesca a strascico.

Valutazione e stato di sfruttamento:

Stato di conservazione: IUCN, Critically Endangered.

spots. Ventral side darker than dorsal side, with a wide black band on margin.

Habitat and biology: benthic from shallow waters to upper part of slope, from 40 to 550 m, on sandy and detritic bottoms. Grows to about 200 cm TL. Development of embryos in 4-5 months (or 15 months). Size at first maturity 130 cm in females and 120 cm in males TL. Mature females observed mainly from April to June. **Egg capsules:** 16-20 cm in length; 55-156/year.

Distribution: Atlantic from Mauritania northward to southern Ireland and western England. Western Mediterranean, rarely observed in Israel and Turkey. Italian Seas, mainly along southern coasts of Sicily.

Fisheries: rarely recorded in Mediterranean, it is occasional bycatch of bottom trawl fisheries.

Assessment and status of exploitation:

Conservation status: IUCN, Critically Endangered.



a
(G. Morey)



b
(Arpat)



c
(G. Morey)



d
(Arpat)

Fig. 40 - *Rostroraja alba*: stadio giovanile (a); occhio (b); capsula ovarica (c); mascelle (d).
Rostroraja alba: juvenile (a); eye (b); egg capsule (c); jaws (d).

PARTE 3 – CICLO BIOLOGICO

PART 3 – LIFE HISTORY

Biologia riproduttiva delle razze

Reproductive biology of skates

MONICA BARONE

La modalità riproduttiva evolutasi nella famiglia Rajidae può essere definita come oviparità lecitotrofica singola, in cui l'intero sviluppo embrionale è supportato unicamente dal vitello e la deposizione prevede che venga deposto un uovo per volta da ciascun ovidotto, avvolto in una capsula rigida. L'oviparità singola è evoluta negli elasmobranchi in gruppi tassonomici che presentano piccole dimensioni; i batoidei sono, infatti, caratterizzati dall'avere una forma del disco che limita lo spazio celomico e la capacità uterina, quindi avrebbero una fecondità limitata nel caso in cui fossero vivipari. Inoltre, le specie di piccole dimensioni sono maggiormente soggette alla predazione e l'oviparità singola rappresenta un vantaggio selettivo comparata alla viviparità, in cui se un viviparo in attesa di partorire è predato il *fitness* sarebbe uguale a zero. Ipotesi recenti vedono la oviparità non come la modalità riproduttiva plesiomorfica degli elasmobranchi, ma come modalità evolutasi dalla viviparità vitellina con lo scopo di aumentare il *fitness* e ridurre la predazione sulle uova attraverso la costruzione della capsula.

Il ciclo riproduttivo degli elasmobranchi presenta una serie di peculiarità quali il ciclo ovario, il periodo che va dal momento in cui l'oocita inizia l'accumulo di vitello fino all'ovulazione, ed il periodo di gestazione, da quando l'oocita è fecondato al momento del rilascio delle capsule ovigere o del parto.

Reproductive mode evolved in the family Rajidae can be defined as lecithotrophic single oviparity, where the entire development of the embryo is supported solely by the yolk and one egg with a durable shell is deposited at a time from each oviduct. Elasmobranchs evolved single oviparity in taxonomic groups whose members are of small body size, besides batoids species have disc-shape that restricts the coelomic space, thus the uterine capacity, so they would have limited fecundity if viviparous. In addition, small species are subject to higher predation and single oviparity represents a selective advantage compared to viviparity; when a pregnant viviparous elasmobranch is eaten her fitness would equal zero. It is worth noting that from recent hypothesis oviparity is not the plesiomorphic reproductive state in living elasmobranch, but it evolves from yolk-sac viviparity in order to increase fitness and decrease egg predation through nest building.

Reproductive cycle in elasmobranchs have some peculiarities as it includes the ovarian cycle, the period from when an oocyte begins yolking to ovulation, and the gestation period, the period from when an oocyte is fertilized to laying of egg capsules or parturition. In skates after the first pregnancy, vitellogenesis can proceed concurrently with gestation so the deposition can be annual or more frequent. The general trend is a constant egg production with seasonal

Nelle razze, dopo la prima gravidanza, la vitellogenesi può essere contemporanea alla gestazione per cui la deposizione può essere annuale o più frequente. In generale la produzione di uova avviene durante tutto l'anno. In alcuni momenti la percentuale di femmine mature è maggiore.

La conoscenza di maggiori dettagli sui parametri della riproduzione nelle diverse specie richiede un maggiore sforzo nello studio rispetto a quello fin'ora applicato, in quanto i modelli di gestione e conservazione necessitano di dati accurati e specifici e non di dati generali provenienti dallo studio di specie simili. Allo stesso tempo è necessario conoscere meglio le esigenze che le specie hanno rispetto agli habitat in modo da poter determinare se questi habitat possono nel futuro continuare a contribuire al successo riproduttivo conseguentemente all'impatto antropico sull'ambiente.

L'applicazione di modelli demografici e di valutazione delle popolazioni di razze, a prescindere dalla complessità del modello, richiede un approccio quantitativo allo studio della riproduzione. Gli elementi chiave di interesse per la stima dei parametri necessari sono essenzialmente i seguenti:

- Stima della taglia di prima maturità sessuale: la proporzione della popolazione femminile in condizioni di maturità, in ogni momento e l'età o la taglia degli animali (ogiva di maturità). Questo parametro può essere stimato attraverso l'osservazione dell'evoluzione della morfologia degli apparati riproduttori femminili e maschili. Possono essere quindi analizzate le seguenti relazioni per la valutazione dello sviluppo sessuale: lunghezza degli pterigopodi in relazione alla lunghezza totale dell'individuo; relazione tra lunghezza totale e peso degli organi accessori

periods when a greater proportion of the adult females are laying eggs.

Much work need to be done to learn specific details on reproductive parameters of different species because management and conservation models require accurate and specific data and not generalized data from related species. It is also needed to know more about the specific habitat requirements of species and whether these specific habitats can continue to contribute to successful reproduction with the concurrent human impact on the environment.

Application of demographic and assessment models to skates populations, regardless of model complexity, requires a quantitative approach to the study of reproduction. The key elements of interest for the estimation of the parameters needed are essentially the following:

- *Estimation of size or age at maturity: the proportion of the female population in mature condition at any time and the age or size of the animals (maturity ogive). This parameter can be attained through the observation of the development of the genital apparatus in females and males. Some relationship for the evaluation of the sexual development can be analysed such as: length of claspers related to total length; relationship between total length and weight of epigonal organs and testes; size of oocytes and oviducal gland.*
- *Fecundity: number of annual egg capsule. The estimation of this parameter require specific investigation aimed to identify the period of egg laying and the relationship between fecundity and maternal age or size.*
- *Description of the reproductive cycle: the comprehension of the reproductive cycle can be fairly*

- delle gonadi e dei testicoli; conteggio e analisi delle dimensioni degli oociti e dimensioni della ghiandola dell'ovidotto.
- Studio della fecondità, della produzione annuale di uova. Per stimare questo parametro è necessario uno studio mirato alla identificazione del periodo di deposizione delle uova ed alla relazione fecondità e taglia o età materna.
- Descrizione del ciclo riproduttivo: la comprensione del ciclo riproduttivo può essere raggiunta attraverso l'analisi dello sviluppo dell'ovario durante tutto l'anno, la distribuzione taglia/frequenza degli oociti, l'osservazione della quantità di individui maturi ed il rapporto tra maschi e femmine (Fig. 41).

achieved through the analyses throughout the year of the ovaries development, the length/size distribution of the oocytes, the observation of mature specimens and the sex ratio (Fig. 41).

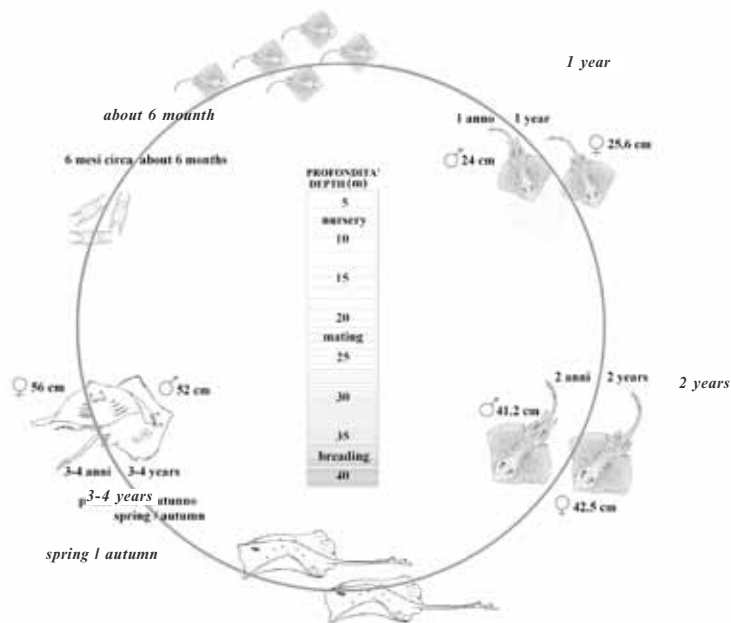


Fig. 41 - Ciclo vitale di *Raja asterias* (M. Barone e F. Serena).
Life cycle of Raja asterias (M. Barone and F. Serena).

Contrariamente ai pesci ossei e similmente ai selaci non batoidi, le razze sono eterogame e presentano un complesso comportamento di corteggiamento e accoppiamento. La fecondazione avviene successivamente alla ovulazione, quando l'oocita attraversa l'ovidotto. La conservazione dello sperma nella ghiandola dell'ovidotto assicura una fornitura aggiunta per successive fecondazioni ed evita che le uova fecondate si accumulino nell'utero.

In seguito alla ovulazione ed alla fecondazione avviene la produzione delle capsule ovigere da parte della ghiandola dell'ovidotto.

L'apparato riproduttivo delle razze

Il raggiungimento della maturità sessuale delle razze avviene attraverso varie fasi che coinvolgono le strutture dell'apparato riproduttivo femminile e maschile. Le femmine presentano una coppia di ovari e di ovidotti. Ogni ovidotto è differenziato in ostio, ovidotto anteriore, ghiandola dell'ovidotto, utero, cervice e seno urogenitale comune ai due tratti (Fig. 42).

I maschi hanno un paio di pterigopodi esterni. Gli organi interni comprendono i testicoli, i dotti genitali e la ghiandola del Leydig. I dotti genitali possono essere suddivisi in dotti efferenti, dotti deferenti e vescicola seminale (Fig. 43).

La scala di maturità

Per la valutazione degli aspetti del ciclo riproduttivo evidenziati precedentemente, è indispensabile una esplicita definizione della maturità. Per questo motivo sono di seguito descritte le scale di maturità per le femmine e per i maschi.

Nelle femmine l'ovario, inizialmente bianco latte e appiattito dorsoventral-

Unlike bony fishes but similarly to non batoids sharks, skates are heterogonous and present complex mating and copulating behaviours. Fertilization occurs during the period following ovulation when the ovum passes through the oviduct. Storage of sperm in the oviducal gland ensures a supply for progressive fertilizations of ova avoiding to accumulate in utero eggs. The production of egg capsules by the oviducal gland is subsequent to ovulation and fertilization.

Reproductive system in skates

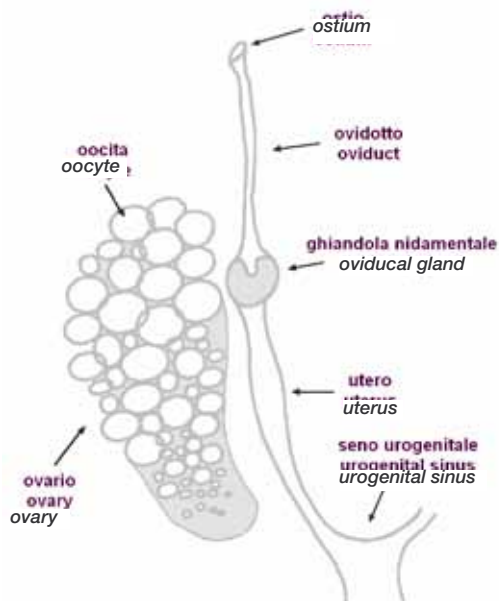
The attainment of the sexual maturity requires different stages involving transformation of the reproductive system in males and females. Females have paired ovaries and paired oviducts. Each oviduct is differentiated in ostium, anterior oviduct, oviductal gland, uterus, cervix and urogenital sinus, common to both tracts (Fig. 42).

Males have external paired claspers; the internal organs include the testes, genital ducts, Leydig gland. The genital ducts consist of efferent ductules, epididymis, ductus deferentes and seminal vesicle (Fig. 43).

Maturity stage scale

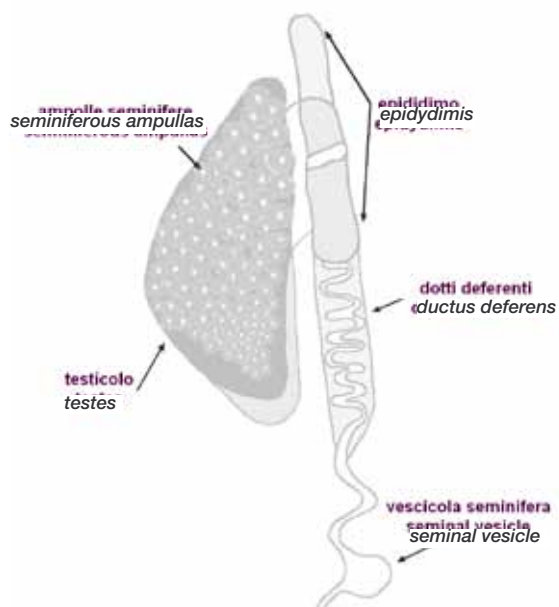
In order to evaluate the characteristics of the reproductive cycle an explicit definition of maturity is essential. Therefore the maturity stage scales for females and males are hereunder described.

In the females the ovary, at first dorso-ventrally flattened and milk-like white, is filled by oocytes granulose and



(M. Barone)

Fig. 42 - Apparato riproduttivo femminile.
Female reproductive system.



(M. Barone)

Fig. 43 - Apparato riproduttivo maschile.
Male reproductive system.

Tab. 2 - Scala di maturità per le razze mediterranee (Relini *et al.*, 2008).*Maturity stage scale for mediterranean skates (Relini et al., 2008).*

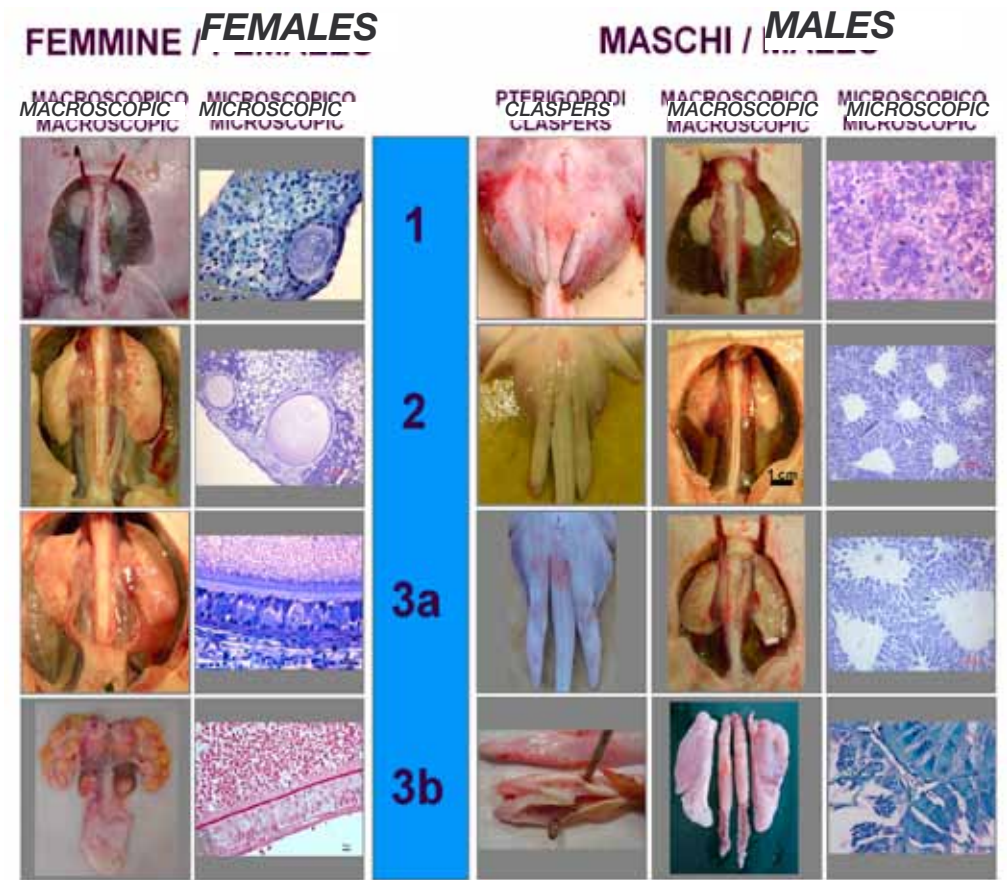
SEX	GONAD ASPECT	MATURATION STATE	STAGE
F	Ovary is barely discernible with small isodiametric eggs. Distal part of oviducts is thick-walled and whitish. The nidamental glands are less evident.	IMMATURE / VIRGIN	1
M	Claspers are small and flaccid and do not reach the posterior edge of the pelvic fins. Sperm ducts not differentiated. Testis small and narrow.		
F	Whitish and/or few yellow maturing eggs are visible in the ovary. The distal part of oviducts (uterus) is well developed but empty. The nidamental glands are small.	MATURING	2
M	Claspers are larger, but skeleton still flexible. They extend to the posterior edge of the pelvic fins. Sperm ducts well developed eventually beginning to meander.		
F	Ovaries contain yellow eggs (large yolk eggs). The nidamental glands are enlarged and oviducts are distended.	MATURE	3a
M	Claspers extends well beyond the posterior edge of the pelvic fin and their internal structure is generally hard and ossified. Testis greatly enlarged. Sperm ducts meandering over almost their entire length.		
F	Ovary walls transparent. Oocytes of different sizes, white or yellow. Nidamental glands large. Egg-cases more or less formed in the oviducts (Extruding Stage).	MATURE/EXTRUDING-ACTIVE	3b
M	Claspers longer than tips of posterior pelvic fin lobes, skeleton hardened with axial cartilages hardened and pointed. Sperm ducts largely. Sperm flowing on pressure from cloacae (Active Stage).		
F	Ovary walls transparent. Oocytes of different sizes, white or yellow. Oviducts appear much enlarged, collapsed and empty. The nidamental glands diameter are reducing.	RESTING	4
M	Claspers longer than tips of posterior pelvic fin lobes, skeleton hardened with axial cartilages still hardened. Sperm ducts empty and flaccid.		
		Adult specimens	

mente, contiene oociti appena visibili e granulosi. In seguito l'ovario si accresce e gli oociti iniziano a differenziarsi in varie taglie, pur rimanendo bianchi. Alla maturità la parete dell'ovario è trasparente e gli oociti, grandi e gialli (perché ricchi di tuorlo), riempiono interamente l'ovario che perde la sua forma appiattita. Contemporaneamente a livello degli ovidotti avviene il differenziamento della ghiandola dell'ovi-

just visible. Then the ovary increase and oocytes begin to differentiate in different sizes, but they are still white. At the onset of maturity the ovary walls are transparent and the oocytes are large and yellow filling the whole ovary, which lost the flattened shape. At the same time, at oviduct level, the oviducal gland increase in dimension with the development of the ovary and reach the maximum size just before the ovulation,

dotto, la cui dimensione aumenta con lo sviluppo, raggiunge il massimo prima dell'ovulazione per poi andare incontro a momenti di regressione e di un nuovo aumento di dimensioni durante il ciclo riproduttivo successivo. Al culmine di ciascun ciclo maturativo, negli ovidutti sono presenti le capsule ovariche e, negli individui che hanno appena deposto, gli ovidutti sono ancora dilatati e molto vascularizzati; anche il seno urogenitale è molto allargato (Fig. 44).

then its size regress or increase following the ovarian cycle. At the peak of the maturity cycle egg capsules are present in the oviducts, while in the specimens that have already laid the egg capsules the oviducts are still distended and vascularized and the urogenital sinus is very enlarged (Fig. 44).



(M. Barone, C. Mancusi, F. Serena)

Fig. 44 - Schema riassuntivo dei diversi stadi di maturità maschili e femminili in cui l'aspetto macroscopico è associato alle caratteristiche microscopiche corrispondenti.

Maturity stage scale where macroscopic aspect is associated to corresponding microscopic features.

Durante lo sviluppo sessuale nei maschi si osservano la crescita degli pterigopodi e il cambiamento nella consistenza del loro scheletro cartilagineo, che si fa sempre meno flessibile; nella fase finale dello sviluppo le estremità diventano piuttosto appuntite. A livello dei testicoli, la regione germinale, non visibile ad occhio nudo, è localizzata sulla superficie ventrale, le ampolle seminifere si sviluppano in senso radiale e migrano verso la superficie dorsale. Inizialmente il testicolo non è occupato interamente dalle ampolle seminifere che sul lato dorsale sono circondate da un margine bianco latte; al raggiungimento della maturità il testicolo, di colore rosato, è interamente pieno di ampolle seminifere. Anche i dotti deferenti si differenziano con lo sviluppo: prima sottili e ben adesi ai testicoli, vanno via via ingrossandosi ed alla maturità mostrano formazioni spirali che rappresentano il passaggio degli spermatozoi.

Nelle razze, come in tutti i pesci cartilaginei, il differenziamento dei testicoli precede in genere quello degli pterigopodi e l'appropriata rigidità di quest'ultimi costituisce condizione necessaria ma non sufficiente del potenziale fecondativo del maschio. Pertanto la semplice osservazione degli organi copulatori esterni potrebbe indurre in inganno ed essere insufficiente per determinare lo stadio maturativo dell'esemplare. Inoltre, nel caso in cui l'individuo è a riposo, al completo sviluppo degli pterigopodi corrisponde uno stadio in cui i testicoli sono piccoli e vuoti. Anche in questo caso, la mancata osservazione dei requisiti interni, potrebbe determinare l'errata valutazione dello stadio maturativo.

In termini pratici per la determinazione del corretto stadio di maturità delle razze è quindi necessario osservare lo stato di sviluppo degli oociti, dell'ovario, degli ovidutti e della

During the sexual development of males the growth of claspers and the change of the consistency of their skeletal, becoming less flexible, are observed. At the end, the tip of claspers become nearly pointed. When testes are observed, the germinal region is not visible and it is located on the ventral surface, where the seminiferous ampullas develop and migrate in radial direction towards the dorsal region. At the beginning the testes is not entirely filled by the seminiferous ampullas, encircled on the dorsal side by a white layer; when maturity is reached the testis is rose and completely filled by seminiferous ampullas. The ducts deferentes follow the development of testes, firstly not differentiated and narrow increase in thickness and at the onset of maturity they show spiral-like formation representing the sperm flowing.

In skates as the others cartilaginous fishes the differentiation of testes usually anticipate the full development of claspers, which rigidity is a condition necessary but not it is not enough for the determination of the maturity stage. Moreover, in case the specimen is resting, the complete development of clasper is coupled with testes small and empty. Also in the last situation, not observing the testes status could lead to the wrong evaluation of the maturity stage.

In practice, for the identification of the maturity stage of skates, the observation of development of oocytes, ovary, oviducts and oviducal gland in female, and the development of testes, ductus deferentes, clasper skeletal consistency in males is recommended.

Furthermore, in females the maximum dimension of the oviducal gland should be related to the ovary condition. For each species a range of sizes of the oviducal gland should be associated to each maturity stage. Besides in males,

ghiandola dell'ovidotto nelle femmine e quello dei testicoli, dei dotti deferenti, la consistenza degli pterigopodi e del loro scheletro nei maschi.

Nel caso delle femmine occorre considerare l'intero sistema riproduttore e quindi verificare attentamente la condizione degli ovai, associando misure puntuali della dimensione massima della ghiandola dell'ovidotto. Per ciascuna specie sarebbe, infatti, necessario correlare a ciascuno stadio di maturità un range di misure di questa ghiandola. Analogamente nei maschi è raccomandabile pesare il sistema riproduttore e i testicoli e misurare la lunghezza degli pterigopodi (lato interno).

Le razze congelate presentano un deperimento molto evidente non solo dell'ovario ma anche della ghiandola dell'ovidotto; soprattutto per le femmine, ed è quindi consigliabile processare gli individui appena pescati.

Le capsule ovariche

La riproduzione delle razze avviene in genere al principio dell'estate, anche se si protrae, almeno in alcune specie, per gran parte dell'anno. Le uova, subito dopo essere state fecondate, vengono racchiuse in un particolare guscio corneo, molto resistente, dalla caratteristica forma più o meno sub-quadrangolare, caratterizzata dalla presenza di prolungamenti (le "corni") ai quattro angoli, che varia a seconda della specie (Tortonese, 1956).

Il guscio corneo si forma rapidamente per secrezione della ghiandola dell'ovidotto intorno all'uovo fecondato, quando questo, attraversando l'interno della ghiandola, passa dall'ovario all'ovidotto. Le capsule ovariche sono deposte a gruppi, preferibilmente in luoghi riparati del fondo del mare; non di rado vengono semi-sepolte e comunque rimangono a stretto contat-

whole reproductive system and testes should be weighted separately and clasper length should be measured.

Ovary and oviducal gland in frozen skates could be visibly deteriorated, therefore for the observation of maturity stages it is recommended consider only fresh-caught fishes.

Egg capsules

The main event of egg laying take usually place at the beginning of summer but in some species it goes on throughout the year. After fertilization the eggs are enclosed in rigid and resistant capsules, rectangular shaped, characterized by tendrils arising from each of the four corners. The shape is variable in the different species (Tortonese, 1956).

The capsule, rapidly secreted by the oviducal gland, surrounds the fertilized egg when it passes in the anterior portion of the oviduct. Egg capsules are usually laid in groups, preferably in protected site on the bottom of the sea. They can be covered by sediments or not, but they always lay on the sea bottom using tendrils and egg jelly as anchoring devices. Egg jelly and capsules can become thinner in the sea for the abrasion of the grounds (Tortonese, 1956).

The total length of the egg capsules

to del substrato grazie alla presenza di una sorta di feltro costituito da numerosissimi filamenti che, insieme ad una sostanza vischiosa, ricoprono tutto il guscio. Il feltro finisce comunque col logorarsi e sparire, così come il guscio stesso può diventare fragile per l'azione abrasiva del substrato e dopo lunga permanenza in acqua di mare (Tortone, 1956).

La lunghezza totale della capsula si misura lungo il massimo asse mediano, includendo le appendici. Queste ultime sono situate ai quattro angoli e quelle distali, generalmente più lunghe, sono rivolte verso la cloaca. Le quattro "corni" sono cave e recano ciascuna una fessura attraverso la quale penetra l'acqua per la respirazione dell'embrione, mentre altra acqua entra per osmosi attraverso il guscio stesso. Un lato del guscio è più convesso dell'altro e, prima della deposizione, sta normalmente rivolto verso il dorso dell'esemplare.

Anche all'interno della stessa specie le capsule ovariche hanno grandezza variabile: le misure date da Lo Bianco (1909) per il materiale di Napoli, ad esempio, differiscono da quelle che Clark (1922) riporta per i mari del nord (Plymouth). Il colore varia a seconda della specie e può essere nerastro, bruno o verdastro con diverse tonalità.

Poiché la struttura delle capsule è caratteristica di ogni specie, per definire esattamente la loro appartenenza specifica è fondamentale trovare le capsule ovariche direttamente all'interno della cavità addominale degli esemplari femminili campionati. Possibilmente la capsula va conservata in liquido fissativo avendo l'accortezza di mantenere indicato il codice della specie. Ciò consente di organizzare un sicuro atlante per eventuali correlazioni specifiche delle capsule ritrovate libere, sia durante le campagne scien-

is the maximum median axis and it includes the appendices. These are positioned in the four corners and usually the two longer are orientated towards the cloaca. The four tendrils are hollow with a slit through which the water for the embryo breath penetrates, while other water pass by osmosis through the body of the capsule. One side of the egg capsule is more convex of the other and it is oriented towards the dorsal side of the skate.

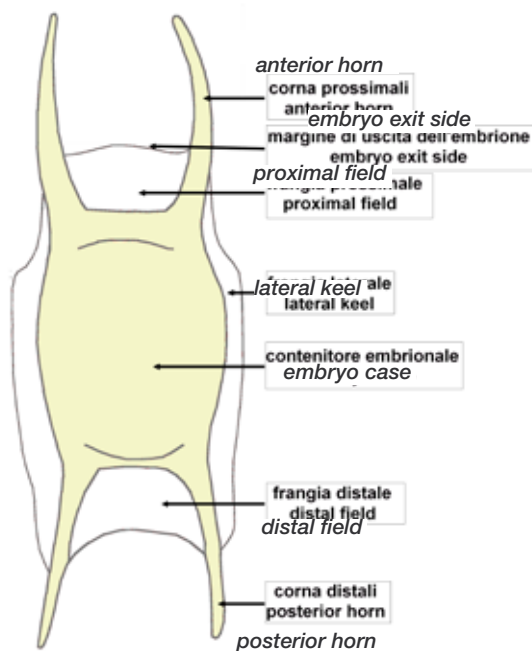
The egg capsules have variable size in the same species, for example the measure provided by Lo Bianco (1909) for the specimens of the Gulf of Naples are different from that published by Clark (1922) for the North Sea (Plymouth). The colour is also variable in different species, varying from blackish to brown or greenish.

As the egg capsule structure is characteristic for each species, finding the egg capsules inside the uterus of the sampling guarantee the correct association to the species. Egg capsules should be preserved in fixatives with the code corresponding to the species. This allows the accurate collection of the egg capsules useful for correlation of free capsules found both in scientific surveys or stranded.

The egg capsules classification is based not only on shape and colours but also on length and width. Following the picture hereunder (Fig. 45) and the protocol it is advisable to take information and measures of the egg capsules.

tifiche sia nei casi di spiaggiamento di queste.

La classificazione delle capsule, oltre che sulla forma ed il colore, si basa anche sulle dimensioni (lunghezza e larghezza). Sulla base del disegno riportato di seguito (Fig. 45), e seguendo le indicazioni sulla denominazione delle varie parti della capsula ovarica di una razza, è opportuno raccogliere informazioni dettagliate e registrare alcune misure (vedi protocollo di lavoro).



(C. Mancusi)

Fig. 45 - Schema di una generica capsula ovarica di razza.

Layout of nonspecific skate egg capsule.

Una concentrazione di capsule ovariche in una specifica zona, in certi periodi dell'anno, può indicare una possibile area di deposizione ed anche l'eventuale periodo riproduttivo per

The concentration of egg capsules in a specific site in a certain period of the year, can be the indication of a possible laying area. It can give information on the period of reproduction for a species,

una determinata specie. Questo fatto potrebbe avere risvolti positivi anche nello studio della distribuzione spaziale e temporale degli esemplari.

