



FEAMP
PO 2014-2020
Fondo europeo per gli
affari marittimi e la pesca

CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE AREE SFRUTTATE DALLA PESCA IN PUGLIA

Progetto Puglia FishLifeStyle
WORK PACKAGE 2 - TASK 2.2



Unione
Europea



Repubblica
Italiana



Regione
Puglia



CIHEAM
BARI



ARPA PUGLIA



ARPA PUGLIA



Come citare il volume:

N. Ungaro, C.G. Giannuzzi, G. Locuratolo, R. Greco, A. Porfido, E. Barbone

Caratterizzazione ambientale delle aree sfruttate dalla pesca in Puglia

FEAMP PO 2014-2020

Progetto Puglia FishLifeStyle. - 2023

Tutte le immagini fotografiche sono di proprietà degli Autori, che ne detengono i diritti.

Riproduzione vietata senza l'autorizzazione

Foto di copertina: "In navigazione" - Autore: Roberto Greco.



Unione
Europea



Repubblica
Italiana



Regione
Puglia



CIHEAM
BARI



ARPA PUGLIA

PROGETTO PUGLIA FISHLIFESTYLE

WORK PACKAGE 2

Caratterizzazione
ambientale delle aree
sfruttate dalla pesca in
Puglia

TASK 2.2

A cura di ARPA Puglia:

Nicola Ungaro

Cosimo Gaspare Giannuzzi

Giuseppe Locuratolo

Roberto Greco

Antonietta Porfido

Enrico Barbone

Ideazione e progettazione grafica:

Cristina Martina

INDICE

Introduzione	1
Caratteristiche batimetriche e sedimentologiche dei mari pugliesi	3
Aspetti batimetrici	3
Aspetti sedimentologici	6
Il regime delle correnti	8
Principali caratteristiche chimico-fisiche delle acque marine pugliesi	11
Stato trofico e indicatori della produzione primaria e secondaria nei mari pugliesi	16
Distribuzione dei principali habitat bentonici nei mari pugliesi	19
Le praterie di Posidonia oceanica	19
Le biocostruzioni	19
Altri habitat prioritari e specie animali delle Direttive 92/43/CEE e presenti sulle coste e nei mari pugliesi	22
Relazioni tra le caratteristiche ambientali dei mari pugliesi e le attività di pesca	27
Bibliografia e sitografia	29
Allegati - Tavole da 1 a 38	

INTRODUZIONE

L'obiettivo generale del progetto "Puglia FishLifeStyle" è quello di sostenere e valorizzare le caratteristiche del pesce locale pugliese, sia fresco che trasformato, anche in base alla qualità ambientale delle zone nelle quali è stato pescato, attivando una serie di iniziative di valutazione, presentazione e informazione che siano in grado di accrescere il consumo consapevole.

Nel dettaglio, gli obiettivi specifici del progetto sono di seguito riportati:

1. Caratterizzare dal punto di vista delle caratteristiche biologiche, chimiche e nutrizionali, le specie ittiche pescate dalla marineria pugliese, con particolare riferimento a quelle attualmente sottoutilizzate e poco valorizzate;
2. Evidenziare le relazioni tra la qualità ambientale delle aree di pesca sfruttate in Puglia e la qualità dei prodotti ittici;
3. Presentare e informare dei risultati i soggetti interessati al fine di accrescere i consumi di pesce locale in Puglia, soprattutto in riferimento a specie sottoutilizzate;
4. Sviluppare azioni di marketing territoriale, attraverso presidi fissi e campagne finalizzate a migliorare l'immagine dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura pugliese.

In riferimento al WP2 - Task 2.2 del progetto, è stata affidata ad ARPA Puglia l'attività di ricognizione ed esposizione sulla "Caratterizzazione ambientale delle zone sfruttate dalla pesca pugliese", il cui output principale è rappresentato dalla predisposizione di Tavole tematiche con la distribuzione spaziale delle principali caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dei mari pugliesi, riportate in allegato.



Foto: N. Ungaro

CARATTERISTICHE BATIMETRICHE E SEDIMENTOLOGICHE DEI MARI PUGLIESI

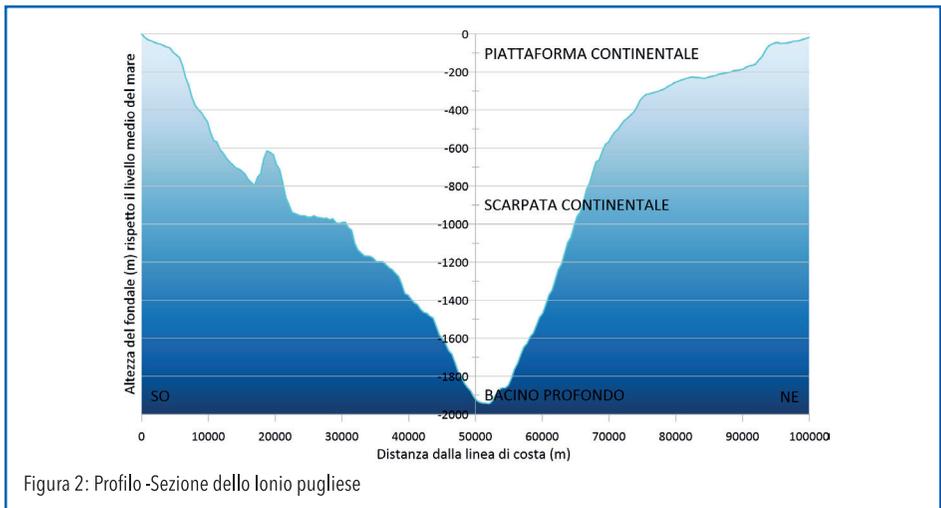
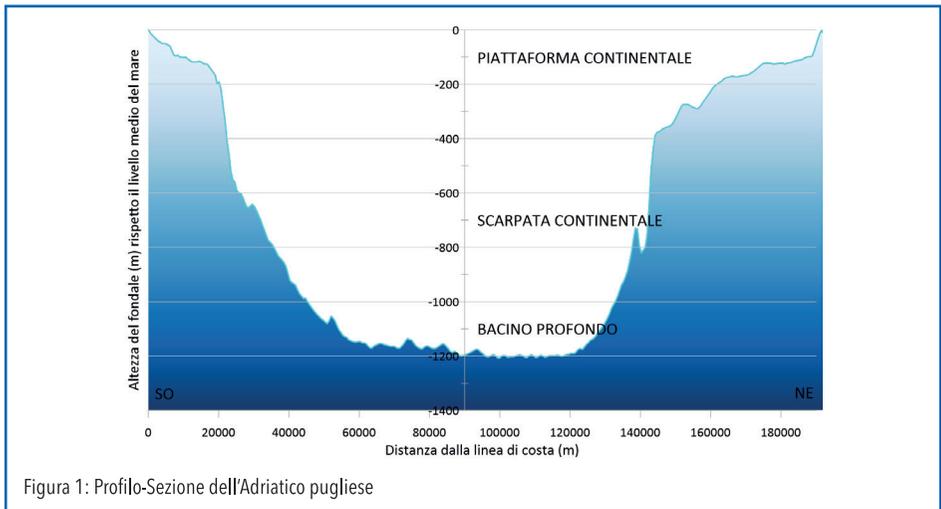
Aspetti batimetrici

L'andamento batimetrico complessivo dei fondali dei mari pugliesi, sia sul versante adriatico che su quello ionico, mostra una chiara differenziazione fisiografica tra area di piattaforma, scarpata continentale e area di bacino (Depressione meso-adriatica) in continuità con la geologia emersa della Puglia, la quale rappresenta l'avampese della catena appenninica (Tavola 1).

