



Kailia Energia S.r.l.

Relazione Tecnica – Valutazione di Impatto Acustico Marino

Progetto preliminare per la realizzazione di un parco eolico offshore –Kailia Energia

Doc. No. P0025305-1-BRD-H8 Rev.01 - Settembre 2021

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
01	Seconda Emissione	Fulvio Fossa	Marco Donato	Marco Compagnino	22/09/2021
00	Prima Emissione	Fulvio Fossa	Marco Donato	Marco Compagnino	06/08/2021

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	2
LISTA DELLE FIGURE	2
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	3
1 PREMESSA BRINDISI KAILIA ENERGIA	4
2 SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3 IMPATTO ACUSTICO SOTTOMARINO	6
3.1 MODELLIZZAZIONE DEL RUMORE E IDENTIFICAZIONE DEI LIVELLI DI ESPOSIZIONE	6
3.2 METODOLOGIA PROPOSTA PER LA VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE	6
4 MAMMIFERI MARINI	8
4.1 AREA DI STUDIO	8
4.2 RUMORE DI FONDO SUBACQUEO	9
4.3 DISTRIBUZIONE DELLE SPECIE E STIME DI ABBONDANZA	10
4.4 POTENZIALI FONTI DI IMPATTO DA RUMORE PER I MAMMIFERI MARINI	13
5 SORGENTI DI RUMORE CONSIDERATE	18
5.1 INSTALLAZIONE DELLE ANCORE	18
5.2 RUMORE DEL DRAGAGGIO/TRENCHING PER LA POSA DEI CAVI E IL TRAFFICO NAVALE	18
5.3 RUMORE DEL TRAFFICO MARITTIMO	18
5.4 RUMORE OPERATIVO DELLE TURBINE	18
5.5 RUMORE DELLE OPERAZIONI DI SMANTELLAMENTO	19
6 CONCLUSIONI	20
REFERENZE	21

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 3.1:	Soglie di disturbo acustico per rumore continuo (Southall et al. 2019) e Prima Risposta Comportamentale (FBR)	7
Tabella 4.1:	Principali tipi di rumore di origine antropica in ambiente marino e le relative fonti	9
Tabella 4-2:	Stazza delle navi e corrispondente classe GRT assegnata	9
Tabella 4-3:	Numero di rotte calcolate per ciascuna classe GRT	10
Tabella 4.4:	Specie di cetacei comunemente presenti in Mediterraneo	12
Tabella 4.5:	Potenziati Impatti sui Mammiferi Marini	14

LISTA DELLE FIGURE

Figura 4.1:	Mappa delle aree del Mediterraneo identificate dalla Marine Strategy Framework Directive (MSFD) sono identificate nella mappa (Pace, 2021)	8
-------------	--	---

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

ACCOBAMS	Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area
CE	Comunità Europea
dB	Decibel
FBR	First Behavioural Response
GES	Good Environmental Status
kHz	Kilo Hertz
µPa	Micro Pascal
PTS	Permanent Threshold Shift
RMS	Root Mean Square
SEL	Sound Exposure Level
SELcum	Cumulative Sound Exposure Level
SNPA	Sistema Nazionale Protezione Ambiente
SPL	Sound Pressure Level
TTS	Temporary Threshold Shift
UE	Unione Europea
VIA	Valutazione di Impatto Ambientale
WODA	World Organisation of Dredging Associations

1 PREMESSA BRINDISI KAILIA ENERGIA

La presente relazione è stata commissionata da Kailia Energia S.r.l. (la Committente), operatore internazionale nel campo delle energie rinnovabili, attivo nello sviluppo, nella progettazione, realizzazione e gestione di impianti di produzione di energia pulita.

La Committente è intenzionata a realizzare un parco eolico offshore composto da 98 aerogeneratori (Kailia Energia A-B e C-D, per una taglia totale di 1176 MW, di fronte alla costa nord-orientale della Regione Puglia, in particolare nello specchio di mare indicativamente compreso tra la Città di Brindisi (Provincia di Brindisi) e San Cataldo (Comune di Lecce, Provincia di Lecce) a distanze comprese tra 8.7 km (distanza minima dalla costa) e 21.9 km e profondità comprese tra -70 m e -125 m circa. Il sito è stato individuato basandosi su uno studio di prefattibilità eseguito da SENER Ingenieria y Sistemas S.A. sotto incarico della Committente.

Nel dettaglio la scelta di tale sito è stata effettuata tenendo conto della risorsa eolica potenzialmente disponibile, della distanza dalla costa, dei possibili nodi di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da Terna S.p.A. e, non da ultimo, minimizzando/evitando il più possibile le aree di maggior interferenza a livello ambientale.



Figura 1.1: Inquadramento Generale del Progetto

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo di questo studio è la valutazione, in via previsionale, dell'impatto acustico dovuto all'installazione del parco eolico nei confronti delle specie faunistiche più sensibili ai possibili impatti e che potenzialmente frequentano l'area.