Gli aspetti riguardanti il movimento delle specie, nonché la loro distribuzione spaziale, compreso la scelta di microhabitat per la deposizione delle uova, per le aree di nursery e di accoppiamento, potrebbero porre interessanti quesiti da affrontare da un punto di vista gestionale, consentendo, magari, di valutare la reale possibilità di elevare alcune specie di razze ad indicatori biologici dell'ambiente marino.

but it can also be of interest for the comprehension of the geographical and temporal distribution.

Some aspect related to the species geographic distribution and migration as well as the microhabitat selected for mating, egg laying and nursery, may lead to interesting management issues like the opportunity to arise the skates to biological indicator of the state of the sea.



(Arpat)

Alimentazione

Feeding habits

CECILIA MANCUSI & MONICA BARONE

Anatomia generale dell'apparato digerente

Il canale alimentare di tutti gli elasmobranchi può essere suddiviso in quattro parti funzionalmente differenti: porzione orobranchiale (bocca e faringe); canale alimentare anteriore (esofago e stomaco); medio (duodeno e intestino spirale); posteriore (retto e cloaca) (Fig. 46)

Digestive system general anatomy

The alimentary canal in elasmobranch fishes may be divided into four mayor parts: headgut, (mouth and pharynx); foregut (oesophagus and stomach), midgut (duodenum and spiral intestine) and hindgut (rectum and cloaca) (Fig. 46).

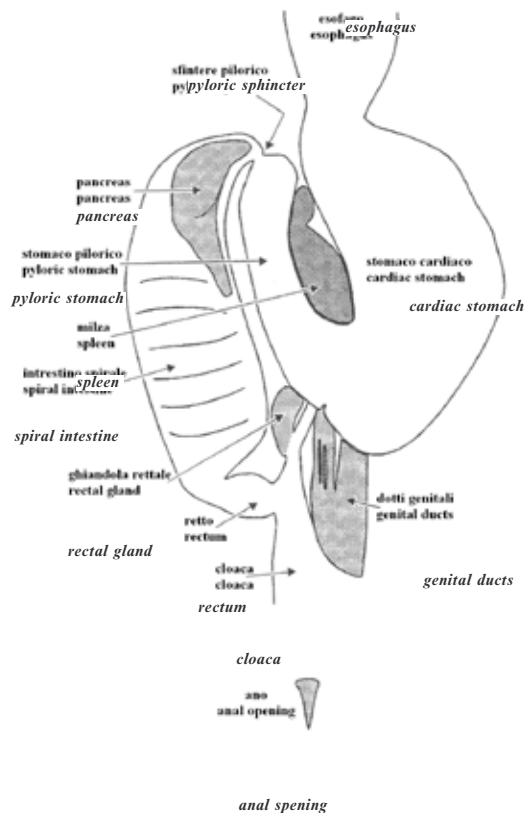


Fig. 46 - Disegno rappresentativo dell'apparato digerente di razza (da Hamlett 1999, modificato).

Pictorial representation of the digestive system in skates (from Hamlett 1999, modified).

Il cibo dalla bocca giunge nello stomaco che è a forma di J e svolge funzione di immagazzinamento e digestione iniziale. La parte successiva, l'intestino, è estremamente corto in relazione agli altri vertebrati. Ciò avviene grazie all'utilizzo di una plica disposta a spirale (valvola spirale) che compie numerosi giri all'interno di una singola sezione dell'intestino. Nelle razze, la valvola spirale è a forma di coni o imbuto interconnessi e diretti anteriormente (Fig. 47). Le pliche hanno la funzione di ritardare il passaggio dei cibi in via di digestione e di aumentare la superficie di assorbimento dell'intestino (Holmgren e Nilsson in Hamlett, 1999).

The food moves from the month into the stomach, which is J shaped and used for storing and some initial digestion of the food. The next part of the gut, the intestine, is extremely short length in comparison to other vertebrate. This is achieved by use of a spiral fold with multiple turns within a single short section of gut. In skates, the spiral fold takes the form of a series of interconnecting cones or funnels directed anteriorly (Fig. 47). The folds delays the passage of digesta and provide an increasing surface for adsorption (Holmgren and Nilsson in Hamlett, 1999).

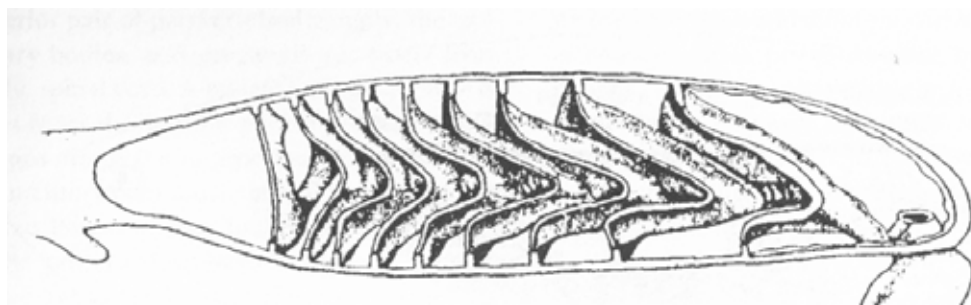


Fig. 47 - Esempio di valvola spirale delle razze (da Hamlett 1999, modificato).

Example of spiral fold in skates (from Hamlett, 1999, modified).

Struttura e funzione dei denti delle razze

Gli elasmobranchi hanno i denti disposti su file multiple lungo le mascelle inferiore e superiore; i denti dei batoidei formano larghe placche utilizzate per schiacciare le prede. Una fila di denti è costituita dal dente in posizione funzionale, posto sul margine della mascella, e dai denti che lo sostituiranno (Kemp in Hamlett, 1999). Il numero di denti stimato per le razze mediterranee varia da 36 per mascella di *R. asterias* a 90 per *R. brachyura*. La forma dei denti varia in base

Structure and function of skates teeth

*Elasmobranchs have multiple rows of teeth along the edge of their upper and lower jaws; in batoids they form large pavement-like tooth plates for crushing prey. A tooth in the functional position at the edge of the jaw and its replacement teeth constitute a tooth row (Kemp in Hamlett, 1999). In Mediterranean skates, the number of tooth varies from 36 per jaw in *R. asterias* to 90 in *R. brachyura*. Not only do the shapes of teeth vary depending upon their position in the jaw, they may also change with*

alla posizione relativa sulla mascella, ma anche in base all'età, alle diverse prede o al sesso (osservazione degli autori). La eterodontia sessuale delle razze, anziché con le abitudini alimentari, sembrerebbe essere correlata con il corteggiamento, durante il quale il maschio trattiene la femmina con i suoi denti più aguzzi (Taniuchi e Shimizu, 1993; Kajura *et al.*, 2000; Morato, 2003; Cuoco *et al.*, 2005).

Dieta

Lo studio delle abitudini alimentari degli elasmobranchi consente una migliore conoscenza della biologia di una particolare specie, del ruolo che gli elasmobranchi hanno nell'ecosistema marino e dell'impatto che possono avere su prede commercialmente importanti o vulnerabili. Per questi motivi, la descrizione della dieta è relativa ai contenuti stomacali, all'esame dettagliato della quantità di ciascuna preda, alla periodicità ed alla frequenza dell'alimentazione. Affinché lo studio sulla alimentazione sia utile e significativo è necessario prendere in analisi diversi parametri e quelli più frequentemente utilizzati negli studi sulla dieta sono riassunti nella Tab. 3.

Un'adeguata rappresentazione della dieta di una specie dovrebbe prendere in considerazione la differenza di dieta tra individui di diverse taglie, nelle diverse località geografiche e durante le diverse stagioni. Il cambiamento ontogenetico delle abitudini alimentari è un fenomeno osservato spesso nelle razze dovuto all'aumento della taglia, al cambiamento dell'habitat occupato, alla velocità del nuoto, alla dimensione delle mascelle, dei denti e dello stomaco, ma anche all'esperienza acquisita nel catturare le prede (Wetherbee e Cortés in Carrier *et al.*, 2004). Le razze hanno di solito una dieta generalista e la diversità di prede aumenta

age, for feeding on different prey, or with sex (authors observation). Sexual heterodonty in rays appears to be related to courtship during which the males hold onto the females with their mouth, rather than to feeding (Taniuchi & Shimizu, 1993; Kajura *et al.*, 2000; Morato, 2003; Cuoco *et al.*, 2005).

Diet

The feeding biology of elasmobranchs has been investigated to understand the natural history of a particular species, the role of elasmobranchs in marine ecosystems and their impact on economically valuable or endangered prey. For these reasons the description of the diet is relative to stomach contents, detailed examination of the quantity of each prey, feeding periodicity and frequency. A combination of several indices is needed for a reliable study of the diet and in the Tab. 3 the parameters frequently used in the diet studies are summarized.

*Adequate representation of the diet should take into consideration the differences in diet that occur within species among individuals of different sizes, geographical locations, and during different season. Ontogenetic change in feeding habits is a phenomenon often observed in skates due to the increase in size, change in habitat occupied, swimming speed, size of jaws, teeth and stomach, but also to experience with prey (Wetherbee and Cortés in Carrier *et al.*, 2004). Skates have usually generalized diet and the diversity of preys increase with the size. There are many reports of a shift from a diet of invertebrates to a diet that is more varied and includes more teleosts. There are also studies indicating geographical and seasonal differences*

Tab. 3 - Parametri descrittivi della dieta.

Diet parameters.

Parametro / <i>Parameter</i>	Formula / <i>Formula</i>	Descrizione / <i>Description</i>
Indice di vacuità (VI) <i>Vacuum index (VI)</i>		Percentuale di stomaci vuoti nel campione analizzato. <i>The percentage of empty stomachs in the samples analyzed.</i>
Percentuale in numero delle prede <i>Percentage of prey item in number (%N)</i>	$\%N = 100 \times (n_i / N_t)$	Rapporto espresso in percentuale tra numero di individui di una preda i (n_i) ed il numero totale delle prede (N_t). <i>The ratio expressed in percentage between the number of individuals of a prey item i (n_i) and the total number of preys (N_t).</i>
Percentuale in peso delle prede <i>Percentage of prey item in weight (%W)</i>	$\%W = 100 \times (w_i / W_t)$	Rapporto espresso in percentuale tra peso di individui di una preda i (w_i) ed il peso totale delle prede (W_t). <i>It is the ratio expressed in percentage between the weight of individuals of a prey item i (w_i) and the total weight of preys (W_t).</i>
Frequenza percentuale di ritrovamento (%F) <i>Frequency of occurrence of prey item (%F)</i>	$\%F = n_i / N_t$	Rapporto tra numero di individui di una preda i osservati (n_i) ed il numero totale degli individui osservati (N_t) nello stomaco analizzato. <i>The ratio between the number of observations of a prey item i (n_i) and the total number of full stomachs analyzed (N_t).</i>
Indice d'importanza relativa (IRI) <i>Index of relative importance (IRI)</i>	$IRI = \%F(\%W + \%N)$	Quest'indice è stato proposto come misura standard nelle analisi sulla dieta. È calcolato come combinazione di diversi indici. <i>This index has been proposed as a standardized measure in dietary analysis. It is calculated as combination of several indices.</i>

con la taglia. Numerosi studi indicano un cambiamento da una dieta basata prevalentemente su invertebrati ad una dieta più varia che include più teleostei. Alcuni studi indicano inoltre differenze nella dieta in relazione alla località ed alla stagione, mentre le differenze tra i sessi nelle razze Mediterranee non sono significative.

La diversità della dieta tra specie simpatriche è stata raramente descritta. Uno dei pochi studi che ha analizzato il fenomeno ha riguardato le razze nel Mar Ligure. Sono state analizzate l'ampiezza e la sovrapposizione della dieta di sette specie catturate nella stessa località, utilizzando un indice ecologico standard di similarità. I

in diet, while often the differences between sexes in Mediterranean skates are not significant. There have been few investigations comparing the diet of sympatric species.

One study on skates in the Ligurian Sea analyse the dietary breadth and calculated the diet overlap among seven species caught in the same locations using the standard ecological indices of similarity. The skates in the Ligurian Sea have a wide trophic spectrum and their preys are mainly benthic species like crustaceans (Misysdacea, Decapoda and Amphipoda) cephalopods and teleosts. Competition for food is likely to occur in species sharing the same substrates, *R. clavata*, *R. miraletus*

risultati indicano che le razze del Mar Ligure hanno un ampio spettro trofico e le loro prede sono principalmente bentoniche come crostacei (Mysidacea, Decapoda e Amphipoda) cefalopodi e teleostei. La competizione per il cibo avviene molto probabilmente tra specie che vivono su uno stesso substrato come *R. clavata*, *R. miraletus* e *R. polistigma*, mentre la sovrapposizione della dieta è meno evidente quando si comparano le prede di *R. asterias* che generalmente vive su substrati diversi (Vannucci *et al.*, 2006).

and *R. polistigma*, while diet overlap is low when comparing the preys of *R. asterias*, usually living on different substrates (Vannucci *et al.*, 2006).



(Arpat)

Età e crescita *Age and growth*

CECILIA MANCUSI

Benché in linea teorica un pattern di crescita possa essere stimato anche utilizzando singoli esemplari adulti, ad esempio tramite esperienze di marcatura e ricattura, l'opzione ottimale rimane quella di poter avere informazioni sulla struttura della popolazione. Tali informazioni sono acquisibili fondamentalmente con lo studio della distribuzione di taglia oppure dall'interpretazione della presenza degli anelli di accrescimento su alcune parti ossee come spine, vertebre, ecc. In entrambi i casi non mancano ostacoli oggettivi di analisi. Sebbene si possano riconoscere momenti importanti nel ciclo riproduttivo nelle varie specie di elasmobranchi, di fatto questi pesci riescono a riprodursi durante tutto l'arco dell'anno. Ciò comporta distribuzioni di taglia polimodali che impediscono o rendono problematica la lettura della progressione modale. Per ovviare a queste difficoltà si ricorre spesso alla lettura diretta degli anelli vertebrali. Anche questo metodo non è privo di difficoltà, poiché gli anelli di accrescimento devono essere interpretati in maniera ottimale per evitare risultati inattendibili. Poter disporre di dati relativi a tecniche di marcatura e ricattura consente di validare con buona certezza le curve di crescita ottenute con entrambe le tecniche precedentemente accennate.

Le vertebre

Il tessuto cartilagineo del corpo, o centro, delle vertebre degli elasmobranchi si è sviluppato inizialmente a spese delle cellule connettivali della

Although in theory the growth pattern could be evaluated through experiments of catch-release on adults specimens, it would be much better to obtain information on the whole age composition of the population. Studying the size distribution or interpreting the growth zone of some calcified structures (vertebrae, spines, etc.) allow to estimate the growth pattern. However in both cases some analytical difficulties can arise. Even if presenting some preferred season, skates reproduce throughout the year. Thus the size distribution results to be polymodal with objective problems when the modal progression needs to be followed. The direct reading of the vertebral bands represent a way to workaround the problem, also if this is still a tricky solution as the vertebral bands should be read appropriately, in order to avoid unreliable results. At the end, data coming from catch-release experiments allow a good validation of the results obtained by the methods previously mentioned.

The vertebrae

In elasmobranchs, the cartilaginous tissue of the vertebral centra originates from the fibrous sheath of the chordal cells. The centrum then continues

guaina fibrosa della corda dorsale. Il centro vertebrale si accresce poi per apposizione di altra cartilagine di derivazione sclerotomica, in parte corrispondente ad una continuazione delle basi degli archi vertebrali. Al termine dello sviluppo il corpo vertebrale è variamente impregnato di sali di calcio che presentano diverse distribuzioni e “disegni”, non privi di interesse anche da un punto di vista sistematico.

Anche la *zona intermedia* della cartilagine del corpo vertebrale è impregnata di sali di calcio e costituisce la *lamella calcificata primaria* che attornia la cosiddetta *cartilagine della zona interna*, mai calcificata. La lamella calcificata primaria, in sezione trasversale, è di forma circolare; dato l'aspetto anfichelico, o a clessidra, del corpo vertebrale, la sezione longitudinale della vertebra assomiglia, nel suo complesso, a un doppio cono che strozza il residuo di corda dorsale in esso contenuto (Fig. 48).

to differentiate for the production of cartilage by skeletogenous cells, particularly from the arch-bases. At the later period of development the vertebral centra present a calcified tissue disposed in different patterns of shapes, which might be interesting from a taxonomic point of view.

The intermediate zone is also partly calcified and constitutes the primary calcified lamella, surrounding the cartilage of the inner zone, never calcified. The primary calcified lamella, longitudinally sectioned, is rounded shaped and due to the amphicaelous aspect of the vertebral body, the longitudinal section of the vertebra is like a double-cone constricting the residual of notochord in its inner part (Fig. 48).

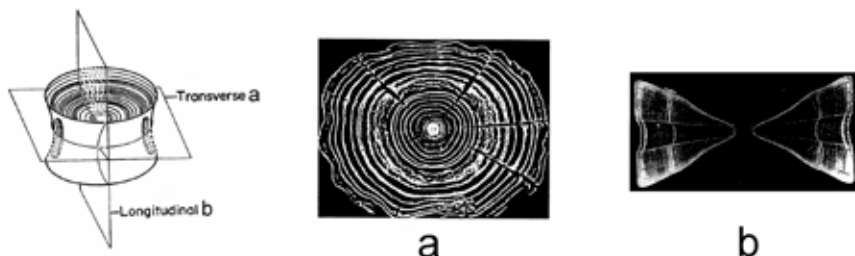


Fig. 48 - La vertebra anfichelica a “doppio cono” dei pesci cartilaginei e le sue diverse sezioni, trasversale (a) e longitudinale (b) (Ridewood, 1921).

Amphicaelous vertebra of cartilaginous fishes, transverse (a) and longitudinal (b) sections (Ridewood, 1921).

Negli elasmobranchi possono essere presenti diversi tipi di centri corpi vertebrali, a seconda del pattern di calcificazione. Se questa è l'unica calcificazione del corpo vertebrale, la vertebra è detta *ciclospondila* (Fig. 49.1). Spesso però a questa calcificazione primaria

In elasmobranchs, depending on pattern of calcification, more different type of vertebral centra may be present. The pattern of calcification may consist of the double cone only and the centra is ciclospondylous (Fig. 49.1); when secondary calcification

si aggiungono calcificazioni secondarie (lamelle calcificate secondarie) nella zona esterna del corpo vertebrale: se in sezione trasversale queste hanno l'aspetto di cerchi concentrici, la vertebra è detta tectospondila (Fig. 49.2); se invece hanno l'aspetto dei raggi di una stella, la vertebra è detta asterospondila (Fig. 49.3). Esistono comunque numerose varianti di questi tipi principali che ritroviamo nei diversi generi di Elasmobranchi (Rizzo *et al.*, 2005) (Fig. 50).

are present and in particular calcified layers concentrically arranged are added to the central double-cone, the centra is tectospondylous (Fig. 49.2); if radiating laminae directed towards the arch-bases are present the centra is asterospondylous (Fig. 49.3). Anyway other types, variants of these principal patterns of calcification, can be present in different elasmobranch genera (Rizzo et al., 2005) (Fig. 50).

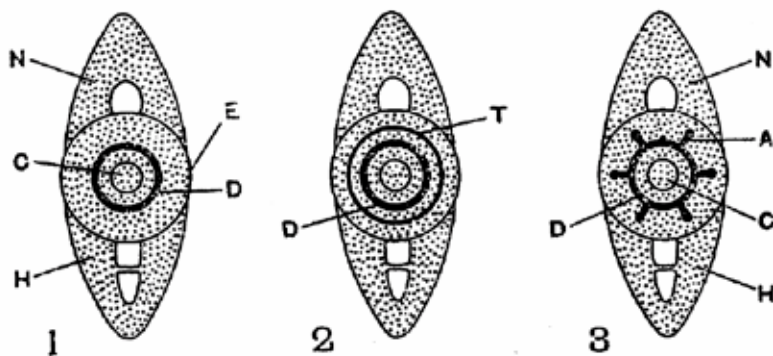


Fig. 49 - Disegno schematico di una sezione trasversale di diversi tipi di vertebre caudali: ciclospindila (1); tectospondila (2); asterospondila (3). A: lamella radiante caratteristica delle vertebre asterospondile; C: residuo della notocorda; D: lamella calcificata primaria; E: membrana elastica esterna; H: arco emale; N: arco neurale; T: una delle lamelle secondarie calcificate caratteristiche delle vertebre tectospondile. La cartilagine interna all'anello D rappresenta la cartilagine della zona interna, quella compresa tra gli anelli D ed E rappresenta la cartilagine della zona esterna (Ridewood, 1921).

Diagrams of transverse section of different type of caudal vertebrae: cyclospindylous (1); tectospondylous (2); asterospondylous (3). A: radiating lamellae characteristic of asterospondylous vertebrae; C: remains of the notochord; D: primary double-cone calcification of the middle-zone cartilage; E: membrana elastica externa, the outer limit of the notochordal sheath; H: haemal arch; N: neural arch; T: one of the concentric lamellae characteristic of tectospondylous vertebrae. The cartilage next internal to the ring D is inner-zone cartilage, that between the ring D and E is outer-zone cartilage (Ridewood, 1921).

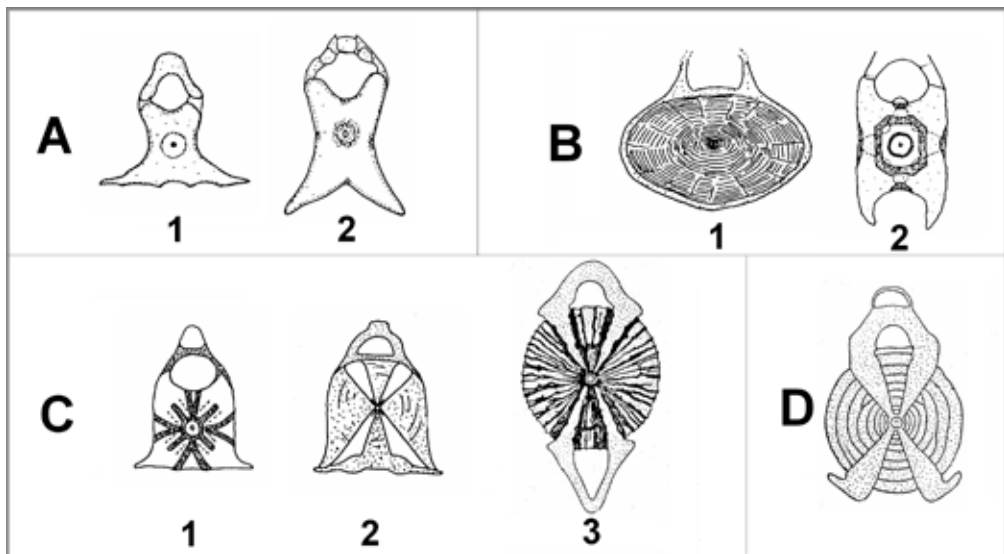


Fig. 50 - Alcuni esempi di vertebre di pesci cartilaginei: A - Vertebre di tipo ciclospondile di Squalidi (1) e Pristiuroidei (2); B - Vertebre di tipo tectospondile di Squatinidi (1) e Pristiophoridi (2); C - Vertebre di tipo asterospondile (1. Atelomycteroidi; 2. Carcarinidi; 3. Lamnidi); D - Vertebra astero-tectospondila di *Cetorhinus maximus* (regione del tronco) (da Padoa, 1984; Applegate, 1967).

*Some example of vertebrae in cartilaginous fishes: A - Cyclospondylous vertebrae in Squalidae (1) and Pristiuroidei (2); B - Tectospondylous vertebrae in Squatinidae (1) and Pristiophoridae (2); C - Asterospondylous vertebrae in (1) Atelomycteroidi, (2) Carcarinidae and (3) Lamnidae; D - Astero-tectospondylous *Cetorhinus maximus* (trunc region) (from Padoa, 1984; Applegate, 1967).*

Lettura degli anelli di accrescimento

Le vertebre dei pesci cartilaginei sono costituite da caratteristici anelli che testimoniano la crescita dell'individuo. Molti studi intrapresi sugli anelli di crescita nelle vertebre hanno rivelato che la loro formazione è determinata da fenomeni stagionali (La Marca, 1966). L'insieme dei diversi anelli di accrescimento presenti nel corpo vertebrale forma delle caratteristiche "bande" (Fig. 51) che possono essere opache e ialine, spesso definite anche bande scure e bande chiare. Tuttavia quest'ultima definizione non è completamente appropriata, poiché la banda opaca (scura) appare chiara se osser-

Reading the growth rings

The vertebrae in cartilaginous fishes are constituted by concentric zones testifying the growth of the fish. Several studies revealed that their development is determined by seasonal phenomena (La Marca, 1966). The growth concentric zones on the vertebral centra are organized in "bands" (Fig. 51), that could be opaque or translucent, often said fair and dark rings. However the opacity and translucency of these bands varies depending on light source, species and enhancing methodology. The dark band appears to be fair if it is observed with reflected light, but it appears dark if observed with transmitted light. In

vata con luce riflessa, mentre appare effettivamente scura se osservata con luce trasmessa. Allo stesso modo la banda ialina (chiara) appare scura se osservata con luce riflessa, mentre appare chiara solo se osservata con luce trasmessa; quindi, al fine di evitare confusioni, le definizioni di opaca e ialina sono da preferire rispetto alle altre (Holden e Raitt, 1974). La banda ialina si forma durante i periodi di condizioni sfavorevoli (basse temperature, minore disponibilità di cibo, ecc.) per la crescita dell'individuo; al contrario la banda opaca si forma nei periodi di condizioni favorevoli, durante i quali la crescita è più veloce (Panfili *et al.*, 2002). Nelle specie di acque temperate la banda ialina corrisponderebbe al periodo invernale, durante il quale le basse temperature e la scarsità di nutrimento sfavorirebbero la crescita. La banda opaca, invece, corrisponderebbe al periodo estivo, quando il metabolismo è più accelerato. Ciò è valido in ogni caso nella porzione di mare dove l'escursione termica è sensibile fino ad una certa profondità oltre la quale la costanza della temperatura non influisce più di tanto sulla formazione degli anelli. Tuttavia sulle vertebre si possono formare anche zone che non hanno una periodicità definita e che si possono classificare in due tipologie fondamentali: a) zone discontinue (non complete come traccia) ed irregolari e b) zone continue e molto marcate. Entrambe si definiscono come false zone o *checks*, ma i primi sono depositi in corrispondenza di eventi inusuali corrispondenti a periodi di stress come la carenza di cibo o basse temperature, mentre le seconde riflettono momenti critici del percorso ontologico (per es. la schiusa o la riproduzione) (anelli di *spawning*) (Meekan *et al.*, 1999; Landa e Pineiro, 2000), durante il periodo prenatale, o nei cambi nutrizionali (Abdel-Aziz, 1992). Nel corpo vertebrale

the same way, the fair band can appear dark when observed with reflected light and fair if the transmitted light is used. So the terminology opaque and translucent is preferable (Holden & Raitt, 1974). For temperate species, in general the translucent bands represent slower growth during the winter-spring period (low temperature, few food, etc.) the opaque bands represent faster growth during the better conditions of the summer period (Panfili et al., 2002). This is valid only for the portion of the sea where the temperature vary, and not at higher depth where the temperature is stable and do not influence the growth pattern. Furthermore in the vertebrae some non-periodic zones can develop and can be classified in two categories: a) discontinuous zones (incomplete and irregular) and b) continuous well marked zones. Both zones are defined false zones or checks, but the former are deposited during anomalous events like stress period for the lack of food or low temperature, and the latter are expression of critic onthogenetic periods, for example egg hatching, reproduction (spawning rings) (Meekan et al., 1999; Landa & Pineiro, 2000), prenatal period or diet changes (Abdel-Aziz, 1992). In the vertebral centra false rings can also be observed, they can be numerous and difficult to recognise, moreover they can lead to unreliable reading of the growth pattern.

For the species living in tropical areas or for depth sea species, the environmental factors are stable and the seasonal zones on calcified structures cannot develop, remaining as "micro zones" daily deposited. These situations, sometimes visible in bony fishes and cephalopods, reflect the circadian rhythm of the diet making the growth pattern very difficult to recognise.

si distinguono spesso anche falsi anelli che possono essere molto numerosi e difficili da riconoscere, creando difficoltà nella lettura degli anelli annuali di crescita che in certi casi fornisce un risultato poco attendibile.

Inoltre va aggiunto che, nelle specie che vivono nelle aree tropicali o nelle specie di acque profonde, a causa della costanza dei fattori ambientali, le classiche zone stagionali macroscopiche sulle vertebre o sulle altre strutture calcaree utilizzate per la determinazione dell'età possono anche non formarsi rimanendo solo le deposizioni giornaliere (micro zone), relativamente ben visibili nei pesci ossei e cefalopodi e che riflettono in genere la periodicità circadiana nell'alimentazione, di gran lunga più difficile da trattare.

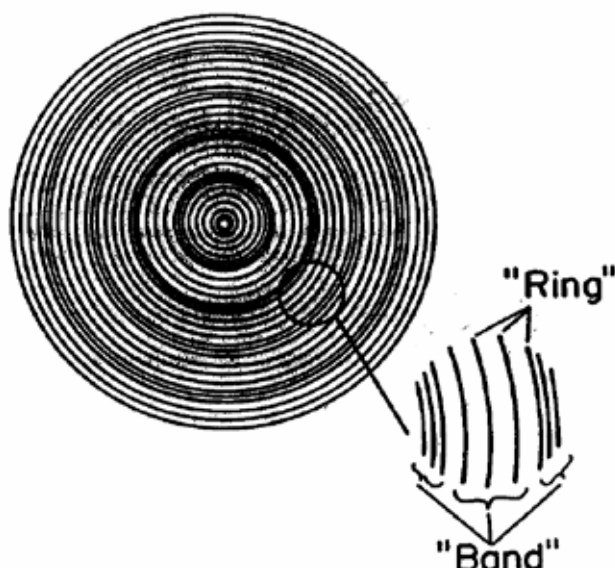


Fig. 51 - Schema di una sezione trasversale di un centro vertebrale di elasmobranco che mostra una "banda" costituita da diversi "anelli" (da Cailliet *et al.*, 1983).

Diagrams of transversal section of vertebral centre in elasmobranch showing a band of several rings (from Cailliet et al., 1983).

Uno studio effettuato su *R. asterias* mostra l'alternanza di una banda opaca ed una ialina nella sezione longitudinale della vertebra, costituite essenzialmente da cartilagine mineralizzata (fosfato di calcio) (Fig. 52 e 53). Con la microscopia a scansione è stato possibile individuare la diversità strutturale fra queste due bande (Bono *et al.*, 2005). Entrambe sono caratterizzate da lacune condrocitiche, ma di diverso tipo ed estensione. La banda ialina, più chiara, che si forma nel periodo invernale, è costituita da lacune condrocitiche multiple e molto ampie. Al contrario la banda opaca, che si forma in estate, è caratterizzata da lacune condrocitiche singole e più piccole (Fig. 54). L'alternarsi di una banda ialina e di una opaca si attribuisce un significato annuale, consentendo di "leggere" l'età dell'individuo.

A study on R. asterias shows the periodicity of opaque and translucent bands of the longitudinal section of the vertebrae, which are constituted essentially by mineralized cartilage (sodium phosphate) (Fig. 52 and 53). Applying the scanning-electron microscope (SEM) allowed underlining the differences between the two bands (Bono et al., 2005). Both are characterized by the presence of chondrocytic lacunae, but they are different as type and extension. The translucent band, developing in the winter period, has multiple and wide chondrocytic lacunae. The opaque bands, appearing in summer, presents single and small chondrocytic lacuna (Fig. 54). Each pair of wide/narrow bands represent an annual growth cycle and make it possible to read the age of the specimen.