La piattaforma continentale pugliese, ovvero la parte dei fondali marini che si estende dalla linea di costa verso il largo sino al limite superiore della scarpata continentale, presenta un'estensione variabile: a nord del promontorio del Gargano, e quindi sul versante Adriatico, è l'unica delle tre strutture geomorfologiche riconoscibili mentre, muovendosi verso sud est, la larghezza della piattaforma passa dagli oltre 60 km nel Golfo di Manfredonia sempre sul lato adriatico fino ad un minimo di circa 5 km sul lato ionico. La piattaforma continentale intercetta il limite superiore della scarpata continentale mediamente nell'intervallo di profondità 160÷200 metri sul lato adriatico occidentale (da Vieste a Bari) e risale progressivamente verso est a circa 100÷150 metri di profondità (da Bari a Santa Maria di Leuca) raggiungendo infine circa 20÷50 metri sul lato ionico. L'orlo della piattaforma è spesso inciso da testate di canyons che si sviluppano lungo la scarpata continentale che, in particolare se vicine alla linea di riva, costituiscono vie preferenziali per il trasferimento dei sedimenti verso l'area di bacino profondo (Mastronuzzi et al., 2002).

Il limite inferiore della scarpata continentale viene raggiunto oltre gli 800 metri di profondità passando successivamente all'area di bacino, la cui profondità massima è di circa 1200 metri sul lato adriatico (Figura 1) e ben oltre sul lato ionico (Figura 2).

La pendenza media della piattaforma continentale lungo i versanti adriatico e ionico della Puglia rientra nell'intervallo 1÷2 %: i valori di tale intervallo risultano mediamente più bassi partendo dal lato nord occidentale adriatico e più alti verso sud-est e sul lato ionico, dove le percentuali raggiungono anche valori del 4÷5%.



I profili batimetrici riportati nella figura 3 mostrano la variabilità morfologica del tratto pugliese della piattaforma continentale, entro il limite dei 500 metri di profondità, passando dalla parte più settentrionale al lato ionico.

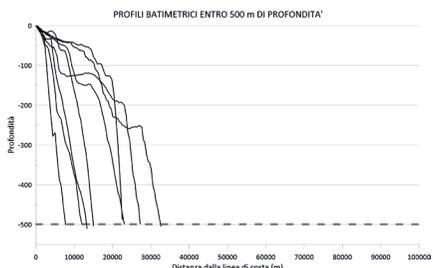
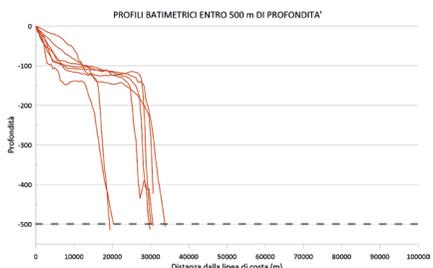
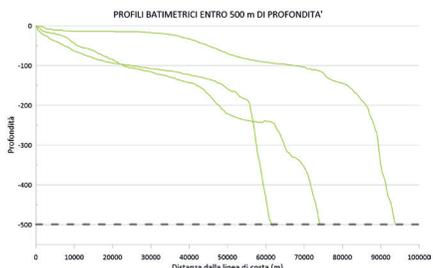
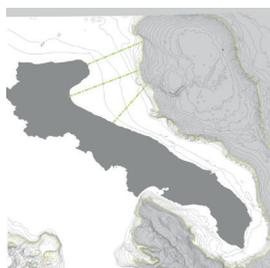
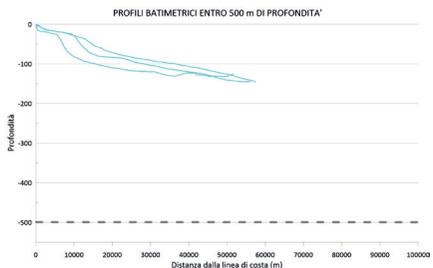
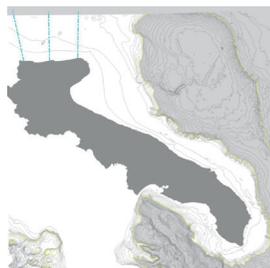


Figura 3: Profili batimetrici entro 500m di profondità

Aspetti sedimentologici

La piattaforma continentale pugliese risulta coperta in superficie da sedimenti terrigeni sciolti, i quali comprendono una fascia di sabbie costiere da grossolane a fini, mediamente fino a circa 10-15 metri di profondità entro un massimo di 100 metri, una fascia limosa di silt e argilla fino a circa 150 metri di profondità e ancora sabbia di piattaforma a profondità superiori (Tavola 2). L'origine delle sabbie costiere è legata principalmente all'apporto solido portato dai fiumi e ridistribuito lungo la costa dalle correnti indotte dal moto ondoso. Tali sabbie hanno uno spessore piuttosto limitato valutabile attorno ai 15-25 metri che diminuisce rapidamente verso il largo dove i sedimenti sabbiosi vengono sostituiti dalle peliti (Colantoni et al., 2003), ovvero dai fanghi.

La composizione dei sedimenti sul lato adriatico è il risultato di flussi complessi di materiale che rispecchia la litologia delle aree tributarie e che mantengono le loro caratteristiche composizionali originali nonostante i processi di degrado selettivo. Essi sono contraddistinti da minerali pesanti recapitati a mare dal fiume Ofanto, nel cui bacino idrografico ricade l'edificio vulcanico del monte Vulture.

Una componente carbonatica grossolana dei sedimenti si osserva a partire da Bari muovendosi verso est, la quale potrebbe riflettere l'accumulo di resti di gusci di organismi o la presenza di biocostruzioni in aree a bassa velocità di sedimentazione (Spagnoli et al., 2014). Lungo il lato ionico i sedimenti sono costituiti principalmente da materiale bioclastico a sud di Taranto mentre in corrispondenza della piana di Metaponto si riscontrano sabbie silteose (Pennetta, 1985).