Lo studio illustrerà:

- ✓ l'impatto acustico sottomarino e la metodologia proposta per valutarne l'impatto (Cap. 3);
- ✓ le specie di mammiferi che potenzialmente frequentano l'area con elementi di distribuzione ed abbondanza e le potenziali fonti di impatto acustico relative al progetto in essere (Cap. 4);
- ✓ le sorgenti di rumore che attualmente caratterizzano l'area marina costiera brindisina e gli elementi di progetto considerati maggiormente impattanti dal punto di vista del rumore (Cap. 5);
- ✓ le considerazioni conclusive (Cap. 6).

3 IMPATTO ACUSTICO SOTTOMARINO

Questa sezione considera i potenziali effetti del rumore e vibrazioni prodotti delle attività di costruzione, esercizio (compresa la manutenzione) ed eventuale smantellamento degli elementi offshore del parco eolico, prendendo in esame le fonti di rumore sottomarino di maggior rilevanza con il progetto in essere e individuando una possibile metodologia di valutazione degli impatti sulle componenti faunistiche maggiormente sensibili al rumore. Lo scopo di questa sezione è di fornire un sommario delle considerazioni sul rumore subacqueo.

Nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale verrà effettuata una revisione delle informazioni tratte dalla letteratura scientifica corrente sul rumore sottomarino e i dati del monitoraggio della costruzione ed esercizio di parchi eolici con simili caratteristiche. Questi dati saranno esaminati e utilizzati, ove applicabile, per consolidare la strategia di modellizzazione e valutazione del rumore subacqueo. Tale valutazione prenderà in considerazione la vigente legislazione e linee guida, comprese le disposizioni pertinenti alla valutazione dell'impatto ambientale (SNPA 2020) e la direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino dell'Unione Europea (UE) (direttiva 2008/56/CE) (Van der Graaf et al. 2012), recepita nella legislazione italiana dai regolamenti sulla strategia per l'ambiente marino, che mira a raggiungere il buono stato ambientale (GES) nei mari europei e include una considerazione specifica di sorgenti di rumore subacqueo che non influiscono negativamente sull'ambiente marino nel processo di determinazione del GES.

3.1 MODELLIZZAZIONE DEL RUMORE E IDENTIFICAZIONE DEI LIVELLI DI ESPOSIZIONE

La modellizzazione dei livelli di esposizione al rumore sottomarino e conseguenti effetti sarà compresa nella Valutazione di Impatto Ambientale (VIA). Ove applicabile, i risultati di tale studio saranno utilizzati nell'ambito della prognosi d'impatto sui recettori della fauna marina presenti nell'area: i mammiferi marini.

In particolare, la modellizzazione del rumore acustico sottomarino permetterà di individuare i livelli di esposizione al rumore e confrontarli con quelli riportati in letteratura e suggeriti dalle linee guida di riferimento per ciascuna delle fasi di realizzazione del progetto, di seguito brevemente presentate:

- ✓ **Fase di costruzione.** Gli effetti del rumore sottomarino sui mammiferi marini e sui pesci durante la costruzione del parco eolico e sottostazioni dovrebbero costituire gli impatti potenziali di maggior rilievo e saranno valutati a fondo nell'ambito della VIA. Eventuali procedure di mitigazione saranno inoltre proposte se necessarie per ridurre l'impatto delle attività sui recettori marini.
- ✓ **Fase operativa.** Potenziali impatti nella fase operativa e di manutenzione dei progetti saranno valutati in dettaglio nella VIA dato il numero considerevole di turbine proposte.
- ✓ **Fase di smantellamento.** Potenziali impatti nella fase di smantellamento dei progetti saranno altresì valutati nella VIA.

3.2 METODOLOGIA PROPOSTA PER LA VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Questa sezione fornisce una panoramica della metodologia per la valutazione d'impatto ambientale del rumore subacqueo che sarà adottata per valutare il possibile impatto sulla fauna marina, con particolare attenzione ai mammiferi marini, considerati i recettori maggiormente sensibili agli impatti da rumore (Richardson et al., 1995, Erbe et al., 2019).

La valutazione consisterà delle seguenti procedure:

- ✓ Revisione della letteratura ed articoli scientifici più aggiornati riguardo agli impatti del rumore sottomarino (di tipo continuo) sui recettori marini identificati nella valutazione ambientale;
- ✓ Identificazione dei livelli di sorgente per ciascuna delle attività da valutare e determinazione delle attività richiedenti modellizzazione;
- ✓ Modellizzazione della propagazione delle sorgenti che possono comportare disturbo o lesioni sui recettori marini identificati nella valutazione ambientale.

La prognosi d'impatto sui mammiferi marini si baserà sulle soglie proposte per il danno uditivo e la metodologia qui proposta per la valutazione del disturbo.

