



Autorità di Sistema Portuale
del Mar Ligure Orientale
Porti di La Spezia e
Marina di Carrara

Presidente: Dott. Mario Sommariva
Segretario Generale: Ing. Federica Montaresi

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Mirko Leonardi

PIANO REGOLATORE PORTUALE DI MARINA DI CARRARA

CIG: 949570145B

LIVELLO

PRP

ELABORATO

STUDIO DI CARATTERIZZAZIONE DEI POPOLAMENTI ITTICI DEMERSALI, DI HABITAT E SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO, IN UN'AREA PROSPICIENTE IL PORTO DI MARINA DI CARRARA DA DESTINARE ALL'IMMERSIONE DI MATERIALI DI ESCAVO

Redazione del Piano Regolatore Portuale:



Modellistica numerica di supporto:



ELABORATO G.1.06	SCALA	NS. RIF. PRP-MDC_G.1.06_ 2022.DOCX	COMMESSA – NN. A4 MDC2023 - 72	
DATA 2022	REVISIONE	REDATTORE	CONTROLLO	APPROVAZIONE

A TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO, CON DIVIETO DI RIPRODURLO, ANCHE IN PARTE, O DI RENDERLO NOTO A TERZI SENZA LE NECESSARIE AUTORIZZAZIONI

2022



Autorità di Sistema Portuale
del Mar Ligure Orientale
Porti di La Spezia e
Marina di Carrara

**STUDIO DI CARATTERIZZAZIONE DEI POPOLAMENTI ITTICI DEMERSALI, DI HABITAT
E SPECIE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO, IN UN AREA PROSPICIENTE IL PORTO
DI MARINA DI CARRARA DA DESTINARE ALL'IMMERSIONE DI MATERIALI DI
ESCAVO**



Via Menichetti, 35

57121 - Livorno

www.aplysia.it

info@aplysia.it

P.IVA e C.F. 01336260490

N° Iscrizione Albo Cooperative A100447

Registro delle Imprese di Livorno N° 01336260490

INDICE

PREMESSA	4
MATERIALI E METODI	5
Area di studio	5
Popolamenti ittici demersali: aree di nursery e riproduzione	6
Analisi dello sforzo di pesca	8
Aree di protezione e tutela dell'area vasta	8
Raccolta dei dati storici relativi alla presenza di habitat e specie sensibili: cetacei e tartarughe marine	9
RISULTATI	10
Popolamenti ittici demersali: aree di nursery e riproduzione	10
Analisi dello sforzo di pesca	31
Aree di protezione e tutela dell'area vasta	41
Raccolta dei dati storici relativi alla presenza di habitat e specie sensibili con un focus specifico su cetacei e tartarughe marine	43
Habitat sensibili	43
La presenza di Cetacei e tartarughe marine nell'area di indagine	45
<i>Possibili impatti a carico di mammiferi marini e tartarughe</i>	49
CONCLUSIONI	55
RACCOLTA BIBLIOGRAFICA	58
ALLEGATO 1	64
ALLEGATO 1.1 - Biomassa (kg/kmq) media e Deviazione Standard (Dev. St) per le specie catturate nelle 4 cale MEDITS selezionate nei 4 anni considerati (2018-2021)	65
ALLEGATO 1.2 - Densità (N/kmq) media e Deviazione Standard (Dev. St) per le specie catturate nelle 4 cale MEDITS selezionate nei 4 anni considerati (2018-2021)	68

Studio di caratterizzazione dei popolamenti ittici demersali, di habitat e specie di interesse conservazionistico, in un'area prospiciente il Porto di Marina di Carrara da destinare all'immersione di materiali di escavo

PREMESSA

L'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale ha programmato una attività di dragaggio del canale di accesso del Porto di Marina di Carrara e del bacino portuale individuando aree idonee per il conferimento dei sedimenti di classe A e B, in funzione della loro compatibilità ambientale, rispettivamente lungo il litorale a sud del Porto (ripascimento) e in una area a oltre tre miglia nautiche dalla costa, in linea con le disposizioni di cui all'art. 109, comma 1, lett. A) del D.Lgs. 152/2006 e al D.M. 173/2016.

Come riportato nell'allegato tecnico del D.M. 173/2016 (cap. 3.1.1), nella scelta di un'area marina da destinare alla immersione di materiali di escavo oltre le 3 nM dalla costa, si deve tener conto di numerose caratteristiche, attraverso il reperimento di informazioni in letteratura e/o indagini mirate, che siano rappresentative dello stato ambientale recente di un'area più vasta. Tra gli elementi conoscitivi riguardanti tale area risultano particolarmente importanti la caratterizzazione dei popolamenti ittici demersali e l'eventuale presenza di aree di nursery con particolare riferimento a specie di interesse commerciale. È altresì importante la valutazione della presenza di habitat e/o specie di particolare interesse naturalistico compresa la possibile interazione delle attività con cetacei e tartarughe marine e quindi l'individuazione e la descrizione di eventuali vincoli dovuti alla presenza di aree naturali come Parchi Nazionali, aree marine protette, siti Rete Natura 2000 o Zone di Tutela Biologica (ZTB).

La presente relazione riporta i risultati dello studio di caratterizzazione dell'area vasta necessario per la definizione di idoneità del sito individuato per la immersione dei materiali d'escavo provenienti dal Porto di Marina di Carrara e propedeutico per la redazione di un piano di monitoraggio ambientale da svolgere prima, durante e dopo le attività di movimentazione. Nello specifico vengono raccolti dati relativi all'attività di pesca professionale, alla descrizione dei popolamenti ittici demersali, all'eventuale presenza di aree di nursery e riproduzione di specie ittiche, alla presenza di habitat e specie sensibili (ad esempio fondi a *maerl*, ambiente coralligeno, *Pinna nobilis*, *Posidonia oceanica*) compresa la possibile interazione delle attività con cetacei e tartarughe marine.

MATERIALI E METODI

Area di studio

L'area individuata per il ripascimento della spiaggia sommersa del litorale di Marina di Carrara si estende dalla torre FIAT al Fiume Frigido fino a oltre il Fosso Poveromo, su fondali variabili da 5,5 a 8,0 m circa di profondità. L'area marina scelta per lo sversamento di sedimenti è posta a poco più di 3 nM dalla costa ed è estesa circa 2,2 nM² con una profondità media di 17 m (Figura 1). In tabella 1 vengono riportate le coordinate dell'area. Lo studio di caratterizzazione ha interessato l'area vasta del Mar Ligure centrale davanti le coste nord della Toscana.

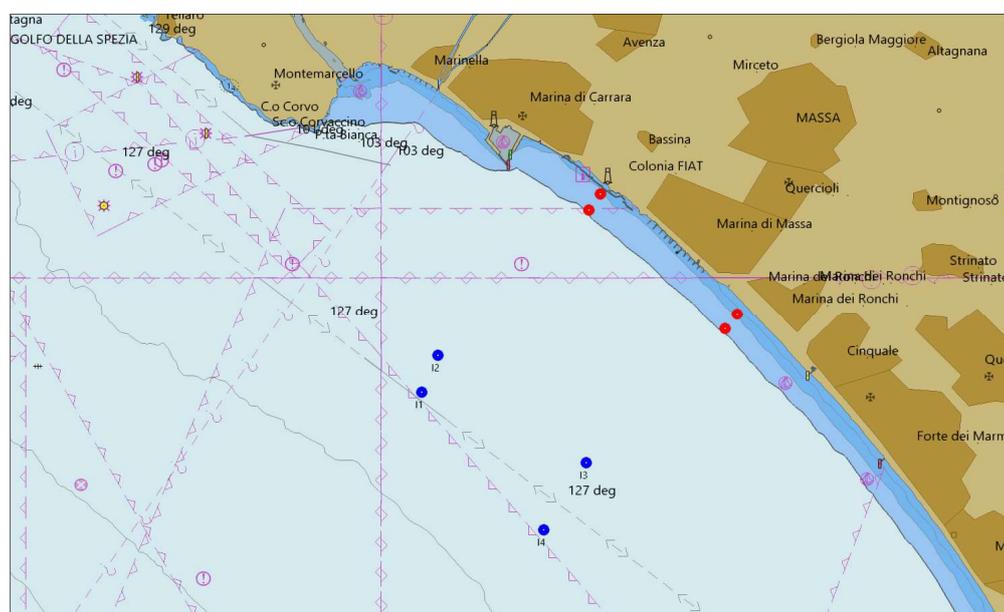


Figura 1 – Punti che delimitano l'area di ripascimento (rossi) e di sversamento dei sedimenti (blu)

Tabella 1 - Coordinate dei punti che delimitano l'area di sversamento

I1	LATITUDINE	43°58.354'	N
	LONGITUDINE	10°0.797'	E
I2	LATITUDINE	43°58.886'	N
	LONGITUDINE	10°1.181'	E
I3	LATITUDINE	43°57.353'	N
	LONGITUDINE	10°4.047'	E
I4	LATITUDINE	43°56.393'	N
	LONGITUDINE	10°3.208'	E

Popolamenti ittici demersali: aree di nursery e riproduzione

Per la caratterizzazione delle risorse demersali presenti nella zona oggetto di studio e delle loro aree di nursery e riproduzione, sono state selezionate 4 cale effettuate nell'ambito della campagna sperimentale MEDITS (Bertrand *et al.*, 2002), negli anni 2018-2021.

Le cale sono state scelte per vicinanza al poligono selezionato per lo sversamento di sedimenti e per la similitudine nelle batimetriche (Tabella 2 e Figura 2).

Tabella 2 - Dati relativi alle 4 cale selezionate nel periodo 2018-2021

CALA N.	PROFONDITA'(m)	DUR. CALA (min)	LAT. INIZIALE	LONG. INIZIALE	LAT. FINALE	LONG. FINALE
120	18	30	43°51'744"	10°05'744"	43°50'527"	10°06'389"
121	20	30	43°53'541"	10°01'584"	43°52'437"	10°03'176"
122	13	30	43°57'416"	10°04'436"	43°56'444"	10°05'909"
138	19	30	43°58'253"	9°54'614"	43°59'788"	9°53'338"



Figura 2 - Posizione delle cale MEDITS selezionate (quadrati verdi) rispetto al poligono interessato dal presente progetto (punti blu).

Per la disponibilità e l'utilizzo dei dati provenienti dalle 4 cale selezionate, è stata fatta formale richiesta al MIPAAF in data 31/03/2022 con protocollo N. 8457. Nello specifico è stato richiesto per ogni cala, nei 4 anni selezionati, l'archivio TA, TB e TC, con informazioni sulle cale, sulle catture e sulla biologia delle specie.

L'accettazione è arrivata dal Ministero, in accordo con il CNR-IRBIM mandataria dell'ATS a cui è stato affidato il progetto, con propria nota MIPAAF - PEMAC 01 - Prot. Uscita N. 0254797 del 07/06/2022.

Sono state quindi analizzate in totale, le catture provenienti da 16 peschate sperimentali per una caratterizzazione generale del popolamento dell'area. Da segnalare che nel 2018 e 2019 la campagna è stata svolta nel mese di giugno, mentre nel 2020 a ottobre e nel 2021 a settembre.

Durante la campagna MEDITS tutto il materiale raccolto dalla rete, durante ogni cala sperimentale, è stato diviso nelle seguenti categorie: Pesci (frazione del pescato composta da tutte le specie di osteitti ed elasmobranchi), Crostacei (frazione del pescato costituita da tutte le specie di crostacei decapodi e stomatopodi), Cefalopodi (frazione formata da tutte le specie di cefalopodi decapodi ed ottopodi) e Biocenosi bentoniche (es. celenterati, echinodermi, ecc.). Per tutte le specie e i taxa identificati sono stati rilevati il peso totale della cattura ed il numero totale di esemplari.

Per alcune specie (specie bersaglio MEDITS) sono state effettuate misurazioni biometriche a bordo o in laboratorio. Per quanto riguarda i Pesci, è stata misurata la lunghezza totale (LT in cm, dalla punta del muso alla fine della coda); la lunghezza del carapace per i Crostacei (LC in mm, dal margine posteriore dell'orbita al margine posteriore mediano del carapace); la lunghezza dorsale del mantello per i Cefalopodi (per gli ottopodi, LM in cm, intesa come la lunghezza del mantello dalla sua estremità posteriore fino alla linea ideale che passa tra gli occhi; per i decapodi come la lunghezza del mantello dalla sua estremità posteriore fino a quella anteriore).

Sono stati poi determinati il sesso e lo stato di maturità delle gonadi (in accordo alle scale di maturità MEDITS) e rilevati altri parametri biologici. Il peso individuale (PT), quando rilevato, è stato determinato al decimo di grammo.

I dati ottenuti dalle 4 cale nei 4 anni, sono stati utilizzati per la realizzazione di indici di abbondanza in numero (N/kmq) e peso (kg/kmq) e per la realizzazione, quando possibile, di grafici di distribuzione di taglia annuali.

Le informazioni sono poi state confrontate con la bibliografia esistente in materia. In particolare per poter fornire una cartografia completa sulle aree di nursery e riproduzione di alcune specie di interesse, sono stati forniti i risultati ottenuti nell'ambito di due progetti di ricerca europei.

Il primo è il progetto MEDISEH (Giannoulaki *et al.*, 2013) che ha raccolto ed elaborato i dati ottenuti da campagne di ricerca tra il 2000 e il 2010 in tutto il Mediterraneo per la caratterizzazione delle aree di nursery e reclutamento di alcune specie ittiche demersali (*Aristaeomorpha foliacea*, *Aristeus antennatus*, *Merluccius merluccius*, *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*, *Nephrops norvegicus*, *Parapenaeus longirostris*, *Pagellus erythrinus*, *Galeus melastomus*, *Raja clavata*, *Illex coindetti*, *Eledone cirrosa*) e delle principali specie di piccoli

pelagici (*Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus*, *Scomber colias*, *Scomber scombrus*, *Trachurus trachurus*, *Trachurus mediterraneus*), creando un'apposita cartografia (<http://mareaproject.net/mediseh/viewer/med.html>).

Il secondo è il progetto STOKMED (Fiorentino *et al.*, 2015) che nel periodo 2002-2011, ha studiato in Mediterraneo gli stock di alcune specie demersali con un approccio multidisciplinare (ecologia, genetica, oceanografia, etc.) producendo cartine tematiche.

Analisi dello sforzo di pesca

Per ottenere informazioni sull'attività di pesca presente nell'area interessata dal presente studio sono state consultate differenti fonti. È stata realizzata una fotografia aggiornata della marineria di Marina di Carrara attraverso i dati presenti nel Fleet Register dell'Unione Europea (<https://webgate.ec.europa.eu/fleet-europa/>) che ha permesso di effettuare una descrizione della flotta presente. Per capire le zone di pesca investigate da queste imbarcazioni è stata fatta un'intervista telefonica con un rappresentante della più importante Cooperativa di pesca di Marina di Carrara.

Si è però ritenuto opportuno allargare l'indagine alla marineria di Viareggio, confinante con il compartimento marittimo di Marina di Carrara e che costituisce una delle più importanti flottiglie di tutta la Toscana. Al netto delle imbarcazioni dedite alla piccola pesca artigianale che durante la loro attività si spostano di poche miglia dal porto base, sono stati analizzati i tracciati delle imbarcazioni dotate di attrezzi da traino (rete a strascico e rapido) attraverso l'analisi dei dati AIS, per le annualità 2019-2021 (primo semestre), attraverso le metodologie descritte in Russo *et al.*, 2014. L'attività di pesca è stata calcolata al netto delle altre attività (navigazione, stazionamento). L'attrezzo utilizzato è stato individuato mediante l'analisi del comportamento spaziale, poiché non erano disponibili tracciati *logbook*. I risultati ottenuti espressi come sforzo di pesca in ore sono stati elaborati in forma cartografica.

Aree di protezione e tutela dell'area vasta

È stata condotta una raccolta di informazioni, per la caratterizzazione degli usi legittimi del mare presenti nell'area vasta, relative alla presenza di aree naturali, zone di protezione di specie o habitat o di tutela biologica che ha permesso la creazione di una mappa descrittiva sintetica.

Raccolta dei dati storici relativi alla presenza di habitat e specie sensibili: cetacei e tartarughe marine

Per valutare la presenza di mammiferi marini e tartarughe nell'area prospiciente il Porto di Marina di Carrara, sono stati utilizzati i dati degli ultimi 5 anni raccolti dall'Osservatorio Toscano per la Biodiversità (OTB) relativi al ritrovamento di cetacei e tartarughe spiaggiate e l'avvistamento in mare aperto, pubblicati da ARPAT attraverso rapporti annuali (www.arpat.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpat). L'OTB rappresenta lo strumento tecnico scientifico della Regione Toscana ed il punto di riferimento per tutti coloro che si dedicano all'analisi e alla tutela delle specie target, in materia di biodiversità marina come le Università, la Direzione Marittima, i Centri di ricerca, le Associazioni di categoria delle attività produttive e quelle coinvolte nello studio e nell'osservazione dei mammiferi marini, delle tartarughe marine, nonché di tutti i settori interessati alle problematiche della conservazione e dello studio dell'ambiente marino operanti in Toscana.

Le informazioni grafiche sono state ricavate dalla piattaforma di ricerca europea *Intercet* ovvero lo strumento applicativo del Progetto GIONHA per la condivisione e la gestione in rete di dati georeferenziati relativi alle popolazioni di Cetacei e tartarughe marine del Mediterraneo (www.gionha.it/risorse/banche-dati/intercet; www.intercet.it). I dati relativi alla presenza di *Tursiops truncatus*, sono stati integrati con quelli forniti dal Centro di ricerca CETUS di Viareggio che studia e monitora da oltre vent'anni, i cetacei e in particolare i Tursiopi, presenti nell'area oggetto di caratterizzazione. Ulteriori informazioni sono tratte da lavori scientifici inerenti l'argomento trattato e le aree di interesse per il presente studio.

RISULTATI

Popolamenti ittici demersali: aree di nursery e riproduzione

Nel corso dei 4 anni considerati nelle 4 cale selezionate, sono state identificate complessivamente 93 specie, di cui 48 Pesci Ossei (Osteitti), 4 Pesci Cartilaginei (Elasmobranchi), 10 Crostacei, 11 Cefalopodi e 20 specie appartenenti ad altri taxa. In Tabella 3 sono riportate le specie rinvenute con il relativo nome comune.

Tabella 3 - Lista specie

PHYLUM	CLASSE	SPECIE	NOME COMUNE
Arthropoda	Malacostraca	<i>Dardanus arrosor</i> (Herbst, 1796)	Bernardo l'eremita
Arthropoda	Malacostraca	<i>Goneplax rhomboides</i> (Linnaeus, 1758)	Granchio angolare
Arthropoda	Malacostraca	<i>Inachus</i> spp.	Inachus
Arthropoda	Malacostraca	<i>Macropodia tenuirostris</i> (Leach, 1814)	Granchio ragno
Arthropoda	Malacostraca	<i>Macropodia</i> spp.	Macropodia
Arthropoda	Malacostraca	<i>Liocarcinus depurator</i> (Linnaeus, 1758)	Granchio di strascico
Arthropoda	Malacostraca	<i>Liocarcinus vernalis</i> (Risso, 1827)	Grancella
Arthropoda	Malacostraca	<i>Pagurus excavatus</i> (Herbst, 1791)	Paguro
Arthropoda	Malacostraca	<i>Penaeus kerathurus</i> (Forsk., 1775)	Mazzancolla
Arthropoda	Malacostraca	<i>Squilla mantis</i> (Linnaeus, 1758)	Cicala o Pannocchia
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Codium bursa</i> (Olivi) C.Agardh, 1817	Palla verde
Chordata	Ascidiacea	<i>Ascidia</i> spp.	Ascidie
Chordata	Elasmobranchii	<i>Pteroplatytrygon violacea</i> (Bonaparte, 1832)	Trigone violacea
Chordata	Elasmobranchii	<i>Aetomylaeus bovinus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	Vaccarella
Chordata	Elasmobranchii	<i>Raja asterias</i> Delaroche, 1809	Razza stellate
Chordata	Elasmobranchii	<i>Torpedo torpedo</i> (Linnaeus, 1758)	Torpedine ocellata
Chordata	Osteichthyes	<i>Alosa fallax</i> (Lacepède, 1803)	Alosa
Chordata	Osteichthyes	<i>Arnoglossus laterna</i> (Walbaum, 1792)	Suacia
Chordata	Osteichthyes	<i>Chelidonichthys cuculus</i> (Linnaeus, 1758)	Capone cocchio
Chordata	Osteichthyes	<i>Chelidonichthys obscurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Capone gavotta
Chordata	Osteichthyes	<i>Balistes capriscus</i> Gmelin, 1789	Pesce balestra
Chordata	Osteichthyes	<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	Boga
Chordata	Osteichthyes	<i>Bothus podas</i> (Delaroche, 1809)	Rombo fiorito
Chordata	Osteichthyes	<i>Buglossidium luteum</i> (Risso, 1810)	Sogliola gialla
Chordata	Osteichthyes	<i>Citharus linguatula</i> (Linnaeus, 1758)	Linguattola
Chordata	Osteichthyes	<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)	Grongo
Chordata	Osteichthyes	<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	Sparaglione
Chordata	Osteichthyes	<i>Diplodus puntazzo</i> (Walbaum, 1792)	Sarago pizzuto
Chordata	Osteichthyes	<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	Sarago fasciato

PHYLUM	CLASSE	SPECIE	NOME COMUNE
Chordata	Osteichthyes	<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	Acciuga
Chordata	Osteichthyes	<i>Gobius geniporus</i> Valenciennes, 1837	Ghiozzo geniporo
Chordata	Osteichthyes	<i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758	Ghiozzo nero
Chordata	Osteichthyes	<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> (Valenciennes, 1837)	Ghiozzo quadrimaculato
Chordata	Osteichthyes	<i>Hippocampus hippocampus</i> (Linnaeus, 1758)	Cavalluccio marino camuso
Chordata	Osteichthyes	<i>Lepidopus caudatus</i> (Euphrasen, 1788)	Pesce sciabola
Chordata	Osteichthyes	<i>Chelon ramada</i> (Risso, 1827)	Cefalo calamita
Chordata	Osteichthyes	<i>Lophius budegassa</i> Spinola, 1807	Rana pescatrice
Chordata	Osteichthyes	<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	Nasello
Chordata	Osteichthyes	<i>Microchirus variegatus</i> (Donovan, 1808)	Sogliola fasciata
Chordata	Osteichthyes	<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758	Triglia di fango
Chordata	Osteichthyes	<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758	Triglia di scoglio
Chordata	Osteichthyes	<i>Pagellus acarne</i> (Risso, 1827)	Pagello bastardo
Chordata	Osteichthyes	<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brunnich, 1768)	Rovello
Chordata	Osteichthyes	<i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus, 1758)	Pagello fragolino
Chordata	Osteichthyes	<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)	Pesce serra
Chordata	Osteichthyes	<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	Sardina
Chordata	Osteichthyes	<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847	Alaccia
Chordata	Osteichthyes	<i>Scomber scombrus</i> Linnaeus, 1758	Sgombro
Chordata	Osteichthyes	<i>Scorpaena notata</i> Rafinesque, 1810	Scorfanotto
Chordata	Osteichthyes	<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758	Scorfano nero
Chordata	Osteichthyes	<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)	Perchia
Chordata	Osteichthyes	<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)	Sacchetto
Chordata	Osteichthyes	<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	Ricciola
Chordata	Osteichthyes	<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	Orata
Chordata	Osteichthyes	<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	Pagro
Chordata	Osteichthyes	<i>Sphyaena sphyraena</i> (Linnaeus, 1758)	Luccio marino
Chordata	Osteichthyes	<i>Spicara flexuosa</i> (Rafinesque 1810)	Menola
Chordata	Osteichthyes	<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	Zerro
Chordata	Osteichthyes	<i>Stromateus fiatola</i> Linnaeus, 1758	Fietola
Chordata	Osteichthyes	<i>Synodus saurus</i> (Linnaeus, 1758)	Pesce lucertola
Chordata	Osteichthyes	<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	Sugarello maggiore
Chordata	Osteichthyes	<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	Sugarello
Chordata	Osteichthyes	<i>Chelidonichthys lucerna</i> (Linnaeus, 1758)	Gallinella
Chordata	Osteichthyes	<i>Umbrina cirrosa</i> (Linnaeus, 1758)	Ombrina
Cnidaria	Anthozoa	<i>Alcyonium palmatum</i> Pallas, 1766	Mano di San Pietro
Cnidaria	Anthozoa	<i>Pennatula phosphorea</i> Linnaeus, 1758	Penna della sabbia
Cnidaria	Scyphozoa	<i>Rhizostoma pulmo</i> (Macri, 1778)	Polmone di mare

PHYLUM	CLASSE	SPECIE	NOME COMUNE
Echinodermata	Asteroidea	<i>Astropecten aranciacus</i> (Linnaeus, 1758)	Stella pettine maggiore
Echinodermata	Asteroidea	<i>Astropecten bispinosus</i> (Otto, 1823)	Stella pettine doppie spine
Echinodermata	Asteroidea	<i>Astropecten irregularis pentacanthus</i> (Delle Chiaje, 1827)	Stella irregolare
Echinodermata	Holothuroidea	<i>Holothuria tubulosa</i> Gmelin, 1788	Cetriolo di mare
Echinodermata	Holothuroidea	<i>Parastichopus regalis</i> (Cuvier, 1817)	Lingua di mare
Echinodermata	Ophiuroidea	<i>Ophiura ophiura</i> (Linnaeus, 1758)	Ofiura
Echinodermata	Ophiuroidea	<i>Ophiura</i> spp.	Stelle serpentine
Mollusca	Bivalvia	<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	Canestrello
Mollusca	Cephalopoda	<i>Alloteuthis media</i> (Linnaeus, 1758)	Calamaretto
Mollusca	Cephalopoda	<i>Alloteuthis</i> spp.	Calamaretti misti
Mollusca	Cephalopoda	<i>Eledone cirrhosa</i> (Lamarck, 1798)	Moscardino bianco
Mollusca	Cephalopoda	<i>Eledone moschata</i> (Lamarck, 1798)	Moscardino muschiato
Mollusca	Cephalopoda	<i>Illex coindetii</i> (Vérany, 1839)	Totano
Mollusca	Cephalopoda	<i>Loligo vulgaris</i> Lamarck, 1798	Calamaro comune
Mollusca	Cephalopoda	<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797	Polpo di scoglio
Mollusca	Cephalopoda	<i>Scaevurgus unicolor</i> (Delle Chiaje, 1841)	Polpo dal cirro
Mollusca	Cephalopoda	<i>Sepia officinalis</i> Linnaeus, 1758	Seppia comune
Mollusca	Cephalopoda	<i>Sepioida</i> spp.	Seppiole miste
Mollusca	Cephalopoda	<i>Todaropsis eblanae</i> (Ball, 1841)	Totano tozzo
Mollusca	Gastropoda	<i>Aporrhais pespelecani</i> (Linnaeus, 1758)	Piè di pellicano
Mollusca	Gastropoda	<i>Neverita josephina</i> Risso 1826	Neverita
Mollusca	Gastropoda	<i>Peltochorda atromaculata</i> Bergh, 1880	Vacchetta di mare
Mollusca	Gastropoda	<i>Philine aperta</i> (Linnaeus, 1767)	Filina
Mollusca	Gastropoda	<i>Pleurobranchaea meckeli</i> (Blainville, 1825)	Lumaca di mare
Mollusca	Gastropoda	<i>Turritella tricarinata</i> (Brocchi, 1814)	Turritella comune
Mollusca	Gastropoda	Nudibranchi indet.	Nudibranchi

I Pesci Ossei hanno mostrato i rendimenti più elevati, sia in termini di biomassa che di densità (vedi, ALLEGATO 1), e tra questi spiccano 7 specie (*E. encrasicolus*, *M. barbatus*, *P. acarne*, *P. erythrinus*, *S. pilchardus*, *T. mediterraneus* e *T. trachurus*) che insieme rappresentano l'83% in kg/kmq e il 96% in N/kmq (Fig. 3). Inoltre ad eccezione del *T. trachurus*, assente dalle catture nel 2020, le altre 6 specie risultano sempre presenti nei 4 anni considerati. Sono state, infatti, escluse dalle successive analisi, oltre alle specie di scarso valore commerciale, quelle che risultavano presenti nelle campagne in maniera discontinua (meno di 3 anni).