Le sabbie costiere e i materiali fini di tutta la zona costiera pugliese sono il risultato della deposizione recente ed attuale, mentre le sabbie di piattaforma sono considerate sabbie relitte, cioè depositate in condizioni ambientali diverse durante una fase deposizionale più antica riferibile alla bassa posizione del livello del mare nell'ultimo periodo glaciale (Colantoni et al., 2003). L'area di bacino, identificata come la Depressione meso-adriatica dell'Adriatico centrale, è caratterizzata dalla presenza di silt argillosi e argille silteose (Colantoni et al., 2003).



Foto: F. De Salve

IL REGIME DELLE CORRENTI

La circolazione generale delle correnti nei mari pugliesi è condizionata dalla particolare posizione e conformazione del territorio regionale, interessato sia da acque adriatiche che ioniche. Per quanto riguarda il bacino Adriatico, la circolazione delle correnti è stata ampiamente studiata e descritta (Zore-Armanda, 1968) ed è caratterizzata dalla formazione di acque dense settentrionali che influenzano i parametri idrologici ed i movimenti delle masse d'acqua nell'intero bacino; la circolazione superficiale è dovuta ad una corrente costiera balcanica che risale verso il Golfo di Venezia, piega e ridiscende lambendo le coste italiane. Due rami secondari, uno al largo dell'isola di Saseno e l'altro all'altezza dell'isola di Lagosta, piegano verso occidente per unirsi al tratto di corrente discendente che si dirige a Sud (Mosetti, 1964).

Oltre a quello superficiale, proveniente da Nord, freddo e poco salato a causa dell'apporto fluviale (e che interessa soprattutto la parte occidentale del bacino), in Adriatico si possono distinguere altri due strati d'acqua, ed in particolare:

- lo strato intermedio di origine ionica (in entrata dal Canale d'Otranto);
- lo strato profondo a densità più elevata con temperatura media prossima ai 13°C (direzione Nord-Sud).

Il gradiente di densità che si instaura tra le menzionate masse d'acqua è causa del sistema ciclonico di circolazione generale, provocando un flusso correntizio intenso in uscita dal Canale d'Otranto durante la stagione estiva (Bregant et al., 1992).

Per quanto attiene il versante occidentale del Basso Adriatico ossia quello pugliese, la corrente dominante è quella superficiale discendente, che corre verso sud-est con andamento tendenzialmente parallelo alla linea di costa, soprattutto con venti dal 1° al 4° quadrante; tale flusso correntizio può raggiungere, entro un raggio di 40 miglia dalla costa, velocità da 1 a 3 nodi circa (tra 0,4 e 1,5 m/s). In relazione invece alle correnti nello Ionio, la circolazione generale consiste tipicamente in un modello ciclonico con un flusso verso nord lungo la fossa ellenica e un flusso verso sud lungo la costa italiana (Kalimeris e Kassis, 2020).

Tra le principali caratteristiche di circolazione dello Ionio c'è l'Atlantic Ionian Stream (AIS);

dopo aver attraversato il Canale di Sicilia, l' AIS si biforca in un ramo a nord verso lo Ionio nord-orientale e uno a sud (verso Creta). Con una forte variabilità stagionale, l' AIS si rafforza generalmente durante il periodo estivo.

Nella parte settentrionale del bacino ionico, il North Ionian Gyre (NIG) è segnalato come il sistema di circolazione dominante con caratteristiche cicloniche e anticicloniche alternate (Gacic et al. 2002). Nello specifico, per quanto attiene la circolazione nel golfo di Taranto anche questa risulta ad andamento ciclonico prevalente, determinata dall' ingresso nel Golfo sia acque che provengono dal Basso Adriatico che di quelle che circolano nel Mar Ionio; comunque la zona più settentrionale è caratterizzata da fenomeni di inversione (ciclonica - anticiclonica) su scale temporali dell'ordine dei 6-10 anni (Gacic et al. 2011; Menna et al. 2019).

In sintesi, per quanto attiene il regime delle correnti nei mari pugliesi è possibile osservare:

1. un vortice ciclonico stabile attorno alla Fossa Adriatica Meridionale;
2. una corrente costiera, che scorre lungo la costa adriatica occidentale, quindi lungo la Puglia, in direzione del Canale di Otranto;
3. l' ingresso di acque superficiali che provengono dal Bacino Levantino e risalgono lungo la costa balcanica orientale;
4. una generale circolazione ciclonica nel golfo di Taranto, che comunque può essere interessata da fenomeni di inversione (ciclonica - anticiclonica) su scale temporali dell'ordine dei 6-10 anni.

Tutto quanto sopra descritto è rappresentato nella Tavola tematica n.3, dove è illustrata la circolazione media annuale ottenuta dai dati Copernicus nel periodo 2016 – 2018.



Foto: C. Giannuzzi

PRINCIPALI CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELLE ACQUE MARINE PUGLIESI

Per definire le principali caratteristiche chimico-fisiche delle acque marine pugliesi si sono utilizzati sia i dati acquisiti durante il monitoraggio dei corpi idrici marino-costieri realizzato da ARPA Puglia ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. nel triennio 2016-2018 sia quelli forniti dal portale Copernicus Marine Service dell'Unione Europea, integrandoli (quando possibile) tra loro. In particolare, per quanto riguarda i dati acquisiti nel corso del monitoraggio effettuato da ARPA Puglia, si sono considerati i parametri Temperatura (°C), Salinità (PSU), Concentrazione di ossigeno (mg/l), Azoto ammoniacale (µg/l), Ortofosfato (µg/l) e Clorofilla "a" (µg/l).

Gli stessi parametri sono stati oggetto dell'acquisizione dei relativi dati dal portale Copernicus Marine Service per poter avere una copertura complessiva dell'intero Adriatico Meridionale e del Mar Ionio occidentale - Golfo di Taranto.

In questo caso, per i valori medi di temperatura superficiale (°C) e salinità (PSU) nel triennio 2016-2018 è stato scelto il prodotto Copernicus di riferimento MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004 – cmems_mod_md_phy-tem_my_4.2Km_P1Y, mentre sempre per lo stesso triennio 2016-2018 per quanto riguarda i valori medi di Concentrazione di ossigeno (mg/l), Clorofilla "a" (µg/l), Azoto ammoniacale (µg/l) e Ortofosfato (µg/l), è stato utilizzato il prodotto MEDSEA_MULTIYEAR_BGC_006_008, con la selezione dei singoli parametri. L'elaborazione dei dati è stata eseguita mediante l'utilizzo del software Q-GIS versione 3.22.2-Białowieża.

Attraverso l'utilizzo del plugin interno al GIS denominato "NetCDF2GIS" sono stati convertiti i file ".nc", scaricati dal portale Copernicus Marine Service, in formato raster ".geotiff", e successivamente rappresentati con interpolazione lineare con intervalli uguali. Tutte le informazioni sopra descritte sono rappresentate nelle Tavole 4-5-6-7-8-9 in allegato al presente documento.