Come anticipato nel paragrafo precedente, i valori ottenuti dalla modellizzazione saranno confrontati con le soglie di danno uditivo permanente (PTS) e temporaneo (TTS) presentate nella pubblicazione di Southall et al. (2019),

oltre che con la soglia di First Behavioural Response (FBR), come indicato nelle Linee Guida proposte da ACCOMBAMS (2013) e come riportato nella tabella seguente.

Tabella 3.1: Soglie di disturbo acustico per rumore continuo (Southall et al. 2019) e Prima Risposta Comportamentale (FBR)

Hearing group	ACCOBAMS (2013)	Southall et al. (2019)	
	FBR Behaviour	Injury (PTS)	(TTS)
	SPL (dB re 1 μ Pa)	Weighted SEL _{24h} (dB re 1 μ Pa ² ·s)	Weighted SEL _{24h} (dB re 1 μ Pa ² ·s)
Very high-frequency cetaceans	120	173	153
High-frequency cetaceans		198	178
Low-frequency cetaceans		199	179

Le soglie proposte in letteratura verranno utilizzate per stimare e valutare gli impatti sui mammiferi marini derivanti dall'esposizione a sorgenti acustiche sottomarine.

Il rischio di lesioni sarà basato su due criteri concomitanti:

- ✓ livello cumulativo di esposizione sonora (SEL_{cum});
- ✓ livello di pressione sonora (SPL) di picco.

Per valutare il criterio SEL_{cum}, le previsioni modellizzate del livello sonoro accumulato nell'arco di 24 ore sono ponderate in frequenza per riflettere la sensibilità uditiva di ciascun gruppo uditivo funzionale, mentre il criterio SPL di picco utilizza il livello sonoro istantaneo non ponderato. Le soglie relative a sorgenti di tipo continuo verranno utilizzate per tutte le attività previste.

La valutazione del disturbo si baserà sulle migliori pratiche in uso corrente al momento dello studio, avvalendosi delle più valide evidenze scientifiche disponibili. È probabile che, sulla base della pratica corrente, la metodologia incorpori l'applicazione di un approccio dose-risposta specifico per ciascuna specie piuttosto che una soglia comportamentale fissa per il livello sonoro. I profili d'impatto del rumore saranno probabilmente generati dalla sovrapposizione a intervalli appropriati del campo acustico modellizzato e dalle superfici di densità delle specie per prevedere il numero di animali esposti a determinati livelli. Ciò consentirà la quantificazione del numero di animali che potenzialmente risponderanno allo stimolo acustico.

4 MAMMIFERI MARINI

Sebbene non siano l'unica componente della fauna marina che presenti sensibilità verso gli effetti delle emissioni di rumore antropico in ambiente marino, i mammiferi marini sono considerati tra gli elementi maggiormente sensibili e potenzialmente più vulnerabili (Richardson et al., 1995, Erbe et al., 2019).

Nel presente paragrafo verrà fornito un inquadramento delle specie potenzialmente di interesse per l'area di studio e contestualmente verranno fornite alcune indicazioni riguardanti l'ecologia delle specie (distribuzione e stime di abbondanza).

L'identificazione delle specie presenti nell'area è principalmente basata sui dati ottenuti mediante surveys aeree e navali per il rilevamento della presenza di cetacei e pubblicati nella letteratura scientifica.

4.1 AREA DI STUDIO

L'area di studio per i mammiferi marini è stata definita tenendo in considerazione le aree identificate dalla Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Essa comprende tre zone: il mar Mediterraneo Occidentale, il mar Ionio e mar Mediterraneo centrale, e il mare Adriatico (Figura seguente).