Delle 7 specie selezionate per frequenza di ritrovamento e abbondanza in numero e peso, l'acciuga, il sugarello maggiore, il sugarello e la sardina, sono specie pelagiche migratorie cioè specie che vivono nella colonna d'acqua compiendo spostamenti continui alla ricerca di cibo,

mentre le altre 3 specie (triglia di fango, pagello fragolino e pagello bastardo) sono specie demersali che hanno contatto diretto con il fondo sempre per motivi trofici.

Il sugarello maggiore, *T. mediterraneus*, risulta in termini di biomassa totale media nei 4 anni, la specie più abbondante (346.07 ± 348.4 kg/kmq), mentre l'acciuga, *E. encrasicolus* risulta la specie più presente in numero (40840.19 ± 78467.91 N/kmq).

I risultati ottenuti sono in linea con quanto presente in bibliografia per l'area studiata e più in generale per coste sabbiose a profondità poco elevate (Sartor *et al.*, 2017).

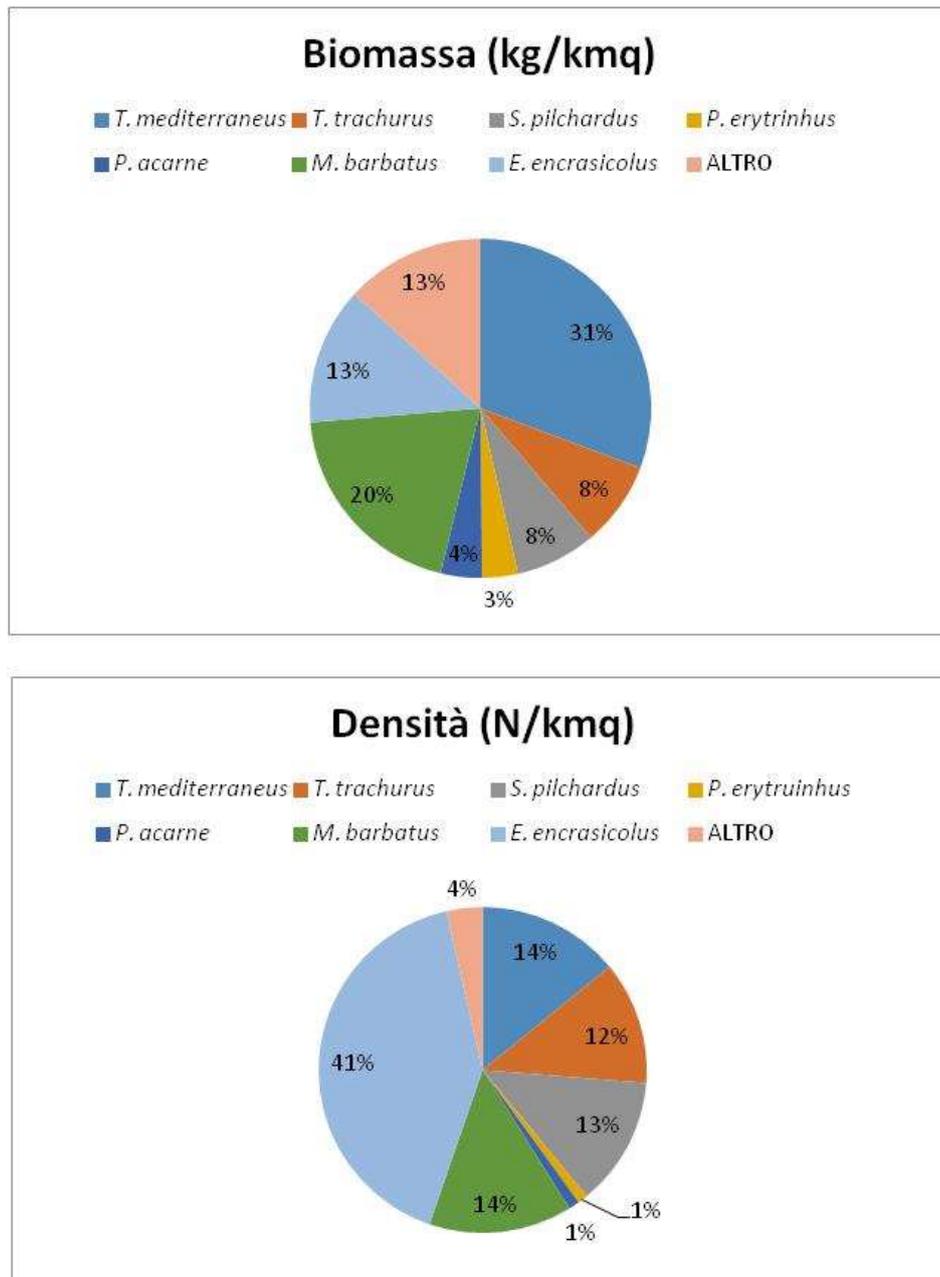


Figura 3 - Biomassa e densità (in %) delle 7 specie più abbondanti nelle 4 cale selezionate (dati MEDITS 2018-2021).

Dai dati presenti in bibliografia, utilizzando dove possibile, studi realizzati nelle aree costiere toscane del Mar Ligure, è stato possibile ricavare, per le 7 specie oggetto del presente approfondimento, informazioni riguardo la biologia riproduttiva (taglia di prima maturità sessuale, periodo e aree di riproduzione, periodo e aree di reclutamento) a cui sono state aggiunte informazioni sulla taglia minima di conservazione (Reg. CE 1967/2006) e le taglie minime e massime derivanti dalle cale analizzate. In tabella 4 sono schematizzati i dati raccolti.

Tabella 4 - Tabella riassuntiva con i dati ottenuti dalle campagne MEDITS 2018-2021 (Lunghezza Totale minima e massima), dalla bibliografia (Periodo riproduttivo, Lunghezza di prima maturità sessuale - LT50, periodo e zone di reclutamento) e dalla normativa europea (Taglia Minima di Conservazione - TMC)

	LT min (cm)	LT max (cm)	Periodo riproduttivo	LT50 (cm)	Periodo e Zone di Reclutamento	TMC (cm) REG CE 1967/2006
<i>Engraulis encrasicolus</i>	3.0	12.5	Maggio - Agosto Petrillo <i>et al.</i> , 2000	11.6 De Ranieri, 2010 Petrillo <i>et al.</i> , 2000	Autunno in zone costiere	9.0
<i>Mullus barbatus</i>	5.5	21.0	Maggio - Luglio e Ottobre Orsi Relini e Arnaldi, 1986	10.0 - 13.0 M e 10.5 -14.0 F Orsi Relini e Arnaldi, 1986	Estate in prossimità di coste sabbiose Scaccini, 1947 Abella <i>et al.</i> , 1996b	11.0
<i>Pagellus acarne</i>	7.5	21.5	Giugno - Settembre Bauchot & Hureau, 1986	13.0-18.0 Bauchot & Hureau, 1986	Autunno a profondità minori di 30 m Voliani <i>et al.</i> , 2003b	17.0
<i>Pagellus erythrinus</i>	3.5	28.5	Aprile - Maggio e Settembre Relini <i>et al.</i> , 1999	14.0 - 17.0 Girardin, 1978	Da giugno ad agosto con uno prolungamento autunnale su bassi fondali (<20 m) Voliani <i>et al.</i> , 2003a Orsi Relini <i>et al.</i> , 1984	15.0
<i>Sardina pilchardus</i>	6.5	15.5	Ottobre - Marzo Gancitano <i>et al.</i> , 2010	12.0-12.5 Gancitano <i>et al.</i> , 2010	Estate in zone costiere	11.0
<i>Trachurus mediterraneus</i>	5.0	30.5	Aprile -Ottobre Nannini <i>et al.</i> , 1997	16.0 AA.VV, 2002	Estate - Autunno fino a batimetriche di 100m Relini <i>et al.</i> , 1999 Nannini <i>et al.</i> , 1997	15.0
<i>Trachurus trachurus</i>	4.5	17.0	Aprile - Luglio Nannini <i>et al.</i> , 1997	18.5 Nannini <i>et al.</i> 1997	Tarda primavera fino alla batimetrica dei 100 m Matarrese <i>et al.</i> , 1998 Nannini <i>et al.</i> , 1997	15.0

Vista la predominanza netta di queste 7 specie, la loro ecologia e importanza commerciale, si è deciso di utilizzare le informazioni provenienti dalla campagna sperimentale MEDITS assieme alla

principale bibliografia di riferimento per analizzarne la biologia ed evidenziare eventuali aree di nursery e riproduzione, cercando di focalizzare l'attenzione quando possibile alla zona individuata per l'immissione di sedimenti.

Acciuga - *E. encrasicolus*

L'acciuga è distribuita in tutti i mari italiani (Relini e Lanteri, 2010). È una specie pelagica gregaria che forma banchi (anche assieme ad altre specie) molto numerosi e costituiti da esemplari di dimensioni simili, che si avvicinano alla costa in primavera ed estate, attratti dall'abbondanza di cibo (Tortonese, 1970). Gli elevati quantitativi in biomassa e densità, rinvenuti durante i 4 anni analizzati, sono confermati in Figura 4 da quanto riportato per le Campagne MEDITS effettuate nel decennio precedente 2002-2011.

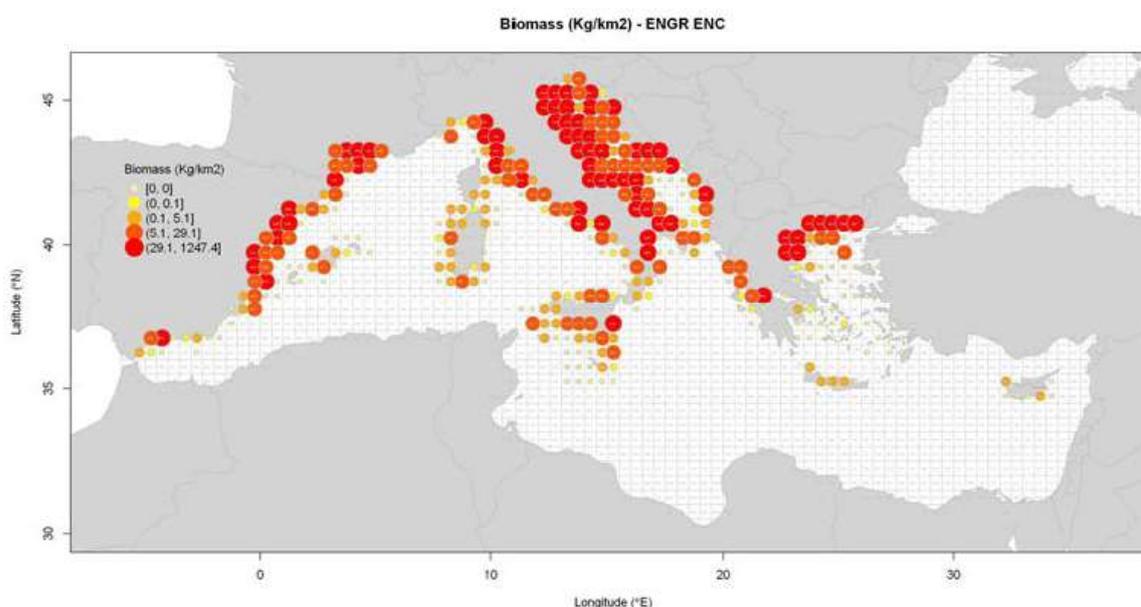


Figura 4 - *E. encrasicolus* - Biomassa in kg/kmq proveniente da Campagne Medits, nel periodo 2002 - 2011 (da Fiorentino *et al.*, 2015)

Gli stadi giovanili si trovano nella zona più costiera, mentre gli adulti conducono vita epipelagica. In Mediterraneo la specie mostra una stagione riproduttiva prolungata, compresa generalmente nei mesi tardo primaverili ed estivi. Le femmine rilasciano diversi lotti di uova, costituiti in media di 12.000 uova, in tempi successivi (batch-spawner), che permangono nella colonna d'acqua (uova pelagiche) (Blaxter e Hunter, 1982). La taglia di prima maturità sessuale (LT50) per il Mar Ligure è stata stimata in 11.6 cm. Il reclutamento avviene in acque costiere nel periodo autunnale. I dati ottenuti dalla campagna sperimentale MEDITS hanno permesso di elaborare per ogni anno una distribuzione di taglie degli individui catturati (Fig. 5).

E' evidente come per le campagne 2018 e 2019, condotte a giugno, le catture siano di individui adulti (taglie comprese tra 9.5 e 11.5 cm LT) e in numero basso.

Nei mesi di ottobre 2020 e settembre 2021, si evidenziano catture a carico di taglie piccole e in numero molto più elevato.

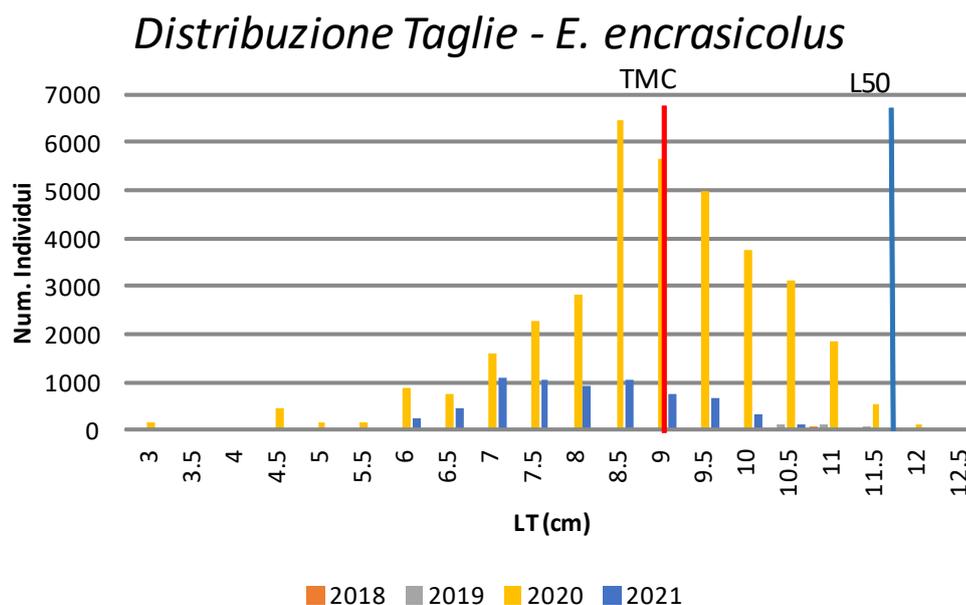


Figura 5 - *E. encrasicolus*: Distribuzioni di frequenza di taglia annuali. TMC (Taglia minima di conservazione) e L50 (Taglia di prima maturità sessuale)

Per questa specie non esistono aree di nursery o reclutamento ben definite. Infatti l'ecologia della specie, caratterizzata da stadi di uova e larve pelagici fa sì che l'idrografia giochi un ruolo chiave. L'influenza sul ciclo di vita della specie è ritenuta sia diretta che indiretta. E' diretta, in quanto contribuisce alla dispersione, al trasporto e alla ritenzione delle uova e delle larve (García Lafuente *et al.*, 2002; Patti *et al.*, 2004; 2005; Cuttitta *et al.*, 2006) ed indiretta, in quanto causa cambiamenti nelle caratteristiche chimico-fisiche (temperatura, salinità, nutrienti) che possono avere conseguenze sull'attività di deposizione e sul successo del reclutamento della popolazione di pesci pelagici (Cuttitta *et al.*, 2003). In Figura 6 viene riportata una cartina della possibile presenza di aree di nursery in Mediterraneo durante i mesi autunnali. Come si vede, le principali aree di reclutamento sono state individuate in prossimità del fiume Rodano nel Golfo del Leone e del fiume Ebro.

Nel mare Adriatico, si evidenziano aree più predisposte al reclutamento delle acciughe in vicinanza della foce del Po e verso sud lungo le coste occidentali e la parte orientale del mare Adriatico.

In Toscana, sembra esserci maggiore probabilità di rinvenire aree di nursery nella zona a nord dell'Elba a profondità superiori ai 50 m.

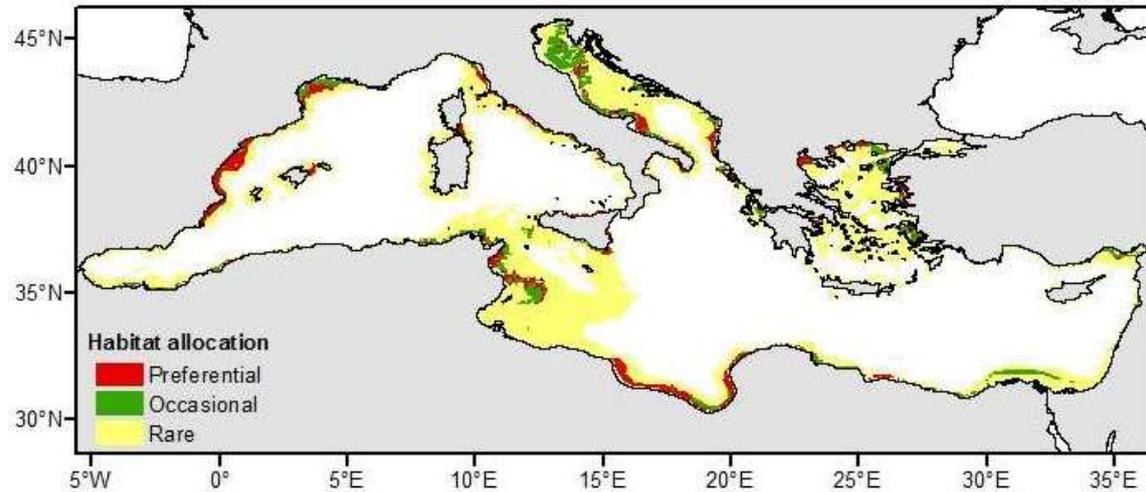


Figura 6 - *E. encrasicolus* - Cartina di possibile presenza di aree di nursery nel periodo autunnale degli anni 2003-2008 (da Giannoulaki *et al.*, 2013)

Triglia di fango - *M. barbatus*

La triglia di fango è presente in tutti i mari italiani (Relini e Lanteri, 2010). È una specie demersale, che vive quasi esclusivamente sulla piattaforma continentale, anche se eccezionalmente può essere trovata fino a 300 m di profondità. Il reclutamento che avviene nel periodo estivo si verifica nelle acque costiere e successivamente gli esemplari si disperdono a profondità maggiori (Scaccini, 1947; D'Onghia *et al.*, 1989; Voliani *et al.*, 1991; Abella *et al.*, 1996).

Nei mari italiani la riproduzione avviene nel periodo maggio-luglio (De Ranieri, 1979; Voliani *et al.*, 1998). Un periodo di riproduzione secondario è stato ipotizzato da alcuni Autori in autunno nel Mar Ligure settentrionale (Orsi Relini e Arnaldi, 1986), nel Mar Ionio nei mari sardi e nel Golfo di Castellammare. Nel Mar Ligure meridionale non sembrano esistere particolari aree di deposizione, in quanto gli esemplari maturi sono stati osservati uniformemente in tutta l'area di distribuzione della specie (Abella *et al.*, 1996).

La Figura 7 evidenzia, per tutto il Mediterraneo, la percentuale di femmine mature rispetto al totale degli individui catturati durante 10 anni di campagne MEDITS (2002-2011) confermando come tutte le aree costiere caratterizzate da sedimento sabbioso, siano per questa specie importanti aree di riproduzione e di conseguenza di nursery.

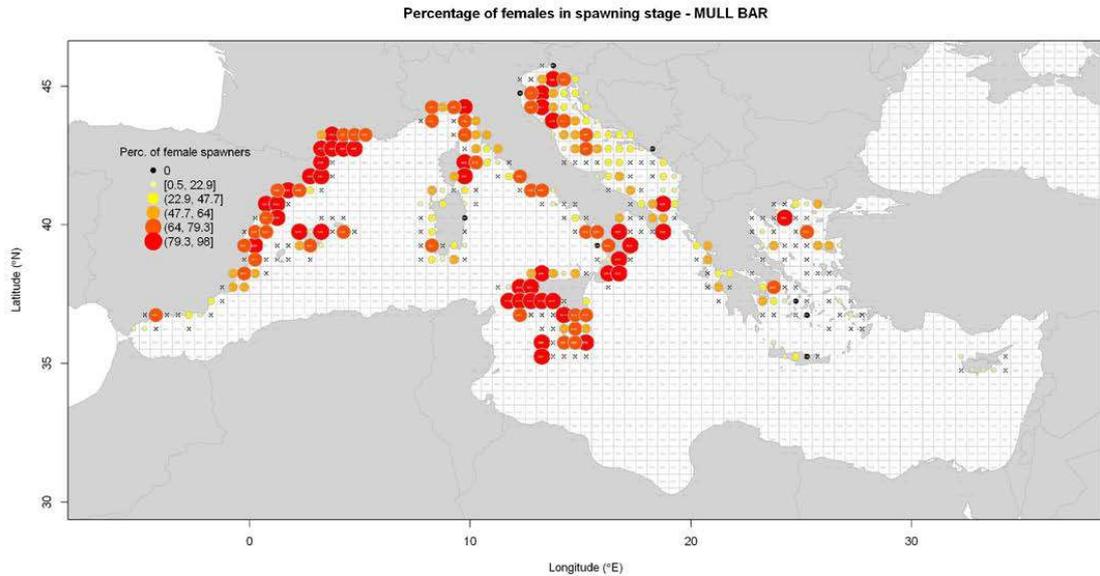


Figura 7 - *M. barbatus* - Percentuale di femmine mature provenienti da Campagne Medits, nel periodo 2002-2011 (da Fiorentino *et. al*, 2015)

Il Progetto MEDISEH, con i dati delle campagne sperimentali MEDITS dal 1994 al 2010 evidenziano come le aree di reclutamento più probabili e quindi persistenti per la triglia di fango nella GSA 9 (Liguria, Toscana e Lazio) si trovano a sud di Livorno (Figura 8): la prima a Nord del Promontorio di Piombino tra 30 e 80 m e la seconda a nord dell'Elba tra 90 e 130 m. La zona davanti a Marina di Carrara non sembra essere area di particolare presenza di riproduttori di triglia di fango.

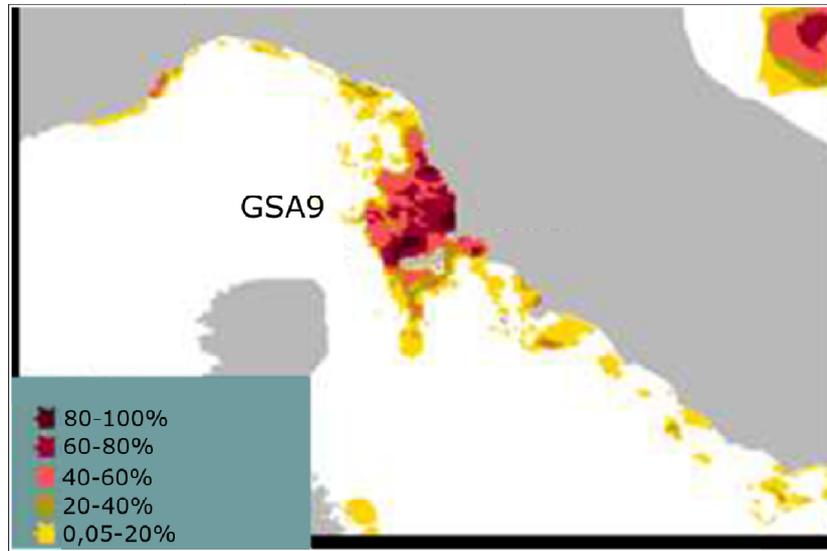


Figura 8 - *M. barbatus* - Presenza di aree di riproduzione persistenti nel tempo (da Giannoulaki *et al.*, 2013)

Quasi la totalità della popolazione si riproduce già al primo anno di vita. La taglia di prima maturità viene indicata in 10-13 cm LT per i maschi e 10.5-14 cm LT per le femmine (Orsi Relini e Arnaldi, 1986; Pesci, 2006; Fiorentino *et al.*, 2008).

La distribuzione di taglia (Figura 9), ottenuta con i dati delle 4 cale MEDITS selezionate nel periodo 2018-2021, mostra come le taglie più piccole si ritrovino negli ultimi due anni (2020-21) quando la campagna sperimentale è stata effettuata tra fine estate ed inizio autunno, a testimonianza che questi mesi rappresentano il periodo di presenza dei piccoli della specie che vanno a distribuirsi sulle coste sabbiose a poche decine di metri di profondità.

Distribuzione taglie - *M. barbatus*

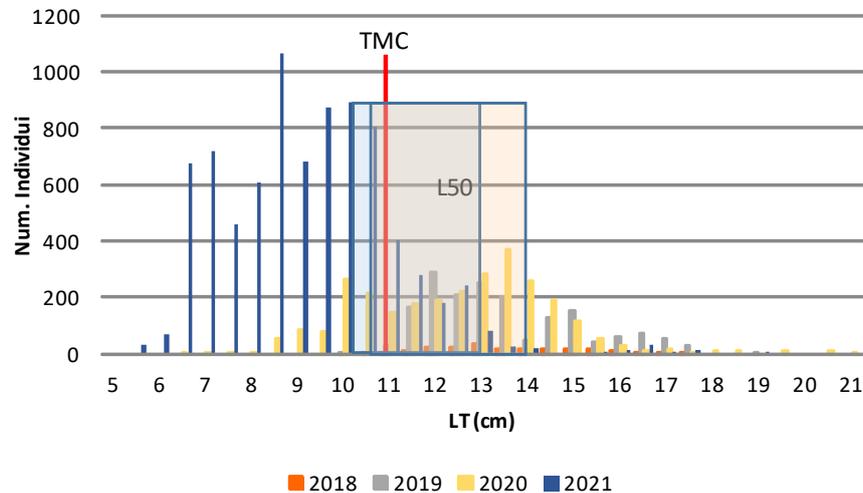


Figura 9 - *M. barbatus*: Distribuzioni di frequenza di taglia annuali. TMC (Taglia minima di conservazione - linea rossa) e L50 (Taglia di prima maturità sessuale - rettangolo azzurro: M e rettangolo crema: F)

A comprova di questo, la letteratura scientifica riporta che importanti aree di nursery sono state individuate in tutte le GSA, in particolare in prossimità delle coste sabbiose (Abella *et al.*, 1996; Carlucci *et al.*, 2009; Lembo, 2010; Garofalo *et al.*, 2011). Questo permette di dire che per la specie non esistono aree di nursery ristrette o ridotte ma un'area diffusa lungo tutte le coste sabbiose italiane a pochi metri di profondità.