Per ognuno dei parametri chimico-fisici considerati, partendo proprio dalla rappresentazione cartografica di cui alle citate Tavole si sintetizza quanto segue:

Temperatura (°C) - Nella Tavola 4 si può innanzitutto notare come per i mari pugliesi l'intervallo di variazione del dato medio di temperatura delle acque superficiali sia

compreso tra i circa 18 e i circa 20 °C. Allo stesso tempo è evidente la peculiarità che differenzia le acque del Basso Adriatico da quelle dello Ionio, con questo ultimo che è in media più caldo di circa 1°; in relazione a questo parametro, sotto costa la linea di demarcazione delle due masse d'acqua può essere genericamente posizionata all'altezza di Otranto. Un'altra evidenza è quella visualizzabile per la zona più settentrionale della Puglia, dove, soprattutto nell'area del Golfo di Manfredonia, si nota una temperatura media delle acque superficiali relativamente più bassa, questo sia per questioni legate alla latitudine (più a nord) che di influenza dei flussi correntizi discendenti dal medio e alto Adriatico.

Salinità (PSU) - Per questo parametro, rappresentato nella Tavola 5, l'intervallo di variazione del dato medio è compreso tra circa 36 e circa 39 PSU (Practical Salinity Units). In analogia con quanto descritto per la temperatura, anche per la salinità si può apprezzare la differenza tra le acque del Basso Adriatico e quelle dello Ionio, con questo ultime generalmente più salate.

Più sottocosta invece si apprezza l'influenza delle foci dei (pochi) corsi d'acqua, dei canali di comunicazione delle lagune costiere con il mare, o delle altre immissioni di acque di origine terrigena; in questi casi la salinità assume valori medi più bassi, talvolta prossimi al limite inferiore dell'intervallo di variazione sopra indicato.

Ossigeno (mg/l) - La rappresentazione cartografica dei valori medi di concentrazione di ossigeno nei mari pugliesi è riportata nella Tavola 6, dove l'intervallo di variazione del dato è compreso tra poco più di 7 e poco meno di 8 mg/l.

Questi valori sono da considerarsi normali per le acque marine del Mediterraneo, e le differenze che sembrano evidenziarsi, per esempio tra il Golfo di Manfredonia (più ossigeno disciolto) e la zona ionica (meno ossigeno disciolto), in realtà non sono tali in quanto rientrano nelle attese dinamiche naturali; infatti, per la legge fisica sulla solubilità dei gas nelle acque, a parità di condizioni la concentrazione di ossigeno disciolto è

minore in acque più calde e più salate, caratteristiche queste che, come già descritto in precedenza, distinguono lo Ionio dal Basso Adriatico.

Azoto ammoniacale ($\mu\text{g/l}$) - I valori medi di concentrazione dell'Azoto ammoniacale nei mari pugliesi sono rappresentati cartograficamente nella Tavola 7; come si può verificare dalla legenda, l'intervallo di variazione del dato è compreso tra circa 10 e circa 100 $\mu\text{g/l}$. Tendenzialmente i valori di concentrazione di questo parametro sembrano seguire un gradiente di diminuzione da nord a sud nel Basso Adriatico e nello Ionio pugliese, con alcune e ben definite eccezioni nella zona costiera più all'interno del Golfo di Manfredonia e in quella del nord barese sino all'ex Provincia BAT, e in minor misura in prossimità di Otranto, nella zona costiera salentina in prossimità di Porto Cesareo e in quella dell'arco ionico a nord-ovest del Mar Grande di Taranto.

In questi casi, i valori relativamente più alti possono essere spiegati in virtù di diversi aspetti che concorrono; ad esempio, se per l'area costiera del Golfo di Manfredonia può essere importante l'effetto delle foci dei corsi d'acqua presenti, oltre a quello di confinamento dovuto proprio alla morfologia dell'area e all'idrologia locale, per l'area del nord barese si deve tener conto anche degli scarichi in mare delle acque reflue, provenienti da agglomerati urbani tra i più importanti della Puglia.

La concomitanza tra la presenza di corsi d'acqua e scarichi può spiegare la situazione anche per l'arco ionico a nord-ovest del Mar Grande di Taranto, così come parzialmente per la zona a nord di Otranto, mentre per l'area costiera di Porto Cesareo può essere ipotizzata l'influenza delle acque sotterranee, che in quel territorio affiorano e si scambiano con le acque marine.

Ortofosfato ($\mu\text{g/l}$) - I valori medi di concentrazione dell'Ortofosfato nei mari pugliesi sono rappresentati nella Tavola 8, con l'intervallo di variazione del dato che è compreso tra meno di 1 a circa 60 $\mu\text{g/l}$; pur tuttavia, come è facile notare dalla mappa gran parte dei mari pugliesi sono caratterizzati da valori medi relativamente bassi e generalmente

inferiori ai 10 µg/l, con solo due zone costiere che si distinguono per valori più alti.

Tra queste spicca la zona costiera all'interno del Golfo di Manfredonia, e decisamente in minor misura quella in prossimità dei sistemi lagunari a nord del Gargano. Per la prima possono essere fatte le stesse considerazioni espresse per l'Azoto ammoniacale (effetto combinato tra la presenza delle foci dei corsi acqua e il confinamento tipico dell'area), mentre per la zona a nord del Gargano possono effettivamente influire le due lagune, e in ogni caso la posizione dell'area a valle del flusso correntizio proveniente dal medio e alto Adriatico.

Clorofilla "a" (µg/l) - Nella Tavola 9 è rappresentata la distribuzione dei valori medi di Clorofilla "a" nei mari pugliesi, con l'intervallo di variazione del dato che è compreso tra circa 0,1 e circa 1 µg/l. Tendenzialmente i valori di concentrazione di questo parametro sembrano seguire un gradiente di diminuzione da nord a sud nel Basso Adriatico e nello Ionio pugliese, con dati generalmente più alti nelle acque costiere rispetto a quelle del largo. Inoltre, in tutta la zona del Gargano, compreso il Golfo di Manfredonia, così come in prossimità delle foci dei corsi d'acqua pugliesi (sia nel Basso Adriatico che nello Ionio) sono riscontrabili i valori medi più alti dell'intervallo considerato.

Questa evidenza è facilmente spiegabile proprio in virtù delle caratteristiche del parametro. Infatti, la Clorofilla "a" è un indicatore primario di biomassa fitoplanctonica, che è a sua volta sensibile agli apporti di nutrienti (Azoto e Fosforo) derivanti dai bacini imbriferi afferenti alla zona costiera, pertanto i valori medi più alti riscontrabili in alcune aree dei mari pugliesi sono per gran parte giustificati dalle situazioni già descritte dalle Tavole 7 (per l'Azoto ammoniacale) e 8 (per l'Ortofosfato).