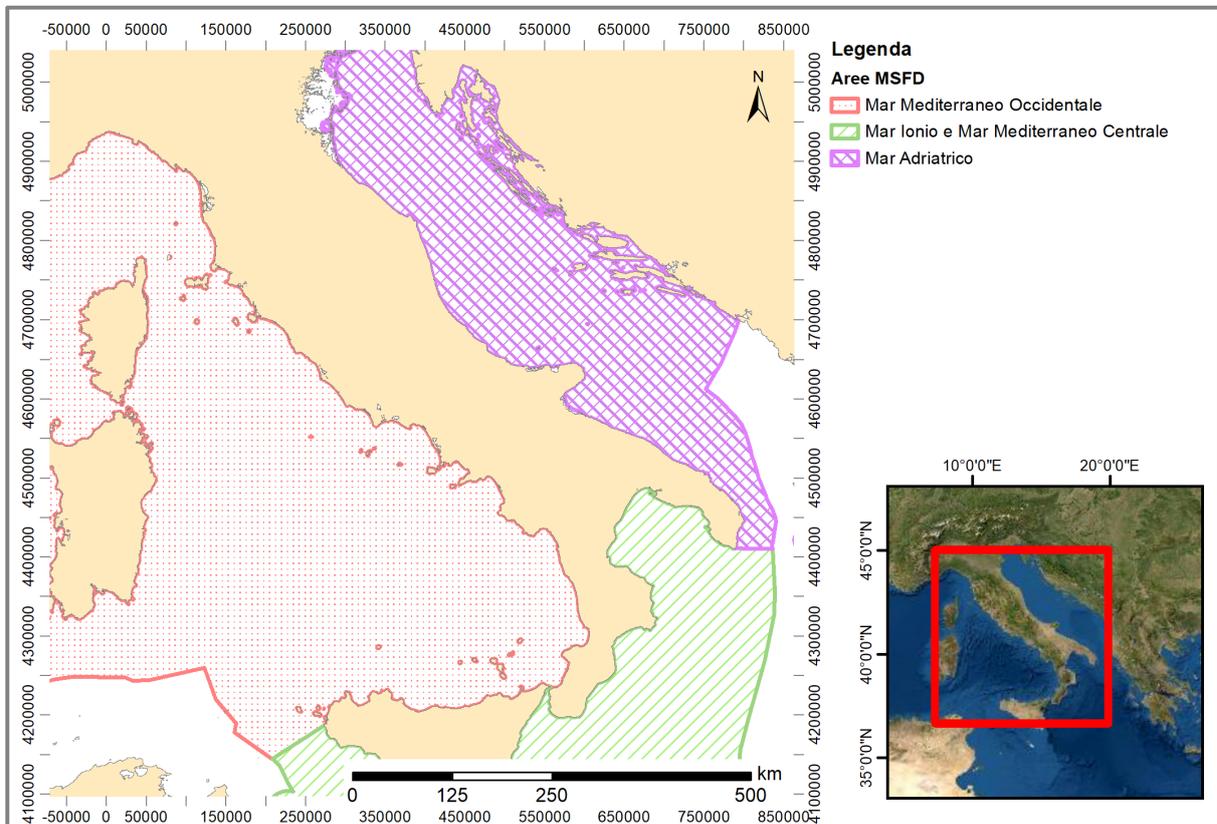


Figura 4.1: Mappa delle aree del Mediterraneo identificate dalla Marine Strategy Framework Directive (MSFD) sono identificate nella mappa (Pace, 2021)

La zona del parco eolico proposto per la zona di Brindisi è localizzata nel mar Adriatico nella porzione meridionale; le opere del progetto interesseranno un tratto di mare con profondità comprese tra la linea di costa e circa 125 metri sulla piattaforma continentale.

4.2 RUMORE DI FONDO SUBACQUEO

In linea generale, la capacità di percepire un aerogeneratore in una data installazione dipende dal livello sonoro ambientale. Quando il rumore di fondo e quello della turbina sono dello stesso ordine di grandezza, il rumore della turbina tende a perdersi in quello di fondo.

I livelli sonori ambientali o di fondo che contribuiscono a formare il paesaggio sonoro marino sono costituiti da fonti naturali e antropogeniche. Le principali fonti ambientali di suono includono il vento e le precipitazioni atmosferiche.

Il rumore generato dal vento nell'oceano è ben descritto e il suono delle onde è noto per essere un importante contributo ai livelli sonori vicino alla costa (Wenz 1962, Ross 1976). Le precipitazioni sono una fonte di rumore frequente, con i contributi in genere si concentrano a frequenze superiori a 500 Hz. Alle basse frequenze (<100 Hz), i terremoti e altri eventi geologici possono contribuire al paesaggio sonoro.

Per quel che riguarda il suono generato da attività umane, cioè antropogenico, può essere ricondotto a molteplici cause. La tabella seguente, che non vuole certo essere esaustiva, riporta le principali fonti di rumore antropogenico in mare (Hatch and Wright, 2007):

Tabella 4.1: Principali tipi di rumore di origine antropica in ambiente marino e le relative fonti

Rumore	Fonte
Sonar	Esercitazioni militari e attività commerciali
Survey geosismici	Attività commerciali e di ricerca
Esplosioni	Esercizi e test militari, pesca con la dinamite, disattivazione di impianti offshore
Deterrenti acustici (ADDs) e altri dispositivi acustici (AHDs)	Attività di pesca
Argani, macchine di bordo, etc.	Pesca, attività di ricerca e commerciali
Rumore di navi a basse frequenze	Navigazione commerciale e altre navi di grandi dimensioni (e.g., petroliere, navi militari, navi da crociera, etc)
Rumore di navi ad alte frequenze	Navi commerciali di più piccole dimensioni (e.g., pescherecci, traghetti, traghetti veloci, navi da diporto, whale-watching e navi da ricerca) e moto d'acqua
Attività offshore	Dragaggi e altre attività (e.g., piattaforme petrolifere, porti in acque profonde, parchi eolici, etc.)
Sviluppo costiero (cantieristica)	Costruzione di porti, dighe, moli, ponti, impianti di acquacoltura, industrie ed edifici residenziali

Il contributo delle fonti antropogeniche al paesaggio sonoro degli oceani è aumentato dagli anni '50 al 2010, in gran parte guidato da un maggiore traffico marittimo (Ross 1976, Andrew et al. 2011). Le tendenze recenti suggeriscono che i livelli sonori globali si stiano livellando o siano potenzialmente in calo in alcune aree (Andrew et al. 2011).