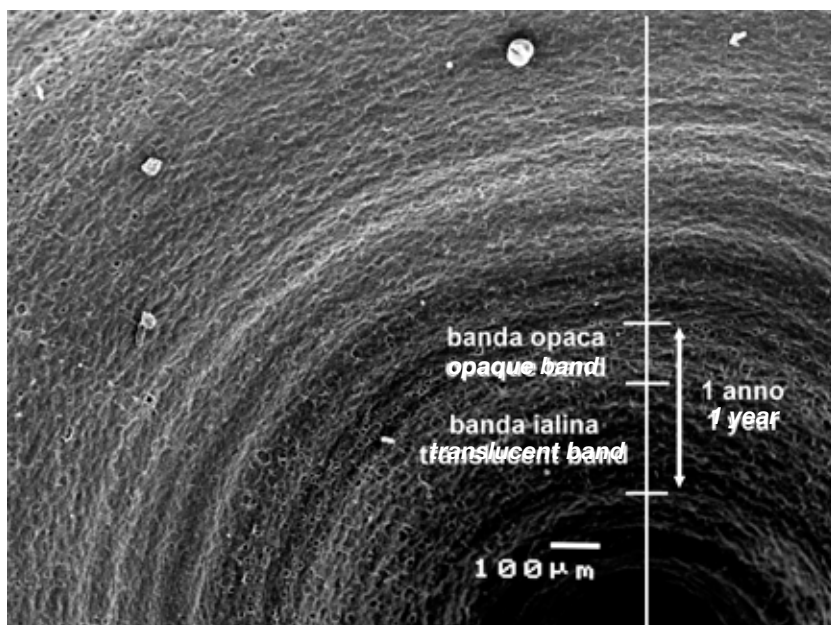


Fig. 52 - Vertebra di *Raja asterias* al microscopio a scansione elettronica (SEM) in cui sono ben evidenti le bande ialine e opache (Bono *et al.*, 2005).

Raja asterias vertebral view to the scanning electronic microscope (SEM) where the presence of opaque and translucent rings is evident (Bono et al., 2005).

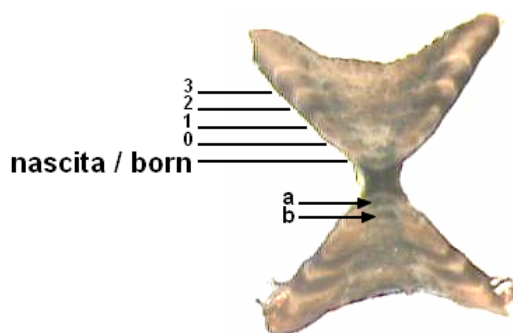


Fig. 53 - Sezione longitudinale della vertebra di *Raja asterias*. a,b = segni prenatali (Bono *et al.*, 2005).

Longitudinal section of the Raja asterias vertebra. a,b= prenatal marks (Bono et al., 2005).

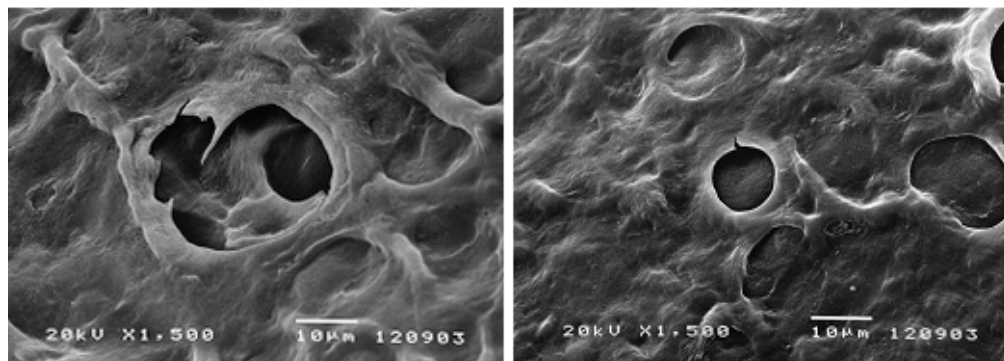


Fig. 54 - A sinistra le lacune condrocitiche multiple presenti nella banda traslucida (corrispondente al periodo freddo); a destra le lacune condrocitiche presenti nella banda opaca (periodo caldo) in vertebre di *Raja asterias* al SEM (Bono *et al.*, 2005).

Raja asterias vertebral view to the SEM On the left chondrocytic lacunae present in the translucent band (correspondent to the cold period); on the right the chondrocytic lacunae in the opaque band (warm period) (Bono et al., 2005).

Un certo numero di tecniche possono essere utilizzate per mettere in evidenza le bande di crescita del corpo vertebrale come i trattamenti con Alizarina rossa, Cristal Violetto, Nitrato d'Argento, Nitrato di Cobalto. In molte situazioni, però, anche la lettura della vertebra non trattata può fornire buoni risultati. La vertebra, pulita mediante l'uso di un bisturi o brevi periodi d'immersione controllata in

Several methods have been developed to enhance the concentric pairs of opaque and translucent vertebral bands including the staining of whole vertebrae using red alizarin, silver nitrate, cobalt nitrate, crystal violets. In some cases, reading the vertebrae without any treatment can also give good results. The vertebrae is cleaned with a scalpel and immersed more times in bleach to remove all connective tissue and

candeggina, in modo tale da rimuovere ogni residuo di tessuto connettivale, arco neurale, ecc., è tagliata a metà.

Dopo trattamento con una delle tecniche di colorazione o al “naturale”, l’osservazione degli anelli di crescita avviene sulla parte sezionata ben levigata. Questo sistema può essere utilizzato soprattutto su vertebre di una certa grandezza. Le vertebre di piccole dimensioni, come in genere sono quelle delle razze e degli sciliorinidi, colorate o non trattate, devono preventivamente essere inglobate in resina simplex e tagliate secondo una linea sagittale con una doppia lama così da ottenere una sezione sottile (0,5 mm di spessore). Questa, una volta levigata e lucidata, può essere osservata al microscopio con luce trasmessa o riflessa. Di solito i trattamenti delle vertebre con Alizarina rossa e Cobalto Nitrato con Solfuro d’Ammonio forniscono buoni risultati. Anche la lettura delle sezioni sottili di vertebre non trattate, ad esempio per *R. asterias*, restituisce dati piuttosto buoni. Non sempre, comunque, è facile distinguere il primo anello (“birth mark”) associato al cambiamento di angolo del cono vertebrale; l’interpretazione degli anelli presenti al margine esterno della vertebra può risultare ancora più difficoltosa (Rizzo *et al.*, 2005).

residual flesh, and then it is sectioned in half. After treatment with staining methods or not treated, the growth rings on the sectioned and grinded vertebrae are observed.

*Small vertebrae, like that of skates and scyliorhinids, stained and not treated, should be previously embedded in simplex resin and sectioned using a double blades to obtain a thin sagittal section (0.5 mm of thickness). Once polished and smoothed, the vertebrae can be viewed through a dissecting microscope under transmitted or reflected light. Usually the treatments with red alizarin, cobalt nitrate and ammonium sulphate give good results. Moreover in *R. asterias* reading the non treated thin section of vertebrae resulted to be a valid alternative. However, sometimes the first band (birth mark) associate to the change in angle of the vertebral cone, is not easy to distinguish as well as the bands on the edge of the vertebrae are difficult to differentiate (Rizzo *et al.*, 2005).*

Marcatori morfometrici

Morphometric markers

MONICA BARONE

Il confronto delle caratteristiche anatomiche degli esseri viventi è sempre stata un elemento centrale della tassonomia e la variazione morfologica è da sempre stata utilizzata per discriminare tra specie simili o forme locali della stessa specie. L'identificazione degli stock ittici mediante la morfometria è andata di pari passo con lo sviluppo dell'analisi morfometrica: da analisi univariata a bivariata fino alla più complessa analisi multivariata applicata per quantificare la variazione specifica in crescita e forma.

La morfometria moderna inizia con la descrizione quantitativa della variazione morfologica della forma accoppiata alla statistica capace di descrivere le variazioni della forma tra gruppi diversi. Inoltre, le nuove tecniche di elaborazione dell'immagine consentono l'uso di nuovi metodi per l'analisi della forma. Tradizionalmente le variabili morfologiche sono distanze lineari, conteggi, rapporti ed angoli. Il principale svantaggio di questi metodi risiede nella difficoltà di valutare l'omologia, in quanto la maggior parte di queste distanze non è definita da punti omologhi, ad esempio pensiamo alla minima distanza tra gli occhi. Inoltre spesso non è possibile generare una rappresentazione grafica della forma da distanze lineari in quanto le relazioni geometriche tra le variabili non sono conservate (Rohlf e Marcus, 1993).

La tecnica della morfometria geometrica è iniziata grazie ad un metodo capace di catturare la geometria della struttura morfologica e grazie all'applicazione della teoria statisti-

Comparing anatomical features of organisms has been a central element of biology for centuries and variation of morphology has been used to discriminate both similar species and local forms of the same species. Morphometric fish stock identification have reflected the historical development of morphometric analysis: from univariate and bivariate analysis to multivariate analysis applied to quantify species variation in growth and form.

When quantitative description of morphological shape variation was combined with statistical analyses describing patterns of shape variation among groups, the modern field of morphometrics began. Moreover, the recent advanced in image processing techniques allowed the use of new methods in shape analysis. Traditionally the set of morphological variables were linear distance measurements, counts, ratios and angles. The main disadvantages of these methods were: the difficulties in the assessment of homology of linear distances because many distances were not defined by homologous point (e.g. minimum distance between eyes). In addition, it was not usually possible to generate graphical representation of shape from the linear distances because the geometric relationships among the variables were not preserved (Rohlf and Marcus, 1993).

The geometric morphometric technique started up thanks to methods able to capture the geometry of the morphological structure coupled with a rigorous statistical theory for shape analysis of Kendall (1977). This method has a great advantage respect

ca dell'analisi della forma di Kendall (1977). Questo metodo ha un grande vantaggio rispetto agli studi morfometrici classici, non solo esso offre una precisa ed accurata descrizione della forma, ma ha anche la capacità di visualizzare, interpretare e comunicare i risultati (Zeltitch, 2004).

Fin ora l'approccio geometrico morfometrico non è mai stato applicato allo studio della forma delle razze, le quali, grazie al loro corpo appiattito, sono ottime candidate per uno studio bidimensionale della forma. Questo metodo consente la descrizione delle variazioni della forma delle razze di specie diverse, ma anche di una stessa specie rispetto alla taglia, al sesso ed all'area geografica.

La descrizione morfometrica attraverso un approccio geometrico

L'approccio geometrico è un metodo in cui punti di riferimento omologhi chiamati "landmarks" sono usati per descrivere la forma biologica attraverso un'analisi matematica e statistica. La selezione dei landmarks dovrebbe essere svolta tenendo conto dei seguenti criteri (Zeltitch, 2004):

- L'omologia è fondamentale sia da un punto di vista biologico che matematico. Se consideriamo che i landmarks devono essere lo stesso locus anatomico e che possono essere utilizzati per descrivere la deformazione da una forma ad un'altra, la corrispondenza dei landmarks dovrebbe essere garantita.
- Ripetibilità: i landmarks devono poter essere collocati e ricollocati senza errori.
- Complanarità: questo criterio è relativo al problema di analizzare organismi tridimensionali in due dimensioni.

the traditional morphometric studies: not only it offer precise and accurate description of the shape, but also it has the purposes of visualization, interpretation and communication of results (Zeltitch, 2004).

To date, the morphometric geometric approach has never been applied to rays species, which, due to their flat body, should be potentially good candidate for two-dimensional studies of shape. This method allow to describe the variation of the skate shape with size, sexes, areas and the differences in shape between different species.

Morphometric description through geometric approach

The geometric approach is a method in which homologous landmarks are used to explore biological shape through mathematical and statistical analyses. Landmarks should be selected following the criteria hereunder described (Zeltitch, 2004):

- *Homology is fundamental from both biological and mathematical point of views. Correspondence of landmarks should be guarantee if we consider that landmarks must be the same anatomical locus and that it can be utilized to describe deformation from one form to another.*
- *Repeatability: They can be located and relocated without error.*
- *Complanary: this criterion is related to the problem of analyzing three dimensional organisms in two dimensions.*
- *Adequate coverage of the form: the shape cannot be detected without data and landmarks are the data.*

- Adeguata copertura della forma: la forma non può essere indagata senza dati ed i landmarks rappresentano i dati.

La selezione dei landmarks sul lato dorsale e ventrale delle razze è relativamente semplice, poiché gli individui sono quasi bidimensionali. È utile sottolineare che nello studio dei landmarks le variabili non sono selezionate a priori, ma la loro significatività si scopre attraverso l'analisi.

Esempio di landmarks selezionati sul lato dorsale delle razze (Fig. 55):

- Landmark 1: rappresenta il punto anteriore della testa ed è sull'estremità del rostrum; questo punto potrebbe essere modificato dall'essiccazione dell'esemplare;
- Landmark 2: è un punto sulla colonna vertebrale in corrispondenza con la fine del disco, è selezionato in corrispondenza della fine delle pinne pettorali;
- Landmarks 3 e 4: rappresentano le estremità laterali delle pinne pettorali; questi punti potrebbero essere modificati dall'essiccazione dell'esemplare;
- Landmarks 5 e 6: sono in corrispondenza delle estremità posteriori delle pinne pettorali;
- Landmarks 7-10: sono in corrispondenza dei margini anteriore e posteriore degli occhi;
- Landmarks 11 e 12: in corrispondenza delle scapole;
- Landmarks 13 e 14 come riferimento di dimensione.

Tenendo conto delle operazioni che non alterano la forma (traslazione, rotazione e cambiamento di grandezza) (Fig. 56), le variabili di forma si ottengono secondo il metodo Generalizzato dei Minimi Quadrati (GMQ), o analisi di Procuste, che è basato sui passaggi seguenti (Zeltitch, 2004):

- calcolare la posizione e la misu-

Selecting landmarks on the dorsal and ventral body of rays is relatively straightforward because specimens are essentially two-dimensional. Here it is worth to consider that in landmark-studies variable are not selected a priori, but the meaningful variables are discovered by the analysis.

Example of landmarks on the dorsal side of skates (Fig. 55):

- *Landmark 1: represents the anterior point of the head and the point of the rostrum. This point could be affected by desiccation of the specimen;*
- *Landmark 2: is a point on the vertebral column in correspondence with the end of the disk. It is taken where the pectoral fins end. This point was considered useful as, with the landmark 1, lie on the longitudinal body axes. The segment linking landmarks 1 and 2 is the line of symmetry and it is chosen as baseline for the following shape analyses;*
- *Landmarks 3 and 4: represent the lateral termination of the pectoral fins; these points could be affected by desiccation of the specimen;*
- *Landmarks 5 and 6: are the posterior end of the pectoral fins;*
- *Landmarks 7-10: represent the anterior and posterior margin of the eye;*
- *Landmarks 11 and 12: correspond to the scapulars;*
- *Landmarks 13 and 14 for the dimension reference.*

Taking on mind the operations that do not alter the shape (translation, rotation and rescaling) (Fig. 56) shape variables are obtained following the Generalized Least Squares (GLS) method or Proustes analysis, based on the following steps (Zeltitch, 2004):

- *calculate centroid position and centroid size. The centroid position*

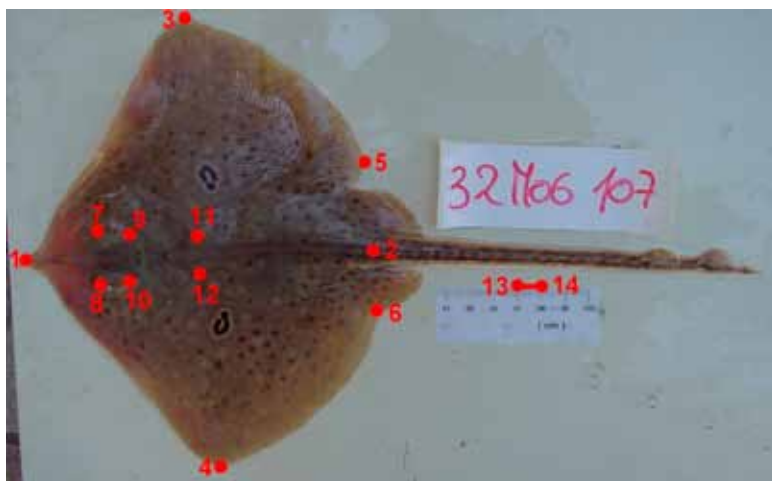


Fig. 55 - Landmarks sul lato dorsale di una razza.
Landmarks on dorsal side of skates.

ra del centroide. La posizione del centroide corrisponde alla media delle coordinate di una configurazione di landmarks (componente-X è la media delle X-coordinate di tutti i landmarks e lo stesso per la componente-Y). La posizione del centroide ha quindi lo stesso numero di coordinate di ogni landmark. La misura del centroide (CS) è calcolata come radice quadrata delle distanze al quadrato di ciascun landmark dal centroide, in una configurazione di landmarks. La grandezza del centroide è anche utilizzata come misura di grandezza nell'analisi della variazione di taglia.

- Centrare ogni configurazione di landmarks all'origine sottraendo le coordinate del centroide dalle coordinate corrispondenti di ciascun landmark. In questo modo ogni centroide sarà traslato all'origine.
- Scalare la configurazione di landmarks all'unità di misura rappresentata dalla grandezza del centroide dividendo le coordinate

is the averaged coordinates of a configuration of landmarks (*X-component* is the average of the *X-coordinates* of all landmarks, similarly for *Y-component*). The centroid position has then the same number of coordinate as the landmarks. The centroid size (CS) is calculated as the square root of the summed squared distances of each landmark from the centroid of the landmark configuration. The centroid size is also used as a size measure in the size variation analysis.

- Center each configuration of landmarks at the origin by subtracting the coordinates of its centroid from the corresponding coordinates of each landmark. This translates each centroid to the origin.
- Scale the landmark configuration to unit centroid size by dividing each coordinate of each landmark by the centroid size of that configuration.
- Choose one configuration to be the reference and rotate the other

di ogni landmark per la misura del centroide.

- Scegliere una configurazione come referenza e ruotare le altre configurazioni in modo da minimizzare le distanze al quadrato tra landmarks omologhi, per tutti i landmarks, tra le forme.

Successivamente i landmarks sono testati per la ripetitività mediante un grafico a dispersione. Se la dispersione di punti corrispondenti a ciascun landmark è approssimativamente circolare significa che la variazione è simile nelle diverse direzioni. Un errore di digitalizzazione casuale dovrebbe essere circolare, mentre un errore sistematico porterà ad una dispersione ellittica. In tal modo i landmarks potranno essere selezionati.

Considerando la simmetria bilaterale delle razze, un lato potrà essere riflesso sull'altro attraverso la linea mediana in modo da ridurre il numero di variabili da analizzare. L'analisi di Procrustes applicata a tutte le razze di un gruppo produce una forma generale media che sarà utilizzata come riferimento in tutte le successive analisi.

Le coordinate delle configurazioni sovrapposte possono essere trasformate in variabili di forma mediante l'analisi della "thin-plate spline". Questo metodo quantifica i cambiamenti di forma rispetto ad una forma di riferimento, per cui il modello di variazione morfometrica intra- ed inter-gruppi può essere quantificato se ciascun individuo è considerato come deviazione da una forma "media". Le variabili di forma così calcolate sono chiamate "partial warp" ad indicare il contributo parziale di vettori gerarchici scalari in uno spazio lineare. Ai "partial warps" possono essere applicate le analisi statistiche multivariate convenzionali. Nelle analisi multivariate della varianza, i "partial warps" possono essere

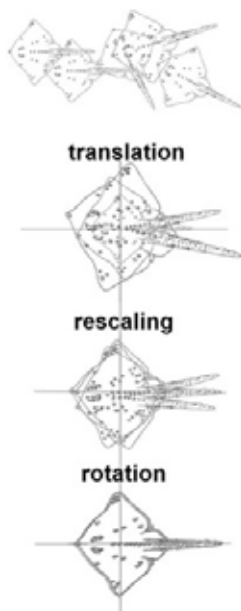
configurations to minimize the summed squared distances between homologous landmarks, over all landmarks, between the forms.

The landmarks were successively checked for their repeatability using a scatter plot. An approximately circular scatter of points indicates that there is an equal amount of variation in all directions. Random digitizing error should be circular; whether systematic errors will look elliptical. At this stage landmarks can be selected.

Considering that rays are bilaterally symmetric organisms, one side can be reflected across the midline in order to reduce the number of variables to analyse. The generalized procrustes analysis of all skates of the group produced a general mean shape. The general mean shape is then used as references in all subsequent analyses.

The coordinates of superimposed configurations are transformed in shape variables by thin-plate spline analysis. This method quantifies change in shape from a reference shape, thus patterns of morphometric variation within- and among-groups can be quantified if each individual is considered to deviate from an "average" shape. The shape variables calculated are called partial warps and indicate partial contribution of hierarchically scaled vectors spanning a linear shape space. Conventional statistical multivariate analysis can be applied to partial warps. The partial warps can be used as dependent variables for multivariate analyses of variance where the independent factors examined can be area, sex, species etc. For example, a Canonical Variates Analysis for the analysis of shape, based on partial warp scores, is a method of finding the set of axes that allows for the greatest possible ability to discriminate between two or more groups.

usati come variabili dipendenti, mentre le variabili indipendenti possono essere l'area, il sesso, la specie ecc. Ad esempio la correlazione canonica per l'analisi della forma, basata sui “*partita warp*”, è un metodo per trovare il set di assi che consentono la migliore discriminazione tra due o più gruppi.



(M. Barone)

Fig. 56 - Operazioni che non alterano la forma: translazione, rotazione e cambiamento di grandezza.

Operations that do not alter the shape: translation, rotation and rescaling.

Esempio: analisi delle differenze della forma tra *R. clavata* e *R. polystigma*

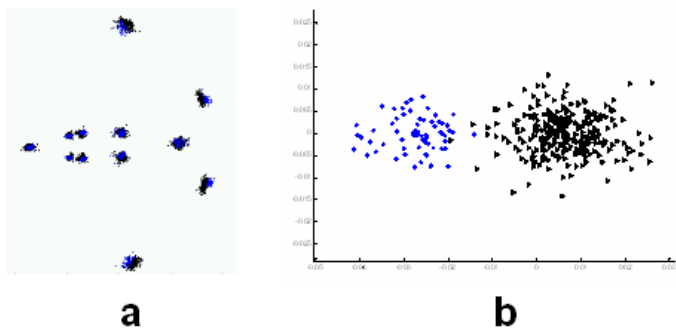
La configurazione dei landmarks di *R. clavata* e *R. polystigma* dopo l'ana-

Example: analysis of the shape differences between *R. clavata* and *R. polystigma*

*The landmarks configurations after procrustes superimposition of *R. clavata**

lisi di Procuste è mostrata nella Fig. 57a. I risultati dell’analisi di correlazione canonica indicano che la primo asse è il principale responsabile della variazione che si osserva (Fig. 57b) e le analisi Manova (Tab. 4) e Bootstrapped (Tab. 5) evidenziano che le due razze hanno configurazioni di landmarks significativamente diverse. Basandosi sull’analisi della distanza di Mahalanobis, il 99% degli esemplari è assegnato correttamente alle due specie (Tab. 6). La differenza della forma associata con i valori estremi del primo asse della correlazione canonica, sono illustrati mediante vettori in corrispondenza dei landmarks nella rappresentazione della “thin-plate spline” (Fig. 58) I cambiamenti di forma che si osservano sono dovuti principalmente alla dimensione dell’occhio, più piccolo in *R. clavata* rispetto a *R. polystigma* (Barone, 2009).

and *R. polystigma* are showed in Fig. 57a. Results of canonical variate analysis indicate that the first canonical axis is responsible for the observed variation (Fig. 57b). From both Manova (Tab. 4) and Bootstrapped F test (Tab. 5) the two rays result to have the landmark configuration significantly different. Based on Mahalanobis distance, 99% if specimens were correctly assigned to the two species (Tab. 6). Shape differences associates with the extreme values of the first canonical axis are depicted using vectors on landmarks in the thin-plate spline representation (Fig. 58). The shape changes correspond mainly to a smaller eye in *R. clavata* respect to *R. polystigma* (Barone, 2009)



(M. Barone, 2009)

Fig. 57 - Configurazione dei landmarks dopo l’analisi di Procuste (a) e grafico della distribuzione dei landmark in base al punteggio assegnato dall’analisi di correlazione canonica (b) di *Raja clavata* (triangoli) e *Raja polystigma* (cerchi).

Landmarks configuration after Procrustes superimposition (a) and plot of canonical variate score of landmarks (b) of *Raja clavata* (triangle) and *Raja polystigma* (circle).

Tab. 4 - Risultati del test MANOVA per le variabili di forma di *Raja clavata* e *Raja polystigma*. Results of the MANOVA computed on shape variables of *Raja clavata* and *Raja polystigma*.

Source of variation	CVs	Wilk’s	χ^2	d.f.	P
<i>R. clavata</i> x <i>R. polystigma</i>	1	0.2322	462.8161	20	0.0002

Tab. 5 - Risultati del test F di Bootstrapped sulle variabili di forma di *Raja clavata* e *Raja polystigma*.

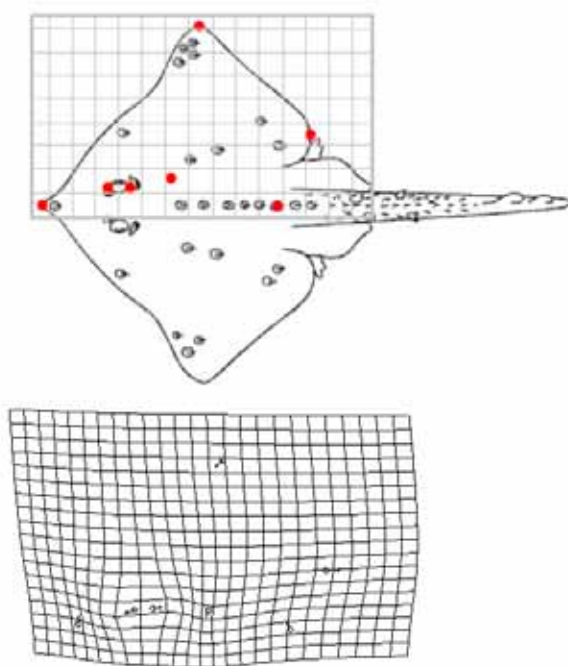
Results for Bootstrapped F-test on shape variables of Raja clavata and Raja polystigma.

	Bootstraps	F Score	Distance Between Means	95% Range	Standard Error	P
<i>R. clavata</i> x <i>R. polystigma</i>	400	48.24	0.0458	0.0420 - 0.0487	0.0015	0.0025

Tab. 6 - Classificazione in base al CVA per 268 campioni di *Raja clavata* e 61 di *Raja polystigma*.

CVA classification table for 268 samples of Raja clavata and 61 of Raja polystigma.

A priori assignments	A posteriori assignments		Total
	<i>R. clavata</i>	<i>R. polystigma</i>	
<i>R. clavata</i>	264	4	268
<i>R. polystigma</i>	0	61	61



(M. Barone, 2009)

Fig. 58 - Rappresentazione della deformazione della forma in *Raja polystigma* rispetto a *Raja clavata* mediante “thin-plate spline”. Le frecce corrispondono ai vettori su ciascun landmark e indicano la direzione e l'intensità del cambiamento di forma sul primo asse canonico (CV1) passando da una configurazione all'altra.

Thin-plate spline representation of shape deformations in Raja polystigma respect to Raja clavata. Arrows denote vectors for each landmark that indicate the direction and extent of shape change on the canonical axis (CV1) from one configuration to the other.

Identificazione specifica mediante marcatori molecolari mitocondriali

Skate and ray species identification using mitochondrial molecular markers

ALESSIA CARIANI & FAUSTO TINTI

In considerazione delle difficoltà nel riconoscimento morfologico di diverse specie di Rajidae causata dall'elevato conservativismo morfologico e della dubbia affidabilità di alcuni caratteri identificativi proposti dalle chiavi di riconoscimento attualmente in uso, l'utilizzo di tecnologie molecolari può rappresentare un contributo importante per l'identificazione specifica nel gruppo, ed in particolare per quelle specie che presentano maggiori problematiche tassonomiche e per gli individui giovanili spesso difficilmente identificabili con l'utilizzo dei soli parametri morfologici.

Studi sperimentali hanno evidenziato la funzionalità di alcuni marcatori di sequenza del DNA mitocondriale (i.e. sequenza nucleotidica di geni e regioni ribosomali del DNA mitocondriale) per il riconoscimento specifico dei Rajidae del Mediterraneo. Questi marcatori sono quindi sequenze specie-specifiche per ciascuna delle 15 specie di razze del Mediterraneo e consentono quindi di distinguerle in modo univoco, fornendo un valido ed affidabile strumento che può integrare l'identificazione tassonomica morfologica (Tinti *et al.*, 2003; Valsecchi *et al.* 2005; Cariani *et al.*, 2010). In particolare, la sequenza parziale del gene Citocromo Ossidasi subunità I (COI) è stato adottato come "codice a barre specifico" (barcoding in inglese) nell'ambito del progetto Barcoding of Life, un'iniziativa di carattere mondiale per l'inventario e la caratterizzazione della biodiversità animale del pianeta (<http://www.dnabarcodes.org>). In questo ambito, sono attive l'iniziativa

Owing to 1) the high level of morphological conservatism and 2) the unreliability of some morpho-anatomical characters proposed by the existing identification guidelines and keys for Mediterranean skates and rays, the use of molecular technologies can represent a valid tools for the species identification in this group. This could be relevant for the species that exhibit major taxonomic uncertainties and for juvenile individuals, which can not show valid species-specific diagnostic features.

Experimental studies have shown the suitability of some mitochondrial DNA sequence markers (e.g. the nucleotide sequence of codifying and transcribed gene regions of the mitochondrial DNA) for the species identification of the Mediterranean Rajidae. These sequence markers are nucleotide species-specific sequences for each of the 15 Mediterranean skates and rays and permit a valid and univocal species identification of individuals, representing a reliable tool to be integrated with the taxonomic morphological identification (Tinti *et al.*, 2003; Valsecchi *et al.*, 2005; Cariani *et al.*, 2010). In detail, the partial sequence of the mitochondrial gene Cytochrome Oxidase subunit I (COI) has been adopted as species DNA barcoding in the framework of the global initiative Barcoding of Life aiming at the inventorying and characterization of the animal Earth biodiversity (<http://www.dnabarcodes.org>). Within the Barcoding of Life are active the initiatives FishBOL and SharkBOL that address the barcoding for all the living species of bony and cartilaginous

tive FishBOL e SharkBOL che mirano a definire codici a barre per tutte le specie di pesci cartilaginei ed ossei (<http://www.fishbol.org/index.php>; <http://www.sharkbol.org>) utilizzando individui di riferimento (voucher specimens) conservati in strutture museali o mediante record fotografico. Tale codice a barre mostra per le razze del Mediterraneo completa capacità identificativa a livello di specie e si sta valutando anche la capacità di identificazione di unità di popolazione geografiche (Cariani *et al.*, 2010). Data la sua adozione universale, questo marcatore di sequenza fornisce la possibilità di relazionare la sistematica molecolare delle razze del Mediterraneo con tutte le altre specie di razze di cui sarà noto il codice a barre, ed in particolare quelle della regione geografica Est Atlantico che mostra numerose affinità faunistiche con il Mediterraneo.

