



progettopesca

DIRITTI E OCCUPAZIONE
NELLA PESCA E NELL'ACQUACOLTURA

mipaf

ministero delle politiche
agricole alimentari forestali

LA PESCA NEL MEDWIND

**Impatto socio-economico
del futuro parco eolico
sulla pesca siciliana**





LA PESCA NEL MEDWIND

Impatto socio-economico del futuro parco eolico sulla pesca siciliana

Testi e consulenza tecnico-scientifica

Franco Andaloro

Biologo marino

Con la collaborazione di:

Antonio Pucillo

Dipartimento Pesca FLAI CGIL Nazionale

Raffaele Ferrone

Dipartimento Pesca FLAI CGIL Nazionale

Questa pubblicazione è stata realizzata con il contributo del **Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali**, nell'ambito del Programma Nazionale Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura 2022-2024 adottato con D.M. del Ministro delle Politiche Agricole alimentari e forestali n. 0225058 del 18/05/2022 Annualità 2022 – Decreto di impegno Prot. 0316699 del 18/07/2022.



PREMESSA

Gli insediamenti e le attività antropiche, l'utilizzo delle fonti fossili hanno influenzato sempre di più il cambiamento climatico globale e la modifica dell'habitat naturale e del paesaggio.

La necessità di riconvertire il sistema energetico attuale passando da fonti fossili a quelle rinnovabili è quanto mai urgente. I livelli d'inquinamento che le fonti fossili hanno prodotto in questi decenni ci stanno presentando il conto.


Innalzamento della temperatura, riscaldamento degli oceani, scioglimento dei grandi ghiacciai sono alcuni degli effetti più evidenti. Negli ultimi anni queste alterazioni hanno prodotto effetti climatici disastrosi. Sono ingenti i danni prodotti da alluvioni e nubifragi sia in termini di vite umane che di costi per la ricostruzione di intere aree devastate. Una condizione trasversale che ha coinvolto l'intero pianeta stimolando una discussione sui temi dei cambiamenti climatici e sulla necessaria riduzione urgente di tutte le fonti inquinanti. Anche se con posizioni diverse tutti i paesi condividono la necessità di avviare questi percorsi per rispondere alla pressante richiesta dell'opinione pubblica preoccupata per un pianeta da tutelare e salvare.

Nel dicembre 2015, alla COP21 di Parigi, è stato firmato un accordo internazionale che fissa l'obiettivo di mantenere il riscaldamento globale entro la fine di questo secolo al di sotto di 2 gradi rispetto ai livelli preindustriali, e possibilmente limitarlo a 1,5 gradi. La Cop26 di Glasgow, che si è tenuta nel novembre 2021, ha sancito l'impegno a raggiungere entro il 2050 la cosiddetta *Carbon Neutrality*.

Per perseguire gli obiettivi climatici è necessario procedere ad un cambiamento che richiede innanzitutto una transizione energetica, cioè il passaggio da un mix energetico centrato sui combustibili fossili a uno basato sulle fonti rinnovabili.

Tra le fonti rinnovabili rivestono carattere principale l'energia fotovoltaica e eolica.

Sempre di più troviamo terreni agricoli sottratti alle coltivazioni e usati per installare pannelli o pale eoliche. Terreni che un tempo venivano utilizzati per produrre alimenti e oggi invece sono stati sottratti al sistema delle coltivazioni per essere convertiti in aree per produrre energia rinnovabile.



Un tema questo che è al centro della nostra ricerca. Partendo anche noi, dalla necessità di intraprendere tutte le azioni possibili per incentivare le fonti rinnovabili, ci poniamo allo stesso tempo e con le stesse preoccupazioni, quali siano gli eventuali effetti sul mondo del lavoro e sulle produzioni. Come per i terreni tolti alla coltivazione, sta assumendo rilevanza il tema delle aree marine da destinare agli impianti eolici offshore.

In questo quadro s'inserisce, il progetto MedWIND, occuperà una superficie importante ora utilizzata per attività di pesca. Un importante tratto di costa che negli anni, ha contribuito all'economia della Sicilia e che vede nella realizzazione di questo progetto un problema per il futuro di quelle realtà produttive. Una economia basata sulla attività di pesca e sul turismo. Dove storia e tradizioni si intersecano in maniera indissolubile con il mare e con i suoi prodotti.

Proprio il pescato siciliano per le sue caratteristiche è stato determinante quale componente fondamentale per il riconoscimento della Dieta Mediterranea come Patrimonio culturale immateriale dell'umanità (UNESCO, 16 novembre 2010).

Secoli di attività che dovranno convivere con il parco eolico.

Crediamo che questa fondamentale coesistenza debba essere il punto di forza dell'intero progetto. Il passato fatto di storia e tradizioni, e un futuro necessario per la salvaguardia del pianeta dovranno convivere in equilibrio. Da una parte andrà salvaguardata l'economia di una flotta peschereccia importante per la regione Sicilia e dall'altra, dovranno essere create le condizioni perché la tecnologia e lo sviluppo possano progredire senza che uno vada a discapito dell'altro. Lo studio proposto con questa pubblicazione vuole aprire una discussione su questi temi, alla ricerca di una soluzione complessa ma necessaria per salvaguardare la storia e la culture di mestieri ed economie locali e la necessaria ricerca di soluzioni per tutelare l'ambiente e il nostro pianeta.

Tonino Russo

Segretario Generale FLAI CGIL Sicilia



INDICE

1. INTRODUZIONE 6

2. LA PESCA NELL'AREA DEL PARCO EOLICO 10

3. EFFETTI ECOSISTEMICI DELLE OWF 60

4. EFFETTI SULLA PESCA 30

5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI 52

Bibliografia 88



Questo studio vuole contribuire a valutare il possibile impatto della fattoria eolica offshore (OWF) MedWIND sulla pesca e il comparto ittico nelle aree influenzate dalla sua realizzazione.

Lo studio analizza i dati forniti da MedWIND nella presentazione agli operatori, ma non si limita alla sola analisi dell'impatto macroeconomico derivato dall'esclusione della pesca sulla GSA 16, nei due scenari sottoposti, ma prende anche in considerazione gli aspetti ambientali, alieutici e sociali contestualizzandoli alla realtà produttiva e socioeconomica delle aree interessate.

Nello studio sottoposto da MedWIND l'estensione, in termini di superficie, valutata per la GSA 16, non prende in considerazione le aree interdette alla pesca (AMP, Zone militari, Divieti di pesca, Aree di Nursery), i fondali non pescabili per profondità e/o natura geomorfologica e le diverse tipologie di pesca con i relativi limiti normativi e tecnici alla pesca nella GSA 16. Inoltre una parte significativa della OWF ricade nella GSA 10, cosa questa non presa in considerazione nella valutazione socioeconomica sottoposta.

Questo studio tende a colmare questo limite e si pone come obiettivi:

- Effettuare una valutazione del valore alieutico dell'area riferito non alla intera GSA di riferimento ma alle marinerie interessate dagli effetti diretti e indiretti dell'impianto sia in termini di esclusione della pesca sia di effetti ecosistemici nelle tre fasi fondamentali di vita di una OWF, che la letteratura prende in considerazione, ovvero, la fase di costruzione, quella di esercizio e quella decommissione.
- Contestualizzare l'impatto alle realtà locali con particolare riferimento alle marinerie di Mazara del Vallo, Trapani, Marsala, Isole Egadi e San Vito Lo Capo.
- Valutare le imbarcazioni che effettuano pesca nell'area o che possono essere direttamente limitate dalle interdizioni e dalle strutture realizzate e in particolare la pesca a strascico, la pesca ai grandi pelagici con palangari derivanti.
- Valutare i possibili impatti indiretti derivanti dall'aumento dello sforzo di pesca su altre aree da parte dei pescherecci che non potranno effettuare la pesca all'interno del campo eolico o che vengono da questo limitati.

- Analizzare i possibili scenari di impatto/alterazione, diretti e indiretti, derivanti dalle modificazioni ecosistemiche dell'intera area da pesca per le marinerie coinvolte sulla base dell'analisi degli impatti, delle modificazioni ambientali e degli effetti FAD e barriera, sulla fauna e la catena trofica dell'area.
- Analizzare le ricadute, oltre che sulla filiera, anche sul terziario, l'indotto, le attività collegate e il patrimonio culturale e identitario della pesca nell'area.

Lo studio si avvale dei dati più aggiornati disponibili e riferiti agli anni 2019, 2020 e 2021 provenienti dalla raccolta dati MIPAAF, dal “register fleet” europeo, dai tracciati AIS, dalla letteratura e si avvale di interviste effettuate alle categorie nelle aree coinvolte.

Lo studio prende anche in considerazione l'analisi di oltre 200 lavori scientifici sugli impatti delle OWF sul benthos, i pesci, i mammiferi marini, l'ecosistema e sulle interazioni con la pesca e i pescatori, e gli effetti del rumore. Particolare attenzione è stata data alla contestualizzazione dei parchi eolici all'interno del *Maritime Spatial Planning* (MSP), al ruolo degli impianti eolici nel raggiungimento, mantenimento del buon stato ambientale (GES) nell'ambito del Direttiva Quadro sulla Strategia Marina (MFSD) anche in relazione alle esperienze di altri Paesi.

Un ulteriore aspetto trattato riguarda la valutazione di eventuali misure di mitigazione e compensazione che possono essere prese per minimizzare l'impatto sul comparto ittico.

L'approccio utilizzato, in questo studio, è quello raccomandato da una ampia letteratura che richiede l'acquisizione di tutti i dati disponibili con particolare attenzione ai dati dettagliati sulla flotta, l'attività di pesca, le catture e gli aspetti sociali ed economici delle marinerie interessate. Questi dati sono ritenuti propedeutici alla localizzazione e al dimensionamento delle OWF e alla messa a punto di strategie di mitigazione e di compensazione. La localizzazione e la mitigazione devono avvenire in tavoli di concertazione con la partecipazione degli operatori della pesca in un processo plastico e condiviso che deve tenere conto non solo dell'esclusione della pesca dall'area ma anche degli impatti indiretti nel breve, medio e lungo termine derivanti dagli effetti ecosistemici su ampia scala degli impianti. In tale direzione è stata anche condotta una analisi della letteratura esistente sugli effetti delle OWF sull'ambiente e la sua biodiversità, limitandosi a quelli correlabili direttamente ed indirettamente con le risorse ittiche pescabili, quindi con l'economia della pesca. È stata anche presa in considerazione l'esperienza maturata in molti Paesi sul complesso rap-

porto tra le OWF e la pesca con particolare riferimento all'importanza strategica dell'applicazione della *Maritime Spatial Planning*¹ a questo processo e ai limiti emersi. È importante considerare che altre società di OWF stanno sviluppando progetti dei campi eolici offshore nella GSA 16, cosa questa che ridurrà ulteriormente le aree di pesca e creerà effetti diretti e indiretti che si cumuleranno a quelli della OWF MedWIND.

1

¹ In Italia con Decreto legislativo del 17 ottobre 2016, n.201 è stata data attuazione alla direttiva 2014/89/UE che istituisce un quadro per la pianificazione dello spazio marittimo con l'intento di promuovere la crescita sostenibile delle economie marittime (c.d. economia blu), lo sviluppo sostenibile delle zone marine e l'uso sostenibile delle risorse marine. I Piani di gestione dello spazio marittimo, predisposti dal comitato tecnico, sono stati messi online per la consultazione pubblica dal 15 settembre al 30 ottobre 2022. I piani sono tre ovvero, Piano Tirreno Mediterraneo Occidentale, Piano Ionio Mediterraneo centrale, Piano Adriatico.

LA PESCA NELL'AREA DEL PARCO EOLICO

2.1 GLI EFFETTI DIRETTI DEL PARCO EOLICO SULLA PESCA

La valutazione dell'attività di pesca nell'area del parco eolico, in questo studio, è stata effettuata valutando in termini di presenza, e dove possibile di cattura, l'attività effettuata dalla flotta siciliana operante nella GSA 16 e nella GSA 10, correlandola alla produzione totale delle marinerie direttamente interessate.

La valutazione dell'impatto sulla pesca dell'OWF, sottoposta da MedWIND, realizzata su una scala macroeconomica, ed espressa solo in termini percentuali di valore economico della superficie esclusa alla pesca sulla superficie totale della GSA 16, non appare sufficiente a valutare le ricadute economiche, occupazionali e culturali sulle marinerie realmente interessate (*Berkenhagen et al., 2010; Oostenbrugge et al., 2010*).

I motivi perché non si reputa sufficiente quest'approccio sono legati a diverse considerazioni:

Scenario 1

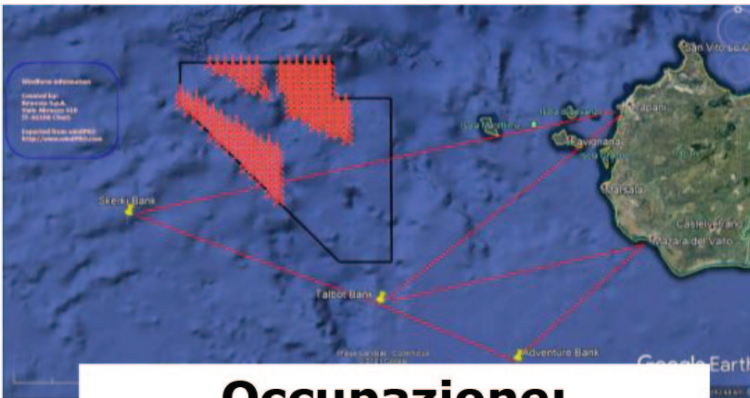


- L'area della OWF MedWIND, in entrambi gli scenari proposti (vedi figure), non ricade solo sulla GSA 16 ma anche sulla GSA 10.
- La GSA 16, così come tutte le GSA, non è un'area la cui superficie è integralmente utilizzabile per la pesca. Limiti spaziali alle aree pescabili nella GSA 16 e la GSA10, oltre a quelli derivati dalla tipologia di attrezzo utilizzato e dalle licenze di navigazione, provengono da:

o Aree interdette alla pesca per:

- aree militari;
- cablaggi sommersi;
- vincoli archeologici;
- ordinanze della Guardia Costiera;
- aree di interesse conservazionistico: (AMP, SIC, ZPS);
- aree di tutela delle risorse biologiche come le aree di nurseries;
- aree portuali;
- piattaforme estrattive;
- aree interdette ad una parte della flotta per l'adozione di piani di gestione;
- aree non utilizzabili da tutte attività e/o le imbarcazioni sulla base della dei limiti di navigazione o degli attrezzi utilizzati;
- aree ritenute non opportune per motivi di sicurezza (golfo della Sirte).

Scenario 2



**Occupazione:
800km²**

Fonte: Deloitte – LUISS. Project MedWIND Valutazione di impatto socio-economico.

- Aree dove non è possibile effettuare attività di pesca a strascico per la natura del fondale, la profondità, la presenza di attrezzature come relitti e pinnacoli.

Pertanto il calcolo spaziale dell'estensione della GSA, in termini di area realmente fruibile dalla pesca, deve prendere in considerazione sia il tipo di pesca, sia la reale area pescabile con i diversi attrezzi da pesca utilizzati, sia la percentuale indisponibile riferita ai limiti di operatività per le diverse attività di pesca.

In questo calcolo deve anche essere considerato, come riportato anche in altre parti dello studio, che la flotta a strascico prevalente nell'area è quella di Mazara del Vallo, che nel prossimo futuro vedrà restringersi notevolmente le aree di pesca soprattutto per l'entrata in vigore della ZEE (Zona Economica Esclusiva), poiché gli otto decimi dei fondali dello Stretto di Sicilia, batimetricamente e geologicamente strascicabili, per motivi geomorfologici, ricadranno nella ZEE tunisina e perché alla flotta mazarese potrebbero essere anche precluse le aree attualmente utilizzate per la pesca del gambero rosso a sud della costa turca e nel Golfo della Sirte, già adesso oggetto di contenzioso internazionale.

L'area, preclusa alla operatività dei palangari per i grandi pelagici sarà molto più vasta di quella occupata dalla OWF per motivi legati alle peculiarità di questa tecnica di pesca che richiede grandi spazi poiché utilizza un attrezzo lungo sino a 50 km che è derivante in mare. Anche la pesca con i palangari per grandi pelagici sarà limitata dall'entrata in vigore della ZEE.

- La pesca mediterranea in assoluto, e quella siciliana in particolare, non può essere vista solo su una scala macroeconomica ma la valutazione di ogni impatto deve considerare le peculiarità di questa attività, l'economia e l'occupazione sulla microscala. Anche se l'area esclusa da una OWF avesse un impatto minimo sull'intera GSA lo ha, e molto forte sia in termini economici sia occupazionali, sulle marinerie direttamente interessate anche se queste dovessero concorrere in modo marginale alla produzione totale dell'intera GSA. In particolare la GSA 16, come la GSA 10, sono molto estese coinvolgendo numerose marinerie che operano su differenti *fishing ground*.
- Vanno considerati nel valutare gli effetti di una OWF sulla pesca anche i tempi ed i costi che devono essere sostenuti per circumnavigare le aree precluse per raggiungere altre zone di pesca con un impatto anche sul benessere dei pescatori costretti a bordate più lunghe.
- Ai fini della valutazione dell'impatto diretto sull'attività di pesca offshore non vi è alcuna differenza concreta tra le due aree proposte da MedWIND per la realizzazione della OWF, nonostante una ricopra 2500 km² e l'altra 800 km², in quanto, le aree escluse nella riduzione di

superficie, in seguito allo studio della SZN Anton Dohrn, sono aree prevalentemente non utilizzabili dalla pesca a strascico e, dopo la realizzazione della OWF, non lo potranno essere nemmeno dalla pesca ai grandi pelagici con il palangaro poiché:

- Non sono strascicabili in quanto sono costituite da substrati duri o da canjons, inoltre, deve essere considerato che le “cale” della pesca a strascico su fondali dell’epibatiale e del mesobatiale (200/600m di profondità) non sono puntiformi ma la rete viene trainata sul fondale per alcune ore e percorre non meno di 10mn, distanza questa alla quale vanno aggiunti gli spazi per le operazioni di varo e salpamento della rete sul fondo e la lunghezza dei calamenti, inoltre le cale della pesca a strascico, non sono diritte ma seguono il fondale con traiettorie articolate.
- Ancora meno significativa è la riduzione di superficie della OWF per quanto riguarda il palangaro per la pesca dei grandi pelagici come il tonno il pesc spada, questo tipo di pesca utilizza un attrezzo lungo sino a 50 km che deriva, ovvero che è trasportato dalle correnti e spinto di venti per molte miglia per tutta la notte, con velocità e traiettorie non prevedibili e che possono essere modificate dai cambi delle correnti e del vento o dagli esemplari catturati. Lo spazio utilizzato da questo attrezzo non è riconducibile, come è evidente, solo a quello precluso dalla superficie del parco eolico ma è molto più grande, di conseguenza il canale lasciato libero tra le due installazioni, nel caso del parco eolico ridotto (scenario 2), non può essere utilizzato da questo tipo di pesca. Non è di fatto utilizzabile da questa pesca una macroarea di almeno 20km attorno alla OWF.

Le fonti utilizzate in questo studio per la valutazione dell’importanza alieutica diretta, ovvero della sola area interessata dall’esclusione della pesca nell’OWF sono:

- i dati aggiornati al 2021 della PNLRDA (Piano Nazionale di Lavoro raccolta dati alieutici) MIPAAF e del Register Fleet e sono riferiti alle GSA 16, ed in particolare alle celle del grid M16D4 e M16D5, e alla GSA10 ed in particolare alle celle del grid M15D4 e M15D5 e provengono dai logbook dei pescatori;
- un altro dato indipendente proviene dall’analisi dei dati AIS dell’area relativi agli anni 2019 e 2020;
- un terzo dato sulla significatività diretta della pesca nell’area è stato ricavato dai dati dei tracciati GPS dei navigatori satellitari della flotta di Mazara del Vallo;
- ulteriori dati provengono da studi effettuati da enti pubblici di ricerca, come CNR e ICRAM sulla pesca a strascico nello Stretto di Sicilia.

2.2 LA FLOTTA DA PESCA NELLE MARINERIE INTERESSATE DAL PARCO EOLICO

Le marinerie italiane interessate direttamente e indirettamente dalla pesca nella, o nelle, aree del parco eolico sono quelle di Mazara del Vallo, di Marsala, di Trapani, delle isole Egadi e di San Vito Lo Capo.

Inoltre, le imbarcazioni della pesca artigianale, considerate in seguito per gli impatti indiretti, oltre ai porti principali utilizzano numerosi punti di ormeggio e di sbarco anche se le imbarcazioni sono registrate presso gli Uffici Marittimi dei porti di riferimento.

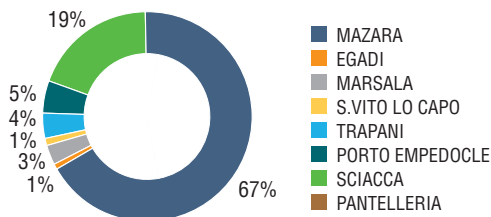
I principali punti di sbarco sono San Vito Lo Capo, Bonagia, San Cusumano, Trapani, Marsala, Biscione, Torrazza, Vaccarella, Mazara del Vallo, Torretta, Favignana, Marettimo e Levanzo.

Per alcune analisi sulla flotta si è ritenuto utile tenere conto anche delle flotte di Sciacca, Pantelleria e di Porto Empedocle, che potrebbero subire effetti diretti dalla preclusione delle aree della OWF o che potrebbero avere conseguenze da eventuali effetti ecosistemici estesi causati dalla OWF. I dati sulla flotta sono aggiornati ad agosto 2022

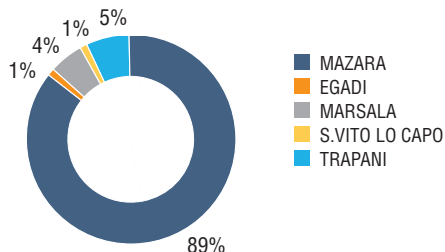
2.2.1 Consistenza della flotta

La consistenza della flotta per le marinerie direttamente interessate dalla GSA 16 e dalla GSA 10 è riportata nei grafici seguenti ed è riferita alle marinerie di Trapani, Marsala, Egadi, Mazara del Vallo, San Vito Lo Capo che sono quelle che possono avere un maggiore e veloce impatto dalla OWF, queste sono state integrate con le marinerie di Sciacca, Porto Empedocle e Pantelleria che insistono nella macro-area suscettibile, soprattutto per la flotta a strascico, di ricevere effetti indiretti della OWF.

Distribuzione della flotta per tonnellaggio complessivo nella macroarea



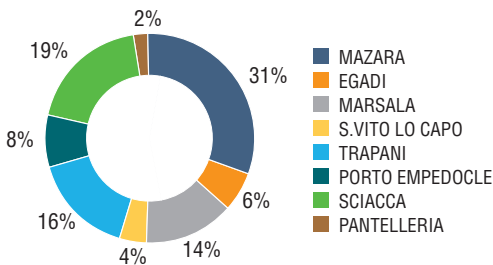
Distribuzione della flotta per tonnellaggio complessivo nell'area ristretta



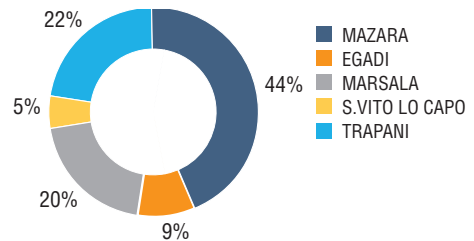
La flotta della macro-area di studio ha un tonnellaggio complessivo di 24758 GT, mentre quella ristretta di 18749 GT.

Dai grafici si evidenzia come la flotta di Mazara del Vallo sia quella largamente più rappresentativa, sia nell'area ristretta sia in quella allargata, d'influenza della OWF. Per tonnellaggio totale della flotta, subito dopo Mazara del Vallo, viene la flotta di Sciacca seguita da quelle di Porto Empedocle, Trapani e Marsala infine dalle flotte delle Isole Egadi e di San Vito lo Capo. Se andiamo ad analizzare il numero delle imbarcazioni per ogni mariniera non cambia il peso relativo delle flotte nell'area rispetto al GT ma si modificano sensibilmente le percentuali considerando che Mazara del Vallo, con la sua flotta alturiera, esprime un elevato tonnellaggio rappresentando il 67% della macroarea e l'89% dell'area ristretta mentre in numero rappresenta rispettivamente il 36% be il 47%.

Distribuzione della flotta per numero di imbarcazioni nella macroarea



Distribuzione della flotta per numero di imbarcazioni nell'area ristretta



La tabella seguente riporta le informazioni rilevanti per le flotte delle marinierie studiate.

Tabella 1.1 Flotta Complessiva distinta per attrezzo

	N° M/P	GT	PGP	N° HOK	N° PS	N° TF	N° TM	N° DTS
MAZARA	209	16658	91	1	1	1		114
EGADI	42	158	39		1			2
MARSALA	92	833	74	15	1			3
SAN VITO LO CAPO	24		17		7			
TRAPANI	103	972	74	2	7			20
PORTO EMPEDOCLE	53	1270	30			1		22
SCIACCA	124	4712	33	3	8		4	76
PANTELLERIA	16	27	15	1				

PGP-polivalenti multipli; HOK-palangari; TF-nasse; TM-volanti; PS-Circuizione; DTS-Strascico

Dalla tabella riassuntiva, proveniente dai dati del PNLRDA (Piano Nazionale di Lavoro raccolta dati alieutici) MIPAAF aggiornati ad agosto 2022 e dal Register Fleet, si evince la forte vocazione della pesca a strascico nell'area che è espressa sia da M/P di media dimensione (tra 18m e i 28 metri) sia da M/P di grande dimensione (tra 24 e 40 metri). Operano infatti nelle marinerie della macroarea 94 M/P a strascico di media dimensione e 87 M/P a strascico di grande dimensione. Va considerato che mentre le imbarcazioni con attrezzi polivalenti multipli operano nelle aree più vicine alle marinerie di appartenenza i M/P a strascico e i palangari per grandi pelagici spaziano in tutte l'area delle GSA16 e GSA10 e anche oltre.

2.2.2 Analisi della flotta per marineria

MAZARA DEL VALLO

La produzione della flotta da pesca di Mazara del Vallo è legata alla pesca a strascico, che ne ha determinato il boom economico negli anni 80 rendendola, allora, la più grande flotta del Mediterraneo. Oggi, è caratterizzata soprattutto da M/P a strascico alturieri compresi tra i 24 e i 40 metri LFT, che rappresentano la parte residuale della flotta a strascico mediterranea che era arrivata a contare oltre 200 M/P alturieri dei cui molti lavoravano oltre lo Stretto di Gibilterra. Oggi la flotta è fortemente diminuita a causa della riduzione delle catture, della crescita dei costi di gestione e della sempre minore disponibilità di aree di pesca al gambero rosa, al gambero rosso e al gambero viola, che sono i principali targeh della pesca a strascico di Mazara. Questa condizione, oltre alla drastica riduzione della flotta, ha portato a un suo invecchiamento, infatti, l'età media della flotta è di 39 anni, ma deve considerarsi che la pesca è ancora alla base dell'economia della città nella quale permane anche una pesca artigianale praticata da 95 M/P con attrezzi da posta.

Mazara del Vallo		LFT (m)		GT			Power of engine (kW)		
LOA (M)	N° vessel	%	mean	Tot	%	mean	Tot	%	TOT
≤ 12	95	43,78	7,30	169	1,09	1,92	2027,63	4,31	23,04
> 12	114	56,22	26,40	15376,00	98,91	136,07	45062,90	95,69	398,78
TOT	209		18,04	15545		77,33	47090,53		234,28

TRAPANI

2

La flotta della marineria di Trapani è prevalentemente artigianale, con 81 imbarcazioni sotto i 12 m contro 32 al di sopra, che però esprimono l'84% del tonnellaggio complessivo. La flotta trapanese è la più vetusta dell'area evidenziando una maggiore sofferenza del comparto. Gli attrezzi usati, intesi come attrezzo prevalentemente più utilizzato, sono la rete a circuizione e lo strascico che rappresentano il 23% ciascuno della pesca mentre la rimanente parte della flotta utilizza per il 43% palangari di fondo e il resto reti da posta. Nel caso dello strascico 23 imbarcazioni superano i 12 m e solo 3 sono di misura inferiore, l'opposto avviene per la circuizione che ha 19 imbarcazioni sotto i 12 m e solo 7 oltre i 12 m.

Trapani		LOA (m)		GT			Power of engine (kW)		
LOA (M)	N° vessel	%	mean	Tot	%	mean	Tot	%	TOT
≤ 12	81	71,68	7,45	174	15,16	2,15	2079,40	29,00	25,67
> 12	32	28,32	16,34	974,00	84,84	30,44	5091,65	71,00	159,11
TOT	113		9,96	1148		10,16	7171,05		63,46

MARSALA

A Marsala solo il 23% dei M/P è al di sopra dei 12 m LFT, ma esprime l'84% della flotta per tonnellaggio. Qui l'attrezzo da pesca prevalente nelle licenze è il palangaro con imbarcazioni oltre i 12 metri dedicate ai grandi pelagici. Le imbarcazioni a strascico rappresentano numericamente il 9,9% della flotta e quelle con licenza a circuizione il 6,9%. La flotta della piccola pesca, ovvero imbarcazioni inferiori ai 12 metri ha una vetustà media di 45 anni mentre quella sopra i 12 m di 28 anni indicando una spinta al rinnovamento, con ogni probabilità legata alla pesca con i palangari per i grandi pelagici che è relativamente più recente.

Marsala		LFT (m)		GT			Power of engine (kW)		
LOA (M)	N° vessel	%	mean	Tot	%	mean	Tot	%	TOT
≤ 12	78	77,23	7,31	163	15,39	2,09	2108,30	29,65	27,03
> 12	23	22,77	17,35	896,00	84,61	38,95	5003,32	70,35	217,53
TOT	101		9,59	1059		10,48	7111,62		70,41

EGADI

Nelle isole Egadi il 64% in tonnellaggio della flotta è al di sotto dei 12 m ma rappresenta il 90% delle imbarcazioni per numero. La spiccata artigianalità della flotta è legata al fatto che le marinerie operano nell'Area Marina Protetta delle isole Egadi, la più grande del Mediterraneo, la cui estensione è interdetta alla pesca a strascico, quindi il palangaro e gli attrezzi da pesca sono le attività prevalenti nelle licenze da pesca e le due imbarcazioni a strascico registrate operano fuori dell'area marina protetta. La flotta ha un indice di vetustà di 41 anni di media.

Egadi		LOA (m)		GT			Power of engine (kW)		
LOA (M)	N° vessel	%	mean	Tot	%	mean	Tot	%	TOT
≤ 12	39	90,70	7,48	68	43,04	1,74	885,39	64,10	22,70
> 12	4	9,30	15,83	90,00	56,96	22,50	495,90	35,90	123,97
TOT	43		8,25	158		3,67	1381,29		32,12

SAN VITO LO CAPO

Anche la flotta di San Vito Lo Capo ha una spiccata artigianalità e solo 3 imbarcazioni superano i 12 m di lunghezza.

San Vito Lo Capo		LOA (m)		GT			Power of engine (kW)		
LOA (M)	N° vessel	%	mean	Tot	%	mean	Tot	%	TOT
≤ 12	21	87,5	7,45	37	23,56	1,76	541	71,25	25,76
> 12	3	12,5	16,34	120	76,44	40	485,4	38,75	12,83
TOT	113		8,43	157		6,54	1026,4		42,75

Dai dati si evince che le marinerie di Mazara, Marsala, Trapani, delle Isole Egadi e di San Vito Lo Capo rappresentano una importante realtà economica e sociale per l'area operando con una flotta da pesca che, sebbene appaia vetusta con un naviglio di circa 40 anni medi di costruzione, è ancora oggi operativa nell'area e solo Mazara del Vallo, per i motivi prima riportati, ha subito una riduzione significativa della flotta dello strascico alturiero.