In generale, il mare Adriatico e lo Ionio sono aree soggette ad intenso traffico navale ed in particolare l'area oggetto di studio, posta nelle vicinanze del porto di Brindisi, può essere considerata anch'essa molto trafficata.

Di seguito si riporta uno stralcio dell'analisi condotta e commentata nel documento Relazione di Valutazione del Rischio legato alla Navigazione - Doc. No. P0025305-1-BRD-H07 (a cui si rimanda per maggiori dettagli).

La relazione sopracitata considera il traffico marittimo nell'anno 2019 per ciascuna classe GRT (Gross Register Tonnage) considerata. Le classi GRT assegnate per ciascuna tipologia di nave sono esplicitate nella seguente Tabella:

Tabella 4-2: Stazza delle navi e corrispondente classe GRT assegnata

GRT (tonn)	Classe GRT
< 1500	1
1500-5000	2

5000-10000	3
10000-30000	4
30000-60000	5
> 60000	6

Dall'analisi effettuata è possibile osservare che:

- ✓ In prossimità della costa non sono presenti rotte di navi la cui classe GRT è pari o superiore alla 2 (1500-5000 tonn); il perimetro Ovest della sottozona Kailia 1 corrisponde praticamente al limite di prossimità;
- ✓ Sono ben distinguibili le corsie di ingresso e uscita dal porto di Brindisi;
- ✓ Il traffico nell'area di interesse è prevalentemente orientato lungo la direttrice Nordovest-Sudest;
- ✓ Il traffico marittimo appare intenso per tutte le classi GRT considerate;

Dalla Tabella seguente si può osservare come la maggior parte del traffico marittimo relativo ad una singola classe GRT sia costituito da navi di classe medio grande (GRT 4 – 32 %); il 60 % del traffico è composto in maniera equivalente da navi di classe GRT 1, GRT 2, GRT 3 e GRT 5 (15 % per ciascuna classe); con il 6.5 %, le navi di grossa stazza (GRT 6) costituiscono la quota parte inferiore del traffico marittimo nell'area di interesse. In totale sono state calcolate 26126 rotte di cui solo il 4 % delle rotte calcolate non sono risultate utilizzabili (NULL).

Tabella 4-3: Numero di rotte calcolate per ciascuna classe GRT

Classe GRT	# rotte	# rotte [%]
GRT 1	3678	14.1
GRT 2	3689	14.1
GRT 3	3723	14.3
GRT 4	8341	31.9
GRT 5	3925	15.0
GRT 6	1708	6.5
NULL	1062	4.1
TOTAL	26126	100

In conclusione, è possibile affermare che le fonti di rumore antropogenico di fondo, derivino principalmente dal traffico navale. Il traffico marittimo in tale area è caratterizzato principalmente dal trasporto industriale, dal trasporto di passeggeri, dall'attività della pesca e dall'industria petrolifera e del gas. Il traffico marittimo nell'area proposta per la costruzione dei parchi eolici Kailia è estremamente intenso.

4.3 DISTRIBUZIONE DELLE SPECIE E STIME DI ABBONDANZA

Nel Mar Mediterraneo i cetacei sono rappresentati da 8 specie regolarmente presenti, così suddivise in base al sottordine di appartenenza: 1 mysticeto (balenottera comune) e 7 odontoceti (vedi Tabella 4.4).

Queste specie saranno al centro della valutazione d'impatto ambientale. I cetacei sono frequenti lungo le coste siciliane, nell'Adriatico e in alcune porzioni del Santuario Pelagos, un tratto di mare compreso tra Liguria, Toscana, Sardegna settentrionale e Francia meridionale.

Raggruppate per profondità alle quali generalmente si incontrano, le specie sono:

- ✓ Specie costiere che si incontrano entro i 500 m di profondità:
 - Tursiope (*Tursiops truncatus*),
 - Delfino comune (*Delphinus delphis*);
- ✓ Specie di scarpata profonda che si incontrano fra i 1000 e i 1500 m di profondità:
 - Grampo (*Grampus griseus*),
 - Capodoglio (*Physeter macrocephalus*);

-
- ✓ Specie pelagiche che si incontrano in zone di profondità oltre i 2000 m:
 - Stenella striata (*Stenella coeruleoalba*),
 - Balenottera comune (*Balaenoptera physalus*),
 - Globicefalo (*Globicephala melas*),
 - Zifio (*Ziphius cavirostris*).