Pagello bastardo - *Pagellus acarne*

P. acarne è una specie comune fino alle batimetriche di 180 m (Voliani *et al.*, 2003a) e presente in tutto il Mediterraneo. È una specie demersale, che predilige principalmente i fondali sabbiosi e fangosi mentre i giovani si avvicinano a scogli e praterie di posidonia (Parenti e Poly, 2004). Il periodo riproduttivo è concentrato nella stagione estiva e mostra alcune differenze tra le diverse aree del Mediterraneo. Nel Mar Ligure il periodo è compreso tra giugno e settembre.

La presenza di reclute è stata osservata a basse profondità (Orsi Relini *et al.*, 1984) e nei mesi autunnali (Voliani *et al.*, 2003b).

La zona indagata mostra valori di abbondanza in peso che oscillano da 2.32 ± 3.60 kg/kmq del 2018 a 162.09 ± 318.63 kg/kmq del 2019. In numero, invece, i valori minimi si registrano nel 2020 (127.27 ± 254.55 N/kmq) e massimi nel 2019 (3027.82 ± 5212.41 N/kmq)

Dal grafico della distribuzione di taglia ottenuta nei 4 anni (Figura 10), si evidenzia come le catture in numero assoluto, nel 2018 e 2020, risultino molto basse (inferiori a 30 individui totali).

Per gli altri due anni (2019 e 2021), si evidenzia una netta differenza nella distribuzione di taglia degli animali catturati. Nella campagna effettuata a fine giugno del 2019 si evidenziano due picchi,

uno più ridotto con individui di taglia compresa tra 7.5 e 9.5 cm LT e l'altra più evidente composta da individui di dimensioni maggiori (tra 14.5 e 20.0 cm LT).

La distribuzione ottenuta nel 2021 (campagna effettuata nel mese di settembre) evidenzia invece come tutta la popolazione campionata si attesti su taglie piccole (8.0-11.0 cm LT), ben al di sotto della taglia di prima maturità sessuale (compresa tra 13.0 e 18.0 cm LT)

Questo ad ulteriore conferma che il periodo in cui si trovano gli adulti vicini alla maturità sessuale/maturi sia nei mesi estivi, mentre il picco delle reclute si abbia nei mesi autunnali, con un piccolo anticipo anche in estate come evidenziato nel campionamento effettuato alla fine giugno del 2019.

Distribuzione taglie - *P. acarne*

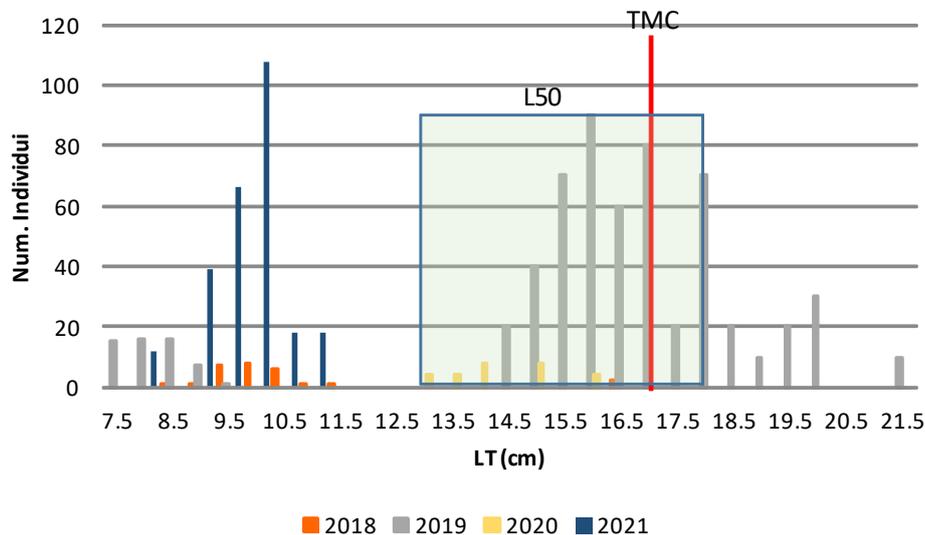


Figura 10 - *P. acarne*: Distribuzioni di frequenza di taglia annuali. TMC (Taglia minima di conservazione- linea rossa) e L50 (Taglia di prima maturità sessuale - rettangolo azzurro)

Pagello Fragolino - *Pagellus erythrinus*

Il pagello fragolino è presente lungo tutta la fascia costiera specialmente in prossimità di secche (Voliani *et al.*, 2003a). Il novellame della specie compare a fine di luglio su fondi fino ai 20 m di profondità, mentre gli adulti si distribuiscono soprattutto tra 20 e 50 m (Orsi Relini *et al.*, 1984). E' meno frequente a profondità superiori ai 100 m (Voliani *et al.*, 2003a).

La distribuzione del pagello fragolino presenta densità variabili da zona a zona, probabilmente in relazione alle condizioni ambientali, ma anche alla differente pressione di pesca (Abella *et al.*, 1999). In generale come evidenziato in Figura 11, la distribuzione della specie nella fascia costiera (10-100 m) è ben rappresentata in tutto il Mediterraneo. Infatti *P. erythrinus* è una specie

demersale che frequenta sia i fondi misti di scogli, sassi e detriti, che quelli fangoso-arenosi della platea continentale (Bini, 1966-1970).

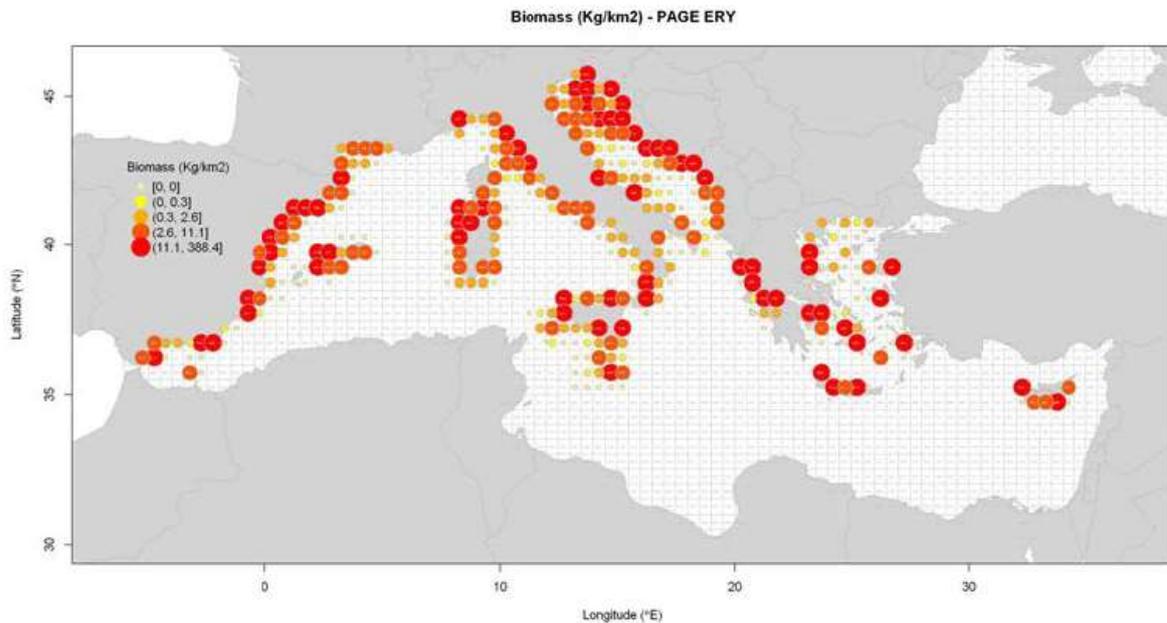


Figura 11 - *P. erythrinus* - Biomassa in kg/kmq proveniente da Campagne Medits, nel periodo 2002 - 2011 (da Fiorentino *et. al.*, 2015)

Esso mostra un periodo riproduttivo che si estende dalla tarda primavera all'estate e la riproduzione avviene alle profondità intermedie della piattaforma continentale. La maturità viene raggiunta a 1-2 anni.

In Figura 12 viene rappresentata la percentuale delle femmine mature rispetto alla popolazione per il periodo oggetto di studio del Progetto europeo STOCKMED. La zona dell'Alta Toscana presenta percentuali inferiori al 25% di occorrenza di femmine mature.

Il reclutamento (taglie da 1.5 a 5 cm LT) si concentra da giugno ad agosto, anche se può continuare fino al mese di dicembre (Voliani *et al.*, 2003a). *P. erythrinus* compare massivamente come novellame alla fine di luglio sui fondi 20 m di profondità (Orsi Relini *et al.*, 1984).

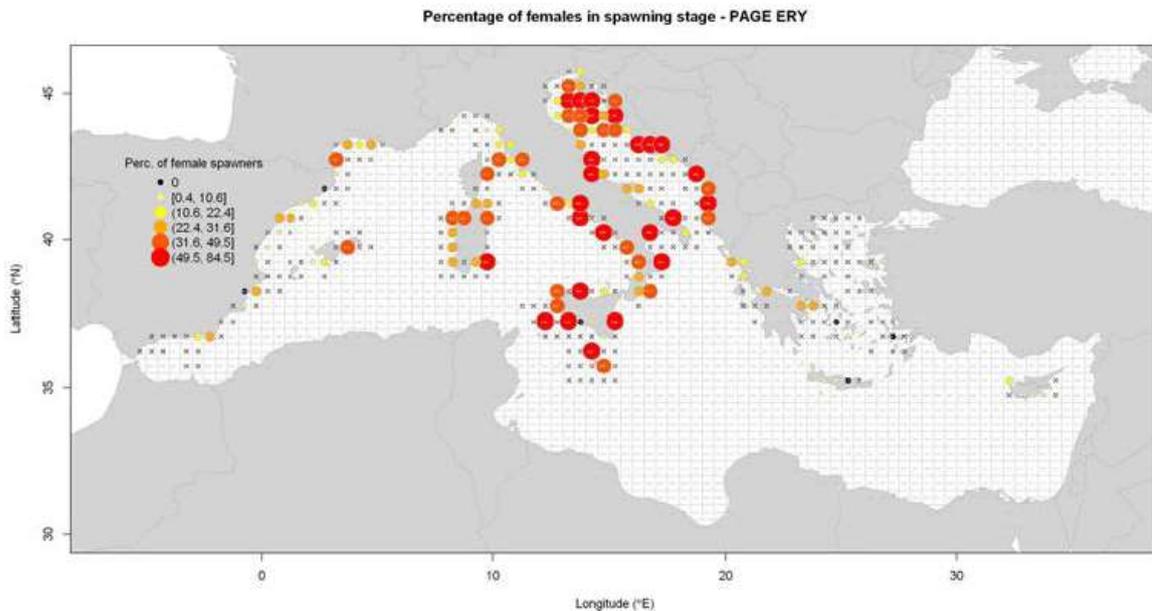


Figura 12 - *P. erythrinus* - percentuale delle femmine mature proveniente da Campagne Medits, nel periodo 2002 - 2011 (da Fiorentino *et. al*, 2015)

I dati ottenuti dalla campagna sperimentale MEDITS hanno permesso di elaborare per gli anni 2018-2021, le distribuzioni di taglie degli individui catturati (Figura 13). Se nel 2018 le catture totali sono inferiori ai 30 esemplari, negli anni successivi i numeri sono più importanti con il massimo delle catture in valore assoluto nel 2021 (circa 400 esemplari)

Nei mesi di ottobre 2020 e settembre 2021, si evidenziano due picchi, uno di individui di piccole dimensioni con moda nella classe di 8 cm e 10 cm, rispettivamente. L'altro picco invece è caratterizzato da individui di dimensioni maggiori vicini alla prima maturità sessuale (LT50). Questi risultati avvalorano quanto riportato in bibliografia sul periodo riproduttivo estivo e su quello di reclutamento spostato nei mesi tardo estivo –autunnali.

Distribuzione taglie - *P. erythrinus*

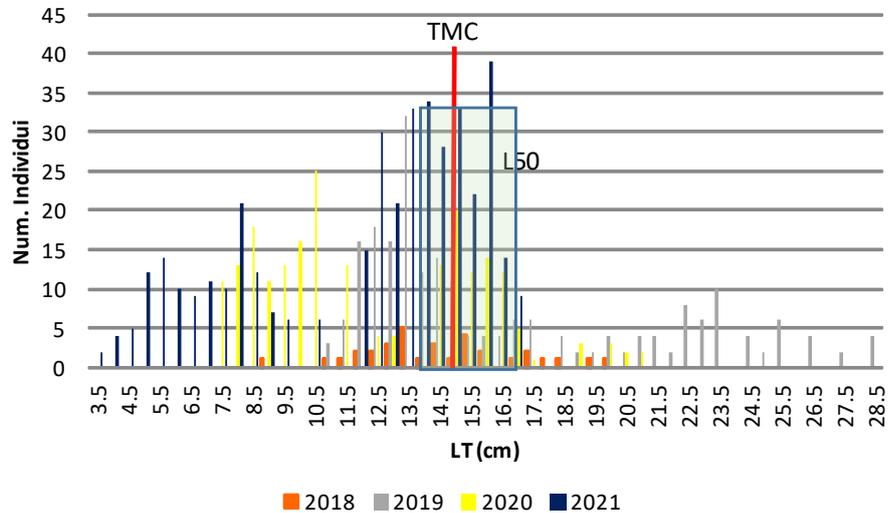


Fig. 13 - *P. erythrinus*: Distribuzioni di frequenza di taglia annuali. TMC (Taglia minima di conservazione - linea rossa) e L50 (Taglia di prima maturità sessuale - rettangolo azzurro)

Sardina - *Sardina pilchardus*

La sardina è distribuita in tutti i mari italiani (Relini e Lanteri, 2010). Vive in ambiente pelagico fino a 180 m di profondità, ma si trova comunemente tra 15 e 55 m (Fischer *et al.*, 1987).

E' un pesce gregario che forma banchi di notevoli dimensioni mono e plurispecifici. È una specie che tollera variazioni importanti di salinità e temperatura dell'acqua (Bini, 1966-1970). Dalla cartina riportata sotto (Figura 14) è visibile l'ampia presenza della specie lungo le coste mediterranee e come le abbondanze anche in Mar Ligure siano importanti, in accordo con i dati ottenuti dalle 4 cale selezionate intorno all'area di immissione per i 4 anni considerati (2018-2021); infatti la media per il periodo indicato è di 86.11 ± 99.10 kg/kmq in linea con l'intervallo di valori indicato in rosso nell'area oggetto di caratterizzazione.

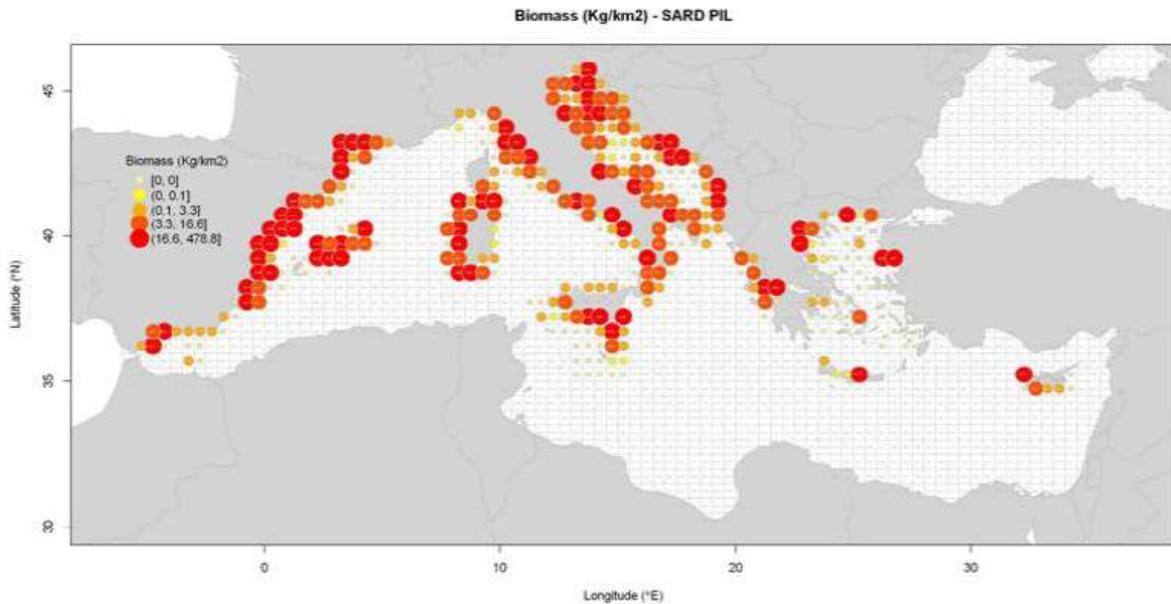
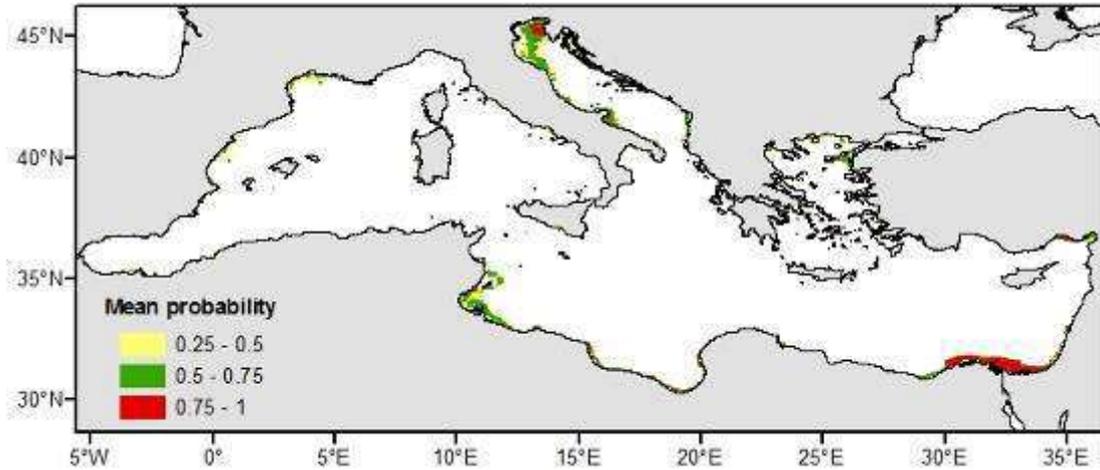


Figura 14 - *S. pilchardus* - Biomassa in kg/kmq proveniente da Campagne Medits, nel periodo 2002 - 2011 (da Fiorentino *et. al*, 2015)

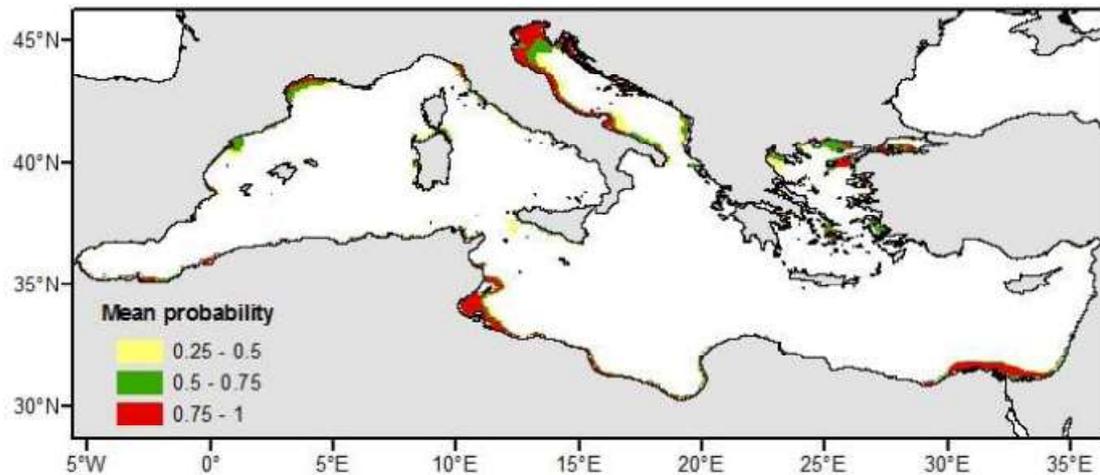
La sardina, come la maggior parte dei clupeidi, è un batch-spawner, infatti le femmine emettono gruppi di uova in modo asincrono, con diverse deposizioni durante la stagione riproduttiva (Ganias *et al.*, 2001, 2004).

Nelle Figure 15a e 15b, vengono riportate le aree in cui è stata calcolata la maggiore probabilità (in rosso) di ritrovare gli habitat e condizioni ambientali idonei ai giovanili della specie. La prima cartina è relativa ai mesi di giugno degli anni dal 2003 al 2008, mentre la seconda ai mesi di luglio. E' evidente come a luglio ci siano, rispetto al mese precedente le condizioni ambientali migliori per i giovanili di questa specie, con aree in numero maggiore e più estese. La fascia costiera a Nord dell'Elba, fino al Golfo di La Spezia si presenta come habitat idoneo per le nursery della specie.

a)



b)



Figg. 15 a) e b): *S. pilchardus* - Cartine della possibile presenza di aree di giovanili a) giugno e b) luglio (da Giannoulaki *et al.*, 2013)

La specie raggiunge la maturità sessuale intorno a 12.5 cm LT (Gaamour *et al.*, 2004), nel primo anno di vita.

Il periodo riproduttivo è influenzato molto dalle condizioni ambientali, anche se in generale possiamo affermare che si estende principalmente nei mesi invernali. Come per le acciughe e altre specie pelagiche però parlare di aree di riproduzione e nursery non è corretto in quanto la diffusione delle uova e delle larve è influenzata da molti fattori trofici e ambientali, come idrodinamismo e temperatura. Alcuni studi hanno identificato però delle aree come ambienti con maggior probabilità di trovare piccoli e riproduttori, durante il periodo invernale. La Figura 16 mostra la cartina con gli habitat in cui è più o meno probabile trovare i riproduttori di sardina nel

periodo invernale. E' visibile una macchia rossa (habitat preferenziale) intorno al Golfo di La Spezia ma oltre i 30 m di profondità.

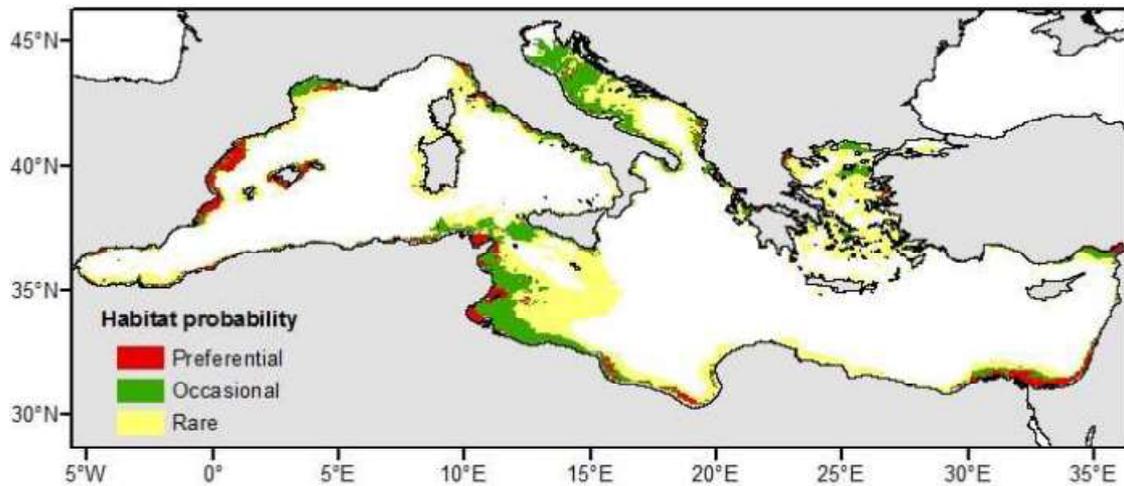


Figura 16 - *S. pilchardus* - Cartina della probabile presenza di aree di riproduttori nel periodo invernale dal 2003 al 2006 (da Giannoulaki *et al.*, 2013)

Sugarello maggiore - *Trachurus mediterraneus*

E' una specie pelagica e migratoria che si riunisce in banchi di grandi dimensioni e che vive e si riproduce al largo della costa comunemente tra 20 e 250 m di profondità (Lloris e Moreno, 1995; Jardas, 1996).

T. mediterraneus è, tra le tre specie del genere *Trachurus*, la più affine alle alte temperature. Quando si sposta in prossimità del fondo predilige fondali sabbiosi e/o fangosi (Shaboneyev, 1981; Lloris e Moreno, 1995). Il periodo di riproduzione della specie è esteso in un intervallo temporale abbastanza ampio che va dalla primavera (aprile) all'autunno (ottobre), maggiormente concentrato nel periodo estivo. Di conseguenza il reclutamento comincia in estate e la massima abbondanza di giovanili coincide con la stagione autunnale (Relini *et al.*, 1999). I giovani vivono entro la batimetria dei 100 m di profondità (Nannini *et al.*, 1997).

In Figura 17 sono evidenziate le aree preferenziali di riproduzione del sugarello maggiore nel periodo estivo dal 2000 al 2010, da cui si evince come il Mar Ligure sia una zona in cui i riproduttori trovano le condizioni ottimali. La stessa zona rimane un habitat preferenziale anche per i piccoli della specie ma nel periodo tardo autunnale.