Foto: N. Ungaró

STATO TROFICO E INDICATORI DELLA PRODUZIONE PRIMARIA E SECONDARIA NEI MARI PUGLIESI

Per stato trofico si intende la quantità di nutrienti nell'ambiente acquatico utile a favorire la produzione di sostanza organica, ovvero a consentire la crescita della componente vegetale nelle acque (produzione primaria), questa a sua volta necessaria per innescare la rete trofica che condiziona la presenza quali-quantitativa delle risorse ittiche nei mari. Così come definito dalle vigenti norme, per valutare lo stato trofico delle acque marino costiere si applica l'indice TRIX, calcolato sulla base di fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto-DIN e fosforo totale) e fattori legati alla produttività (clorofilla "a" e percentuale di saturazione di ossigeno) (Vollenweider et Al., 1998). Per gli obiettivi del progetto Puglia FishLifeStyle l'indice in questione è stato applicato sul dataset riferito al triennio di monitoraggio 2019-2021.

Come detto, lo stato trofico è la principale forzante della produzione primaria, ovvero l'insieme degli organismi autotrofi che sono alla base della piramide alimentare; in questo caso un significativo indicatore della produzione primaria è certamente rappresentato dall'abbondanza del fitoplancton, uno degli elementi di qualità biologica monitorati da ARPA Puglia nei mari pugliesi, sempre ai sensi del D.Lgs.

152/2006 e s.m.i. e per il quale sono stati utilizzati i dati acquisiti nel triennio 2019-2021.

Infine, i dati sopra descritti sono stati elaborati utilizzando il software Q-GIS versione 3.22.2-Białowieza. Per la trofia, i dati sono stati categorizzati secondo il valore calcolato utilizzando l'indice TRIX, ed è stata quindi ottenuta la mappa tematica di riferimento rappresentata nella Tavola n. 10. I valori di abbondanza media del fitoplancton sono invece rappresentati nella Tavola n. 11.

Per quanto attiene il TRIX, la rappresentazione cartografica riportata nella Tavola 10 mostra per i corpi idrici marino-costieri pugliesi valori medi dell'indice compresi tra 2.5 e circa 5. I più alti valori dell'indice riscontrati per i mari pugliesi, come peraltro atteso considerati i risultati dei singoli parametri che lo compongono (vedi anche le Tavole per le variabili chimico-fisiche), sono relativi alle aree costiere più influenzate da acque di origine terrigena (corsi d'acqua, canali di comunicazione con le lagune costiere, risorgive di acque di falda, scarichi di acque reflue, ecc.); in particolare si fa riferimento alla zona

del Gargano e del Golfo di Manfredonia, alla zona costiera fortemente urbanizzata delle ex Province di Bari e BAT, a parte del Salento e un'area a nord-ovest del Mar Grande di Taranto, e alla zona costiera fortemente urbanizzata delle ex Province di Bari e BAT. Essendo l'indice TRIX un indicatore della trofia del sistema (caratteristica questa che condiziona la capacità di favorire la crescita della componente vegetale nelle acque, e quindi la produzione primaria), anche la distribuzione dei valori di abbondanza media del fitoplancton (con un intervallo dei dati compreso tra circa 15.000 e circa 1.500.000 cell/L nei corpi idrici marino-costieri pugliesi, vedi Tavola 11) rispecchia una situazione per alcuni versi sovrapponibile; in più, per l'abbondanza media del fitoplancton sembra più evidente un gradiente di diminuzione andando da nord a sud nel Basso Adriatico e nello Ionio pugliese.



Foto: F.M. D'Onghia

DISTRIBUZIONE DEI PRINCIPALI HABITAT BENTONICI NEI MARI PUGLIESI

Le praterie di *Posidonia oceanica*

L'importanza ecologica ed economica delle praterie di *Posidonia oceanica* ha portato le Autorità internazionali, europee e nazionali a proteggere questo habitat con diversi Atti normativi tra i quali la Direttiva Habitat (92/43/CEE; codice Habitat 1120 "Praterie di posidonie - *Posidonion oceanicae*"), che istituisce la Rete Natura 2000, e altre Convenzioni internazionali come quelle di Berna e di Barcellona.

Sempre in riferimento allo specifico argomento, la Direttiva 2008/56/CE (MSFD, Marine Strategy Framework Directive), recepita in Italia con il D.lgs. 190/2010 e s.m.i., ha inserito nell'ambito del Descrittore 1 "Biodiversità" anche la valutazione dell'habitat a *Posidonia oceanica*, rappresentando questo uno degli elementi che contribuisce al raggiungimento del GES (Good Environmental Status) nei mari europei.

Ciò premesso, per avere contezza circa la presenza di questo specifico habitat nei mari pugliesi, nella Tavola 12 viene riportata la distribuzione degli erbari di posidonia così come derivata dal progetto denominato "Inventario e Cartografia delle Praterie di *Posidonia* nei Compartimenti Marittimi di Manfredonia, Molfetta, Bari, Brindisi, Gallipoli e Taranto", finanziato dalla Regione Puglia nell'ambito del POR Puglia 2000-2006.

Le biocostruzioni

Al pari di *Posidonia oceanica*, anche le biocostruzioni sono considerate tra gli habitat più importanti per l'equilibrio e produttività dell'ecosistema marino e dunque da sottoporre a tutela, e infatti molte di queste sono state inserite nella Direttiva Habitat (92/43/CEE; Allegato I codice Habitat 1170 "Scogliere/Reef"). Proprio per questo anche in questo caso la Direttiva "Strategia Marina" ha previsto l'habitat a "Coralligeno" e quello a "Rodoliti" tra gli elementi da valutare al fine del raggiungimento del GES.

Relativamente a questi particolari habitat, i dati più rappresentativi attualmente disponibili per i mari pugliesi sono quelli acquisiti dal progetto "BioMap (Biocostruzioni marine in Puglia)", finanziato dalla Regione Puglia nell'ambito della programmazione PO FESR

2007/2013. Il citato progetto si poneva diversi obiettivi, tra i quali:

1. Mappatura delle "biocostruzioni" marine pugliesi;
2. Censimento della biodiversità delle "scogliere" sia a livello di specie, attraverso la produzione di inventari della componente animale e vegetale (Alghe calcaree, poriferi, Cnidari, Anellidi Policheti, Molluschi, Briozoi, Echinodermi, Crostacei Decapodi ed Ascidiacei, Pesci Ossei e Cartilaginei), che di comunità, considerando
3. habitat, caratterizzati da diversi livelli batimetrici: Habitat mediolitorale-infralitorale superiore (entro i 10 m di profondità): biocostruzioni a Sabellaria; Habitat subtidale superficiale (si riferisce al vero e proprio "coralligeno" compreso tra i 10 e i 30 m di profondità); Habitat subtidale profondo (si riferisce alle biocostruzioni rinvenute oltre i 30 m di profondità, in particolare la facies a Coralli Bianchi).

Partendo dunque da questi dati, nella Tavola 13 viene rappresentata la distribuzione delle biocostruzioni sui fondali dei mari pugliesi.