Tabella 4.4: Specie di cetacei comunemente presenti in Mediterraneo

Specie	MSFD Area	Abbondanza	Studio
<i>Tursiops truncatus</i>	Bacino Adriatico	0.042 individui/km² 0.0599 individui/km²	(Fortuna et al. 2018) (ACCOBAMS, 2021)
	Mediterraneo Occidentale	0.05 individui/km ² Tirreno: 0.0251 individui/km ²	(Lauriano et al. 2014) (ACCOBAMS, 2021)
	Mar Ionio e Mediterraneo Centrale	Golfo di Taranto: 0.42 individui/km ²	(Carlucci et al. 2018, Santacesaria et al. 2019)
<i>Delphinus delphis</i>	Bacino Adriatico	Estremamente rara	(ISPRA 2012)
	Mediterraneo Occidentale	Tirreno: 0.0023 individui/km ²	(ACCOBAMS, 2021)
	Mar Ionio e Mediterraneo Centrale	0.0011 individui/km ²	(ACCOBAMS, 2021)
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Bacino Adriatico	0.0968 individui/km²	(ACCOBAMS, 2021)
	Mediterraneo Occidentale	0.30 individui/km ² Tirreno: 0.1961 individui/km ²	(Panigada et al. 2017) (ACCOBAMS, 2021)
	Mar Ionio e Mediterraneo Centrale	0.1206 individui/km ²	(ACCOBAMS, 2021)
<i>Balaenoptera physalus</i>	Bacino Adriatico	Estremamente rara	(CNR, 2019) (ACCOBAMS, 2021)
	Mediterraneo Occidentale	0.0008	(Panigada et al. 2017)
	Mar Ionio e Mediterraneo Centrale	Rara	(ACCOBAMS, 2021)
<i>Grampus griseus</i>	Bacino Adriatico	510 individui – Adriatico centro-meridionale 0.108 individui/km²	(Fortuna C.M. et al. 2011) (ACCOBAMS, 2021)
	Mediterraneo Occidentale	Rara Tirreno: 0.0183	(Bearzi et al. 2011) (ACCOBAMS, 2021)
	Mar Ionio e Mediterraneo Centrale	0.0083 individui/km ²	(ACCOBAMS, 2021)
<i>Globicephala melas</i>	Bacino Adriatico	Molto rara – Adriatico Meridionale	(CNR, 2019)
	Mediterraneo Occidentale	Dati limitati	(Verborgh et al. 2016)
	Mar Ionio e Mediterraneo Centrale	Rara	(ACCOBAMS, 2021)
<i>Ziphius cavirostris</i>	Bacino Adriatico	0.0005 individui/km²	(ACCOBAMS, 2021)
	Mediterraneo Occidentale	Tirreno: 0.0008 individui/km ²	(ACCOBAMS, 2021)
	Mar Ionio e Mediterraneo Centrale	0.0014 individui/km ²	(ACCOBAMS, 2021)
<i>Physeter macrocephalus</i>	Bacino Adriatico	Di passaggio	(CNR, 2019)
	Mediterraneo Occidentale	Tirreno: 0.0002 individui/km ²	(ACCOBAMS, 2021)
	Mar Ionio e Mediterraneo Centrale	0.001 individui/km ² (parte meridionale: 0.019 individui/km ²)	(Gannier et al. 2002)

In considerazione di quanto sopra e della batimetria dell'area in esame è molto probabile che la specie più frequente sia il Tursiopo. Non si possono comunque escludere altre specie.

Oltre al tursiopo, per quel che riguarda la possibile presenza di mammiferi marini, nell'area meridionale della Puglia (e la zona di Otranto in particolare) sono stati registrati in epoca recente degli avvistamenti di foca monaca (*Monachus monachus*); la specie, per via dell'esiguo numero di esemplari in Mediterraneo e per il notevole interesse conservazionistico che ricopre, merita un particolare livello di attenzione (Bundone, 2016). La rarità degli avvistamenti, inclusi quelli storici nell'area (34 in più di un secolo), indicano che le coste salentine, soggette a

notevole pressione antropica, non vengano ritenute idonee all'insediamento dagli esemplari che le visitano. Nonostante questo però la costa rocciosa ricca di anfratti sembra geomorfologicamente adatta ad ospitare esemplari di Foca monaca, presente nell'area in tempi remoti, per la presenza di grotte idonee sia al riposo che al parto.

4.4 POTENZIALI FONTI DI IMPATTO DA RUMORE PER I MAMMIFERI MARINI

I potenziali impatti sui mammiferi marini sono elencati nella Tabella seguente che è uno strumento volto a fornire un approccio proporzionato alla VIA.