Nelle marinerie dell'area la pesca a strascico rappresenta l'attività primaria in termini di produzione economica e di tonnellaggio delle imbarcazioni. Ancora oggi è anche rilevante la pesca con attrezzi polivalenti passivi che accoglie la pesca artigianale che opera utilizzando molti me-

stieri da pesca diversi tra loro appartenenti alla tradizione delle aree in cui opera. Marsala ha sviluppato negli ultimi decenni una flotta per la pesca ai grandi pelagici con il palangaro derivante. Le imbarcazioni delle marinerie delle Isole Egadi, sono invece spiccatamente artigianali.

Va detto che l'attrezzo riportato nello studio è quello prevalente riportato nella licenza che per la pesca artigianale che potrebbe non essere il solo utilizzato, sia a causa degli adattamenti ai cambiamenti naturali che sia la variabilità stagionale nell'uso degli attrezzi che sono la peculiarità di questa attività.

Per quanto riguarda la pesca a circuizione questa raggruppa in una sola categoria sia la pesca con reti a circuizione con chiusura (cianciolo) sia quella con rete a circuizione senza chiusura (rete circuitante).

2.2.3 Caratterizzazione della pesca nelle marinerie interessate e aspetti socio antropologici del comparto

Le imbarcazioni di Trapani e delle Isole Egadi sono associate presso le Cooperative di produzione e lavoro:

- Trapani Pesca;
- Delfino;
- Associazione Armatori e Produttori della Pesca di Trapani;
- Fra pescatori Sant'Alberto;
- Mediterranea Pesca;
- San Giuseppe.

Le imbarcazioni iscritte nell'Ufficio di Marsala sono associate presso le Cooperative:

- Mare Sicilia Pesca;
- Azzurra Pesca;
- Lilybeo.

Nella marineria di Marsala una decina di imbarcazioni sono assistite da consulenti privati.

Le imbarcazioni iscritte presso l'Ufficio di San Vito Lo Capo afferiscono quasi esclusivamente alla Cooperativa San Vito Pesca.

Tutte le cooperative, sopra meglio elencate, afferiscono al Co.Ge.P.A. di Trapani che da un punto di vista geografico-costiero si estende da Marsala (dalla località denominata Torrazza) a San Vito Lo Capo (alla Cala di Mazzo di Sciacca).

La fascia costiera dell'Unità Gestionale, ricade interamente in provincia di Trapani, includendo, però, differenti Comuni (San Vito Lo Capo, Custonaci, Valderice, Erice, Trapani, Favignana, Marsala e Petrosino).

Infine negli stessi porti insistono anche tre Organizzazioni di Produttori, legalmente riconosciute dal MIPAAF e sono: l'O.P. di Trapani e delle Isole Egadi, l'O.P. di Trapani e l'O.P. della Pesca del Tonno con il Sistema Palangaro.

Nelle marinerie dell'area operano 1066 pescatori con una età media che supera i 50 anni.

I dati indicano un lento rinnovamento del comparto con il 70% dei pescatori nella fascia di età tra i 40 ei 64 anni, un dato questo che indica una seria difficoltà nell'ipotetico percorso di riconversione dei pescatori della flotta esclusa dalla dall'area della OWF ad altre attività alieutiche o comunque o comunque attinenti la pesca.

Personale Imbarcato (Fasce d'età)							
PORTO	<16	17/25	26/39	40/64	>64	Età Media	n° equip.
Trapani	13	5	36	119	13		173
Marsala	10	8	26	98	10		142
Egadi	13	8	8	37	13		66
San Vito Lo Capo	5	2	5	23	5		35
Mazara del Vallo	NP	NP	NP	NP	NP	55	650
Totali							1.066

2.2.4 Attività mercatale

Nella Marineria di Trapani, da Maggio 2022, è stato riaperto il Mercato Ittico al minuto, gestito dal Comune di Trapani, la cui struttura è ubicata nei pressi del porto peschereccio. Ma solo alcuni pescherecci confluiscono il prodotto al mercato e il resto delle imbarcazioni della piccola pesca commercializza il proprio prodotto a bordo delle imbarcazioni direttamente ai consumatori finali.

Altri, invece, vendono il prodotto direttamente alla ristorazione. Le imbarcazioni a strascico e quelle a circuizione, invece, vendono tutto il prodotto pescato ai grossisti.

Nella marineria di Marsala non esiste un mercato ittico, né al minuto né all'ingrosso, la piccola pesca artigianale commercializza una parte minima del prodotto direttamente ai consumatori finali in un'area destinata al commercio ambulante nel centro storico della città; il resto della cattura viene commercializzata, sempre direttamente dai pescatori, alle peschiere locali e ai ristoratori senza alcuna intermediazione.

Il prodotto della pesca industriale del tonno e del pesce spada, a Marsala, è quasi totalmente venduto ai grossisti del settore e solo in piccola parte alle pescherie e ai ristoranti del luogo.

Anche nel comprensorio delle Egadi, costituito dalle marinerie di Favignana, Marettimo e Levanzo, non esistono strutture mercatali; quasi tutto il pescato della flotta è commercializzato, sia a bordo delle imbarcazioni sia in banchetti in acciaio, idonei dal punto di vista sanitario, presso il punto di sbarco di Favignana. La restante parte di pescato, soprattutto durante il periodo estivo, che vede una forte crescita della richiesta di prodotti ittici per il flusso turistico, è venduta alle pescherie e ai ristoratori locali.

Neanche a San Vito Lo Capo esistono strutture mercatali per la commercializzazione dei prodotti ittici. Nella marineria di San Vito Lo Capo quasi tutta la produzione è conferita a un unico grossista o venduta alla ristorazione e alle pescherie locali. Anche a San Vito, in estate, cresce la domanda di prodotti ittici che la produzione locale riesce a soddisfare.

2.3 ATTIVITÀ DI PESCA DELLA FLOTTA SICILIANA NELL'AREA DEL OWF E NELLE ZONE CONNESSE

L'area della OWF MedWIND è un'area utilizzata dalla pesca a strascico, dalla pesca con i palangari per il grandi pelagici e dai palangari di profondità.

Per verificare la presenza della flotta peschereccia siciliana nell'area sono stati utilizzati tre metodi:

- tracciati AIS (*Automatic Identification System*) delle imbarcazioni da pesca presenti nell'area negli anni 2019 e 2020;
- dati provenienti dai logbook dei pescatori utilizzati per la raccolta dati riferiti al 2021;
- dati proveniente dalla banca dati del progetto SIA (sorgenti inquinanti affondate) provenienti dai tracciati GPS dei pescherecci di Mazara del Vallo.

Per verificare la rilevanza alieutica e commerciale dell'area sono utilizzati i dati provenienti da:

- raccolta dati del MIPAAF anno 2021 utilizzati sia per la valutazione economica della produttività delle marinerie afferenti all'area sia per la valutazione economica delle catture nelle celle della GSA16 e GSA 10 attraverso i logbook dei pescherecci;

- dati provenienti dalle attività di ricerca condotta nell'ambito dei progetti sulla valutazione delle risorse del MIPAAF.

La figura indica il perimetro dell'area nel primo scenario della OWF MedWIND e quello della GSA 16, si evince come una buona parte dell'area della OWF ricade anche nella GSA 10. Nella figura sono sovrapposti i tracciati AIS che mostrano una intensa attività di pesca nell'area.

I dati AIS (tracciati arancioni nel riquadro nella mappa) indicano anche che negli anni 2019 e 2020 186 differenti pescherecci hanno operato nell'area con un'attività media annua di 20 ore per ogni cella di rilevazione di $\frac{1}{2}$ miglio nautico quadrato circa.

Scenario 1 OWF MedWIND



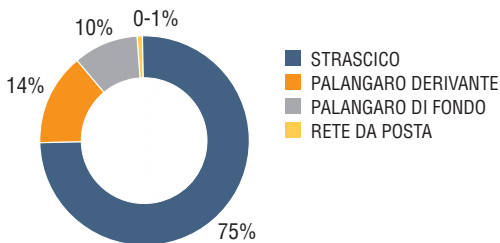
2.3.1 Analisi dei dati proventi dalla raccolta dati 2021

I dati provenienti dai logbook utilizzati per la raccolta dati indicano una attività rilevante nell'area e si riferiscono a sottocelle della GSA 16 e della GSA 10 ovvero le sottocelle della griglia statistica FAO M16D4, M16D 5, M15 D4 e M15D5. Va considerato anche che questi dati di cattura e sforzo rilevati attraverso i logbook compilati obbligatoriamente dai pescatori, si riferiscono a tutta la flotta operante al di sopra dei 12 m LFT. Mentre per la flotta di lunghezza inferiore il calcolo della produttività è fatto attraverso un sistema campionario ed è riferito a una macro area, nel caso specifico Sicilia meridionale e meno riconducibile, se non in forma percentuale, alle marinerie che sono oggetto del nostro studio

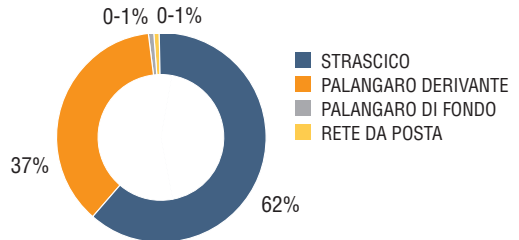
I dati indicano che nelle aree M16D4, M16D 5, M15 D4 e M15D5 hanno operato nel 2021 272 imbarcazioni e va considerato che alcune operano nell'area dei grid fuori dalla OWF confermando i dati numerici dell' AIS sul numero di imbarcazioni strettamente operanti nell'area. Si evince che il 75% delle imbarcazioni che operano nell'area è rappresentata da imbarcazioni a strascico cui seguono i palangari per grandi pelagici con il 14% quindi con il 10% delle presenze nell'area vi sono i palangari di profondità. È registrata anche una imbarcazione con reti da posta probabilmente per la pesca delle aragoste con tramagli da profondità.

Il 62% della produzione economica dell'area è a strascico, 37 % palangari per grandi pelagici mentre i palangari di fondo e le reti da posta rappresentano meno dell'1% della cattura dell'area.

Tipi di pesca effettuati nei grid dove ricade l'OWF



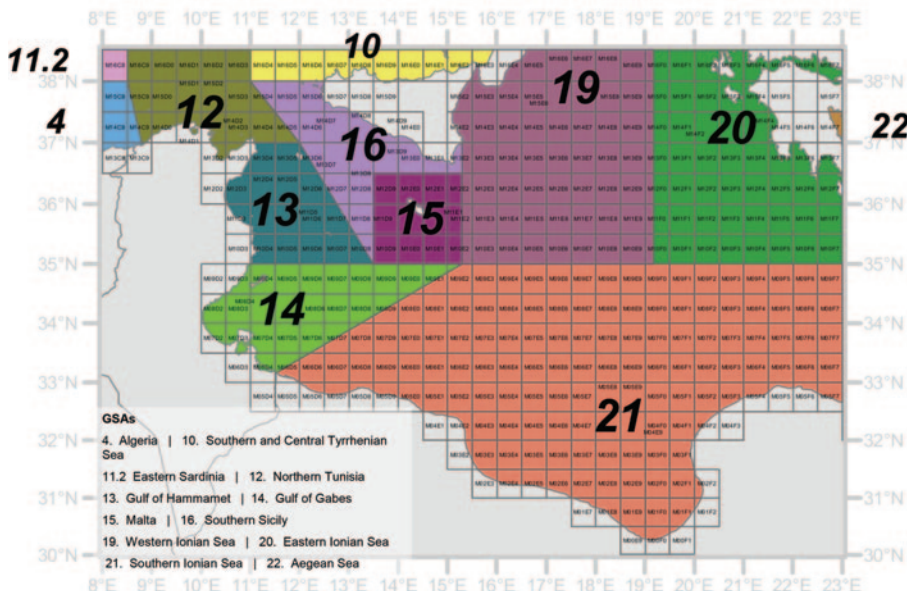
Percentuale di redditività delle aree praticate



Per quanto riguarda la produzione economica riferita al 2021 è 391 tonnellate pari a di 5,989 M€ nelle 4 celle del grid che sono però più ampie dell'area occupata dalla OWF, anche se non tutta la loro superficie è strascicabile.

Questo dato deve però essere riferito all'intera produzione commerciale della flotta sopra i 12 m LFT delle marinerie che insistono nell'area che, nel caso della macroarea area allargata a Sciacca, Pantelleria e Porto Empedocle è di 5410 tonnellate mentre nell'area ristretta di Mazara del Vallo, Marsala, Trapani, Egadi e San Vito Lo Capo è di 1169 tonnellate che corrispondono economicamente a un valore di equivalente a 30,382M€ per l'area allargata e a 11,997M€ nel caso dell'area ristretta. L'area delle 4 celle del grid FAO, dove insiste l'OWF MedWIND, rappresenta quindi economicamente il 19,7% della produzione dell'area allargata e il 49,9% dell'area ristretta alle marinerie con impatto diretto. Va ricordato che i dati di produzione si riferiscono alle imbarcazioni superiori ai 12 m che sono le sole ad avere i requisiti per operare nell'area dell' OWF e sono calcolati sulla base del valore commerciale delle diverse specie catturate.

		VALORI			
STATISTICAL GRID	GEAR	NR° BATELLI	KG	RICAVO	GIORNI
M15D4	LLD	10	13903,5	134633,1976	113
	LLS	4	1029,36	6976,7862	11
	OTB	46	77485,85612	1748313,081	913
M15D4 Totale		60	92418,71612	1889923,065	1037
M15D5	GNS	1	980	2658,2	2
	LLD	15	7532,47	78555,26605	74
	LLS	13	8637,70782	51984,04277	77
	OTB	67	116791,9741	1622323,413	1135
	PS	1	460	5639,6	5
M15D5 Totale		97	134402,1519	1761160,522	1293
M16D4	LLD	3	3061,3	33094,50071	26
	LLS	3	364,2758222	2671,060933	9
	OTB	45	74500,08489	1114507,069	798
M16D4 Totale		51	77925,66071	1150272,63	833
M16D5	GNS	1	3215	8944,45	16
	LLD	12	9856,92	86131,6646	77
	LLS	9	5714,556595	31585,03715	54
	OTB	41	67154,17202	1060656,713	759
	PS	1	270	1098,2	3
M16D5 Totale		64	86210,64862	1188416,065	909
Totale complessivo		272	390957,1774	5989772,282	4072



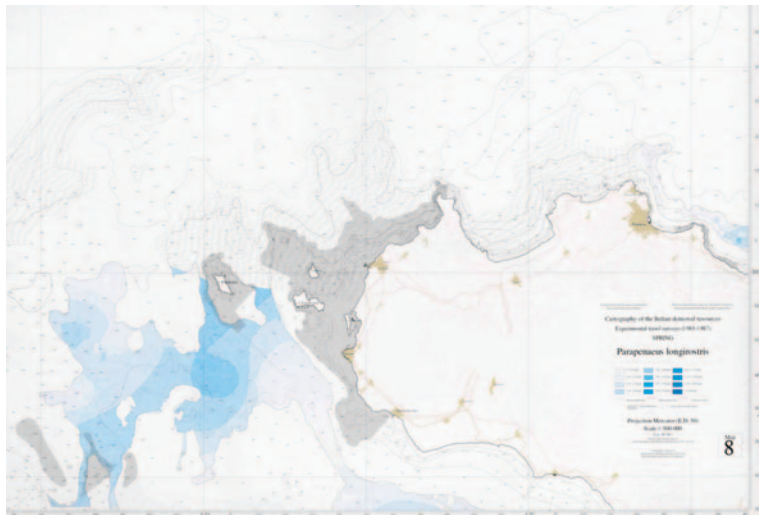
Fonte: FAO. GFCM- GSAs-Grid map (4/8)

2.3.2 Dati provenienti dagli studi di valutazione delle risorse demersali

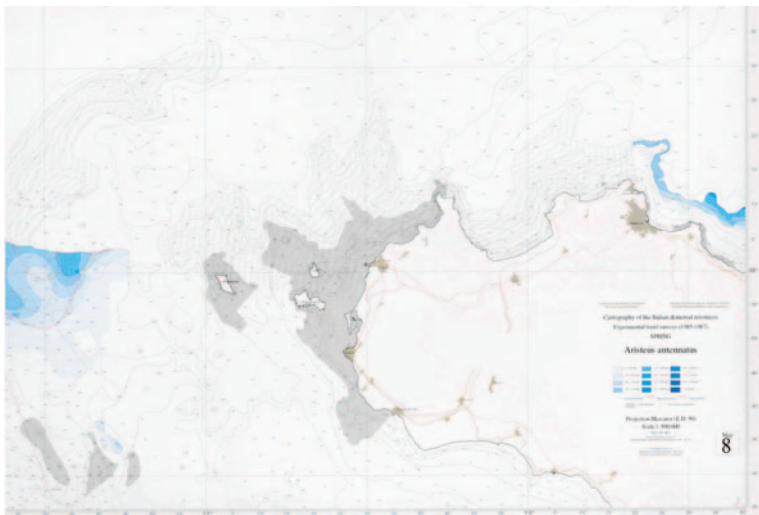
Dal 1983 sono condotti in Italia studi per la valutazione delle risorse demersali, con particolare riferimento agli indici di abbondanza relativa, attraverso campagne di pesca sperimentale (*trawl survey*) condotte con imbarcazioni di pesca professionali con attrezzi standardizzati e su cale elette randomialmente in celle statistiche e ripetitive negli anni. L'attività di valutazione ha subito alcune modifiche nei metodi di studio durante gli anni ma permane l'unico strumento scientifico in grado di effettuare valutazioni spazio temporali delle risorse pescate. L'area della OWF, per quanto ricade nella OWF 16 e all'interno della batimetria dei 500 metri, è stata studiata dal CNR di Mazara del Vallo mentre quella ricadente nella GSA 10, relativamente alla parte della OWF e delle zone limitrofe non è stata indagata in quanto le campagne si fermavano, in quegli anni, al golfo di Palermo.

Utilizzando le mappe di distribuzione del volume Atlante delle risorse ittiche Demersali italiane del Ministero delle Politiche Agricole (*Ardizzone G. e Corsi F., ed. 1997*) scaturite dalle campagne di ricerca, si evince come già nel 1997 le tre specie di crostacei: *Parapenaeus longirostris* (gambero rosa del Mediterraneo), *Aristeus antennatus* (gambero rosso),

Parapenaeus longirostris

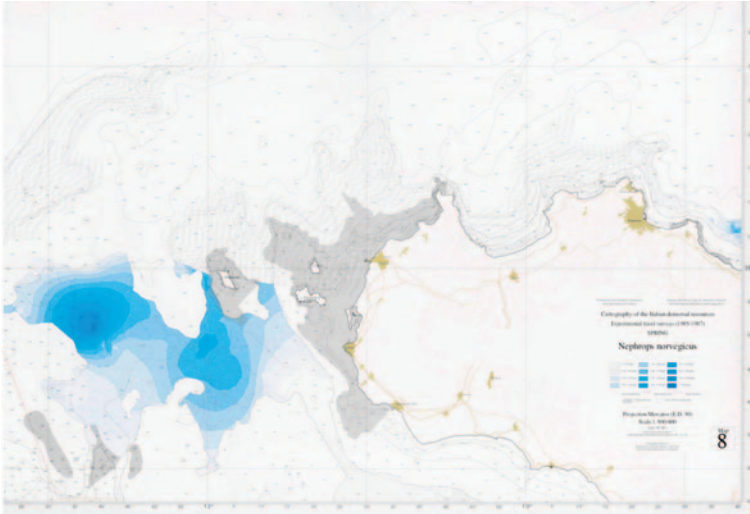


Aristeus antennatus

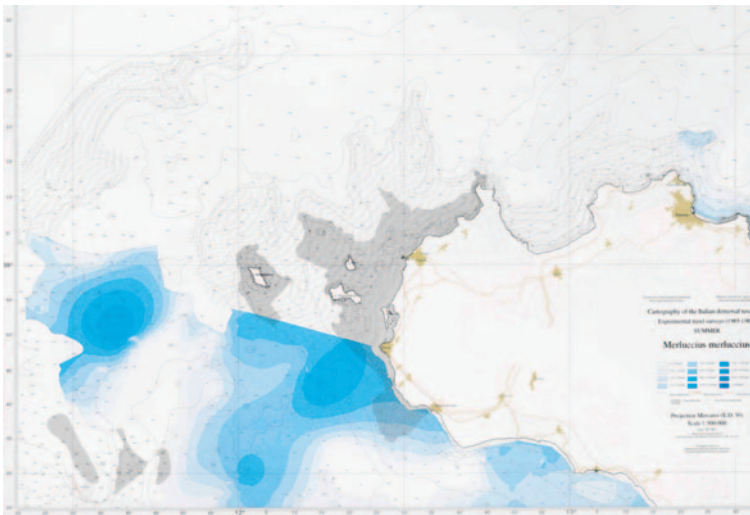


dello scampo (*Nephrops norvegicus*) e il nasello (*Merluccius merluccius*), che rappresentano le specie bersaglio della pesca a strascico nell'area, sono tutte e 4 presenti, e talvolta anche con elevata biomassa, nell'area identificata dalla OWF MedWIND.

Nephrops norvegicus



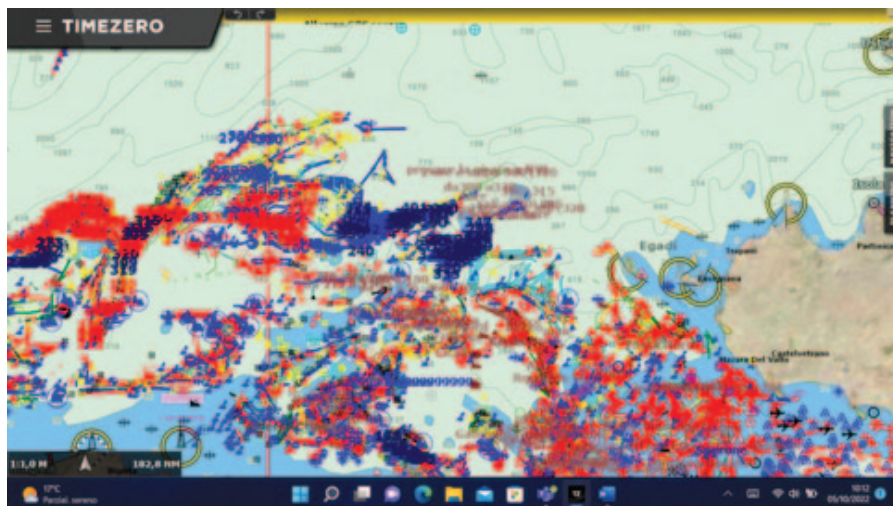
Merluccius merluccius

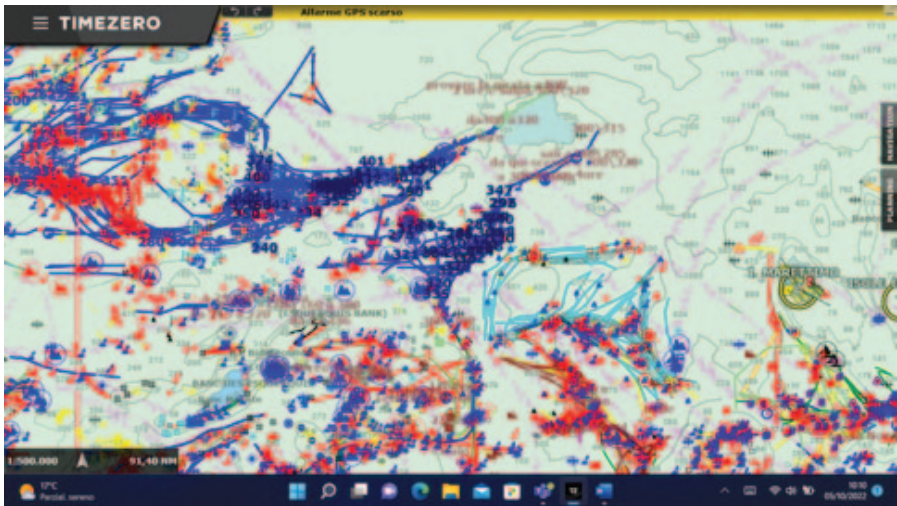


2.3.3 Dati provenienti dai GPS dei pescherecci a strascico di Mazara del Vallo

Nel 2000 sono stati acquisiti i data base dei GPS dei pescherecci a strascico di Mazara del Vallo che indicano i relitti, le altre attrezzature (ostacoli alla pesca) e i tracciati delle cale nelle aree di pesca della flotta. La loro restituzione cartografica, in figura, realizzata per l'area localizzata dalla OWF MedWIND, con il software di navigazione TIMEZERO, mostra i relitti in modo puntiforme e le cale di pesca attraverso tracciati.

La mappa evidenzia che l'area della OWF è frequentata dai pescatori di Mazara del Vallo, che all'interno vi sono aree non strascicate e che le traiettorie delle cale non sono rettilinee ma seguono il fondale.





EFFETTI ECOSISTEMICI DELLE OWF

Nell'ambito della valutazione dell'impatto indiretto sulla pesca causato dalla realizzazione delle OWF va valutato l'effetto ecologico ed ecosistemico delle piattaforme in tutte le tre fasi della loro vita ovvero quelle di costruzione, di funzionamento e di decommissione. Deve anche essere tenuto conto che ogni alterazione ambientale può avere conseguenze anche sul comportamento, il trofismo, il reclutamento e l'abbondanza delle specie ittiche in aree molto più vaste di quella riconducibile al perimetro della OWF. Tutte le alterazioni indotte dalla pressione antropica, incluse quelle della pesca, devono oggi avere una visione ecosistemica così come raccomandato dalla *Reikiavik declaration (FAO 2001)* e sottolineato, per le OWF da (*Boehlert e Gill 2010; Willsteed et al., 2017*). Le cause del depauperamento delle risorse ittiche sono infatti frutto di molte pressioni, indipendenti dalla pesca, che è stata la categoria che ha pagato le conseguenze essendo chiamata frequentemente a ridurre le aree di cattura, il tonnellaggio complessivo e il capitale umano (*Andaloro F., 2020*). La letteratura che prende in considerazione gli effetti delle OWF sugli ecosistemi e la pesca è molto vasta sebbene siano ancora pochi i lavori scientifici che riguardano il Mediterraneo. Il rapido sviluppo degli impianti ha consentito di disporre di un grande numero di informazioni contestualizzate a molte aree del pianeta, con caratteristiche ambientali molto diverse tra loro e con OWF differenti per le tecnologie impiegate e per le profondità d'impianto, ciò nonostante, la maggior parte degli effetti sull'ambiente marino, la diversità biologica, le risorse ittiche, la loro abbondanza e la pesca professionale sono replicati in quasi tutte le aree studiate.

Soprattutto nei Paesi dell'Unione Europea la valutazione d'impatto ambientale delle piattaforme eoliche offshore (OWF) dovrebbe essere sviluppata tenendo conto del raggiungimento del GES (buono stato ambientale) in applicazione della MSFD (*European Marine Strategy Framework Directive - 2008/56/EC*) (*Abramic A. et al., 2022*). Lo sviluppo di OWF dovrebbe anche rientrare nei processi in corso per la pianificazione dello spazio marittimo europeo (MSP) Direttiva 2014/89/UE¹

¹ UNESCO definisce MSP come "un processo pubblico di analisi e allocazione spaziale e distribuzione temporale delle attività umane per raggiungere obiettivi ecologici, economici e sociali identificati attraverso un processo politico". La MSP deve essere ecosistemica, territoriale, integrata, adattiva, strategica e partecipativa.

(Abramic et al., 2021; Quero García et al., 2021; Pınarbaşı et al., 2019; Spijkerboer et al., 2020), che avrebbe dovuto essere attuata entro il 2021 dagli stati membri².

Non è nemmeno ancora del tutto chiaro quali sono gli effetti che la costruzione, l'esercizio e smantellamento dei parchi eolici offshore (OWF) e delle relative infrastrutture potrebbero avere sugli ecosistemi marini e il loro funzionamento (Papathanasopoulou et al., 2015; Raoux et al., 2017; Lindeboom et al., 2011). Le strutture per la produzione di energia da fonti rinnovabili sono spesso percepite solo come tecnologie di energia pulita, benigne e "verdi" (incluso le OWF) e hanno costi ecologici spesso trascurati (Uihlein e Magagna, 2016; Wright et al., 2020). Così, il crescente sviluppo su larga scala di progetti solleva preoccupazioni ambientali circa il loro effetto cumulativo e che si somma alle altre attività antropiche sul mare (Gill, 2005; Inger et al., 2009; Masden et al., 2010a; Garel et al., 2014).

Gli effetti sugli ecosistemi delle OWF possono essere quindi ampi e complessi e sono stati trattati da una vasta letteratura che prende in considerazione da un lato l'area dove sono realizzate, ovvero le condizioni climatiche, l'habitat preesistente, le biocenosi, la geomorfologia, la batimetria, il trofismo e l'oceanografia e dall'altro il tipo di impianto OWF e le tecnologie e i materiali adoperati, i cablaggi, e le strutture di servizio, il numero di turbine utilizzate e la vastità dell'area.

La letteratura evidenzia che i possibili effetti e le alterazioni che possono essere indotti dalle OWF sono numerosi, nel nostro studio ci riferiamo prevalentemente a quelli che possono avere effetti diretti e indiretti sulla produzione ittica e la pesca e che sono, di seguito, raggruppati per tipologia:

3.1.1 Habitat pelagico

Solo pochi studi hanno sinora analizzato gli effetti dei parchi e delle strutture eoliche sull'ecosistema pelagico, e meno ancora hanno effettuato misurazioni sul campo (Floeter et al., 2017). La modellazione combinata e le osservazioni in situ hanno rivelato che vi sono effetti sulla stratificazione della colonna d'acqua a causa della miscelazione verticale, generando un effetto di risalita che farebbe aumentare i nutrienti e la produzione primaria negli strati superficiali, influenzando la densità e la distribuzione dello zooplankton e dei pesci (Floeter et al., 2017) con un aumento di pesci pelagici entro 100 m. sott'acqua (Janßen et al., 2015).

² L'Italia ha recepito la Direttiva con Decreto Legislativo 201/2016

Le misure in situ di salinità e torbidità, combinate con il telerilevamento (*Li et al., 2014; Vanhellemont e Ruddick, 2014*) e la modellizzazione (*Cazenave et al., 2016; Lass et al., 2008; Rennau et al., 2012*) hanno dimostrato che ogni turbina può generare un effetto upwelling fino a 1 km dalla sorgente. L'aumento della produzione primaria in quest'area sembra aumentare in biomassa di fitoplancton, quindi i livelli trofici favoriscono la concentrazione di pesci pelagici (*Schröder et al., 2013; Krägefsky, 2014*). L'uso integrato di diversi sistemi di osservazione hanno confermato la rilevanza di questo fenomeno anche nei mari italiani su piattaforme estrattive (*Andaloro et al., 2013*).

3.1.2 Habitat bentonico

I basamenti o gli ancoraggi delle strutture eoliche offshore agiscono come un nuovo tipo di habitat, presentando una maggiore biodiversità di organismi bentonici, che a sua volta può portare a un maggiore uso dell'area da parte di specie pelagiche come pesci, mammiferi marini e persino alcune specie di uccelli marini (*Lindeboom et al., 2011*). Le costruzioni sommerse della turbina possono essere colonizzate da diversi specie marine, costituendo una fonte aggiuntiva di cibo per i livelli trofici superiori (*Bergström et al., 2013*) che, come visto per piattaforme estrattive, aumentano la complessità dell'habitat (*Consoli et al., 2018; Castriota et al., 2012*).

Generalmente conosciuta come “effetto barriera corallina”, la crescita di biodiversità è stata considerata uno dei più importanti effetti sull'ambiente marino generati dalla costruzione di OWF (*Petersen e Malm, 2006; Langhamer, 2012; De Mesel et al., 2015*). L'effetto reef inizia con la colonizzazione e l'aggregazione di specie vicine alle fondamenta o agli ancoraggi (*Maar et al., 2009; Wilhelmsson et al., 2006*) e prosegue con l'aumento della biomassa delle specie più vicine a queste strutture (*Bergström et al., 2013; Maar et al., 2009; Wilhelmsson et al., 2006; Wilhelmsson e Malm, 2008; Reubens et al., 2013a; Rubens et al., 2011; Anderson e Öhman, 2010*). Gli effetti sono diversi per i fondali con substrati mobili (*Petersen e Malm, 2006; Langhamer, 2012; De Mesel et al., 2015*) e per quelli con substrati duri, soprattutto in fase di costruzione (*Bailey et al., 2014; Kikuchi, 2010*).