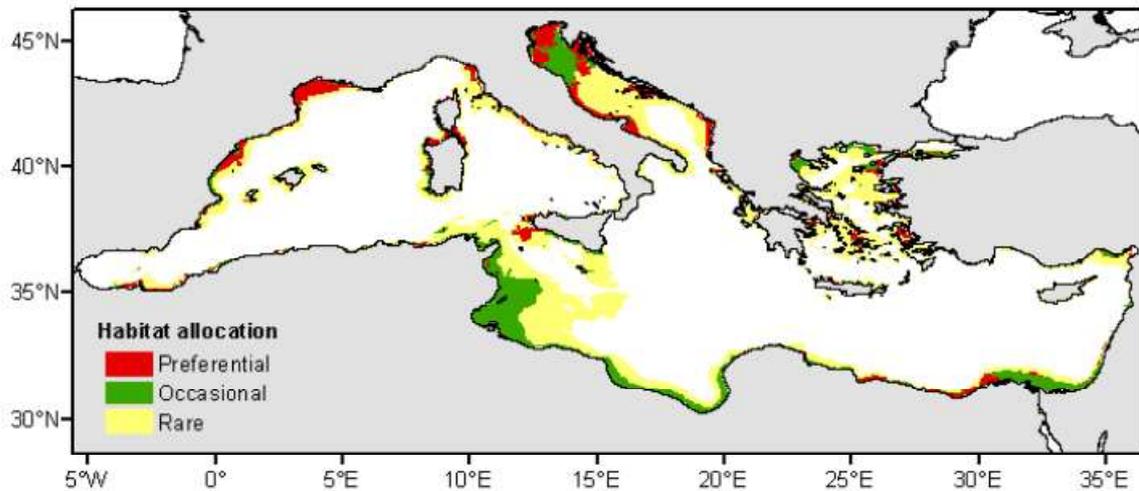


Figura 17 - *T. mediterraneus* - Cartina della probabile presenza di aree di riproduttori nel periodo invernale dal 2003 al 2006 (da Giannoulaki *et al.*, 2013)

La conferma dei periodi di riproduzione e di reclutamento arrivano anche dalle 4 campagne MEDIT condotte tra il 2018 e il 2021 (Figura 18).

Negli anni in cui la campagna è stata effettuata in autunno (2020 e 2021) si vedono due picchi, uno di individui di piccole dimensioni, mentre l'altro spostato verso organismi più vicini alla taglia di prima maturità sessuale pari a 16 cm. Nel giugno 2018 e 2019, si hanno in generale individui di taglia maggiore con un unico picco e moda nella classe di taglia di 12 cm per entrambi gli anni.

Distribuzione taglie - *T. mediterraneus*

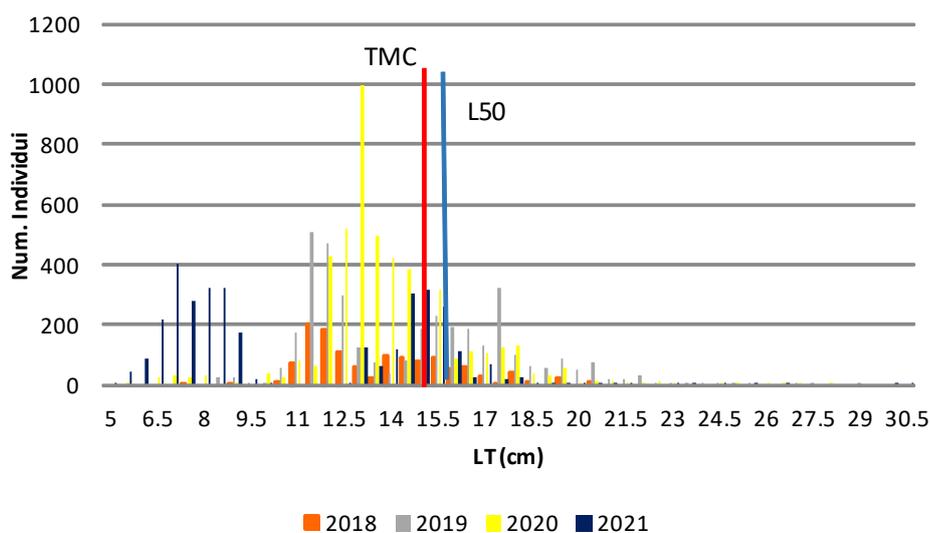


Figura 18 - *T. mediterraneus*: Distribuzioni di frequenza di taglia annuali. TMC (Taglia minima di conservazione - linea rossa) e L50 (Taglia di prima maturità sessuale - linea azzurra)

Sugarello - *Trachurus trachurus*

T. trachurus è una specie bento-pelagica gregaria comune in tutto il bacino del Mediterraneo a profondità comprese tra 10 e 500 m. Tende a concentrarsi entro 100-150 m di profondità (Nannini *et al.*, 1997) allontanandosi dalla costa e scendendo di profondità in inverno. Al contrario, nei mesi primaverili ed estivi si trova in vicinanza della costa.

Il periodo riproduttivo si estende da novembre a luglio, con un picco all'inizio della primavera (aprile) Carbonara *et al.*, 2012 ; Nannini *et al.*, 1997).

Il reclutamento generalmente rappresentato da esemplari fra 4 ed 8 cm LT, è stato osservato principalmente in tarda primavera (Matarrese *et al.*, 1998). Nel Mar Tirreno settentrionale i giovani di *T. trachurus* tendono a concentrarsi preferibilmente entro la batimetria dei 100 m (Nannini *et al.*, 1997).

Questa specie rispetto a *Trachurus mediterraneus*, è meno abbondante sia in numero che in peso. Rappresenta la 4° specie in biomassa e la 5° in densità tra le 7 specie più rappresentative dell'area indagata. Anche le campagne MEDITS effettuate dal 2002 al 2011 hanno evidenziato come nell'area di studio la specie sia presente ma con indici di biomassa non elevati come per altre specie (Figura 19).

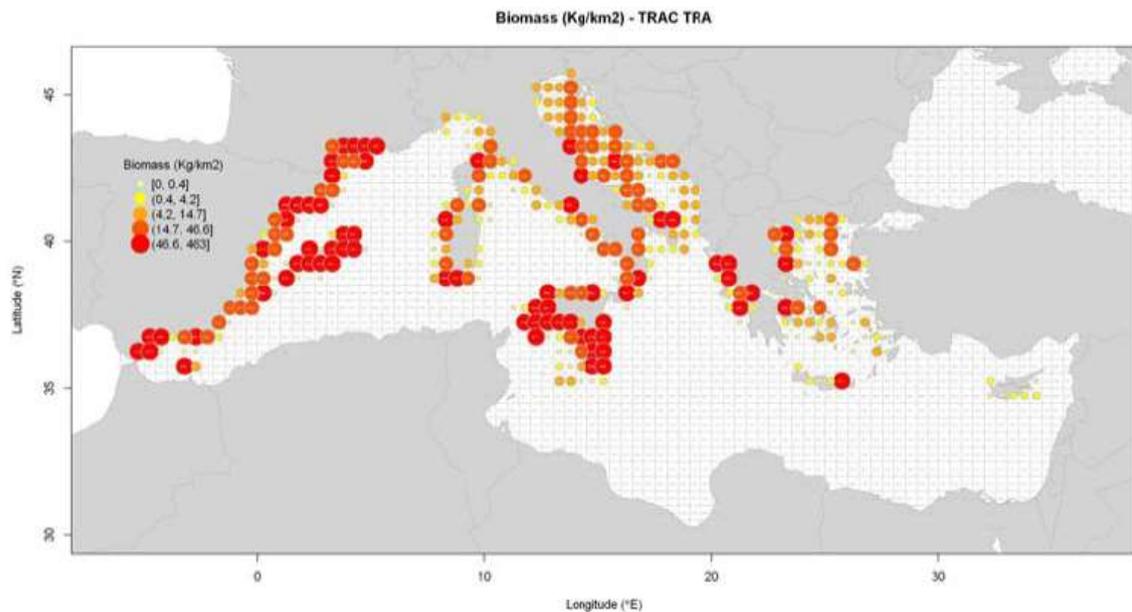


Figura 19 - *T. trachurus* - Biomassa in kg/kmq proveniente da Campagne Medits, nel periodo 2002 - 2011 (da Fiorentino *et al.*, 2015)

Nelle 4 cale analizzate durante i 4 anni considerati (2018-2021), solo nel 2019 si è verificato in valore assoluto un numero molto elevato di catture pari a 9234 individui. Negli altri 3 anni si va da

nessuna cattura nel 2021, 3 individui nel 2018 fino a 172 individui catturati nel 2020. Per questo si omettono le distribuzioni di taglia annuali.

Lo studio sulle aree di nursery (Figura 20), ha evidenziato che nell'alto Mar Ligure in estate, la probabilità media di trovare aree di nursery della specie sia bassa (compresa tra 0.25 e 0.5).

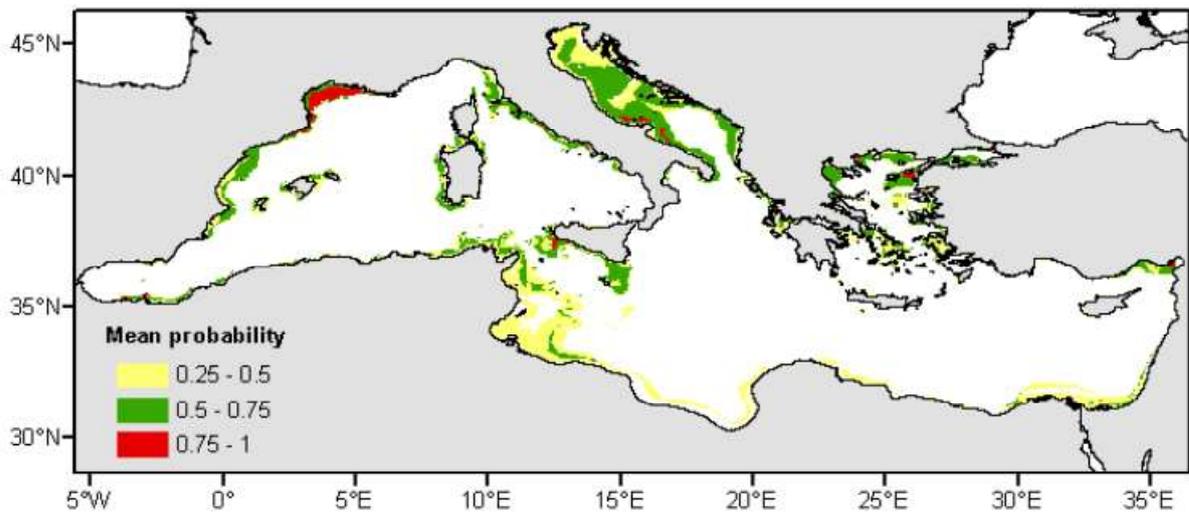


Figura 20 - *T. trachurus* - Cartina della probabile presenza di aree di nursery nel periodo estivo dal 2000 al 2010 (da Giannoulaki *et al.*, 2013)

Analisi dello sforzo di pesca

La marineria iscritta al Compartimento Marittimo di Marina di Carrara, da dati aggiornati al maggio 2022 del Registro Europeo delle Imbarcazioni da pesca (Fleet Register UE - <https://webgate.ec.europa.eu/fleet-europa/>), risulta essere composta da un totale di 45 imbarcazioni.

Di queste solo 4 hanno dichiarato di utilizzare come attrezzo principale lo strascico, mentre le altre hanno la licenza per attrezzi da posta (tramagli, *gillnet* e palangari).

Da un'intervista telefonica effettuata con un rappresentante della cooperativa più rappresentativa del Compartimento Marittimo e da successivi sopralluoghi è emerso che, in realtà, circa il 30% delle imbarcazioni presenti in questo registro non è attivo o esercita l'attività in maniera sporadica, e che tra quelle che operano in maniera continuativa ci sono solo imbarcazioni della piccola pesca artigianale che utilizzano attrezzi da posta.

La Lunghezza Fuori Tutta (LFT) media delle imbarcazioni attive è di 6.5 m, a conferma che si tratta di pescherecci di piccole-medie dimensioni, votate ad una pesca locale, in cui le aree di pesca si spingono preferibilmente in una zona compresa tra i 2-3 metri ai 12-13 metri di profondità a nord del porto fino al Golfo di La Spezia con una pesca rivolta prevalentemente a sogliole, seppie, triglie di fango e cicale. L'area individuata per l'immissione dei sedimenti, come dichiarato durante l'intervista realizzata ad aprile 2022, non è interessata dall'attività di pesca da parte della flottiglia locale, soprattutto per la distanza dalla costa (oltre 3 nM).

Per avere un quadro più completo sulla possibile attività di pesca nella zona, è stata fatta una analisi sulle aree di pesca frequentate dalla flottiglia a strascico di Viareggio, Compartimento Marittimo confinante con quello di Marina di Carrara e per numero di imbarcazioni il più grande della Toscana.

Sono stati quindi analizzati i dati AIS (*Automatic Identification System*, ovvero sistema di identificazione automatico) delle imbarcazioni a strascico iscritte a Viareggio, suddividendo le informazioni per:

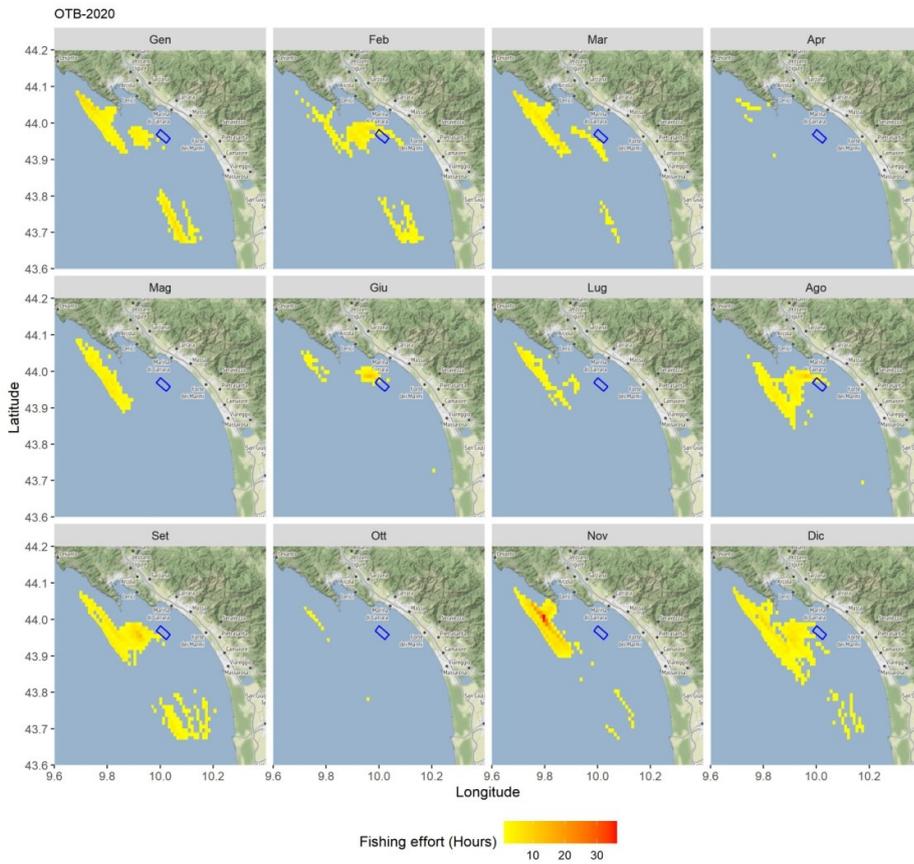
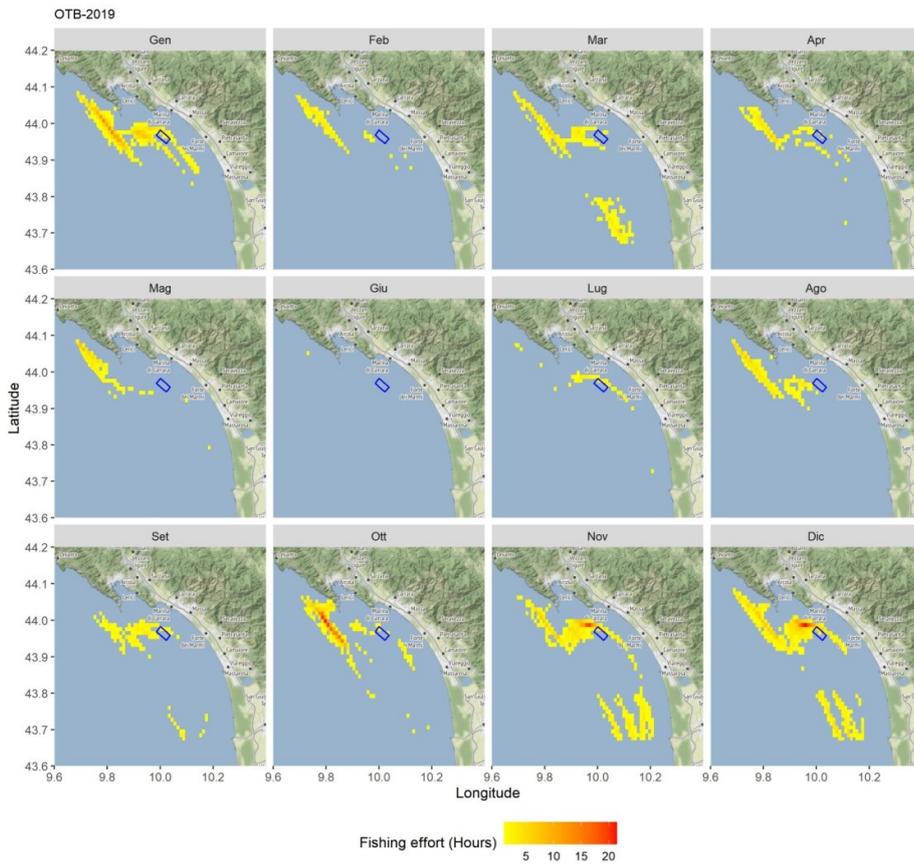
- mese
- anno (2019-2021)
- attrezzo di pesca (Strascico (OTB) e Rapidi (TBB))
- segmento (LFT: 15-18; 18-24; 24-40)

I dati georeferenziati sono stati poi espressi sotto forma di cartine dalle quali è stato possibile evidenziare le ore totali in cui la flottiglia, sia su base temporale che per tipologia di attrezzo utilizzato e dimensioni, pesca in una determinata area (Figure da 21 a 30).

Come si può notare la flottiglia che impiega il rapido (attrezzo utilizzato da 2 sole imbarcazioni fino al 2019), ha sfruttato zone di pesca molto distanti dall'area interessata dall'immissione dei sedimenti di escavo portuale. Lo stesso discorso vale anche per la flottiglia a strascico del

segmento 24-40 m LFT che si spinge più a largo per la pesca di crostacei (principalmente gamberi bianchi e scampi), risorsa non presente su fondi sabbiosi a bassa profondità.

Per i segmenti 15-18 e 18-24, lo sforzo di pesca interessa l'area considerata, ma sempre in maniera marginale e soprattutto senza un chiaro andamento stagionale. Questo è confermato anche dai grafici *Box-plot* (Figura 31) che indicano lo sforzo di pesca in aree fuori (0) e dentro (1) l'area in esame, dal quale si evince come le ore di pesca realizzate all'interno dell'area prescelta rappresentino valori dalle 10 fino alle 100 volte più basse rispetto alle aree esterne l'area di immissione. Quindi l'area risulta poco sfruttata dalla marineria viareggina.



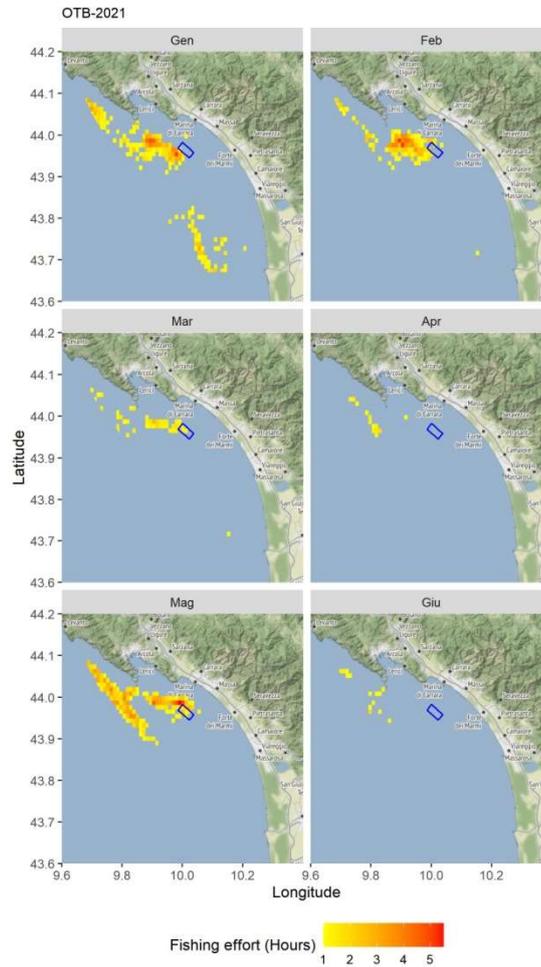
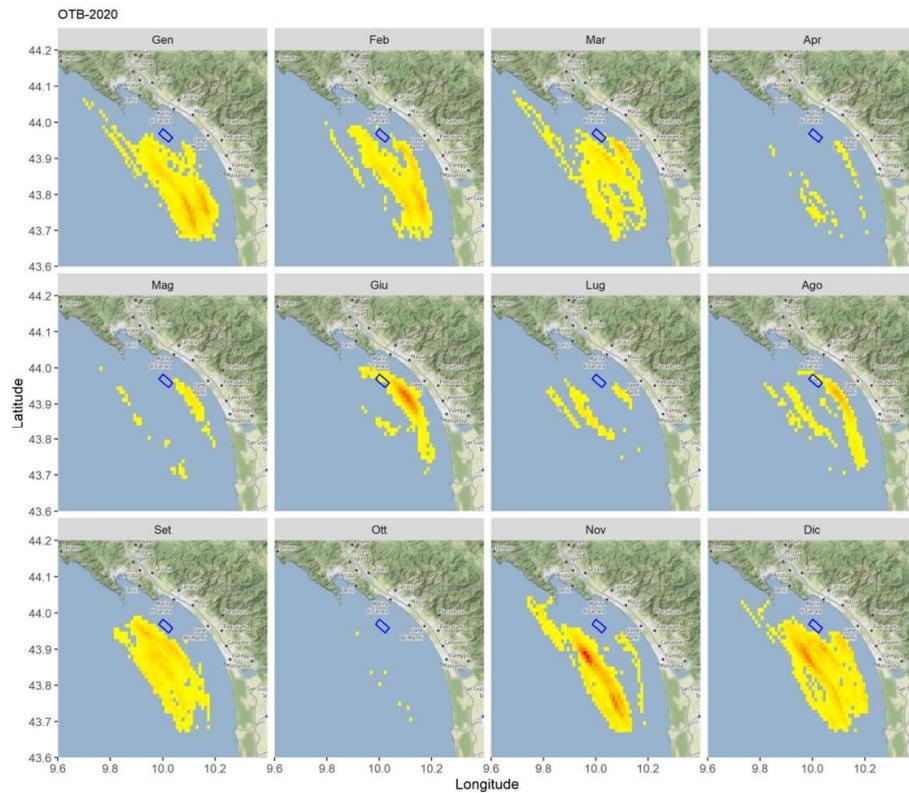
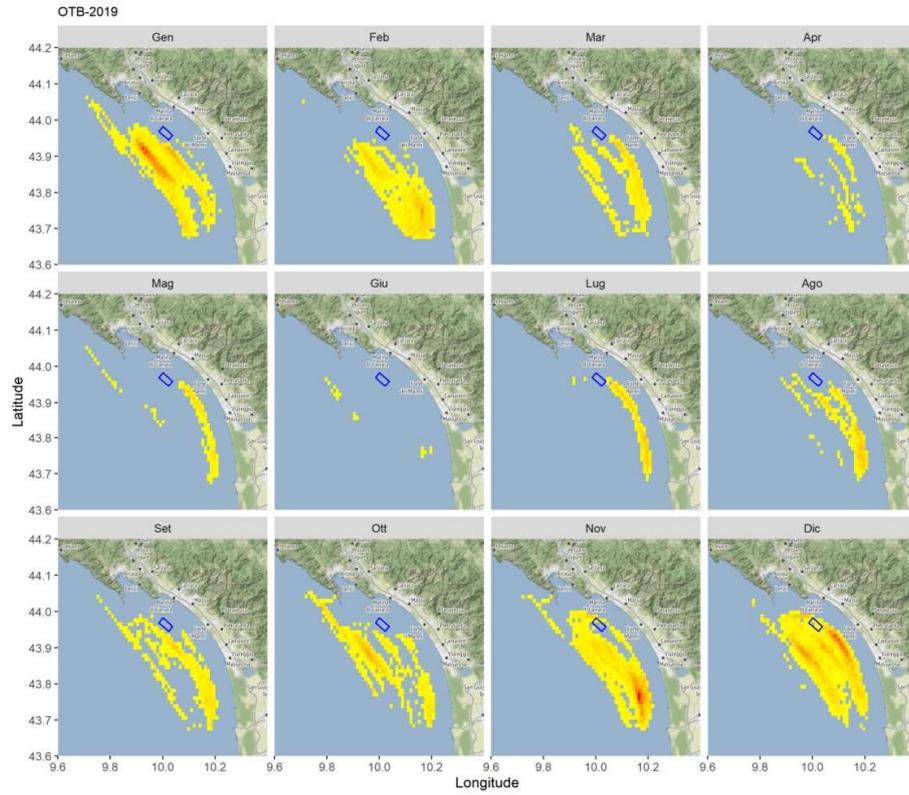


Figure 21, 22 e 23 - Sforzo di pesca in ore della flotta a strascico di Viareggio (LFT 15-18 m) negli anni 2019-2020 e 2021 (primi 6 mesi). Il quadrilatero blu rappresenta l'area di immissione dei sedimenti.