Foto: N. Ungaro

ALTRI HABITAT PRIORITARI E SPECIE ANIMALI DELLE DIRETTIVE 92/43/CEE E PRESENTI SULLE COSTE E NEI MARI PUGLIESI.

L'elevata eterogeneità della costa pugliese determina la presenza di un elevato numero di habitat e di specie animali e vegetali, tra cui anche quelle di riconosciuto interesse conservazionistico; per questo la Regione Puglia ha pubblicato la D.G.R. 2442/2018 che individua su tutto il territorio regionale, incluso il mare, gli Habitat e le Specie vegetali e animali di interesse comunitario ai sensi della Direttiva 92/43/CEE.

Da tale Delibera di Giunta Regionale risulta che gli habitat costieri prioritari presenti in Puglia sono quelli di seguito elencati:

Lagune costiere (1150*) - Ambienti acquatici costieri con acque lentiche, salate o salmastre, poco profonde, caratterizzate da notevoli variazioni stagionali in salinità e in profondità in relazione agli apporti idrici (acque marine o continentali), alla piovosità e alla temperatura che condizionano l'evaporazione. Sono in contatto diretto o indiretto con il mare, dal quale sono in genere separati da cordoni di sabbie o ciottoli e meno frequentemente da coste basse rocciose. La salinità può variare da acque salmastre a iperaline in relazione con la pioggia, l'evaporazione e l'arrivo di nuove acque marine durante le tempeste, la temporanea inondazione del mare durante l'inverno o lo scambio durante la marea.

Dune costiere con *Juniperus* spp. (2250*) - L'habitat è eterogeno dal punto di vista vegetazionale, in quanto racchiude più tipi di vegetazione legnosa dominata da ginepri e da altre sclerofille mediterranee, riconducibili a diverse associazioni. La vulnerabilità è da imputare, in generale, allo sfruttamento turistico, comportante alterazioni della micro morfologia dunale, e all'urbanizzazione delle coste sabbiose.

Dune con foreste di *Pinus pinea* e/o *Pinus pinaster* (2270*) - Dune costiere colonizzate da specie di pino termofile mediterranee (*Pinus halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster*). Si tratta di formazioni raramente naturali, più spesso favorite dall'uomo o rimboschimenti. Occupano il settore dunale più interno e stabile del sistema dunale. L'habitat è distribuito

sulle coste sabbiose del Mediterraneo in condizioni macrobioclimatiche principalmente termico e meso-mediterranee ed in misura minore, temperate nella variante sub-mediterranea. Mentre, sempre per la stessa D.G.R., le principali specie animali di cui alla Direttiva Habitat presenti sulle coste e nelle acque marine pugliesi sono le seguenti: Capodoglio (*Physeter macrocephalus*), Zifio (*Ziphius cavirostris*), Stenella striata (*Stenella coeruleoalba*), Grampo (*Grampus griseus*), Foca monaca (*Monachus monachus*), Delfino comune (*Delphinus delphis*), Tartaruga marina (*Caretta caretta*), Beccapesci (*Thalasseus sandvicensis*), Berta minore (*Puffinus puffinus*), Gabbiano corso (*Ichthyaetus audouinii*), Berta maggiore (*Calonectris diomedea*), Magnosia (*Scyllarides latus*), Cozza pinna (*Pinna nobilis*), Dattero di mare (*Lithophaga lithophaga*), Riccio diadema (*Diadema setosum*), Corallo rosso (*Corallium rubrum*).

I file vettoriali allegati alla suddetta DGR sono stati utilizzati per la rappresentazione cartografica in allegato al presente documento. I dati distributivi dei diversi Habitat sono riportati separatamente in differenti shapefile; a ciascuno degli oltre 25.300 poligoni contenuti nei diversi file cartografici è associata una percentuale di presenza dell'Habitat che esprime la stima più corretta sulla base delle conoscenze attuali delle superfici occupate dall'Habitat stesso.

Sempre i file vettoriali allegati alla prefata Delibera regionale, hanno consentito la rappresentazione in mappa dei dati di distribuzione per le specie animali attraverso una griglia avente maglia 10x10 km. I metadati inseriti all'interno degli shape file, secondo quanto riportato nel testo della citata Delibera, derivano sia da dati pregressi (atlanti, pubblicazioni scientifiche, tesi, archivi ecc.) sia da dati originali, non ancora pubblicati o in fase di pubblicazione. In particolare i dati provenienti da pubblicazioni pregresse sono stati digitalizzati, georeferenziati e poi associati all'unità di griglia in cui ricadevano. I dati inseriti nella tabella associata riportano le seguenti informazioni: specie, dato temporale (se trattasi di range temporale è stato riportato l'ultimo anno di raccolta dati), anno di pubblicazione, fonte o citazione bibliografica del dato.

Qualora non fossero disponibili dati di distribuzione di una specie i-esima, nel campo relativo alla mappa di distribuzione è stata inserita la voce "x sconosciuto".

Nelle Tavole 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 27, 28, 29, 30 e 31 sono dunque rappresentati gli habitat prioritari e le specie di rettili, mammiferi ed invertebrati marini elencati nella Direttiva Habitat 92/43/CE di cui è segnalata la presenza lungo le coste e nei mari pugliesi. Per quanto riguarda le specie di uccelli, sono state considerate solo le specie prioritarie di cui alla Direttiva 79/409/CEE presenti in Puglia, monitorate nell'ambito della direttiva 2008/56/CE (*MSFD, Marine Strategy Framework Directive*); tali specie sono rappresentate nelle Tavole da 24 a 26.

L'elevata presenza di habitat prioritari e specie di direttiva ha determinato l'istituzione di numerosi siti di rilevanza naturalistica e Aree Marine Protette; nella tabella sottostante viene riportato il codice, la denominazione, il tipo e l'area di tutte le Zone di Protezione Speciale (ZPS) e delle Zone di Conservazione Speciale (ZSC) presenti nelle zone costiere e nei mari pugliesi, che sono state classificate in tabella 1 e rappresentate cartograficamente nella Tavola 32 con le informazioni tratte dal PPTR Puglia.

In particolare, in Puglia sono presenti tre Aree Marine Protette, una situata sul versante ionico denominata "Porto Cesareo" e due sul versante adriatico, quella denominata "Torre Guaceto" e quella "Isole Tremiti". Per quanto riguarda l'Area Marina Protetta di Porto Cesareo, istituita con decreto ministeriale del 12 dicembre 1997, questa occupa una superficie marina di circa 17.000 ettari.

L'Area marina protetta "Torre Guaceto", istituita con decreto ministeriale del 4 dicembre 1991, occupa una superficie marina di circa 1.800 ettari, mentre l'area marina protetta "Isole Tremiti", istituita con decreto ministeriale del 14 luglio, interessa l'omonimo arcipelago estendendosi per 1.466 ettari.