Deve essere preso anche in considerazione che l'aumento del numero di specie e della biomassa delle aree superficiali delle OWF arricchisce i sedimenti attraverso la bio-deposizione dagli strati superiori (*Love et al., 1999*) modificandone la vita bentonica e rimettendo l'energia in circolazione attraverso la connettività trofica (*Topolski e Szedlmayer 2004*).

3.1.3 Ecosistemi, comprese le reti alimentari

Si sono osservati riflessi ecosistemici come modificazioni dell'habitat pelagico e bentonico, che possono alterare la distribuzione delle specie sia per effetto di repulsione sia di attrazione (FAD e barriera corallina) (*Raoux et al., 2017*). Gli studi hanno dimostrato che diversi processi e proprietà dell'ecosistema sono sensibili ai cambiamenti generati dalle installazioni OWF (*Burkhard et al., 2011*) e quindi portano ad una alterazione delle reti alimentari. Gli impianti offshore possono anche avere impatti su specifici aspetti della rete alimentare, come la mortalità diretta, soprattutto sull'avifauna (*Johnston et al., 2014; Erickson et al., 2001*) e possono portare potenziali modifiche demografiche o cambiamenti nell'areale di distribuzione delle specie (*Dierschke et al., 2016*) e avere effetti su habitat pelagici e bentonici (*Floeter et al., 2017; Schröder et al., 2013; Krägefsky, 2014*).

3.1.4 Specie non indigene (aliene)

Gli habitat modificati dalle strutture delle turbine eoliche, sono, per certi versi, simili alle barriere artificiali e alle piattaforme estrattive e possono favorire l'introduzione di specie non autoctone (NIS) sia provenienti da vie di introduzione naturali sia da vie di introduzione antropiche (*Sheehy e Vik, 2010; Bulleri e Airolidi, 2005; Glasby et al., 2007*). L'introduzione di nuovi substrati duri artificiali, rappresentati dai piloni, dagli ancoraggi e dalle piattaforme galleggianti delle OWF, costituisce per le NIS (Specie Non Indigene) dei corridoi per propagarsi ed espandersi oltre la loro normale distribuzione collegando aree precedentemente non collegate (*Langhamer, 2012; De Mesel et al., 2015; Kerckhof et al., 2011*).

3.1.5 Connettività

Le strutture profonde e superficiali di un impianto offshore aumentano la connettività non solo delle specie aliene ma anche di altre specie. Inoltre le strutture possono fermare lo spread di larve planctoniche rappresentando aree di insediamento o un trampolino per raggiungere altre aree (effetto stepping stone) come evidenziato per le piattaforme estrattive da (*Mclean D. et al., 2022*). Questo effetto più studiato per le piattaforme estrattive è applicabile alle OWF dove molte strutture sono raggruppate in spazi limitati.

La maggior parte delle specie marine ha uno stadio larvale la cui dispersione larvale è in gran parte guidata dalla circolazione oceanica, dalle

caratteristiche della massa d'acqua, e da variabili biogeochimiche e dalle capacità sensoriali e comportamentali larvali di dirigere il loro movimento (*Swearer et al., 2019, Leis 2021*). La dispersione larvale può essere influenzata dalla presenza di infrastrutture offshore dove le larve possono essere intercettate o prodotte. La scala spaziale e la forza di dispersione e potenziale connettività influenzata dalle strutture variano tra le specie a seconda delle loro caratteristiche biologiche, del tempo di metamorfosi e di insediamento e la loro interazione con i processi di dispersione fisica (*Pondella et al., 2015*). Le larve, nei loro movimenti possono anche rispondere a segnali olfattivi, luminosi e acustici per deviare verso habitat adatti all'insediamento.

Quando le strutture offshore sono state colonizzate e occupate da organismi marini, le larve possono essere attratte dai suoni emessi da questi (*Jefferies et al., 2005, Radford et al., 2007, Vermeij et al., 2007*).

Altre larve possono essere indotte a insediarsi da segnali chimici di superficie (*Coon et al., 1990*). L'attrazione o l'induzione all'insediamento possono essere alterati da stimoli antropici (luci, suoni, vibrazioni) provenienti dalle strutture.

Quando le piattaforme sono presenti in acque offshore lontane dalle caratteristiche naturali della costa la loro influenza sulla dispersione e l'insediamento delle larve può essere relativamente più alta, rispetto alle strutture in ambienti più naturalmente connessi.

Le infrastrutture possono quindi influenzare in vari modi l'attrazione e l'insediamento delle larve e, di conseguenza, la connettività geografica e della popolazione.

La progettazione e il posizionamento delle infrastrutture offshore possono facilitare i movimenti verticali e orizzontali delle specie mobili (*Topolski e Szedlmayer, 2004*). Ad esempio, le piattaforme formano costellazioni di "habitat duri", spesso in paesaggi marini dominati da sedimenti mobili.

Le condutture e i cablaggi possono facilitare gli spostamenti fornendo un habitat continuo, su grandi distanze (*Broadbent et al., 2020*). Ciò suggerisce che la presenza di strutture possa aumentare la connettività dell'habitat e facilitare l'espansione degli organismi lungo gli intervalli geografici e di profondità (*Gass e Roberts 2006, Sammarco et al.*).

La connettività fisica e di habitat è fornita dalle piattaforme sia in senso verticale che orizzontale.

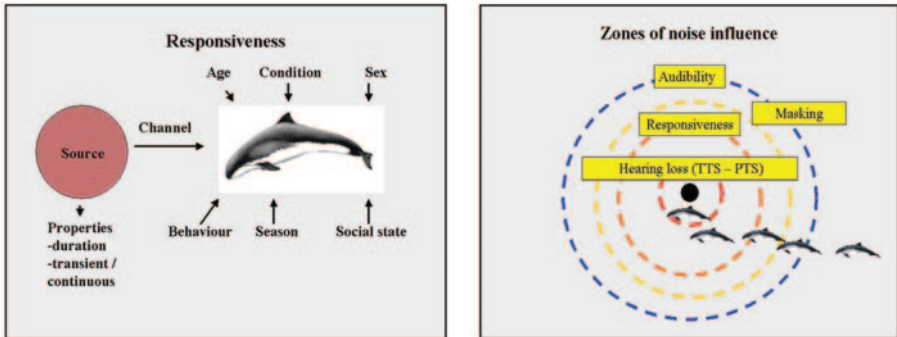
Nelle aree profonde gli organismi eterotrofi possono trarre vantaggio dal nutrimento di materiale organico che si deposita nella colonna d'acqua. Le piattaforme possono fungere da isole o da trampolini di lancio, in particolare nei paesaggi marini privi di altri elementi tridimensionali, facilitando la presenza di pesci e invertebrati che altrimenti non sarebbero presenti in queste aree (*Consoli et al., 2013*)

Le strutture offshore, così come le piattaforme estrattive, consentono un effetto stepping stone, ovvero diventano trampolini di lancio attraverso i quali si sposta la biodiversità attraverso due aree che senza strutture dure intermedie ospitanti non potrebbero raggiungere.

3.1.6 Mammiferi marini

Gli effetti delle OWF sui mammiferi marini possono essere ricondotti all'influenza sulle loro rotte migratorie, all'effetto del rumore sulle specie stanziali e alla possibilità di collisione e sono variabili in relazione all'ambiente, alle specie e alla fase di vita della OWF.

Richardson et al. (1995) definiscono quattro zone di influenza del rumore, a seconda della distanza tra sorgente e ricevitore. La zona di udibilità è definita come l'area all'interno della quale l'animale è in grado di rilevare il suono. La zona di reattività è la regione in cui l'animale reagisce comportamentalmente o fisiologicamente. Questa zona è solitamente più piccola della zona di udibilità. La zona di mascheramento è molto variabile, di solito da qualche parte tra l'udibilità e la reattività e definisce la regione all'interno della quale il rumore è abbastanza forte da interferire col rilevamento di altri suoni, come segnali di comunicazione o clic di ecolocalizzazione.



Fonte: Thomsen et al., 2006.

La zona di perdita dell'udito è l'area vicino alla sorgente di rumore in cui il livello sonoro ricevuto è sufficientemente alto causare danni ai tessuti con conseguente spostamento della soglia temporanea (TTS) o soglia permanente turno (PTS) o danni ancora più gravi.

Esiste una ampia letteratura sulle interferenze tra le OWF e i mammiferi marini (*Tougaard et al., 2009; Dähne, M. et al.2014; Kastelein, R. A W et al., 2018*) anche se la maggior parte degli studi sono stati condotti sui pinnipedi. Gli effetti sui mammiferi marini non mettono ancora inevidenza ricadute sulle specie ittiche e la pesca che spesso è vista, in Mediterraneo, come un loro competitore sia sulle risorse sia per il danneggiamento degli attrezzi da pesca.

I possibili effetti, ancora non ancora ben studiati, delle OWF in Mediterraneo, sui mammiferi marini che possono riguardare la pesca, sono legati a possibili modifiche indotte al loro comportamento che possono avere effetti sulle catene alimentari e sulla competizione con i pescatori soprat-

I CETACEI NEL MEDITERRANEO



#GenerazioneMare



NEL MEDITERRANEO LE SPECIE PIÙ SEGNA 8:

1. **Capodoglio** – Sperm Whale (*Physeter macrocephalus*)
2. **Delfino comune** – Common Dolphin (*Delphinus delphis*)
3. **Tursiopo** – Common Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*)
4. **Stenella striata** – Striped Dolphin (*Stenella coeruleoalba*)
5. **Balenottera comune** – Fin Whale (*Balaenoptera physalus*)
6. **Zifio** – Cuvier's Beaked W hale (*Ziphius cavirostris*)
7. **Grampo** – Risso's Dolphin (*Grampus griseus*)
8. **Globicefalo** – Long Finned Pilot Whale (*Globicephala melas*)

IUCN*

VO
LC
LC
LC
EN
LC
LC
DD

IUCN POP. MED.

EN
EN
VU
VU
VU
DD
DD
DD

SANTUARIO PELAGOS

(la più grande area protetta del Mediterraneo) (87.500 km2)

AREE EBSAs PER MAMMIFERI MARINI

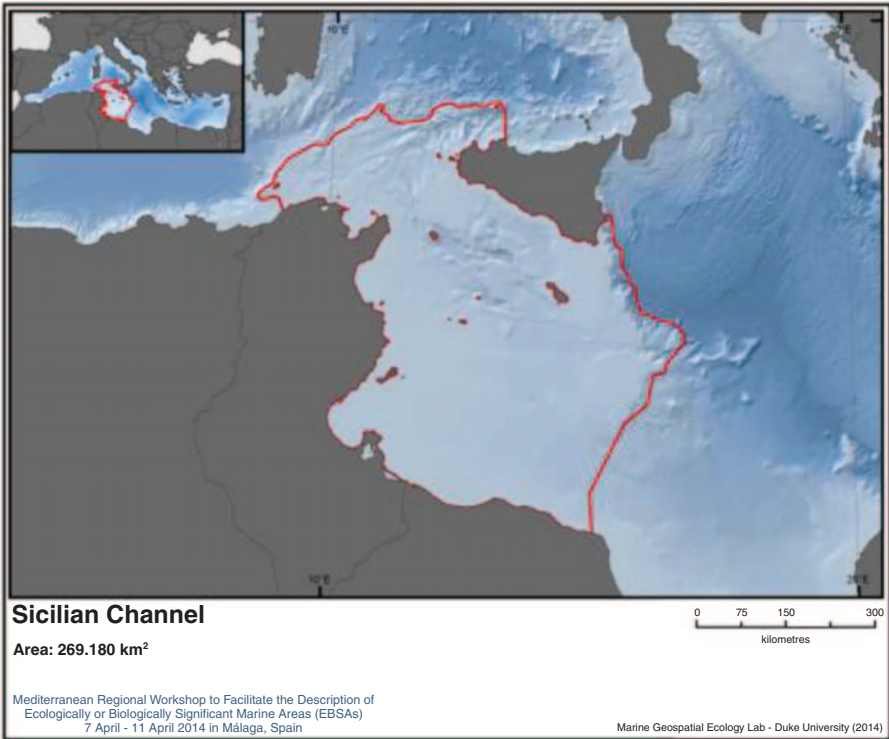
(Ecologically or Biologically Significant Marine Areas)

AREE HOTSPOT E AREE CANDIDATE IMMA

Imma = aree importanti per la conservazione dei mammiferi marini

* Lista Rossa sullo stato di conservazione delle specie IUCN (Unione Mondiale per la Conservazione della Natura): VU = vulnerabile; EN = minacciata; LC = minimo rischio; DD = Dati insufficienti.

tutto se queste specie dovessero abbandonare, a causa del rumore prodotto, l'area della OWF concentrandosi su altre aree di pesca. L'area dello Stretto di Sicilia prevista per la OWF MedWIND è comunque indicata in diversi studi come una delle aree mediterranee di maggiore rilevanza per i mammiferi marini come si evince da una mappa del WWF che la identifica nell'area EBSAs³ e come candidata IMMA per la tutela dei mammiferi marini.



³ EBSAs (Ecologically or Biologically Significant Areas della Convenzione sulla Diversità Biologica) Sicilian Channel oggi (12 dicembre 2022).
N.B.: Il Canale di Sicilia è oggi chiamato Stretto di Sicilia.

3.1.7 Eutrofizzazione

Gli studi esaminati hanno dimostrato che la fondazione e le strutture degli impianti monopodio delle OWF possono generare una scia turbolenta che induce la concentrazione di nutrienti (*Bergström, 2008; Nerge and Lenhart, 2010; Ludewig, 2014*). Tuttavia per entrambi, ci sono prove, che possa verificarsi sia un aumento sia una diminuzione della produzione primaria per micro processi di upwelling/downwelling (*Floeter et al., 2017; Cazenave et al., 2016; van der Molen et al., 2014*). Secondo Janssen et al. (2015), lo sviluppo di grandi OWF in aree già di sensibile eutrofizzazione (cioè con scarse condizioni di ossigeno e significativa di stratificazione della salinità) può portare ad anossia, a causa di cambiamenti nel regime delle correnti (mescolando le diluizioni e le velocità delle correnti) e l'accumulo di biomassa, in particolare di organismi del biofouling, come le cozze, ad alto consumo di ossigeno. È stata segnalato un fenomeno di anossia collegato alle OWF in studi effettuati nel Mar Baltico, che hanno dimostrato che l'aumento della biomassa bentonica ha portato anche a tassi più elevati di consumo di ossigeno attraverso la respirazione della biomassa e soprattutto la degradazione della materia organica (*Janßen et al., 2015*).

3.1.8 Integrità del fondale marino

La costruzione di OWF può modificare l'integrità del fondale marino agendo in diversi modi, a seconda della configurazione, della dimensione e del design delle strutture di fissaggio delle turbine eoliche. Pertanto, i metodi di ancoraggio possono determinare l'entità della perdita fisica permanente del fondale marino, ma anche l'aumento della complessità dell'habitat che influenza le comunità aggregate (*Bergström et al., 2013; Langhamer, 2012; Stenberg et al., 2015; van Hal et al., 2017*).

Durante la fase di costruzione delle fondamenta o impianto degli ancoraggi, possono verificarsi seri impatti che possono essere minimizzati con una adeguata scelta del substrato marino dell'area di impianto, per esempio scegliendo sabbia, ghiaia o fango, ecc. (*Bailey et al., 2014; Vanhellemont e Ruddick, 2014; Bergström et al., 2014*).

3.1.9 Condizioni idrografiche

Le piattaforme offshore sono tra le installazioni marine che esercitano le maggiori pressioni ambientali che possono modificare le condizioni idrografiche di un'area sebbene si ritenga che per meglio definire e

quantizzare il fenomeno necessiti acquisire più ampi set di dati e fare ulteriori rilevamenti.

È stato dimostrato che la OWF aumenta la turbolenza e la miscelazione verticale (Floeter et al., 2017; Cazenave et al., 2016; Carpenter et al., 2016). Christensen et al. (2013) ha dimostrato attraverso modelli sperimentali che, sebbene la dissipazione dell'energia dell'onda dovuta all'attrito superficiale e alla dispersione dei vortici da parte di strutture delle OWF è trascurabile, una riduzione di circa il 5% dell'altezza delle onde è stata vista in un'area tre volte più estesa dell'OWF, a causa della riduzione della velocità vento sul lato sottovento delle turbine.

I cambiamenti nelle condizioni idrografiche possono avere significativi e effetti vari sugli ecosistemi marini (Shields et al., 2011). L'elevata torbidità può danneggiare organismi sensibili come il novellame delle specie ittiche (Partridge, G.J. e Michael, R.J., 2010. 2010; Auld e Schubel, 1978; Lowe et al., 2015).

Modificazioni idrodinamiche dell'area potrebbero influenzare direttamente anche il benthos attraverso il trasporto e la dispersione di larve, giovani e adulti, con ripercussioni sulla dinamica della popolazione (Levin 2006).

Le modificazioni idrografiche potrebbero influenzare direttamente anche la produzione primaria e secondaria nell'acqua e il di trasporto di queste fonti energetiche al sistema bentonico (Rosenberg 1995). Le strutture offshore e le attività di costruzione possono portare anche a cambiamenti nell'idrodinamica e nel trasporto dei sedimenti, influenzandone la torbidità, e la dinamica dei sedimenti (Whitehouse et al., 2011; Nielsen et al., 2013) anche in alti fondali.

3.1.10 Trasferimento di contaminanti nel biota

Studi recenti hanno messo in evidenza la potenziale contaminazione da emissione di metalli pesanti e composti organici legati all'attività delle OWF, aspetti questi ancora poco studiati. Prevalentemente si tratta di contaminazione da alluminio, zinco e indio che sono i metalli utilizzati negli anodi anticorrosione (Kirchgeorg et al., 2018; Tornero & Hanke 2016). e dei contaminanti organici provenienti da piccoli sversamenti e dalle attività di manutenzione e traffico di mezzi navali, dai fluidi idraulici utilizzati, dagli oli lubrificanti e dagli antifouling impiegati. Potenziali contaminanti organici che possono generarsi dalle OWF sono biocidi, bisfenoli, idrocarburi, BTEX, PATs, fluidi siliconici, oli minerali, esteri sintetici e elettroliti (Tornero & Hanke 2016; Kirchgeorg et al., 2018). Secondo questi autori anche se le emissioni di metalli e composti organici possono essere inferiori a quelli

di altre attività in mare vengono magnificate dal crescente numero di piattaforme eoliche. Studi condotti recentemente non hanno evidenziato, in alcune aree dove sono presenti OWF, la presenza di maggiori concentrazioni di zinco nell'ambiente, ma questo tipo di contaminazione è un processo lento e si evidenzia nel tempo infatti i valori di zinco hanno mostrato di aumentare nel corso degli ultimi decenni nelle aree delle OWF belghe (*Lagrिंग et al., 2018*): i dati si riferiscono alla concentrazione nei sedimenti ma andrebbero soprattutto considerati il loro bioaccumulo negli organismi (*De Maerschalck et al., 2005*), e soprattutto la biomagnificazione in quelli dei livelli trofici superiori come i pesci. I contaminanti prodotti nella fase di costruzione e contenuti nei sedimenti possono essere reintrodotti nella colonna d'acqua (*Zaborska et al., 2017*) e durante la fase di costruzione e le attività di manutenzione, è stato osservato anche un aumento del rischio di oil spill (perdite oli e di idrocarburi) derivante dalla collisione delle navi di supporto con i parchi eolici (*Gee, 2010*).

Nonostante non siano stati trovati rapporti tecnici o pubblicazioni scientifiche riguardanti le esatte concentrazioni di contaminanti di origine OWF nei pesci e nei frutti di mare, è necessario determinare ex ante i livelli dei contaminanti nelle specie marine delle aree destinate a OWF per avere la base conoscitiva per successivi studi da condurre sulle OWF in funzione (*Abramic A. et al., 2022*).

3.1.11 Produzione di Rifiuti marini

Per quanto riguarda il ciclo di vita dell'OWF, allo stato attuale, solo i processi di decommissioning sono stati identificati come possibili fonti dirette di rifiuti marini, anche se ciò dipenderà dal tipo di fondazione e ancoraggio e dall'adozione di adeguate misure preventive (*Topham e McMillan, 2017*).

3.1.12 Effetti della produzione di rumore e onde elettromagnetiche

il rumore trasmesso sott'acqua può avere un effetto in relazione alla fase di vita dell'impianto: il potenziale impatto a breve termine delle fasi di costruzione e decommissioning e quello fisiologico, a lungo termine, durante il funzionamento (*Kikuchi, 2010*).

I disturbi, delle fasi di costruzione sono paragonabili a quelli portuali (*Teilmann e Carstensen, 2012*), anche se questo differisce tra le specie (*Popper e Hastings, 2009*), e possono essere previsti impatti più forti in aree incontaminate, dove vivono specie non assuefatte ai rumori (*Scheidat et*

al., 2011). Vanno però valutati gli effetti cumulativi del rumore (Hooper et al., 2003; Slabbekoorn et al., 2010; Slabbekoorn, 2012; Slabbekoorn, 2016). Gli impatti del rumore nelle fasi di costruzione sono stati valutati prevalentemente per le OWF su monopodio (Nedwell et al., 2003; Nedwell e Howell, 2004; Bolle et al., 2016; Bolle et al., 2012) e evidenziando, in circostanze estreme, danni ai mammiferi marini (Carstensen et al., 2006; Bailey et al., 2010) e mortalità larvale (Popper e Hastings, 2009; Nedwell et al., 2003). Secondo la letteratura gli impatti nella fase di costruzione di impianti monopodio o a trincea sono elevati ma per quanto riguarda la messa in opera di un OWF galleggiante in alta profondità non si hanno ancora studi e dati disponibili.

Per la fase relativa alle OWF in esercizio va, invece, considerato che i parchi eolici offshore hanno una durata prevista di 20-30 anni e, di conseguenza, costituiscono una fonte di suoni subacquei di lunga durata ma vi sono poche osservazioni pubblicate sull'effetto di questi suoni sul lungo periodo. Le turbine eoliche possono essere ritenute una sorgente sonora continua che spesso esprime sia i componenti a banda larga che quelli tonali con armoniche tutte inferiori a 1.000 Hz. Questi toni possono variare di frequenza in relazione al vento e alla velocità di rotazione (Sigray e Andersson, 2011). Il suono stimato di una singola turbina, misurato a 100 m dalla sorgente, è tra 105 dB re 1 μ Pa e 125 dB re 1 μ Pa (Tougaard et al., 2020) e l'accelerazione è stata segnalata a -54 dB re 1 $m s^{-2}$ (0,0019 $m s^{-2}$) (2–200 Hz) a 20 m per una turbina da 1,5 MW (Sigray e Andersson, 2011). In alcuni studi sono stati creati modelli "semplici" di intere OWF e mostrano che il livello di rumore complessivo generato da un parco eolico si estende per alcuni chilometri prima di essere mascherato dal rumore ambientale. Un parco eolico produce un rumore meno rilevabile di un intenso traffico marittimo (Bergström et al., 2013a), sebbene le componenti tonali possono essere spesso rilevate a decine di chilometri. Il parco eolico ha un livello di rumore variabile (a causa della variazione della velocità del vento) nell'area, il che rende un parco eolico una grande sorgente sonora, diffusa su centinaia di Km², che per gli animali marini la zona sarà difficile da evitare. Inoltre il rumore cresce con la dimensione della turbina (Marmo et al., 2013; Tougaard et al., 2020), e questa relazione è importante poiché le dimensioni delle turbine sono aumentate dieci volte in 30 anni e ci si aspetta crescano ancora di più in futuro. Oltre al rumore delle turbine eoliche, le navi di appoggio al parco e i trasformatori aggiungono rumore operativo (cioè le vibrazioni della turbina che vengono anche trasmessi attraverso la fondazione nell'acqua e non si sa che rumori possono trasmettere sott'acqua gli ancoraggi di impianti galleggianti) che possono essere facilmente mitigati.

Per alcuni autori il livello di rumore durante il funzionamento non è proba-

bilmente abbastanza alto da causare lesioni fisiche dirette, tuttavia, altri autori hanno sperimentato in laboratorio, che per alcune specie sottoposte a suoni simili di lunga durata (giorni) possono verificarsi effetti negativi sulla comunicazione, l'alimentazione e il rilevamento dei predatori. Effetti sul loro orientamento e la loro comunicazione è stata anche evidenziata da Hastings e Popper (2005) e Kikuchi et al. (2010). Ma le probabilità che ciò si verifichi nei campi eolici non è ancora stato totalmente provato. Secondo Bergström et al. (2013) e Wahlberg (2005) i pesci possono percepire il rumore delle OWF a diversi chilometri di distanza in relazione al rumore ambientale e la capacità uditiva delle singole specie. Pochi studi che hanno indagato sulle reazioni dei pesci al rumore operativo emesso dagli OWF indicano che le risposte possono variare. Bergström et al. (2013) ha studiato la correlazione tra i livelli di rumore (misurato e modellizzato) di un parco eolico in Svezia e la pesca ed è emerso che all'aumentare del rumore si riducono le catture dell'anguilla ma non del merluzzo. Westerberg H. (1994) ha riscontrato una maggiore catturabilità del merluzzo e del triotto (*Rutilus rutilus*) entro 100 m della turbina eolica anche quando la turbina era ferma (cioè nessun rumore).

Magnhagen et al. (2017) sostiene che i pesci in presenza di rumore sono meno catturabili; inoltre durante l'accoppiamento, dove il suono gioca un ruolo importante nella scelta del partner, il rumore può influenzare la selezione sessuale (de Jong et al., 2018). Nonostante queste evidenze alcuni studi mostrano anche che i pesci potrebbero adattarsi al regime acustico imposto dagli OWF (Harding et al., 2019). Anderson et al. (2011) in studi condotti in acquario ha dimostrato che il rumore aumenta il livello dell'ormone dello stress e può interferire sulla crescita la maturità sessuale e il successo riproduttivo di specie in acque libere e sulla produzione dell'acquacoltura.

Però può verificarsi anche un effetto maschera all'interno di un'area OWF, sebbene i livelli di rumore siano più bassi, il rumore operativo può sovrappassarsi a quello uditivo e vocale di molti pesci e può interrompere o ridurre i segnali di orientamento e la comunicazione acustica nei pesci.

Per Madsen et al. (2006) è invece improbabile che i livelli sonori sott'acqua durante il funzionamento delle OWF raggiungano livelli pericolosamente dannosi per le specie o per mascherare la comunicazione acustica dei mammiferi marini (Tougaard et al., 2009). Nonostante le vibrazioni causate dalle turbine eoliche e trasmesse al fondale marino dovrebbero essere considerate, nella maggior parte dei casi, i rumori operativi sono da considerare di minore importanza nell'ambiente marino (Petersen e Malm, 2006; Wilhelmsson et al., 2006). Il rumore delle turbine può avere un impatto a lungo termine anche sugli organismi marini sessili (Gill, 2005). Anche i cavi sommersi per la trasmissione dell'energia trasmet-

tono onde elettromagnetiche. I campi elettromagnetici, pur limitando l'effetto a pochi metri intorno ai cavi, influenzano la capacità di rilevamento delle prede da parte di elasmobranchi (*Westerberg e Lagenfelt, 2008*) e disturbano i modelli migratori dell'anguilla europea (*Gill et al., 2012*).

Poiché la decommissioning degli OWF è nelle sue fasi iniziali è ancora stato pubblicato poco sui suoni associati e i potenziali impatti del rumore sui taxa marini, in uno studio (*Hinzmann et al., 2017*) sono stati misurati e ritenuti elevati, i livelli sonori in una decommissioning di OWF in Inghilterra di un impianto monopodio soprattutto dovuto al rumore prodotto dalle attività di taglio dei pali.

3.1.13 Impatto del decommissioning

Sebbene vi siano state ancora poche attività di decommissioning ci sono studi che affrontano impatti ambientali più ampi del solo rumore (*Topham e McMillan, 2017*), che possono essere elevati vista la complessità di organismi che possono svilupparsi attorno agli OWF in 25 anni di vita. La fase di rimozione OWF include lo smontaggio di molti componenti come le turbine, le fondazioni, gli ancoraggi, i cavi sottomarini che possono essere interrati, i pali meteorologici e le sottostazioni offshore. Anzi, molto di questa fase richiede una sostanziale rimozione e con l'uso di attrezzature da scavo.

Gli effetti della rimozione aumentano di entità con l'aumento della dimensione e dell'estensione delle turbine e delle OWF (*Mooney, T.A. et al., 2020*)

Due opzioni per alleviare questi disturbi sono quelle di lasciare le strutture in attiva o di effettuare le pratiche "rigs-to-reefs" dell'industria estrattiva (*Smyth et al., 2015*) per evitare il forte impatto del decommissioning e fare permanere l'effetto barriera, questa pratica però non può essere realizzata per gli impianti galleggianti che dovrebbero essere rimossi gradualmente e sotto monitoraggio per non sconvolgere, di colpo, il nuovo ecosistema creatosi alterando bruscamente i nuovi equilibri ecosistemici che si sono instaurati.

3.1.14 Effetti sulla conservazione dell'ambiente

Vi sono anche alcuni autori che ritengono che le OWF possano avere un effetto di conservazione sulla fauna marina in generale, e su alcune specie in particolare (*Hammar L. et al., 2016*). Alcuni programmi di monitoraggio sostengono che i parchi eolici siano compatibili, in base all'area di im-

pianto, con la conservazione di invertebrati, pesci e mammiferi favorendo la connettività e il funzionamento ecologico, e evidenziano il ruolo positivo dei parchi eolici nella conservazione dell'ambiente aumentando la biomassa delle specie associate e implementandone la biodiversità. Per alcuni autori (*Steins, N. A., 2019*) si può creare un percorso, sperimentato in Germania, che consenta la convivenza tra le OWF, la conservazione dell'ambiente e la produzione della pesca attraverso tavoli di condivisione. Secondo *HJammal L. et al. (2016)* alcuni, ma non tutti, i parchi eolici possono essere compatibili con la gestione dello spazio marittimo e giocare un ruolo positivo nella conservazione dell'ambiente marino.

3.1.15 Effetti sulle specie ittiche con particolare attenzione a quelle commerciali

Gli effetti sulle specie ittiche, ed in particolar modo quelle commerciali, rappresentano uno degli aspetti principali per valutare le interazioni tra le OWF e l'attività di pesca.

L'influenza sulla composizione specifica, la biomassa e il comportamento delle specie ittiche nelle aree delle OWF deriva dall'effetto cumulativo di tutti gli altri impatti riportati in questo capitolo e per questo è trattata per ultima.

Gli impianti offshore possono avere sia impatti negativi sia impatti positivi sui pesci e i crostacei (*Langhamer et al., 2018*). I piloni, le loro fondazioni, gli ancoraggi e le piattaforme galleggianti delle OWF possono aumentare la complessità dell'habitat, favorendo alcune specie e comunità ittiche (*Bergström et al., 2013; Langhamer, 2012; Stenberg et al., 2015*). L'esclusione della pesca dall'area delle OWF (*Ashley et al., 2014*) può causare una crescita dimensionale di alcune specie di pesci e un aumento di biomassa di specie sfruttate commercialmente (*Lindeboom et al., 2011; Rubens et al., 2011; Degraer e Brabant, 2009*), con effetti sull'intero ecosistema (*Lindeboom et al., 2011; Shields and Payne, 2014; Stenberg et al., 2011*). *Mavrak et al. (2021)* hanno mostrato che le OWF vengono utilizzate come area di alimentazione, per un lungo periodo, da alcune specie bentopelagiche e bentoniche, suggerendo che le OWF potrebbero potenzialmente aumentare la produzione di queste specie ittiche nella zona. Le strutture delle OWF, fissate sul fondo del mare o le strutture galleggianti, agiscono come dispositivi di aggregazione dei pesci che concentrano le specie ittiche (*Wilhelmsson et al., 2006; Castro et al., 1999; Fayram e de Risi, 2007*). Effetto aggregante che dipende da diversi fattori (*Consoli P. et al., 2013*), pertanto, se si consente l'accesso e la pesca nell'area delle piattaforme eoliche questa va gestita per non au-

mentare i tassi di mortalità delle popolazioni ittiche locali (*Reubens et al., 2013a; Polovina, 1989; Pickering e Whitmarsh, 1997; Grossman et al., 1997; Brickhill et al., 2005; Simon et al., 2011; Reubens et al., 2013b*). Sono numerosi gli studi condotti sulla biodiversità delle specie ittiche nelle aree delle OWF, e alcuni di questi citati sono nella parte di questo studio riguardante gli impatti sugli ambienti bentonici, nectonici e pelagici. Ma essendo i pesci, e le specie commerciali in generale, alla base dell'attività alieutica è necessario approfondire quelli che possono essere gli impatti cumulativi su di loro provenienti dalle OWF, e già accennati in altre parti dello studio.