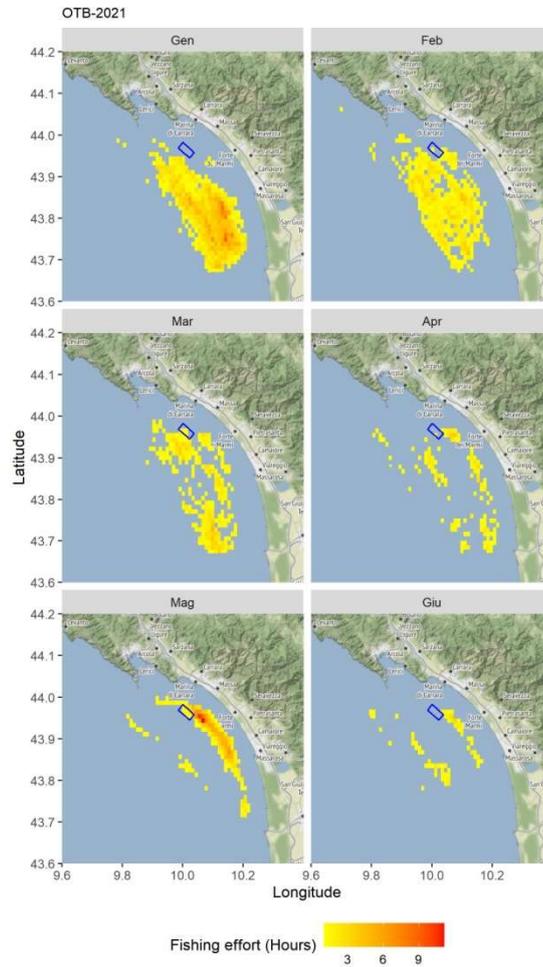
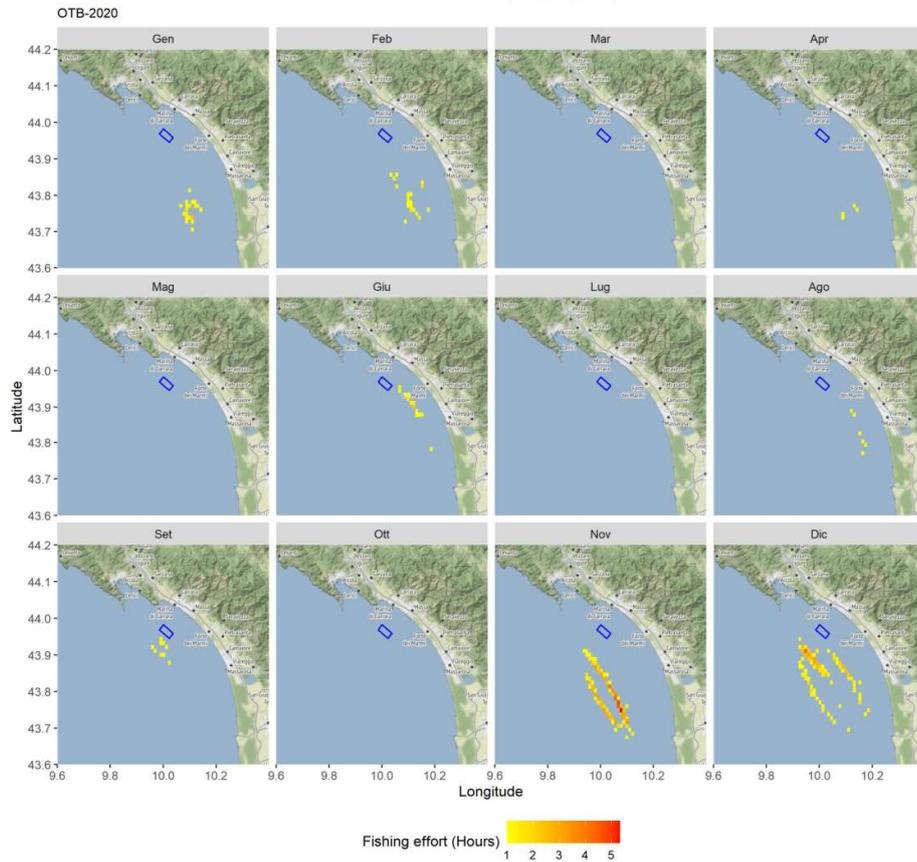
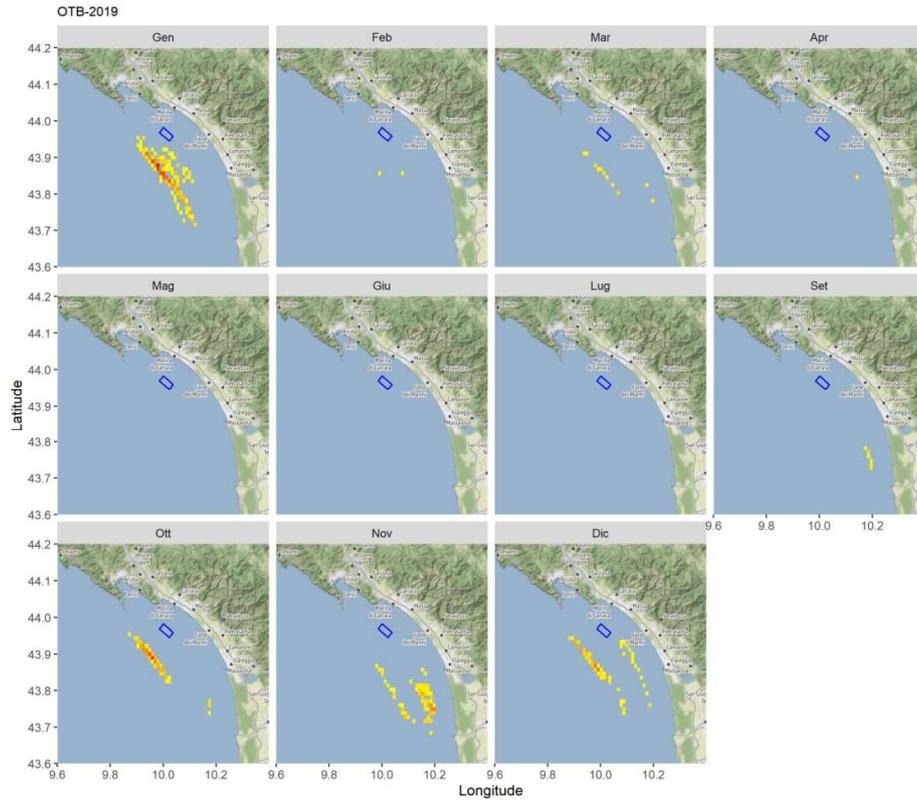


Figure 24, 25 e 26 - Sforzo di pesca in ore della flotta a strascico di Viareggio (LFT 18-24 m) negli anni 2019-2020 e 2021 (primi 6 mesi). Il quadrilatero blu rappresenta l'area di immissione dei sedimenti.



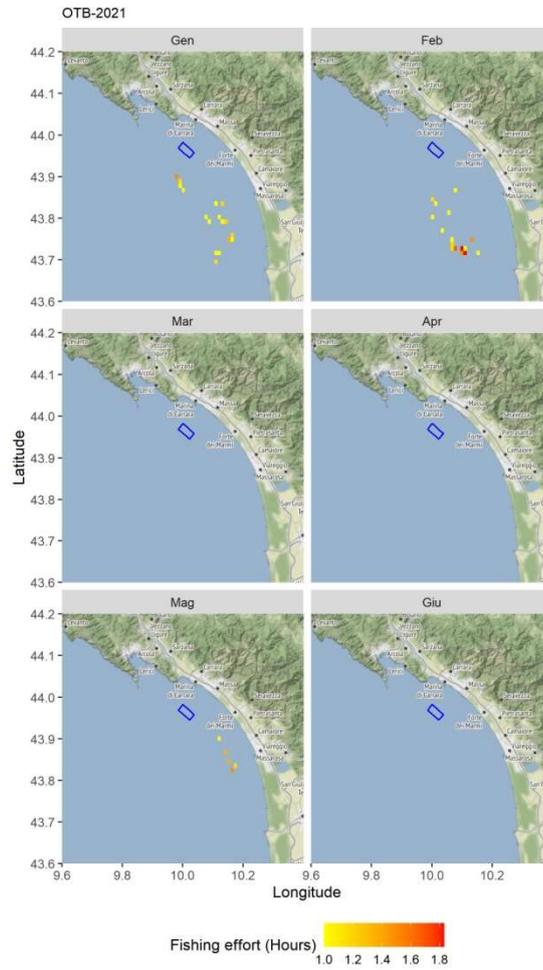


Figure 27, 28 e 29 - Sforzo di pesca in ore della flotta a strascico di Viareggio (LFT 24-40 m) negli anni 2019-2020 e 2021 (primi 6 mesi). Il quadrilatero blu rappresenta l'area di immissione dei sedimenti.

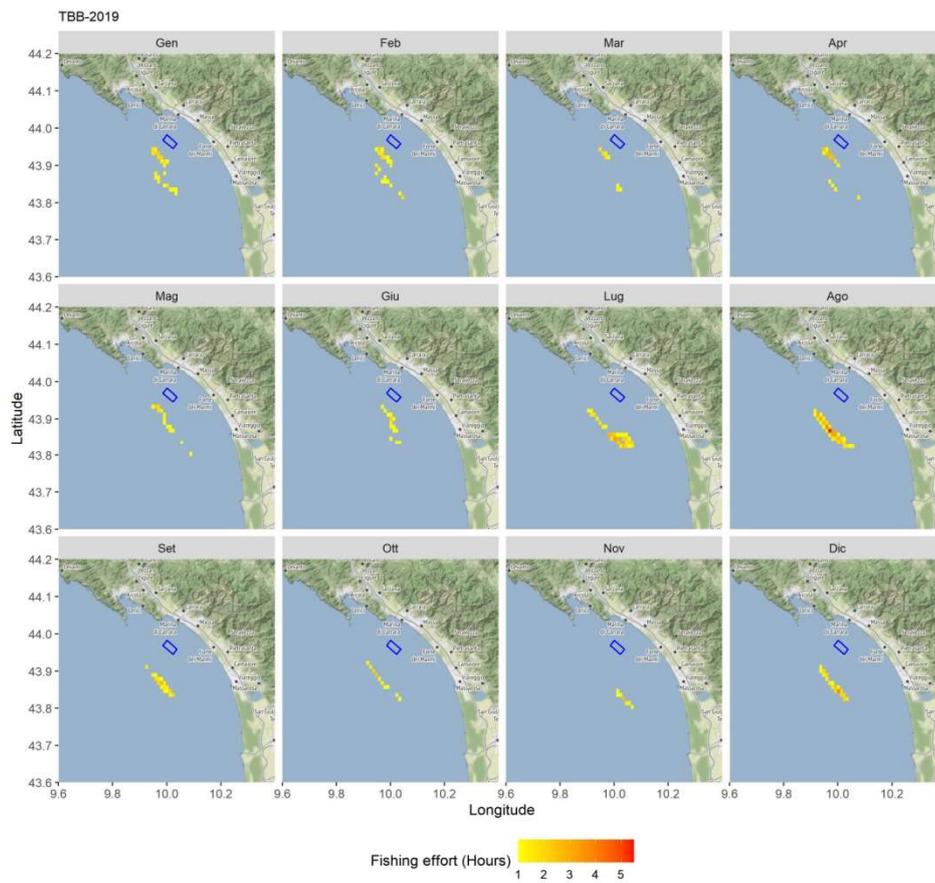


Figura 30 - Sforzo di pesca in ore della flotta di Viareggio che utilizza i rapidi (LFT 18-24 m) nel 2019. Il quadrilatero blu rappresenta l'area di immissione dei sedimenti.

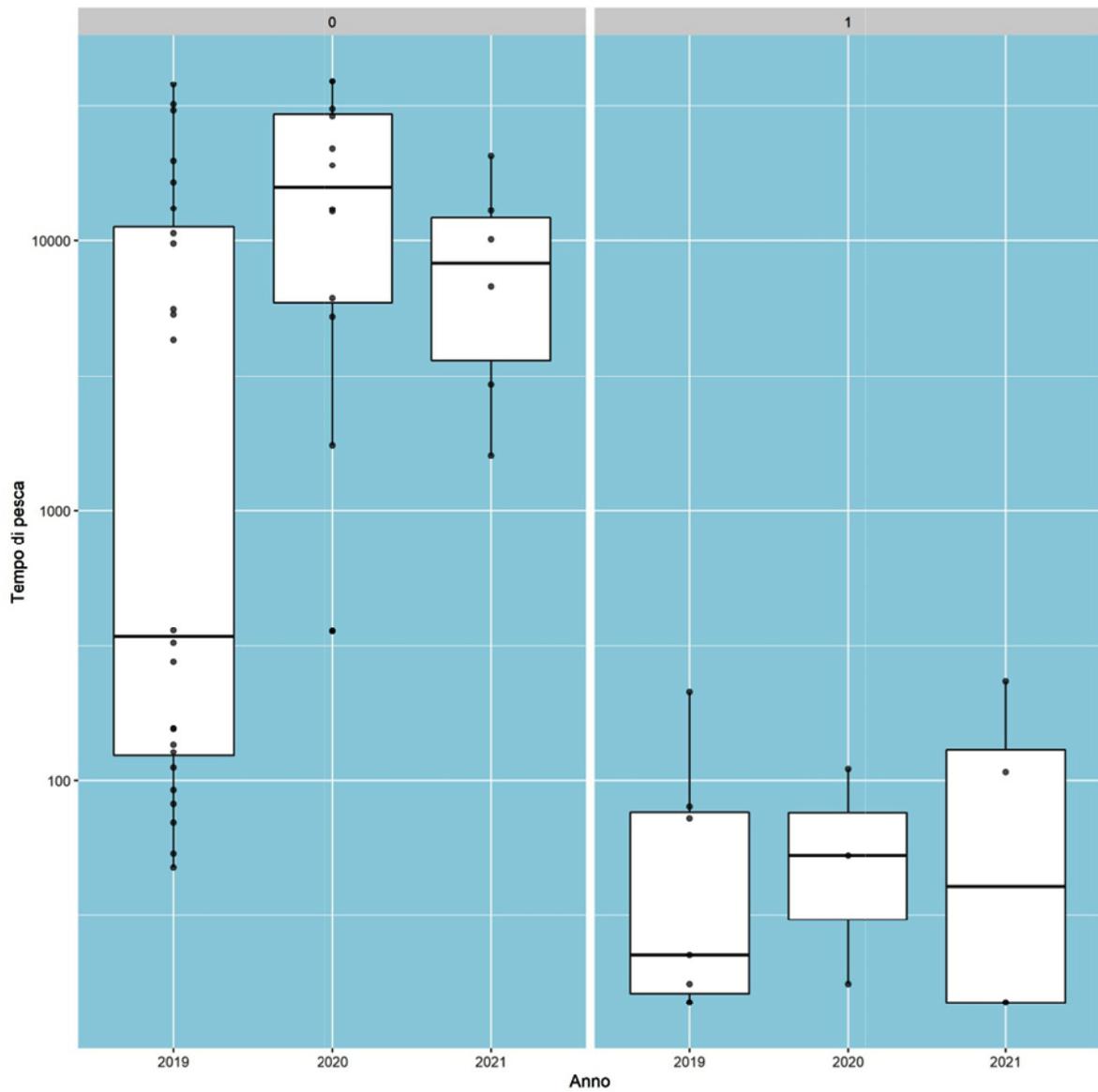


Figura 31 - Grafici *Box-plot* dello sforzo di pesca in ore della flottiglia di Viareggio nei tre anni considerati fuori (0 – a sinistra) e dentro (1 – a destra) l'area di sversamento.

Aree di protezione e tutela dell'area vasta

L'area di mare oggetto di indagine ricade all'interno della Area Specialmente Protetta d'Importanza Mediterranea (ASPIM) denominata "Pelagos", una grande zona marina di 87.500 kmq che nasce da un accordo tra l'Italia, il Principato di Monaco e la Francia (Figura 32). Esso incorpora le acque che bagnano numerose isole, quali la Corsica e la Sardegna settentrionale, oltre al litorale della Liguria, dell'Arcipelago Toscano e delle Bocche di Bonifacio. Lo scopo della creazione del cosiddetto "Santuario dei cetacei" è la salvaguardia della biodiversità marina in generale e dei mammiferi marini in particolare, favorendo l'eliminazione della pesca con reti pelagiche derivanti o spadare; la regolamentazione o annullamento delle gare off-shore; la regolamentazione del whale-watching di tipo commerciale; l'applicazione in via prioritaria di tutte le convenzioni per la riduzione dell'inquinamento di origine antropica chimico fisico e acustico e di qualsiasi altra origine che possa avere impatto sui mammiferi marini e sui loro habitat; l'istituzione di un osservatorio internazionale per la gestione dell'area e lo sviluppo di programmi di ricerca scientifica e campagne di sensibilizzazione.

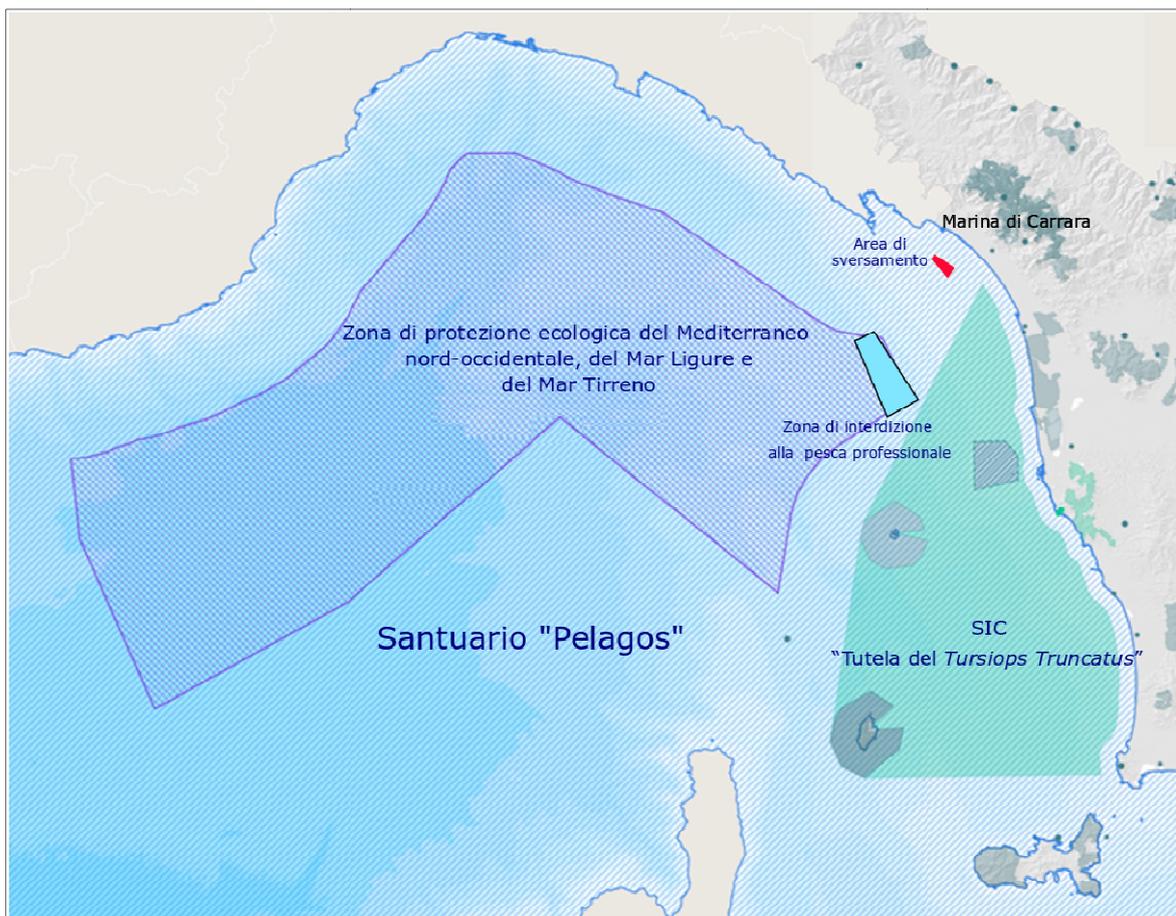


Figura 32 - Aree di protezione e tutela del Mar Ligure Settentrionale (Rif. nel testo).
In rosso l'area di sversamento.

Nel 2020 la Regione Toscana, in accordo con il Ministero dell'Ambiente ed il sostegno dell'Osservatorio Toscano per la Biodiversità e di ARPAT, ha avviato un percorso di approvazione di un SIC, istituito con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 2 del 14 gennaio 2020, consistente in un'area marina dedicata al Tursiope (ai sensi della Direttiva Habitat e della Legge Regionale 30/2015) e denominata "Tutela del *Tursiops truncatus*" con il codice Natura 2000 IT5160021. Si tratta di una zona di oltre 4000 Km² di forma triangolare che si estende tra il Comune di Piombino e la Versilia fino a comprendere le isole di Gorgona, Capraia e le Secche della Meloria (queste tre già individuate come Zone Speciali di Conservazione) e il cui limite settentrionale è nel Comune di Pietrasanta, distante circa 7 nM dall'area scelta per la deposizione di sedimenti provenienti dal Porto di Marina di Carrara.

A nord del Mar Ligure è presente la parte più settentrionale della "Zona di protezione ecologica del Mediterraneo nord-occidentale, del Mar Ligure e del Mar Tirreno", istituita ai sensi dell'articolo 1, della legge 8 febbraio 2006, n.61 dal Ministero dell'ambiente (D.P.R. 27/10/2011, n. 209; GU n.293 del 17-12-2011), nel rispetto della Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare del 1982 e il cui limite orientale dista circa 15 miglia nautiche dal Porto di Marina di Carrara (Figura 32). In queste zone, lo Stato esercita la propria giurisdizione per proteggere e preservare l'ambiente marino, i mammiferi e le biodiversità dai rischi di catastrofi ecologiche dovute a scarichi di sostanze inquinanti da parte di navi mercantili o ad incidenti di navigazione, conformemente a quanto previsto anche dalla Convenzione UNESCO del 2001 sulla protezione del patrimonio culturale subacqueo.

Ad oltre 15 nM dalle coste della Versilia segnaliamo, infine, un'area di interdizione alla pesca professionale con attrezzi da traino (strascico con divergenti, sfogliare, traino pelagico e draghe) ai sensi dell'art.11 comma 2 del Reg. (UE) n°1022/2019 come intervento mirato alla riduzione delle catture di novellame di nasello (*Merluccius merluccius*) nella GSA 9, ovvero la sub area del Mar Mediterraneo che comprende Liguria, Toscana e Lazio per la gestione delle attività di pesca e delle risorse ittiche demersali (la normativa di riferimento è il D.M. n°13128 del 31.12.2019).

La Figura 32 che riporta le aree di protezione e tutela delle specie e degli habitat del Mar Ligure Settentrionale sopra descritte è tratta e modificata, per questa relazione, dal portale *GEOscopio*, lo strumento webgis con cui è possibile visualizzare ed interrogare i dati geografici della Regione Toscana (www502.regione.toscana.it/geoscopio/arprot.html#).

Raccolta dei dati storici relativi alla presenza di habitat e specie sensibili con un focus specifico su cetacei e tartarughe marine.

Habitat sensibili

I fondi costieri a nord della Toscana sono composti da un mosaico di popolamenti caratterizzati da alcune biocenosi tipiche mediterranee che si succedono al variare delle profondità (Figura 33). Queste risultano alternate a condizioni ecologiche variabili ("patchiness") dove non troviamo la tipica successione bionomica per via dell'apporto idrico e sedimentologico dei numerosi corsi d'acqua presenti lungo la costa e che determinano un disequilibrio sedimentario nell'area (Morri *et al.*, 1990). Entro la batimetria dei 20 metri troviamo più a nord la biocenosi delle sabbie fini ben calibrate (SFBC) che nella parte più a sud, da Marina di Pietrasanta fino a Marina di Pisa, è parzialmente sostituita da sabbie fini su fanghi compatti e poco più a largo dalla biocenosi dei fanghi terrigeno costieri (VTC), facies a limi sabbiosi. Tra i 20 ed i 50 metri è presente, in modo esteso, la biocenosi VTC con alternanza di facies a seconda dei sedimenti più o meno fangosi. Tra i 50 ed i 200 metri di profondità, le biocenosi tipiche sono il detritico infangato (DE) e il detritico del largo (DL), sostituiti oltre i 200 metri di profondità dalla biocenosi dei fanghi batiali (VB).

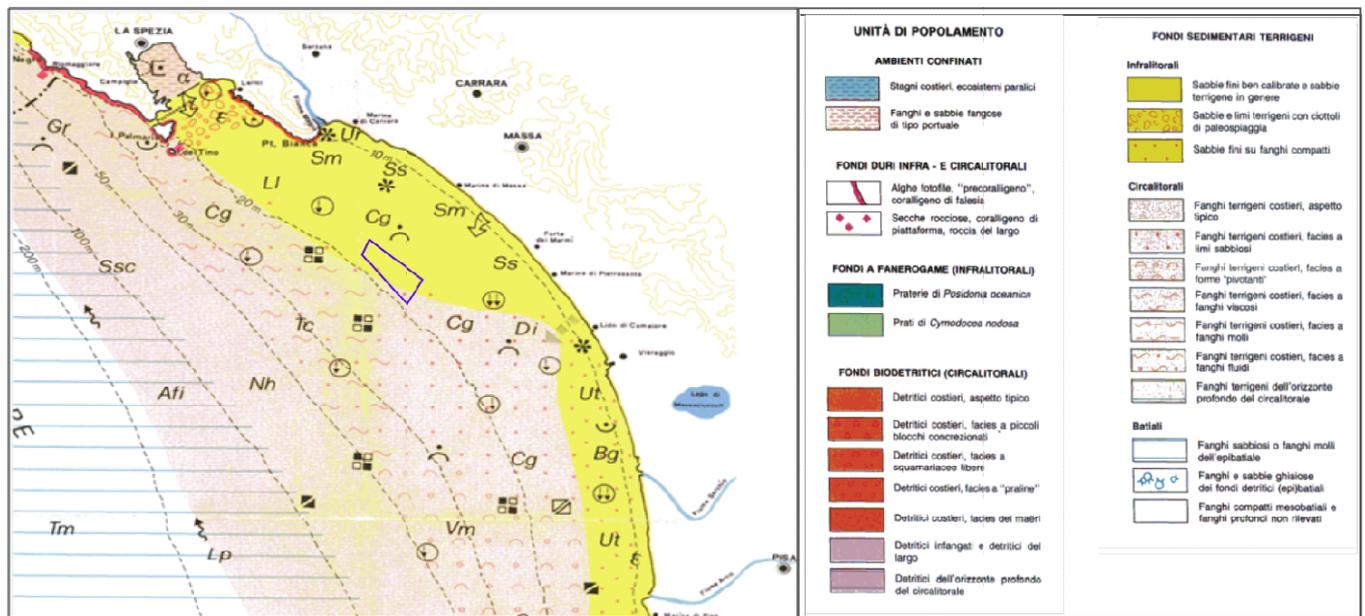


Figura 33 - Carta bionomica dei mari

toscani (modificato da Bianchi C.N. *et al.*, 1996). Il quadrilatero blu rappresenta l'area di sversamento.

Recenti analisi preliminari della fauna macrobentonica, condotte nel 2021 dalla stessa Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale, nell'area prevista per lo sversamento e nelle due aree di controllo a nord e a sud di essa, confermano la presenza di popolamenti composti da specie

tipiche della biocenosi SFBC (*Owenia fusiformis*, *Macrura stultorum* e *Nephtys hombergi*) e da specie caratteristiche di sedimenti più fini (*Apseudopsis acutifrons* e *Ampelisca typica*), in linea con quanto indicato dalla bibliografia (Bianchi *et al.*, 1996, Pèrés e Picard, 1964). Queste analisi mostrano, inoltre, bassi valori di abbondanza e di ricchezza specifica e di un popolamento poco omogeneo, probabilmente a causa della variabilità nella composizione sedimentologica nelle aree campionate.

I dati raccolti escludono, quindi, la presenza di habitat sensibili e confermano l'assenza, nell'area di sversamento e nei fondali interessati dalla rotta della draga durante il trasporto dei sedimenti, di specie o comunità da proteggere ai sensi della "Direttiva Habitat" e della Convenzione di Barcellona, quali Praterie di *Posidonia oceanica*, *Pinna nobilis*, "fondi Coralligeni" o *facies a maerl*.