Storica e altrettanto risolutiva è invece la capacità del marcatore di sequenza 16S corrispondente ad un tratto ipervariabile della subunità maggiore del DNA ribosomale del DNA mitocondriale (16S rDNA) documentata per le razze mediterranee da Tinti *et al.* (2003) e Valsecchi *et al.* (2005).

Per entrambi i marcatori, la caratterizzazione della sequenza nucleotidica degli individui analizzati avviene attraverso l'estrazione del DNA genomico, l'amplificazione selettiva via reazione a catena della DNA polimerasi (PCR) con primer universali (le cui sequenze sono conservate nel gruppo di specie e quindi in grado di amplificare i tratti di DNA target in tutti le specie e gli individui) e il sequenziamento diretto. Le sequenze nucleotidiche ottenute, opportunamente allineate, possono essere utilizzate in appositi programmi che consentono la costruzione di cladogrammi. Questi cladogrammi, oltre ad evidenziare i rapporti filogenetici tra le varie specie, consentono l'identi-

fish (<http://www.fishbol.org/index.php>; <http://www.sharkbol.org>) using voucher specimens deposited in the museums or archived as photographic record. The COI barcode fruitfully showed a complete species identification reliability for the Mediterranean skates and rays and the verification of its suitability for the identification of geographical lineages within species is in progress (Cariani *et al.*, 2010). Given its universal use as species markers, the COI barcode gives the possibility to analyse the molecular systematic relationships between Mediterranean skates and all the rajid taxa that will be barcoded in the next future and, relevantly, with those of the Eastern Atlantic, a zoogeographic region showing several faunal affinities with the Mediterranean.

The 16S sequence marker (corresponding to a hyper-variable region of the large subunit of the ribosomal rRNA gene of the mitochondrial DNA) showed a fully comparable suitability as species-specific marker for the Mediterranean skates and rays (Tinti *et al.* 2003; Valsecchi *et al.*, 2005).

For both COI and 16S markers, the retrieving of the individual nucleotide sequence is carried out by genomic DNA extraction, Polymerase Chain Reaction (PCR) amplification with universal primers (primers whose sequences are conserved within the group of species and thus are able to amplify the same gene region in all species and individuals) and the DNA sequencing. The nucleotide sequences are aligned and used to construct phylogenetic trees which, beside showing the phylogenetic relationships among species, allow the molecular identification of the individuals.

Relevant examples of the suitability and use of these markers for the species identification of Mediterranean skates and rays, are given by the confirm that *Raja montagui* is lacking form the

ficazione specifica degli individui analizzati.

Esempi rilevanti dell'utilizzabilità dei marcatori molecolari per l'identificazione specifica delle razze del Mediterraneo, sono dati dalla conferma dell'assenza di *Raja montagui* in quasi tutto il Mediterraneo (ad eccezione delle coste dell'Algeria) che è vicariata zoogeograficamente dalla specie *Raja polystigma*, per la quale le analisi molecolari definiscono una distribuzione endemica nel Mediterraneo centro orientale con numerosi cladi geografici. Allo stesso modo è stata confermata anche l'attuale assenza di *Dipturus batis* in Mediterraneo a scapito della nuova segnalazione della presenza di *Dipturus nidarosiensis* (Cannas *et al.*, 2010).

La recente applicazione dell'identificazione specifica mediante codice a barre in tutte le specie di pesci cartilaginei del Mediterraneo (progetto ELASMOMED, Cariani *et al.*, 2010) ha permesso inoltre di definire numerosi casi di errata identificazione specifica per le specie di razze target e non target catturate nelle campagne MEDITS ed in particolare per *Raja clavata*, *Raja polystigma*, *R. brachyura*, *R. radula*, *Leucoraja circularis*, *Leucoraja fullonica* e *Dipturus oxyrinchus*.

Un esempio del risultato che scaturisce dall'analisi del codice a barre (COI) per l'identificazione di specie è illustrato nella Fig. 59 attraverso un dendrogramma (albero filogenetico) che mostra per alcune specie di razze del Mediterraneo cladi omospecifici (individui correttamente identificati; ad es. *Raja montagui* e *R. undulata*) e cladi eterospecifici formati da individui la cui specie non era stata identificata correttamente su base morfologica (es. *Raja asterias*, *R. clavata*, *R. polystigma* e *R. radula*).

Mediterranean (with the exception of the Algerian coasts) where instead is diffused as vicariant species, the central-western endemic Raja polystigma with several geographic clades. Similarly, it has been confirmed also that Dipturus batis is absent from the Mediterranean and that Dipturus nidarosiensis is instead newly reported (Cannas et al., 2009).

The recent use of the COI barcode for the identification of all the cartilaginous fish species (Project ELASMOMED, Cariani et al., 2010) has permitted to address several cases of species misidentification among Mediterranean species which are target and non-target in the MEDITS campaigns (e.g. Raja clavata, Raja polystigma, R. brachyura, R. radula, Leucoraja circularis, Leucoraja fullonica and Dipturus oxyrinchus).

An example of the COI barcode analysis of Mediterranean skates and rays is illustrated by the phylogenetic tree (Fig. 59) including homospecific clades (e.g. clades including only individuals that have been correctly identified; Raja montagui and R. undulata) and heterospecific clades (e.g. clades including either individuals that have been correctly identified or individuals misidentified by morphological characters; Raja asterias, R. clavata, R. polystigma and R. radula).

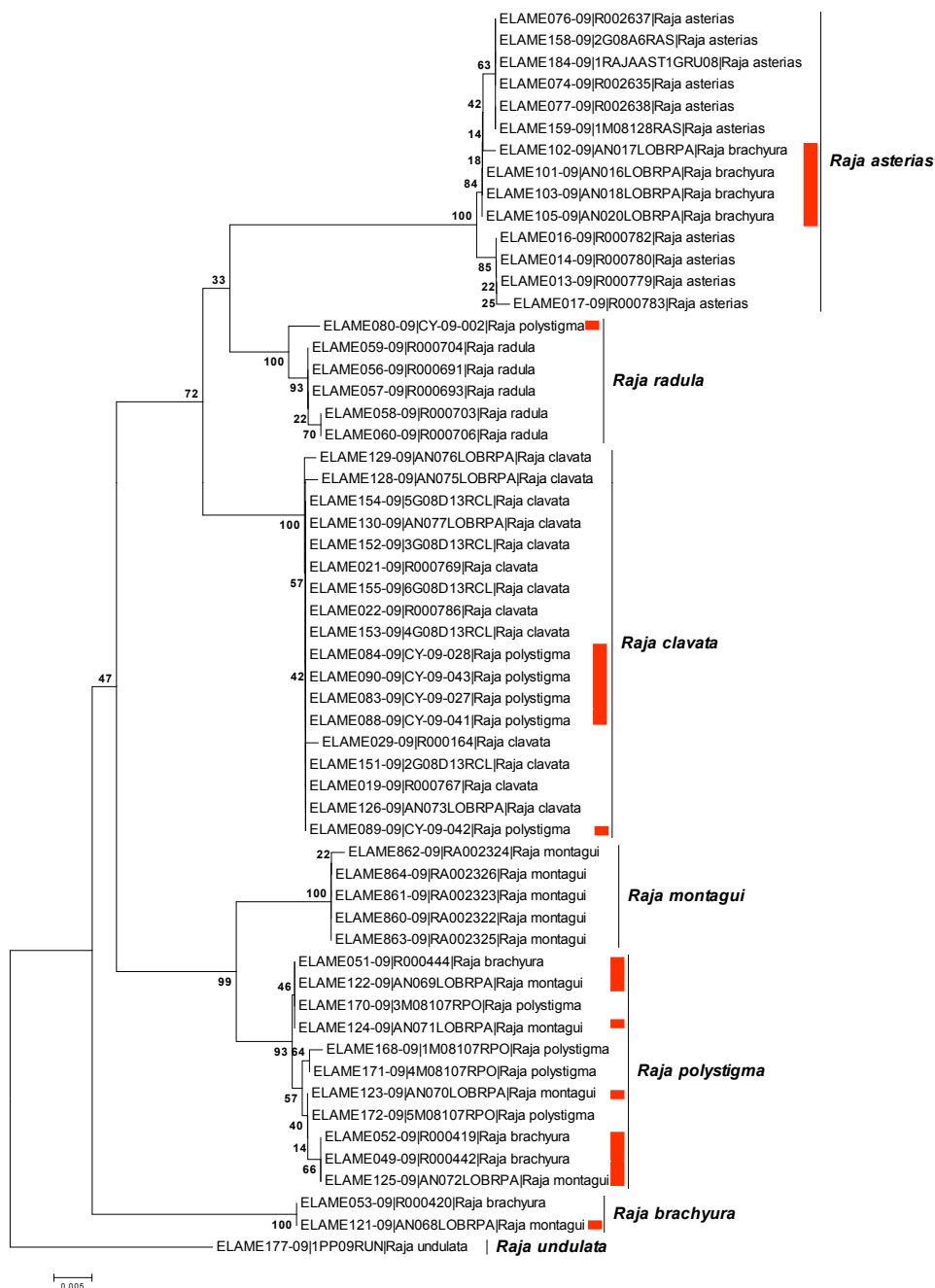


Fig. 59 - Albero filogenetico di alcune razze mediterranee ottenuto dall'analisi del codice a barre (COI).

Phylogenetic tree of some Mediterranean skats from COI barcode analysis.

PARTE 4 – VALUTAZIONE

PART 4 – ASSESSMENT

Selezione di metodi di valutazione degli stock e loro applicazione alle razze

Stock assessment models and their application to skates

ALVARO ABELLA

Valutare uno stock significa non solo definire quale è lo stato istantaneo di sfruttamento di una risorsa, ma anche quali conseguenze potrebbero verificarsi al fine di mantenere tale status o, ancora, quali altre possibili scelte manageriali da avviare. In genere le valutazioni sono fatte definendo dei valori di riferimento che rappresentano situazioni desiderabili o da non oltrepassare. Questi punti di riferimento possono riguardare sia i livelli di biomassa, sia i tassi di prelievo, sia i livelli di pressione di pesca o indicatori di pressione a livello ecosistemico. Per maggiori dettagli si consiglia di consultare i manuali di Sparre e Venema (1998), Quinn e Deriso (1999), Haddon (2001), Hoggart *et al.* (2006), ecc.

Una delle maggiori difficoltà di studio che si incontra nella valutazione degli stocks degli elasmobranchi è strettamente legato alla qualità delle informazioni (Hilborn, 1979). Quest'ultima è sostanzialmente definita dalla possibilità di disporre di buone conoscenze sui parametri biologici delle varie specie. Sono proprio questi parametri che nel caso degli elasmobranchi non si riesce a definire esattamente. Nella biologia della pesca ciò è sempre vero, e nel nostro caso lo è ancora di più, in quanto in genere il numero degli esemplari catturati è esiguo. Le ragioni di questa scarsità sono principalmente dovute all'elevata vulnerabilità alla pesca cui questi pesci sono soggetti da molto tempo. Ciò ha

Stock Assessment does not mean only the definition of the status of exploitation of a stock, but also imply the need of an analysis through simulations of the likely consequences of any management action on the biomass size, on the demographic structure and also on social or economic parameters. The assessments in general use some reference values that represent management objectives or in some cases limits of harvesting, fishing effort or biomass at sea considered sustainable and safe. These reference points may be expressed as levels of biomass, removal rates, levels of fishing effort or as indicators at the community or ecosystem level. For more details consult the manuals of Sparre & Venema (1998), Quinn & Deriso (1999), Haddon (2001), Hoggart et al. (2006), etc.

One of the most important difficulties when we deal with elasmobranchs is linked to the quality of available information (Hilborn, 1979). Most of the times there is no a good knowledge on biological parameters of the species. Often, the catch of elasmobranchs is scarce and hence the number of individuals available for examination very limited. This shortage of samples in general can be linked to a past massive removal of these very vulnerable species. This impoverishment of such populations can be dramatic and has driven some of them to local extinction.

Moreover, there are other objective

prodotto un inevitabile impoverimento degli stocks che in certi casi mostra situazioni preoccupanti tanto che alcune specie possono essere considerate localmente estinte.

A tutto questo si aggiunge la difficoltà di raccogliere specifiche informazioni relative, ad esempio, alla crescita o al rapporto taglia/età. Infatti, la mancanza di strutture ossee, tipiche degli osteitti, impedisce uno studio ideale. L'osservazione degli anelli di accrescimento presenti nei corpi vertebrali o nelle spine delle pinne dorsali, permette in alcuni casi di sopperire a queste difficoltà. Rimane in ogni caso la difficoltà di interpretare in maniera corretta gli anelli presenti.

I pesci cartilaginei sono in genere molto vulnerabili alla pressione di pesca. Questa elevata vulnerabilità è dovuta alle caratteristiche biologiche del gruppo: grande taglia, bassi tassi di accrescimento, specialmente dopo che viene raggiunta la maturità sessuale, quest'ultima in ogni caso è raggiunta in tarda età, lunga vita e bassa fecondità, caratteristiche di animali con strategia di accrescimento di tipo *k*. Un parametro chiave per la determinazione della vulnerabilità e il grado di resilienza di fronte alla pressione di pesca su una popolazione ittica è il tasso intrinseco di crescita della popolazione stessa (r). Questo tasso esprime la velocità con la quale una popolazione cresce, quando non esistono fattori limitanti ed è caratteristica di ciascun gruppo tassonomico. Specie con alti valori di r sono più resilienti di fronte a situazioni ambientali avverse oppure a forti pressioni di pesca, perché in grado di ripristinare più velocemente la biomassa precedente. Più alto è r più garantito e veloce è il recupero della popolazione in seguito a consistenti diminuzioni della biomassa. Nei pesci cartilaginei r è relativamente basso (Fig. 60).

difficulties for the collection or analysis of some aspects of their life history, for instance regarding growth modelization. Even though when for certain species numbers of individuals available for examination can be considered sufficient, not always the approaches used for bony fish are completely suitable for elasmobranches. For instance, it is quite common in this group that recruitment be spread for several months, making the analysis of size frequencies very difficult. The lacking of hard structures as otoliths, bones or true scales, that are routinely used in osteichthyans for age readings, does create some problems. In some cases this difficulty is surmounted through the observation of annual rings in vertebrae or spines.

*Cartilaginous fish are very vulnerable to fishing pressure. This high vulnerability may be linked to the biological characteristics of the group: low growth rates, late age of maturity, big size, long lifespan, low fecundity, which make the group typical representative of ecological *k*-strategists. A key parameter that may be linked to vulnerability faced to fishing removal or other causes of mortality and to the level of resilience is the intrinsic rate of population growth r . This rate express the velocity at which a population grow when does not exist any limiting factor. This rate is species specific. Species with high r are more resilient following to adverse environmental conditions or high fishing pressure because are able to faster reconstruct their pristine biomass. In the case of elasmobranches, r value is generally low (Fig. 60).*

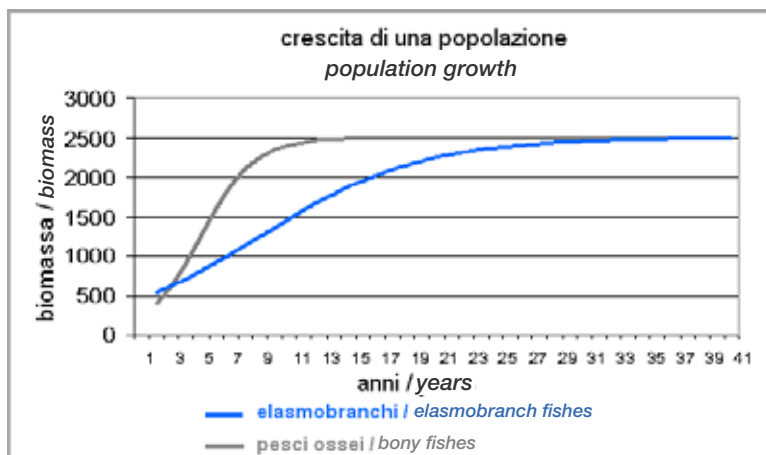


Fig. 60 - Rappresentazione dei tassi istantanei di crescita nei pesci ossei e nei pesci cartilaginei.

Reconstitution of a population biomass along time in bony and cartilaginous fishes.

Solitamente nel Mediterraneo i pesci cartilaginei demersali costituiscono una cattura non desiderata (by-catch), sia della pesca commerciale, sia di quella dilettantistica, con conseguenti incidenze di elevato rigetto in mare (scarto di pesca). Purtroppo, gli esemplari ributtati in mare sono, nella maggior parte dei casi, morti o morenti e facili prede di uccelli o altri animali marini. Paradossalmente, almeno per alcune razze, la pratica dello scarto di ingenti quantitativi di altri pesci può avere in qualche modo alleviato, favorendo la crescita tramite più disponibilità di cibo, gli effetti della sovrappesca. Questo fenomeno potrebbe spiegare i trend positivi osservati per alcune specie di razze a fronte di una rarefazione degli esemplari di grande taglia più comuni nel passato (Walker & Hislop, 1998).

In certe aree l'elevata pressione di pesca ha prodotto notevoli cambiamenti nell'abbondanza di molte risorse rinnovabili e, di conseguenza, anche della biodiversità. Riguardo alle

As a general rule, with few exceptions, the demersal cartilaginous fish make part of the by-catch of many fisheries and also in the case of game fishing. This fact produces an increase in discard and an undesired mortality. This is because, even in the case the individuals caught are thrown to the sea, at this moment most of them are already dead or will die successively due to the injuries produced by the gear, handling or will be eaten by marine birds of other predator species. On the other hand, discards at sea of other non-cartilaginous species may produce benefits to chondrichthyans, especially rays as an alternative and some times abundant source of food. This phenomenon should explain some positive trends in biomass observed for some ray species for which a rarefaction of long-sized mature individuals has occurred (Walker & Hislop, 1998).

In many areas, the high level of fishing pressure has created noticeable changes in the abundance of many renewable resources, in particular on biodiversity. On the basis of their

loro caratteristiche biologiche, i pesci cartilaginei sono gli organismi che più risentono di tali pressioni. In alcuni casi la biomassa di molte specie, con abitudini demersali, si è ridotta drasticamente. Stessa sorte capita alle specie con abitudini pelagiche. Al momento attuale però le conseguenze sull'ecosistema, dovute all'elevata cattura di pesci cartilaginei, sono difficilmente quantificabili. Di certo tutti gli strumenti di pesca, strascico, circuizione o reti da posta, concorrono nella cattura accessoria o incidentale di questi pesci.

Pur essendo le serie storiche disponibili relativamente brevi, per alcune specie di razze si è potuto comunque osservare, e in qualche caso quantificare, cambiamenti di abbondanza (Serena *et al.*, 1988; Ardizzone *et al.*, 2002; Florio *et al.*, 2002; Follesa *et al.*, 2002; Marano *et al.*, 2002; Ragonese *et al.*, 2002; Relini *et al.*, 2002; Serena *et al.*, 2002; Sion *et al.*, 2002; Spedicato *et al.*, 2002; Viva *et al.*, 2002).

In genere però le informazioni disponibili sulla biologia e sulla pesca non permettono al momento di determinare se gli attuali livelli di biomassa delle singole specie siano sufficienti per ricreare le generazioni future, né tanto meno prevedere le conseguenze, dovute a cambiamenti del "pattern" di sfruttamento o della pressione di pesca, sulle strutture demografiche e sull'abbondanza di queste popolazioni.

Attualmente in Mediterraneo le principali fonti di questi dati sono rappresentate dalle campagne scientifiche di pesca (principalmente trawl-surveys) e dal monitoraggio delle catture commerciali tramite la registrazione dello sbarcato o con l'impiego di osservatori a bordo delle imbarcazioni da pesca (Abella e Serena, 2002).

Le campagne scientifiche (es. trawl surveys) forniscono informazioni sulle specie vulnerabili alla rete a strasci-

particular biological characteristics, the elasmobranches are among the first groups that have experienced such effects. The reduction in biomass of elasmobranches is more evident in the case of demersal species, but also occurred in the case of pelagic ones. The consequences at the ecosystem level of such reductions are difficult to assess. What is evident is that almost all the fishing strategies and gears (trawling, purse seining, set nets) have contributed to this rarefaction due to incidental catches.

*Even though available time series are relatively short, for some ray species changes in abundance along time have been observed in Mediterranean waters and in some cases quantified (Serena *et al.*, 1988; Ardizzone *et al.*, 2002; Florio *et al.*, 2002; Follesa *et al.*, 2002; Marano *et al.*, 2002; Ragonese *et al.*, 2002; Relini *et al.*, 2002; Serena *et al.*, 2002; Sion *et al.*, 2002; Spedicato *et al.*, 2002; Viva *et al.*, 2002).*

The available information on the elamobranch species life history and fisheries in the Mediterranean is very limited at hence it does not allow neither of defining if the current levels of biomass for each single species are enough in order to guarantee the self-renewal nor to assess the likely consequences on demographic structure or abundance of alternative choices in exploitation pattern or in fishing pressure.

In the Mediterranean, at the moment, the main sources of information on elamobranches are the scientific surveys at sea (mainly trawl-surveys) and the commercial catch assessments made through interviews or by observers on board (Abella & Serena, 2002). Official statistics are in general incomplete and not very detailed as regards the species caught.

The scientific surveys at sea (i.e. trawl surveys) furnish information on the species that are vulnerable to the

co, relative alla sola fascia batimetrica esplorata. Questi dati sono sicuramente utili per avere indicazioni sulla distribuzione, sui “trends” di abbondanza, sulla struttura demografica della frazione vulnerabile all’attrezzo, sulla biologia delle singole specie, ecc.

La raccolta di dati commerciali fornisce invece notizie sugli attrezzi di cattura e sui quantitativi catturati per ciascuna strategia di pesca. Inoltre, questa fonte d’informazione diventa oltremodo importante se gli individui sbarcati possono essere misurati. In questo caso si ottiene la struttura demografica della frazione sfruttata della popolazione per ciascuna tecnica di pesca.

Approccio diretto

L’andamento dell’abbondanza in mare di una specie può essere stimato attraverso l’analisi dei dati provenienti dalle campagne scientifiche. Eventuali trends decrescenti potrebbero indicare diversi livelli di sofferenza nella risorsa dovuta, ad esempio, al prelievo da pesca. Questo tipo di analisi, in pratica, non fornisce indicazioni certe sulla componente della popolazione effettivamente sfruttata dalla pesca, ma cerca di dedurre, sulla base di ciò che vi è in mare, se la risorsa si trova in una condizione di equilibrio e sostenibilità, se sono ammessi ulteriori aumenti di sfruttamento, ecc.

Per individuare quale potrebbe essere il valore della biomassa corrispondente al livello di sfruttamento ottimale della specie considerata, oppure il limite dell’abbondanza sotto al quale la risorsa comincia ad essere compromessa (*threshold*), è necessario definire un valore di riferimento (*Reference point*). Questo può essere individuato tramite applicazione di modelli di dinamica di popolazione (come un modello di produzione in surplus), me-

sampler (used fishing gear) and is limited to the explored survey geographic boundaries and depth interval. These data are in any case very useful as indicators of changes in abundance, or on the age structure of the vulnerable fraction of the population as well as on other biological features.

Commercial catch surveys furnish other ancillary information regarding the used gears, catch amounts for each fishing strategy. Moreover, this source of information may allow the collection of data on size distribution of the landed individuals. This allows the knowledge of the demographic structure of the exploited fraction of the stock by each fishing technique.

Direct methods

The changes in abundance may be monitored through the analysis of data from scientific cruises. The observation of increasing or decreasing trends may be a signal of the health status of the stocks. Such approach, however, does not furnish information on the exploitation rate of the stocks, but is in any case useful as an indicator of the sustainability of the current level and pattern of exploitation.

In order to define the level of biomass corresponding to the maximum yields or the minimum biomass level that is considered still safe, it is necessary to define some reference points. Such referent points might be estimated using models, that can be based on different theoretical considerations, assumptions and data sources (production models, analytical models based on biological parameters, simulations, empirical and adaptive approaches) that takes under consideration yields, sustainability, revenues, etc.

The use of production models is recommended when data is limited but its use is conditioned by the availability

dianze simulazioni o tramite approcci più o meno empirici o adattativi basati sugli aspetti biologici legati all'auto-rinnovo dello stock o anche ad aspetti socio-economici.

La possibilità di usare i modelli di produzione per stimare il tasso intrinseco di crescita della popolazione (r), la *carrying capacity* (k) ed il coefficiente di catturabilità (q), è legata alla disponibilità di dati commerciali di cattura e sforzo. Senza questo tipo di informazioni diventa impossibile definire un valore di Biomassa o di cattura o qualcosa di simile, da usare per la definizione di un *reference point*. In questo caso si potrebbe valutare quanto si è ridotta la biomassa in relazione al valore della biomassa vergine, quest'ultima che corrisponde grosso modo alla *carrying capacity* (Fig. 61).

of data of catch and effort. With such approaches the lacking of such information makes almost impossible the definition of a Biomass, catch or effort level that may be considered optimal. For instance, in the case an estimate of K (biomass level of the unexploited stock linked to the carrying capacity of the environment) can be derived, it should be possible to define the relative extent of the reduction of biomass due to the current fishing pressure and to define a limit value for this rate (Fig. 61).

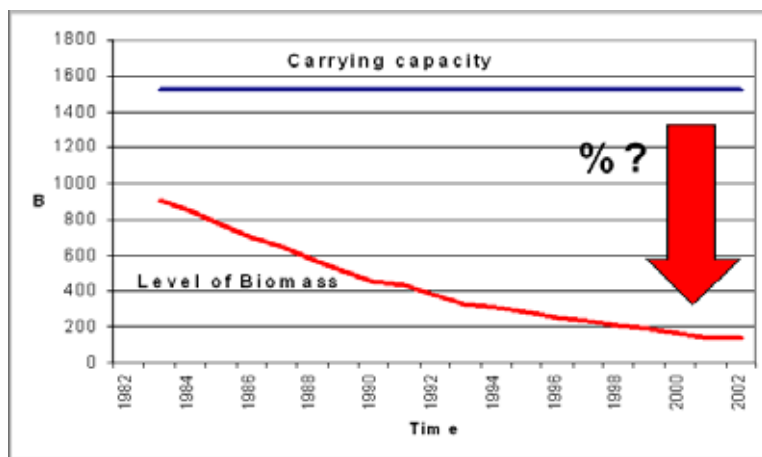


Fig. 61 - Andamento della biomassa nel tempo in rapporto alla carrying capacity. *Changes in biomass along time related to the carrying capacity level.*

Si potrebbe tentare l'applicazione di un modello globale composito con indici di abbondanza e di sforzo (Z o F) derivati dai trawl surveys, già applicato per alcuni pesci ossei (nasello e

Without historical data of commercial catch, it is possible to make an attempt of fitting a production model using abundance and effort indices derived from trawl surveys, for instance kg/km^2

triglia) dell'Alto Tirreno (Fig. 62).

and Z as a direct index of fishing effort, assuming M constant. Such approach has been successfully applied for some bone fishes (European hake and red mullet) in Southern Ligurian-North Tyrrhenian Seas (Fig. 62).

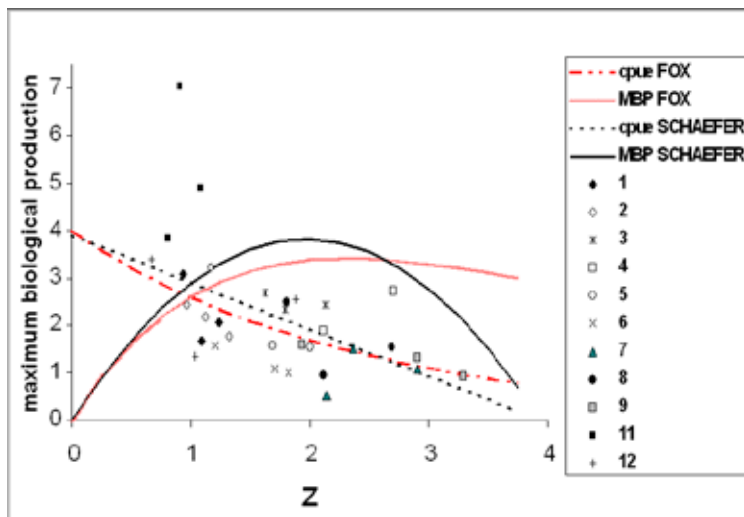


Fig. 62 - Modello di produzione composto in eccesso per il nasello utilizzando Z come indice diretto dello sforzo di pesca. Ogni simbolo rappresenta una coppia di dati di Z e di cpue (nelle linee) o coppie di Z e Biological Production (nelle paraboloidi) di diverse aree dove la pressione di pesca è diversa. Aree di pesca caratterizzate da valori di Z di oltre 2 (ZMBP) sono segnali di una eccessiva pressione di pesca.

Composite model for European hake sing Z as a direct index of fishing effort. Each symbol represents a couple of data of Z and abundance index (lines) or couples of Z and Biological Production (paraboloid) of different areas where the fishing pressure is different. Models of Schaefer and Fox are represented. Fishing areas characterized of values of Z over 2 (ZMBP) are considered to be exposed by an excessive fishing pressure.

Un approccio analitico, tipo Beverton e Holt (1966) o Thompson e Bell (1934) (Fig. 63 e 64 viene in genere suggerito per definire le conseguenze nelle rese (Y/R) o nella frazione della biomassa sopravvissuta o dei riproduttori (B/Bo o $SSB/SSBo$), derivate dai cambiamenti nello sforzo o nel pattern di sfruttamento. In questo caso occorre conoscere dati relativi ai parametri di crescita, di mortalità naturale e da pesca, selettività e maturità per taglia.

Analytical approaches as Beverton & Holt (1966) or Thompson & Bell (1934) (Fig. 63 and 64) are often recommended for the definition of yields or for the estimation of the surviving fraction of the spawners relative to the pristine stock (B/Bo or $SSB/SSBo$) produced by changes in F or in fishing pattern. For doing so, it is necessary to have estimates of growth parameters, natural mortality, selectivity and maturity at size.

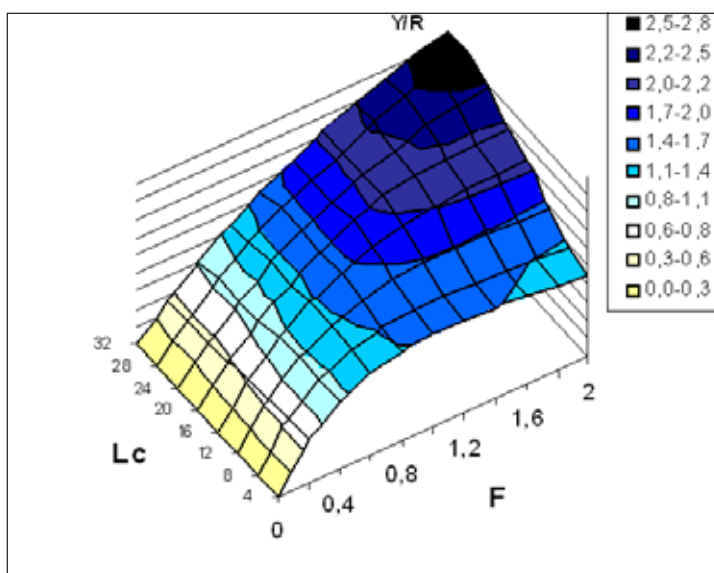


Fig. 63 - Rendimenti per recluta (Y/R) ottenibili con diverse combinazioni di taglia di prima cattura (L_c) e mortalità da pesca (F).