Tabella 4.5: Potenziali Impatti sui Mammiferi Marini

Attività e/o impatto	Fase del progetto	Sensibilità	Effetto potenzialmente significativo durante lo Scoping	Approccio proposto per la valutazione d'impatto	Dati Aggiuntivi necessari
Sorgenti di rumore continuo (es. Imbarcazioni, dragaggio, posa cavi)	Costruzione	Media	Probabili impatti significativi senza utilizzo di misure di mitigazione secondarie	<u>Nello SIA sarà condotta una valutazione dettagliata delle principali sorgenti acustiche e dei livelli sonori emessi individualmente e in concomitanza per attività contemporanee.</u>	Descrizione delle attività inclusa la durata e il numero delle imbarcazioni coinvolte nelle attività)
Installazione delle ancore	Costruzione	Bassa/Media	Probabili impatti significativi senza utilizzo di misure di mitigazione secondarie in caso di utilizzo di metodi con perforazione o battipalo	<u>Nello SIA sarà condotta una valutazione dettagliata delle principali sorgenti acustiche e dei livelli sonori emessi individualmente e in concomitanza per attività contemporanee.</u>	Descrizione delle attività inclusa la durata e tipo di mezzi impiegati
Rumore sottomarino delle turbine	Operativa	Bassa	Possibili impatti significativi	<u>Nello SIA sarà condotta una valutazione per determinare i livelli sonori cumulativi previsti dato il numero e la dimensione delle turbine proposte</u>	Dati specifici sulla turbina e scenario operativo
Disturbo causato da navi di manutenzione	Operativa	Bassa	Probabili impatti significativi Non è previsto che il traffico addizionale nell'area dovuto alla manutenzione del parco eolico sia maggiore rispetto al traffico marino di base	<u>Nello SIA sarà condotta una valutazione per descrivere il traffico addizionale previsto e i livelli sonori associati al tipo di imbarcazioni proposte</u>	Descrizione delle attività inclusa la durata e tipo di mezzi impiegati



Rumore sottomarino	Smantellamento	Bassa	<p>Probabili impatti significativi</p> <p>Dipende dal metodo utilizzato per rimuovere le strutture. Metodi come il taglio a caldo, il taglio con filo diamantato e il taglio a getto d'acqua abrasivo dovrebbero avere tutti un impatto trascurabile a causa dei bassi livelli di rumore e della natura temporanea dell'impatto.</p>	<p><u>Nello SIA sarà condotta una valutazione</u> per descrivere le attività previste e i potenziali livelli sonori</p>	Dati sulla modalità di smantellamento prevista
--------------------	----------------	-------	---	--	--

La Tabella stabilisce una valutazione preliminare di tutti i potenziali effetti, significativi o meno, e distingue tra il livello di valutazione proposto per gli effetti significativi. La determinazione degli impatti che rientrano o meno nella valutazione è stata fatta sulla base di una combinazione di fattori, inclusi i risultati della valutazione dell'impatto sui mammiferi marini per le precedenti valutazioni di impatto per sviluppi di progetti eolici offshore di scala simile e presentati in altri paesi europei.

I percorsi di impatto che sono stati inclusi ed esclusi dalla valutazione, con le fasi del progetto in cui sono rilevanti, sono elencati di seguito.

I seguenti percorsi di impatto sono stati individuati come richiedenti una valutazione dettagliata:

- ✓ Disturbo causato dalle imbarcazioni (costruzione, esercizio e smantellamento);
- ✓ Disturbo comportamentale da installazione delle ancore (costruzione).

I seguenti percorsi di impatto sono stati identificati come richiedenti una semplice valutazione:

- ✓ Permanent Threshold Shift (PTS) da rumore di installazione delle ancore (costruzione)
- ✓ Disturbo durante la rimozione di turbine e infrastruttura (smantellamento).
- ✓ Disturbo causato dai cantieri di trasporto (costruzione).

I seguenti percorsi di impatto sono stati esclusi dalla valutazione:

- ✓ PTS da rumore di rimozione (smantellamento);
- ✓ Temporary Threshold Shift (TTS) (costruzione, esercizio e smantellamento);
- ✓ Rumore operativo (esercizio);
- ✓ Campi elettromagnetici (esercizio).

Un'ampia rassegna del monitoraggio presso i parchi eolici effettuato dalla Marine Management Organisation (Organization M.M.M., 2014), nel Regno Unito e altre nazioni, ha dimostrato che i livelli di rumore operativi sono bassi e la distesa spaziale del potenziale impatto del rumore operativo delle turbine sui recettori marini è generalmente stimata come piccola, con una risposta comportamentale probabile solo a poca distanza dalle singole turbine. Ciò è supportato da diversi studi pubblicati che forniscono prove che i parchi eolici operativi non inducono uno spostamento dei mammiferi marini.

Le potenziali procedure di mitigazione per prevenire, ridurre od eliminare i potenziali impatti sulla fauna marina verranno presentate e discusse nella valutazione di impatto ambientale e includeranno ad esempio l'impiego di operatori MMO/PAM e di protocolli in linea con le best practices internazionali per le operazioni con maggiore potenziale sonoro (ad esempio soft-start, ramp-up).