La presenza di Cetacei e tartarughe marine nell'area di indagine

Le attività di avvistamento svolte dall'Osservatorio Toscano per la Biodiversità negli ultimi anni confermano la presenza di numerose specie di cetacei all'interno del santuario; tra queste la Stenella (*Stenella coeruleoalba*), il Tursiope (*Tursiops truncatus*) e la Balenottera (*Balaenoptera physalus*), rappresentano le specie più osservate, come mostrato in Tabella 5. Molte altre specie sono state individuate nei mari toscani, seppure con frequenza minore e perlopiù spiaggiati, nel corso di oltre 30 anni di attività di monitoraggio (Tabella 6). Presso il sito dell'ARPAT è possibile visualizzare la distribuzione dei cetacei e delle tartarughe spiaggiate lungo la costa Toscana negli anni 2019-2020. (uploads.knightlab.com/storymaps/e4d351154ca8cc11b87f19c8cce56ce8/spiaggiamenti-cetacei-in-toscana-estate-2019/index.html)

Tabella 5 - Cetacei avvistati in Toscana nel 2020 e registrati da ARPAT

Specie	Numero individui
Tursiope	44
Stenella	10
Balenottera comune	22
Totale	76

Tratto da: *Il monitoraggio dei cetacei, delle tartarughe e dei grandi pesci cartilaginei in Toscana - Anno 2020*

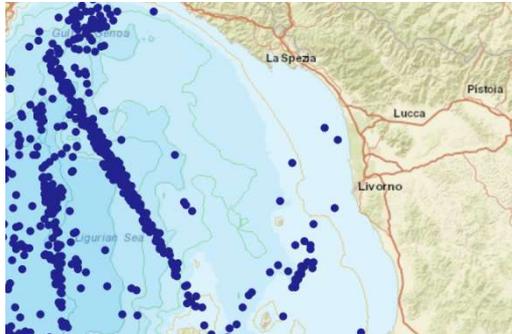
Tabella 6 - Cetacei avvistati in Toscana nel dal 1986 al 2019 e registrati da ARPAT

Specie	Individui segnalati	Percentuale
<i>Stenella coeruleoalba</i>	315	49%
<i>Tursiops truncatus</i>	186	29%
Delfinide indeterminato	70	11%
<i>Balaenoptera physalus</i>	20	3%
<i>Grampus griseus</i>	16	3%
<i>Physeter macrocephalus</i>	11	2%
<i>Ziphius cavirostris</i>	7	1%
<i>Globicephala melas</i>	5	1%
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	2	0%
<i>Delphinus delphis</i>	2	0%
Grosso cetaceo indeterminato	2	0%
<i>Kogia sima</i>	1	0%
<i>Mesoplodon europaeus</i>	1	0%
Totale complessivo	638	100%

Tratto da: *L'attività di ARPAT nel monitoraggio dei cetacei, delle tartarughe e dei grandi pesci cartilaginei Anno 2019*

Di seguito si riportano le mappe degli avvistamenti a mare degli 8 cetacei più comuni nel Mar Mediterraneo, estratte dalla piattaforma *Intercet* nell'area vasta.

Mappe degli avvistamenti di cetacei tratte dalla piattaforma *Intercet*



Balaenoptera physalus



Ziphius cavirostris



Globicephala melas



Grampus griseus



Physeter macrocephalus



Stenella coeruleoalba



Delphinus delphis



Tursiops truncatus

In base alle loro preferenze di habitat le specie si dividono in: *Pelagiche* (si incontrano a profondità superiore ai 2000 m) come la Balenottera comune, lo Zifio, il Globicefalo e la Stenella

striata; *Di scarpata profonda* (si incontrano a una profondità compresa tra i 1000 e 1500 m) come il Capodoglio e il Grampo e *Costiere* (si incontrano a profondità inferiore a 500 m) come il Delfino comune e il Tursiope.

Come evidenziato anche dalle mappe di *Intercet*, il Tursiope, si differenzia dalla maggior parte degli altri cetacei, normalmente presenti a grandi distanze dalla costa oltre la batimetrica dei 200 m, per la sua residenza costiera e per la frequente interazione con molte attività antropiche tra cui la pesca professionale (a strascico e con reti fisse), gli impianti di mitilicoltura e gli allevamenti ittici off-shore.

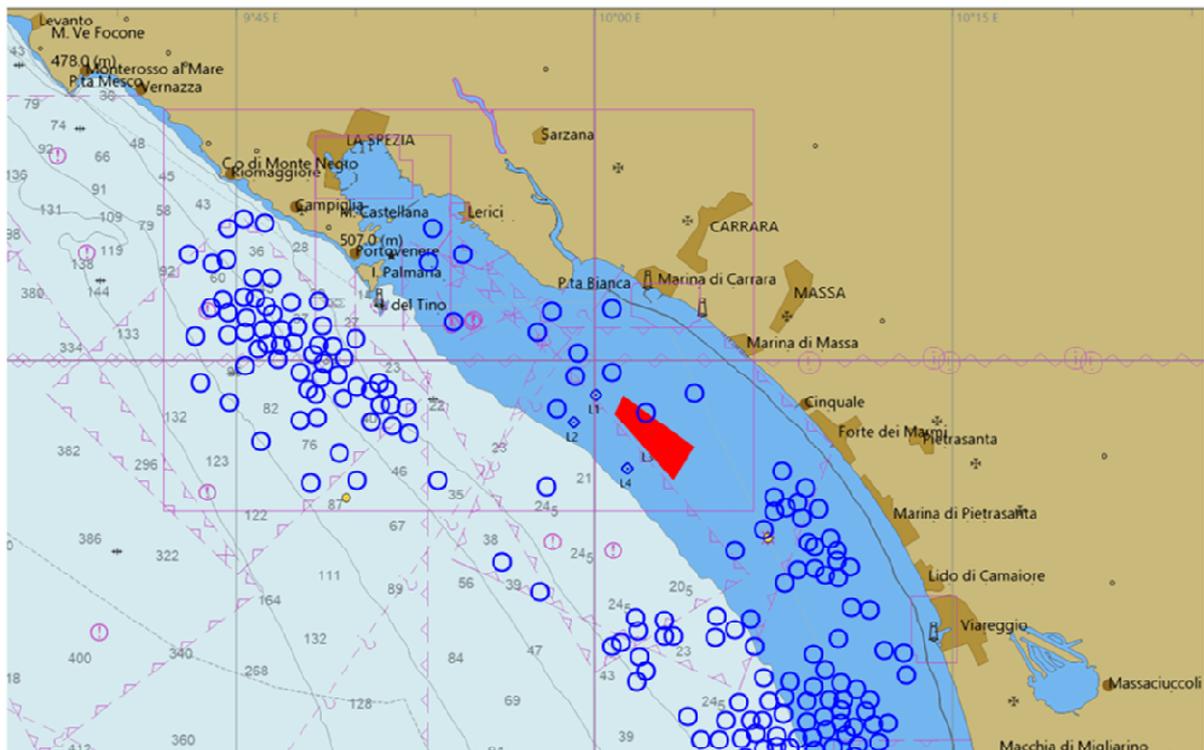


Figura 34 - Avvistamenti di Tursiopi (*Tursiops truncatus*) negli ultimi tre anni (2019-2021) da parte di CETUS. In rosso l'area di sversamento

In Figura 34 vengono indicati gli avvistamenti di Tursiopi (indicati con cerchi blu), effettuati negli ultimi tre anni dal centro di ricerca CETUS, che svolge attività di monitoraggio soprattutto lungo le coste nord della Toscana. In rosso viene indicata l'area scelta per le attività di sversamento. La presenza prevalente del tursiope lungo le coste è legata alla naturale affinità di questa specie per i fondali fangosi con batimetrica inferiore ai 100 m (Gnone *et al.*, 2011) e ai suoi caratteristici comportamenti "opportunistici" nei confronti delle attività antropiche, prevalentemente legati alla ricerca del cibo, come la caccia dietro la scia dei pescherecci (Nutti *et al.*, 2006) o sulle reti fisse. La maggior parte degli avvistamenti vicino alla costa coincidono con le aree più frequentate dalle imbarcazioni da pesca professionale, sia durante le fasi di pesca che di trasferimento. Come indicato da CETUS, la popolazione di tursiopi residenti in un'area di circa 350 Km² da La Spezia a

Viareggio è rappresentata da un grande gruppo, denominato *Alfa*, in quanto il più numeroso di Pelagos, composto da oltre 250 individui e catalogati all'interno della piattaforma di ricerca europea *Intercet*. Recenti studi condotti dall'università di Pisa all'interno di programmi di monitoraggio coordinati da ISPRA nell'area tra Livorno, la Corsica e la Sardegna (all'interno dell'area di tutela del Tursiope), confermano la presenza costante di Tursiopi in gruppi stabili, anche con individui giovani, con maggiore frequenza durante la primavera e l'estate seppure con estrema variabilità sia nella distribuzione che nell'abbondanza a conferma della elevata capacità di questi animali di spostarsi e di occupare diversi areali e variabili nel tempo (Arcangeli *et al.*, 2021). I Tursiopi, infatti, sebbene mostrino una distribuzione prevalentemente residenziale, con spostamenti medi di 50 km, possono talvolta intraprendere spostamenti anche oltre i 400 km (Gnone *et al.*, 2011). Studi demografici sulla popolazione di Tursiopi presenti lungo le coste orientali del Mar Ligure evidenziano una cospicua presenza di femmine e di piccoli soprattutto davanti la costa est della Liguria (sud di Rapallo) mentre nelle coste nord della Toscana si concentrano soprattutto animali adulti probabilmente per l'interazione positiva con le imbarcazioni da pesca che permettono di ottenere vantaggi nella cattura di prede (Rossi *et al.*, 2017).

Gli avvistamenti di esemplari di tartarughe marine direttamente in mare, lungo le coste toscane, sono sporadici (meno dell'1% degli avvistamenti da parte di ARPAT). Tuttavia la loro abbondanza nei nostri mari è confermata dalle numerose catture accidentali da parte di pescatori e dagli spiaggiamenti in tutta la Toscana, compresa la zona di Marina di Carrara e documentate annualmente dai ricercatori dell'area mare di ARPAT. Questi rettili marini hanno grandi capacità di spostamento e generalmente sono difficili da avvistare a mare a meno che non rimangano intrappolate da reti o ami da palamito oppure colpite da imbarcazioni veloci. Ciò si evidenzia soprattutto nel periodo estivo quando l'aumento del numero di imbarcazioni in mare e l'avvicinamento delle tartarughe alle coste, aumenta notevolmente la probabilità di collisione tra questi animali e le chiglie o le eliche dei natanti (Basso, 1992).

La specie prevalente è la tartaruga comune *Caretta caretta*, l'unica che si riproduce abitualmente lungo le coste italiane. Ha una distribuzione circumglobale limitata a latitudini più calde ed è presente in tutto il bacino Mediterraneo anche se il numero di individui può variare in funzione della stagione e della località geografica (Margaritoulis *et al.*, 2003). Risultano sporadici gli avvistamenti di tartaruga verde *Chelonia mydas* (tartaruga verde) e molto rari quelli di *Dermochelys coriacea* (tartaruga liuto) entrambe specie circumglobali, con spiccata preferenza per i climi tropicali più caldi. La tartaruga verde nidifica nel Mediterraneo soltanto nell'area sudorientale del bacino (soprattutto Turchia, Cipro, Siria e Israele) mentre la tartaruga liuto non nidifica nei nostri mari. Quest'ultima entra nel Mediterraneo sfruttando gli ambienti pelagici per scopi alimentari e gli avvistamenti riguardano esclusivamente esemplari di taglia medio-grande (Casale *et al.*, 2003).

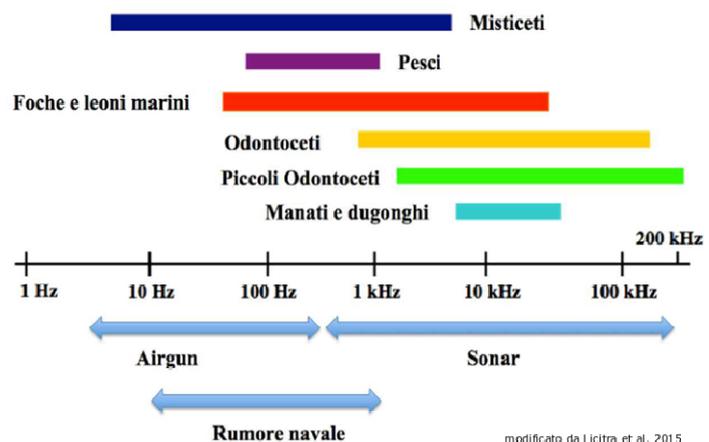
I siti di nidificazione di *Caretta caretta* sono localizzati principalmente nel Mediterraneo centro-orientale e più precisamente in Grecia, Turchia e Cipro (Casale e Margaritoulis, 2010). In Italia la

nidificazione è limitata alla zona meridionale continentale e insulare e principalmente alla costa ionica calabrese e alle isole Pelagie. Nel 2020 lungo le coste toscane sono stati censiti cinque siti di nidificazione di tartaruga comune, localizzati a sud di Livorno (Rosignano e Baratti) e a Grosseto (Castiglione della Pescaia) mentre nell'area più settentrionale della Toscana non risultano, ad oggi, siti di nidificazione documentati (Mancusi, 2021).

Possibili impatti a carico di mammiferi marini e tartarughe

Le attività di dragaggio e sversamento di sedimenti possono avere effetti diretti ed indiretti su mammiferi marini e tartarughe. Il rischio indiretto è soprattutto legato all'aumento della torbidità e agli effetti sul popolamento bentonico e la relativa riduzione di potenziali prede o alla modifica degli habitat. Gli effetti diretti sono, invece, legati a collisioni con le imbarcazioni presenti o all'aumento di rumore subacqueo. Nel caso di dragaggi a fini di ripascimento di breve durata e con l'utilizzo di imbarcazioni lente come nel caso del presente studio, le probabilità di collisioni risultano trascurabili (Louis Berger Group, 1999; Nicoletti *et al.*, 2006). Particolare attenzione, invece, occorre porre alla produzione di rumore sottomarino prodotto dallo stazionamento e la navigazione delle imbarcazioni coinvolte e dalle operazioni di dragaggio e di rilascio dei sedimenti. Il rumore sottomarino può portare, infatti, a differenti risposte da parte degli animali marini (ACCOBAMS, 2013a e b; Borsani e Farchi, 2011) quali danni ed effetti fisici (direttamente correlabili al disturbo), disturbi o modifiche comportamentali e di comunicazione (con aumenti dei livelli di stress e risvolti anche sulla capacità di predare e riprodursi) e mascheramento (cioè difficoltà di comunicazione e ascolto). Nel caso del tursiope la capacità di adattamento e di mobilità permette a questi organismi di limitare o annullare gli effetti del rumore che tuttavia può portare ad alterazioni dello stato di benessere dell'animale.

L'inquinamento acustico antropico del mare, può avere diversi effetti sui cetacei, in funzione delle frequenze (Hz) e dei decibel (dB). Due sono, infatti, le componenti fisiche importanti di cui tener conto nella propagazione del suono in mare: la frequenza (numero di oscillazioni delle particelle che costituiscono l'onda sonora – in Hertz, Hz) e la pressione sonora (il flusso dell'energia meccanica trasmessa dall'onda sonora attraverso una superficie unitaria nell'unità di tempo – espressa nelle unità logaritmiche deciBel, dB); ne deriva che l'intensità locale del suono è rappresentata dal *sound pressure level* (SPL), su scala logaritmica (dB)



modificato da Licitra et al. 2015

I Mysticeti (balene e balenottere) sono specializzati nella emissione/ricozione delle basse frequenze (10-5.000 Hz) che riescono a percorrere lunghissime distanze sott'acqua, anche molti km. Diversamente avviene per gli Odontoceti che si suddividono in cetacei di medie dimensioni (zifi, globicefali, grampi, tursiopi, stenelle, delfini comuni) che utilizzano le medie frequenze (150Hz-150kHz) e cetacei di piccole dimensioni (focene, inia, kogia) che utilizzano le alte frequenze (200Hz-180kHz).

Risulta quindi evidente come da questa classificazione tutto lo spettro delle frequenze possa coinvolgere le differenti specie di cetacei e come l'immissione di nuovi "rumori" alle frequenze biologiche utilizzate, provochi un effetto di "mascheramento" con la maggiore difficoltà o l'impossibilità di comunicare, cacciare le prede, svolgere attività sociali del branco, riprodursi. Sulla base di questi dati ISPRA ha redatto delle linee guida per stabilire i valori soglia per diversi tipi di rumore (impulsi singoli, multipli e non impulsivi) capaci di originare dalle prime significative risposte comportamentali (Tabella 7) agli effetti più gravi (Tabella 8 e 9) nelle diverse specie di mammiferi marini presenti nei nostri mari

Tabella 7 – Valori soglia per diversi tipi di rumore (impulsi singoli, multipli e non impulsivi) capaci di originare le prime significative risposte comportamentali in diverse specie di mammiferi marini (da Borsani e Farchi, 2011 - Modificato da Southall *et al.*, 2007).

Valori soglia per impulsi singoli (tipo battipali)
Sound exposure levels SEL: 183 dB re: 1 μ Pa-s
Valori soglia per impulsi multipli (tipo survey geosismici)
Cetacei bassa frequenza: 120 dB re: 1 μ Pa RL (RMS/pulse duration)
Cetacei media frequenza: 90-180 dB re: 1 μ Pa RL (RMS/pulse duration)
Cetacei alta frequenza: non applicabile
Valori soglia per rumori non impulsivi (tipo perforazione, navigazione, dragaggi)
Cetacei bassa frequenza: 100-110 dB re: 1 μ Pa RMS SPL
Cetacei media frequenza: 110-120 dB re: 1 μ Pa RMS SPL
Cetacei alta frequenza: 140-150 dB re: 1 μ Pa RMS SPL

Tabella 8 - Valori soglia per mammiferi marini esposti a diversi tipi di rumore (single pulses, multiple pulses, non-pulses) capaci di originare perdita permanente (PTS) di sensibilità uditiva (injury criteria) (da Borsani e Farchi, 2011 - Modificato da Southall *et al.*, 2007).

Marine mammal group	Sound type		
	Single pulses	Multiple pulses	Non-pulses (includes continuous noise)
Low-frequency cetaceans			
Sound pressure level	230 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	230 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	230 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)
Sound exposure level	198 dB re: 1 μ Pa ² -s	198 dB re: 1 μ Pa ² -s	215 dB re: 1 μ Pa ² -s
Mid-frequency cetaceans			
Sound pressure level	230 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	230 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	230 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)
Sound exposure level	198 dB re: 1 μ Pa ² -s	198 dB re: 1 μ Pa ² -s	215 dB re: 1 μ Pa ² -s
High-frequency cetaceans			
Sound pressure level	230 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	230 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	230 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)
Sound exposure level	198 dB re: 1 μ Pa ² -s	198 dB re: 1 μ Pa ² -s	215 dB re: 1 μ Pa ² -s

Tabella 9 - Valori soglia per mammiferi marini esposti a diversi tipi di rumore (single pulses, multiple pulses, non-pulses) capaci di originare perdita temporanea (TTS) di sensibilità uditiva (da Borsani e Farchi, 2011 - Modificato da Southall *et al.*, 2007).

Marine mammal group	Sound type		
	Single pulses	Multiple pulses	Non-pulses
Low-frequency cetaceans			
Sound pressure level	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)
Sound exposure level	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	195 dB re: 1 μ Pa ² -s
Mid-frequency cetaceans			
Sound pressure level	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)
Sound exposure level	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	195 dB re: 1 μ Pa ² -s
High-frequency cetaceans			
Sound pressure level	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)
Sound exposure level	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	195 dB re: 1 μ Pa ² -s

Le attività di dragaggio e sversamento previste in questo studio prevedono l'utilizzo di una draga meccanica per il prelievo dei sedimenti portuali ed il loro trasporto e sversamento nell'area di ripascimento o nell'area esterna a oltre 3 miglia dalla costa. I rumori subacquei prodotti da questo tipo di draghe risultano temporalmente e spazialmente dinamici e dipendono molto dalle condizioni locali (distanza dalla costa, tipologia e profondità del fondale, ecc.). I dragaggi producono suoni a bassa frequenza (<1000 Hz), sono tipicamente continui e non-impulsivi e sono simili, in termini di SPL e frequenza, a quelli prodotti dal traffico commerciale navale. Essi generalmente, registrano valori massimi nelle vicinanze della sorgente del rumore a cui si sommano quelli prodotti dalle eliche e dai motori dell'imbarcazione. L'attività di dragaggio avviene ad intervalli, è ciclica e discontinua e si interrompe al momento del trasporto dei materiali

nelle aree adibite. I valori di SPL per le draghe meccaniche variano tra 107 e 124 dB re 1 μ Pa a 154 m (Dickerson *et al.*, 2001).

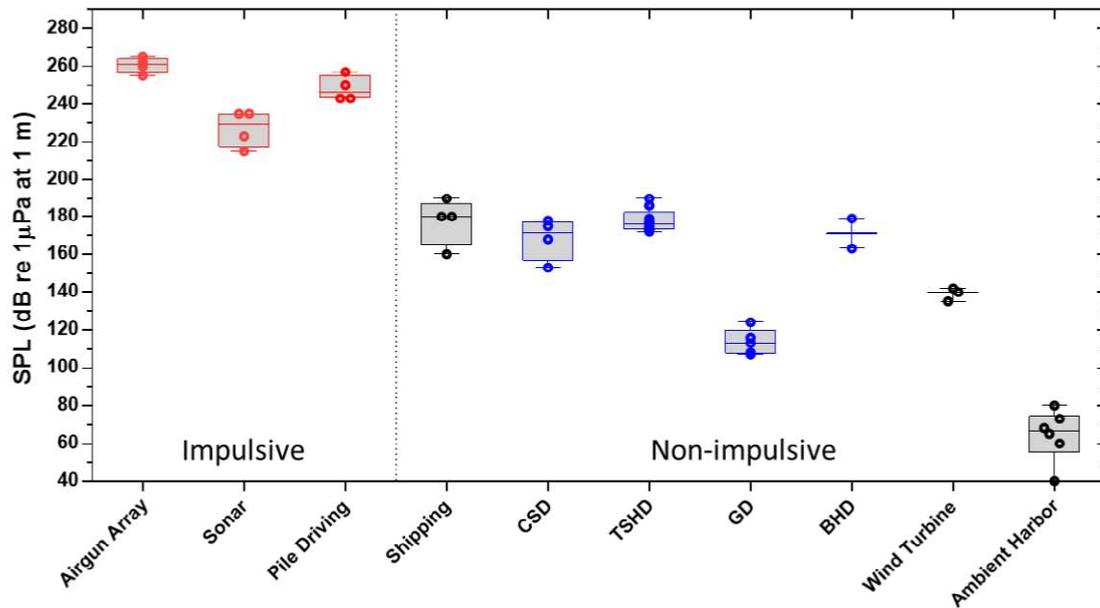


Figura 35 - Valori di SPL subacquei derivanti da sorgenti diverse. In blu i rumori prodotti da diverse metodologie di dragaggio: cutter suction dredge (CSD); trailing suction hopper dredge (TSHD); grab dredge (GD); and backhoe dredge (BHD). (da McQueen *et al.*, 2018).

Sebbene ulteriori progressi devono ancora essere fatti sulla comprensione degli effetti del rumore subacqueo di origine antropica sugli organismi marini, è opinione condivisa che le attività di dragaggio di substrati mobili (sabbia, silt, argilla), di trasporto e sversamento in mare, non rappresentino rischi di mortalità o di danni permanenti sul biota marino (Figura 35). Eventuali effetti non letali sono rappresentati da modifiche del comportamento ed effetti di mascheramento in quanto i rumori a bassa frequenza prodotti da queste attività (20-1000 Hz) potrebbero coprire o interferire sulle frequenze utilizzate da alcuni organismi marini (Figura 36).

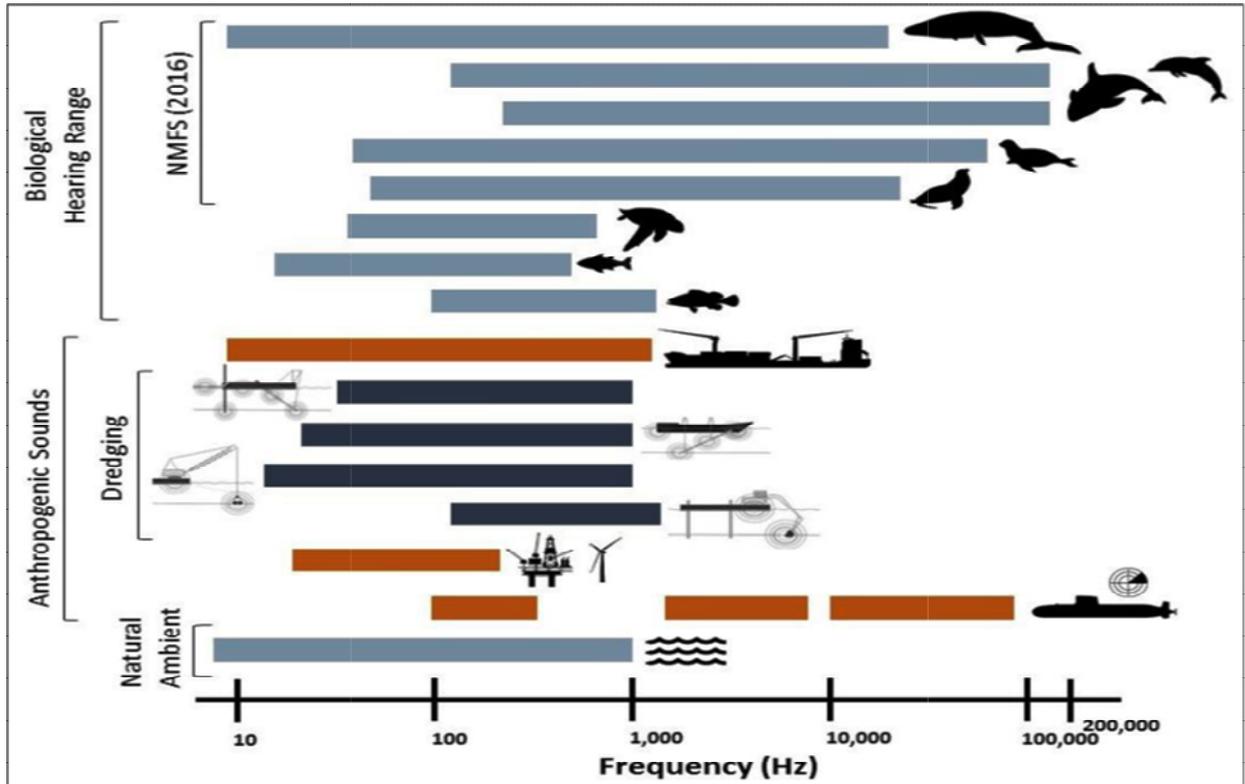


Figura 36. Intervalli di frequenza uditiva di alcuni organismi e principali frequenze riportate per sorgenti antropiche e ambientali. (da McQueen *et al.*, 2018).