Yield per Recruit (Y/R) attainable with different combinations of size of first capture L_c and fishing mortality F .

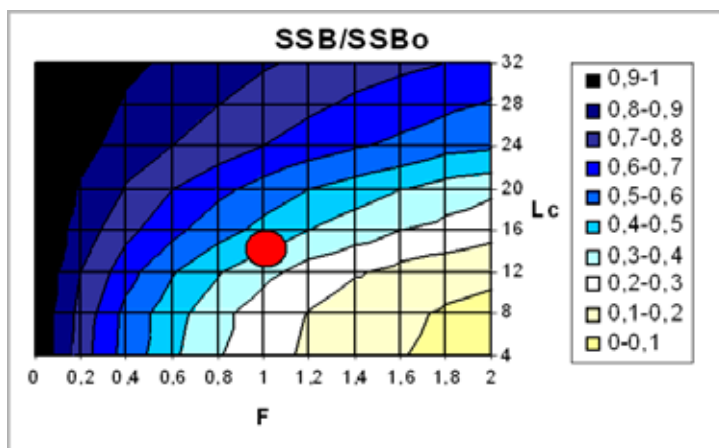


Fig. 64 - Frazione sopravvissuta dello stock riproduttore (SSB) riguardo allo stock riproduttore vergine (SSB_0) ottenibile con diverse combinazioni di taglia di prima cattura (L_c) e mortalità da pesca (F). Il punto rosso rappresenta la situazione attuale.

Surviving fraction of pristine Spawning Stock Biomass (SSB/SSB_0) attainable with different combinations of size of first capture L_c and fishing mortality F . The red point represents the current situation.

Alcune varianti dei modelli di produzione possono essere applicati utilizzando dati delle campagne scientifiche. È in tal modo possibile stimare r e K dell'equazione logistica e di definire i valori di F o Z corrispondenti alla massima produzione biologica (MBP) ed anche di valutare i livelli di mortalità attuali relative a FMBP o ZMBP. Nella Fig. 65 è mostrato un esempio di analisi preliminare per *Galeus melastomus*, utilizzando una serie storica un pò troppo breve.

*Some variant of Production Models can be utilized using trawl surveys data. With such approach it is possible to estimate r and K of the logistic equation and to define the values of F or Z corresponding to the Maximum Biological Production (MBP) and to assess the current levels of mortality related to FMBP or ZMBP. Fig. 65 shows an example with a preliminary analysis for *Galeus melastomus* using a too short time series.*

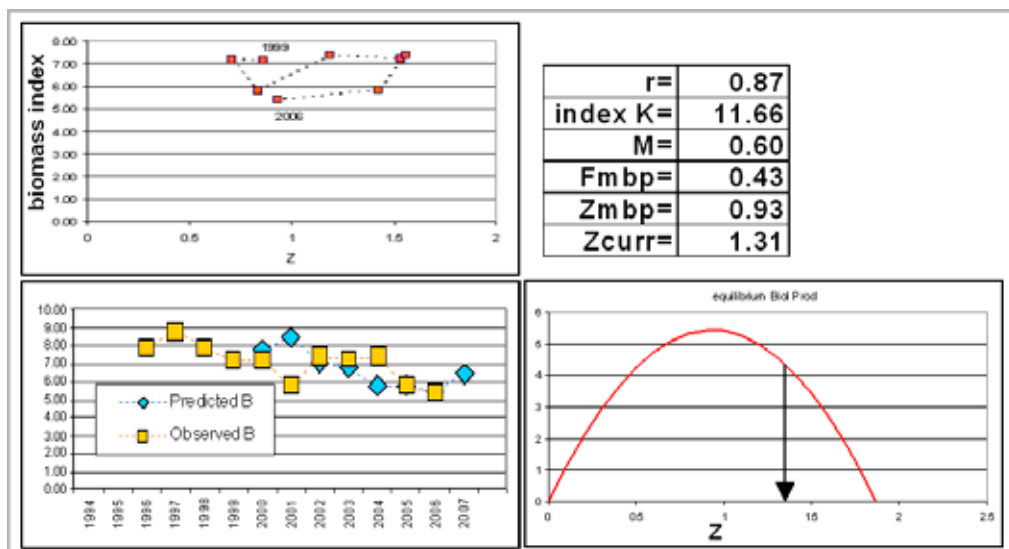


Fig. 65 - Modello di produzione di Schaefer ottenuto attraverso la stima dei parametri dell'equazione logistica di accrescimento senza assunzione di equilibrio per *Galeus melastomus* nel Mar Ligure meridionale. La freccia indica l'attuale valore del tasso di mortalità Z .

*Schaefer Surplus Production model obtained through the estimation of the parameters of the logistic equation of the population growth with any assumption of equilibrium for *Galeus melastomus* in the Southern Ligurian sea. The arrow indicates the current value of Z .*

L'approccio è molto semplice. Se non si hanno informazioni di cattura e sforzo, si possono utilizzare in alternativa serie storiche della stima di Z e di un indice di biomassa U , modificando l'equazione di Schnute (1988) come è illustrato di seguito:

The approach is very simple. When we have no available information of catch and effort, we can alternatively use a time series of estimates of Z and of an index of biomass U by modifying the Schnute (1988) equation as follows:

$$B_{t+1} = B_t + rB_t(1 - (B_t/k)) - (F/Z)B_t(1 - \exp(-Z))$$

Usando escusivamente dati delle campagne scientifiche, non è semplice definire il valore del tasso di mortalità Z . Alcuni tipi di approccio, come ad esempio il SURBA (Needle, 2003), consentono di calcolare F per età e per anno, dai dati delle campagne, presumendo i dati di M per età e catturabilità per età. In alternativa, per la stima di Z si può utilizzare l'analisi della curva di cattura (strutturata per età o taglia), anche se questo approccio può creare problemi basati sull'assunzione di equilibrio, sulla stagionalità dei dati raccolti, la copertura spaziale e la diversa vulnerabilità e mortalità naturale per età.

Approccio indiretto

Per metodi indiretti, si intende una raccolta di dati verso i quali i ricercatori non hanno il pieno controllo sperimentale e tradizionalmente riguardano le informazioni di cattura e sforzo di pesca, relative alle attività commerciali o ricreative. Con questo approccio possiamo definire un f_{MSY} , F_{MSY} , B_{MSY} , r (intrinsic population growth rate), q (coefficiente di catturabilità), ecc. e quindi definire lo stato attuale della risorsa riguardo ai punti di riferimento scelti. Con questi parametri possiamo costruire un modello di produzione e, una volta definito, lo stato di sfruttamento attuale, valutare lo status di sfruttamento della risorsa confrontandolo con la situazione considerata ottimale (Target Reference Point) o da non superare (Limit Reference Point). Se disponiamo di dati di cattura e sforzo, si può tentare l'approccio dei modelli produttivi, tipo Schaefer (1954) oppure Fox (1970), assumendo una situazione di equilibrio. Se non è possibile assumere che la popolazione e lo sforzo siano in equili-

It is not easy to define the value of the fishing mortality rate F with the exclusive use of trawl surveys data. Some approaches as SURBA (Needle, 2003) allows calculating F at age and by year with trawl surveys data assuming values of M at age and catchability at age. Alternatively, catch curve analysis (age or size structured) may be used for the estimation of total mortality Z , even though the use of such approach may create some problems (biased estimates) related to the assumption of equilibrium, seasonality of sampling, spatial coverage, different vulnerability and natural mortality by age.

Indirect methods

Among the indirect methods are traditionally included those based on the analysis of data on catch and effort proceeding from the commercial fisheries or game fish, for which scientists have not the experimental control. With such approaches, it is possible to define reference points based on fishing effort, fishing mortality or biomass (respectively f_{MSY} , F_{MSY} , B_{MSY}) as well as the parameters of the population growth r (population intrinsic rate of growth) and K (maximum biomass of the unexploited stock), and q (catchability coefficient). As soon the reference point is estimated, we are able to define which is the current situation as regards the chosen RP, that may be a value considered optimal (Target Reference Points) or a minimum level of biomass or a maximum level of fishing pressure considered precautionary limits (Limit Reference Points). With catch and effort data it is possible to fit a production model as Schaefer's (1954), Fox's (1970), etc., assuming an equilibrium situation. When it is unreasonable

brio allora conviene applicare modelli dinamici tipo Schnute (1977).

make this assumption (almost always) dynamic Biomass models as Schnute (1977) are recommended.

Equazione base del modello di Schaefer trasformato

Basic equation of the modified Schaefer model

$$\log\left(\frac{U(t+1)}{U_t}\right) = r - \frac{r}{kq} \left(\frac{U(t+1)+U_t}{2}\right) - q \frac{E(t+1)+E}{2}$$

Dove/Where:

U_t tasso di cattura (es. kg/h) al tempo t / *catch rate (ie. kg/h) at time t*

E_t sforzo al tempo t / *effort at time t*

r tasso intrinseco di crescita della popolazione / *population intrinsic rate of growth*

K capacità portante / *carrying capacity*

q coefficiente di catturabilità / *catchability coefficient*

La VPA o LCA (*Lenght Cohort Analysis*) può essere tentata se si dispone di buoni dati sulla struttura demografica delle catture commerciali rappresentative di tutte le strategie di pesca che concorrono alla cattura della specie in oggetto (Fig. 66). La cattura totale per taglia o età, rico-

The VPA, XSA or versions structured in sizes as the Lenght Cohort Analysis, can be used in the case good data on the demographic structure of the commercial catch is available, including all the fishing strategies that catch the species in question (Fig. 66). The reconstructed total catch by age or by size allows

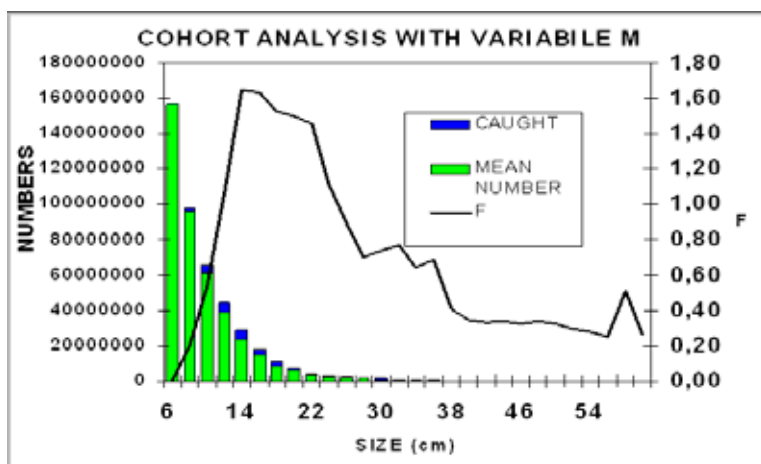


Fig. 66 - Analisi delle coorti per taglia.
Cohort analysis by size.

struita in modo adeguato, permette di stimare un vettore di F e ricostruire la popolazione presente in mare. In input deve essere fornito un valore di M (o un suo vettore). La LCA applicata ad una pseudocoorte implica dover assumere equilibrio negli anni analizzati.

estimating an F vector as well as the reconstruction of the structure of the population at sea. An input value for M is needed (or a vector). The LCA used with a short time series reconstruction of a pseudocohort implies the need of assumption of equilibrium. It may furnish biased estimates of numbers at sea and size of spawning biomass. On the other hand, the F vector is in general fairly similar to that obtained with VPA.

Modelli demografici

Questo tipo di modelli consentono di prevedere il cambiamento della struttura dello stock dovuto alla mortalità (sia naturale che da pesca). Sono utili per la valutazione di decisioni manageriali nel caso di specie sovrasfruttate per le quali non sono disponibili serie di dati sulle catture, lo sforzo e la biomassa. Essi utilizzano per lo più dati sui parametri biologici. Questo tipo di analisi è divenuto alquanto popolare per la modellizzazione delle popolazioni di squali e razze (Hoenig e Gruber, 1990; Au e Smith, 1997; Cortes, 1998; Simpfendorfer, 1999; Mollet e Calliet, 2002). Infatti, per queste specie raramente sono disponibili serie storiche di cattura, sforzo e composizione delle catture per età, e di conseguenza per la loro valutazione i modelli basati sulla produzione e sulla struttura per età non sono adatti. Questo metodo è potenzialmente utile ed è stato applicato come “reference point” in diverse aree geografiche.

Anche se per molte specie i parametri biologici sono ben documentati, fin ora questa informazione non è mai stata utilizzata per l'analisi dello status degli stock nel Mediterraneo. La “Life history tables” (Krebs, 1985) riassume i tassi di mortalità per età e di fecondità che caratterizzano una popolazione in stato di equilibrio. Essa con-

Demographic models

These models allow to foresee the responses as changes in the structure of the stock due to mortality (both natural and by fishing). They are useful for deriving management decisions in the case of species in overfishing conditions when not too much information on catches, effort, biomass trends is available. It mainly utilizes information on life history traits. This kind of analyses became fairly popular for the modelization of sharks and rays populations (Hoenig & Gruber, 1990; Au & Smith, 1997; Cortes, 1998; Simpfendorfer, 1999; Mollet & Calliet, 2002). For these species, most of the times data on catch, effort, age composition in the catch are not available and hence surplus production or age structured models are not suitable for stock assessment. The method is potentially useful and has been utilized in several other geographic areas as a reference point.

Although for many species life history is well documented, this information has not been up to now used for the analysis of the stock status in the Mediterranean. Life history table (Krebs, 1985) summarizes age specific mortality and fecundity rates that characterize a steady state population. It allows the estimation of some of the more important parameters useful

sente di stimare alcuni dei principali parametric utili alla modellizzazione della dinamica di popolazione per una specie. Le informazioni richieste riguardano l'aspettativa di vita, l'età di maturità, la fecondità per taglia o età e il rapporto tra i sessi. L'equazione di base è quella di Eulero-Lotka:

$$\sum_{t=0}^w l_t \times m_t \times e^{-rt} = 1$$

l_t proporzione di animali che sopravvivono all'inizio di una data classe di età / *proportion of animals surviving to the beginning of a given age class*

m_t tasso di natalità per età / *age-specific natality rates*

w età massima di riproduzione / *maximum reproductive age*

t età / *age*

r tasso intrinseco di crescita della popolazione / *intrinsic population growth rate*

È possibile stimare il tasso annuo di cambiamento (*e^r*) dal valore stimato per *r*. Il tasso netto di riproduzione *R₀* corrisponde alla prole prodotta da una femmina appartenente ad una certa età (*t ≥ α*) e può essere calcolata come segue:

It is possible to estimate the finite or annual rate of change (e^r) from the estimated values of r. The net reproductive rate R₀ is the offspring number of an individual female belonging to a certain age t ≥ α and can be calculated as

$$R_0 = \sum_{t=\alpha}^w l_t \times m_t$$

La durata media di generazione (*G*) è il tempo medio che intercorre tra la nascita di un genitore e la nascita della sua prole:

The mean generation length (G) is the average time that occurs between the birth of a parent and the birth of their offspring:

$$G = \frac{\sum_{t=\alpha}^w l_t \times m_t \times t}{R_0}$$

Il tempo per raddoppiare la popolazione può essere calcolato come:

The doubling time of population size can be calculated as:

$$T_{\times 2} = \frac{\ln(2)}{r}$$

La proporzione in equilibrio per ciascuna età P_t della distribuzione demografica della popolazione può essere stimata come segue:

The stable proportion of each age P_t in the total demographic distribution of the population can be estimated as follows:

$$P_t = \frac{(e^r)^t l_t}{\sum_{t=0}^w (e^r)^t l_t}$$

È inoltre possibile stimare la capacità intrinseca che garantisce la crescita a prescindere dalle condizioni ambientali r_m secondo la ben nota funzione di crescita della popolazione di Verlhust-Pearl

It is also possible to estimate the intrinsic capacity for increase despite of any particular condition of the environment r following the well-known Verlhust-Pearl population growth function as:

$$r_m = \frac{\ln(R_0)}{G}$$

Il metodo parte dall'assunzione che la popolazione si trovi in uno stato di equilibrio. Non include i probabili effetti di compensazione alla pressione da pesca come ad esempio la riduzione della mortalità naturale, l'incremento del tasso di riproduzione, una minore età di prima maturità ecc.

The method assumes that the population is in a steady state situation. It does not include the likely compensatory effects to fishing pressure as reduction in natural mortality, increase in reproductive rates, earlier age of first maturity, etc.

I valori di sopravvivenza per ciascuna età, che nel modello qui descritto sono basati solo sulla mortalità naturale, possono facilmente essere modificati considerando la mortalità totale Z per la stima dei sopravvissuti. Un esempio di applicazione del metodo è presentato nella prossima sezione per *R. asterias*.

*Age specific survival values, that in the former studies using life tables were based only on natural mortality can be easily modified by including fishing effects by using total mortality rates Z for the estimation of survival. An example of this method, applied to *R. asterias*, is presented in the next section.*

Considerazioni finali

Purtroppo per molte specie di pesci cartilaginei, né i dati delle catture commerciali, né quelli derivati dalle campagne scientifiche, sono sufficienti o idonei per applicare i modelli sia globali che analitici. Ciò riguarda soprattutto le specie con abitudini più pelagiche, quelle di grandi dimensioni e quelle rare, incluse in liste di prote-

General final considerations

For most of the elasmobranch species, neither commercial catch data nor data proceeding from scientific cruises are enough for the use of the more widely utilized approaches and models for stock assessment. This is due to the small numbers of individuals that are in general caught and available for the analyses. This applies in particular for

zione, che presentano catture sporadiche, e quelle rigettate in mare.

Volendo intraprendere uno studio a livello nazionale o Mediterraneo per valutare e definire lo stato di sfruttamento dei pesci cartilaginei o di un gruppo di essi, come ad esempio le razze, è probabile che la strada più facilmente percorribile sia quella di potenziare i metodi diretti per ottenere campioni rappresentativi.

Infatti, perlomeno per i mari italiani e in parte anche per il bacino Mediterraneo, sono disponibili serie storiche di un certo valore in termini di affidabilità del dato e durata nel tempo. Per poter tentare una valutazione più generale è fondamentale disporre di altri risultati provenienti da studi che hanno preso in considerazione anche altri attrezzi tipici della pesca artigianale (tremaglio, palangaro, ecc). Operando in tal senso si pone il problema di standardizzare i dati per renderli confrontabili. Al fine di permettere la confrontabilità dei risultati ottenuti con i vari attrezzi di pesca, ma anche dei possibili effetti dovuti alla stagionalità, può essere impiegata l'analisi GLM (*Generalized Linear Model*, McCullagh e Nelder, 1989; Dobson, 1991), assumendo che esista una relazione lineare tra alcune funzioni ed i valori attesi. Quest'analisi consente di rimuovere i "biases" e di ottenere un reale indice di abbondanza. Usando poi la GLM e l'effetto random della meta-analysis si può usare un pool di dati diversi per studiare lunghe serie storiche di abbondanza della risorsa (Normand, 1999).

Varie situazioni relative ad aree diversamente sfruttate, per le quali si assume simile produttività potenziale, possono essere comparate nel tentativo di stimare la Z_{MBP} (Z corrispondente alla massima produzione biologica, cioè alla produzione rimossa sia dalla pesca, sia dalla mortalità naturale).

the pelagic species that reach big sizes, most of them included in the lists of species that needs of protection, with sporadic catches and often discarded at sea.

It is likely that, in the case a study at national or Mediterranean level is intended to be carried out, direct methods of data collection (trawl surveys and scientific programs of captures with different gears) be the best choice in order to obtain representative samples.

Some historical data are available in some areas, but in order to use them for stock assessment purposes, complete information on catches with the different utilized gears is necessary, which includes artisanal fisheries (trammel nets, hooks, etc.). It is necessary to standardize this information and also to deal with some problems that may introduce biases in the observations (i.e. seasonal changes). GLM techniques (Generalized Linear Model, McCullagh & Nelder, 1989; Dobson, 1991) are in these cases suitable. The use of such approaches, which can be combined with other information available not all collected with a standardized procedure (by using meta-analysis techniques), allows the study of longer time series of abundance (Normand, 1999).

When there is information of fishing mortality and an index of abundance proceeding from different ecologically similar areas exploited at different rates, it is possible to estimate the ZMBP (the Z that maximizes the biological production, removed by both the fishery and the natural mortality). The forecasting models like Thompson & Bell (1934) can be used almost in every Mediterranean area if growth parameters are available. It is very critical however the choice of the input value for the natural mortality rate and the value for this variable is very difficult to estimate.

For the estimation of Z it is not

Con un modello come questo, si può definire la situazione attuale in relazione a Z_{MB} P: I dati per costruire modelli previsionali di rendimento, tipo Thompson e Bell (1934), attualmente sono disponibili per tutte le aree. L'aspetto più critico è la scelta dei valori input per il tasso di mortalità naturale, ed il valore di tale parametro è molto difficile da stimare.

L'uso della LCA dovrebbe essere evitato, se non in casi eccezionali, perché non è sempre possibile assumere che la struttura demografica disponibile rispecchi quella reale in mare e che tutte le età superiori a quella di prima cattura abbiano le stesse probabilità di morte da pesca o per cause naturali. In caso contrario, è raccomandabile usare l'equazione di sopravvivenza per stimare il tasso di mortalità fra momenti successivi riguardanti la stessa coorte. Modelli tipo SURBA sono basati su questo tipo di analisi.

advisable the use of the so-called "catch curve". This technique is suitable only in the case equilibrium can be assumed and same fishing mortality and natural mortality rates for all the ages/sizes considered completely recruited to the gear. Alternatively, it is possible in order to estimate Z to use the survival equation following the same cohort from one year t to the successive t+1. Routines as SURBA are based on such analysis.

$$N(t+1) = Nt * \exp(-Zt)$$

Tutto questo dovrebbe essere analizzato per GSA (Geographical Sub Areas) al fine di adattarsi alle esigenze di tipo gestionale a livello regionale (GFCM) anche se questa scelta potrebbe creare una riduzione dell'affidabilità e robustezza nei risultati.

All the analyses should be performed at a GSA (Geographical Sub Areas) scale, because this restriction has been imposed by the FAO regional body (GFCM). It is likely, however, that this choice will produce less robust and reliable results.

Status delle specie di razze catturate frequentemente

Status of the skates more frequently caught

CECILIA MANCUSI, MICHELA RIA, ROMANO BAINO

In questo paragrafo sono prese in considerazione, come esempio, solo 3 specie. Per ognuna di queste sono mostrati alcuni risultati provenienti dalle campagne scientifiche GRUND e MEDITS. Solo disponendo di informazioni più accurate, anche provenienti da dati di sbarcato, sarà possibile tentare una valutazione della risorsa per queste e per altre specie (vedi il Final Report: del progetto Fish/2004/03-41).

In this paragraph, some preliminary assessments of the stock status of 3 rays in the Southern Ligurian-Northern Tyrrhenian seas are presented. Data proceed from GRUND and MEDITS trawl surveys programs. More precise and complete stock assessments will be feasible only in the case data on commercial fisheries will be available (see Final Report: Fish/2004/03-41).

Raja clavata

Questa specie mostra un ampio range di distribuzione nell'area di studio (Mar Ligure meridionale-Mar Tirreno settentrionale), essendo catturata tra circa 20 e 600 m di profondità. Il numero più alto di individui è stato comunque registrato tra 100 e 400 m con un picco nel range 200-300 m; in questo strato gli individui di lunghezza compresa tra 25 e 35 cm sono i più rappresentati (Fig. 67). Il numero delle femmine è generalmente più alto di quello dei maschi (la sex ratio è circa 0,4-0,6). La frequenza di distribuzione di taglia mostra la presenza di diverse componenti modali, probabilmente associabili a coorti (componenti annuali) o micro coorti (componenti stagionali) nella struttura della popolazione. In Fig. 68 è anche indicata la lunghezza di prima maturità per le femmine ed i maschi (Barone, 2009).

Considerando che la specie è catturata esclusivamente dallo strascico, il tasso di crescita è basso e l'aspettativa di vita è alta, la proporzione delle classi di età nelle catture può essere considerate rappresentativa della struttura

The species shows a wide range of distribution in the studied area (Ligurian-North Tyrrhenian), it has been found in the depth range 20-600 m. Higher catch rates are observed in the range 100 to 400 m with at peak in the range 200-300 m; with individual of size between 25 and 35 cm as the more represented in the catch (Fig. 67). Females are more abundant of male (sex ratio between 0.4-0.6). Size frequencies show a polymodal shape, that are likely associated with the different cohorts that compose the population, but it can not be excluded the presence of micro-cohorts. Fig. 68 show the size distribution for both sexes and the respective sizes of first maturity (Barone, 2009).

Considering that the species is exclusively caught by trawlers, growth rate is slow, lifespan is considered long and the proportion of the several age classes that are represented in the catch may be considered representative of the demographic structure at sea, a length converted catch curve was used for a rough estimation of Z (Fig. 69).

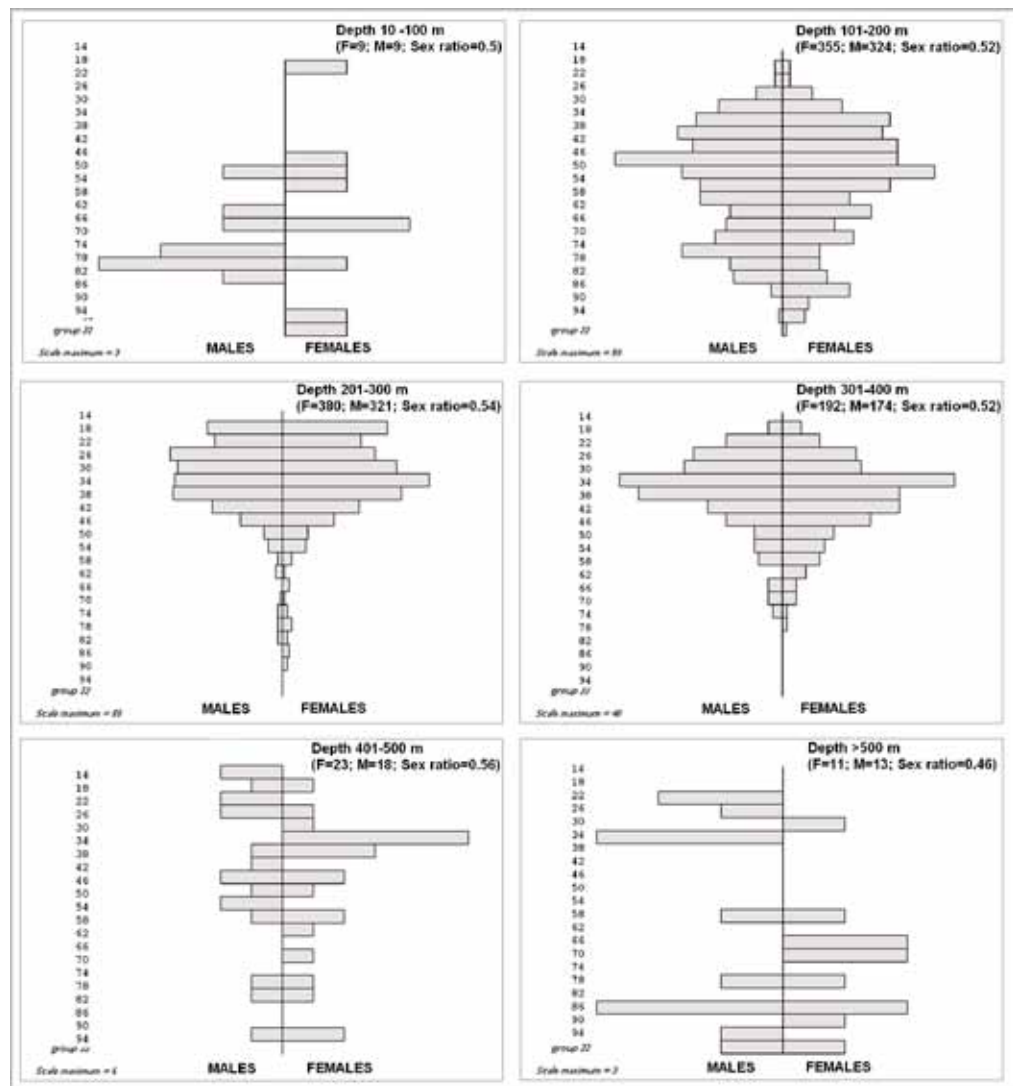


Fig. 67 - Struttura in taglia per sesso e profondità per *Raja clavata* (dati GRUND e MEDITS dal 1985 al 2004, UO2; n=2000).

*Size structure by sex and depth interval of *Raja clavata* (data GRUND and MEDITS from 1985 to 2004, UO2; n=2000).*

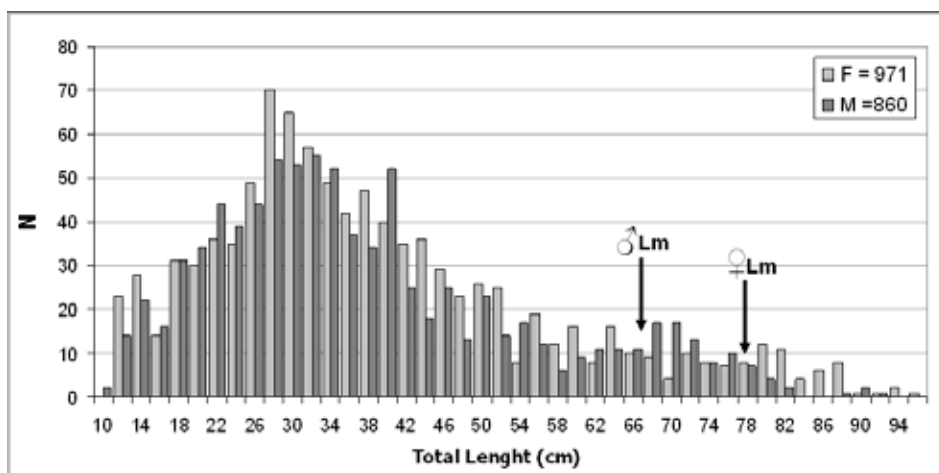


Fig. 68 - Distribuzione di taglia per sesso per *Raja clavata* (dati GRUND e MEDITS dal 1985 al 2004, UO2). Le frecce indicano la lunghezza di prima maturità dei maschi (66 cm TL) e delle femmine (78 cm TL).

Size distribution by sex for Raja clavata (data GRUND and MEDITS from 1985 to 2004, UO2). The arrows indicate the size of first maturity in males (66 cm TL) and females (78 cm TL).

demografica, quindi per una stima approssimativa di Z è stata utilizzata la frequenza di lunghezza trasformata in curva di cattura (Fig. 69).