Nel Mar Baltico, uno studio ha evidenziato l'influenza degli OWF sui pesci, ed in particolare le specie demersali, mostrando un significativo effetto attrattivo delle installazioni (*D. Wilhemsosson et al., 2006*). In particolare è stata osservata una crescita delle popolazioni di gobidi e di specie planctonofaghe e un maggiore reclutamento di specie ittiche, provando che la complessità dell'habitat creato dall'OWF aumenta la diversità ittica, fenomeno questo, legato anche al pattern distributivo di alcune specie di pesci e in relazione alla creazione di un nuovo biota sessile come hanno evidenziato da *Ponti et al. (2002)* sulla piattaforma Paguro in adriatico. Anche attraverso un'indagine condotta con tecniche di visual census (*Andersson O M.H. and Öhman M.C, 2010*) è stata evidenziata, in una OWF svedese, una notevole presenza di gobidi e mitili legata sia alla struttura artificiale e al fouling sia all'implementazione del plancton correlato all'azione eolica delle pale.

In Belgio si sta valutando qual è il livello e la natura del rumore delle OWF che può interagire con la sopravvivenza o il benessere delle larve di specie ittiche fisiocisti utilizzando *Dicentrarchus labrax* come specie campione e studiandone l'impatto biologico correlato a rumori singoli e cumulativi (SELss and SELcum, rispettivamente) prodotti dalle piattaforme (*Debuscere et al., 2016*). È stata scelta la spigola poiché era stato precedentemente evidenziato, in questa specie, un effetto del rumore nella sua crescita larvale e nella formazione scheletrica (*Zouithen et al., 2011*). Argomento questo ancora non ben definito, mentre è ormai provato che il rumore di fondo può interferire con il comportamento alimentare e la comunicazione dei pesci e indurre stress. *Hastings & Popper (2005)*, *Thomsen et al. (2006)*, *Mueller Blenke C. et al. (2010)* hanno evidenziato, in OWF in UK, che il rumore creato dal movimento delle pale genera, sia nelle OWF costiere che in quelle offshore, una risposta comportamentale sulla sogliola e il merluzzo che è stata provata anche replicando i suoni in mesocosmi. Uno studio di *Wahlberg M., Westerberg H. (2005)* ha provato che il merluzzo e il salmone rilevano il suono emesso dalle piattaforme a una distanza variabile tra i 400 metri e i 25 chilometri con un vento di 8-13kn, tale variabilità è legata alla

direzione del vento, al numero di rotori e alla tecnologia utilizzata ma lo studio non ha valutato l'influenza di questo rumore sul benessere ed il comportamento delle specie. Un effetto rilevante sulle comunità di gobidi è stato visto in un BACI (Before-After-Control-Impact) realizzato in una OWF in Danimarca a 7 anni dalla costruzione includendo la fase di realizzazione (Le-onhard S.B. et al., 2011).

Per quanto riguarda le comunità ittiche associate, lo studio su piattaforme monopodio e in acque basse ma offshore (20-30 nm dalla costa) evidenzia che già a due anni dalla realizzazione dell'impianto si apprezzava un ruolo rilevante sulla comunità ittica sia attraverso la colonizzazione da parte di specie di piccola dimensione che costituiscono prede, sia modificando la food-web dell'area, sia come effetto sull'interdizione all'attività di pesca. Sono state censite anche tre nuove specie prima assenti che si sono insediate nell'area della OWF, modificando la diversità biologica dell'area.

Negli Stati Uniti è stato condotto uno studio sulla cattura per unità di sforzo in un'area con OWF dove si riusciva a pescare a strascico tra le strutture (APE) e due aree "bianche" (aree di controllo) di riferimento. Lo studio ha evidenziato un aumento sensibile della CPUE (cattura per unità di sforzo) per la spigola nera e il merluzzo atlantico ma anche una sua riduzione nell'area circostante confermando l'effetto attrattivo di barriera corallina e di FAD delle strutture su queste specie. L'attrazione del merluzzo e di altre specie da parte delle OWF è stata riscontrata anche nei Paesi Bassi (van Hal et al., 2017), in Belgio (Degraer et al., 2012) e Svezia (Bergström et al., 2013) il merluzzo sembra beneficiare energeticamente dell'accesso a habitat complessi che forniscono riparo e una maggiore disponibilità di prede (Schwartzbach et al., 2020).

In Svezia uno studio condotto su OWF in Öresund (Bergström L. et al., 2013) mostra invece impatti minori sulla fauna ittica rispetto ad altri impatti indotti da cambiamenti climatici ed edafici pur registrando un incremento di granchi e una modifica dell'abbondanza di alcune specie soprattutto quelle piscivore come merluzzo e anguilla.

In uno studio condotto su una OWF posta sul banco di sabbia di Horns Reef nel Mare del Nord i monitoraggi fatti con pesca sperimentale con una rete da imbrotto multimaglie, condotti nel 2001, prima dell'istituzione dell'OWF e replicati nel 2002 nel 2009, 7 anni dopo la costituzione, hanno evidenziato per le tre specie più abbondanti (*il merlano, la limada e il cicirello*) che l'abbondanza complessiva di pesce è aumentata leggermente nell'area in cui è stata istituita l'OWF ma è che è diminuita nella zona di controllo a 6 km di distanza (Stendberg C. et al., 2015), evidenziando che l'effetto attrattivo aumenta la biomassa nell'area della OWF ma la sottrae ad aree limitrofe utilizzabili dai pescatori.

In previsione della realizzazione di 3 OWF, pianificate dal governo francese, per la transizione ecologica in Normandia, in un ecosistema sottoposto già a forti impatti antropici è stata effettuata una modellazione della rete trofica applicata all'ecosistema della Baia della Senna (un'area di 50 km² coperta dal parco eolico) (*Raoux et al., 2017*).

Per analizzare i potenziali impatti sull'aggregazione ittica causati dall'introduzione di ulteriori substrati duri costituiti dai pali e dalle protezioni della turbina lo studio ha usato il modello ecosistemico Ecopath per definire la situazione precedente alla costruzione del parco eolico per poi eseguire una proiezione Ecosim sui 30 anni successivi. I risultati principali hanno mostrato che la totale attività dell'ecosistema, il sistema onnivoro complessivo (percentuale di alimentatori generalisti) e il riciclo energetico, aumentato significativamente dopo la realizzazione del parco eolico e che livelli trofici più elevati sono occupati dai pesci piscivori.

Allo scopo di valutare più nello specifico il tema dell' "attrazione-trappola ecologica-produzione" per il merluzzo atlantico, e collegare le informazioni all'attività di pesca è stata studiata, nelle OWF del mare del nord, dal 2009 fino al 2012, l'ecologia comportamentale del merluzzo bianco (*Reubens J.T et al., 2013*) ed è stato dimostrato che gruppi di età diversi di questa specie sono attratti stagionalmente dalle OWF mostrando un'elevata fedeltà al sito e nutrendosi di prede epifaunali dominanti. Sulla base delle conoscenze acquisite lo studio conclude che nessuna attività di pesca dovrebbe essere consentito all'interno dei parchi eolici offshore. L'aumento della biomassa ittica nelle aree delle OWF è stato dimostrato in Danimarca anche con l'utilizzazione di indagini acustiche (*Hvidt, C. B. et al., 2005*), i cui risultati hanno evidenziato che questa una tecnica adatta per valutare la densità dei pesci. Nell'intera area di studio è stata riscontrata una grande variazione diurna della densità dei pesci, lo studio ha anche mostrato che i parchi eolici offshore attirano pesci a una distanza di oltre 500 m.

Non disponiamo di studi effettuati in mare Mediterraneo e tantomeno in un'aria di transizione come quella dell'OWF MedWIND al centro di rotte migratorie di grandi pelagici e di mammiferi e rettili marini.

Il ruolo più importante, che le OWF hanno verso le specie ittiche, come detto, sono quelli dell'effetto FAD e dell'effetto barriera corallina sinergizzati. Si assiste infatti a un ruolo di attrazione combinato tra l'effetto barriera di una struttura solida sul fondo e l'effetto di meeting point pelagico, studiato sui cannizzati (FADs) dei pescatori (*Andaloro et al., 2007, Sino-poli et al., 2012*). Ciò porta alla creazione di un nuovo habitat che si evolve nel tempo in base al livello di fouling, al bioconcrezionamento raggiunto, alla struttura eolica utilizzata e alle caratteristiche dell'area, esprime un nuovo sistema trofico pelagico da substrato duro già osser-

vato nelle piattaforme estrattive (Andaloro et al., 2013) comparando più metodi di osservazione.

In Mediterraneo sappiamo che vi sono 10 specie ittiche principali che si aggregano sotto i FADs dei pescatori ovvero: i giovanili di ricciola (*Seriola dumerilii*), di cernia di fondale (*Polyprion americanus*), di pesce balestra (*Balistes carolinensis*), di ricciola bastarda (*Caranx crysos*), di mangiameduse (*Schedophilus sp.*), di lampuga (*Coriphaena hippurus*), di tonno rosso (*Thunnus thynnus*), di sugarello (*Trachurus spp.*), di pesce pilota (*Naukrates ductor*) (Andaloro et al., 2007). Queste specie arrivano e abbandonano i cannizzati in vari momenti legati alle diverse esigenze variabili nella crescita. Le specie aggregate hanno un diverso comportamento in base al rapporto spaziale che contraggono con il FAD, e si dividono in intranatans (che vivono all'interno della struttura), extranatans (che vivono ad una distanza breve) e circumnatans (che vi girano intorno, anche a grande distanza, e si distribuiscono in tutto il cluster dei FADs dell'area che può essere costituito da decine di unità separate. In questi anni, sotto la spinta del cambiamento climatico, i cannizzati stanno favorendo l'affermarsi di specie termofile come la ricciola bastarda, una specie termofila in espansione, che sta diventando la presenza più comune sebbene solo 10 anni fa fosse rara (Sinopoli, 2019). Questa pesca è utilizzata in molte aree del Mediterraneo e ha un interesse rilevante per molte marinerie e recentemente anche per quella trapanese, anche perché questa attività è spesso sostitutiva di altre attività recentemente interdette come le reti pelagiche derivanti e la pesca al novellame di sardina. Ogni barca da pesca mette in mare molti cannizzati in file che possono superare i 50 km di distanza dalla costa (Morales N. B. et al., 2000).

L'uso dei cannizzati è stagionale, va da settembre a dicembre, per cui interferisce poco con gli stock di grandi pelagici in riproduzione⁴ che sono nell'area presenti nel periodo primaverile-estivo, anche se si ritiene che i FADs possano attivare una rete trofica aggiuntiva che può attirare altre specie di grandi e medi pelagici ed elasmobranchi in acque più profonde, durante il loro periodo di utilizzo. Questa possibilità non è stata ancora esplorata perché i pescatori che utilizzano questa pesca non dispongono di attrezzi per la pesca in acque più profonde sotto i FADs. Sappiamo comunque che grandi ricciole in riproduzione si avvicinano a strutture galleggianti e sommerse. Anche se in Mediterraneo i FADs sono utilizzati dai pescatori solo per le specie bersaglio, in molte altre aree al di fuori del Mediterraneo (Asia e Caraibi), sono usati tutto l'anno per la cattura

⁴ I FAD hanno, invece, un impatto rilevante sulla classe di età 0+ di tonno rosso e di ricciola poiché i giovanili che si aggregano sotto i FADs ad agosto e settembre e vengono catturati massivamente prevalentemente da pescatori ricreativi che pescano con lenze a traino sotto i FADs della pesca professionale (Andaloro F., 2001).

di specie demersali e pelagiche, come il tonno, le ricciole e altre specie di scomberoidi, usando attrezzi da pesca realizzati allo scopo. Alcune di queste specie si osservano anche attorno alle piattaforme estrattive nei mari italiani (*Andaloro et al., 2011*). I pescatori di FADs, in Sicilia, sono però obbligati ad ancorare i cannizzi in acque profonde (tra i 500 e i 2000m) (*Morale Nin B et al.*) sia per non andare in conflitto e interferire con altre attività di pesca, sia per non averli distrutti dalle navi in transito; per questo motivo i pescatori non possono sviluppare questa pesca su fondali meno profondi e per tutto l'anno puntando anche ad altre specie, va anche sottolineato che la pesca con i cannizzi non è ancora ben regolamentata.

La capacità aggregativa dei FADs è sfruttata anche in Oceano Indiano, dove FADs derivanti, sono utilizzati per la pesca dei grandi pelagici da flotte europee con reti a circuizione, che operano lasciando alla deriva FAD di poco più di un metro di diametro sotto ognuno dei quali si aggregano molte tonnellate di pesce. Questo fenomeno, largamente studiato nell'Oceano Indiano, potrebbe essere sperimentato anche in Mediterraneo, ma essendo molto trafficato, con accesi conflitti all'intero delle diverse attività della pesca professionale e con la pesca ricreativa, non può essere realizzato.

Come accade in altri mari, con ogni probabilità, il tonno in migrazione potrebbe essere attirato, come altre specie pelagiche e demersali, dalle strutture della OWF MedWIND. Questo effetto, potrebbe essere esponenziale, costituendo un punto di aggregazione il cui ruolo sulla dinamica di popolazione del tonno e sul suo ciclo biologico non è immaginabile. Sono state già osservate, nello Stretto di Messina e in Adriatico, popolazioni di tonno stanziali che non seguono il percorso migratorio della maggior parte dello stock.

L'area della OWF MedWIND è una delle principali rotte migratorie del tonno rosso e un'area riproduttiva del pescespada, (*Sarà R., 1998*) tanto è vero che nelle coste trapanesi e tunisine sorgevano numerose tonnare fisse tra le quali quella di Favignana che è ancora in attiva, e dispone di una quota tonno, anche se, al momento, non è operativa.

Se la pesca viene consentita all'interno delle OWF, il rapporto sinergico tra queste attività e le risorse biologiche dovute all'aggregazione ittica va considerato per evitare per evitare un potenziale sfruttamento eccessivo. Analizzando l'effetto FAD e quello barriera di una OWF di grande dimensione posta nel Mediterraneo centrale va considerato che la biodiversità ittica, di questo mare è caratterizzata da molte specie con una bassa biomassa a differenza dei mari del nord che hanno meno specie ma con grande biomassa, questo comporta la necessità, anche nella pesca, di assumere misure gestionali differenti tra un mare temperato, tendente

oggi al subtropicale, come è il Mediterraneo (*Andaloro e Rinaldi, 1998*) rispetto a mari freddi. Va anche considerato che il Mediterraneo è l'area più invasa di specie aliene marine al mondo (*Zenetos et al.*) e molte di queste stanno raggiungendo lo Stretto di Sicilia (*Andaloro F. e Azzurro E., 2004; Azzurro E. et al., 2014*) dove alcune specie di pesci si sono già insediate (come *Fistularia commersoni*, *Siganus luridus*, *Pterois miles*) e il granchio blu (*Callinectes sapidus*) sta oggi assumendo il ruolo di flaeoglo per la pesca artigianale siciliana e tunisina sullo Stretto di Sicilia.

3.2 CONSIDERAZIONI SUGLI IMPATTI

Dagli studi sulla valutazione degli impatti delle OWF sull'ambiente emerge che questi sono complessi e sebbene generalizzabili come tipologia a tutte le realtà si manifestano con intensità e conseguenze diverse sulla base di molte variabili edafiche, ecologiche e strutturali con conseguenze diverse in relazione alle attività produttive delle aree interessate quindi con conseguenze socio economiche che devono esse prese in considerazione ex-ante in ogni area dove si dovranno realizzare OWF.

Uno dei pochi studi sugli impatti degli impianti eolici offshore galleggianti realizzato nell'ambito "*Strategic Environmental Assessment (SEA) of the Offshore Renewable Energy Development Plan (OREDP) in the Republic of Ireland (SEAI, 2010)*" che valuta, attraverso l'applicazione della direttiva comunitaria SEA (direttiva 2001/42/EC) recepita dal governo irlandese, i diversi scenari per differenti aree di espansione delle OWF irlandesi trattando anche gli impianti offshore galleggianti. I risultati mostrano una forte dipendenza degli effetti cumulativi legati alle caratteristiche dell'area e dall'energia prodotta e le valutazioni sono pertanto separate per 3 diverse aree e per la produzione che è stata classificata in tre range ovvero: 3000MW, 6000MW e 9000MW e sono stati valutati ritenendo siano adottate le misure di mitigazione negli impatti.

Lo studio prende in considerazioni molti aspetti, non solo ambientali, marini che possono essere influenzati dalla realizzazione delle OWF ed evidenza come già dalla produzione di 3000MW vi possano essere impatti negativi su pesci e molluschi, mentre impatti negativi concreti si verificano sulla pesca e le aree protette da 6000MW. Superati i 6000MW l'impatto diventa negativo anche per la fauna bentonica, per i mammiferi marini e significativamente avverso per i pesci, i molluschi e la pesca commerciale. I tre scenari proposti per siti differenti sono pressoché simili rispetto a alle tematiche delle specie marine e della pesca.

Lo studio prende anche in considerazione l'effetto dello sviluppo delle OWF irlandesi sul raggiungimento degli 11 GES della MFSD (direttiva quadro sulla strategia marina)⁵ rilevando probabili effetti negativi sui alcuni descrittori: GES 1 diversità biologica; GES 6 integrità del fondale marino; GES 7 condizioni idrografiche; GES 8 Concentrazione di contaminanti; Descrittore GES 11 Introduzione di energia nell'ambiente marino. Lo studio identifica anche che possibili impatti potrebbero esserci anche sui descrittori: 2 specie non autoctone, descrittore GES 4: reti alimentari marine e descrittore GES 9: contaminanti nei pesci e altri frutti di mare.

⁵ Marine Strategy Framework Directive (MSFD)c2008/56/CE recepito in Italia con Decreto Legislativo n. 190/2010.

EFFETTI SULLA PESCA

Gli effetti delle OWF sulla pesca rappresentano un argomento complesso e largamente dibattuto sul quale si dispone di un'ampia letteratura che però è poco indirizzata alla valutazione dell'impatto in termini economici. Particolare rilevanza ha l'aspetto sociale, oltre quello economico, e la percezione che i pescatori hanno degli impatti delle OWF sul loro futuro che è alla base di un percorso condiviso.

Vi sono molte evidenze scientifiche dell'influenza che le OWF hanno sull'economia della pesca sia per gli effetti sulle risorse e la loro disponibilità per la pesca, sia per l'esclusione della pesca dalle aree occupate. Le società delle OWF non hanno quasi mai condiviso con i pescatori il processo di identificazione delle aree e degli impatti sulla pesca. Anche dove le OWF sono state inserite in un processo di MSP i pescatori sono stati esclusi o hanno avuto solo un ruolo marginale in questo processo, nonostante sia ormai acclarato che l'allocazione delle OWF dovrebbe sempre essere inserita in un percorso MSP maggiormente partecipativo. La lezione della letteratura è che se non vi è un percorso congiunto, su tavoli condivisi, tra il settore della pesca e i costruttori di OWF, si ottiene un risultato negativo per tutte le componenti. Di seguito vengono riportate le esperienze maturate in alcuni casi di studio riportati dalla letteratura scientifica.

4.1 PERCEZIONE E CONDIVISIONE DA PARTE DEGLI OPERATORI DELLA PESCA E DI ALTRI STAKEHOLDER SUGLI EFFETTI DELLE OWF SUL BENESSERE E L'ECONOMIA LOCALE

Particolare importanza assume, nei conflitti tra i pescatori e le OWF, la percezione che questi hanno delle conseguenze che ne derivano sulla loro economia, la loro cultura e il loro benessere e di come essi siano stati coinvolti nel processo di allocazione delle strutture e di identificazione delle misure di mitigazione e compensazione delle OWF. Vi sono studi condotti in diversi Paesi che hanno affrontato questi aspetti.

4.1.1 Regno Unito

Nel Regno Unito, nel 2006, poiché la dimensione dei parchi eolici proposti nella seconda fase della transizione ecologica avrebbe influenzato una serie di utenti del mare e delle risorse ambientali, l'agenzia Governativa Defra ha commissionato una indagine per raccogliere le opinioni dell'industria della pesca sulle potenziali implicazioni dei nuovi parchi eolici offshore sui loro modelli di lavoro e sul loro reddito. Il progetto è stato rivolto a raccogliere solo le opinioni dell'industria della pesca nelle tre aree di sviluppo delle nuove OWF, non quelle delle società delle OWF o dei dipartimenti governativi responsabili delle licenze e delle concessioni (*Mackinson S. et al, 2006*). I risultati di questo studio sono essenzialmente sovrapponibili a molti altri condotti sulla percezione delle OWF da parte dei pescatori.

Nell'indagine sono stati invitati al sondaggio i pescatori delle zone interessate e le loro associazioni e organizzazioni. Ai pescatori è stata offerta l'opportunità di descrivere e spiegare la loro percezione sui probabili impatti della costruzione e del funzionamento delle OWF su di loro in incontri che si sono tenuti sia faccia a faccia, sia attraverso conversazioni telefoniche e con questionari. È anche stato organizzato un seminario per aumentare la consapevolezza con la partecipazione delle associazioni della pesca, dei costruttori dei parchi eolici e dei funzionari governativi preposti alle autorizzazioni. Il tasso di risposta dei pescatori è però stato modesto, quindi i risultati non sono stati rappresentativi dell'intera industria ittica. Il rapporto descrive una percezione negativa dei pescatori sulle implicazioni socioeconomiche per il loro settore derivante dallo sviluppo delle OWF e suggerisce le misure di mitigazione per le flotte che potrebbero essere penalizzate.

Nelle aree delle OWF sono usati 27 diversi attrezzi da pesca e i tre quarti (oltre 700 navi) della flotta peschereccia è costituita da piccole navi che hanno limitate possibilità di spostarsi o di estendere la loro area di pesca in aree occupate da altri M/P.

Una relazione del gruppo FLOWW "Uno studio per identificare le attività di pesca che possono essere svolte in sicurezza fuori dentro e intorno ai parchi eolici" fa anche una descrizione dettagliata dei "mestieri" e delle attività che potrebbero essere svolte all'interno e intorno ai parchi eolici. I pescatori hanno identificando 7 aree tematiche di loro interesse relativamente alla costruzione di OWF: I) Attività di pesca, (II) Socio-economia, (III) Ambiente, (IV) Rischi, (V) Mitigazione, (VI) Comunicazione e fiducia, (VII) Processo decisionale e definizione delle priorità.

Una delle principali preoccupazioni emersa dai pescatori è stata la potenziale perdita di accesso alle aree di pesca tradizionali che ha portato

a incertezze per il futuro. I pescatori ritengono che non ci siano aree alternative e che lo spostamento della flotta può causare crescenti costi di esercizio e nuovi conflitti poichè ogni nave più grande che si sposta verso i fondali più vicini alla costa fa concorrenza a molte navi costiere.

Una forte preoccupazione è emersa sugli effetti delle OWF, nel breve e lungo termine, sul comportamento e sull'abbondanza dei pesci durante la loro costruzione e il loro funzionamento a regime. Secondo la maggior parte dei pescatori gli impatti complessivi dello sviluppo dei parchi eolici erano fortemente negativi, solo pochi pescatori hanno considerato lo sviluppo dei parchi eolici come un'opportunità, legata alla potenziale possibilità di pescare all'interno dei parchi eolici utilizzando attrezzi fissi e i possibili vantaggi di conservazione per gli stock se l'accesso fosse stato ridotto.

La riduzione delle catture e l'aumento dei costi non solo influiscono sulla redditività individuale, ma potrebbero anche compromettere la sicurezza e avere implicazioni sociali e culturali per le comunità in cui la pesca è fortemente radicata nell'economia locale. Molti pescatori erano preoccupati per il loro futuro lavorativo ed economico.

Gran parte delle imprese di pesca che operano nelle aree di studio stanno già realizzando bassi profitti poichè la maggior parte dei pescherecci che utilizzano reti (strascico, derivanti o da posta) sono vulnerabili all'aumento dei costi o alla riduzione dei guadagni.

I pescatori consultati si aspettano che le aree dei parchi eolici dovranno essere evitate dalle navi che utilizzano reti e che ciò comprometterà la pesca tradizionale e ciò, vista anche l'attuale bassa redditività, fa temere un rischio di fallimento delle imprese di pesca con impatti sull'indotto e il terziario.

I pescatori ricreativi sono stati l'unico gruppo coinvolto nell'indagine a descrivere come vantaggioso il cambiamento previsto con la realizzazione delle OWF. Ma la domanda del mercato per la pesca ricreativa fatta con i charter commerciali non è stata ritenuta sufficiente, per come strumento di mitigazione, neanche se la pesca fosse stata buona non potendo supportare molte imbarcazioni.

Le OWF sono state considerate un grave pericolo per la navigazione e le attività di pesca e alcuni pescatori hanno espresso l'opinione che avrebbero evitato comunque i parchi eolici anche se avessero potuto pescare al loro interno. La maggior parte dei pescatori era anche molto preoccupata per la possibilità di assicurare i propri M/P quando operavano vicino o all'interno di parchi eolici, suggerendo che qualsiasi incidente avrebbe comportato il rifiuto di rinnovo da parte delle compagnie assicurative.

Le opinioni riportate dai pescatori hanno indicato che la sfiducia nei pro-

cessi di pianificazione e verso le autorità era anche frutto di precedenti esperienze negative nella pianificazione dell'offshore. I pescatori hanno percepito che i parchi eolici avrebbero imposto ulteriori restrizioni alla loro industria, già interessata dallo sviluppo di altre attività nella zona costiera come l'estrazione petrolifera, il mining, i dragaggi e gli sviluppi portuali.

I pescatori hanno trovato difficile fare proposte e dare idee su misure di mitigazione che rispondessero adeguatamente alle loro preoccupazioni. La risposta a eventuali incentivi economici per l'adattamento, modificando i metodi di pesca, è stata bassa e i pescatori hanno ritenuto che la mancanza di licenze da pesca e il tempo necessario per apprendere nuovi metodi di pesca e gli elevati costi di investimento sarebbero stati ostacoli insormontabili.

Inoltre, i pescatori intervistati, hanno ritenuto che ci fosse stata una generale mancanza di informazioni messa a loro disposizione per aiutarli a comprendere i problemi e contribuire attivamente alla discussione anche se alcuni di loro erano disponibili a valutare proposte di "sostegno all'industria" o di misure di compensazione.

Tra le conclusioni dello studio emerge è che è fondamentale includere i pescatori come partner attivo nella progettazione e nella realizzazione di studi di mitigazione ed è importante che il collegamento tra la pesca e il gruppo Offshore Wind, sponsorizzato dal governo inglese.

Uno altro studio, spinto dal conflitto tra pesca commerciale e le OWF, è stato condotto in UK (*Gray t. et al., 2005*) ed evidenzia come esista un diverso potere nel rapporto tra pesca e OWF, con l'industria dell'energia eolica dominante, sostenuta sia dal governo che dall'opinione pubblica, e come l'industria della pesca debba essere consultata dai proprietari delle OWF sia per un re-siting degli impianti eolici lontano da zone di pesca privilegiate sia per compensare la perdita economica del settore. Utilizzando interviste effettuate con società di offshore, autorità di regolamentazione e rappresentanti del settore della pesca, lo studio evidenzia tre questioni centrali di conflitto: l'inadeguatezza dei processi di consultazione degli stakeholder; il diritto al risarcimento del danno e la mancanza di dati adeguati. Lo studio esamina inoltre la debole posizione contrattuale dei pescatori con il "potere". Lo studio conclude che lo sviluppo di parchi eolici offshore sarebbe meglio gestito se la consultazione delle parti interessate fosse estesa; le richieste di risarcimento standardizzate; e i dati scientifici più velocemente disponibili, e che se queste carenze venissero affrontate, potrebbe esserci un sistema razionale ed equo di gestione dello sviluppo dei parchi eolici offshore, nel frattempo, però, solo se i pescatori imparano ad avere un ruolo politico, e mobilitano potenziali alleati, avranno una possibilità di resistere alla diffusione dell'offshore turbine eoliche.

4.1.2 Galles

Anche nel Galles è stato ritenuto opportuno esplorare la possibile coesistenza tra le OWF e le attività di pesca, al di là degli aspetti ecologici e degli effetti sulle specie sfruttate commercialmente. Lo studio (*Hooper T et al., 2013*) è stato condotto nel 2013 intervistando 67 pescatori nel Galles meridionale e nell'Inghilterra orientale e 11 società di OWF per mettere alla luce esperienze e opinioni sulla co-location di OWF con la pesca del granchio e dell'aragosta. Le società hanno espresso ampio sostegno alla co-locazione, percependo potenziali vantaggi per loro nel rapporto con i pescatori. I pescatori avevano opinioni contrastanti e variabili tra le marinerie che hanno evidenziato una percezione del rischio non correlato ai problemi degli stock, ma all'incertezza sulla sicurezza, sul recupero degli attrezzi, sulle assicurazioni e sulle responsabilità.

La letteratura evidenzia che è necessario predisporre una informazione esaustiva e dare una buona comunicazione per affrontare questi problemi se si vuole pervenire a una co-location delle OWF

Va considerato che non ha senso parlare di potenziali benefici per i pescatori, soprattutto per quelli con M/P di grandi dimensioni, poiché è probabile che gli OWF offshore siano inaccessibili a gran parte della flotta. Poiché l'opposizione dei pescatori ha portato, in tutto il mondo, quasi sempre a ritardi e a cancellazioni dei progetti di energia rinnovabile in mare, lo studio di Klain S.C et al. (2017) ritiene che solidi processi di coinvolgimento pubblico siano necessari per rifiutare o per collocare progetti di energia rinnovabile. Questo studio, è stato condotto in isole del New England (USA) con interviste e l'analisi dei documenti disponibili per migliorare la qualità delle interazioni tra le comunità di pescatori, le autorità governative e le società OWF nel momento di decidere se e dove installare una OWF. Si è giunti alla conclusione che i processi decisionali sono percepiti come efficaci quando i partecipanti, inclusi gli esperti e le parti interessate locali, hanno imparato gli uni dagli altri conciliando le competenze tecniche con i valori dei cittadini; e si evidenzia che i benefici per la comunità, negoziati in collaborazione, non sono la stessa cosa dei benefici per gruppi di individui.

Inoltre, aumentare i principi consolidati per la partecipazione pubblica e legando questi ai processi decisionali, analitici e deliberativi e coinvolgendo ampi stakeholder, nonostante possa richiedere risorse e tempo, può comportare, a lungo termine, costi inferiori e meno ritardi nelle realizzazioni e può ridurre il rischio di costi da contenzioso (*Irvin R.A. et al., 2020; Randolph J. et al., 1999*). Lo studio suggerisce anche che questo approccio può portare a migliori relazioni a lungo termine tra le persone coinvolte concludendo che la conoscenza e la fiducia sono fondamentali per il successo di un parco eolico offshore.

4.1.3 Stati Uniti

Nel Maine (USA) allo scopo di ridurre i conflitti nell'area costiera è stata valutata (*Hall D.M., e Lazarus E.D., 2015*) la percezione, da parte dei pescatori, sulla realizzazione di OWF galleggianti in ambienti profondi attraverso uno studio condotto in 8 aree con 103 stakeholder, non solo del mondo della pesca. Gli incontri hanno evidenziato una forte preoccupazione legata a 4 quesiti principali riconducibili alla conoscenza del sistema produttivo, agli effetti sulle risorse e la pesca, sul lavoro e sul risparmio energetico per le comunità dell'area.