Studi recenti condotti per il progetto Gionha, (Marine Strategy Framework - Directive 2008/56/EC), su suoni sottomarini continui a bassa frequenza, prodotti da natanti dotati di AIS (Automatic Identification System) nell'alto Tirreno, mostrano un quadro piuttosto compromesso dal punto di vista dell'inquinamento acustico: l'intera area risulta caratterizzata da livelli sonori molto alti (Figura 37), con il valore limite dei 100 dB che viene superato pressoché ovunque ed in qualsiasi condizione di analisi (Licitra *et al.*, 2015). Tali valori sono in linea, in termini di frequenza e di SPL, con quelli prodotti da attività di dragaggio, trasporto e sversamento e rappresentano un alto livello di rumore di fondo già presente nell'area.

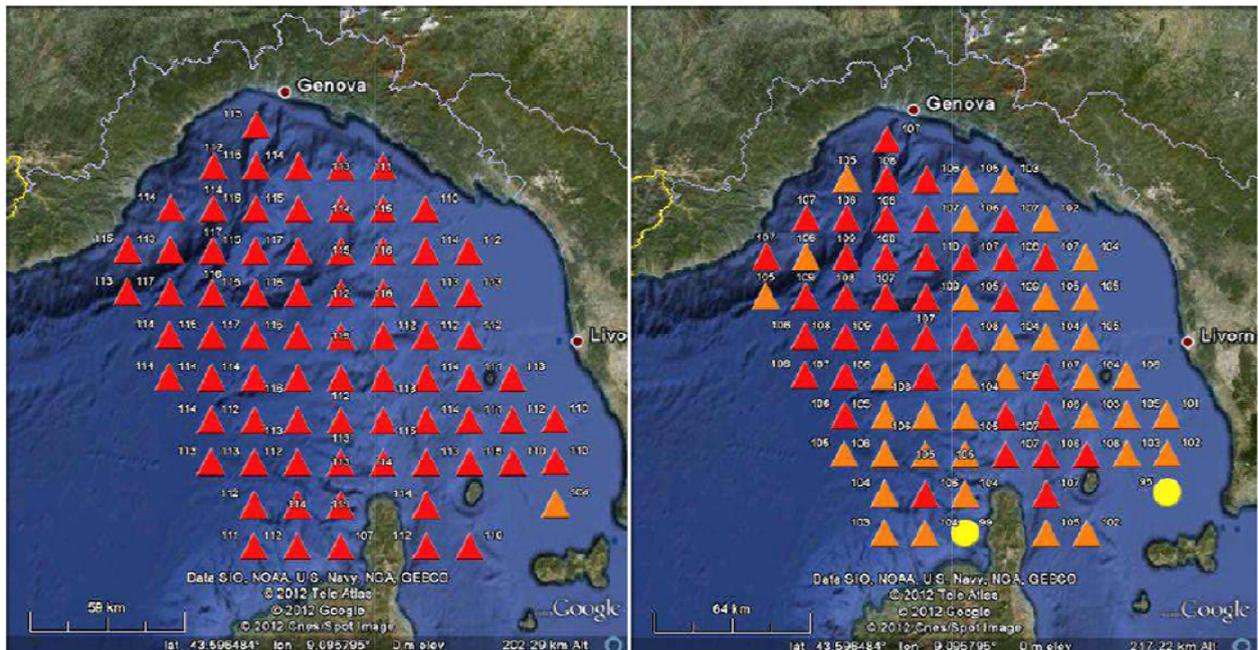


Figura 37 – Mappe di rumore nel Santuario Pelagos. Le mappe sono state calcolate alle frequenze di 63 Hz (a sinistra) e 125 Hz (a destra) a 100 m di profondità e sono rappresentative del rumore immesso durante l'anno 2009 (Modificato da Licitra *et al.* 2015)

Sulla base dei dati riportati, dei possibili effetti sulla fauna marina, e al fine di indagare sui valori di rumore prodotti dalle attività previste nelle aree di dragaggio, di sversamento e durante il trasporto dei sedimenti, è stato predisposto uno specifico piano di monitoraggio. Esso permetterà di attuare misure di mitigazione (*real-time mitigation practices*) idonee a evitare eventuali effetti negativi sull'ambiente e soprattutto su animali marini quali cetacei e tartarughe (ACCOBAMS, 2013). Tali misure potranno comprendere:

- l'uso di dispositivi acustici (*Acoustic mitigation devices - AMD*). L'emissione di suoni prima dell'inizio dei lavori favorisce l'allontanamento di mammiferi marini;
- *Soft start protocol*. L'inizio delle attività viene svolto a bassa intensità di rumore aumentando gradualmente fino ai livelli massimi;
- *Visual monitoring protocol*. Attraverso l'osservazione diretta da parte di operatori sul campo poco prima e durante l'esecuzione dei lavori. In caso di avvistamento l'attività viene interrotta, sospesa o ridotta in intensità fino all'allontanamento dei mammiferi dall'area di sversamento.

CONCLUSIONI

Per le specie ittiche non stanziali che trascorrono in queste aree solo una parte del loro ciclo vitale, l'impatto di immissione di sedimenti può essere considerato minimo o inesistente (Hammer *et al.*, 1993; Louis Berger Group, 1999). Queste specie infatti possono facilmente spostarsi dalle zone interessate alle attività antropiche di dragaggio/ripascimento, senza risentirne in modo significativo.

Per specie pelagiche e migratorie come sardine, acciughe e in parte anche i due sugarelli, che nell'area di studio rappresentano, sia in biomassa che in densità, percentuali rilevanti delle catture totali, l'impatto dell'attività di dragaggio si ritiene trascurabile. Come specificato nei risultati, per queste specie le aree di reclutamento/nursery sono molto estese e influenzate in maniera importante solo dai regimi correntometrici, su cui le attività in programma non vanno a portare alterazione di sorta.

Inoltre, se l'area interessata dall'immissione di sedimenti non è ampia e il dragaggio limitato nel tempo (ICES, 2000), i possibili effetti sul comportamento migratorio risulteranno ininfluenti, soprattutto se condotti lontano dai periodi critici del loro ciclo vitale che per le 4 specie più abbondanti nell'area, sono concentrati tra Maggio e Settembre/Ottobre.

Gli effetti dello sversamento sugli organismi nectonici interessano in particolar modo le specie demersali, cioè quelle specie che hanno un rapporto più o meno costante con il fondo. Queste ultime sono strettamente legate al fondale sia da un punto di vista trofico sia riproduttivo e quindi risultano le più sensibili alle variazioni delle caratteristiche abiotiche del substrato. Tali variazioni sono principalmente legate alla sospensione di sedimento nella colonna d'acqua e alla conseguente ri-deposizione di questo sul fondo (ICES, 2000). A livello trofico potrebbero esserci ripercussioni sulle specie demersali qualora, dopo il dragaggio, si assistesse ad una diminuzione degli organismi bentonici, con conseguente minor disponibilità di cibo (Oakwood Environmental, 1998). Altre interazioni con le specie demersali potrebbe essere a carico del sistema respiratorio (occlusione delle branchie), della pelle (abrasione del muco protettivo che riveste il corpo degli organismi acquatici) e una possibile riduzione della visione, influenzandone il comportamento trofico e riducendone l'efficienza predatoria (ICES, 2000).

In generale è stato osservato che la distribuzione del popolamento ittico delle aree movimentate è correlato al tasso di recupero delle comunità bentoniche (Green, 2002). Tuttavia altri Autori hanno documentato una maggior disponibilità di cibo durante e subito dopo il dragaggio, almeno a scala locale, che ha determinato un richiamo per le specie ittiche presenti nell'area.

Per le specie demersali, però, i possibili effetti delle attività legate al dragaggio possono essere ridotti e/o evitati riducendo/sospendendo le attività durante quelle fasi in cui gli organismi sono più sensibili, ossia durante i periodi di deposizione e di reclutamento (OMOE, 1994; ICES, 2000). Su tale principio si basa infatti il concetto di *environmental windows* (Dickerson *et al.*, 1998), che deriva da quello di *seasonal restriction* di Schubel *et al.* (1978). Le *environmental windows*

rappresentano misure di mitigazione che sfruttano i periodi ottimali durante i quali il dragaggio può essere condotto con un impatto accettabile sulle risorse biologiche.

Per questo, per le tre specie demersali più rappresentate nell'area di studio (triglia di fango, pagello bastardo e pagello fragolino), si può indicare la stagione tardo autunnale e invernale come la più idonea per lo svolgimento dell'attività di dragaggio.

Unendo i dati di bibliografia con quelli ottenuti dalla caratterizzazione ambientale su aree di nursery e di riproduzione, per le specie analizzate, e considerando l'assenza, nell'area interessata dal presente studio, di altre specie di notevole valore commerciale (ad es. nasello, gambero bianco, scampo, etc.), si può suggerire che, per la minimizzazione dei possibili effetti su deposizione e reclutamento, il periodo migliore per la realizzazione del lavoro siano i mesi tardo autunnali - invernali (da novembre a marzo/aprile). È stato predisposto uno specifico piano di monitoraggio che permetterà la caratterizzazione del popolamento ittico demersale presente nell'area di sversamento, che sarà funzionale alla valutazione dei possibili effetti dovuti alle attività di movimentazione dei sedimenti portuali nelle fasi *ante* e *post operam*, attraverso pesche a strascico sperimentali.

L'area oggetto del presente studio di caratterizzazione non è risultata particolarmente frequentata dalle due principali marinerie operanti in zona: Marina di Carrara e Viareggio. La flottiglia di Marina di Carrara, infatti, è costituita da imbarcazioni di piccole dimensioni che non si spingono molto lontano dalla costa e difficilmente oltre le 3 miglia nautiche.

L'approfondita indagine effettuata sullo sforzo di pesca ha evidenziato, per la flottiglia a strascico di Viareggio costituita da imbarcazioni di maggiori dimensioni e in grado di raggiungere territori di pesca più lontani, una pressione, sul poligono individuato per l'immissione dei sedimenti, limitato nel tempo e comunque senza un preciso andamento temporale. Nel triennio 2019-2021, in base al segmento delle imbarcazioni studiate (LFT 15-18 m; 18-24 m; 24-40m), risulta che le ore di pesca impegnate all'interno dell'area, oscillano tra l'1 e il 10% rispetto al tempo trascorso all'esterno. Queste percentuali, dimostrano come l'area individuata sia marginale rispetto alle zone comunemente sfruttate da questa importante flottiglia. Per questo l'eventuale interazione delle attività di pesca professionale con quelle legate al trasporto ed allo sversamento dei sedimenti nell'area è da escludere, soprattutto tenendo conto del ridotto periodo necessario allo svolgimento dei lavori e della limitata area coinvolta (circa 2 nM²). Si ritiene comunque necessario il coinvolgimento diretto e una corretta comunicazione con gli operatori del settore, per trovare soluzioni condivise che tengano conto delle esigenze comuni.

La raccolta di dati bibliografici relativi ai popolamenti macrobentonici presenti nelle aree interessate dalle attività di dragaggio, trasporto e sversamento, uniti ad analisi condotte recentemente in questi siti, ha permesso di escludere la presenza di specie o comunità da proteggere ai sensi della "Direttiva Habitat" e della Convenzione di Barcellona, quali Praterie di *Posidonia oceanica*, *Pinna nobilis*, "fondi Coralligeni" o *facies* a maerl.

La raccolta dati relativa alla presenza di cetacei nell'area di indagine evidenzia come il tursiope sia la specie più presente e quindi l'unica che potenzialmente potrebbe venire a contatto con le attività previste, soprattutto nell'area di sversamento esterna, oltre le tre miglia. Viste le caratteristiche comportamentali di questa specie e la sue capacità di adattamento e di risposta alla presenza di attività antropiche in mare, si ritengono trascurabili effetti negativi diretti o indiretti. Possibili disturbi potrebbero essere dovuti all'aumento del rumore subacqueo, a seguito della movimentazione dei sedimenti e alla presenza di imbarcazioni in assetto statico o in navigazione. Se vengono infatti superati i livelli soglia, si possono determinare effetti negativi sia fisici che sul comportamento e sulla comunicazione di questa specie (ISPRA, 2011). La crescente attenzione a livello istituzionale, che in Europa si inquadra essenzialmente nella *Marine Strategy*, sta portando allo sviluppo di specifiche strategie di osservazione del rumore subacqueo e allo sviluppo di norme per il controllo e la riduzione delle sorgenti di rumore sia puntuali che diffuse, come la redazione di linee guida che aiutino a valutare la pericolosità e i potenziali effetti sulla fauna marina.

In questo contesto, sebbene le attività di dragaggio e sversamento previste risultino di modesta entità, sia in termini di durata nel tempo che di volumi di sedimento coinvolti, è stato redatto un piano di monitoraggio specifico per la misurazione del rumore acustico subacqueo prodotto durante le operazioni a mare e per la valutazione dei potenziali rischi per la salute di cetacei e degli animali marini in generale. Il monitoraggio permetterà quindi, in caso di necessità, di attuare, misure di mitigazione (*real-time mitigation practices*) che vanno dall'uso di dissuasori acustici, alla misurazione del rumore prodotto dalle differenti attività a mare, all'osservazione diretta della presenza di cetacei o tartarughe marine e conseguente attuazione di protocolli operativi idonei a scongiurare effetti dannosi sulla fauna marina (spostamento delle attività, riduzione, sospensione o interruzione temporanea delle operazioni di trasporto e sversamento).

RACCOLTA BIBLIOGRAFICA

AA.VV. (2002) - Stock Assessment in the MEDiterranean. EU Project SAMED No. 99/047. Final Report.

ABELLA A., BELLUSCIO A., BERTRAND J., CARBONARA P.L., GIORDANO D., SBRANA M., ZAMBONI A. (1999) - Use of MEDITS trawl survey data and commercial fleet information for the assessment of some Mediterranean demersal resources. *Aquat. Living Resour.*, 12 (3): 155-166.

ABELLA A., VOLIANI A., LAZZERETTI A., SILVESTRI R. (1996) - Analisi della distribuzione geografica per taglia di *Mullus barbatus*. *Biol. Mar. Mediterr.*, 3 (1): 520-521.

ACCOBAMS (2013a) - Anthropogenic noise and marine mammals. Review of the effort in addressing the impact of anthropogenic underwater noise in the ACCOBAMS and ASCOBANS areas. Fifth Meeting of the Parties to ACCOBAMS (Tangier, 5-8 November 2013).

ACCOBAMS (2013b) - Methodological guide: guidance on underwater noise mitigation measures. Fifth Meeting of the Parties to ACCOBAMS (Tangier, 5-8 November 2013).

ARCANGELI A., CROSTI R., CAMPANA I., CAROSSO L., GREGORETTI M., MAINARDI G., MAZZUCATO V., CASTELLI A. (2021) - Long-term monitoring for the surveillance of the conservation status of *Tursiops truncatus* in an EU Natura 2000 site in the Mediterranean Sea. A pilot study in the Tuscan Archipelago. *Mediterranean Marine Science*, 22(2), 340-346. <https://doi.org/10.12681/mms.24562>.

BASSO R. (1992) - Osservazioni e ricerche sulle tartarughe marine presenti nei mari italiani. *Edizioni del Grifo, Lecce: 71 pp.*

BAUCHOT M.L., HUREAU J.C. (1986) - Sparidae. p. 883-907. In: Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. Paris. P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.). Volume 2.

BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPACOSTANTINO C., RELINI G., SOUPLLET A. (2002) - The general specifications of the MEDITS surveys. *Sci. Mar.*, 66 (Suppl. 2): 9-17.

BIANCHI C. N., CINELLI F., MORRI C. (1996) - La carta bionomica dei mari toscani: introduzione, criteri informativi e note esplicative. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, ser. A, 102 suppl.:* 255-270.

BINI G. (1966-1970) - Atlante dei pesci delle coste italiane. I. I pesci dei mari d'Italia (introduzione) (1966); II. Osteitti (Acipenseriformi, Clupeiformi, Mictofiformi, Anguilliformi) (1970); III. Osteitti (Notacantiformi, Beloniformi, Gadiformi, Macruriformi, Singnatiformi, Lampridiformi, Ciprinodontiformi, Bericiformi, Zeiformi) (1970); IV. Osteitti (Perciformi: Mugiloidei, Percoidei) (1968); V. Osteitti (Perciformi: Percoidei) (1968); VI. Osteitti (Perciformi: Trichiuroidei, Scombroidei, Stromatoidei, Callionimoidei, Ammoditoidei, Blennioidei) (1968); VII. Osteitti (Perciformi: Ofidioidei, Gobioidi, Scorpenoidei, Dactilopteroidei) (1969); VIII. Osteitti (Pleuronettiformi, Echeneiformi, Gobiesociformi, Tetraodontiformi, Lofiiiformi) (1968). *Mondo Sommerso Ed., Roma.*

BLAXTER J.H.S., HUNTER J.R. (1982) - The biology of clupeoid fishes. *Adv. Mar. Biol.*, 29: 1-223.

BORSANI J.F., FARCHI C. (2011) - Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne, ISPRA, Parte prima/seconda, pp. 9-10.

CARBONARA P., CASCIARO L., BITETTO I., SPEDICATO M.T. (2012) - Reproductive cycle and length at first maturity of *Trachurus trachurus* in the central-western Mediterranean Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, 19 (1): 204-205.

CARLUCCI R., LEMBO G., MAIORANO P., CAPEZZUTO F., MARANO C.A., SION L., SPEDICATO M.T., UNGARO N., TURSÌ A., D'ONGHIA G. (2009) - Nursery areas of red mullet (*Mullus barbatus*), hake (*Merluccius merluccius*) and deep-water rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*) in the eastern-central Mediterranean Sea. *Estuar. Coast. Shelf S.*, 83: 529-538.

CASALE P., MARGARITOU L. D. (2010) - Sea turtles in the Mediterranean: Distribution, threats and conservation priorities. *Gland, Switzerland: IUCN: 294 pp.*

CASALE P., NICOLOSI P., FREGGI D., TURCHETTO M., ARGANO R. (2003) - Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in Italy and in the Mediterranean basin. *Herpetological Journal*, 13: 135-139.

CUTTITTA A., CARINI V., PATTI B., BONANNO A., BASILONE G., MAZZOLA S., GARCÍA LAFUENTE J., GARCÍA A., BUSCAINO G., AGUZZI L., ROLLANDI L., MORIZZO G., CAVALCANTE C. (2003) - Anchovy egg and larval distribution in relation to biological and physical oceanography in the Strait of Sicily. *Hydrobiologia* 503, 117-120.

CUTTITTA A., GUISANDE C., RIVEIRO I., MANIERO I., PATTI B., VERGARA A. R., BASILONE G., BONANNO A., MAZZOLA S. (2006) - Factors structuring reproductive habitat suitability of *Engraulis encrasicolus* in the south coast of Sicily. *Journal of Fish Biology* 68, 264-275.

DE RANIERI S. (1979) - La maturità sessuale nelle femmine di *Mullus barbatus* L. nell'Alto Tirreno. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.*, Ser. B, 86 (Suppl.): 378-382.

DE RANIERI S. (2010) - Programma Nazionale Italiano per la Raccolta di Dati alieutici 2009-2010. Campionamento Biologico delle catture. Sezioni C ed E. Rapporto Finale. Consorzio per il Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata "G. Bacci", Italia: 198 pp. (Technical Report).

DICKERSON D.D., REINE J.J., CLARKE D.G. (1998) - Economic impacts of environmental windows associated with dredging operations, DOER Technical Notes Collection (TN DOERE3), US Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS: 18 pp.

DICKERSON, C., REINE, K.J., CLARKE, D.G. (2001). "Characterization of underwater sounds produced by bucket dredging operations." *DOER Technical Notes Collection ERDC TN-DOER-E14*. Vicksburg, MS: US Army Engineer Research and Development Center.

D'ONGHIA G., TURSÌ A., MATARRESE A., POLLICORO R., CAROPPO C. (1989) - Alcuni aspetti biologici della pesca di *Merluccius merluccius*, *Micromesistius poutassou*, *Phycis blennoides* e *Mullus barbatus* nel Mar Ionio. *Nova Thalassia*, 10 (Suppl. 1): 417-424.

FIORENTINO F., BADALAMENTI F., D'ANNA G., GAROFALO G., GIANGUZZA P., GRISTINA M., PIPITONE C., RIZZO P., FORTIBUONI T. (2008) - Changes in spawning-stock structure and recruitment pattern of red mullet, *Mullus barbatus*, after a trawl ban in the Gulf of Castellammare (central Mediterranean Sea). *ICES J. Mar. Sci.*, 65 (7): 1175-1183.

FIORENTINO F., MASSUTÌ E., TINTI F., SOMARAKIS S., GAROFALO G., RUSSO T., FACCHINI M.T., CARBONARA P., KAPIRIS K., TUGORES P., CANNAS R., TSIGENOPOULOS C., PATTI B., COLLOCA F., SBRANA M., MIFSUD R., VALAVANIS V., SPEDICATO M.T. (2015) - Stock units: Identification of distinct biological units (stock units) for different fish and shellfish species and among different GFCM-GSA. STOCKMED Deliverable 03: FINAL REPORT. January 2015, 310 p.

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Rev. 1. Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. II. Vertébrés. FAO, Rome: 761-1530.

GAAMOUR A., BEN ABDALLAH L., KHEMIRI S., MILI S. (2004) - Report of the MedSudMed expert consultation on small pelagic fishes: stock identification and oceanographic processes influencing their abundance and distribution. GCP/RER/010/ITA/MSM-TD-05. *MedSudMed Tech. Docs*, 5: 132 pp.

GANCITANO V., BASILONE G., BONANNO A., CUTTITTA A., GAROFALO G., GIUSTO G.B., GRISTINA M., MAZZOLA S., PATTI B., SINACORI G., FIORENTINO F. (2010) - Rapporto annuale sullo stato delle risorse della GSA 16 - Stretto di Sicilia: 105-134. (Technical Report).

GANIAS K., SOMARAKIS S., CARAGITSOU E., KOUTSIKOPOULOS C., MACHIAS A., THEODOROU A. (2001) - Differential egg production of sardine off the central Hellenic coasts in December 1999. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 36: 268 p.

GANIAS K., SOMARAKIS S., MACHIAS A., THEODOROU A. (2004) - Pattern of oocyte development and batch fecundity in the Mediterranean sardine. *Fish. Res.*, 67: 13-23.

GARCÍA LAFUENTE J., GARCÍA A., MAZZOLA S., QUINTANILLA L., DELGADO J., CUTTITTA A., PATTI B. (2002) - Hydrographic phenomena influencing early life stages of the Sicilian Channel anchovy. *Fisheries Oceanography* 11(1), 31-44.

GAROFALO G., FORTIBUONI T., GRISTINA M., SINOPOLI M., FIORENTINO F. (2011) - Persistence and co-occurrence of demersal nurseries in the Strait of Sicily (central Mediterranean): implications for fishery management. *J. Sea Res.*, 66: 29-38.

GIANNOULAKI M., BELLUSCIO A., COLLOCA F., FRASCHETTI S., SCARDI M., SMITH C., PANAYOTIDIS P., VALAVANIS V., SPEDICATO M.T. (Eds) (2013) - Mediterranean Sensitive Habitats. DG MARE Specific Contract SI2.600741, Final Report, 557 p.

GIRARDIN M. (1978) - Les Sparidae (Pisces Teleostei) du Golfe du Lion. Ecologie et biogéographie. Degree Thesis, Montpellier University, France: 150 pp.

GNONE G., BELLINGERI M., DHERMAIN F., DUPRAZ F., NUTI S., BEDOCCHI D., MOULIN A., ROSSO M., ALESSI J., AZZELLINO A., AIROLDI S., PORTUNATO N., LARAN S., DAVID L., DI MEGLIO N., BONELLI P., MONTESI G., TRUCCHI R., FOSSA F., WURTZ M. (2011) - Distribution, abundance, and movements of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Pelagos Sanctuary MPA (north-west Mediterranean Sea). *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 21: 372-388.

GREEN K. (2002) - Beach nourishment: a review of the biological and physical impacts. ASMFC (Atlantic States Marine Fisheries Commission), Habitat Management Series, 7: 174 pp.

HAMMER R.M., BALCOM B.J., CRUICKSHANK M.J., MORGAN C.L. (1993) - Synthesis and Analysis of Existing Information Regarding Environmental Effects of Marine Mining. Final Report by Continental Shelf Associates, Inc. for the U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Office of International Activities and Marine Minerals, Herndon, VA, OCS Study MMS 93-0006: 392 pp.

ICES (2000) - Report of the working group on the effects of extraction of marine sediments on the marine ecosystems, Gdansk, Poland: 172 pp.

JARDAS I. (1996) - Tha Adriatic Ichthyofauna. Zagreb: Školska knjiga d.d.: 553 pp.

LEMBO G. (coord) (2010) - Identificazione spazio-temporale delle aree di concentrazione dei giovanili delle principali specie demersali e localizzazione geografica di aree di nursery nei mari italiani. Nursery. Relazione Finale. VI Piano Triennale. Completamento del programma nazionale di ricerca. SIBM, Genova: 119 pp. (Technical Report).

LICITRA G., BORSANI J.F., MARSICO G., PAVAN G., RICCOBENE G. (2015) - La bioacustica marina per lo studio dei cetacei nella implementazione della Marine Strategy in Italia. *Rivista Italiana di Acustica* Vol. 39 (2015), N. 3, pp. 1-14.

LLORIS D., MORENO T. (1995) - Distribution model and association in three pelagic congeneric species (*Trachurus* spp.) present in the Mediterranean Iberic Sea. *Sci. Mar.*, 59 (3-4): 399-403.

LOUIS BERGER GROUP Inc. (1999) - Use of federal offshore sand resources for beach and coastal restoration in New Jersey, Maryland, Delaware, and Virginia. Contract N. 1435-01- 98-RC-30820. Department of the Interior, Minerals Management Service, Office of International Activities and Marine Minerals, Herndon, VA: 244 pp.

MANCUSI C. (2021) - L'attività di ARPAT nel monitoraggio dei cetacei, delle tartarughe e dei grandi pesci cartilaginei. Anno 2020. Rapporto ARPAT - Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana.

MARGARITOU LIS D., ARGANO R., BARAN I., BENTIVEGNA F., BRADAI M.N., CAMINAS J.A., CASALE P., DE METRIO G., DEMETROPOULOS A., GEROSA G., GODLEY B.J., HADDOUD D.A., HOUGHTON J.D., LAURENT L., LAZAR B. (2003) - Loggerhead turtles in the Mediterranean Sea: present knowledge and conservation perspectives. In: *Bolten A.B., Witherington B.E. (eds) Loggerhead sea turtles. Smithsonian Books, Washington D.C.:175-198.*

MATARRESE A., BASANISI M., MASTROTOTARO F., CARLUCCI R. (1998) - Aspetti della biologia di *Trachurus trachurus* (Linneo, 1758) (Pisces, Osteichthyes) nel Mar Ionio settentrionale. *Biol. Mar. Mediterr.*, 5 (1): 702-705

MORRI C., GAGNOLI E., BIANCHI C.N. (1990) - Distribuzione delle comunità marine bentiche tra La Spezia e Livorno. Atti del 9° Congresso A.I.O.L.S. Margherita Ligure, 20-23 Novembre 1990 da pag. 363 a pag. 377.