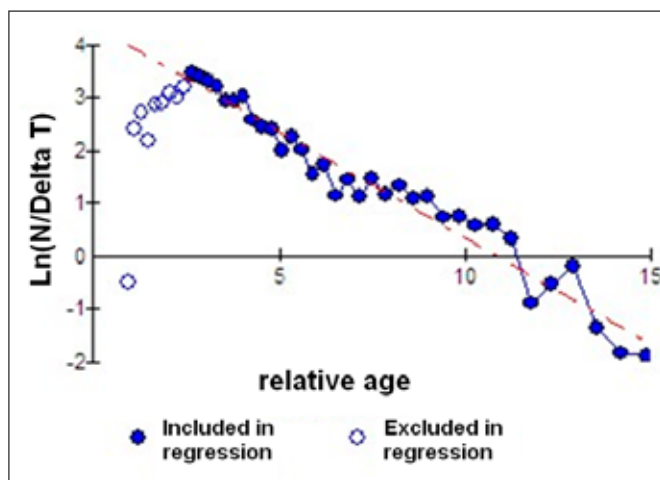


Fig. 69 - Output del programma Fisat (FAO) relativo alla stima di Z attraverso l'analisi della catch curve trasformata in taglie per *Raja clavata*.

Output of Fisat (FAO) related to the estimate of Z through the "length converted catch curve" for Raja clavata.

Diversi studi sull'accrescimento di questa specie hanno fornito i parametri di crescita mediante la lettura degli anelli annuali delle vertebre (Cannizzaro *et al.*, 1995) o l'analisi della frequenza di taglia (Auteri *et al.*, 1990). Nel Tirreno settentrionale i parametri delle relazioni fra lunghezza e peso ($W=a L^b$) e della taglia di prima maturità sono stati stimati separatamente per maschi e femmine (Barone, 2009). I parametri calcolati sono riassunti nella tabella seguente.

Several studies on growth of the species have furnished growth parameters through vertebrae age reading (Cannizzaro et al., 1995) or through the analysis of length frequencies (Auteri et al., 1990). In the northern Tyrrhenian Sea, the length weight relationship ($W=a L^b$) and the size at first maturity were estimated separately for males and females (Barone, 2009). The estimated parameters are summarized in the following table.

Tab. 7 - Parametri biologici di *Raja clavata*.
Biological parameters of Raja clavata.

	L_{∞}	K	t0	L/W		Z	M	F	Lm	Lc
F	126,5	0,098	-0.51	a=0.00119	b=3.380 (s.e.0.024)	0,4	0,156	0,2	78.3	11.0
M	116.7	0.106	-0.41	a=0.00190	b=3.249 (s.e.0.028)	0.4	0.169	0.2	66.3	11.0

Per una piccola porzione della GSA 9 l'analisi dei dati di biomassa è stata condotta utilizzando il pacchetto Brodgar 2.3.7 (www.brodgar.com) (Serena *et al.*, 2005). I dati di abbondanza e densità per ogni anno sono stati prima standardizzati con media=0 e deviazione standard=1. I singoli trend per ogni specie ottenuti dopo un *Loess smoothing* (Fig. 70) sono stati successivamente trattati con l'analisi multivariata MAFA per stimare eventuali trend comuni a diverse specie. La correlazione incrociata (correlazione canonica) tra le variabili e gli assi MAFA è stata stimata per valutare la significatività della relazione tra le variabili e gli assi stessi (Erzini *et al.*, 2005). L'intervallo di confidenza dell'autocorrelazione è stato ottenuto da $\pm 2/\sqrt{n}$, dove n è la lunghezza della serie storica (Diggle, 1990). Il primo asse MAFA mostra inoltre una correlazione positiva sia con i dati di abbondanza che con quelli di densità e

An analysis of the abundance of R. clavata was performed for a fraction of GSA9 utilizing the Brodgar 2.3.7 package (www.brodgar.com) (Serena et al., 2005). Abundance and biomass of several species, including R. clavata were previously standardized with mean=0 and standard deviation=1. The trends derived for each species after a Loess smoothing (Fig. 70) were successively analysed with the multivariate technique MAFA searching for common trends among species. A cross-correlation (canonical correlation) among variables and MAFA axes has been performed aiming at the assessment of the statistical significance of the relationship between variables and axes (Erzini et al., 2005). The confidence interval of the autocorrelation was obtained from $\pm 2/\sqrt{n}$, where n is the size of the historical series (Diggle, 1990). The first MAFA axis also shows a positive correlation with both biomass and density and hence, it can be

può essere quindi considerato il trend principale dei due indici (Fig. 71).

considered the main trend for the two indices (Fig. 71).

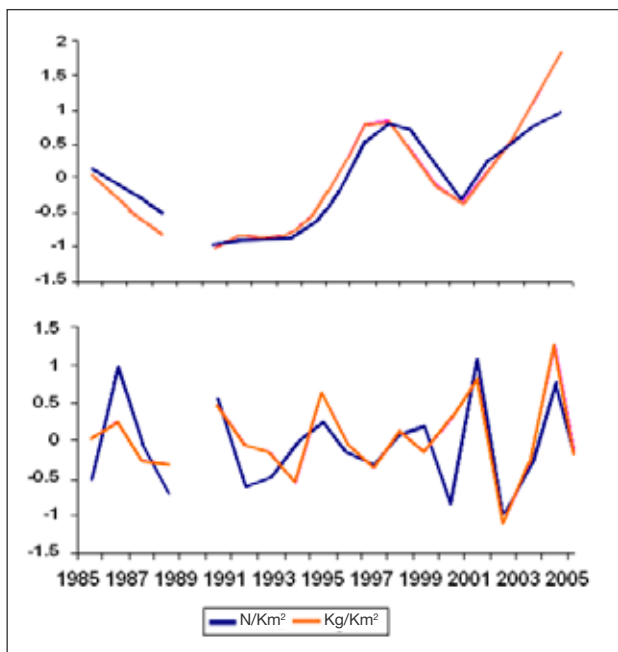


Fig. 70 - Andamento della serie storica e dei residui ottenuti da repeated Loess smoothing per *Raja clavata*.

*Evolution of the abundance and biomass estimates along time (top) and of the residuals (bottom) obtained with the "repeated Loess smoothing" for *Raja clavata*.*

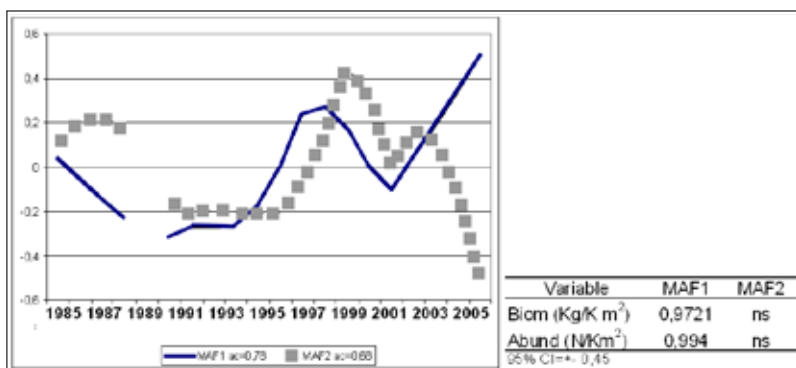


Fig. 71 - Primo e secondo asse della MAFA per *Raja clavata*. Anche la correlazione canonica tra le variabili e gli assi MAFA viene mostrata; ac=autocorrelazione degli assi MAFA con il time lag 1. CI=intervalllo di confidenza.

*First and second axis of MAFA for *Raja clavata*. The canonical correlation among variables and axes is shown; ac=autocorrelation of MAFA axes with a time lag 1. CI=confidence intervals.*

Raja miraletus

Per il Mediterraneo è disponibile una sola stima dei parametri di crescita per questa specie secondo il modello di Von Bertalanffy (Abdel-Aziz, 1992). Alcuni autori affermano che non è possibile modellizzare la relazione tra taglia e peso mediante l'utilizzo di una sola curva e propongono di spezzarla in due parti (Jardas, 1973). Altri studi (Auteri *et al.*, 1996) suggeriscono che un'unica funzione è in grado di descrivere in maniera soddisfacente (con un alto coefficiente di determinazione) questa relazione (Tab. 8).

For the Mediterranean sea there is only available one set of the Von Bertalanffy growth parameters (Abdel-Aziz, 1992). Some authors suggest that is almost impossible to modelize the relationship between size and weight for this species using a single set of parameters, and they suggest to furnish two by dividing the size range in two portions. (Jardas, 1973). Other studies (Auteri et al., 1996) suggest that a single equation is able to describe fairly well (with a high determination coefficient) such relationship (Tab. 8).

Tab. 8 - Parametri biologici di *Raja miraletus*.
Biological parameters of Raja miraletus.

	L_{∞}	K	t0	L/W	
F	91.9	0.17	- 0.25	a=0.00247	b=3.048
M	87.9	0.19	- 0.50	a=0.00396	b=3.193

Informazioni disponibili sulla struttura di taglia della cattura provengono dall'area dell'UO2 (Arcipelago Toscano, fonte GRUND). Nelle catture compaiono individui delle classi d'età 1+, 2+ e 3+ (Fig. 72). La specie ha mostrato maggiore densità nelle aree caratterizzate da un'ampia estensione della piattaforma, in particolare nelle zone delle isole (Arcipelago Toscano, Corsica, Sardegna e Sicilia), con un massimo di 9.6 Kg/Km² in Sicilia.

Anche in questo caso i trend degli indici di biomassa e di densità sembrano simili e mostrano un forte decremento a partire dal 1992 ed un successivo incremento negli anni successivi. Dopo un picco nel 1998 l'andamento mostra di nuovo una diminuzione (Fig. 73).

Il primo asse MAFA evidenzia una correlazione positiva solo con l'indice

Available information on the structure by size of the catch proceeds from the area of UO2, a fraction of GSA9 Tuscany Arcipelago, GRUND survey). Individuals of age classes 1+, 2+ and 3+ appear in the distributions (Fig. 72). The species is more abundant over the areas where the continental shelf is wider, in particular around the islands (Tuscany Arcipelago, Corsica, Sardinia and Sicily), with a maximum biomass index of 9.6 Kg/Km² in Sicily.

Also in this case the trends of biomass and density resulted similar and have shown since 1992 a noticeable negative behaviour followed by an increasing trend up to year 1998. After this year a new decreasing trend was observed (Fig. 73).

The first MAFA axis shows a positive correlation only with the biomass index while the second axis is more

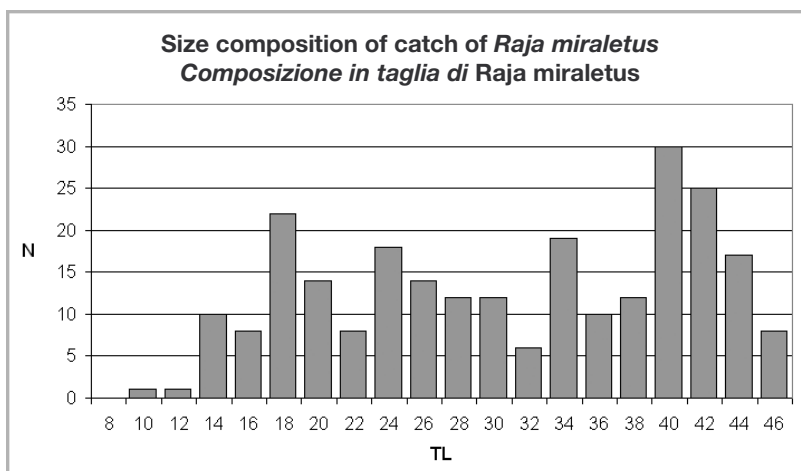


Fig. 72 - Composizione in taglia di *Raja miraletus* nelle catture delle campagne GRUND.
*Size composition of catch of *Raja miraletus* in the GRUND surveys.*

di biomassa, mentre il secondo asse rappresenta l'andamento dell'indice di abbondanza (Fig. 74). I due assi hanno un andamento opposto e questo può rappresentare una diversa struttura dello stock in periodi diversi. Tra il 1992 e il 1997 sembrano prevalere individui di grosse dimensioni all'interno dello stock, mentre nel periodo successivo (1997-2001) ad un massimo di abbondanza corrisponde esattamente un minimo nella biomassa, ad indicare la prevalenza di individui giovanili nella cattura.

representative of the changes in time of the abundance index (Fig. 74). The different behaviour of the two axes may suggest a different demographic structure of the stock in the two different analysed periods. While between 1992 and 1997 big sized individuals predominated in the stock, during the successive period (1997-2001) the years showing minimum biomass sizes coincide with the higher values in abundance, suggesting a huge number of individuals but of small individual weight.

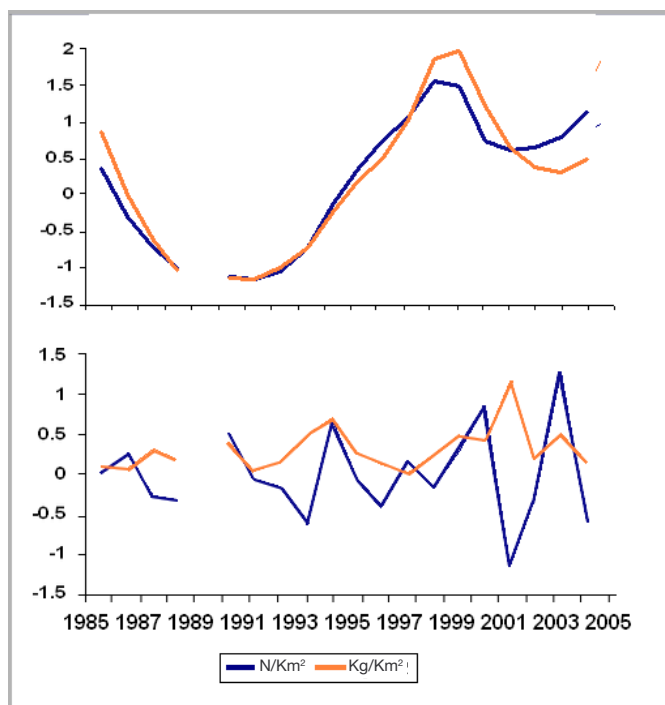


Fig. 73 - Andamento della serie storica e dei residui ottenuti da “repeated Loess smoothing” per *Raja miraletus*.

Evolution of the abundance and biomass estimates along time (top) and of the residuals (bottom) obtained with the “repeated Loess smoothing” for *Raja miraletus*.

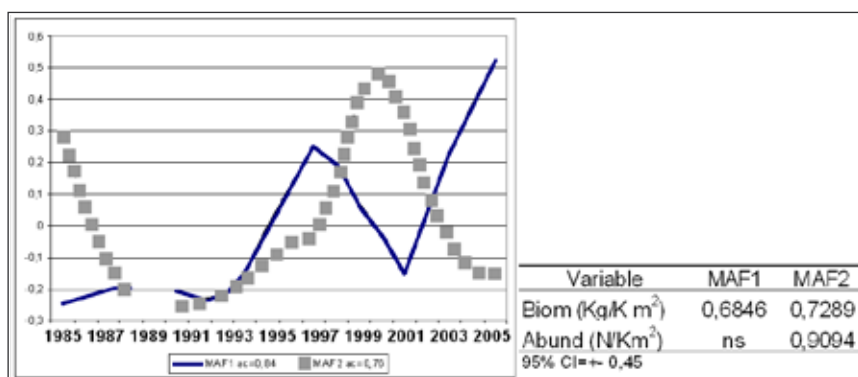


Fig. 74 - Primo e secondo asse della MAFA per *Raja miraletus*. Anche la correlazione canonica tra le variabili e gli assi MAFA viene mostrata; ac=autocorrelazione degli assi MAFA con il time lag 1. CI=intervalllo di confidenza.

First and second axis of MAFA for *Raja miraletus*. Also the canonical correlation among variables and axes is shown; ac=autocorrelation of MAFA axes with a time lag 1. CI=confidence intervals.

Raja asterias

Le catture di questa specie, sia nel GRUND che nel MEDITS, non sono mai abbondanti ma comunque sempre riferibili ad un'area costiera, tra 9 e 190 m di profondità, specialmente concentrate tra 100-150 m su fondali fangosi e sabbiosi. Il range di taglia, soprattutto nell'area di indagine della UO2, è di 11-68 cm di lunghezza totale. I giovani, subito dopo la nascita, si muovono rapidamente in acque costiere basse (5-7 m) e ritornano progressivamente in acque più profonde durante la loro crescita (Catalano *et al.*, 2003).

Nel Tirreno settentrionale i parametri delle relazioni fra lunghezza e peso ($W=a L^b$), la taglia di prima maturità e i parametri di crescita sono stati stimati separatamente per maschi e femmine (Bono *et al.*, 2005; Barone *et al.*, 2007) (Tab. 9).

In both MEDITS and GRUND surveys, this species is mainly caught not far from the coast at depths between 10 and 190m but concentrated at depths between 100 and 150 m on sandy-muddy bottoms. The observed size range was 11-68 cm of TL. Juveniles, just after hatching, move towards coastal waters (5-7 m depth) and progressively spread towards deeper waters as they grow (Catalano et al., 2003).

In the northern Tyrrhenian Sea, the length weight relationship ($W=a L^b$), the size at first maturity and the growth parameters were estimated separately for males and females (Bono et al., 2005; Barone et al., 2007) (Tab. 9).

Tab. 9 - Parametri biologici di *Raja asterias*.
Biological parameters of Raja asterias.

	L_{∞}	K	t0	L/W		M	F	Lm
F	67.45	0.454	-0.23	a=0.003	b=	0.72	0.15	56.1
M				a=0.007	b=	0.72	0.15	51.7

Durante le campagne di ricerca effettuate in ambito strettamente costiero, con un attrezzo a strascico con maglie al sacco di 3-4 mm di apertura (Auteri *et al.*, 1996; Abella *et al.*, 1997), le taglie piccole sono risultate dominanti, confermando che i giovani hanno un reclutamento costiero (Fig. 75).

L'andamento degli indici di biomassa e densità (dati GRUND e MEDITS insieme) è positivo con un picco nel 1997 seguito da un rapido decremento osservato fino al 2001, che continua anche fino al 2004 anche se più lentamente (Fig. 76). Il primo asse MAFA ottenuto dalla serie storica per questa

During trawl surveys performed strictly on the coastal area with a non selective bottom trawl gear with a 3-4 mm mesh size at the cod end (Auteri et al., 1996; Abella et al., 1997), the number of small sized individuals were predominant. This fact confirms the previous perception of a coastal recruitment of the species (Fig. 75).

The biomass and abundance indices (for both GRUND and MEDITS data) show an increasing trend with a peak in 1997, followed by a fast decrease up to 2001. The decrease continues, even though with a minor rate up to 2004 (Fig. 76). The first MAFA axis obtained

specie mostra un andamento fluttuante correlato positivamente con entrambi gli indici (Fig. 77).

in the analysis of the time series for this species shows a fluctuating behaviour, which is positively correlated with both biomass and density indices (Fig. 77).

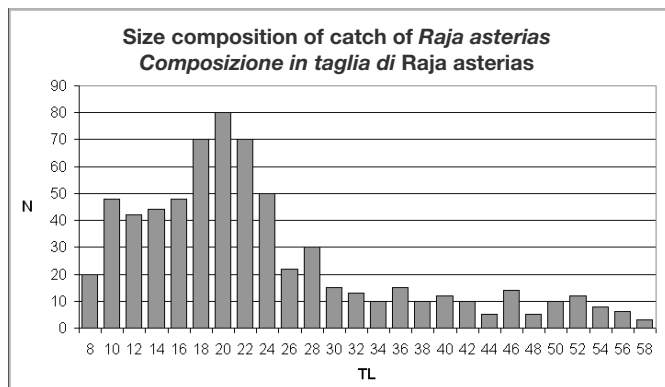


Fig. 75 - Campagne GRUND: composizione in taglia di *Raja asterias* nelle catture.
*GRUND survey: size composition of catch of *Raja asterias*.*

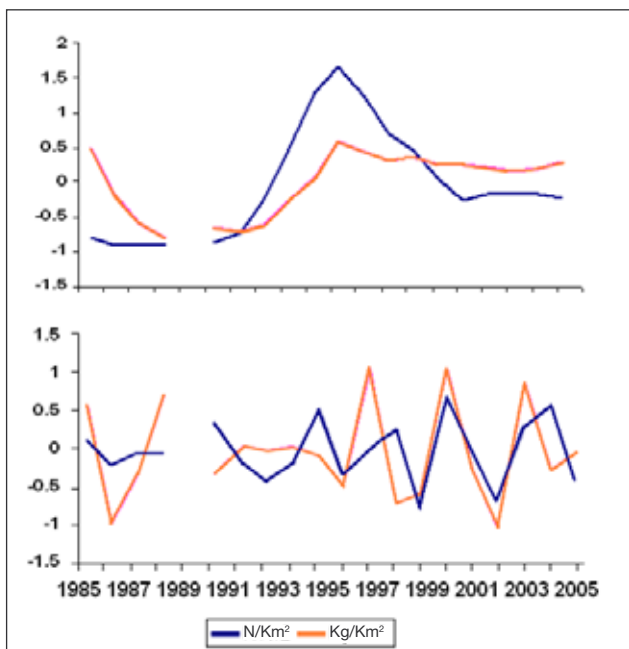


Fig. 76 - Andamento della serie storica e dei residui ottenuti da "repeated Loess smoothing" per *Raja asterias*.

*Evolution of the abundance and biomass estimates along time (top) and of the residuals (bottom) obtained with the "repeated Loess smoothing" for *Raja asterias*.*

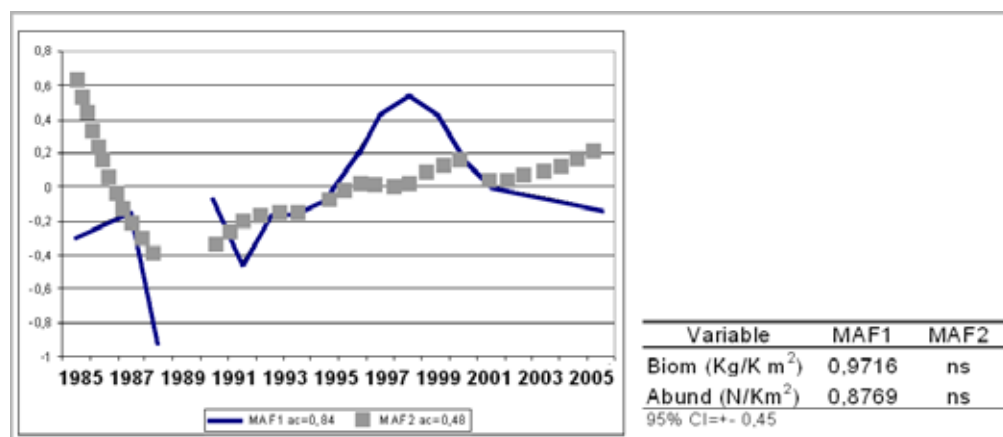


Fig. 77 - Primo e secondo asse della MAFA per *Raja asterias*. Anche la correlazione canonica tra le variabili e gli assi MAFA viene mostrata; ac=autocorrelazione degli assi MAFA con il time lag 1. CI=intervallo di confidenza.

First and second axis of MAFA for Raja asterias. Also the canonical correlation among variables and axes is shown; ac=autocorrelation of MAFA axes with a time lag 1. CI=confidence intervals.

Analisi demografica di *Raja asterias* mediante una “life history table”

In questo paragrafo è presentato un esempio di applicazione del modello demografico a *Raja asterias*. L'aspettativa di vita della specie è stimata essere 10 anni e il rapporto tra i sessi si assume sia di 1:1. I parametri di crescita e la maturità sono quelli indicate nel precedente paragrafo. Secondo la bibliografia, le femmine rilasciano da 34 a 112 capsule ovigere a seconda della taglia. Non essendo disponibili altri modelli, la relazione tra età e fecondità è stata considerata lineare in modo da definire il numero medio di capsule per età (Fig. 78). L'età di prima maturità è stata considerata di 4 anni ed il tasso di mortalità naturale è stato stimato essere 0.72 secondo il metodo di Jensen (1996) secondo cui $M=1.60K$, derivato dalla ben nota equazione di Pauly (1980).

Demographic analysis of *Raja asterias* through a life history table

The demographic approach is here applied to Raja asterias. Life span was estimated in 10 years, a sex ratio 1:1 was assumed. The growth and maturity parameters are those listed ion the previous paragraph. According to literature, from 34 to 112 egg capsules are laid every year by each female, depending on age. Due to the lack of any available alternative model, it was assumed a linear relationship between age and fecundity, and a variable and increasing mean number or eggs by age was defined (Fig. 78). The age of maturity was set at 4 years and the natural mortality was estimated to be of 0.72 using the equation of Jensen (1996) $M=1.60K$ derived from the well known Pauly's (1980) equation.

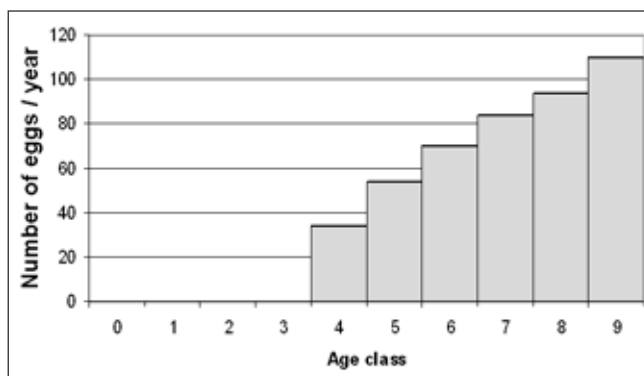


Fig. 78 - Fecondità per età di *Raja asterias*.
Fecundity at age for *Raja asterias*.

Il software qui utilizzato è un foglio Excel fai-da-te che ha consentito la stima di un “reference point” F_c basato sulla mortalità da pesca F . A questo tasso di mortalità, per una data età di prima cattura, il rimpiazzo dovrebbe essere garantito. Si possono costruire delle isolinee che mostrano come diverse combinazioni di F e t_c influiscano sulla probabilità di rimpiazzo della popolazione.

In questo esempio è stata costruita una life history table (Tab. 10) a partire e da un singolo individuo e da valori di fecondità divisi per due, considerando che la prole è prodotta solo dalle femmine. Questo è un modello per recluta che permette di testare la capacità della popolazione di rimpiazzare quella recluta. Le sei colonne della matrice consentono di calcolare r .

I sopravvissuti sono calcolati come segue (Fig. 79):

$$N_{t+1} = N_t \exp(-M_t)$$

In caso venga considerata anche la mortalità da pesca l'equazione è modificata:

$$N_{t+1} = N_t \exp(-(M_t + F_t))$$

The software utilized here is self-constructed. An Excel spreadsheet allows estimating a reference point F_c based on fishing mortality. At this rate, for a given size of first capture, replacement should be guaranteed. Isolines can be constructed showing how different combinations of F and t_c may produce similar results as regards the probability of replacement of the population.

A life history table (Tab. 10) was constructed using the values of fecundity at age divided by two considering that the offspring is only produced by females and the departure of computations is one individual because the model only tracks the female portion of the population. This is a “per-recruit analysis” that allows the checking of the possibility of the population to replace that single recruit. The six columns of the matrix allow calculating r .

Surviving individuals at age are calculated as (Fig. 79):

In the case fishing activity is included, the equation is modified:

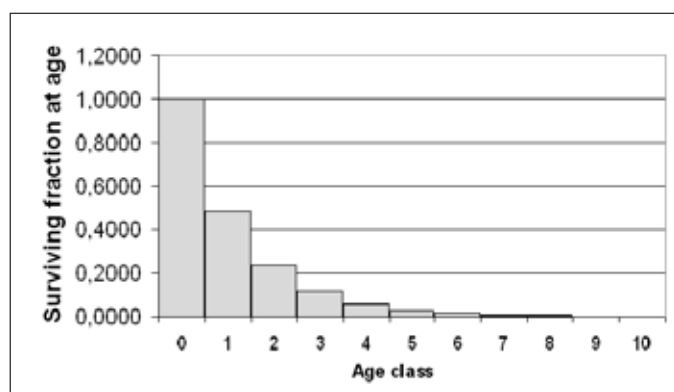


Fig. 79 - Percentuale di sopravvissuti per età di *Raja asterias*.
Surviving fractions by age for *Raja asterias*.

La taglia di prima cattura può essere modificata includendo o meno F nell'equazione a partire da una certa età.

È possibile definire il valore di F_c per un valore di sfruttamento corrente, stimando quale dovrebbe essere il valore di F che corrisponde ad una crescita della popolazione pari a zero. Inoltre, si possono costruire grafici di livello per mostrare i valori di r corrispondenti alle diverse combinazioni di t_c e F .

The size of first capture can be modified by including or not F in the equation up to a certain age.

It is possible to define the value of F_c for the current exploitation pattern by estimating which should be the value of F that correspond to a population growth rate of zero. Moreover, contour plots can be constructed for displaying the values of r corresponding to different combinations of t_c and F .

Tab. 10 - Life history table per *Raja asterias*.
Life history table for *Raja asterias*.

Age (t)	Proportion surviving(l_t)	Female pups (m_t)	Reproductive rate ($l_t m_t$)	$l_t m_t$	e^{-rt}	$l_{t+1} m_{t+1} e^{-rt}$
0	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
1	0,4868	0,0000	0,0000	0,0000	0,6849	0,0000
2	0,2369	0,0000	0,0000	0,0000	0,4691	0,0000
3	0,1153	15,0000	1,7299	5,1896	0,3213	0,5558
4	0,0561	21,0000	1,1788	4,7153	0,2201	0,2594
5	0,0273	27,0000	0,7377	3,6887	0,1507	0,1112
6	0,0133	33,0000	0,4389	2,6334	0,1032	0,0453
7	0,0065	39,0000	0,2525	1,7673	0,0707	0,0179
8	0,0032	45,0000	0,1418	1,1344	0,0484	0,0069
9	0,0015	51,0000	0,0782	0,7040	0,0332	0,0026
10	0,0007	57,0000	0,0426	0,4256	0,0227	0,0010

I parametric stimati dalla *life history table* sono: il tasso netto di riproduzione NRR; il tempo di generazione; il tasso intrinseco di incremento della popolazione r ed il tempo necessario alla popolazione per raddoppiare $t \times 2$ (Tab. 11).

The parameters estimated from the life history table were: the net reproductive rate NRR; the generation time; the intrinsic rate of population increase r and the time needed by the population to double itself $t \times 2$ (Tab. 11).

Tab. 11 - Parametric stimati dalla *life history table*.
Parameters estimated from the life history table

Tasso Netto di Riproduzione <i>Net Reproductive Rate</i>	$R0$	4,6
Tempo di generazione <i>Generation length</i>	G	4,4
Tempo necessario alla popolazione per raddoppiare <i>Time needed by the population to double itself</i>	$t \times 2$	1,8
Tasso intrinseco di incremento della popolazione <i>Intrinsic rate of population increase</i>	r	0,37

Al tasso corrente di sopravvivenza per età, alla popolazione dovrebbero essere necessari 1.8 anni per raddoppiare. La distribuzione per età rappresentata nella Fig. 80 Suggestisce che il 95% della popolazione è composta da individui immaturi, di meno di 4 anni di età.

Il grafico mostra che alla bassa età di prima cattura corrente, lo stock è capace di sopportare una pressione da pesca leggera, mentre basterebbe modificare di poco la taglia di prima cattura per far sì che la popolazione sia sfruttata in modo più sostenibile.