Uno altro studio sull'eolico condotto in USA (*Fireston j. et al., 2012*) ha mostrato che il 78% dei residenti del Delaware sostiene lo sviluppo di un grande parco eolico offshore a 6 miglia dalla costa del rispetto al solo 25% dei residenti di Cape Cod. Un fattore che sembra abbia ostacolato lo sviluppo dell'eolico offshore negli Stati Uniti.

I tre fattori più importanti che portano i residenti del Delaware al sostegno o all'opposizione delle OWF, sono gli impatti positivi dell'energia eolica offshore sulle tariffe dell'elettricità, sui cambiamenti climatici e sulla qualità dell'aria e superano l'impatto negativo sul paesaggio. Al contrario, i residenti di Cape Cod ritengono che l'impatto negativo sulla vita marina, il paesaggio, la pesca ricreativa e la nautica non sarebbero compensati da un miglioramento delle tariffe elettriche e da una minore dipendenza da fonti di energia estere.

4.1.4 Taiwan

A Taiwan (*Shiau T.A. e Chuen-Yu J.K., 2016*) è stata condotta una valutazione di impatto sociale (SIA) sulle OWF sviluppando una serie di indicatori che mostrano un modesto impatto sociale per le OWF nell'area indicando una contraddizione tra la protesta dei pescatori e gli effetti valutati nello studio che però non sono condivisi dall'accademia, lo studio può aiutare il governo a costruire una piattaforma di coordinamento tra gli investitori e i pescatori per garantire che i pescatori mantengano i loro diritti di pesca e gli investitori mantengano le loro OWF. Lo studio evidenzia anche come nel SIA vadano considerati anche gli impatti positivi e negativi sulle varie specie ittiche.

4.1.5 Scozia e Italia

Un'indagine (*Billing S.L. et al., 2022*) sulla risposta sociale alla realizzazione di OWF e di impianti di maricoltura integrata è stata condotta parallelamente su un sito italiano, Reggio Calabria, e un sito scozzese, Islay, con il sorprendente risultato di avere opinioni abbastanza coerenti tra le due aree. Gli intervistati erano più favorevoli alle OWF che all'allevamento ittico, ma rimanevano poco propensi ai sistemi integrati in quanto la maggioranza degli intervistati diffida delle autorità di vigilanza per il controllo dell'impatto ambientale.

Le differenze principali tra le due aree erano che gli intervistati a Reggio Calabria prevedevano dal sistema integrato industriale vantaggi locali ed erano più propensi ad accettare lo sviluppo da parte di imprenditori non locali rispetto agli intervistati di Islay. Secondo lo studio il futuro della tecnologia integrata dipende dalle soluzioni ingegneristiche e dalla percorribilità economica e ha come problemi la sfiducia nella trasparenza dei percorsi amministrativi e i dubbi sulla sostenibilità ambientale che si aggiungono alla diffidenza di una parte degli intervistati sui prodotti ittici allevati.

4.1.6 Germania

Reckenaus N. (2022) analizza, anche attraverso interviste, la conflittualità tra le OWF e la pesca nella ZEE tedesca nel mare del nord confermando che questa è molto accesa ed è destinata ad aumentare e che la mancanza di un processo MSP sia la causa principale di questo problema. D'altra parte permane il concetto che un pescatore non può essere legato a un'area specifica perché la pesca è una attività fluida e dipende dalle stagioni e dagli spostamenti degli stock ed è pertanto difficile riservare all'attività di pesca un'area specifica (*European Commission, 2020*).

4.2 CATTURA ED ECONOMIA ITTICA

Le aree destinate allo sviluppo dell'eolico offshore spesso coincidono con habitat di fondo complessi (*Guida et al., 2017*), con presenza di specie protette (*Kraus et al., 2005; Ingram et al., 2019*) e spesso si sovrappongono a importanti zone di pesca (*Berkenhagen et al., 2010; Grigio et al., 2016e*) con rilevanti attività alieutiche (*Servizio nazionale per la*

pesca marina NMFS, 2018) sulle quali l'effetto negativo delle OWF può causare importanti impatti economici e culturali alle comunità di pescatori (*Gill A.B. et al., 2020; Mooney et al., 2020; Methratta et al., 2020; Perry, R. L., and Heyman, W. D., 2020*) per questo motivo è importante valutare l'impatto spazio temporale delle OWF sul biota e sulla pesca, il metodo più spesso utilizzato è il metodo BACI (Before-After-Control-Impact) (*Methratta et al., 2020*) ma secondo alcuni autori questo metodo mostra dei limiti (*Smokorowski, K. E., 2017*) ed è opportuno integrarlo con il metodo BAG (Before After Gradient), che secondo *Methratta (2021)*, essendo stratificato nello spazio, è in grado di meglio confrontare i modelli post-costruzione con le condizioni iniziali e ha il potenziale di distinguere gli impatti della OWF da altre dinamiche che operano all'interno e intorno all'area se sono disponibili i dati. BAG ha anche l'ulteriore vantaggio di eliminare il difficile compito di trovare un sito di controllo adeguato e consentirebbe la valutazione della scala e dell'estensione spaziale degli effetti dei parchi eolici migliorando l'analisi statistica poiché include la distanza come variabile indipendente nei modelli analitici.

In questa parte del nostro studio è stata analizzata la letteratura che evidenzia le interrelazioni dirette tra le OWF e l'attività di pesca ma è opportuno ricordare gli impatti sugli ecosistemi, sulla biodiversità e sull'ambiente, che sono stati trattati separatamente, ricadono sia direttamente che indirettamente sulle risorse ittiche della pesca, il loro benessere e la loro salubrità.

4.3 EFFETTI SULLE COMPONENTI ECOLOGICHE E SULL'INTERO ECOSISTEMA

La realizzazione delle OWF si aggiunge alle pressioni antropiche locali sul fondale marino e con il loro crescente sviluppo le pressioni sull'ecosistema potrebbero essere maggiori.

Pertanto, una comprensione degli effetti sulle componenti ecologiche è necessaria per disporre di ulteriori approfondimenti sulle potenziali conseguenze. Ad oggi, gli sforzi della ricerca hanno documentato che effetti ecologici riflessi sulla pesca si verificano sia dalle fasi di installazione (iniziale e lungo termine) sia della singola turbina sia di interi parchi eolici (es. *Reubens et al., 2011; Krone et al., 2013; Coates et al., 2014; Stenberg et al., 2015; Lindeboom et al., 2015*). Alcuni studi (*Boehlert e Gill, 2010; Gill et al., 2018; Dannheim et al., 2019 e 2020*) hanno descritto gli effetti delle OWF, sui singoli recettori ecologici (es. benthos, mammiferi e pesci),

ma ci sono ancora conoscenze limitate sulle interazioni tra le specie. Una comprensione degli effetti, a livello ecosistemico, è necessaria per comprendere l'impatto ecologico e sulla pesca dei grandi impianti (*Boehlert e Gill 2010; Willstead et al., 2017*).

L'immissione di strutture nell'ambiente marino determina una alterazione locale della biodiversità dovuta alle modificazioni dell'habitat (*Wilding et al., 2017*). La costruzione, secondo il tipo di progetto, potrebbe durare da alcuni mesi a diversi anni (*Gill et al., 2018*).

Oltre all'impatto della costruzione, esistono una serie di cavi e connettori sottomarini per il collegamento (offshore e onshore) che ampliano l'area interessata (es. aree intertidali e/o costiere).

Gli studi degli effetti sulla biodiversità degli OWF sono stati condotti prevalentemente su piccole scale spaziali (singola turbina e nelle immediate vicinanze) (*Casa Bianca et al., 2011*). Tuttavia, se questi effetti sono prodotti dalla singola turbina possono avere implicazioni magnificate su scale spaziali più grandi soprattutto per quanto riguarda i collegamenti trofici e i flussi di energia (*Gill et al., 2018*).

Uno studio basato su un modello ecosistemico è stato utilizzato per collegare diversi recettori ecologici (dal fitoplancton ai mammiferi) dimostrando che l'attività ecosistemica totale viene modificata dalle OWF (*Raoux et al., 2017*). Il modello ecosistemico ha mostrato che livelli trofici più elevati, come i pesci piscivori, sono aumentati di biomassa indipendentemente dall'effetto attrattivo indotto dalle strutture (*ad es. Reubens et al., 2011; Stenberg et al., 2015*). Verificare se la presenza di questi pesci può anche comportare un aumento teorico della produzione ittica commerciale necessita di approfondimenti per studiare la sua evoluzione nel tempo, alla ricerca di un nuovo equilibrio e dipende soprattutto dall'accessibilità di questa biomassa da parte dei pescatori, dalla sottrazione di biomassa in aree limitrofe pescabili e dall'effetto top-down sulla catena trofica.

La comprensione di questi meccanismi è importante per una gestione efficiente della pesca associata alle OWF, dove ciò è possibile, (*Reubens et al., 2014; Mavraki N., 2020*). Mavraki N. (2020) ha recentemente studiato l'ecologia della rete alimentare legata alle OWF utilizzando gli isotopi dell'azoto e del carbonio come traccianti e ha dimostrato che le differenze strutturali della comunità si riflettono sulla struttura della rete alimentare delle comunità che si trovano a diversa profondità. Inoltre, l'autore ritiene che le strutture eoliche giochino un ruolo chiave sull'alimentazione, sia dei vertebrati che degli invertebrati, e che in futuro nel Mare del Nord, a causa dell'effetto delle piattaforme, aumenterà la biomassa delle specie generaliste a discapito delle specie specialistiche.

4.4 EFFETTI ECONOMICI E SOCIALI DELL'ESCLUSIONE DALLA PESCA SULL'ECOSISTEMA

Alcuni autori hanno ritenuto che, teoricamente, l'esclusione della pesca da un'area destinata a OWF che appare sovra-sfruttata, possa dare un vantaggio alle risorse considerando che le strutture eoliche esercitano un effetto chiusura "de facto" per le attività di pesca essendo questa anche vietata entro un raggio di 500 m dagli impianti. In Europa (tranne che nel Regno Unito), tutti le OWF sono attualmente chiuse alla pesca a strascico (Gray et al., 2016) questo divieto è spesso voluto per potere offrire al fondale marino l'opportunità di riprendersi dagli effetti conseguenti all'introduzione e alla costruzione della OWF. Le conoscenze sugli effetti di esclusione della pesca, e in particolare sugli ecosistemi bentonici, nelle aree dei parchi eolici sono poche (Van Hoey et al., 2020), tuttavia, alcuni studi (Jak & Glorius, 2017; Lefaible et al., 2019) evidenziano che questi effetti sono minimi per le comunità bentoniche (ad esempio sulla loro diversità, densità e biomassa). Il programma di monitoraggio delle OWF belghe ha mostrato la presenza di passere di mare più grandi all'interno dell'eolico rispetto alle aree circostanti (Vandendriessche et al., 2015; De Backer et al., 2019; De Backer et al., 2020). Ad oggi, rimane difficile da dimostrare che le zone di esclusione della pesca potrebbero influenzare positivamente le comunità biologiche dei fondali marini nelle OWF. Questo a causa del fatto che la maggior parte degli studi di monitoraggio sono condotti in tempi brevi e su specie con strategia K che hanno lenti tempi di recupero (Bergman et al., 2015). Infatti, in Belgio, dove si svolge un programma di monitoraggio più lungo, sono stati osservati i primi segnali di effetto rifugio per alcune specie ittiche dopo nove anni di monitoraggio (De Backer et al., 2020). Inoltre, le aree autorizzate per parchi eolici che sono state studiate, probabilmente non sono abbastanza grandi da dimostrare effetti positivi di esclusione della pesca oltre che nelle immediate vicinanze delle OWF. Tuttavia, l'esempio dell'aragosta (Roach et al., 2018) e, in alcuni studi, la presenza di specie di bivalvi e di pesci più grandi (*Spisula sp.*, *Tellina, sp.*) (Jak & Glorius, 2017), può indicare un effetto sulle taglie, potenzialmente correlato all'esclusione della pesca. È evidente che in mare aperto i parchi eolici offrono un'area riparata, contribuendo a salvaguardare gli stock ittici commerciali ma anche a modificare la biodiversità naturale e gli equilibri trofici. Altri studi hanno descritto alcuni dei vantaggi associati a questa protezione, ad esempio, nell'introdurre uno sviluppo sostenibile sfruttando l'effetto barriera (vedi Pitcher et al., 2002; Claudet & Pellettiere, 2004).

4.5 GLI EFFETTI SULL'ECONOMIA DELLA PESCA IN EUROPA

Vi sono paesi europei con già consolidate esperienze sulla convivenza tra OWF e l'attività di pesca, alcune di queste sono riportate dallo studio "overview of the effects of offshore wind farms on fisheries and aquaculture" dell'Unione Europea (EASME/EMFF/2018/011 Lot 1: Specific Contract No. 03). Lo studio riporta che:

- L'industria della pesca in Belgio ritiene che le OWF hanno avuto effetti negativi sul settore cambiandone zone di pesca e limitando lo spazio per le attività di pesca. Sono aumentati anche i tempi e i costi dei trasferimenti per raggiungere le zone di pesca, poiché alcune rotte abituali sono bloccate da parchi eolici. E secondo i pescatori i parchi eolici sono un muro come un muro che devono aggirare.
- Effetti simili sono stati riferiti dai pescatori dei Paesi Bassi, devono cambiare le loro zone di pesca perché quelle tradizionali sono vietate dai parchi eolici. Alcuni fondali utilizzati da generazioni di pescatori sono oggi preclusi con una perdita di dati storici di pesca. I pescatori non vedono per loro un futuro promettente e sempre meno persone diventano pescatori; quindi le OWF hanno effetti negativi sull'occupazione nel settore della pesca.
- Nel Regno Unito, Gray et al. (2016) i pescatori hanno riferito sull'esito negativo della pesca al Nephrops con reti a strascico durante la costruzione delle OWF e sulla riduzione della misura dei palangari, che temono non potranno più usare nemmeno dopo la fase di costruzione.
- Le capesante e *Nephrops* sono le specie principali pescate in molti parchi eolici offshore in cui è autorizzato l'accesso in Scozia. Sebbene non ci siano ancora ricerche per dimostrare come le OWF abbiano influenzato queste specie, molti pescatori sostengono che hanno subito un impatto negativo. I pescatori lamentano anche il cambio degli attrezzi da pesca, quindi delle specie bersaglio della loro attività anche nelle OWF dove la pesca è autorizzata. Gli OWF quindi hanno effetti negativi in quanto portano alla perdita di fondali storici di pesca. Gli intervistati hanno affermato che le OWF sono per loro motivo di emotività, associato allo stress, soprattutto per nei pescatori più anziani. La concorrenza per lo spazio è aumentata, non solo a causa dei parchi eolici, ma anche attraverso aumento degli impianti di acquacoltura e delle aree marine protette, il che porta a uno stress cumulativo elevato. Mentre le OWF sono generalmente accettate dall'opinione pubblica, la pesca li vede sempre più negativamente e molti pescatori sono diventati sempre più resistenti alla loro realizzazione.

- Nonostante in UK i pescatori possano spesso ritornare in un sito OWF dopo la costruzione, la pesca non è sempre efficiente come prima della costruzione. Alcuni i pescatori sono stati impiegati nei parchi eolici, ma questo può giustificare la perdita dell'equipaggio per le navi da pesca. Le interviste hanno evidenziato che alcuni pescatori sono preoccupati per la pesca all'interno dei parchi eolici sia per motivi di sicurezza personale sia perché non c'è abbastanza distanza tra le turbine eoliche per svolgere bene la pesca.

Anche in questo caso il report dell'Unione Europea puntualizza che i principi chiave e i criteri di successo nella gestione degli stakeholder dei parchi richiedono la cooperazione e la comunicazione, oltre al fatto che le parti interessate dovrebbero essere coinvolte fin dall'inizio. Ad esempio, nei Paesi Bassi, la comunicazione tra ENECO e il Ministero ha funzionato bene. C'erano preoccupazioni iniziali sulle assicurazioni, ma queste sono state affrontate nelle ultime fasi del progetto. In totale, quattro ministeri sono stati coinvolti nell'eolico offshore.

4.6 LA PESCA NELLE OWF IN EUROPA

Per motivi di sicurezza è vietata la navigazione all'interno della maggior parte degli OWF in Europa. di conseguenza le attività di pesca commerciale sono escluse. Il Mare del Nord è una delle aree più pescate al mondo, così con l'ulteriore espansione degli OWF nella regione i pescatori temono di perdere aree preziose con devastanti effetti e un calo dei profitti (*Gray et al., 2016; Bolongaro 2017*). D'altra parte, gli OWF, come zone di esclusione della pesca, potrebbero fornire rifugio, luogo di riproduzione o nursery, e maggiore biomassa alimentare (*es. Leitao et al., 2007; Rubens et al., 2013 a&b; Stenberg et al., 2015*). Lo studio di De Backer et al. (*2019*) fornisce una panoramica dei modelli di pesca spazio-temporale delle flotte di sfogliare belga e olandese all'interno e intorno all'area OWF nel periodo 2006-2017. I risultati indicano che delle 10 principali specie pescate dalla pesca prima della realizzazione delle OWF solo la sogliola è mostra una crescita nelle catture, le catture di nasello sono cresciute i primi due anni per poi decrescere, mentre che per tutte le altre 8 specie le catture decrescono. Va però considerato che, secondo gli autori, i risultati sono condizionati dal fatto che i dati VMS (AIS) sembrano mostrare che la pesca sia ancora in corso, nonostante i divieti, sia negli OWF attivi, sia in quelli in costruzione.

4.7 PESCA, OWF E MSP NELLA GESTIONE DELLO SPAZIO MARITTIMO

La pesca è spesso un anello fragile nella MSP, oggi diventata una Direttiva Europea, che è necessaria a gestire equamente lo spazio marittimo in questa fase di forte antropizzazione del mare. Nella visione più attuale l'applicazione della MSP non è prescindibile dall'adozione di un approccio ecosistemico (Ehler, C. & Douvère F., 2009) che rende la MSP un pilastro sociale, come evidenzia nel suo studio per il Mar Baltico Gilek M. et al. (2018).

Essendo un percorso legato allo sviluppo sostenibile, rivolto anche al benessere sociale, non è pensabile possa realizzarsi un MSP equo escludendo di un solo stakeholder (Flannery, W., 2018); soprattutto la pesca che è un attore primario senza il quale non è pensabile realizzare nessuna gestione di spazi marittimi (Janßen, H. et al., 2018) come è stato sottolineato da molti studi scientifici (Gray et al., 2005; Crowder & Norse, 2008; Berkenhagen et al., 2010; van Deurs et al., 2012; Bastardie et al., 2015). *Ciò nonostante la pesca, nel recente passato, è spesso stata marginalizzata o poco ascoltata e accontentata nei piani (Janßen, H. et al., 2018).* Molti autori sostengono che la pesca sia, infatti, uno degli attori principali della pianificazione dello spazio marittimo (Douvère, 2007; Fock, 2008; Stelzenmüller et al., 2008) e la sua esclusione ha spesso portato alla realizzazione di MSP inadeguati (Jabsen et al., 2018).

Quando la pesca è esclusa dalle sue aree di utenza dalla pianificazione dello spazio marittimo o dalla realizzazione di altre opere in mare, le sue perdite economiche cumulative, causate dallo spostamento delle attività di pesca, sono spesso valutate solo a livello macroeconomico (Berkenhagen et al., 2010; Oostenbrugge et al., 2010), mentre gli impatti per le singole imprese o le singole marinerie sono spesso ignorate.

Come mostrato da Marchal et al. (2014) questo può essere superato conducendo un'analisi del livello di stress individuale (ISLA), ovvero calcolando le future potenziali perdite in percentuale (livello di stress) di un'impresa di pesca (singola nave) confrontando i ricavi (in alternativa sforzo o cattura) conseguiti in passato in un'area che potrebbe, in futuro, essere chiusa alla pesca con le entrate totali del singolo peschereccio. Aggregando questi dati per area costiera, porto o altra entità, si ottiene un profilo del livello dello stress individuale. Questa informazione è necessaria per una futura opzione di gestione del territorio e può informare i decisori sulle conseguenze dell'attuazione di un piano territoriale che secondo gli autori ha un impatto che può differire in modo significativo per le singole navi e i singoli porti e non può essere trattato da una analisi macroeconomica.

Nella gestione degli spazi marini deve essere anche considerato che lo spazio non è importante allo stesso modo per gli stock ittici e per la pesca. Questo concetto sembra banale per un biologo della pesca diventa una sfida per la MSP. Molto spesso i processi di gestione dello spazio nella MSP non riescono a identificare quelle aree prioritarie che sono di maggiore rilevanza per la pesca o per le specie ittiche durante le diverse fasi della loro vita (*Jay et al., 2013*). L'intera area da gestire dovrebbe essere suddivisa in sottospazi a cui devono corrispondere diversi valori qualitativi di rilevanza per la pesca assegnando, ad esempio, i valori sull'importanza per le specie rilevanti durante le diverse fasi della vita o sull'interesse delle aree per le flotte pescherecce. Se queste valutazioni vengono omesse il MSP non avrà esito positivo. Gli approcci utilizzati negli studi recensiti da *Jabsen et al. (2018)* non sono privi di ostacoli e potrebbero essere ancora insoddisfacenti per le esigenze delle MSP ma mostrano che le valutazioni dettagliate sulla dinamica dello sforzo di pesca e delle risorse ittiche sono possibili e spesso disponibili (attività riproduttiva, reclutamento, alimentazione, ecc.). Lo stesso vale per l'identificazione degli habitat, delle specie nelle diverse fasi della loro vita quindi le dinamiche del comportamento della flotta. Un altro aspetto cruciale, in questo contesto, è la previsione degli effetti negativi indesiderati del piano, come, per esempio, una chiusura sbagliata di un'area può spingere la pesca a concentrare lo sforzo di pesca in altre aree più sensibili per gli stock o per l'ecosistema (*Suuronen et al., 2010*).

4.8 GESTIONE DELLA PESCA NEL MSP

Nella maggior parte dei casi, la gestione spaziale della pesca dovrebbe essere fatta dal settore e non dal MSP. Tuttavia i vincoli spazio-temporali e le chiusure di aree per la pesca sono normalmente applicati per proteggere le aggregazioni riproduttive, gli habitat, ecc. (*Babcock et al., 2005; Stelzenmüller et al., 2008; Lorenzen et al., 2010; Sciberras et al., 2013*) o per la realizzazione di opere in mare quali allevamenti ittici, OWF, piattaforme estrattive. Un problema è però rappresentato dal fatto che le risorse ittiche e le attività di pesca, insieme alla loro gestione, possono essere altamente dinamiche nel tempo e nello spazio, in contrasto con la MSP, che è generalmente associata a condizioni stabili (parchi eolici, shipping rotte, ecc.) che rimangono nella stessa posizione per decenni o più). Questo è stato dimostrato per l'area di gestione del merluzzo bianco del Baltico occidentale (*Eero et al., 2014*).

L'esigenza di riallocare lo sforzo di pesca all'interno di un'area di gestione a tutela delle popolazioni locali, a seconda della variabilità naturale nelle distribuzioni della popolazione, può portare alla sovrapposizione della pesca con altri usi umani del mare. Questo è coerente ad altri studi (*Bear et al., 2013*), che sottolineano inoltre la necessità di considerare le dimensioni socioeconomiche e di governance nella designazione delle zone di gestione della pesca. In assenza di informazioni precise necessita adottare una visione olistica supportata da una gestione adattativa.

4.9 VALORE ECONOMICO DELLO SPAZIO MARINO

L'importanza dei mari e degli oceani per la prosperità umana, come espresso ad es. nella dichiarazione transatlantica di Galway, è sempre stato un importante driver per lo sfruttamento, la gestione e la ricerca marina. Numerosi autori sottolineano l'importanza della capacità che le analisi spazio-economiche hanno di bilanciare i molteplici usi dello spazio marittimo. Sorprendentemente, si è potuto trovare un solo studio che analizza le distribuzioni spaziali dei valori economici in un MSP (*Jin et al., 2013*) derivanti dalla pesca commerciale nel Golfo del Maine. Gli autori hanno mostrato che è, in linea di principio, possibile individuare la specifica localizzazione, in una pianificazione dello spazio marittimo, dove le industrie energetiche potrebbero limitare gli effetti sulla pesca.

Gli effetti della gestione del territorio e delle attività umane antagoniste alla pesca sono stati analizzati in numerosi studi retrospettivi che però sono di scarsa utilità per la MSP, poiché i loro risultati dipendono dalle specifiche condizioni che variano nei diversi casi di studio.

Questa sfida può essere superata utilizzando modelli predittivi di comportamento della flotta, che sono stati sperimentati, in varie parti del mondo, per simulare il potenziale impatto di vari tipi di scenari sulle flotte pescherecce. Holland D.S. (2000) utilizzando modelli bioeconomici ha mostrato che le aree marine protette potrebbero influenzare le catture, i ricavi e gli stock riproduttivi delle principali specie di pesci demersali nel sud del New England e nel Golfo di Maine. I risultati della sua simulazione hanno anche dimostrato che gli impatti dei santuari possono variare notevolmente tra le specie, aumentando le rese per alcune e diminuendole per altre.

4.10 EFFETTI INDIRECTI SULLA PESCA PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ECONOMICO SUL SETTORE ITTICO

Gli impatti diretti ed indiretti sulla pesca sono comunque complessi ed esulano dalla sola esclusione dalle aree di pesca e possono essere legate alla perdita o al cambiamento delle risorse ittiche in un'area anche molto ampia e, schematizzando quanto riportato in altre parti dello studio, possono riassumersi in:

fase di costruzione:

- modificazione dell'habitat con alterazione della biodiversità
- rumore prodotto dai mezzi di trasporto e nella messa in opera delle strutture
- sospensione di sedimenti e altre modifiche fisiche del fondale in relazione al tipo ancoraggio al fondo
- rischio di sversamenti sistemici o incidentali

fase di esercizio:

1. cablaggi:

- a. effetto barriera corallina sulla base dei sistemi di protezione adottate
- b. effetto sul fondale e sul benthos e la meiofauna se sotterrati
- c. effetto elettromagnetico

2. turbine e struttura: sia impiantata fondale o galleggiante, ancoraggi

- a. effetto del rumore:
 - i. sulle specie e il loro comportamento
 - ii. effetti sul reclutamento, sulle uova e sulle larve
- b. effetti delle pale sulla superficie marina e dell'ombreggiamento
 - i. alterazione del trofismo
- c. effetti barriera artificiale, barriera corallina, effetto FAD, e tigmotropismo
 - i. comunità del foliung e bioconcrezionamento
 - ii. comunità bentonica e specie ittiche associate
 - iii. attrazione di specie nectoniche e pelagiche stanziali e migratorie:
 1. sottrazione di specie e biomassa dalle aree limitrofe
 2. creazione di una nuova comunità
 3. alterazione delle rotte migratorie
- d. effetto stepping stone
 - i. incrementare la connettività delle popolazioni
 - ii. fermare flussi di spread larvale
 - iii. facilitare le bioinvasioni di specie non indigene

- e. creazione di un nuovo ecosistema biologicamente, biodiversamente e funzionalmente differente da quello naturale
- f. modificazioni dell'idrodinamismo dell'area
- g. inquinamento chimico
 - i. trasferimento di contaminanti provenienti dalla corrosione elettro-galvanica delle strutture
 - ii. trasferimento di contaminanti provenienti dagli antifouling usati nelle strutture
 - iii. trasferimento di teflon e/o altri contaminanti provenienti dalle fasi di funzionamento delle turbine
 - iv. contaminanti prodotti nelle attività di manutenzione
- h. modificazione della biodiversità e delle interazioni trofiche
 - i. creazione un nuovo ecosistema biologicamente e funzionalmente differente da quello naturale
 - ii. modificazioni trofiche e della biodiversità diffuso all'ecosistema esterno alla OWF
 - i. effetto esclusione interdizione dell'area alla pesca

fase di decommissioning:

- vi sono ancora poche informazioni sugli effetti della decommissioning sulle risorse pescabili che in parte sono sovrapponibili a quelli della costruzione.

4.11 MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI SULLA PESCA

4.11.1 Esperienze fatte in altri Paesi

Nel Mare del Nord (NSA), un accordo sulla gestione dello spazio marittimo è stato firmato da tutte le parti interessate tranne le organizzazioni della pesca, sebbene fossero state consultate, perché hanno ritenuto che questo avrebbe comportato una riduzione delle zone di pesca a causa dell'espansione delle OWF e delle aree protette.

Il piano prevede che i pescatori siano compensati attraverso un fondo di transizione utilizzato per sviluppare un programma di rottamazione della flotta al fine di riadattare la pesca alle dimensioni dello spazio rimanente e per finanziare sistemi innovativi di pesca sostenibile per le navi che non optano per la rottamazione.

Processi e ostacoli simili sono stati incontrati, come detto, nei processi MSP in alcuni Stati membri dell'UE.

All'interno degli approcci partecipativi, necessita disporre modelli di supporto per sviluppare, in modo adeguato, le strategie di gestione (*Campbell et al., 2014; De Groot et al., 2014; Bastardie et al., 2015*) e valutare le possibili conseguenze delle scelte politiche (*Dijkshoorn-Dekker et al., 2020*). In uno scenario ideale, questi modelli combinano dati biologici ed economici (*Bastardie et al., 2015*) ma è importante includere, nei modelli, anche i dati sulla pesca, raccolti al miglior livello di dettaglio per tutti gli attrezzi da pesca, per valutare i diversi scenari relativi a differenti ubicazioni delle OWF. La modellizzazione è necessaria per ridurre al minimo i costi ambientali e per massimizzare l'economicità della chiusura (*Campbell et al., 2014*). *Bastardie et al. (2015)* mostrano nel loro studio, condotto nel Mar Baltico, che la modellazione spaziale può aiutare a sviluppare un MSP che riduce al minimo l'impatto economico dell'espansione degli OWF sulla pesca.

Per aumentare la precisione dei modelli i dati sulla distribuzione spaziale della pesca devono coprire diverse scale temporali e spaziali e sebbene il sistema di monitoraggio della nave (VMS) offra dati preziosi, la sua risoluzione non è ottimale e risulta quindi preferibile avere a disposizione anche i dati dei plotter dei GPS cartografici dei pescatori (*De Groot et al., 2014*). Inoltre sono spesso trascurati altri fattori, come quelli sulla commercializzazione dei prodotti ittici e sulle le condizioni meteorologiche, che influenzano il comportamento dei pescatori che è la base per creare le migliori strategie di mitigazione (*Groot et al., 2014*)

La consultazione del settore della pesca, come ricordato più volte, è fondamentale quando si sviluppano strategie di gestione per adattare o mitigare gli effetti dell'espansione delle OWF sulla pesca. Una consultazione adeguata, infatti, non è solo auspicabile ma è anche un requisito richiesto per la costruzione delle OWF (*Direttive europee VAS (2001/24/CE) e VIA (85/337/CEE); Reilly et al., 2016*).

La consultazione può essere anche considerata una strategia di mitigazione, in quanto può aiutare a ridurre l'effetto delle OWF sulla pesca, aiutando a evitare aree rilevanti per la pesca (*Reilly et al., 2016*). Pertanto, è importante evitare il "tokenismo", trasformando in una semplice consultazione prerequisito uno strumento base dell'interno del processo decisionale (*Gray et al., 2005; Alexander et al., 2013; De Groot et al., 2014; Reilly et al., 2016*). La consultazione dovrebbe iniziare prima possibile (*Reilly et al., 2016*) e solamente se la parte organizzatrice è realmente interessata ai risultati (*De Groot et al., 2014*) e deve essere ben chiaro quanto i partecipanti possono influenzare il processo di consultazione. Inoltre, all'interno del processo di consultazione possono essere discusse le opzioni di mitigazione, per mostrare ai pescatori che ci si sta impegnando sviluppo di queste misure (*Chen et al., 2015*).

È importante che i pescatori si incontrino faccia a faccia con le società delle OWF, invece di partecipare solo a riunioni pubbliche e un'altra questione sollevata dai pescatori è quella che necessita maggior tempo per le consultazioni (*Gray et al., 2005*) evidenziano che mentre i processi di consultazione sulla realizzazione di piattaforme estrattive duravano almeno un anno, quelle fatte per le OWF durano solo pochi giorni.