Codice	Denominazione	Tipo	area (ha)
IT9110040	Isole Tremiti	ZPS MARE	193404.0363
IT9120009	Posidonieto San Vito - Barletta	ZSC MARE	12458.59392
IT9140002	Litorale brindisino	ZSC MARE	6832.378327
IT9140005	Torre Guaceto e Macchia S. Giovanni	ZSC MARE	7658.648072
IT9140003	Stagni e saline di Punta della Contessa	ZPS_ZSC MARE	2644.037623
IT9140001	Bosco Tramazzone	ZSC MARE	4280.320668
IT9150006	Rauccio	ZSC MARE	6001.266832
IT9150003	Aquatina di Frigole	ZSC MARE	3002.817665
IT9150025	Torre Veneri	ZSC MARE	1358.149051
IT9150032	Le Cesine	ZSC MARE	1337.504629
IT9150011	Alimini	ZSC MARE	2308.697754
IT9150002	Costa Otranto - Santa Maria di Leuca	ZSC MARE	4226.609628
IT9130008	Posidonieto Isola di San Pietro - Torre Canneto	ZSC MARE	3147.728137
IT9150009	Litorale di Ugento	ZSC MARE	6046.121309
IT9150015	Litorale di Gallipoli e Isola S. Andrea	ZPS_ZSC MARE	68130.48244
IT9150008	Montagna Spaccata e Rupi di San Mauro	ZSC MARE	1103.056924
IT9150013	Palude del Capitano	ZSC MARE	2135.583576
IT9150042	Porto Cesareo	ZPS MARE	16770.18457
IT9150027	Palude del Conte, Dune di Punta Prosciutto	ZSC MARE	4987.472157
IT9130001	Torre Colimena	ZSC MARE	1702.81285
IT9130003	Duna di Campomarino	ZSC MARE	1693.699937
IT9150034	Posidonieto Capo San Gregorio - Punta Ristola	ZSC MARE	270.5753753

Tabella 1: Elenco dei siti di rilevanza naturalistica sottoposti a regime di protezione e tutela nei mari pugliesi.



Foto: N. Ungaro

RELAZIONI TRA LE CARATTERISTICHE AMBIENTALI DEI MARI PUGLIESI E LE ATTIVITÀ DI PESCA

Come facilmente comprensibile, le risorse ittiche sfruttate dalla pesca si distribuiscono quali-quantitativamente in base alle caratteristiche ambientali tipiche delle diverse zone marine. In pratica ogni singola specie ittica può essere presente in una zona di mare, più o meno abbondantemente, a seconda della propria compatibilità rispetto a variabili quali ad esempio la distanza dalla costa, la profondità, la tipologia del fondale, il tipo di habitat, le caratteristiche idrologiche (i.e. temperatura, salinità, livello di trofia, ecc.); su questo argomento, è opportuno menzionare che sempre nell'ambito del Progetto Puglia FishLifeStyle è stato prodotto un documento, dal titolo "Caratteristiche biologiche ed ecologia delle specie ittiche pescate in Puglia", nel quale vengono riportate a sommi capi le preferenze delle diverse specie ittiche di interesse della pesca pugliese rispetto ai parametri sopra elencati. Ciò premesso, per quanto attiene le relazioni tra le caratteristiche ambientali dei mari pugliesi e le attività di pesca sono comunque disponibili in letteratura alcuni lavori scientifici che evidenziano alcune peculiarità e differenze.

Diverse sono infatti le pubblicazioni che mettono in relazione la disponibilità delle risorse ittiche rispetto all'attività di pesca e alla tipologia di ambiente fisico (distanza dalla costa, profondità, tipologia del fondale, ecc.), sia in riferimento alle specie demersali (Vaccarella et al., 1992; Ungaro et al., 1998; 1999; 2001; 2005a; 2005c; Matarrese et al.; Krstulovic Sifner et al., 2005; Ceriola et al., 2006; Carlucci et al., 2009) che a quelle pelagiche (De Zio et al., 1986; Marano et al., 1995). Oltre a queste ve ne sono altre che illustrano le differenze nella presenza e distribuzione anche delle specie ittiche dovute alle diverse caratteristiche oceanografiche tra Basso Adriatico e Ionio (Marano et al., 1998), ed ulteriori che evidenziano il ruolo del Golfo di Manfredonia come area caratterizzata da significativa produzione primaria e dunque da risorse ittiche che prediligono tale situazione (Vaccarella et al., 1996; Ungaro et al., 1994; 2005b).

Purtuttavia si ritiene che la descrizione delle principali caratteristiche dei mari pugliesi, che è stata realizzata con la predisposizione del presente documento anche utilizzando un approccio cartografico (GIS), possa essere d'ausilio agli operatori del settore pesca per meglio comprendere le dinamiche legate alla presenza e distribuzione delle

diverse specie ittiche, che come detto sono influenzate da diversi parametri ambientali. Tale consapevolezza si auspica possa essere utile per un prelievo sostenibile, che si basi su un approccio olistico ed ecosistemico per evitare un potenziale sovrasfruttamento delle risorse, il quale inevitabilmente potrebbe ripercuotersi anche sulla redditività delle stesse attività di pesca. Inoltre, è opportuno evidenziare che un ulteriore nuovo elemento potrebbe aggiungersi alle già complesse dinamiche che regolano la presenza quali-quantitativa delle risorse ittiche nei mari pugliesi; si fa esplicito riferimento al cambiamento climatico in corso, ovvero al riscaldamento globale, che potrebbe incidere sia sul ricollocamento di risorse già presenti (Ungaro e Gramolini, 2006) sia favorire specie di recente e nuova introduzione. Infine, è opportuno rimarcare che oltre alle caratteristiche ambientali le attività di pesca possono essere condizionate dalla vincolistica ambientale (vedi Tavole 32-33-34) o di altra natura (presenza di cavi, condotte, infrastrutture, zone archeologiche, relitti – vedi Tavola 37, residuati bellici – vedi Tavola 35, ecc.), comprese le aree di servitù militare (vedi Tavola 36).

In ogni caso bisogna ricordare che i mari della Puglia sono sotto la giurisdizione e il controllo del Corpo delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera, che vigila anche sulla regolarità della attività di pesca secondo la delimitazione spaziale dei diversi compartimenti così come evidenziati nella Tavola 38.