With the current surviving rate at age, 1.8 years should be necessary for the population to double its size. The stable age distribution represented in Fig. 80 suggests that 95% of the population is composed by immature individuals (age < 4 years).

The graph shows that at the extremely premature current age of first capture (1 year) the stock is able to only support a light fishing pressure, while shifting the age at first capture towards older ages, the population would be exploited in a more sustainable way.

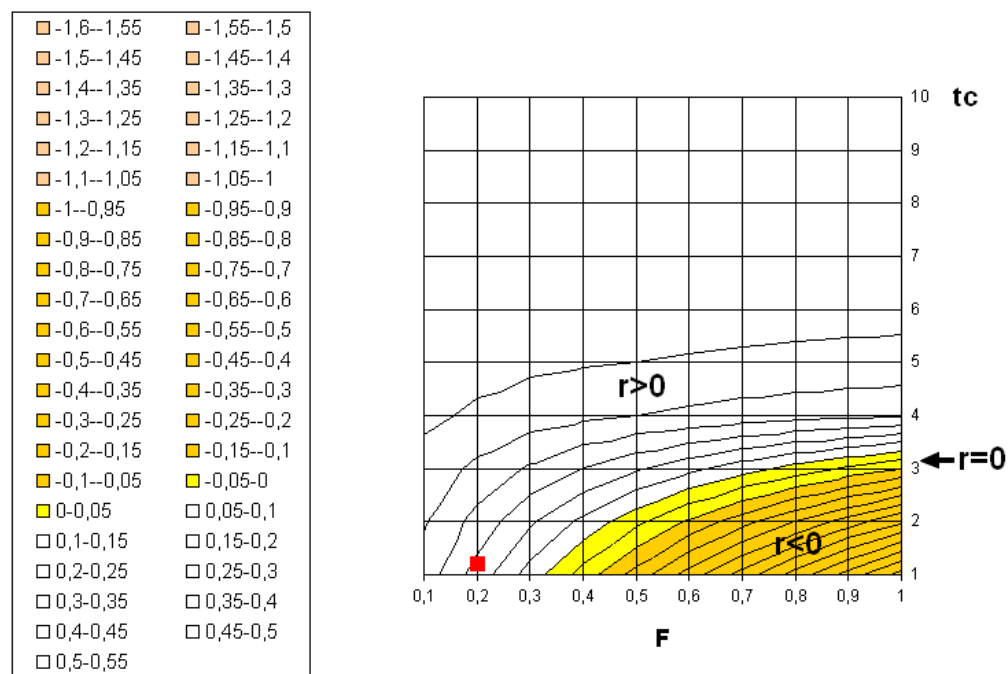


Fig. 80 - Isolinee del tasso intrinseco di crescita della popolazione r in funzione di F e di tc . Per valori di $r > 0$ la pesca è sostenibile. L'area bianca corrisponde ad una combinazione che garantisce il rinnovo, la linea gialla è la soglia oltre la quale l'auto rinnovo non è garantito.

Contour plot of intrinsic rate of population increase r as a function of F and tc . At $r > 0$ fishing is sustainable. White areas are safe combinations while orange ones do not guarantee self-renewal. The yellow area represents thresholds.

PARTE 5 - PROTOCOLLO DI LABORATORIO

PART 5 – LABORATORY PROTOCOL

Raccolta degli esemplari e registrazione dei parametri

Parameters and samples collection

CECILIA MANCUSI & MONICA BARONE

Al fine di acquisire il maggior numero di informazioni le più possibili omogenee, sia per l'analisi genetica, sia per quella morfologica, è stato predisposto un protocollo operativo. Tale protocollo ha lo scopo di indicare una metodologia comune da adottare nei vari gruppi di lavoro coinvolti nello studio di queste specie.

Attribuzione di un codice

Tutti i campioni devono essere identificati con un codice sintetico ed univoco. Ad esempio nel codice la prima cifra potrebbe avere il significato di numero progressivo, la seconda cifra identificare il progetto (G per campagna GRUND, M per campagna MEDITS, per altre campagne indicare il sito di studio sinteticamente ma per esteso), la terza cifra l'anno della campagna (numero progressivo per campagna GRUND, anno per campagna MEDITS), le cifre successive il punto di cala. Esempi: 1 G 03 C4 = esemplare n. 1 della campagna GRUND del 2003, cala C4; 1 M 02 95 = esemplare n. 1 della campagna MEDITS 2002, cala 95. Il codice risulta estremamente utile per "denominare" e quindi individuare in maniera sintetica, precisa ed efficace i campioni, in modo da poterne successivamente tabulare i dati riferendosi ad un codice "standardizzato".

Fotografie dell'esemplare

Per ogni esemplare devono esse-

In order to collect information in a standard way, a laboratory procedure is proposed for recording biological data. It would be advisable that all scientists involved in research on skates adopted this procedure.

Code assignment

The procedure begins with the assignment of a distinctive alpha-numeric code to each sample: first, a progressive number; second, the code of the project (G for GRUND; M for MEDITS; other letters for describing other projects); third, the year or the progressive number of the project; the last, the haul code. In practice: 1 G 03 C4 corresponds to the first sample of the C4 haul of GRUND project carried out in 2003; 1 M 02 95 corresponds to the first sample of the 95 haul of the MEDITS project in 2002. The code will be useful to name in synthetic and accurate way the sample and their photos, and successively to catalogue the related data.

Photo of the samples

Dorsal and ventral sides of the

re fatte due fotografie digitali ad alta risoluzione, della parte dorsale e di quella ventrale della razza con la coda “stirata” all’indietro e perfettamente in asse con il disco e le ali perfettamente distese sul piano (Fig. 81). Tutte le fotografie devono essere corredate di un’unità di misura e di un’etichetta recante scritto il codice assegnato all’esemplare.

La foto della razza deve essere scattata perpendicolarmente al piano dell’esemplare, e la fotocamera deve essere posta ad una distanza tale che ogni esemplare occupi pressappoco la stessa area nel campo del mirino, in modo da ridurre la distorsione. Successivamente, il file dell’immagine digitale sarà editato in modo da poter digitalizzare i landmarks sulle fotografie del lato dorsale e ventrale.

sample should be photographed at high resolution in a standard view, using a uniform colour base, placing a piece of metric paper in the same plane and the sample code well visible. The operator should be positioned perpendicularly to the plane of the sample, the digital camera have to be placed so that each specimen occupied approximately the same area in the viewing field, in order to minimize distortion (Fig. 81).

Successively, the digital image files will be edited and landmarks on dorsal and ventral side images will be digitalized.



Fig. 81 - Fotografie del lato dorsale e ventrale (Arpat).

Photos of dorsal and ventral sides (Arpat).

Analisi di laboratorio I: registrazione dei parametri di base

In laboratorio si procederà comunque con l’analisi del campione per il rilevamento e la registrazione di alcuni parametri fondamentali, misurati con precisione al mezzo centimetro inferiore e pesati al decimo di grammo, da riportare in un apposito foglio di lavoro sul tipo della Tab. 12.

Laboratory procedure I: basic parameters registration

In laboratory, specimens are weighed to the nearest gram and measured to the nearest half centimetre. The following measures are recorded (Tab. 12).

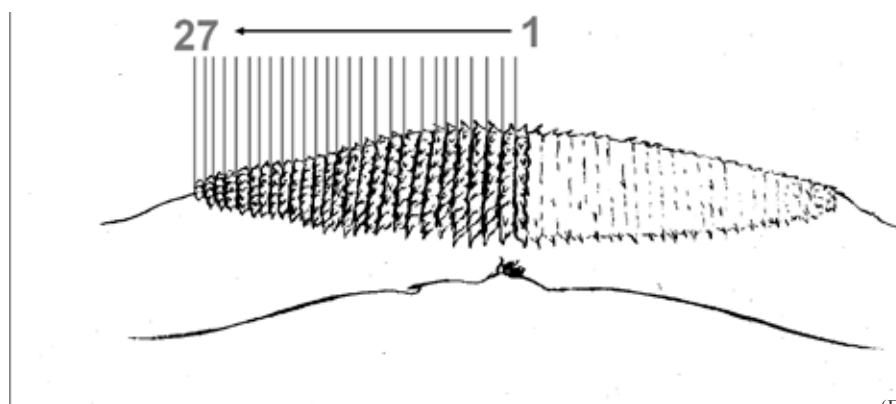
Tab. 12 - Parametri di base (vedi Parte 2 – Fig. 5).

Basic parameters registration (see Part 2 – Fig. 5).

Measure	Code	Description
Lunghezza totale <i>Total Length</i>	TL	Dall'estremità del rostro alla punta della coda <i>From the tip of the rostrum to the tip of the tail</i>
Lunghezza all'inserzione della prima pinna dorsale <i>Length at the first dorsal fin</i>	LFD	Dall'estremità del rostro all'inserzione della prima pinna dorsale <i>From the tip of the rostrum to the insertion of the first dorsal fin</i>
Lunghezza del disco <i>Disc Length</i>	DL	Dall'estremità del rostro alla linea che unisce i margini posteriori delle pinne pettorali <i>From the tip of the rostrum to the line that joins the outermost margins of the pectoral fins</i>
Larghezza del disco <i>Disc Width</i>	DW	La larghezza massima tra le estremità delle pinne pettorali <i>The greatest width between the lateral angles of pectoral fins</i>
Lunghezza degli pterigopodi <i>Clasper length</i>	CL	Dall'ascella alla punta degli pterigopodi <i>From the insertion to the tip of the clasper</i>
Peso totale dell'esemplare <i>Total body weight</i>	TW	
Sesso <i>Sex</i>	F/M	

Il conteggio delle spine e dei denti
va effettuato secondo le Fig. 82 e 83.

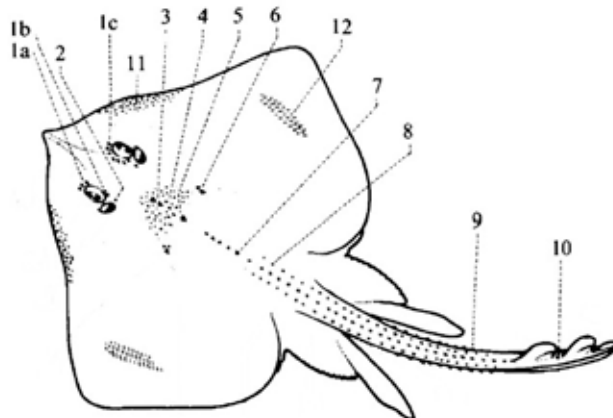
*Moreover teeth and spines are counted
as showed in Fig. 82 and 83.*



(F. Serena)

Fig. 82 - Come eseguire il conteggio delle file di denti sulla mascella superiore.

How to count the rows of teeth on the upper jaw.



(Stehmann & Bürkel, 1984)

- | | |
|--|--|
| 1a. pre-orbitali/pre-orbital | 6. scapolari/scapular |
| 1b. post-orbitali/post-orbital | 7. linea mediana/median row |
| 1c. orbitali/orbital ring | 8. linea parallela/parallel row |
| 2. interscapolari/interspiracular | 9. linea laterale/lateral row |
| 3. nucali/nuchal | 10. interdorsali/interdorsal |
| 4. triangolo nucale-scapolare/nuchal-scapular triangle | 11. fila delle spine malarie/malar spine row |
| 5. sovrascapolari/suprascapular | 12. fila delle spine alari/alar spines row |

Fig. 83 - Termini tecnici riferiti alle spine sul lato dorsale.

*Technical terms of spines on dorsal side.***prossimale/anterior****distale/posterior**

(M. Barone)

Fig. 84 - Indicazione di misura della ghiandola nidamentale.

Measures of the oviducal gland.

Analisi di laboratorio II: prelievo e conservazione

In questa seconda fase si procederà con l'apertura della cavità addominale della razza per la registrazione dei seguenti parametri biologici, da misurare, secondo le specifiche, al decimo di grammo (0,1 g) o al millimetro inferiore utilizzando un calibro con orologio:

- peso del fegato
- peso dello stomaco
- peso delle gonadi femminili
- larghezza massima ghiandola dell'ovidotto (calibro) (Fig. 84)
- misure della capsula ovarica (Fig. 85)
- attribuzione dello stadio di maturità sessuale (Parte 3 - Tab. 2) con particolare riferimento alla presenza e al numero delle eventuali capsule ovariche
- peso eviscerato dell'esemplare

Sarà inoltre importante conservare i seguenti campioni in alcool all'80%:

- stomaco
- eventuali capsule ovariche
- porzione di colonna vertebrale a livello della cavità addominale (si può conservare anche congelata)

Misure delle capsule ovariche

Sempre con l'impiego di una camera digitale è importante fare una fotografia delle eventuali capsule ovariche presenti. Sulla base delle indicazioni del disegno nella Fig. 85 si possono raccogliere (con l'aiuto di un calibro e al millimetro inferiore) alcune misure.

Laboratory procedure II: sampling and storage

Specimens are then sexed and dissected to investigate their reproduction and other aspect of their biology. The protocol includes recordings parameters to the nearest 0.1 g and to the nearest millimetre using a gauge caliper:

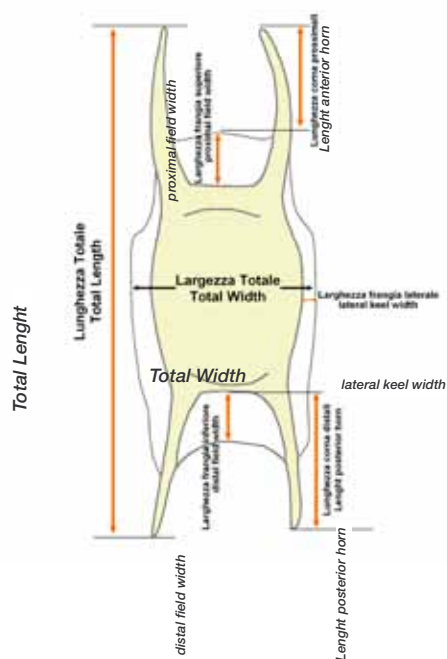
- *liver weight*
- *stomach weight*
- *female gonad weight*
- *the greatest width of the oviductal gland (by calipter) (Fig. 84)*
- *Measures of the egg capsule (Fig. 85)*
- *assignment of maturity stage (Part 3 - Tab. 2) with reference to the presence and number of egg cases*
- *total ungutted body weight*

The laboratory procedure can include the conservation in ethanol (80%) of:

- *stomach*
- *egg capsules*
- *abdominal part of the vertebral columns (can be freezed)*

Egg capsule measurements

Egg capsules should be photographed and measured to the nearest millimetre as showed in Fig. 85.



(M. Barone)

lunghezza totale (con le corna) / *total length (with horns)*

larghezza (nel punto più largo) / *the greatest width*

lunghezza corno (separatamente la prossimale e la distale) / *proximal and distal horns lengths*

larghezza massima delle frange laterali, superiori e inferiori / *greatest width of the lateral keel, proximal and distal fields*

peso / *weight*

Fig. 85 - Misure da prelevare sulla capsula ovarica.

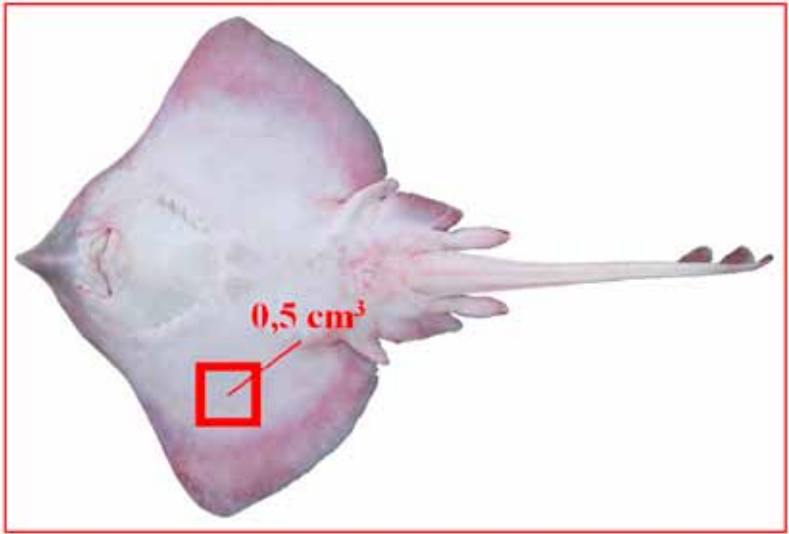
Measures of the egg capsule.

Prelievo del tessuto per analisi molecolari

Per le analisi molecolari è necessaria una piccola quantità di tessuto muscolare (circa 0.5 cm³) che può essere prelevato dalla superficie ventrale delle pinne pettorali (Fig. 86). In alternativa, può essere utilizzata anche una piccola porzione del margine delle pinne pelviche o pettorali. Il tessuto va conservato in etanolo all'80% a 4 °C. Nel campionamento, particolare attenzione dovrà essere rivolta a non contaminare i campioni, pulendo accuratamente gli strumenti (con etanolo all'80%) dopo il campionamento di ogni singolo individuo.

Tissue sampling for genetic analysis

Genetic analysis requires small tissue samples, about 0.5 cm³, that can be withdrawn from the ventral side of the pectoral fins or from the margin of the pectoral or pelvic fins (Fig. 86). The sample of tissue should be preserved in ethanol 80% 4 °C. Particular attention should be paid to avoid the contamination between different samples washing the instruments in ethanol 80% after each withdrawal.



(C. Mancusi)

Fig. 86 - Punto di campionamento del tessuto per l'analisi molecolare.
Site of the skin sample for molecular analysis.

Compiler		DATE	
Code of specimen		LOCATION	
SPECIES		DEPTH (m)	
DATE		PROJECT	
MEASUREMENTS		SEX MATURITY	
TL		Clasper Length	
Disc Width		Gonad Weight	
Disc Length		Uteri + oviducal gland	
First Dorsal Length		Oviducal Gland Width Weight	
Total Weight		Egg capsules 1 2 3 4 5 6	
Liver Weight		Capsule Weight	
Stomach Weight		Capsule Total Length	
Ungutted Weight		Capsule Width	
DNA YES NO		Length posterior horn	
VERTEBRE Yes NO		Length anterior horn	
DENTI N° Upper jaw N° Lower jaw		Lateral keel width	
Description		Distal field width	
		Proximal field width	
		N SPINES Left Right	
		Median row	
		Interdorsal	
		Malar row	
		Alar row	
		Snout	
		Orbital ring	
		Pre-orbital	
		Post-orbital	
		Interspiracular	
		Nuchal	
		Scapular	
		Suprascapular	
		Parallel row	
		Lateral row	
		Photo Ventral side Dorsal side	

Fig. 87 - Scheda per la raccolta dati sulle razze.
Laboratory datasheet for skates.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

ESSENTIAL BIBLIOGRAPHY

- ABDEL-AZIZ S.H. (1992) - The use of vertebral ring of the brown ray *Raja miraletus* (Linnaeus, 1758) off Egyptian Mediterranean coast for estimation of age and growth. Ocean dep. Fac. Sci. Alex Univ. Egypt. *Cybiurn*, **2**: 121-132.
- ABELLA A., AUTERI R., BAINO R., LAZZERETTI A., RIGHINI P., SERENA F., SILVESTRI R., VOLIANI A., ZUCCHI A. (1997) - Reclutamento di forme giovanili nella fascia costiera toscana. *Biol. Mar. Mediterr.*, **4** (1): 172-181.
- ABELLA A., SERENA F. (2005) - Comparison of Elasmobranch Catches from Research Trawl Survey and Commercial Landings at Port of Viareggio, Italy, in the last decade. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, **35**: 345-356.
- ADAMS D.C., ROHLF F.J., SLICE D.E. (2004) - Geometric Morphometrics: Ten Years of Progress Following the "Revolution". *Ital. J. Zool.*, **71**: 5-16.
- ALBERCH P., GOULD S.J., OSTER G.F., WAKE D.B. (1979) - Size and shape in ontogeny and phylogeny. *Paleobiology*, **5**: 296-317.
- ALVERSON D.L., PEREIRA W.T. (1969) - Demersal fish explorations in the northeastern Pacific ocean. An evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. *J. Fish. Res. Board Can.*, **26**: 1985-2001.
- APPLEGATE S.P. (1967) - A survey of shark hard parts. In: P.W. Gilbert, R.F. Mathewson, D.P. Riall (eds), *Sharks, Skates & Rays*. Johnson Hopkins Press, Maryland: 37-67.
- ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., CARPENTIERI P., COLLOCA F. (2002) - Annotated checklist of the skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the Central Tyrrhenian Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 769-773.
- AU D.W., SMITH S.E. (1997) - A demographic method with population density compensation for estimating productivity and yield per recruit of the leopard shark (*Triakis semifasciata*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **54**: 415-420.
- AUTERI R., ABELLA A., BAINO R., LAZZERETTI A., RIGHINI P., SERENA F., SILVESTRI R., VOLIANI A., ZUCCHI A. (1996) - Valutazione delle risorse demersali dalla Foce del Magra All'Isola d'Elba Unità Operativa T2. Programma GRUND. Relazione Ministeriale per il triennio 1994-1996.
- AUTERI R., BAINO R., SERENA F. (1990) - Fisheries exploitation of *Raja clavata* off Tuscany. Presented at the 25th European Marine Biology Symposium. Ferrara, Italy (mimeo).
- BANARESCU P. (1969) - Cyclostomata si Chondrichthyes (Ciclostomi si Selacieni). *Fauna romania*. Editura Academiei socialiste romania, **12** (19): 1-106.
- BARONE M. (2009) - Life History of *Raja clavata* (Chondrichthyes, Rajiformes). Thesis submitted to the Faculty of Mathematics, Physics and Natural Science of the University of Pisa for the degree of Doctor of Philosophy (2007-2009).
- BARONE M., DE RANIERI S., FABIANI O., PIRONE A., SERENA F. (2007) - Gametogenesis and maturity stages scale of *Raja asterias* Delaroche, 1809 (Chondrichthyes, Rajidae) from the south Ligurian Sea. *Hydrobiologia*, **580**: 245-254.
- BARONE M., MANCUSI C., SERENA F. (2006) - Time series analysis and forecasting of landings of *Raja asterias* Delaroche, 1809 using an ARIMA model. *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (1): 206-209.
- BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPAKONSTANTINO C., RELINI G., SOUPLET A. (1997) - An international bottom trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS Program. ICES (International Council for Exploration of the Sea). CM 1997/Y: 03 16, Copenhagen.
- BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPAKONSTANTINO C., RELINI G., SOUPLET A. (2000) - Contribution on the distribution of elasmobranchs in the Mediterranean (from the Medits survey). *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (1): 385-399.

- BEVERTON R.J.H., HOLT S.J. (1966) - Manuals of methods for fish stock assessment. Part 2. Tables of yield functions. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (38) Rev.1: 67 pp.
- BINI G. (1967) - *Atlante dei pesci dei mari italiani. Leptocardi, Ciclostomi, Selaci*. Mondo Sommerso Ed., 1: 206 pp.
- BONAPARTE C.L. (1838) - *Nuovi Ann. Sci. Nat.*, **2**: 195-214.
- BONFIL R. (1994) - Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper N. 341*. Rome: 119 pp.
- BONFIL R., ABDALLAH M. (2004) - Field identification guide to the sharks and rays of the Red Sea and Gulf of Aden. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes*. Rome, FAO: 71 pp. + 12 colour plates.
- BONO L., DE RANIERI S., FABIANI O., LENZI C., MANCUSI C., SERENA F. (2005) - Studio dell'accrescimento di *Raja asterias* (Delaroche, 1809) (Chondrichthyes, Rajidae) attraverso l'analisi delle vertebre. *Biol. Mar. Mediterr.*, **12** (1): 470-474.
- BOOKSTEIN F.L. (1991) - *Morphometric Tools for landmark data: geometry and Biology*. New York: Cambridge University Press: 460 pp.
- BOR P.H.F. (1998) - Eikapsels van haaien en roggén. *Wetenschappelijke Mededeling K.N.N.V.*, **223**: 48 pp.
- BRANDER K. (1981) - Disappearance of common skate *Raia batis* from Irish Sea. *Nature*, **290**: 48-49.
- CAILLIET G.M., MARTIN L.K., KUSHER D., WOLF P., WELDEN B. (1983) - Techniques for enhancing vertebral bands in age estimation of California elasmobranchs. In: E. Prince, L. Pulos (eds), *Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, sharks*. National Oceanographic and Atmospheric Administration Technical Report. National Marine Fisheries Service, **8**: 157-165.
- CANNAS R., FOLLESA M.C., CABIDDU S., PORCU C., SALVADORI S., IGLÉSIAS S.P., DEIANA A.M., CAU A. (2010) - Molecular and morphological evidence of the occurrence of the Norwegian skate *Dipturus nidarosiensis* (Storm, 1881) in the Mediterranean Sea. *Mar. Biol. Res.*, **6** (4): 341-350.
- CANNAS R., PASOLINI P., MANCUSI C., FOLLESA M.C., CABIDDU S., HEMIDA F., SERENA F., TINTI F. (2008) - Distribution, molecular systematics and phylogeography of *Raja polystigma* and *Raja montagui* in the Mediterranean. *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (1): 188-191.
- CANDRIN S.X. (2000) - Advanced in morphometrics identification of fishery stocks. *Reviews in Fish and Fisheries*, **10**: 91-112.
- CANDRIN S.X. (2005) - Morphometric landmarks. In: Steven X., Cadrin K., Friedman D., Waldman J.R. (eds), *Stock identification methods. Application in Fisheries Science*. Elsevier Academic Press: 719 pp.
- CANNAVÒ G., ROMEO T., HEMIDA F., D'ANDREA F. (1999) - Note tassonomiche su alcune razze del Mediterraneo centrale. *Biol. Mar. Mediterr.*, **6** (1): 534-536.
- CANNIZZARO L., GAROFALO G., LEVI D., RIZZO P., GANCITANO S. (1995) - *Raja clavata* (Linneo, 1758) nel Canale di Sicilia: crescita, distribuzione e abbondanza. *Biol. Mar. Mediterr.*, **2** (2): 257-262.
- CARIANI A., THE CONSORTIUM OF THE ELASMOMED PROJECT (2010) - DNA barcoding of the Mediterranean chondrichthyans (ELASMOMED). 2nd European Consortium for the Barcoding of Life, 2-4 June 2010, Braga, Portugal.
- CAPAPÉ C., DESOUTTER M. (1980) - Nouvelle description de *Raja asterias* Delaroche 1809 (Pisces, Rajiformes). *Cybium*, **3** (11): 29-40.
- CATALANO B., MANCUSI C., CLÒ S., DALÙ M., SERENA F., VACCHI M. (2003) - Marcatura e rilascio di esemplari giovanili di razza stellata *Raja asterias* nelle acque toscane: risultati preliminari e prospettive di lavoro. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 789-791.
- CAVANGH R.D., GIBSON C. (2007) - *Overview of the Conservation Status of Cartilaginous Fishes (Chondrichthyans) in the Mediterranean Sea*. IUCN, Gland, Switzerland and Malaga, Spain: 42 pp.

- CHEVOLOT M., HOARAU G., RIJNSDORP A.D., STAM W.T., OLSEN J.L. (2006) - Phylogeography and population structure of thornback rays *Raja clavata* L., (Rajidae). *Molecular Ecology*, **15**: 3693-3705.
- CLARK R.S. (1922) - Rays and Skates (Rajidae). N. 1. Eggs-capsule and young. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, **12**: 577-643
- COMPAGNO L.J.V. (2001) - Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Bullhead, mackerel, and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). *FAO Species Catalogue for Fishery Purpose N. 1, Rome*, **2**: 269 pp.
- CORTES E. (2002) - Incorporating uncertainty into demographic modelling: application to shark populations and their conservation. *Cons. Biol.*, **16**: 1048-1062.
- CORTES E. (2007) - Chondrichthyan demographic modelling: an essay on its use, abuse and future. *Mar. Freshwater Res.*, **58**: 4-6.
- CUOCO C., MANCUSI C., SERENA F. (2005) - Studio delle abitudini alimentari di *Raja asterias* Delaroche 1809 (Chondrichthyes, Rajidae). *Biol. Mar. Mediterr.*, **12** (1): 504-508.
- DEMIRHAN S.A., ENGIN S., SEYHAN K., AKAMCA E. (2005) - Some biological aspects of Thornback Ray (*Raja clavata* L., 1758) in the Southeastern Black Sea. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, **5**: 75-83.
- DIGGLE P.J. (1990) - *Time series: a biostatistical introduction*. Oxford University Press, Oxford, UK: 229 pp.
- DULVY N.K., METCALFE J.D., GLANVILLE M.G., PAWSON M.G., REYNOLDS J.D. (2000) - Fishery stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. *Cons. Biol.*, **14** (1): 283-293.
- DULVY N.K., NOTOBARTOLO DI SCIARA G., SERENA F., TINTI F., UNGARO N., MANCUSI C. (2006) - *Dipturus batis*. In: 2008 IUCN Red List of Threatened Species. Available from: www.iucnredlist.org.
- DULVY N.K., REYNOLDS J.D. (2002) - Predicting Extinction Vulnerability in Skates. *Cons. Biol.*, **16** (2): 440-450.
- EC (2007) - *Status of rays populations in the Mediterranean Sea and advice for sustainable exploitation of the stocks*. DG Fisheries and Maritime Affairs. FISH/2004/03-41.
- ELLIS J.R., CLARKE M.W., CORTÉS E., HEESEEN H.J.L., APOSTOLAKI P., CARLSON J.K., KULKA D.W. (2008) - Management of elasmobranch fisheries in the North Atlantic. In: A. Payne, J. Cotter, T. Potter (eds), *Advanced in Fisheries Science. 50 years on from Beverton and Holt*. Centre for the Environment, Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS), Lowestoft, Suffolk. Blackwell Publishing: 568 pp.
- ELLIS J.R., PAWSON M.G., SHACKLEY S.E. (1996) - The comparative feeding ecology of six species of shark and four species of ray (Elasmobranchii) in the North-East Atlantic. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, **76**: 89-106.
- ELLIS J.R., SHACKLEY S.E. (1995) - Observations on egg laying in the thornback ray, *Raja clavata*. *J. Fish Biol.*, **46**: 903-904.
- ERZINI K., INEJIH C.A.O., STOBBERUP K.A. (2005) - An application of two techniques for the analysis of short, multivariate non-stationary time-series of Mauritanian trawl survey data. *ICES J. Mar. Sci.*, **62** (3): 353-359.
- FAHY E. (1991) - The south eastern ray *Raja* spp. Fishery, with observations on the growth of rays in the Irish waters and their commercial grading. *Irish Fisheries Investigations Series B*, **37**.
- FISHER W., SCHNEIDER M., BAUCHOT M.L. (1987) - Méditerranée et Mer Noire. *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche*, **2**: 1529 pp.
- FLORIO G., CONSOLI P., PERDICHIZZI F., RINELLI P., GRECO S. (2002) - Annotated checklist of the skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the South Tyrrhenian Sea from Cape Suvero (Calabria) to Cape S. Vito (Sicily). *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 824-827.
- FOLLESA M.C., ADDIS P., MURENU M., SABA R., SABATINI A. (2002) - Annotated checklist of the skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the Sardinian Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 828-833.