Tra i temi che devono essere affrontati nelle consultazioni con la pesca e le altre parti interessate, tra le quali vanno inclusi gli enti di ricerca (*De Groot et al., 2014*), c'è la mappatura delle aree di pesca per localizzare le OWF in aree che non sono considerate le zone di pesca più importanti, ma questo richiede ha come presupposto la flessibilità da parte del processo di pianificazione (*Reilly et al., 2016*).

È anche importante prevedere un compenso economico per garantire la partecipazione a tutti i pescatori che desiderano farlo ai tavoli in quanto questo comporta per loro una perdita di giorni di lavoro (*De Groot et al., 2014*).

Nella pianificazione va considerata anche la possibilità di co-ubicazione delle OWF e delle attività di pesca perché in questo modo le perdite economiche del settore ittico potrebbero diminuire considerevolmente (*Yates et al., 2015*) ma vanno considerati i rischi di accesso, come nel caso di attrezzi da posta che sono considerati di più adatti per la co-locazione all'interno delle OWF rispetto agli attrezzi trainati o a circuizione (*Hooper & Austen, 2014*).

Sulla costa occidentale scozzese, i pescatori non sono stati favorevoli alla compensazione mediante incentivi o investimenti in attività alternative o mezzi di sussistenza (*Alexander et al., 2013*). I pescatori hanno suggerito che la compensazione deve concentrarsi sul benessere a lungo termine delle comunità di pescatori, ad esempio investendo nelle opportunità educative locali (*Alexander et al., 2013*).

Questo dimostra che il risarcimento diretto dei pescatori non è una questione semplice, in quanto ci sono anche diverse opinioni su chi debba diritto al risarcimento. Alcune società di OWF hanno ritenuto che solo i pescatori che stavano pescando all'interno dell'area OWF dovrebbero essere compensati (*Gray et al., 2005*). Questo atteggiamento non tiene conto dell'effetto di aumento della pressione di pesca su altre zone quando la quantità totale di pesca si concentra su queste, inoltre, i pescatori sono contrari alla compensazione collettiva rispetto a quella individuale (*Gray et al., 2005*).

Una compensazione adottata in Francia prevede per i pescatori un compenso annuo per un periodo di 20 anni.

4.11.2 Strategie di gestione per lo sviluppo dell'acquacoltura negli OWF

La cogestione delle OWF e dell'acquacoltura con sistemi multiuso è molto complessa e gli attori spesso si scontrano per sviluppare la cogestione in un modo che sia compatibile con i requisiti necessari per entrambe le attività (*Michler-Cieluch et al., 2008*).

Inoltre va detto che la quasi totalità dell'acquacoltura nelle OWF è rivolta ai mitili la cui produzione non è oggi pensabile nelle aree dello Stretto di Sicilia a causa del loro trofismo, che potrebbe però modificarsi, come detto, in seguito alla realizzazione delle strutture eoliche.

Un caso di studio olandese (*De Koning & Trul, 2020*) ha mostrato che gli allevatori di mitili erano per lo più preoccupati sia per la produzione offshore sia per gli aspetti tecnici di integrazione con le OWF poiché queste ultime non considerano la produzione di cibo come una loro attività importante, mentre erano più interessate alla produzione di alghe per i biocarburanti, per la produzione di energia rinnovabile

Benna et al. (2004) evidenzia che è molto difficile sviluppare l'acquacoltura in assenza di un riconoscimento legale agli acquacoltori del diritto di proprietà sugli impianti di acquacoltura all'interno e all'esterno delle OWF. Il governo olandese e quello belga mirano a stimolare il multiuso nelle OWF attraverso i cosiddetti passaporti di area obbligatori (*De Koning & Trul, 2020*) per cui Michler-Cieluch et al. (2008), De Koning & Trul (2020) consigliano di iniziare comunque con qualsiasi tentativo di multiuso o cogestione ma partendo con impianti piloti sperimentali per affrontare le incertezze. La sperimentazione può consentire una valutazione interdisciplinare e partecipativa del rischio costituito dai problemi naturali, tecnici e le sociali contribuendo a gestire le incertezze (*Van den Burg et al., 2020*). Anche nel decidere lo sviluppo multiuso il processo di consultazione è fondamentale (*Stuiver et al., 2016*).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Oggi disponiamo di una vasta letteratura internazionale sull'impatto delle *Offshore Wind Farm* (OWF) sull'ambiente, la biodiversità, le risorse ittiche e la pesca così come sulla loro gestione sostenibile e il loro inserimento nel processo di *Maritime Spatial Planning*.

In Mediterraneo l'esperienza è oggi ancora modesta perché l'eolico offshore si sta sviluppando soltanto da poco tempo, inoltre, la maggior parte degli studi condotti sino ad oggi, riguarda gli impianti eolici su struttura monopolio e in acque costiere, con una profondità tra i 20 e i 50 metri. La letteratura sugli impianti galleggianti, essendo più recenti, è oggi ancora scarsa.

La letteratura evidenzia che la principale differenza tra un impianto eolico monopolio e uno galleggiante è che il primo sviluppa un effetto prevalentemente verso le specie bentoniche e su quelle che possono colonizzare o essere attratte dalla struttura sommersa e dal suo impianto sul fondale marino, mentre gli impianti galleggianti, sviluppando una grande superficie flottante, molto più ampia rispetto a strutture monopolio, esercitano prevalentemente un effetto FAD (*Fish Aggregating Devices*) soprattutto sulla specie neotoniche e pelagiche mentre ancora poco si sa degli effetti prodotti dagli ancoraggi.

Per quanto riguarda il Mediterraneo la poca letteratura oggi disponibile è costituita da un lato da pubblicazioni e rapporti tecnici prodotti da ecologi che esprimono una grande preoccupazione per la realizzazione delle OWF in funzione della peculiarità ecologiche del bacino e di un biota oggi sottoposto a una forte pressione antropica e a molte minacce, e dall'altro lato, da studi realizzati da ingegneri ed economisti, che non prendono in considerazione gli aspetti ambientali e sociali degli impianti, concentrandosi solo sui vantaggi economici e sulla loro fattibilità.

I primi (Lloret J. et al., 2022; Bray L. et al., 2016) raccomandano di evitare gli ambienti sensibili, gli hotspot di biodiversità e le aree di nursery e di migrazione, di implementare gli studi di sostenibilità ambientale e di adottare un approccio precauzionale mentre i secondi (Marujo R. et al., 2022; Zountouridou E.I. et al., 2016; Soukissian T. H. et al., 2017; Martinez A. & Iglesias GT. 2022) valutano positivamente la fattibilità di impianti eolici in Mediterraneo per la loro resa energetica ed economica.

Un altro aspetto rilevante considerato dalla letteratura è l'impatto che le OWF possono avere sul sociale, i pescatori e sull'economia delle attività correlate alle aree direttamente e indirettamente interessate dalla loro realizzazione.

In molti studi particolare importanza è data alla percezione degli effetti che i pescatori e altri portatori d'interesse e cittadini, delle aree dove sorgono o sorgeranno le OWF, hanno sulla loro realizzazione e in tale direzione sono stati condotti numerosi indagini e sondaggi nel Mare del Nord e negli Staiti Uniti.

Da questi è emersa una forte preoccupazione, soprattutto da parte dei pescatori, che non condividono l'approccio comunemente utilizzato per la realizzazione delle OWF e lamento tre aspetti principali cioè: lo scarso coinvolgimento della categoria nella fase di progettazione e nel processo decisionale sulla scelta delle aree; la scarsità delle informazioni loro fornite sull'impatto ambientale e sugli effetti sulle risorse ittiche e, infine, la poca disponibilità delle imprese e dell'Amministrazione ad attività di mitigazione e compensazione condivise.

5.1 EFFETTI DIRETTI SULLA PESCA DELLA OWF MED WIND (EFFETTO ESCLUSIONE)

Come per le OWF in altri Paesi anche per la OWF MedWIND non vi è stato, in fase preliminare, un approccio partecipativo con i pescatori per giungere ad una reale localizzazione condivisa e per la messa a punto di strategie di mitigazione e compensazione verso il settore. L'approccio condiviso è un processo ritenuto necessario a evitare conflitti e contenziosi con gli stakeholder e richiede tempi sufficienti per una concertazione/condivisione efficace e una disponibilità nel raccogliere fattivamente le esigenze della pesca anche nella riallocazione e nel dimensionamento degli impianti. È stato dimostrato che questo percorso è vantaggioso sia per il comparto della pesca che per le società di OWF.

Un'altra condizione ritenuta necessaria, dagli studi condotti in molte altre aree sulla percezione dei pescatori, è quella di fornire loro dati di dettaglio sulle fasi di costruzione, funzionamento e decommissione dell'OWF, sulle strutture utilizzate, i materiali, gli ancoraggi, i cablaggi e le opere di supporto.

Negli incontri con gli operatori della pesca e gli altri stakeholder, avvenuti dopo la localizzazione della OWF, MedWIND ha presentato una valutazione socioeconomica che riporta una perdita economica e occupazio-

nale per il settore valutata attraverso uno studio basato sull'applicazione di un modello macroeconomico, che la letteratura ritiene poco significativo, non prendendo in considerazione l'economia e il benessere sociale delle aree realmente coinvolte. Lo studio prende in considerazione la superficie marina su cui si estende il campo eolico rapportandola, in termini percentuali, a tutta l'estensione della GSA 16 ed estrapolando la perdita economica proporzionale all'area percentuale sottratta alla produzione economica globale operando prevalentemente su dati 2017.

La GSA 16 è un'area statistica FAO di grande dimensione che si proietta nello Stretto di Sicilia ed è caratterizzata da numerose marinerie, diverse tra loro per la tipologia delle imbarcazioni, che esercitano attività di pesca non assimilabili, inoltre la GSA 16 è un'area molto complessa da un punto di vista alieutico con fondali caratterizzati da un andamento batimetrico e geomorfologico molto diverso che ha influenzato lo sviluppo delle marinerie dell'area. Solo una parte della GSA 16 è utilizzabile dai pescatori poiché molte aree sono interdette alla pesca per vincoli militari e archeologi, o sono sottoposte a divieto di pesca per la presenza di cavi sottomarini e per la presenza di piattaforme estrattive. Inoltre due ampie zone sono state identificate dal GFCM della FAO come aree di nursery e sono interdette alla pesca; nell'area vi sono diversi siti natura 2000 e 2 aree marine protette, più quella istituenda dei "Banchi Graham, Terribile, Pantelleria e l'Avventura, nel Canale di Sicilia" (L. 221/2015 art.6). Inoltre in molte aree vi sono fondali molto profondi con substrati duri non utilizzabili dalla pesca a strascico che è limitata nello spazio anche dalla presenza di numerosi relitti. Nel caso della pesca a strascico vi è anche il limite legato alla distanza minima dalla costa. Per questi motivi la GSA 16 ha un'area pescabile molto ridotta rispetto alla sua dimensione geografica, inoltre estendendosi molto verso il largo in buona parte della GSA 16 non può pescare la flotta costiera, che comunque gioca suo ruolo rilevante nell'economia di settore. I calcoli percentuali sulla base dell'estensione dell'impianto andrebbero riferiti alla sola area pescabile con gli attrezzi da pesca interessati nell'area della OWF. Bisogna però anche evidenziare che una parte dell'area in cui si sviluppa la OWF non è nella GSA 16 ma insiste sulla GSA 10, che è un'altra area statistica della FAO, anch'essa di grande dimensione ma che riguarda prevalentemente il Tirreno meridionale.

Un altro aspetto da prendere in considerazione riguarda i calcoli di impatto economico ed occupazionale restituiti per i due scenari proposti cioè quello di realizzare un campo unico che occuperebbe 2500 km² e quello di realizzarne due per un totale di 800 km². La seconda soluzione non esprime un impatto equivalente a un terzo della prima sull'economia della pesca, così come riportato nella valutazione socioeconomica di

MedWIND, perché le aree escluse, in seguito allo studio della Stazione Zoologica Anton Dohrn, sono comunque aree poco o nulla utilizzabili dalla pesca a strascico in quanto costituite da canyon e da substrati duri e non sono nemmeno fruibili dalla pesca ai grandi pelagici con i palangari in quanto lo spazio non occupato dalle due aree rispetto allo scenario 1 non sono funzionali a consentire l'utilizzo di questo tipo di attrezzo. Inoltre, mantenendo inalterato il numero di piattaforme eoliche tra i due scenari si riduce sensibilmente la distanza tra queste aumentando, con ogni probabilità, l'intensità dell'effetto FAD e limitando l'eventuale possibilità di realizzare tecniche di pesca innovative nell'area. Va anche considerato che la pesca a strascico sul gambero rosa e il gambero rosso, che viene praticata sui fondali del mesobatiale dell'epibatiale, effettua cale della durata di 3/5 ore compiendo un percorso tra i 10 e i 15 km a cui vanno aggiunti i chilometri percorsi durante il varo e il salpamento dell'attrezzo e la lunghezza dei calamenti e dei cavi d'acciaio, che è più o meno tre volte la profondità di esercizio, inoltre, le rotte seguite dalla pesca a strascico seguono l'andamento dei fondali e scansano le afferrature e non possono, quindi, adattarsi a percorsi obbligati legati all'interdizione dell'area. Considerando quindi le aree interdette, le aree impraticabili, le traiettorie da dover percorrere e la lunghezza delle cale l'area che, verrà sottratta alla pesca è molto più ampia del perimetro globale del campo eolico nella sua originaria dimensione anche nel caso di una riduzione dell'area di impianto. In quanto anche realizzando le due diverse sub-aree di minore estensione non ammenterebbe la superficie utilizzabile dai pescherecci che operano nell'area o lo sarebbe solo marginalmente.

Per i palangari per grandi pelagici, cioè il tonno e pescespada, l'area effettivamente preclusa risulta ancora maggiore. L'area identificata per la OWF è un'area di grande rilevanza per questa pesca però, essendo i palangari per grandi pelagici lunghi sino a 50 km, che è la massima lunghezza consentita, ed essendo trasportati in superficie dalla corrente anche per molte miglia lungo traiettorie non prevedibili, la realizzazione della OWF interdice di fatto questa attività in una area molto più vasta di quella strettamente connessa al parco eolico. Sulla pesca ai grandi e medi pelagici va anche considerato il fatto che possano esserci un effetto ecosistemico e un effetto FAD sulle specie bersaglio, ovvero che queste specie vengano attratte nel campo eolico e permangano all'interno di questo influenzandone la cattura all'esterno. Se questo effetto venisse confermato potrebbe creare un problema non solo alla pesca strettamente connessa all'area ma anche all'attività praticata in una area molto più vasta di quella della OWF.

La OWF potrebbe anche modificare le aree parentali, le aree riproduttive, le aree di reclutamento e le aree di nursery di queste specie con effetti

ecosistemi di difficile previsione, creando un serio impatto sull'economia legata a specie iconiche e dall'alto valore economico e culturale; deve anche considerarsi il possibile impatto sulla storica tonnara di Favignana che sta riprendendo l'attività e che già dispone di una quota tonno. Un'altra attività di pesca che si sta sviluppando nelle marinerie trapanesi è la pesca alla lampuga sotto i "cannizzati" e la presenza dell'enorme FAD rappresentato dall'OWF potrebbe interferire fortemente con la pesca di questa specie.

Va ricordato che l'area ricade all'interno di un sistema complesso che la COP 12 della Convenzione sulla Diversità Biologica ha eletto, nel 2014, EBSAs (*Ecologically or Biologically Significant Areas*) un'area che coinvolge l'intero Stretto di Sicilia che è stata ritenuta dalla Convenzione di grande interesse ambientale per la ricchezza e la fragilità della sua biodiversità. Va considerato che in un'area molto più ampia vi sono anche i principali banchi dello Stretto di Sicilia alcuni dei quali, come già detto, sono stati identificati dal legislatore come area marina protetta inoltre la Sovrintendenza del Mare della Regione Siciliana e l'Università di Palermo avevano candidato l'area in cui insistono i banchi come Riserva della Biosfera dell'UNESCO.

Per quanto riguarda l'impatto sulla pesca non essendo possibile riferirsi all'intera, e alla sola, GSA 16 bisogna andare a valutare nel dettaglio quali potrebbero gli effetti dell'OWF sulle porzioni della GSA 10 e della GSA a 16 interessate direttamente e indirettamente da questo. Ci riferiamo quindi, per la parte italiana, agli effetti sulle marinerie di Mazara del Vallo, di Marsala, di Trapani, delle isole Egadi e di San Vito Lo Capo. Necessità però considerare che potrebbero esserci altre marinerie siciliane coinvolte da effetti ecosistemici dell'OWF.

I dati che ci provengono dal Piano Nazionale di Lavoro Raccolta Dati Alieutici del MIPAAF, aggiornato al 2022, sulla produzione economica della pesca nelle celle del grid FAO su cui ricade la OWF indicano una cattura di 391 tonnellate di prodotto pari a di 5.989 M€ nelle 4 celle del grid che sono però più ampie dell'area occupata dalla OWF anche se non tutta la loro superficie è strascicabile. Questo dato non è quindi molto dissimile da quello calcolato nello studio MedWIND e riferito all'intera area dello scenario uno della OWF che è di 4,4M€.

Questa perdita economica, però, se è correlata alla produzione di tutta la GSA 16, come è stato fatto nella valutazione socioeconomica fornita da MedWIND, rappresenta circa il 3% dell'intera produzione, ma se viene rapportata alla reale produzione ovvero a quella delle imbarcazioni superiori a 12 metri di Mazara del Vallo, Marsala, Trapani, Isole Egadi e San Vito Lo Capo, la produzione persa, in termini economici, per l'esclusione

dall'area è pari al 49,9% della loro intera produzione nella GSA 16 e, se anche adottassimo il calcolo macroeconomico fornito da MedWIND di una produzione nell'area della OWF di 4,4 M€, avremmo una perdita economica pari a 36,7% per il segmento di flotta direttamente interessato dall'esclusione dall'area.

Mazara del Vallo è coinvolta in quanto l'area della OWF è una delle zone di pesca utilizzate dalla flotta di mazarese per la pesca del gambero rosa e del gambero rosso. La pesca nell'area è già stata evidenziata in studi effettuati da ex ICRAM e dal CNR di Mazara del Vallo già trent'anni fa, e fa parte delle cosiddette "aree di Ponente". Oggi la flotta di Mazara del Vallo è ridotta a 114 imbarcazioni a strascico ed è fortemente provata, da un lato dall'aumento dei costi di gestione e dal caro gasolio, e dall'altro dall'interdizione di un'area di pesca molto ampia e di grande rilevanza, nel Golfo della Sirte, e reclamata unilateralmente dalla Libia. La flotta mazarese, per questo motivo, è oggi costretta ad operare anche in aree di pesca a sud della Turchia, con un forte incremento dei costi di esercizio, aree queste che potrebbero essere presto precluse alla flotta italiana.

Molte altre aree di pesca a strascico nelle acque siciliane sono condivise con altre flotte, come quelle di Portopalo, di Pozzallo, di Licata, di Sciacca e di porto Empedocle, che su le aree a gambero rosa, di fronte alle loro marinerie, oltre a esercitare una sorta di diritto storico vantano un minore costo di esercizio rispetto alle imbarcazioni per la pesca mediterranea di Mazara del vallo.

Per queste ragioni ogni area di pesca assume oggi una grande importanza per la pesca a strascico di Mazara del vallo e, in particolare l'aria relativa alla OWF MedWIND, assumerà anche una maggiore rilevanza se le "zone di ponente", all'interno della piattaforma continentale italiana (*sensu Law of the Sea, UNCLOS, Montegobay 1982*) dovranno sostituire aree di pesca oggi utilizzate e domani precluse se, come si ritiene, presto avrà seguito l'attuazione della ZEE (Zona Economica Esclusiva) così come è stata identificata nella Convenzione di Montego Bay.

L'attività di pesca nell'area è evidenziabile dai tracciati AIS del 2019 e del 2020 che mostrano come l'area sia stata frequentata da ben 186 diverse imbarcazioni esprimendo un'attività di 20 ore annue per ogni cella di rilevazione, che misura mezzo miglio nautico per lato. Anche i rilevamenti sulla pesca effettuati attraverso i logbook nella raccolta dati effettuata per il MIPAF evidenziano un'attività di pesca di interesse economico nelle sub celle di rilevamento della GSA 16 e della GSA 10 che si riferiscono all'area del campo eolico. Possiamo ritenere, sia nel caso dei tracciati AIS che dei dati ricavati dai *logbook*, che questi siano comunque sottostimati. Anche i tracciati georeferenziati delle cale e delle afferrature, ricavati dai GPS dei pescherecci di Mazara del vallo nell'ambito di uno

studio effettuato dal CNR e dall'ISPRA, evidenziano un'intensa attività di pesca nell'area.

È molto più complesso invece risalire all'impatto sull'attività dei palangari per grandi pelagici che operano nell'area, anche se rappresentano il 24% delle imbarcazioni registrate nelle celle del grid FAO riferite all'OWF, perché, come già detto, la tipologia di questa pesca non è strettamente correlabile alla sola area interdetta e poiché l'area della OWF e una parte integrante di quasi tutte le pescate effettuate in una vasta area di pesca che non potrebbe essere più utilizzata anche per l'oggettiva impossibilità di pescare con i palangari per grandi pelagici in presenza di strutture eoliche; va anche considerato che quando, sarà attiva la Zona Economica Esclusiva con la Tunisia, sarà a loro preclusa la quasi totalità dell'area utilizzabile nello Stretto di Sicilia.

Un ulteriore aspetto è legato al fatto che le imbarcazioni direttamente e indirettamente interessate alla pesca nell'area, qualora questa venisse interdetta, dovrebbero riversarsi in altre aree, prevalentemente costiere, entrando in conflitto con le altre attività di pesca e competendo con queste sugli spazi e sulle risorse, alterando equilibri consolidati negli anni. Infine vanno considerate le conseguenze che potrebbero esserci sull'indotto, il terziario della pesca nelle marinerie interessate sia per il pescaturismo e per il turismo azzurro, quest'ultimo legato ai valori antropologici, culturali e identitari della pesca. Inoltre nella GSA16 sono in via di realizzazione altre OWF con effetti su altre marinerie riducendo ulteriormente le aree di pesca e aumentando gli impatti cumulativi sulla pesca.

5.2 IMPATTI INDIRETTI DELL'OWF SULLA PESCA NELL'AREA

Gli impatti delle OWF sulla pesca possono essere sia diretti, per l'esclusione della pesca nelle aree occupate sia indiretti, sulle risorse ittiche pescabili e sull'ambiente marino. Questi impatti si verificano nelle fasi di costruzione, di funzionamento e di decommissione .

La letteratura, che si basa quasi esclusivamente su studi non realizzati in Mediterraneo, identifica una serie di impatti e di interazioni che possono manifestarsi in maniera diversa in relazione alla dimensione delle OWF, alle tecnologie utilizzate, alla profondità, alla loro distanza dalla costa e all'ambiente in cui insistono.

Sono stati identificati impatti sulle specie bentoniche, sulle specie ittiche nectoniche e pelagiche e sui mammiferi marini. Le cause degli impatti

sono state studiate soprattutto per gli impianti monopodio e sono state correlate ad alcuni fattori principali che sono analizzati nel capitolo 3.

L'impatto sull'ecosistema bentonico delle OWF galleggianti è ritenuto inferiore a quello delle strutture monopodio non essendo presente il pilone impiantato sul fondo. Va però considerato che non esiste ancora una letteratura che ci aiuti a capire quale tipo di impatto possano esercitare i diversi sistemi di ancoraggio e gli ormeggi sul fondale, sulla colonna d'acqua e sulla biodiversità. Non conosciamo, nel caso della OWF della MedWIND, che sistemi di ancoraggio saranno adottati, ma qualunque essi siano, esprimeranno un impatto diverso dalle strutture monopodio trattandosi di cavi o catenarie sottoposte a vibrazioni e movimenti, e sarà possibile valutarlo solo in futuro.

Anche per quanto riguarda la valutazione dell'effetto FAD e dell'effetto barriera corallina sull'ambiente neotonico e pelagico vi è una differenza tra i sistemi monopodio e quelli ancorati, questi ultimi, infatti, in funzione, della grande dimensione della superficie galleggiante, con buona probabilità, esprimeranno un maggior effetto su questi ambienti. Pur non disponendo di un sufficiente supporto dalla letteratura sull'effetto FAD degli impianti eolici galleggianti, e ancor meno per il Mediterraneo, sappiamo che un effetto rilevante è stato rilevato dagli studi effettuati sulle piattaforme monopodio e possiamo anche utilizzare anche i risultati che ci provengono dalle osservazioni condotte sulle piattaforme estrattive. Però tra queste e le strutture delle OWF galleggianti vi sono differenze legate alla dimensione della superficie galleggiante e sul fatto che le piattaforme estrattive sono posizionate tra loro a una distanza e in un numero tale da non rappresentare un cluster ecologicamente funzionale ovvero esercitano un effetto FAD l'una indipendentemente dall'altra. Nella OWF MedWIND le numerose strutture di grande dimensione, poste a una distanza relativamente breve, potrebbero esercitare un unico e sinergico effetto FAD, fenomeno questo già osservato nei FADs (cannizzati) utilizzati per la pesca nonostante la loro dimensione molto piccola.

Gli studi condotti sui FADs utilizzati per la pesca dimostrano che l'effetto attrattivo di corpi galleggianti è molto ampio anche per piccole strutture e in Mediterraneo evidenziano la capacità di assemblare numerose specie creando dei veri e propri ecosistemi artificiali pelagici. L'effetto FAD è complesso, le specie si aggregano sotto corpi galleggianti, fissi o alla deriva, per diversi motivi: il primo è legato al camuffamento e al riparo dai predatori da parte di giovanili specie ittiche come i giovani tonni e le ricciole che in ambiente pelagico si riparano così dall'azione predatrice degli uccelli marini; un altro motivo è connesso al frapporre ostacoli tra le specie aggregate e altre specie di predatori pelagici, un terzo motivo di aggregazione è quello di poter fruire di una catena trofica aggiuntiva

indotta da meccanismi idrodinamici connessi al FAD stesso. Allo stato attuale non si può fare nessuna previsione sull'effetto che può generare una struttura di grande dimensione come la OWF MedWIND costituita da elementi molto grandi, in un'area dalle forti peculiarità ambientali e che opererà tutto l'anno. Nel caso di strutture di grande dimensione abbiamo anche un fenomeno legato all'attrazione da corpo solido, cioè il tigmotropismo positivo, che è stato già osservato nelle piattaforme estrattive, che porta le specie ittiche pelagiche di media e di grande dimensione ad avvicinarsi alle strutture galleggianti che vanno così a costituire così un vero e proprio nuovo ecosistema pelagico. Lo stesso fenomeno è esercitato anche dalle strutture sommerse su altre specie, fenomeno quest'ultimo noto come effetto relitto e sfruttato nelle barriere artificiali. Queste considerazioni ci portano ipotizzare che da questo punto di vista l'impianto MedWIND possa costituire una vera e propria isola galleggiante di grande dimensione della quale è impossibile prevedere gli effetti che avrà sull'ecosistema e la pesca nel breve, medio e lungo termine. Dobbiamo inoltre pensare che in un ambiente di mare aperto, in seguito alle azioni di aggregazione della fauna ittica, potranno crearsi nuovi ecosistemi prima inesistenti che potrebbero modificare gli equilibri trofici e la biodiversità in una macroarea molto più ampia della area di impianto della OWF.

Un'altra azione prodotta dagli impianti offshore, indipendente da quello che è il sistema di ancoraggio, è l'effetto prodotto dal movimento delle pale eoliche sull'acqua che provoca, secondo la letteratura, un rimescolamento dello strato superficiale e la risalita delle acque profonde con un aumento del trofismo generale che si cumula a quello legato all'effetto FAD.

Il rumore, le vibrazioni e i campi elettromagnetici prodotti dal funzionamento degli impianti e al trasporto dell'energia, secondo numerosi studiosi, hanno effetti sulla fauna marina diversi in relazione alle aree che sono interessate e possono interagire con le specie bentoniche aggregate alle strutture e, secondo alcune pubblicazioni, anche sul benessere di uova e larve di pesci ed è stato provato che per alcune specie ittiche questo effetto è avvertito sino a 500m dalla sorgente. L'effetto acustico ed elettromagnetico sui mammiferi marini è amplificato dai loro organi sensoriali ma, per altre specie animali, gli studi non hanno dato risultati coerenti e con ogni probabilità l'effetto è legato alle aree su cui sorgono le OWF, alle specie presenti, alle condizioni edafiche, biologiche e climatiche delle aree su cui sorgono.

Altri effetti rilevanti delle piattaforme offshore sull'ecosistema pelagico sono legati alla loro influenza sulla connettività e alla diffusione delle specie aliene. Nel primo caso vi sono due diverse modalità d'impatto: la prima è rappresentata dalla possibilità, da parte delle strutture solide del-

l'impianto, di fissare forme larvali trasportate dalle correnti facendole sviluppare nell'area e sottraendole quindi alle aree di destinazione impoverendole; la seconda è legata al fatto che le piattaforme rappresentano un substrato duro aggiuntivo, espresso lungo tutta la colonna d'acqua, in un ambiente costituito da substrati mobili, che consente lo spostamento di specie tra due aree che non potrebbe avvenire senza che queste specie saltino da un substrato duro ad un altro, questo fenomeno è noto come *stepping stone* ed è stato studiato recentemente soprattutto per quanto riguarda le modifiche della biodiversità causate dalle barriere artificiali, dai porti e dalle opere di protezione della costa che hanno consentito lo spostamento di specie che prima della loro realizzazione non avrebbero potuto raggiungere distanze così grandi, questo ruolo è stato anche osservato anche nei confronti delle specie aliene.

Non sappiamo se questi aspetti siano stati presi in considerazione negli studi per la realizzazione dell'OWF MedWIND ma va detto, come evidenziato da una vasta letteratura, che l'ambiente interessato è un'area di transizione tra lo Stretto di Sicilia e il Tirreno meridionale, che ha un ruolo chiave per la biodiversità neotonica e pelagica dell'area, che è una rotta di migrazione del tonno rosso, che è un'area di riproduzione del pesce spada e che è un'area di rilevante interesse per i mammiferi marini. Quest'ambiente gioca anche un ruolo fondamentale nel funzionamento ecosistemico dello Stretto di Sicilia ed è di rilevante importanza per l'economia ittica.

Non si possono correlare gli effetti ecosistemi, nel medio e lungo periodo, di un impianto di questa dimensione alla sola area strettamente interessata dalla OWF perché questa può avere un effetto molto ampio sul reclutamento, la distribuzione, la biomassa e la diversità ittica di un'area più grande con effetti sulle catture non solo per le imbarcazioni direttamente interessate all'area ma sull'intera flotta da pesca, inclusa quella artigianale, che opera in ambiente costiero nelle marinerie delle Egadi, di Marsala e di Trapani. Questo effetto su ampia scala potrà essere verificato soltanto attraverso studi condotti nel tempo, per questo motivo è opportuno adottare un approccio precauzionale nella realizzazione della OWF considerando che gli impatti non sono legati solo al funzionamento ma anche alla fase di costruzione e a quella di decommissione.

La letteratura evidenzia, su studi realizzati prevalentemente su impianti monopodio, che la fase di costruzione ha un impatto sull'ecosistema a volte maggiore di quella di esercizio. L'impatto espresso non è solo relativo al fondo marino ma a tutta l'attività di superficie dei rimorchiatori, delle navi posa-cavo e delle attività connesse anche in questo caso variabili per gli impianti galleggianti in base al tipo di ancoraggio utilizzato. La valutazione socio economica sottoposta da MedWIND, negli incontri

con gli operatori della pesca, non fornisce informazioni sugli effetti della costruzione, del funzionamento e della decommissione della OWF sull'ecosistema e sulle risorse ittiche anche se molti studi condotti in altri Paesi sottolineano che alcuni problemi possono essere superati attraverso un approccio partecipativo che coinvolga i pescatori e le altre categorie interessate.

La preoccupazione espressa dagli ecologi europei sugli impatti delle OWF in Mediterraneo dovrebbe portare ad applicare il principio precauzionale nella realizzazione di una fattoria eolica offshore della dimensione di quella MedWIND realizzando l'impianto in modo modulare e adattativo, sottoponendolo a studi indipendenti per la valutazione degli effetti spazio temporali sugli ecosistemi e sull'economia della pesca dell'area.