Bibliografia e sitografia

- Bregant D., Azzaro F., Bonaccorso A., Civitarese G., Crisafi E., Laferla R., Leonardi M., Luchetta A., Polimeni R., Racich F. - 1992 – Condizioni idrobiologiche nell’Adriatico Meridionale. Atti X A.I.O.L., Alassio, 4-6/11/1992: 37-46.
- Carlucci R., Lembo G., Maiorano P., Capezzuto F., Marano C.A., Sion L., Spedicato M.T., Ungaro N., Tursi 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. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 83: 529–538.
- Colantoni P., Mencucci D., Baldelli G. - 2003 – Idrologia e idraulica costiere. Processi litorali attuali e deposizione dei sedimenti. Quaderni del Centro di Geobiologia, Università degli Studi di Urbino, 1, 15-39.
- De Zio V., Rositani L., Ungaro N. - 1986 - Pesca dei grandi Scomberoidi nel basso Adriatico. *Nova Thalassia*, 8 (Suppl. 3): 659-660
- Gacic M., Civitarese G., Eusebi Borzelli G. L., Kovacevic V., Poulain P.M., Theocharis A., Menna M., Catucci A., Zarokanello N. – 2011 - On the relationship between the decadal oscillations of the northern Ionian Sea and the salinity distributions in the eastern Mediterranean, *J. Geophys. Res.*, 116, C12002.
- Gacic M., Civitarese G., Miserocchi S., Cardin V., Crise A., Mauri E. – 2022 - The open-ocean convection in the Southern Adriatic: a controlling mechanism of the spring phytoplankton bloom. *Continental Shelf Research*, Volume 22, Issue 14, 1897-1908 p.
- Kalimeris A., Kassis D. – 2020 - Sea surface circulation variability in the Ionian-Adriatic Seas. *Progress in Oceanography*, Volume 189, [https://doi.org/ 10.1016/j.pocean.2020.102454](https://doi.org/10.1016/j.pocean.2020.102454).
- Krstulovic Sifner S., Lefkaditou E., Ungaro N., Ceriola L., Osmani K., Kavadas S., Vrgoc N. – 2005 – Composition and distribution of the cephalopod fauna in the eastern Adriatic and eastern Ionian Sea. *Israel Journal of Zoology*, 51(4): 315–330.

- L. Ceriola, Marano C.A., Martino M., Quaranta L., Strippoli G., Ungaro N. – 2006
Abbondanza e densità di alcuni cefalopodi nell'Adriatico Meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, 13 (1): 844-847.
- Marano G., De Zio V., Pastorelli A. M., Rositani L. Ungaro N. – 2005 - Drifting long-line fishery in the southern Adriatic Sea (GFCM Geographical sub-area n° 18). *AdriaMed Technical Documents*. No.15. GCP/RER/010/ITA/TD-15: 58-63.
- Marano G., Pastorelli A.M., Ungaro N. - 1998 - Canale d'Otranto: ambiente e comunità biologiche. *Biol. Mar. Medit.*, 5 (1): 1-11.
- Mastronuzzi G., Palmentola G., Sansò P. – 2002 - Lineamenti e dinamica della costa pugliese. *Studi Costieri*. 5. 9-22.
- Matarrese A., D'onghia G., De Florio M., Panza M., Costantino G. - 1995 - Recenti acquisizioni sulla distribuzione batimetrica di *Aristaeomorpha foliacea* ed *Aristeus antennatus* (Crustacea, Decapoda) nel Mar Ionio. *Biol. Mar. Mediterr*, 2 (2): 299-300.
- Menna M., Reyes Suarez N.C., Civitarese G., Gacic M., Rubino A., Poulain P.M. – 2019 - Decadal variations of circulation in the Central Mediterranean and its interactions with mesoscale gyres, *Deep-Sea Res. Pt. II*, 164, 14-24.
- Mosetti G. - 1964 – *Oceanografia*. Del Bianco, Udine: 368-376.
- Pennetta M. – 1985 - La sedimentazione attuale. Analisi granulometriche C.N.R. Progetto finalizzato Oceanografia e Fondi Marini. Sottoprogetto "Utilizzazione e gestione della piattaforma continentale: rapporto tecnico finale". Roma.
- Spagnoli F., Dinelli E., Giordano P., Marcaccio M., Zaffagnini F., Frascari F. - 2014 -. Sedimentological, biogeochemical and mineralogical facies of Northern and Central Western Adriatic Sea, *Journal of Marine Systems*, Volume 139, 2014, Pages 183-203, ISSN 0924-7963.
- UNEP-WCMC – 2023 - *Ocean+Habitats* [On-line]. Available at: habitats.oceanplus.org. DOI: <https://doi.org/10.34892/fpe3-ar97>.
- Ungaro N., Casavola N., Marano G., Rizzi E. -1994 - "Bianchetto" and "Rossetto" fisheries fry in the Manfredonia Gulf: effort exerted and catch composition. *Oebalia*,

Vol. XX: 99-106.

- Ungaro N., Gramolini R. – 2006 – Possible effect of bottom temperature on distribution of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in the Southern Adriatic (Mediterranean Sea). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, Vol. 6 (2): 109-116.
- Ungaro N., Marano C.A., Ceriola L., Martino M. – 2005a - Distribution of demersal-crustaceans in the southern Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, 46(1): 27-40.
- Ungaro N., Marano G., De Zio V., Pastorelli A. M., Rositani L. – 2005b – The traditional “Bianchetto” and “Rossetto” fishery in the Gulf of Manfredonia (Southern Adriatic Sea, GFCM Geographical sub-area n° 18). *AdriaMed Technical Documents*. No.15. GCP/RER/010/ITA/TD-15: 53-57.
- Ungaro N., Marano G., De Zio V., Pastorelli A. M., Rositani L. – 2005c - Some information on off-shore bottom long-line fishery in the southern Adriatic Sea (GFCM Geographical sub-area n° 18). *AdriaMed Technical Documents*. No.15. GCP/RER/010/ITA/TD-15: 98-102.
- Ungaro N., Marano G., Marsan R., Martino M., Marzano M.C., Strippoli G., Vlora A. - 1999 - Analysis of demersal assemblages from trawl surveys in the South Adriatic Sea. *Acq. Liv. Res.*, 12 (3): 177-185.
- Ungaro N., Marano G., Rivas G. – 2001 – Notes on ichthyofauna of the deep basin of the Southern Adriatic Sea. *Sarsia*, 86: 153-156.
- Ungaro N., Marano G., Vlora A., Martino M. - 1998 - Space-time variations of demersal fish assemblages in South-western Adriatic Sea. *Vie et Milieu*, 48 (3): 191-201.
- Vaccarella R., Marano G., Piccinetti Manfrin G., Rizzi E., Ungaro N. - 1992 - Nota su alcuni fondi strascicabili epi e meso batiali dell'Adriatico pugliese. *Oebalia*, Suppl. XVII: 109-116.
- Vaccarella R., Pastorelli A.M., De Zio V., Rositani L., Paparella P. - 1996 - Valutazione della biomassa di molluschi bivalvi commerciabili presenti nel Golfo di Manfredonia. *Biol. Mar. Mediterr.*, 3 (1): 237-241

- Vollenweider R.A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A. – 1998 - Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*, 9: 329-357.
- Zore-Armanda M. - 1968 – The system of currents in the Adriatic Sea. *Rev. Fish. Counc. Medit.*, 34: 1-48.

Realizzato da:



ARPA PUGLIA