- FOX W.W. Jr. (1970) - An exponential surplus-yield model for optimising exploited fish populations. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **99**: 80-88.
- FRISK M.G. (2004) - *Biology, Life history and conservation of elasmobranchs with emphasis on western Atlantic skates*. Thesis submitted to the Center for Environmental Science, University of Maryland.
- FRISK G.M., MILLER J.T., FOGARTY M.J. (2001) - Estimation and analysis of biological parameters in elasmobranch fishes: a comparative life history study. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **58**: 969-981.
- FRISK G.M., MILLER J.T., FOGARTY M.J. (2002) - The population dynamics of the little skate *Leucoraja erinacea*, winter skate *Leucoraja ocellata*, and barndoor skate, *Dipturus laevis*: predicting exploitation limits using matrix analyses. *ICES J. Mar. Sci.*, **59** (3): 576-586.
- FRÖESE R., PAULY D. (EDS) (2006) - FishBase. World Wide web electronic publication. Available from www.fishbase.org.
- GAROFALO G., GRISTINA M., FIORENTINO F., CIGALA FULGOSI F., NORRITO G., SINACORI G. (2004) - Distribution pattern of rays (Pisces, Rajidae) in the Strait of Sicily in relation to fishing pressure. *Hydrobiologia*, **503**: 245-250.
- GIBSON C., VALENTI S.V., FORDHAM S.V., FOWLER S.L. (2008) - *The Conservation of Northeast Atlantic Chondrichthyan*s. Report of the IUCN Shark Specialist Group Northeast Atlantic Red List Workshop: 76 pp.
- GOODYEAR C.P. (1977) - Assessing the impact of power plant mortality on the compensatory reserve of fish populations. In W. Van Winkle (ed), *Proceedings of the conference on assessing the effects of power plant induced mortality on fish populations*. Pergamon Press, N.Y.: 186-195.
- GOODYEAR C.P. (1980) - Compensation in fish populations. In: C.H. Hocutt, J.R. Stauffer Jr. (eds), *Biological monitoring of fish*. Lexington Books, D.C. Heath and Co., Lexington, M.A.: 253-280.
- GOODYEAR C.P. (1989) - *Spawning stock biomass per recruit: the biological basis for a fisheries management tool*. ICCAT Working Document SCRS/89/82: 10 pp.
- GOODYEAR C.P. (1993) - Spawning stock biomass per recruit in fisheries management: foundation and current use. In: S.J. Smith, J.J. Hunt, D. Rivard (eds), *Risk evaluation and biological reference points for fisheries management*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, **120**: 67-81.
- GULLAND J.A., BOEREMA L.K. (1973) - Scientific advice on catch levels. *Fish. Bull. (U.S.)*, **71**: 325-335.
- HADDON M. (2001) - *Modelling and quantitative methods in fisheries*. Chapman & Hall CRC: 406 pp.
- HAMLETT W.C. (ED) (2005) - *Reproductive biology and phylogeny of Chondrichthyes. Sharks, Batoids and Chimaeras*. Reproductive biology and phylogeny, 3: 562 pp.
- HAMLETT W.C. (ED) (1999) - *Sharks, Skates and Rays. The biology of elasmobranch fishes*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London: 515 pp.
- HAYES D.B. (2000) - A biological reference point based on the Leslie matrix. *Fish. Bull.*, **98**: 75-85.
- HEMIDA F., MOUMENE F., GIORDANO D. (2000) - Distribution of some ray species from the Algerian basin. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (1): 412-416.
- HILBORN R. (1979) - Comparison of fisheries control systems that utilize catch and effort data. *J. Fish. Res. Board Can.*, **33**: 1477-1489.
- HOENIG J.M., GRUBER S.H. (1990) - Life history patterns in the elasmobranchs: implication for fisheries management. In: H.L. Pratt, S.H. Gruber, T. Taniuchi (eds), *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 90: 1-16.
- HOGGARTH D., ABEYASEKERA S., ARTHUR R., BEDDINGTON J., BURN R., HALLS A., KIRKWOOD G., MCALLISTER M., MEDLEY P., MEES C., PARKES G., PILLING G., WAKEFORD R., WELCOMME R. (2006) - Stock Assessment for Fishery Manage-

- ment. A framework guide to the stock assessment tools of the Fisheries Management Science Programme. *FAO Fish. Tech. Paper*, **487**: 261 pp.
- HOLDEN M.J. (1972) - The growth rate of *Raja brachyura*, *R. clavata* and *R. montagui* as determined from tagging data. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, **34** (2): 161-168.
- HOLDEN M.J. (1975) - The fecundity of *Raja clavata* in British waters. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, **36** (2): 110-118.
- HOLDEN M.J., RAITT D.F.S. (1974) - Manual of fisheries science. Part 2 - Methods of resource investigation and their applications. *FAO Fish. Tech. Pap. N. 115, Rev. 1*.
- HOLDEN M.J., ROUT D.W., HUMPHREYS C.N. (1971) - The rate of egg laying by three species of ray. *ICES J. Con.*, **33**: 335-339.
- HOLDEN M.J., TUCKER R.N. (1974) - The food of *Raja clavata* Linnaeus 1758, *Raja montagui* Fowler 1910, *Raja naevus* Muller and Henle 1841 and *Raja brachyura* Lafont 187 in British waters. *J. Cons. int. Explor. Mer.*, **35** (2): 189-193.
- HUNTER E., BUCKLEY A.A., STEWART C., METCALF J.D. (2005) - Repeated seasonal migration by a thornback ray in the southern North Sea. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, **85**: 1199-1200.
- HUREAU J.C., MONOD Th. (EDS) (1979) - *Check-list of the fishes of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean*. Clofnam I, II UNESCO, Paris.
- ICES (1984) - Report of the Working Group on methods of fish stock assessment. *Co-operative Res. Rep.*, **127**: 67-134.
- ICES (1985) - Report of the Working Group on methods of fish stock assessment. *Co-operative Res. Rep.*, **133**: 1-56.
- IFREMER-IRD (CO-ED) - *Manual of fish sclerochronology*. Brest, France: 463 pp.
- JARDAS I. (1973) - A contribution to our knowledge of the biology and ecology of Thornback Ray (*Raja clavata* L.) and Brown Ray (*Raja miraletus* L.) in the Adriatic. *Acta Adriatica*, **15** (3): 42 pp.
- KABASAKAL H. (2002) - Elasmobranch species of the seas of Turchey. *Ann. Ser. Hist. Nat.*, **12** (1): 15-22.
- KAJURA S.M., SEBASTIAN A.P., TRICAS T.C. (2000) - Dermal bite wounds as indicators of reproductive seasonality and behaviour in the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina*. *Environmental Biology of Fishes*, **58** (1): 23-31.
- KENDALL D. (1977) - The diffusion of shape. *Advanced in Applied Probability*, **9**: 428-430.
- KREBS C.J. (1985) - *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper & Row: 800 pp.
- LA MARCA M.J. (1966) - A simple technique for demonstrating calcified annuli in the vertebrae of large elasmobranchs. *Copeia*, **2**: 351-352.
- LANDA J., PINEIRO C. (2000) - Megrim (*Lepidorombus whiffiagonis*) growth in the North-Eastern Atlantic based on back-calculation of otolith rings. *ICES J. Mar. Sci.*, **57**: 1077-1090.
- LAST P., STEVENS J.D. (2009) - *Sharks and Rays of Australia*. 2nd ed. Harvard University Press: 644 pp.
- LO BIANCO S. (1909) - Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. *Mitth. Zool. Stat. Naples*, **19** (4).
- MACE P.M. (1994) - Relationships between common biological reference points used as threshold and targets of fisheries management strategies. *Can. J. Fish. Aquat. Sc.*, **51**: 110-122.
- MACE P.M., SISSENWINE M.P. (1993) - How much spawning per recruit is enough? In: S.J. Smith, J.J. Hunt, D. Revered (eds), *Risk Evaluation and Biological Reference Points for fisheries Management*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 120. National Research Council of Canada: 101-118.
- MALM A.W. (1877) - Goteborgs och Bohuslans fauna. *Ryggradsdjuren, Goteborg*: 609-610.
- MANCUSI C., ABELLA A., RIA M., BARONE M., SERENA F. (2006) - Time Series Analysis of Rays in the south Ligurian and north Tyrrhenian Sea with some notes on trends in landings of *Raja asterias* Delaroche, 1809. 8th Meeting of the Sub-Committee on Stock Assessment (SCSA) FAO, Rome, 11-14 September 2006.

- MANCUSI C., BARONE M., SERENA F. (2006) - Abbondanza e distribuzione delle razze nel tirreno settentrionale: indagini finalizzate al monitoraggio e alla conservazione degli stock ittici. Codice Armonico, Primo congresso di Scienze Naturali della Regione Toscana: 152-158.
- MARANO C.A., MANFRIN PICCINETTI G., PISOLINI P., TINTI F., UNGANO N. (2002) - Annotated checklist of the skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the Adriatic Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 856-862.
- MCCULLAGH P., NELDER J.A. (1989) - *Generalized Linear Models*. 2nd ed. Chapman & Hall, London.
- MEEKAN M.G., WELLINGTON G.M., HXE L. (1999) - El-Nino - southern oscillation events produce checks in the otoliths of coral reef fishes in Galapagos archipelago. *Bulletin of Marine Science*, **64** (Suppl. 2): 383-390.
- MOLLET H.F., CALLIET G.M. (2002) - Comparative population demography of elasmobranchs using life history tables, Leslie matrices and stage-based matrix models. *Mar. Fresh. Res.*, **53**: 503-526.
- MORATO T., SOLÀ E., GROS M.P., MENEZES G. (2003) - Diets of thornback ray (*Raja clavata*) and tope shark (*Galeorhinus galeus*) in the bottom longline fishery of the Azores, north-eastern Atlantic. *Fish. Bull.*, **101**: 590-602.
- MOULD B. (1997) - *The nomenclature and distribution of the recent Elasmobranchii*. © Briand Mould, 1997: 178 pp.
- MYERS R.A., BARROWMAN N.J. (1994) - Is fish recruitment related to spawner abundance? *Int. Council Explor. Sea*, C.M. 1994/G:37.
- MYERS R.A., ROSENBERG A.A., MACE P.M., BARROWMAN N., RESTREPO V.R. (1994) - In search of thresholds for recruitment overfishing. *ICES, J. Mar. Sci.*, **51**: 191-205.
- NEEDLE C.L. (2003) - *Survey-based assessments with SURBA*. Working Document to the ICES Working Group on Methods of Fish Stock Assessment, Copenhagen, 29 January to 5 February 2003.
- NELSON J.S. (1994) - *Fishes of the world*. John Wiley & Sons, Inc.: 600 pp.
- NORMAND S. (1999) - Tutorial in biostatistics. Meta-analysis: formulating, evaluating, combining and reporting. *Statist. Med.*, **18**: 321-359.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA G., BIANCHI I. (1998) - *Guida degli squali e delle razze del Mediterraneo*. Franco Muzzio Ed.: 388 pp.
- PADOA E. (1984) - *Manuale di anatomia comparata dei vertebrati*. Ed. Feltrinelli: 743 pp.
- PAULY D. (1980) - On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil. Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, **39**: 192-195.
- POWERS J.E., RESTREPO V.R. (1993) - Evaluation of stock assessment research for Gulf of Mexico king mackerel: benefits and costs to management. *N. Am. J. Fish. Manag.*, **13**: 15-26.
- QUINN T.J., DERISO R.B. (1999) - *Quantitative Fish Dynamics*. Oxford University Press., Oxford: 542 pp.
- RAFINESQUE C.S. (1810) - *Caratteri di alcuni nuovi generi e nuove specie de animali e piante della Sicilia, con varie osservazioni sopra I medesimi*: 16 + pls 1-20.
- RAGAZZINI C. (2005) - *Variabilità genetica e struttura di popolazione di Raja clavata in mediterraneo e nord-est atlantico*. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Bologna, sede di Ravenna, Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali.
- RAGONESE S., CIGALA FULGOSI F., BIANCHINI M.L., NORRITO G., SINACORI G. (2002) - Annotated checklist of the skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the Strait of Sicily (Central Mediterranean). *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 874-881.
- RELINI G., BIAGI F., SERENA F., BELLUSCIO A., SPEDICATO M.T., RINELLI P., FOLLESA M.C., PICCINETTI C., UNGARO N., SION L., LEVI D. (2000) - Selachians fished by otter trawl in the Italian Seas. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (1): 347-384.
- RELINI G., CARPENTIERI P., MURENU M. (2008) - Manuale di istruzioni Medits. *Medits Instruction Manual*. (Rev. 5). *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (Suppl. 2): 1-79.

- RELINI G., MANNINI A., PIANO T. (2002) - Annotated checklist of the skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the Northern Ligurian Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 882-885.
- REPORT OF THE SECOND ANNUAL NATIONAL STOCK ASSESSMENT WORKSHOP. NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-8.
- RESTREPO V.R., ROSENBERG A.A. (1994) - *Evaluating the performance of harvest control laws under uncertainty via simulation*. Int. Council Explor. Sea, Longterm Management Measures working Group, WD 18. Miami, Florida, USA.
- RICKER W.E. (1954) - Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Board Can.*, **11**: 559-623.
- RIDEWOOD W.G. (1921) - On the calcification of the vertebral centra in sharks and rays. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B, Biol. Sci.*, **210**: 311-407.
- RIZZO P., GANCITANO S., BADALUCCO C., ENAJJAR S., MANCUSI C., MOSTEIRO CABANELAS A., SAIDI B., SION L. (2005) - *Contribution to guidelines for Chondrichthyes fish age reading in the Mediterranean Sea (application to selected species)*. MedSud-Med Technical Documents. No.8. GCP/RER/ITA/MSM-TD-08, Mazara del Vallo: 28 pp.
- ROHLF F.J. (2006) - Morphometric Integrated Software (IMP). Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook <http://www.canisius.edu/~sheets/morphsoft.html>.
- ROHLF F.J., MARCUS L.F. (1993) - A revolution in morphometrics. *Trend in Ecology and Evolution*, **8**: 129-132.
- ROSENBERG A.A., RESTREPO V.R. (1993) - *The eloquent shrug: Expressing uncertainty and risk in stock assessments*. Int. Council Explor. Sea, C.M. 1993/D:12.
- ROSENBERG A.A., RESTREPO V.R. (1996) - Precautionary management Reference Points and management strategies. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 350/2.
- ROSENBERG A.A., SWARTZ S., DARCY G. (1993) - The scientific basis for definitions of overfishing in the United States. In: A.A. Rosenberg (ed), *Report of the Second Annual National Stock Assessment Workshop*. NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-8.
- RYLAND J.S., AJAYI T.O. (1984) - Growth and population dynamics of three *Raja* species (Batoidei) in Carmarthen Bay, British Isles. *ICES J. Con.*, **41**: 111-120.
- SCHAEFER M. (1954) - Some aspects of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. I-ATTTC/Bol. CIAT*, **1** (2): 27-56.
- SCHNUTE J. (1977) - Improved estimates from the Schaefer production model: theoretical considerations. *J. Fish. Res. Board Can.*, **34**: 583-603.
- SERENA F. (2005) - *Field identification guide to the sharks and rays of the Mediterranean and Black Sea*. FAO Species identification Guide for Fishery Purposes. Rome, FAO: 97 pp. + 11 colour plates+egg cases.
- SERENA F., BAINO R., RIGHINI P. (1988) - Geographical and depth distribution of Rays in Northern Tyrrhenian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **31** (2): 277 pp.
- SERENA F., BARONE M., MANCUSI C., ABELLA A.J. (2005) - *Reproductive biology, growth and feeding habits of Raja asterias Delaroche, 1809, from the north Tyrrhenian and Ligurian Sea (Italy), with some notes on trends in landings*. 2005 ICES Annual Science Conference; Theme Session on Elasmobranch Fisheries Science, 20-24 September. CM2005/N:12.
- SERENA F., BARONE M., MANCUSI C., MAGNELLI G., VACCHI M. (2006) - MedLem Database Application: a tool for storing and sharing the data collected by the countries participating in the MedLem programme. In: Basusta N., Keskin C., Serena F., Seret B. (eds), *The Proceedings of the Workshop on Mediterranean Cartilaginous Fishes with emphasis on Southern and Eastern Mediterranean*. Turkish Marine Research Foundation. 14-16 October 2005 Ataköy-Marina, İstanbul, Turkey. Publication N. **23**: 118-127.
- SERENA F., MANCUSI C., AUTERI R. (2002) - Annotated checklist of the skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the South Ligurian and North Tyrrhenian Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 918-926.
- SERENA F., MANCUSI C., BARONE M., ABELLA A.J. (2005) - *Abundance and distribution of rays in the south Ligurian and north Tyrrhenian Sea*. 2005 ICES Annual Science Conference; Theme Session on Elasmobranch Fisheries Science, 20-24 September. CM2005/N: 20.
- SÉRET B. (1986) - *Poissons de mer de l'Ouest Africain tropical*. Initiation et Documents techniques, 49. ORSTOM, Paris: 450 pp.

- SÉRET B., SERENA F. (2002) - The Mediterranean Chondrichthyan fishes (Sharks, Rays, Skates and Chimaeras): status and priorities for conservation. UNEP RAC/SP – Tunis, Final Report: 25 pp + Annex.
- SHIRAI S. (1996) - Phylogenetic interrelationship of neoselachians (Chondrichthyes, Euselachii). In: M.L.J. Stiassny, L.R. Parenti, G.D. Johnson (eds), *Interrelationships of Fishes*. Academic Press, San Diego, London: 9-34.
- SIMPFENDORFEN C.A. (2005) - Demographic models: life tables, matrix models and rebound potential. In: Musick, J.A., Bonfil R. (eds), *Management techniques for elasmobranch fisheries*. FAO Fisheries Technical Paper N. 474. Rome, FAO: 251 pp.
- SION L., D'ONGHIA G., TURSI A., MATARRESE A. (2002) - Annotated checklist of the skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the North-Western Ionian Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 935-940.
- ŠOLJAN T. (1975) - *I pesci dell'Adriatico*. Arnoldo Mondadori Ed.: 524 pp.
- SPARRE P., VENEMA S. (1998) - *Introduction to tropical fish stock assessment, Part 1. Manual* (Rev.2) FAO Fish. Tech. Pap. 306.1. Roma, FAO: 407 pp.
- SPEDICATO M.T., LEMBO G., CARBONARA P. (2002) - Annotated checklist of the skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the Central-Southern Tyrrhenian Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 941-945.
- STEHMANN M., BÜRKEL D.L. (1984) - Rajidae. In: Whitehead P.J.P., M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese (eds), *FNAM. Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris, **1**: 163-196.
- STEVENS J.D., BONFIL R., DULVY N.K., WALKER P.A. (2000) - The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.*, **57** (3): 476-494.
- STIASSNY M.L.J., PARENTI L.R., JOHNSON G.D. (1996) - *Interrelationships of fishes*. Academic Press, San Diego, London: 496 pp.
- TANIUCHI T., SHIMIZU M. (1993) - Dental sexual dimorphism and food habitats in the stingray *Dasyatis akajei* from Tokyo Bay, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **59** (1): 53-60.
- THOMPSON W.F., BELL F.H. (1934) - Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *Rep. Int. Fish. (Pacific Halibut) Comm.*, **8**: 49 pp.
- TINTI F., UNGARO N., PASOLINI P., DE PANFILIS M., GAROIA F., GUARNIERO I., SABELLI B., MARANO G., PICCINETTI C. (2003) - Development of molecular and morphological markers to improve species-specific monitoring and systematics of North-east Atlantic and Mediterranean skates (Rajiformes). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **288**: 149-165.
- TORTONESE E. (1956) - *Leptocardia, Cyclostomata, Selachii. Fauna d'Italia*. II. Ed. Calderini, Bologna: 545 pp.
- TORTONESE E. (1987) - Pesci del Mediterraneo; recenti studi intorno alla sistematica e distribuzione. *Quaderni dell'Istituto di Idrobiologia e Acquacoltura "G. Brunelli" (N.S.)*, Coop. Il Ventaglio Ed., Roma: 11 pp.
- VACCHI M., NOTARBARTOLO DI SCIARA G. (2000) - The cartilaginous fishes in the Italian Seas, a resource that urges to be protected. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (1): 296-311.
- VALSECCHI E., PASOLINI P., BERTOZZI M., GAROIA F., UNGARO N., VACCHI M., SABELLI B., TINTI F. (2005) - Rapid Miocene-Pliocene dispersal and evolution of Mediterranean rajid fauna as inferred by mitochondrial gene variation. *J. Evol. Biol.*, **18**: 436-446.
- VANNUCCI S., MANCUSI C., SERENA F., CUOCO C., VOLIANI A. (2006) - Feeding Ecology of Rays in South Ligurian Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (2): 296-297.
- VIVA C., REALE B., SBRANA M. (2002) - Annotated checklist of the skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the Northern Tyrrhenian Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (2): 958-965.
- WALKER P.A., HISLOP J. (1998) - Sensitive skates or resilient rays? Spatial and temporal shifts in ray species composition in the central and north-western North Sea between 1930 and the present day. *ICES J. Mar. Sci.*, **55**: 392-402.

- WALKER P.A., HOWLETT G., MILLNER R. (1997) - Distribution, movement and stock structure of three ray species in the North Sea and eastern English Channel. *ICES J. Mar. Sci.*, **54**: 797-808.
- WALTERS C., HILBORN C. (1976) - Adaptive control of fishing systems. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **33**: 145-159
- WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J.C., NIELSEN J., TORTONESE E. (1984) - Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean. FNAM, **1**: 510 pp.
- WHITAMORE J.M., MCCARTHY I.D. (2005) - The population biology of the thornback ray, *Raja clavata* in Caernarfon Bay, North Wales. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, **85**: 1089-1094.
- ZACCARO Z. (2007) - *Struttura genetica e microevoluzione di popolazioni di razza chiodata* (*Raja clavata*, Linneo 1758). Tesi di Laurea, Università di Pisa, Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali.
- ZELDITCH M.L., SWIDERSKI D.L., SHEET H.D., FINK W. (2004) - *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. Elsevier Academic Press, USA: 443 pp.

Links

www.fao.org
www.fishbase.org
www.iucnredlist.org
www.rac-spa.org
www.unepmap.org

Allegato / Annex I



Dipturus batis



Dipturus nidarosiensis



Dipturus oxyrinchus



Leucoraja circularis



Leucoraja fullonica



Leucoraja melitensis



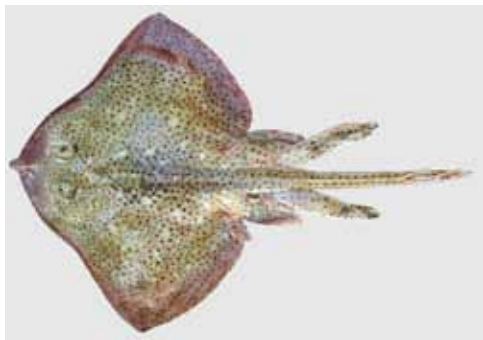
Leucoraja naevus



Raja asterias



Raja brachyura



Raja montagui



Raja undulata



Raja radula



Raja polystigma



Rostroraja alba



Raja miraletus



Raja clavata

Allegato / Annex II



Dipturus nidarosiensis



Dipturus oxyrinchus



Leucoraja circularis



Leucoraja melitensis



Raja asterias



Raja brachyura



Raja clavata



Raja miraletus



Raja polystigma



Raja undulata



Rostroraja alba

Allegato I Annex III



Dipturus batis



Dipturus nidarosiensis



Dipturus oxyrinchus



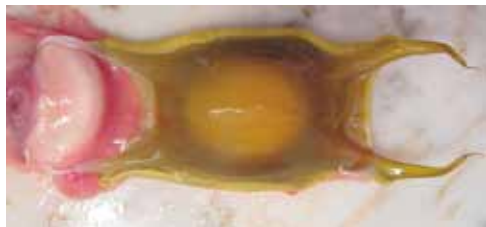
Leucoraja circularis



Leucoraja melitensis



Leucoraja naevus



Raja asterias



Raja brachyura



Raja clavata



Raja miraletus



Raja montagui



Raja polystigma



Raja undulata



Rostroraja alba

Allegato / Annex IV



Dipturus nidarosiensis



Dipturus oxyrinchus



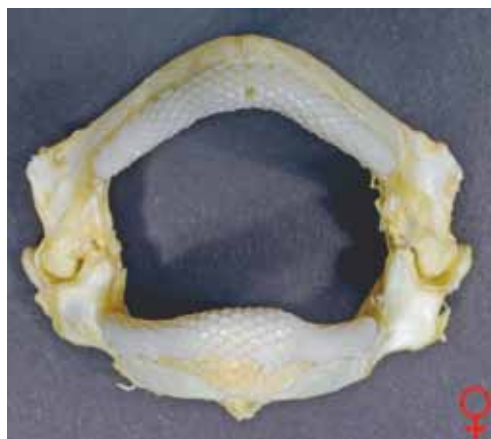
Leucoraja circularis



Leucoraja fullonica



Leucoraja naevus

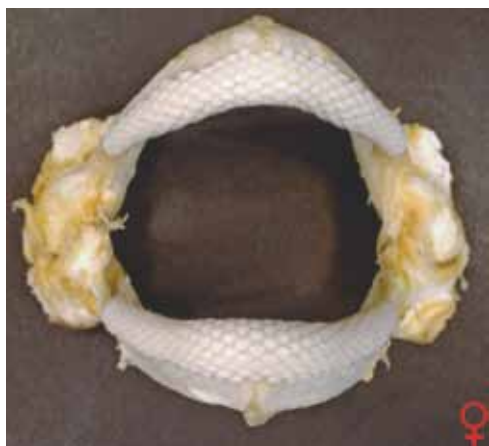


Raja asterias



Raja brachyura





Raja clavata



Raja miraletus



Raja polystigma



Raja undulata



Rostroraja alba

CONTENUTI

CONTENTS

Presentazione / <i>Presentation</i>	III
Ringraziamenti / <i>Aknowledgment</i>	V
Premessa / <i>Preface</i>	VII
 PARTE 1 – INTRODUZIONE	
<i>PART 1 – INTRODUCTION</i>	1
Distribuzione delle razze mediterranee	
<i>Distribution of Mediterranean skates</i>	3
 PARTE 2 - GUIDA DELLE SPECIE	
<i>PART 2 - FIELD GUIDE TO THE SPECIES</i>	7
Tassonomia dei Rajidae e chiavi di identificazione delle specie	
<i>Taxonomy of Rajidae and Species identifications keys</i>	7
Classificazione e sistematica dei Rajidae	
<i>Systematic and classification of Rajidae</i>	7
Caratteristiche morfobiometriche dei Rajidae	
<i>Morphobiometric characteristics of Rajidae</i>	7
Tassonomia dei Rajidae	
<i>Taxonomy of Rajidae</i>	13
Chiave dei generi e delle specie	
<i>Key to genera and species</i>	16
 TAVOLE DELLE SPECIE	
<i>FACTSHEETS</i>	23
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 1	
<i>Dipturus batis</i> (Linnaeus, 1758)	28
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 2	
<i>Dipturus nidarosiensis</i> (Storm, 1881).....	31
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 3	
<i>Dipturus oxyrinchus</i> (Linnaeus, 1758).....	35
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 4	
<i>Leucoraja circularis</i> (Couch, 1838).....	39
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 5	
<i>Leucoraja fullonica</i> (Linnaeus, 1758)	43
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 6	
<i>Leucoraja melitensis</i> (Clark, 1926).....	46

TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 7	
<i>Leucoraja naevus</i> (Müller & Henle, 1841)	50
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 8	
<i>Raja asterias</i> Delaroche, 1809	54
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 9	
<i>Raja brachyura</i> Lafont, 1873.....	59
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 10	
<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758	63
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 11	
<i>Raja miraletus</i> Linnaeus, 1758	68
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 12	
<i>Raja montagui</i> Fowler, 1910.....	72
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 13	
<i>Raja polystigma</i> Regan, 1923.....	75
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 14	
<i>Raja radula</i> Delaroche, 1809	79
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 15	
<i>Raja undulata</i> Lacepède, 1802.....	82
TAVOLA – <i>FACT SHEET</i> 16	
<i>Rostroraja alba</i> Lacepède, 1803.....	86
 PARTE 3 – CICLO BIOLOGICO	
<i>PART 3 – LIFE HISTORY</i>	91
Biologia riproduttiva delle razze	
<i>Reproductive biology of skates</i>	91
L'apparato riproduttivo delle razze	
<i>Reproductive system in skates</i>	94
La scala di maturità	
<i>Maturity stage scale</i>	94
Le capsule ovariche	
<i>Egg capsules</i>	99
Alimentazione	
<i>Feeding habits</i>	103
Anatomia generale dell'apparato digerente	
<i>Digestive system general anatomy</i>	103
Struttura e funzione dei denti delle razze	
<i>Structure and function of skates teeth</i>	104
Dieta	
<i>Diet</i>	105

Età e crescita	
<i>Age and growth</i>	108
Le vertebre	
<i>The vertebrae</i>	108
Lettura degli anelli di accrescimento	
<i>Reading the growth rings</i>	111
Marcatori morfometrici	
<i>Morphometric markers</i>	117
La descrizione morfometrica attraverso un approccio geometrico	
<i>Morphometric description through geometric approach</i>	118
Esempio: analisi delle differenze della forma tra <i>R. clavata</i> e <i>R. polystigma</i>	
<i>Example: analysis of the shape differences between R. clavata and R. polystigma</i>	122
Identificazione specifica mediante marcatori molecolari mitocondriali	
<i>Skate and ray species identification using mitochondrial molecular markers</i> ...	125
PARTE 4 – VALUTAZIONE	
PART 4 – ASSESSMENT	129
Selezione di metodi di valutazione degli stock e loro applicazione alle razze	
<i>Stock assessment models and their application to skates</i>	129
Approccio diretto	
<i>Direct methods</i>	133
Approccio indiretto	
<i>Indirect methods</i>	138
Modelli demografici	
<i>Demographic models</i>	140
Considerazioni finali	
<i>General final considerations</i>	142
Status delle specie di razze catturate frequentemente	
<i>Status of the skates more frequently caught</i>	145
<i>Raja clavata</i>	145
<i>Raja miraletus</i>	150
<i>Raja asterias</i>	153
PARTE 5 - PROTOCOLLO DI LABORATORIO	
PART 5 – LABORATORY PROTOCOL	161
Raccolta degli esemplari e registrazione dei parametri	
<i>Parameters and samples collection</i>	161
Attribuzione di un codice	
<i>Code assignment</i>	161

Fotografie dell'esemplare	
<i>Photo of the samples</i>	161
Analisi di laboratorio I: registrazione dei parametri di base	
<i>Laboratory procedure I: basic parameters registration</i>	162
Analisi di laboratorio II: prelievo e conservazione	
<i>Laboratory procedure II: sampling and storage</i>	165
Misure delle capsule ovariche	
<i>Egg capsule measurements</i>	165
Prelievo del tessuto per analisi molecolari	
<i>Tissue sampling for genetic analysis</i>	166
Bibliografia essenziale	
<i>Essential bibliography</i>	169
Allegato / Annex I.....	179
Allegato / Annex II.....	182
Allegato / Annex III.....	184
Allegato / Annex IV.....	186

FINITO DI STAMPARE NEL MESE DI MAGGIO 2010