La necessità di adottare un approccio precauzionale nella realizzazione di importanti opere antropiche in aree sottoposte agli effetti del riscaldamento globale scaturisce anche dalle convenzioni internazionali su cambiamento climatico.

Nella documentazione acquisita non si evince se è stato preso in considerazione anche l'impatto che l'OWF può avere sull'occupazione, sull'economia e sui valori sociali culturali della pesca delle marinerie nell'area. L'effetto sulla pesca della valutazione socioeconomica fornita da MedWIND si riferisce all'intera GSA16 ignorando che su scala locale sono collegate persone, culture e saperi che hanno un'ampia valenza sul territorio tanto da essere stata promulgata una legge regionale sull'identità della pesca siciliana.

Deve essere anche valutato se in un'area di tale rilevanza ecologica ed alienica i riflessi della costruzione dell'impianto non possono anche ricadere sulla pesca artigianale, che sebbene distante in senso spaziale, potrebbe essere colpita da effetti ecosistemici e dalla competizione da parte delle flotte escluse dall'area.

Come detto, l'effetto ecosistemico legato all'ambiente bentonico, nectonico e pelagico di un impianto di questa dimensione non è prevedibile e non si può nemmeno ritenere che lo stato attuale delle risorse demersali e dei fondali dell'area, che sono fortemente impattati dalla pesca, come evidenziato nello studio della Stazione Zoologica di Napoli, possano trovare giovamento dalla preclusione di questa attività se l'impatto della pesca sui fondali viene sostituito da quello degli ancoraggi, inoltre è l'effetto sulla biodiversità nectonica e pelagica quello che desta maggiore preoccupazione.

Ne si può ritenere da un punto di vista ecologico che la crescita della biomassa di alcune specie, il cambiamento della biodiversità e la creazione di un nuovo ecosistema su strutture artificiali possano essere vantaggiosi per l'ambiente e la pesca solo perché potrebbero implementare la bio-

massa ittica totale nell'area. Per tutelare l'ambiente, esistono altri strumenti di conservazione che possono essere applicati, dopo attenti studi, come il santuario pelagico transnazionale più volte proposto per una vasta macroarea dello Stretto di Sicilia.

5.3 CONSIDERAZIONI FINALI

È sino ad oggi mancato un approccio partecipativo attraverso studi sulla percezione degli effetti della pesca da parte dei pescatori, la condivisione nella scelta delle aree e una informazione condivisa con le categorie. La letteratura indica con chiarezza che questo approccio è indispensabile per la buona riuscita delle attività dell'eolico offshore giacché la condivisione con il territorio è un percorso necessario per la realizzazione di un'opera di tale dimensione. Molti autori ritengono che in assenza di questo percorso si verificano lunghi ritardi nell'esecuzione dell'opera è molto spesso si raggiungono risultati meno efficaci poiché i pescatori dispongono una conoscenza del mare indispensabile alla migliore collocazione dell'impianto.

Peraltro gli impianti offshore rientrano oggi all'interno di una pianificazione dello spazio marittimo oggi voluto dalla Direttiva sul *Maritime Spatial Planning* in cui la destinazione degli spazi avviene attraverso un processo condiviso con tutti i portatori di interesse dell'area. L'Italia ha in corso l'attuazione della Direttiva e, al momento dello studio, vi è stata la pubblicazione dei tre Piani Nazionali e sono state aperte le consultazioni.

La lezione che proviene dalle esperienze pregresse, e riportate dalla letteratura, è che le misure di mitigazione e di compensazione degli effetti delle OWF sulla pesca vanno attentamente valutate e programmate insieme agli operatori.

Gli insuccessi nelle strategie di mitigazione e compensazione, che provengono dalle esperienze di altri paesi, non sono incoraggianti per quanto riguarda l'OWF MedWIND anche perché l'area, sottoposta ai pescatori, nelle tardive consultazioni, ha una rilevante importanza per la pesca e soprattutto per le marinerie direttamente interessate, ed è impossibile preconizzare scenari futuri sugli effetti sulle risorse ittiche.

Va anche considerato che la letteratura indica i campi eolici come aree di insediamento e diffusione di specie aliene e che l'area, sino alla costa trapanese, è interessata da una crescente e preoccupante invasione del granchio blu.

Per quanto riguarda la possibilità di co-utilizzazione dell'area da parte della pesca la letteratura evidenzia una forte preoccupazione, da parte

degli operatori, nel poter effettuare attività di pesca all'interno dei campi eolici nonostante in questi, talvolta, vi sia un forte aumento di biomassa. L'area della OWF MedWIND sorge ad una distanza dalla costa che non consente l'accesso alla pesca artigianale e rende difficile l'uso di attrezzi da posta anche da parte di eventuali motopesca abilitati sia per la complessità strutturale degli impianti (generatori, ancoraggi, cablaggi strutture di supporto), sia per le condizioni meteorologiche dell'area che scoraggiano l'uso di attrezzi da posta che richiedono condizioni meteomarine ottimali, rare nelle aree offshore dello Stretto di Sicilia.

Maggiore interesse, secondo la letteratura, può avere lo studio e la messa a punto di nuove tecniche da pesca innovative all'interno dei campi eolici ma, nel caso della OWF MedWIND, va verificato sia se la produttività ha una valenza compensativa sia la possibilità di riconvertire la flotta, perchè, come detto, l'area non è fruibile dalla pesca artigianale. Inoltre, alcuni studi evidenziano che la sicurezza degli operatori è una delle principali limitazioni alla pesca nelle OWF.

Inoltre è emerso, da un incontro fatto a Trapani con tutte le organizzazioni locali della pesca, che la flotta a strascico e quella dei palangari non sono disponibili ad una riconversione.

Anche la co-localizzazione con l'acquacoltura appare un percorso poco percorribile in quanto, allo stato attuale il trofismo dell'area rende poco probabile la molluschicoltura e appare complessa la maricoltura in gabbie e soprattutto la loro gestione in aree così lontane dalla costa. Va anche considerato che esperienze di maricoltura con i pescatori condotte in Sicilia non hanno dato sin ora risultati positivi.

Anche misure di compensazione economica, individuale e collettiva, sono state viste, nell'incontro tenuto con gli operatori, un percorso non condivisibile in quanto i pescatori locali rivendicano il diritto a esercitare il proprio lavoro. Potrebbero essere esplorate misure alternative che prevedano la valorizzazione di altre opportunità economiche per il settore in asse con le politiche della pesca regionali, nazionali e comunitarie. Per colmare le perdite del settore e non gravare sull'occupazione potrebbero essere valutate, con un approccio partecipativo, strategie rivolte alla valorizzazione della produzione locale e della identità culturale delle marinerie interessate sviluppando e ottimizzando le potenzialità della filiera in settori innovativi, come il ruolo della pesca nella raccolta dei rifiuti marini, l'utilizzazione degli scarti di pesca e delle catture sottoutilizzate e il turismo blu. Tra le misure di mitigazione, per sviluppare strategie adattative e adottare un approccio precauzionale, realizzando una OWF a crescita modulare, va considerata la creazione di un osservatorio permanente fatto dalla OWF, dai pescatori, dall'Amministrazione e dalla ricerca scientifica.

Le forme di mitigazione e di compensazione devono essere messe a

punto attraverso percorsi condivisi prendendo anche in considerazione azioni di salvaguardia della pesca costiera attraverso azioni integrate alla tutela e valorizzazione del suo patrimonio culturale e della sua identità.

Dagli incontri con le associazioni di categoria emerge che la creazione di nuovi posti di lavoro in attività diverse dalla pesca, e da quelle ad essa collegata, non è per loro una mitigazione né una compensazione in quanto i pescatori delle marinerie coinvolte rivendicano il diritto di esercitare il loro mestiere, il cui valore sociale è culturale è oggi finalmente riconosciuto anche dal legislatore.

Si ritiene pertanto necessario, per una migliore valutazione dell'impatto sulla pesca, che vengano fornite da MedWIND le informazioni, che auspichiamo siano state già prodotte, sulle tecnologie e le strutture utilizzate per la realizzazione dell'OWF, sui possibili impatti ed effetti del campo eolico sugli ecosistemi bentonici, nectonici e pelagici e sul trofismo e la biodiversità dell'area, sull'influenza sulla connettività e sulle specie aliene e soprattutto sul reale impatto economico e sociale della OWF sulla pesca, nelle marinerie interessate, nel breve, medio e lungo periodo. La valutazione dell'impatto nella fase di costruzione e decommissione e quali saranno le attività ad esse inerenti. Quali metodi di analisi pre-durante-dopo per la valutazione dell'impatto saranno utilizzati e se si intende effettuare una contabilità ambientale sulla realizzazione della OWF. Si ritiene opportuno anche acquisire la valutazione dei rischi e le misure necessarie per prevenirli, minimizzarli e affrontarli.

Va ricordato in conclusione che dalla letteratura emergono alcuni aspetti fondamentali che dovrebbero essere attuati per garantire l'economia e l'occupazione del comparto ittico:

- È necessario predisporre un monitoraggio BACI (Before-After-Control-Impact) degli habitat bentonici dell'area della OWF per valutare se ci saranno potenziali impatti, tradotti in guadagno o perdita di habitat e di biodiversità (*Bakran-Petricoli et al., 2006*). Negli impianti di grande dimensione può essere necessario integrarlo con il monitoraggio BAC (*Methratta E. T., 2020*).
- Realizzare una modellizzazione ecosistemica della rete trofica per valutare il potenziale guadagno/perdita di biodiversità e affrontare la valutazione d'impatto con un approccio ecosistemico. (*Raoux et al., 2017; Halouani et al., 2020; Raoux et al., 2019; Pezy et al., 2020*).
- Inserire la localizzazione e la fattibilità delle OWF all'interno del processo di MSP, coinvolgendo i pescatori nella scelta delle aree, fornendo tutte le informazioni necessarie e valutando in forma partecipativa sia le soluzioni alternative, sia le misure di mitigazione e compensazione.

- Sviluppare la OWF adottando il principio di precauzione e applicando un approccio adattativo procedendo a una realizzazione della OWF per lotti sottoposti a monitoraggio da parte di organismi indipendenti.
- Realizzare una attenta analisi del rischio adottando le misure di prevenzione ed intervento necessarie a fronteggiare le emergenze.
- Realizzare gli studi sulla connettività e i vettori di introduzione di specie aliene attraverso modelli biofisici per valutare i vari scenari di localizzazione della OWF (*Sheehy e Vik, 2010*), prevenendo l'effetto corridoio che potrebbe favorire l'introduzione e la diffusione delle specie aliene.
- La OWF andrebbe sottoposta a studi che consentano una valutazione dell'applicazione della direttiva *Under Directive 2001/42/EC on the Assessment of Certain Plans and Programmes* (SEA Directive) e di verificare eventuali impatti nel raggiungimento dei GES della MFSD (*Abramic A. et al 2022*).



Bibliografia

- Abramic A., Cordero Mennin V., Haroun ., 2022 — Environmental impact assessment framework for offshore wind energy developments based on the marine Good Environmental Status. *Environmental Impact Assessment Review* 97 (2022) 106862
- Addis P., Cau A., Massuti E., Merella P., Sinopoli M., Andaloro F. (2006) Patterns of assemblage in FAD-associated fish species in the Western Mediterranean" by (ALR-191). *Aquatic Living Resource*, 19: 149-160.
- Abramic A., García Mendoza, A., Haroun, R., 2021. Introducing offshore wind energy in the sea space: Canary Islands case study developed under Maritime Spatial Planning principles. *Renew. Sust. Energy. Rev.* 145, 111119 <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.111119>
- Alexander, K.A., T. Potts, and T.A. Wilding. 2013a. Marine renewable energy and Scottish west coast fishers: Exploring impacts, opportunities and potential mitigation. *Ocean & Coastal Management* 75:1–10, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.01.005>.
- Andaloro F. (2020). Ripensare la pesca nell'antropocene. In *Street & truck food festival*, P.17-23. Costa A., Ottaviano R e Bozzelli G. Editore 2020
- Andaloro F., Rinaldi A. (1998). Fish biodiversity change in Mediterranean Sea as tropicalisation phenomenon indicator. – Indicator for Assessing Desertification in the Mediterranean. E. G. D'Angelo and C. Zanolla (eds.). Rome, A.N.P.A. pp. 201-206.
- Andaloro F., Azzurro E. (2004). The Sicily Channel a crossroad between Atlantic and Indo-Pacific- Worlds. - 13th international conference on aquatic invasive species. Ennis, Ireland. p. 192.
- Andaloro F. (2001) – Identificazione delle aree di concentrazione dei giovanili di tonno rosso nei mari siciliani nell'ambito del Programma di ricerca multidisciplinare per lo sviluppo dell'allevamento del tonno rosso (L.41/82) . Rapporto Tecnico MIPAAF 2001.
- Andaloro F., Campo D., Castriota L., Sinopoli M. (2007). Annual trend of fish assemblages associated with FADs in the southern Tyrrhenian Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 258-263.
- Andaloro F., Ferraro M., Mostarda E., Romeo T., Consoli P. (2013). Assessing the suitability of a remotely operated vehicle (ROV) to study the fish community associated with offshore gas platforms in the Ionian Sea: a comparative analysis with underwater visual census (UVCs). *Helgoland Marine Research*, 06/2013; 67(2):241-250. doi: 10.1007/s10152-012-0319-y.
- Andaloro F., Castriota L., Ferraro M., Romeo T., Sarà G., Consoli P. (2011). An integrated approach for the study of fish assemblages associated with gas platforms in the Mediterranean Sea: evidence from visual census techniques and experimental fishing surveys. *Ciencias Marinas*, 37(1): 1-9.
- Andersson O M.H. and Öhman M.C (2010). Fish and sessile assemblages associated with wind-turbine constructions in the Baltic Sea - *Freshwater Research*, 2010, 61, 642–650
- Anderson P.A., I.K. Berzins, F. Fogarty, H.J. Hamlin, and L.J. Guillette. 2011. Sound, stress, and seahorses: The consequences of a noisy environment to animal health. *Aquaculture* 311(1–4):129–138, <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.11.013>.
- Atlante delle risorse ittiche Demersali italiane. Ministero delle Politiche Agricole Ardzizzone G. e Corsi F. ed. 1997, Società Italiana di Biologia Marina.
- Ashley, M.C., Mangi S.C., Rodwell L.D., 2014. The potential of offshore windfarms to act as marine protected areas a systematic review of current evidence. *Mar. Policy* 45, 301–309. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOL.2013.09.002>.
- Auld, A.H., Schubel J.R., 1978. Effects of suspended sediment on fish eggs and larvae: a laboratory assessment. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* 6, 153–164. [https://doi.org/10.1016/0302-3524\(78\)90097-X](https://doi.org/10.1016/0302-3524(78)90097-X).

Azzurro E., Ben Souissi J., Boughedir W., Castriota L., Deidun A., Falautano M., Ghanem R., Zammitmangion M., Andaloro F. (2014). The Sicily Strait: a transnational observatory for monitoring the advance of non indigenous species. 45° Congresso della Società Italiana di Biologia Marina (SIBM). Venezia, 19-23 maggio 2014.

Babcock, E. A., Pikitch, E. K., McAllister, M. K., Apostolaki, P., Santora, C., 2005. A perspective on the use of spatialized indicators for ecosystem-based fishery management through spatial zoning. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 469-476.

Bailey, H., Brookes, K.L., Thompson, P.M., 2014. Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. *Aquat. Biosyst.* 10, 8. <https://doi.org/10.1186/2046-9063-10-8>.

Bailey, H., Brookes, K.L., Thompson, P.M., 2014. Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. *Aquat. Biosyst.* 10, 8. <https://doi.org/10.1186/2046-9063-10-8>.

Bakran-Petricioli, T., Antonić O., Bukovec D., Petricioli, D., Janeković I., Krizan J., et al., 2006. Modelling spatial distribution of the Croatian marine benthic habitats. In: *Ecol. Modell.*, Vol. 191 Elsevier, pp. 96–105. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.08.014>.

Bastardie F., Nielsen, J. R., Eigaard O. R., Fock H. O., Jonsson, P., Bartolino V., 2015. Competition for marine space: modelling the Baltic Sea fisheries and effort displacement under spatial restrictions. – *ICES Journal of Marine Science*, 72: 824-840- doi: 10.1093/icesjms/fsu215

Bailey, H., Senior, B., Simmons, D., Rusin, J., Picken, G., Thompson, P.M., 2010. Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Mar. Pollut. Bull.* 60, 888–897. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2010.01.003>.

Beare D., Rijnsdorp A. D., Blaesberg, M., Damm U., Egekvist J., Fock H., Kloppmann M., Röckmann C., Schroeder, A., Schulze, T., Tulp I., Ulrich, C., van Hal, R., van Kooten T., Verweij M., 2013. Evaluating the effect of fishery closures: lessons learnt from the Plaiçe Box. *Journal of Sea Research*, 84: 49-60.

Morales-Nin B., Cannizzaro L., Massuti E., Potoschi A., Andaloro F., (2000). An overview of the FADs fishery in the Mediterranean Sea. - Peche thonière et dispositifs de concentration de poissons. Colloque Caraïbe-Martinique, Trois-Ilets, 15-19 octobre 1999. Le Gall J.Y., Cayré P., Taquet M. (eds.). Ed. Ifremer. Actes Colloq., 28: 184-207.

Bergström L., Sundqvist F., Bergström U., 2013. Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community. *Marine ecology P.S. Vol. 485*: 199-210, 2013

Berkenhagen J., Döring, R., Fock, H.O., Kloppmann M.H.F., Pedersen, S.A., Schulze, T., 2010. Decision bias 529 in marine spatial planning of offshore wind farms: Problems of singular versus cumulative assessments of 530 economic impacts on fisheries. *Marine Policy*, 34: 733-736. doi: 10.1016/j.marpol.2009.12.004.

F.O.8. Billing S.L., Charalambides G., Tett P., Giordano M., Ruzzo C., Arena, F., Santoro A., Lagascod F.; Brizzie G.; Collif M.; et al. Combining wind power and farmed fish: Coastal community perceptions of multi-use offshore renewable energy installations in Europe. *Energy Res. Soc. Sci.* 2022, 85, 102421.

Bolle L.J., de Jong C.A.F., Bierman S.M., van Beek P.J.G., van Keeken O.A., Wessels, P.W., et al., 2012. Common sole larvae survive high levels of pile-driving sound in controlled exposure experiments. *PLoS One* 7, e33052. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033052>.

Bolle L.J., de Jong C.A.F., Bierman S.M., van Beek P.J.G., Wessels P.W., Blom E. et al., 2016. Effect of pile-driving sounds on the survival of larval fish. In: *Adv. Exp. Med. Biol.*, Vol. 875 Springer New York LLC, pp. 91–100. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2981-8_11.

Bologaro K. 2017 (29 December). Fishermen and wind farms struggle to share the sea. *Politico*. Available online at: <https://www.politico.eu/article/fishermen-offshore-wind-farms-struggle-to-share-sea/>

Bray L., Reizopoulou S., Voukouvalas E., Soukissian T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero S., 47 Attrill, M.J., Hall-Spencer, J.M., 2016. Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean 48 *Marine Life. J. Mar. Sci. Eng.* 4, 18.

Brickhill M.J. Lee, S.Y. Connolly, R.M., 2005. Fishes associated with artificial reefs: attributing changes to attraction or production using novel approaches. *J. Fish Biol.* 67, 53–71. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00915.x>.

Broadbent H. A., S. E. Grasty, R. F. Hardy, M. M. Lamont, K. M. Hart, C. Lembke, J. L. Brizzolara and S. Murawski. 2020. West Florida Shelf pipeline serves as sea turtle benthic habitat based on in sitowed camera observations. *Aquatic Biology* 29:17

- Broström, G., 2008. On the influence of large wind farms on the upper ocean circulation. *J. Mar. Syst.* 74, 585–591. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2008.05.001>.
- Bulleri F, Airoldi L., 2005. Artificial marine structures facilitate the spread of a non-indigenous green alga, *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*, in the north Adriatic Sea. *J. Appl. Ecol.* 42, 1063–1072. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01096.x>.
- Burkhard, B., Opitz, S., Lenhart, H., Ahrendt K., Garthe S., Mendel, B., et al., 2011. Ecosystem based modeling and indication of ecological integrity in the German North Sea—case study offshore wind parks. *Ecol. Indic.* 11, 168–174. <https://doi.org/10.1016/J.ECO-LIND.2009.07.004>.
- By Zoë L. Hutchison, Monique LaFrance Bartley, Steven Degraer Paul English, Anwar Khan, Julia Livermore, Bob Rumes, and John W. King 58- Offshore wind energy and benthic habitat changes Lessons from Block Island Oceanography special issue PP:69] December 2020
- Campbell MS, Stehfest KM, Votier SC, Hall-Spencer JM (2014) Mapping fisheries for marine spatial planning: Gear-specific vessel monitoring system (VMS), marine conservation and offshore renewable energy. *Mar Policy* 45:293–300.
- Carpenter J.R., Merckelbach L., Callies U., Clark S., Gaslikova L., Baschek B., 2016. Potential impacts of offshore wind farms on North Sea stratification. *PLoS One* 11, e0160830. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160830>.
- Carstensen J., Henriksen O.D., Teilmann J., 2006. Impacts of offshore wind farm construction on harbour porpoises: acoustic monitoring of echolocation activity using porpoise detectors (T-PODs). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 321, 295–308. <https://doi.org/10.3354/meps321295>.
- Castriota L., Falautano M., Fioino M.G., Consoli P., Pedà C., Esposito V., Battaglia P., Andaloro F (2012). Trophic relationships among scorpaeniform fishes associated with gas platforms. *Helgoland Marine Research*, 66: 401-411, doi: 10.1007/s10152-011-0281-0.
- Castro, J.J., Santiago, J.A., Hernández-García, V., 1999. Fish associated with fish aggregation devices off the Canary Islands (central-East Atlantic). *Sci. Mar.* 63, 191–198. <https://doi.org/10.3989/scimar.1999.63n3-4191>
- Cazenave, P.W., Torres, R., Allen, J.I., 2016. Unstructured grid modelling of offshore wind farm impacts on seasonally stratified shelf seas. *Prog. Oceanogr.* 145, 25–41. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2016.04.004>.
- Chen, J., H. Liu, C. Chuang, and H. Lu. 2015. The factors affecting stakeholders' acceptance of offshore wind farms along the western coast of Taiwan: Evidence from stakeholders' perceptions. *Ocean & Coastal Management* 109:40–50, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.02.012>.
- Christensen E.D., Johnson M., Sørensen O.R., Hasager C.B., Badger, M., Larsen, S.E., 2013. Transmission of wave energy through an offshore wind turbine farm. *Coast. Eng.* 82, 25–46. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2013.08.004>.
- Consoli, P; Mangano, Mc; Sarà, G; Romeo, T; Andaloro, F The influence of habitat complexity on fish assemblages associated with extractive platforms in the central Mediterranean Sea *Advances in Oceanography and Limnology* 9(2) p.59-67 DOI 10.4081/aiol.2018.7918
- Consoli P., T. Romeo, M. Ferraro, G. Sarà, and F. Andaloro. 2013. Factors affecting fish assemblages associated with gas platforms in the Mediterranean Sea. *Journal of Sea Research* 77:45-52.
- Coolen JWP, W Lengkeek, T van der Have, O Bittner 2019. Upscaling positive effects of scour protection in offshore wind farm.2019 - library.wur.nl
- Crowder, L., Norse, E., 2008. Essential ecological insights for marine ecosystem-based management and marine 547 spatial planning. *Marine Policy*, 32: 772-778.
- Coon S. L., M. Walch, W. K. Fitt, R. M. Weiner, and D. B. Bonar. 1990. Ammonia induces settlement behavior in oyster larvae. *The Biological Bulletin* 179:297-303.
- Day J. C. (2017). Effective public participation is fundamental for marine conservation: Lessons from large-scale MPA. *Coastal Management*, 45(6), 470–486.
- Dähne M., Peschko V., Gilles, A., Lucke K., Adler, S., Ronnenberg K. & Siebert, U. 2014. Marine mammals and windfarms: Effects of alpha ventus on harbour porpoises. Pp. 133–149 in Federal Maritime and Hydrographic Agency & Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (eds.). *Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus – Challenges, Results and Perspectives*. Springer Spektrum.
- Debusschere E., Coensel, B.D., Vandendriessche S., Botteldooren D., Hostens K., Vincx M.,

Degraer S. Effects of offshore wind farms on the early life stages of *Dicentrarchus Labrax*. In *The Effects of Noise on Aquatic Life II*; Popper, A.N., Hawkins, A., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2016; pp. 197–204

J. De Groot, M. Campbell, M. Ashley, L. Rodwell Investigating the co-existence of fisheries and offshore renewable energy in the UK: identification of a mitigation agenda for fishing effort displacement *Ocean Coast Manag.* 102 (2014), pp. 7-18, 10.1016/j.ocecoaman.2014.08.013

S. Degraer, R. Brabant, and B. Rumes (Eds.) 2012. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine ecosystem management unit. 155 pp. + annexes.

Degraer S., Brabant R., 2009. Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea: State of the Art after Two Years of Environmental Monitoring.

De Backer A., Polet H., Sys K., Vanelslander B. & Hostens K. 2019. Fishing activities in and around Belgian offshore wind farms: trends in effort and landings in the period 2006-2017. In *Environmental Impacts of Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea: Marking a Decade of Monitoring, Research and Innovation*. December 2019. Publisher: Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS), ISBN: 978-9-0732-4249-4D

De Koning, S.; Trul, D. Kansen en Barrières voor Offshore Mosselweek op de Noordzee en in de Voordelta: Een Studie naar de Percepties van de Sociaal-Economische Haalbaarheid, Ruimtelijke Inpasbaarheid en de Impact op Natuur van Offshore Mosselweek (No. C102/20); Wageningen Marine Research: Wageningen, The Netherlands, 2020.

De Maerschalck V., Hostens K., Cooreman K., Vincx M. & Degraer S. 2005. Monitoring van de effecten van het Thornton windmolenpark op de benthische macro-invertebraten en de diverse fauna van zachte substraten – Referentietoestand. Report, University of Ghent, 11 p.

De Mesel I., Kerckhof F., Norro A., Rumes B., and Degraer S. (2015). Succession and seasonal dynamics of the epifauna community on offshore wind farm foundations and their role as stepping stones for non-indigenous species. *Hydrobiologia* 756, 37–50. doi: 10.1007/s10750-014-2157-1

De Witte B. e Hostens K., 2029 Preliminary zinc analysis at offshore wind farms. In *Environmental Impacts of Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea: Marking a Decade of Monitoring, Research and Innovation*. December 2019. Publisher: Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS), ISBN: 978-9-0732-4249-4

Dierschke, V., Furness, R.W., Garthe, S., 2016. Seabirds and offshore wind farms in European waters: avoidance and attraction. *Biol. Conserv.* 202, 59–68. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2016.08.016>.

Dijkshoorn-Dekker, M. and H. Kortstee (2020). Een breder bereik van kennis en innovatie: Kennisdeling en leren rond biodiversiteit binnen de kringloop landbouw. Wageningen Economic Research, Wageningen. Doornwaard, G. J., Hoogveen, M. W

Douvere F., Maes F., Vanhulle A., Schrijvers, J., 2007. The role of marine spatial planning in sea use management: The Belgian case. *Marine Policy*, 31: 182–191.

Eero, M., Hemmer-Hansen, J., Hüsey K., 2014. Implications of stock recovery for a neighbouring management unit: experience from the Baltic cod. *ICES Journal of Marine Science*, 71: 1458-1466

Ehler C., & Douvere F. (2009). *Marine spatial planning: A step-by-step approach toward ecosystem-based management*. Paris: UNESCO

Erickson W.P., Johnson G.D., Strickland D.M., Young Jr. D.P., Sernka K.J., Good R.E., 2001. Avian Collisions with Wind Turbines: A Summary of Existing Studies and Comparisons to Other Sources of Avian Collision Mortality in the United States. Office of Scientific and Technical Information, Oakland, CA (United States). <https://doi.org/10.2172/822418>.

Fayram A.H., de Risi A., 2007. The potential compatibility of offshore wind power and fisheries: an example using bluefin tuna in the Adriatic Sea. *Ocean Coast. Manag.* 50, 597–605. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.05.004>.

Firestone J., Kempton W., Lilley M.B., and Samoteskul K.: Public acceptance of offshore wind power across regions and through time. *J. Environ. Plann. Manage.* 55(10), 1369–1386 (2012).

Flannery W., Healy N., & Luna M. (2018). Exclusion and non-participation in marine spatial planning. *Marine Policy*, 88, 32–40.

Floeter J., van Beusekom J.E.E., Auch, D., Callies U., Carpenter J., Dudeck, T., et al., 2017. Pelagic effects of offshore wind farm foundations in the stratified North Sea. *Prog. Oceanogr.* 156, 154–173. <https://doi.org/10.1016/J.POCEAN.2017.07.003>.

- Floeter J., van Beusekom J.E.E., Auch, D., Callies U., Carpenter J., Dudeck T., et al., 2017. Pelagic effects of offshore wind farm foundations in the stratified North Sea. *Prog. Oceanogr.* 156, 154–173. <https://doi.org/10.1016/J.POCEAN.2017.07.003>.
- Fock, H.O., 2008. Fisheries in the context of marine spatial planning: Defining principal areas for fisheries in the 562 German EEZ. *Marine Policy*, 32: 728–739.
- Garel E., Rey, C.C., Ferreira, O., van Koningsveld M., 2014. Applicability of the “frame of reference” approach for environmental monitoring of offshore renewable energy projects. *J. Environ. Manag.* 141, 16–28. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.02.037>.
- Gass S. E., and J. M. Roberts. 2006. The occurrence of the cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia) on oil and gas platforms in the North Sea: Colony growth, recruitment and environmental controls on distribution. *Marine Pollution Bulletin*
- Gilek M., Saunders, F., & Stalmokaite, I. (2018). The ecosystem approach and sustainable development in the Baltic Sea marine spatial planning: The social pillar, a “slow train coming”. In D. Langlet & R. Rayfuse (Eds.), *The ecosystem approach in ocean planning and governance* (pp. 1–2). Netherlands: Brill Open.
- Gill, A.B., 2005. Offshore renewable energy: ecological implications of generating electricity in the coastal zone. *J. Appl. Ecol.* 42, 605–615. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01060.x>.
- Gill A. B., Degraer S., Lipsky A., Mavraki N., Methratta E., and Brabant, R. (2020). Setting the context for offshore wind development effects on fish and fisheries. *Oceanography* 33, 118–127. doi: 10.5670/oceanog.2020.411
- Glasby T.M., Connell S.D., Holloway M.G., Hewitt C.L., 2007. Nonindigenous biota on artificial structures: could habitat creation facilitate biological invasions? *Mar. Biol.* 151, 887–895. <https://doi.org/10.1007/s00227-006-0552-5>.
- Gray M., Stromberg, P.-L. & Rodmell D. 2016. Changes to fishing practices around the UK as a result of the development of offshore wind farms – Phase 1 (Revised). *Marine Research Report*. The Crown Estate, 121 p.
- Gray T., 2004. Theorising about participatory fisheries governance. In: Gray T. (Ed.), *Participation in Fisheries Governance*. Springer, Dordrecht, pp. 1–25.
- Gray T., Haggett C. and Bell, D. (2005) ‘Offshore wind farms and commercial fisheries in the UK; a study in stakeholder consultation’, *Ethics, Place and Environment*, Vol. 8, No.2, p.127- 140.
- F.O-4 Hall, D.M., Lazarus, E.D. 2015. Deep waters: Lessons from community meetings about offshore wind resource development in the US. *Mar. Policy* 57, 9–17.
- Halouani G., Villanueva C.M., Raoux A., Dauvin J.C., Ben Rais Lasram F., Foucher E., et al., 2020. A spatial food web model to investigate potential spillover effects of a fishery closure in an offshore wind farm. *J. Mar. Syst.* 212, 103434. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2020.103434>.
- Harding, H.R., T.A.C. Gordon, E. Eastcott,
- Hammar Linus; Perry, Diana and Gullström, Martin (2016) “Offshore wind power for marine conservation”. *Open Journal of Marine Science* 6: 66-78
- Hastings MC and Popper AN. (2005) *Effects of Sound on Fish: A white paper*. Technical report for Jones and Stokes to California Department of Transportation, Sacramento, CA.
- Hinzmann N., P. Stein, J. Gattermann, J. Bachmann, and G. Duff. 2017. Measurements of hydro sound emissions during internal jet cutting during monopile decommissioning. Paper presented at COME 2017–Decommissioning of Offshore Geotechnical Structures.
- Holland D.S. (2000) A bioeconomic model of marine sanctuaries on Georges Bank. *Can J Fish Aquat Sci* 57, 1307–1319.
- T. Hooper, M. Austenì. The co-location of offshore windfarms and decapod fisheries in the UK: constraints and opportunities *Mar. Policy*, 43 (2014), pp. 295-3. Hooper, T., Ashley, M. and Austen, M. 2015. Perceptions of fishers and developers on the co-location of offshore wind farms and decapods fisheries in the UK. *Marine Policy* 61: 16-22
- Hooper C., Nedwell J., Nedwell D.J., Langworthy J., Howell, M.D., 2003. Assessment of Sub-Sea Acoustic Noise and Vibration from Offshore Wind Turbines and its Impact on Marine Wildlife; Initial Measurements of Underwater Noise during Construction of Offshore Windfarms, and Comparison with Background Noise.
- Hvidt C. B., Leonhard, S. B., Klausstrup M., and Pedersen, J. 2005. Hydroacoustic monitoring of fish communities at offshore wind farms, Horns Rev offshore farm. *Annual Report 2005*. 54 pp.
- Gee, K., 2010. Offshore wind power development as affected by seascape values on the Ger-

man North Sea coast. *Land Use Policy* 27, 185–194. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSE-POL.2009.05.003>.