MCQUEEN, A.D., SUEDEL, B.C., WILKENS, J.L., AND FIELDS, M.P. (2018) - "Evaluating biological effects of dredging-induced underwater sound," Proceedings of the Western Dredging Association Dredging Summit & Expo '18, Norfolk, VA, USA, June 25 – 28.

NANNINI N., SBRANA M., DE RANIERI S. (1997) - Aspetti di biologia di *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758) e *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) nel Mar Tirreno settentrionale. *Biol. Mar. Mediterr.*, 4 (1): 561-563.

NICOLETTI L., PAGANELLI D., GABELLINI M. (2006) - Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte a fini di ripascimento: proposta di un protocollo di monitoraggio. Quaderno ICRAM n. 5: 159 pp.

NUTI S., BEDOCCHI D., GIORLI G. (2006) - Alimentazione opportunistica di *Tursiops truncatus* (Montagu 1826) in presenza di reti a strascico. (5° Convegno Nazionale per le Scienze del Mare CoNISMA: Viareggio 14-18 Novembre 2006; Abstract 137).

OAKWOOD ENVIRONMENTAL Ltd. (1998) - Strategic cumulative effects of marine aggregates dredging (SCEMAD). U.S. DOI. Final report to the Minerals Management Service, Washington, D.C., under contract N. 1435-01-98-CT-30894.

OMOE (ONTARIO MINISTRY OF ENVIRONMENT) (1994) - Evaluating Construction Activities Impacting on Water Resources. PART III B, Handbook for Dredging and Dredged Material Disposal in Ontario - Dredging Transport and Monitoring. Queen's Printer for Ontario: 26 pp.

ORSI RELINI L., ARNALDI D. (1986) - Note di biologia della triglia di fango, *Mullus barbatus* L. 1758, del Mar Ligure: riproduzione e reclutamento. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, 52 (Suppl.): 237-250.

ORSI RELINI L., RELINI G., ROMEO G., TUNESI L. (1984) - Reclutamento e primo accrescimento degli Sparidi del genere *Pagellus* sui fondi strascicabili costieri del Mar Ligure. *Nova Thalassia*, 6 (Suppl.): 489-501.

PARENTI P., POLY W.J. (2004) - *Sparus axilaris* Perez, 1820, a senior synonym of the axillary sea bream *Pagellus acarne* (Risso 1827) invalidated by "reversal of precedence". *Cybum*, 28 (2): 171-173.

PATTI B., BONANNO A., BASILONE G., GONCHAROV S., MAZZOLA S., BUSCAINO G., CUTTITTA A., GARCÍA LAFUENTE J., GARCÍA A., PALOMBO G., COSIMI G. (2004) - Interannual fluctuations in acoustic biomass estimates and in landings of small pelagic fish populations in relation to hydrology in the Strait of Sicily. *Chemistry and Ecology*, 20, 365-375.

PATTI B., CUTTITTA A., BONANNO A., BASILONE G., BUSCAINO G., PATTI C., GARCIA LAFUENTE J., GARCIA A., MAZZOLA S. (2005) - Coupling between the hydrographic circulation in the Strait of Sicily and the reproductive strategy of the European anchovy *Engraulis encrasicolus*: effects on distribution of spawning grounds. *MedSudMed Technical Documents* No.5.

PÈRÉS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 31 (47): 5-137.

PESCI P. (2006) - Ecologia, biologia e struttura di popolazione delle triglie *Mullus barbatus* Linneo, 1758 e *Mullus surmuletus* Linneo, 1758 nei mari circostanti la Sardegna. PhD Thesis, Cagliari University, Italy.

PETRILLO M., MARTORANO D., DELLA CROCE N. (2000) - Parametri ambientali in Mar Ligure e densità di uova di *Engraulis encrasicolus* (1985-1996). *Atti AIOL*, 13 (2): 145-154.

REG. CE 1967/2006 - Misure di gestione per lo sfruttamento sostenibile delle risorse della pesca nel Mar Mediterraneo e recante modifica del regolamento (CEE) n. 2847/93 e che abroga il regolamento (CE) n. 1626/94.

RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (eds) (1999) - Synthesis of the knowledge on bottom fishery resources in central Mediterranean (Italy and Corsica). *Biol. Mar. Mediterr.*, 6 (1): 868 pp.

RELINI G., LANTERI L. (2010) - Osteichthyes. In: Relini G. (ed), Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Parte II. *Biol. Mar. Mediterr.*, 17 (Suppl. 1): 649-674.

ROSSI A., SCORDAMAGLIA E., BELLINGERI M., GNONE G., NUTI S., SALVIOLI F. (2017) - Demography of the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Mammalia: Delphinidae) in the Easter Ligurian Sea (NW Mediterranean): quantification of female reproductive parameters. *The European Zoological Journal*, 84:1, 294-302, DOI: 10.1080/24750263.2017.1334839

RUSSO T., D'ANDREA L., PARISI A., CATAUDELLA S. (2014) - VMSbase: An R-Package for VMS and Logbook Data Management and Analysis in Fisheries Ecology. *PLoS ONE* 9(6): e100195. doi:10.1371/journal.pone.0100195

SARTOR P., MANNINI A., CARLUCCI R., MASSARO E., QUEIROLO S., SABATINI A., SCARCELLA G., SIMONI R. (eds) (2017) - Sintesi delle conoscenze di biologia, ecologia e pesca delle specie ittiche dei mari italiani. *Biol. Mar. Mediterr.*, 24 (Suppl. 1): 607 pp.

SCACCINI A. (1947) - Contributo alla conoscenza della biologia dei Mullidi nell'Adriatico medio occidentale. *Note Lab. Biol. Mar. Pesca Fano*, 1 (1): 1-8.

SCHUBEL J.R., CARTER H.H., WILSON R.E., WISE W.W., HEATON M.G., GROSS M.G. (1978) - Field investigations of the nature, degree, and extent of turbidity generated by openwater pipeline disposal operations. Technical Report D-78-30. Marine Sciences Research Centre, State University of New York, Stony Brook, NY: 245 pp.

SHABONEYEV I.Y. (1981) - Systematics, morphological characteristics and origin of Carangids of the genus *Trachurus*. *Vopr. Iktiol.*, 20 (6): 15-24.

TORTONESE E. (1970) - Fauna d'Italia. Osteichthyes, Pesci Ossei. Parte I. Calderini Ed., Bologna: 551 pp.

VOLIANI A., ABELLA A., CUOCO C. (2003a) - Distribuzione geografica di tre specie di *Pagellus* nel Mar Ligure sud-orientale. *Biol. Mar. Mediterr.*, 10 (2): 966-970.

VOLIANI A., ABELLA A., MANCUSI C. (2003b) - Accrescimento di tre specie di *Pagellus* nel Mar Ligure sud-orientale. *Biol. Mar. Mediterr.*, 10 (2): 971-974.

VOLIANI A., ABELLA A., SERENA F. (1998) - Problematiche inerenti la valutazione dello stato di sfruttamento di *Mullus barbatus*. *Biol. Mar. Mediterr.*, 5 (2): 169-183.

VOLIANI A., MANNINI P., BAINO R. (1991) - *Merluccius merluccius* L. e *Mullus barbatus* L. nell'Alto Tirreno. *Suppl. Ric. Biol. Selv.*, 16: 131-141.

ALLEGATO 1

ALLEGATO 1.1 - Biomassa (kg/kmq) media e Deviazione Standard (Dev. St) per le specie catturate nelle 4 cale MEDITS selezionate nei 4 anni considerati (2018-2021)

Biomassa (kg/km2) SPECIE	2018		2019		2020		2021		Totale complessivo	
	media	Dev. St (±)	media	Dev. St (±)						
<i>Dardanus arrosor</i>	0.00	0.00	0.10	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.10
<i>Goneplax rhomboides</i>	0.05	0.07	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06
<i>Inachus spp.</i>	0.13	0.20	0.10	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.12
<i>Macropodia tenuirostris</i>	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
<i>Macropodia spp.</i>	0.23	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.18
<i>Liocarcinus depurator</i>	0.04	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04
<i>Liocarcinus vernalis</i>	17.17	22.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.29	12.82
<i>Pagurus excavatus</i>	0.00	0.00	0.27	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.22
<i>Penaeus kerathurus</i>	0.37	0.46	0.00	0.00	0.37	0.53	0.00	0.00	0.19	0.37
<i>Squilla mantis</i>	0.42	0.83	0.20	0.40	0.61	1.23	3.87	5.35	1.28	2.94
<i>Codium bursa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	2.22	0.28	1.11
<i>Ascidia spp.</i>	0.08	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08
<i>Pteroplatytrygon violacea</i>	30.21	60.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.55	30.21
<i>Aetomylaeus bovinus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	5.27	10.55	0.00	0.00	1.32	5.27
<i>Raja asterias</i>	5.64	11.29	9.94	19.88	0.02	0.02	6.83	7.41	5.61	11.37
<i>Torpedo torpedo</i>	0.00	0.00	4.52	9.05	0.24	0.47	6.01	6.96	2.69	5.79
<i>Alosa fallax</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.94	0.12	0.47
<i>Arnoglossus laterna</i>	0.86	0.82	0.03	0.06	0.57	0.62	0.29	0.21	0.44	0.57
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	0.00	0.00	0.35	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.35
<i>Chelidonichthys obscurus</i>	0.00	0.00	0.77	1.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.77
<i>Balistes capricus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	1.00	8.65	17.31	2.29	8.63
<i>Boops boops</i>	0.40	0.80	12.18	20.20	14.05	13.50	7.73	15.46	8.59	13.98
<i>Bothus podas</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.23	0.03	0.12
<i>Buglossidium luteum</i>	0.16	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.16
<i>Citharus linguatula</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.73	0.00	0.00	0.09	0.36
<i>Conger conger</i>	0.35	0.69	0.39	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.50
<i>Diplodus annularis</i>	3.91	7.81	29.74	37.71	10.38	8.51	8.73	15.82	13.19	21.56
<i>Diplodus puntazzo</i>	0.00	0.00	8.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	8.00
<i>Diplodus vulgaris</i>	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.50
<i>Engraulis encrasicolus</i>	6.96	6.65	14.82	28.23	461.72	368.17	106.58	89.54	147.52	256.16
<i>Gobius geniporus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.11	0.01	0.06
<i>Gobius niger</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.28	0.03	0.14
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	0.00	0.00	0.06	0.07	0.33	0.36	0.00	0.00	0.10	0.22
<i>Hippocampus hippocampus</i>	0.00	0.00	0.06	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06
<i>Lepidopus caudatus</i>	0.15	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.15
<i>Chelon ramada</i>	0.00	0.00	95.24	190.48	1.89	3.77	0.00	0.00	24.28	95.13
<i>Lophius budegassa</i>	0.00	0.00	1.98	3.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	1.98
<i>Merluccius merluccius</i>	0.42	0.50	0.18	0.36	3.53	3.82	0.00	0.00	1.03	2.29
<i>Microchirus variegatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.01	0.02
<i>Mullus barbatus</i>	36.00	29.67	249.93	257.33	224.40	195.84	387.47	198.78	224.45	213.83
<i>Mullus surmuletus</i>	0.17	0.19	0.88	1.75	0.36	0.73	0.00	0.00	0.35	0.92
<i>Pagellus acarne</i>	2.32	3.60	162.09	318.63	5.09	10.18	6.23	12.46	43.93	159.14
<i>Pagellus bogaraveo</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	12.55	25.09	17.48	25.25	7.51	17.80
<i>Pagellus erythrinus</i>	8.60	5.38	65.64	78.09	25.47	40.63	53.16	61.86	38.22	53.46
<i>Pomatotus saltatrix</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.89	3.77	0.00	0.00	0.47	1.89
<i>Sardina pilchardus</i>	33.40	47.07	74.99	71.00	68.02	86.73	168.02	145.15	86.11	99.10
<i>Sardinella aurita</i>	1.45	1.01	0.96	1.21	1.24	1.61	0.06	0.11	0.93	1.15
<i>Scomber scombrus</i>	0.00	0.00	3.49	3.27	0.00	0.00	4.01	7.20	1.87	4.04
<i>Scorpaena notata</i>	0.00	0.00	1.78	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	1.78
<i>Scorpaena porcus</i>	0.00	0.00	3.40	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	3.40
<i>Serranus cabrilla</i>	0.00	0.00	2.90	5.80	1.00	2.00	0.00	0.00	0.98	3.00
<i>Serranus hepatus</i>	0.00	0.00	0.25	0.50	0.00	0.00	0.03	0.06	0.07	0.25
<i>Seriola dumerili</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	2.31	0.29	1.15
<i>Sparus aurata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.25	1.00
<i>Pagrus pagrus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.65	5.31	0.66	2.65
<i>Sphyræna sphyraena</i>	0.00	0.00	0.52	1.04	0.28	0.57	0.00	0.00	0.20	0.57
<i>Spicara flexuosa</i>	3.41	2.50	6.56	1.50	0.18	0.36	0.00	0.00	2.54	3.07
<i>Spicara smaris</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	1.15	0.14	0.58
<i>Stromateus fiatola</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	4.15	2.94	5.89	1.25	3.49
<i>Synodus saurus</i>	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.50
<i>Trachurus mediterraneus</i>	183.06	215.56	683.53	483.93	324.78	268.33	192.92	187.42	346.07	348.40
<i>Trachurus trachurus</i>	0.25	0.38	358.27	567.16	6.18	12.36	0.00	0.00	91.18	299.56
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	1.92	0.98	2.29	3.63	0.20	0.41	1.37	1.41	1.45	1.98
<i>Umbrina cirrosa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	6.14	8.37	4.17	8.33	2.58	5.96

continua

Biomassa (kg/km ²) SPECIE	2018		2019		2020		2021		Totale complessivo	
	media	Dev. St (±)	media	Dev. St (±)						
<i>Alcyonium palmatum</i>	0.14	0.29	0.03	0.06	0.00	0.00	0.12	0.23	0.07	0.18
<i>Pennatula phosphorea</i>	0.00	0.00	0.45	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.45
<i>Rhizostoma pulmo</i>	9.38	18.75	54.76	97.24	0.00	0.00	0.00	0.00	16.03	50.10
<i>Astropecten aranciacus</i>	0.00	0.00	1.23	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	1.23
<i>Astropecten bispinosus</i>	0.00	0.00	0.18	0.37	0.00	0.00	0.06	0.11	0.06	0.19
<i>Astropecten irregularis pentacanthus</i>	3.24	1.89	0.90	1.13	0.14	0.27	0.06	0.11	1.08	1.66
<i>Holothuria tubulosa</i>	0.00	0.00	1.22	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.22
<i>Parastichopus regalis</i>	0.93	1.85	1.52	3.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	1.72
<i>Ophiura ophiura</i>	0.12	0.15	0.30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.30
<i>Ophiura spp.</i>	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05
<i>Mimachlamys varia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.01	0.02
<i>Alloteuthis media</i>	0.33	0.25	0.21	0.34	0.57	0.62	0.00	0.00	0.28	0.40
<i>Alloteuthis spp.</i>	0.15	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	1.13	0.28	0.66
<i>Eledone cirrhosa</i>	0.00	0.00	0.89	1.79	0.00	0.00	0.46	0.92	0.34	0.98
<i>Eledone moschata</i>	0.00	0.00	0.23	0.45	0.00	0.00	2.57	2.09	0.70	1.47
<i>Illex coindetii</i>	0.00	0.00	10.44	10.77	0.27	0.55	0.00	0.00	2.68	6.68
<i>Loligo vulgaris</i>	1.23	0.95	0.30	0.61	9.29	10.70	2.50	4.50	3.33	6.36
<i>Octopus vulgaris</i>	0.00	0.00	42.60	85.20	32.11	64.17	6.84	3.56	20.39	51.05
<i>Scaevurgus unicolor</i>	0.00	0.00	0.85	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.85
<i>Sepia officinalis</i>	0.00	0.00	2.35	4.70	0.30	0.59	0.30	0.53	0.74	2.34
<i>Sepiolo spp.</i>	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04
<i>Tadaropsis eblanae</i>	0.00	0.00	1.55	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	1.55
<i>Aporrhais pespelecani</i>	0.03	0.05	0.03	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04
<i>Neverita josephina</i>	0.04	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04
<i>Peltodoris atromaculata</i>	0.28	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.28
<i>Philine aperta</i>	0.05	0.11	0.36	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.36
<i>Pleurobranchaea meckeli</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.14	0.02	0.07
<i>Turritella tricarinata</i>	0.05	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05
<i>Nudibranchi indet.</i>	1.99	1.75	0.68	0.79	0.73	1.45	0.00	0.00	0.85	1.31

	<p>Studio di caratterizzazione delle popolazioni ittiche demersali, di habitat e specie di interesse conservazionistico, in un area prospiciente il Porto di Marina di Carrara da destinare all'immersione di materiali di escavo</p>	 <p>Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale Porti di La Spezia e Marina di Carrara</p>
--	---	--

ALLEGATO 1.2 - Densità (N/kmq) media e Deviazione Standard (Dev. St) per le specie catturate nelle 4 cale MEDITS selezionate nei 4 anni considerati (2018-2021)

Densità (N/km2) SPECIE	2018		2019		2020		2021		Totale complessivo	
	media	Dev. St (±)	media	Dev. St (±)	media	Dev. St (±)	media	Dev. St (±)	media	Dev. St (±)
<i>Dardanus arrosor</i>	0.00	0.00	5.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	5.00
<i>Goneplax rhomboides</i>	19.49	26.95	10.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.37	17.18
<i>Inachus</i> spp.	17.78	21.31	47.76	64.41	0.00	0.00	0.00	0.00	16.39	36.42
<i>Macropodia tenuirostris</i>	5.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	5.00
<i>Macropodia</i> spp.	42.71	49.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.68	29.17
<i>Liocarcinus depurator</i>	7.14	14.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	7.14
<i>Liocarcinus vernalis</i>	3407.23	4349.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	851.81	2470.93
<i>Pagurus excavatus</i>	0.00	0.00	12.05	13.92	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	8.23
<i>Penaeus kerathurus</i>	15.74	19.99	0.00	0.00	18.70	26.69	0.00	0.00	8.61	17.39
<i>Squilla mantis</i>	15.63	31.25	5.00	10.00	14.15	28.30	144.95	175.24	44.93	100.46
<i>Codium bursa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	11.11	1.39	5.56
<i>Ascidia</i> spp.	5.21	10.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	5.21
<i>Pteroplatytrigon violacea</i>	5.32	10.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	5.32
<i>Aetomylaeus bovinus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	4.55	9.09	0.00	0.00	1.14	4.55
<i>Raja asterias</i>	7.14	14.29	11.90	23.81	0.03	0.03	20.20	15.03	9.82	16.02
<i>Torpedo torpedo</i>	0.00	0.00	5.95	11.90	4.72	9.43	9.40	11.21	5.02	9.13
<i>Alosa fallax</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.11	22.22	2.78	11.11
<i>Arnoglossus laterna</i>	157.88	160.78	5.95	11.90	141.42	159.78	74.75	74.56	95.00	123.57
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	0.00	0.00	10.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	10.00
<i>Chelidonichthys obscurus</i>	0.00	0.00	11.90	23.81	0.00	0.00	0.00	0.00	2.98	11.90
<i>Balistes capriscus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	4.56	9.08	3.85	7.69	2.10	5.75
<i>Boops boops</i>	10.64	21.28	253.81	444.69	289.15	246.56	230.77	461.54	196.09	327.25
<i>Bothus podas</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.08	46.15	5.77	23.08
<i>Buglossidium luteum</i>	10.42	20.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	10.42
<i>Citharus linguatula</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	18.18	36.36	0.00	0.00	4.55	18.18
<i>Conger conger</i>	5.32	10.64	5.95	11.90	0.00	0.00	0.00	0.00	2.82	7.71
<i>Diplodus annularis</i>	98.96	197.92	845.71	1043.79	392.71	312.85	234.19	364.48	392.89	596.92
<i>Diplodus puntazzo</i>	0.00	0.00	40.00	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	40.00
<i>Diplodus vulgaris</i>	0.00	0.00	10.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	10.00
<i>Engraulis encrasicolus</i>	891.55	858.00	1851.67	3529.11	126524.52	125954.16	34093.01	30066.40	40840.19	78467.91
<i>Gobius geniporus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	11.11	1.39	5.56
<i>Gobius niger</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	11.11	1.39	5.56
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	0.00	0.00	11.90	13.75	97.51	94.49	0.00	0.00	27.35	59.99
<i>Hippocampus hippocampus</i>	0.00	0.00	6.10	12.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	6.10
<i>Lepidopus caudatus</i>	5.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	5.00
<i>Chelon ramada</i>	0.00	0.00	184.52	369.05	4.72	9.43	0.00	0.00	47.31	184.27
<i>Lophius budegassa</i>	0.00	0.00	5.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	5.00
<i>Merluccius merluccius</i>	21.05	24.31	35.71	71.43	205.07	218.39	0.00	0.00	65.46	133.34
<i>Microchirus variegatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.55	9.09	1.14	4.55
<i>Mullus barbatus</i>	1161.55	915.00	9232.67	10860.86	8105.39	6128.89	37574.67	13159.18	14018.57	16534.45
<i>Mullus surmuletus</i>	76.18	120.03	15.00	30.00	18.21	36.34	0.00	0.00	27.35	64.99
<i>Pagellus acarne</i>	145.33	258.01	3027.82	5212.41	127.27	254.55	992.31	1984.62	1073.18	2781.47
<i>Pagellus bogaraveo</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	636.36	1272.73	526.57	608.82	290.73	699.90
<i>Pagellus erythrinus</i>	197.96	136.63	1218.12	1128.29	642.80	671.19	1754.23	1505.27	953.28	1081.31
<i>Pomatotus saltatrix</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	9.43	18.87	0.00	0.00	2.36	9.43
<i>Sardina pilchardus</i>	3345.71	5396.11	4826.46	4978.80	4738.27	6231.58	37988.11	29035.15	12724.64	20358.16
<i>Sardinella aurita</i>	51.90	36.40	30.05	35.91	225.90	416.23	5.56	11.11	78.35	207.91
<i>Scomber scombrus</i>	0.00	0.00	121.86	87.18	0.00	0.00	50.70	89.69	43.14	76.09
<i>Scorpaena notata</i>	0.00	0.00	95.00	190.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.75	95.00
<i>Scorpaena porcus</i>	0.00	0.00	40.00	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	40.00
<i>Serranus cabrilla</i>	0.00	0.00	80.00	160.00	18.18	36.36	0.00	0.00	24.55	80.85
<i>Serranus hepatus</i>	0.00	0.00	20.00	40.00	0.00	0.00	16.67	33.33	9.17	25.17
<i>Seriola dumerili</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.08	46.15	5.77	23.08
<i>Sparus aurata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	4.55	9.09	0.00	0.00	1.14	4.55
<i>Pagrus pagrus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	115.38	230.77	28.85	115.38
<i>Sphyræna sphyraena</i>	0.00	0.00	6.10	12.20	14.15	28.30	0.00	0.00	5.06	15.03
<i>Spicara flexuosa</i>	145.33	104.28	312.76	134.14	18.18	36.36	0.00	0.00	119.07	150.74
<i>Spicara smaris</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	115.38	230.77	28.85	115.38
<i>Stromateus fiatola</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	4.72	9.43	22.22	44.44	6.73	22.41
<i>Synodus saurus</i>	0.00	0.00	5.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	5.00
<i>Trachurus mediterraneus</i>	7273.10	9121.88	21302.47	19788.16	11757.95	9708.85	15493.01	5625.73	13956.63	12180.24
<i>Trachurus trachurus</i>	15.42	19.88	47583.33	72831.81	781.82	1563.64	0.00	0.00	12095.14	38849.46
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	101.22	53.06	130.95	216.92	4.55	9.09	43.43	86.86	70.04	114.21
<i>Umbrina cirrosa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	56.26	89.93	122.22	244.44	44.62	127.56

continua

Densità (N/km ²) SPECIE	2018		2019		2020		2021		Totale complessivo	
	media	Dev. St (±)	media	Dev. St (±)						
<i>Alcyonium palmatum</i>	7.14	14.29	6.10	12.20	0.00	0.00	23.08	46.15	9.08	23.96
<i>Pennatulid phosphorea</i>	0.00	0.00	5.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	5.00
<i>Rhizostoma pulmo</i>	10.42	20.83	5.95	11.90	0.00	0.00	0.00	0.00	4.09	11.65
<i>Astropecten aranciatus</i>	0.00	0.00	5.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	5.00
<i>Astropecten bispinosus</i>	0.00	0.00	24.39	48.78	0.00	0.00	5.56	11.11	7.49	24.65
<i>Astropecten irregularis pentacanthus</i>	573.67	390.71	125.15	130.80	4.55	9.09	11.11	22.22	178.62	303.33
<i>Holothuria tubulosa</i>	0.00	0.00	6.10	12.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	6.10
<i>Parastichopus regalis</i>	5.00	10.00	5.95	11.90	0.00	0.00	0.00	0.00	2.74	7.51
<i>Ophiura ophiura</i>	106.69	127.86	59.52	119.05	0.00	0.00	0.00	0.00	41.55	90.79
<i>Ophiura spp.</i>	70.00	140.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.50	70.00
<i>Mimachlamys varia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.18	36.36	4.55	18.18
<i>Alloteuthis media</i>	51.19	36.21	18.00	22.85	163.81	182.24	0.00	0.00	58.25	106.44
<i>Alloteuthis spp.</i>	10.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	209.09	227.55	54.77	137.55
<i>Eledone cirrhosa</i>	0.00	0.00	5.95	11.90	0.00	0.00	23.08	46.15	7.26	23.44
<i>Eledone moschata</i>	0.00	0.00	5.00	10.00	0.01	0.03	13.95	9.71	4.74	8.57
<i>Illex coindetii</i>	0.00	0.00	132.06	107.47	4.55	9.09	0.00	0.00	34.15	75.75
<i>Loligo vulgaris</i>	49.63	47.46	6.10	12.20	292.33	266.34	56.25	86.12	101.08	171.91
<i>Octopus vulgaris</i>	0.00	0.00	20.00	40.00	100.04	199.97	38.31	22.58	39.59	99.57
<i>Scaevurgus unicirrhus</i>	0.00	0.00	10.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	10.00
<i>Sepia officinalis</i>	0.00	0.00	5.95	11.90	9.09	18.18	10.10	11.78	6.29	11.78
<i>Sepioida spp.</i>	30.02	24.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.51	17.42
<i>Todaropsis eblanae</i>	0.00	0.00	30.00	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	30.00
<i>Aporrhais pespelecani</i>	5.21	10.42	5.95	11.90	0.00	0.00	0.00	0.00	2.79	7.64
<i>Neverita josephina</i>	7.14	14.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	7.14
<i>Peltdoris atomaculata</i>	45.00	90.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.25	45.00
<i>Philine aperta</i>	42.55	85.11	107.14	214.29	0.00	0.00	0.00	0.00	37.42	112.62
<i>Pleurobranchaea meckell</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.64	27.27	3.41	13.64
<i>Turritella tricarinata</i>	21.28	42.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.32	21.28
Nudibranchi indet.	788.61	1343.30	53.57	68.39	36.36	72.73	0.00	0.00	219.64	691.66