Grossman, G.D., Jones G.P., Seaman, W.J., 1997. Do artificial reefs increase regional fish production? A review of existing data. *Fisheries* 22, 17–23. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1997\)022<0017:darifv>2.0.co;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1997)022<0017:darifv>2.0.co;2).

Inger R., Attrill M.J., Bearhop S., Broderick, A.C., James Grecian, W., Hodgson, D.J., et al., 2009. Marine renewable energy: potential benefits to biodiversity? An urgent call for research. *J. Appl. Ecol.* 46, 1145–1153. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01697.x>.

Jay, S., Flannery, W., Vince J., Liu, W.-H., Xue J.G., Matczak M., Zaucha, Janßen H., Bastardie F., Eero M., Hamon K., Hinrichsen H.-H., Marchal P., Tidd, A. (2018). Integration of fisheries into marine spatial planning: Quo vadis? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 201, 105–113.

J. Janßen, H., van Tatenhove J., 605 Toonen H., Morf, A., Olsen, E., Suárez de Vivero, J.L., Rodríguez Mateos J.C., Calado H., Duff, J., Dean, H., 606 2013. Coastal and marine spatial planning. In: *Ocean Yearbook*, Ed. by A. Chircop, S. Coffen-Smout and M. 607 McConnell. Leiden: Brill (*Ocean Yearbook*; 27): 171-212.

Johnston A., Cook, A.S.C.P., Wright L.J., Humphreys E.M., Burton N.H.K., 2014. Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. *J. Appl. Ecol.* 51, 31–41. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12191>.

R.A. Irvin, J. Stansbury, Citizen participation in decision making: is it worth the effort? *Public Adm. Rev.* 64 (2004) 55–65, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6210.2004.00346.x>.

Janßen H., Schröder, T., Zettler M.L., Pollehne F., 2015. Offshore wind farms in the southwestern Baltic Sea: a model study of regional impacts on oxygen conditions. *J. Sea Res.* 95, 248–257. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2014.05.001>.

Jeffs, A. G., J. C. Montgomery, and C. T. Tindle. 2005. How do spiny lobster post-larvae find the coast? *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 39:605-6

Kastelein R. A., Van De Voorde S. & Jennings, N. 2018. Swimming speed of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) during playbacks of offshore pile driving sounds. *Aquatic Mammals* 44:92–99.

Kikuchi R., 2010. Risk formulation for the sonic effects of offshore wind farms on fish in the EU region. *Mar. Pollut. Bull.* 60, 172–177. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOL-BUL.2009.09.023>.

Kirchgeorg, T., Weinberg, I., Hörnig M., Baier, R., Schmid, M.J. & Brockmeyer, B. 2018. Emissions from corrosion protection systems of offshore wind farms: Evaluation of the potential impact on the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 136: 257-268.

Klain S.C., T. Satterfield, S. MacDonald, N. Battista, and K.M.A. Chan. (2017). Will communities “open up” to offshore wind? Lessons learned from New England islands in the United States. *Energy Research & Social Science* 34:13-26

Krägelsky S., 2014. Effects of the alpha ventus offshore test site on pelagic fish. In: *Ecol. Res. Offshore Wind*. alpha Vent., Wiesbaden. Springer Fachmedien Wiesbaden, pp. 83–94.

Lagring R., Bekaert K., Borges A.V., Desmit X., De Witte, B., Le H.M., Nohe A., Sabbe K., Strobbe F., Tyberghien L., Vandenberghe T., Van der Zande D., 2018. 4 Decades of Belgian Marine Monitoring: uplifting historical data to today's needs. Brussels: Belgian Science Policy/BRAIN-be.

Langhamer O., Dahlgren, T.G., Rosenqvist G., 2018. Effect of an offshore wind farm on the viviparous eelpout: biometrics, brood development and population studies in Lillgrund, Sweden. *Ecol. Indic.* 84, 1–6.

Langhamer O., 2012. Artificial reef effect in relation to offshore renewable energy conversion: state of the art. *ScientificWorldJournal* 2012, 386713. <https://doi.org/10.1100/2012/386713>.

Lass H.U., Mohrholz, V., Knoll M., Prandke H., 2008. Enhanced mixing downstream of a pile in an estuarine flow. *J. Mar. Syst.* 74, 505–527. <https://doi.org/10.1016/J.JMARSYS.2008.04.003>.

Leitao F., Santos, M.N. & Monteiro, C.C., 2007. Contribution of artificial reefs to the diet of the white sea bream (*Diplodus sargus*). *ICES Journal of Marine Science* 64: 473-478.

Leonhard S.B., C. Stenberg J. Støttrup (eds), 2011. Effect of the Horns Rev 1 Offshore Wind Farm on Fish Communities. Follow-up Seven Years after Construction. DTU Aqua, Orbicon, DHI, NaturFocus. Report commissioned by The Environmental Group through contract with Vattenfall Vindkraft A/S. DTU Aqua-report No 246-2011. National Institute of Aquatic Resources, Technical University of Denmark: 66.

- Lindeboom H.J., Kouwenhoven H.J., Bergman M.J.N., Bouma S., Brasseur S., Daan R., et al., 2011. Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. *Environ. Res. Lett.* 6, 35101. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/3/035101>.
- Li X., Chi L., Chen X., Ren Y., Lehner S., 2014. SAR observation and numerical modeling of tidal current wakes at the East China Sea offshore wind farm. *J. Geophys. Res. Ocean* 119, 4958–4971. <https://doi.org/10.1002/2014JC009822>
- Lloret J., Turiel A., Solé J., Berdalet E., Sabatés A., Olivares, A., Gili J.M., Vila-Subirós J., Sardá R. Unravelling the ecological impacts of large-scale offshore wind farms in the Mediterranean Sea. *Sci. Total Environ.* 2022, 824, 153803.
- Lorenzen K., Steneck R.S., Warner R.R., Parma A.M., Coleman F.C., Leber K.M., 2010. The spatial dimension of fisheries: putting it all in place. *Br. Mar. Sci.* 86: 169–177.
- Lowe M.L., Morrison M.A., Taylor R.B., 2015. Harmful effects of sediment-induced turbidity on juvenile fish in estuaries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 539, 241–24. <https://doi.org/10.3354/meps11496>
- Love M. S., J. Caselle and L. Snook. 1999. Fish assemblages on mussel mounds surrounding seven 1064 oil platforms in the Santa Barbara Channel and Santa Maria Basin. *Bulletin of Marine Science* 1065 65:497-513.
- Ludewig E., 2014. *Influence of Offshore Wind Farms on Atmosphere and Ocean Dynamics*, Vol. 31. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-08641-5>.
- Maar M., Bolding K., Petersen J.K., Hansen J.L.S., Timmermann K., 2009. Local effects of blue mussels around turbine foundations in an ecosystem model of Nysted off-shore wind farm, Denmark. *J. Sea Res.* 62, 159–174.
- Mackinson S., Curtis H., Brown, R., McTaggart K., Taylor N., Neville S., et al., 2006. A report on the perceptions of the fishing industry into the potential socio-economic impacts of offshore wind energy developments on their work patterns and income. *Science Series Technical Report 133*. Lowestoft: CEFAS; 60 pp.
- Marujo R, Costa P, Fernandes M, et al. (2013) Validation of an offshore wind atlas using the satellite data available at the coastal regions of Portugal. *Wind Engineering* 37: 321–332
- McLean D L, Ferreira LC, Benthuyssen JA, Miller KJ, Schläppy M-L, Ajemian MJ, Berry O, Birchenough SNR, Bond T, Boschetti F, Bull AS, Claisse JT, Condie SA, Consoli P, Coolen JWP, Elliott M, Fortune IS, Fowler AM, Gillanders BM, Thums M (2022) Influence of offshore oil and gas structures on seascape ecological connectivity. *Global Change Biology*, 28(11): 3515-3536
- Madsen P., Wahlberg M., Tougaard J., Lucke K., Tyack, P., 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 309, 279–295. <https://doi.org/10.3354/meps309279>
- Magnhagen C., K. Johansson, and P. Sigray. 2017. Effects of motorboat noise on foraging behaviour in Eurasian perch and roach: A field experiment. *Marine Ecology Progress Series* 564:115–125, <https://doi.org/10.3354/meps11997>.
- Marchal P., Desprez M., Tidd A., and Vermard, Y., 2014b. How do fishing fleets interact with aggregate extractions in a congested sea? *Estuarine and Coastal Shelf Science*, 149: 168-177. doi: 620 10.1016/j.ecss.2014.08.005
- Marmo B., I. Roberts M.P. Buckingham S. King, and C. Booth. 2013. Modelling of Noise Effects of Operational Offshore Wind Turbines Including Noise Transmission Through Various Foundation Types. *Scottish Marine and Freshwater Science* 4(5), Edinburgh, Scottish Government, 100 pp., <https://doi.org/10.7489/1521-1>.
- A. Martinez, G. Iglesias. Mapping of the levelised cost of energy for floating offshore wind in the European Atlantic Renew Sustain Energy Rev, 154 (2022), Article 111889
- Mavraki N., Degraer, S., Vanaverbeke J., 2021. Offshore wind farms and the attraction–production hypothesis: insights from a combination of stomach content and stable isotope analyses. *Hydrobiologia* 848, 1639–1657. <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04553-6>.
- Methratta E. T. (2020). Monitoring fisheries resources at offshore wind farms: BACI vs. BAG designs. *ICES J. Mar. Sci.* 2020:26. doi: 10.1093/icesjms/fsaa026
- Methratta ET, Dardick WR. Meta-Analysis of Finfish Abundance at Offshore Wind Farms. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* 2019; 27: 242-260. doi:10.1080/23308249.2019.1584601
- Michler-Cieluch T., Krause, G., 2008. Perceived concerns and possible management strategies for governing wind farm – mariculture integration. *Marine Policy* 32 (6), 1013–1022.

Mooney, T. A., Andersson, M. H., and Stanley, J. (2020). Acoustic impacts of offshore wind energy on fishery resources: An evolving source and varied effects across a wind farm's lifetime. *Oceanography* 33, 82–95. doi: 10.5670/oceanog.2020.408

Morales-Nin B., Cannizzaro L., Massuti E., Potoschi A., Andaloro F., (2000). An overview of the FADs fishery in the Mediterranean Sea. – Peche thonière et dispositifs de concentration de poissons. Colloque Caraïbe-Martinique, Trois-Ilets, 15-19 octobre 1999. Le Gall J.Y., Cayré P., Taquet M. (eds.). Ed. Ifremer. Actes Colloq., 28: 184-207.

Mueller-Blenkle C., McGregor P.K., Gill A.B., Andersson M-H., Metcalfe J., Bendall V, Sigray P., Daniel Wood, Thomsen F (2010) Effects of Pile-driving Noise on the Behaviour of Marine Fish: A white paper. COWRIE Ref: Fish 06-08, Collaborative Offshore Wind Research into the Environment, Lowesoft

Nerge P., Lenhart, H., 2010. Wake effects in analyzing coastal and marine changes: offshore wind farming as a case study. In: Lange, M., Burkhard, B., Garthe S., Gee, K., Kannen A., Lenhart, H., et al. (Eds.), *Anal. Coast. Mar. Chang. Offshore Wind Farming as a Case Study*. LOICZ Research and Studies. GKSS Research Center, Geesthacht, Germany, pp. 68–73.

Nedwell J., and D. Howell. 2004. A Review of Offshore Windfarm Related Underwater Noise Sources. Commissioned by COWRIE Collaborative Offshore Wind Energy Research into the Environment), Report No. 544 R 0308, 63 pp.

Nedwell J., Langworthy J., Howell, D., 2003. Assessment of Sub-Sea Acoustic Noise and Vibration from Offshore Wind Turbines and its Impact on Marine Wildlife; Initial Measurements of Underwater Noise During Construction of Offshore Windfarms, and Comparison with Background noise. Report No. 544 R 0424.

Oostenbrugge J.A.E. van, Bartelings H., Buisman F.C., 2010. Distribution maps for the North Sea fisheries; methods and application in Natura 2000 areas. LEI report 2010-067. <http://edepot.wur.nl/154616>

Papathanasopoulou E., Beaumont N., Hooper T., Nunes J., Queir'os A.M., 2015. Energy systems and their impacts on marine ecosystem services. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 52, 917–926. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.150>.

Partridge, G.J., Michael, R.J., 2010. Direct and indirect effects of simulated calcareous dredge material on eggs and larvae of pink snapper *Pagrus auratus*. *J. Fish Biol.* 77, 227–240. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02679.x>.

Perry, R. L., and Heyman, W. D. (2020). Considerations for offshore wind energy development effects on fish and fisheries in the United States: A review of existing studies, new efforts, and opportunities for innovation. *Oceanography* 33, 28–37. doi: 10.5670/oceanog.2020.403

Petersen J.K., Malm T., 2006. Offshore windmill farms: threats to or possibilities for the marine environment. *Ambio* 35, 75–80

Pezy J.-P., Raoux A., Dauvin J.-C., 2020. An ecosystem approach for studying the impact of offshore wind farms: a French case study. *ICES J. Mar. Sci.* 77, 1238–1246. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy125>

Pickering, H., Whitmarsh, D., 1997. Artificial reefs and fisheries exploitation: a review of the "attraction versus production" debate, the influence of design and its significance for policy. *Fish. Res.* 31, 39–59. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(97\)00019-2](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(97)00019-2).

Pınarbaşı K., Galparsoro I., Depellegrin D., Bald, J., Pérez-Morán G., Borja, 'A., 2019. A modelling approach for offshore wind farm feasibility with respect to ecosystem-based marine spatial planning. *Sci. Total Environ.* 667, 306–317. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.268>.

Polovina J.J., 1989. A system of simultaneous dynamic production and forecast models for multispecies or multiarea applications. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46, 961–963. <https://doi.org/10.1139/f89-124>

Pondella D. J., L. A. Zahn, M. S. Love, D. Siegel, and B. B. Bernstein. 2015. Modeling fish production for southern California's petroleum platforms. *Integrated Environmental Assessment and Management* 11:584-593.

Ponti, M., Abbiati, M., and Ceccherelli, V. U. 2002. Drilling platforms as artificial reefs: distribution of macrobenthic assemblages of the "Paguro" wreck (northern Adriatic Sea). *ICES Journal of Marine Science*, 59: 316e323.

Popper, A.N., Hastings, M.C., 2009. The effects of human-generated sound on fish. *Integr. Zool.* 4, 43–52. <https://doi.org/10.1111/j.1749-4877.2008.00134.x>.

- Quero García P, García Sanabria J., Chica Ruiz J.A., 2021. Marine renewable energy and maritime spatial planning in Spain: main challenges and recommendations. *Mar. Policy* 127, 104444. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104444>
- Radford C. A., A. G. Jeffs and J. C. Montgomery, 2007. Directional swimming behavior by five species of crab postlarvae in response to reef sound. *Bulletin of Marine Science* 80:369-378
- J. Randolph, M. Bauer, Improving environmental decision-making through collaborative methods, *Policy Stud. Rev.* 16 (1999) 169–191 10.1111/j.1541-1338.1999.tb00882.x/pdf.
- Raoux, A., Tecchi S., Pezy, J.P., Lassalle G., Degraer S., Wilhelmsson D., et al., 2017. Benthic and fish aggregation inside an offshore wind farm: which effects on the trophic web functioning? *Ecol. Indic.* 72, 33–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.07.037>.
- Raoux A., Lassalle G., Pezy J.-P.P., Tecchio, S., Safi, G., Ernand, B., et al., 2019. Measuring sensitivity of two OSPAR indicators for a coastal food web model under offshore wind farm construction. *Ecol. Indic.* 96, 728–738. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.07.014>.
- Reubens J.T., Degraer S., Vincx M., 2011. Aggregation and feeding behaviour of pouting (*Trisopterus luscus*) at wind turbines in the Belgian part of the North Sea. *Fish. Res.* 108, 223–227. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.11.025>.
- Reckhaus N., 2022, The Ongoing Conflict between Offshore Wind Farms and the Fishing Industry in the North Sea How to Manage and Distribute the Space of the German Exclusive Economic Zone, Master thesis, University of Groningen, 2022
- Reubens J.T., Braeckman U., Vanaverbeke J., Van Colen C., Degraer S., Vincx, M., 2013a. Aggregation at windmill artificial reefs: CPUE of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and pouting (*Trisopterus luscus*) at different habitats in the Belgian part of the North Sea. *Fish. Res.* 139, 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.10.011>
- Reilly K., A.M. O'Hagan, and G. Dalton. 2016. Moving from consultation to participation: A case study of the involvement of fishermen in decisions relating to marine renewable energy projects on the island of Ireland. *Ocean & Coastal Management* 134:30–40, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.09.030>
- Richardson W.J., Greene, C.R.G. jr., Malm C.I. and Thomson, D.H. (1995). *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, San Diego, 576 pp.
- C11- Reubens J.T., Vandendriessche S., Zenner A.N., Degraer S. and Vincx M. (2013) Offshore Wind Farms as Productive Sites or Ecological Traps for Gadoid Fishes - Impact on Growth, Condition Index and Diet Composition. *Marine Environmental Research*, 90, 66-74.
- Sarà, R.. Dal mito all'aliscafo. *Storie di Tonni e Tonnare*. Banca Aegusea Ed., Favignana-Palermo, 1998, 1-271.
- Sheehy, D.J., Vik, S.F., 2010. The role of constructed reefs in non-indigenous species introductions and range expansions. *Ecol. Eng.* 36, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.09.012>.
- Schwartzbach A., Behrens J.W., and Svendsen J. C. 2020. Atlantic cod *Gadus morhua* save energy on stone reefs: implications for the attraction versus production debate in relation to reefs. *Marine Ecology Progress Series*, 635: 81–87.
- SEAI (2010). Strategic Environmental Assessment (SEA) of the Offshore Renewable Energy Development Plan (ORED) in the Republic of Ireland Environmental Report Vol 2 : main report.
- Shields M.A., Payne,A.I.L., 2014. *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions*
- Shields M.A., Woolf D.K., Grist E.P.M., Kerr S.A., Jackson A.C., Harris R.E., et al., 2011. Marine renewable energy: the ecological implications of altering the hydrodynamics of the marine environment. *Ocean Coast. Manag.* 54, 2–9. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2010.10.036>.
- Schröder A., Gutow L., Joschko T., Krone, R., Guský M., Paster, M., et al., 2013. Benthosökologische Auswirkungen von Offshore-Windenergieparks in der Nordsee (BeoFINO II). In: *BMU F-orderkennzeichen 0329974B* doi:hdl:10013/epic.40661.d001.
- Sciberras M., Jenkins S.R., Mant R., Kaiser M.J., Hawkins S.J., Pullin, A.S., 2015. Evaluating 643 the relative conservation value of fully and partially protected marine areas. *Fish and Fisheries*, 16: 58-77.
- F.O.5- Shiau T.-A., Chuen-Yu J.-K., 2016. Developing an Indicator System for Measuring the Social Sustainability of Offshore Wind Power Farms. *sustainability* 8, 470. <https://doi.org/10.3390/su8050470>

- Sciberras M., Jenkins S.R., Mant R., Kaiser M.J., Hawkins S.J., Pullin A.S., 2015. Evaluating 643 the relative conservation value of fully and partially protected marine areas. *Fish and Fisheries*, 16: 58-77.
- Sigray P., and M.H. Andersson. 2011. Particle motion measured at an operational wind turbine in relation to hearing sensitivity in fish. *Journal of the Acoustical Society of America* 130(1):200–207, <https://doi.org/10.1121/1.3596464>.
- Simon T., Pinheiro H.T., Joyeux,J.C., 2011. Target fishes on artificial reefs: evidences of impacts over nearby natural environments. *Sci. Total Environ.* 409, 4579–4584. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.07.057>.
- S.D. Simpson, and A.N. Radford. 2019. Causes and consequences of intraspecific variation in animal responses to anthropogenic noise. *Behavioral Ecology* 30(6):1,501–1,511, <https://doi.org/10.1093/beheco/arz114>.
- Sinopoli M., Lauria V., Garofolo G., Maggio,T., Cillari T., 2019. Extensive use of Fish Aggregating Devices together with environmental change influenced the spatial distribution of a tropical affinity fish. *Sci. Rep.* 9, 4934. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41421-9>
- Sinopoli M., Castriota L., Vivona P., Gristina M., Andaloro F. (2012). Assessing the fish assemblage associated with FADs (Fish Aggregating Devices) in the southern Tyrrhenian sea using two different professional fishing gears. *Fishery Research*, 123-124: 56-61.
- Sinopoli M., Badalamenti F., D'anna G., Gristina M., Andaloro F (2011). Size influences the spatial distribution and FAD use of five Mediterranean fish species. *Fisheries Management and Ecology*, 18: 456-466, doi: 10.1111/j.1365-2400.2011.00800.x
- Smyth K., N. Christie, D. Burdon, J.P. Atkins, R. Barnes, and M. Elliott. 2015. Renewables-to-reefs. Decommissioning options for the offshore wind power industry. *Marine Pollution Bulletin* 90(1):247–258, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.10.045>.
- Smokorowski K. E., and Randall,R. G. (2017). Cautions on using the before-after-control-impact design in environmental effects monitoring programs. *FACETS* 2, 212–232. doi: 10.1139/facets-2016-0058
- Spijkerboer R.C., Zuidema C., Busscher T., Arts, J., 2020. The performance of marine spatial planning in coordinating offshore wind energy with other sea-uses: the case of the Dutch North Sea. *Mar. Policy* 115, 103860. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103860>.
- Soukissian,T. H., Denaxa D., Karathanasi F., Prospathopoulos A., Sarantakos K., Iona A., et al. (2017). Marine renewable energy in the Mediterranean Sea: status and perspectives. *Energies* 10:1512. doi: 10.3390/en10101512
- Stelzenmüller V., Rogers. S.I., Mills, C.M., 2008. Spatio-temporal patterns of fishing pressure on UK marine landscapes, and their implications for spatial planning and management. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 654 1081-1091. doi: 10.1093/icesjms/fsn073
- Stenberg C., Støttrup J., van Deurs M., Berg C., Dinesen G., Mosegaard H., et al., 2015. Long-term effects of an offshore wind farm in the North Sea on fish communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 528, 257–265. <https://doi.org/10.3354/meps11261>
- C9- Stenberg C., Støttrup J., van Deurs M., Berg C., Dinesen G., et al. (2015) Long-Term Effects of an Offshore Wind Farm in the North Sea on Fish Communities. *Marine Ecology Progress Series*, 528, 257-265. <http://dx.doi.org/10.3354/meps11261>
- Steins N. A., Veraart J. A., Klostermann J.E., & Poelman M. (2021). Combining offshore wind farms, nature conservation and seafood: Lessons from a Dutch community of practice. *Marine Policy*, 126, 104371. doi:10.1016/j.marpol.2020.104371
- Stelzenmüller V., Ellis J. R. Rogers S. I., 2010. Towards a spatially explicit risk assessment for marine 656 management: Assessing the vulnerability of fish to aggregate extraction. *Biological Conservation*, 143: 230-238
- Stuiver M.; Soma K.; Koundouri P.; van den Burg S.; Gerritsen A.; Harkamp T.; Dalsgaard N.; Zagonari F.; Guanache, R.; Schouten, J.J.; et al. The Governance of Multi-Use Platforms at Sea for Energy Production and Aquaculture: Challenges for Policy Makers in European Seas. *Sustainability* 2016, 8, 333.
- Swearer S. E., E. A. Trembl and J. S. Shima. 2019. A review of biophysical models of marine larval dispersal. *CRC Press* Suuronen P., Jounela P., Tschernij V., 2010. Fishermen response on marine protected areas in the Baltic cod fishery. *Marine Policy*, 34(2): 237-243.
- Tafon R. V. (2019). Small-scale fishers as allies or opponents? Unlocking looming tensions and potential exclusions in Poland's marine spatial planning. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 0(0), 1–12. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2019.1661235>

- Teilmann J., Carstensen J., 2012. Negative long term effects on harbour porpoises from a large scale offshore wind farm in the Baltic—evidence of slow recovery. *Environ. Res. Lett.* 7, 45101. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/045101>.
- Thomsen F., Lüdemann K., Kafemann R., Piper W.(2006) Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish, biola: A white paper. On behalf of COWRIE Ltd. Hamburg, Germany
- Topham E., and D. McMillan. 2017. Sustainable decommissioning of an offshore wind farm. *Renewable Energy* 102:470–480, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.10.066>.
- Topolski M. F., and S. T. Szedlmayer. 2004. Vertical distribution, size structure, and habitat associations of four Blenniidae species on gas platforms in the northcentral Gulf of Mexico. *Environmental Biology of Fishes* 70:193-201.
- Tornero V. & Hanke, G. 2016. Chemical contaminants entering the marine environment from sea-based sources: A review with a focus on European seas. *Marine Pollution Bulletin* 112: 17-38.
- Tougaard J., L. Hermannsen and P.T. Madsen. 2020. How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines? *The Journal of the Acoustical Society of America* 148(5):2,885–2,893, <https://doi.org/10.1121/10.0002453>.
- Tougaard J., Carstensen J., Teilmann J., Skov H., Rasmussen, P., 2009b. Pile driving zone of responsiveness extends beyond 20 km for harbor porpoises (*Phocoena phocoena* (L.)). *J. Acoust. Soc. Am.* 126, 11–14. <https://doi.org/10.1121/1.3132523>.
- Uihlein A., Magagna D., 2016. Wave and tidal current energy – a review of the current state of research beyond technology. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 58, 1070–1081. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2015.12.284>.
- van den Burg, S. W. K., Rockmann C., Banac, J. L., and van Hoof, L. (2020). Governing risks of multi-use: seaweed aquaculture at offshore wind farms. *Front. Mar. Sci.* 7:60. doi: 10.3389/fmars.2020.00060
- van Deurs M., Grome T.M., Kaspersen M., Jensen H., Stenberg C., Sørensen T.K, Støttrup, J., Warnar, T., 671 Mosegaard H. 2012. Short- and long-term effects of an offshore wind farm on three species of sandeel and their 672 sand habitat. *Marine Ecology Progress Series*, 458: 169–180. doi: 10.3354/meps09736
- van Hal R., Griffioen A. B., and van Keeken, O. A. 2017. Changes in fish communities on a small spatial scale, an effect of increased habitat complexity by an offshore wind farm. *Marine Environmental Research* 126: 26–36.
- Vanhellemont Q., Ruddick K., 2014. Turbid wakes associated with offshore wind turbines observed with Landsat 8. *Remote Sens. Environ.* 145, 105–115. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.01.009>.
- van der Molen J., Smith H.C.M., Lepper P., Limpenny S., Rees, J., 2014. Predicting the large-scale consequences of offshore wind turbine array development on a North Sea ecosystem. *Cont. Shelf Res.* 85, 60–72. <https://doi.org/10.1016/J.CSR.2014.05.018>.
- C-5-Wahlberg M, Westerberg H (2005) Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. *Mar Ecol* Submitted: May 23, 2008; Accepted: October 2, 2009 *Prog Ser* 288:295–309
- Vermeij M. J. A., K. L. Marhaver, C. M. Huijbers, I. Nagelkerken, and S. D. Simpson. 2010. Coral Larvae Move toward Reef Sounds. *PLOS ONE* 5:e10660
- Westerberg H. 1994. Fiskeriunderskningar vid havsbaserat vindkraftverk 1990–1993. *Fisk Utredningskont Jön Rapp* 5:1–44. Westerberg, H., Lagenfelt, I., 2008. Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fish. Manag. Ecol.* 15, 369–375. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x>.
- Wilhelmsson D., Malm T., 2008. Fouling assemblages on offshore wind power plants and adjacent substrata. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 79, 459–466. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.04.020>.
- Wilhelmsson D., Malm T., and Öhman, M. C. 2006. The influence of offshore windpower on demersal fish. *e ICES Journal of Marine Science*, 63: 775e784
- WOZEP (Dutch Governmental Offshore Wind Ecological Programme). 2016. Offshore wind energy ecological programme (Wozep); Monitoring and research programme 2017–2021. Final Report, Rijkswaterstaat, Ministry of Infrastructure and the Environment, 69 pp.
- Wright A.J., Araújo-Wang C., Wang J.Y., Ross P.S., Tougaard J., Winkler, R., et al., 2020. How 'blue' is 'green' energy? *Trends Ecol. Evol.* 35, 235–244. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.11.002>.

Zaborska A., Kosakowska A., Beldowski J., Beldowska M., Szubska, M., Walkusz- Miotk J., et al., 2017. The distribution of heavy metals and ¹³⁷Cs in the central part of the Polish maritime zone (Baltic Sea) – the area selected for wind farm acquisition. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 198, 471–481. <https://doi.org/10.1016/J.ECSS.2016.12.007>.

Zenetos A., Cinar M.E., Pancucci-Papadopulo M.A., Harmelin J.G., Furnari G., Andaloro F., Bellou N., Streftaris N., Zibrowius H. (2006). Annotated list of marine alien species in Mediterranean with records of the worst invasive species. *Mediterranean Marine Sciences*, 6/2: 63-1

Zountouridou El., Kiokes GC., Chakalis S., Georgilakis PS., Hatziaargyriou ND. Offshore floating wind parks in the deep waters of Mediterranean Sea. *Renew Sustain Energy Rev*, 2016

Zouiten D., Ben Khemis I., Masmoudi AS., Huelvan C., Cahu C. (2011) Comparison of growth, digestive system maturation and skeletal development in sea bass larvae reared in an intensive or a mesocosm system. *Aquaculture Research* 42:1723-1736



Si ringraziano per la collaborazione e i dati forniti: il Centro Studi e Ricerche Dati Economici e Strutturali della Pesca (CSR Pesca Società Cooperativa); la Cooperativa di Ricerche Ecologiche e Ambientali (CREA); la società cooperativa MABLY.

Agli incontri con gli operatori hanno partecipato: O.P. di Trapani e delle Isole Egadi, AGCI/Agrital, Cooperativa Azzurra Pesca, Cooperativa Frà pescatori S. Alberto, Asso O.P., O.P. della pesca del tonno con il sistema del palangaro, CO.GE.PA. di Trapani, Cooperativa Mediterranea Pesca, Cooperativa San Giuseppe.

EDIZIONE FLAI CGIL.

FINITO DI STAMPARE OTTOBRE 2022. PRESSO TIPOGRAFIA OSTIENSE, ROMA.
PROGETTO GRAFICO STUDIO ROVIGLIONI, ROMA.

PROGETTO PESCA FLAI CGIL

Roma 00153 - Via Leopoldo Serra, 31

Tel. +39 06585611 - Fax +39 0658561334

e-mail: progettopesca@flai.it

www.progettopescaflai.it