5 SORGENTI DI RUMORE CONSIDERATE

Le seguenti attività sono state identificate come potenziali sorgenti di rumore sottomarino:

- ✓ Installazione delle ancore delle turbine (fase di costruzione);
- ✓ Dragaggio/trenching per la posa di cavi e per la realizzazione dell'HDD (fase di costruzione);
- ✓ Posa di cavi (fase di costruzione);
- ✓ Traffico di imbarcazioni per la costruzione e la manutenzione del parco eolico (fasi di costruzione ed esercizio);
- ✓ Rumore operativo delle turbine (fase di esercizio);
- ✓ Rimozione delle turbine e infrastruttura (fase di smantellamento).

I seguenti paragrafi sono dedicati ad approfondire ciascuno degli aspetti elencati.

5.1 INSTALLAZIONE DELLE ANCORE

Il sistema più comunemente utilizzato negli impianti offshore galleggianti è quello di fissare le turbine mediante catenarie ed ancore marine terminali. Esistono tuttavia, ove possibile per la natura dei fondali, tecniche di ormeggio con elementi tesi (catene o funi) o sistemi con ancore terminali costituite da strutture a suzione (*suction buckets*), pali ad avvitemento, e fondazioni a gravità. Queste tecniche di installazione alternative sono considerate meno rumorose dell'ancoraggio infisso a percussione.

5.2 RUMORE DEL DRAGAGGIO/TRENCHING PER LA POSA DEI CAVI E IL TRAFFICO NAVALE

Il dragaggio e la posa di cavi comportano l'introduzione di rumore di tipo continuo prodotto dalle imbarcazioni utilizzate per tali attività e dallo scavamento meccanico per creare trincee per i cavi dove necessario.

Il rumore dovuto al dragaggio e alla posa di cavi interessa soprattutto le basse frequenze (sotto i 500Hz) e dipende dal tipo di fondale, dagli strumenti utilizzati per il dragaggio e dal tipo di imbarcazione utilizzata. La World Organisation of Dredging Associations (WODA) ha condotto una rassegna del rumore sottomarino associato al dragaggio e ha concluso che i livelli di rumore durante il dragaggio sono inferiori a quelli dell'imbarcazione durante la fase di navigazione (Todd et al., 2014); dunque, i livelli di sorgente della nave in transito possono essere utilizzati per la valutazione e modellizzazione.

Sebbene la posa dei cavi ed eventuale dragaggio siano limitati al periodo di costruzione dei parchi eolici, i potenziali impatti di queste attività devono essere ulteriormente valutati sulla base del numero e delle dimensioni delle imbarcazioni coinvolte, del periodo e della durata totale delle attività nel contesto della presenza di potenziali recettori marini sensibili all'esposizione prolungata a questo tipo di rumore. La valutazione di impatto di tale attività sarà dunque inclusa nella VIA.

5.3 RUMORE DEL TRAFFICO MARITTIMO

Il traffico navale durante la fase di esercizio dei parchi eolici sarà limitato a poche imbarcazioni di piccole dimensioni per il trasporto di tecnici che dovranno regolarmente far visite alle turbine per manutenzione. Dato che tutte le aree proposte per la costruzione dei parchi eolici sono estremamente trafficate, non si prevede che queste operazioni contribuiranno in modo sostanziale ad aumentare il rumore antropogenico. Quest'attività si ritiene possa essere esclusa da ulteriori approfondimenti nello SIA.

5.4 RUMORE OPERATIVO DELLE TURBINE

Il rumore subacqueo delle turbine eoliche in funzione ha origine nelle parti meccaniche in movimento nella navicella, quasi esclusivamente con energia emessa alle basse frequenze, al di sotto 1 kHz, e tipicamente con forti elementi tonali alle frequenze corrispondenti alla rotazione degli ingranaggi e le loro armoniche (Pangerc et al. 2016). Il rumore viene trasmesso attraverso la torre e irradiato nell'acqua dalla sezione sommersa; i livelli sonori operazionali sottomarini potrebbero dunque dipendere dal tipo di fondazione, ma ciò non è stato dimostrato dagli studi condotti fino ad ora (Tougaard et al. 2020). Due fattori che chiaramente influenzano il livello sonoro sono la grandezza della turbina e la forza del vento. Con l'aumento delle dimensioni delle pale, le forze meccaniche che agiscono su ingranaggi e cuscinetti aumentano a loro volta e questo comporta livelli di rumore più elevati; lo stesso vale per un aumento della velocità del vento (Tougaard et al. 2020). Il rumore sottomarino emesso da turbine individuali risulta

comunque notevolmente inferiore ai livelli acustici ambientali, mentre nel caso di numerose turbine i livelli di rumore aggregati del parco eolico potrebbero essere elevati rispetto al sottofondo acustico fino ad alcuni chilometri di distanza in condizioni di rumore ambientale molto basso. Nessun esempio di parco eolico galleggiante è incluso nello studio poiché pochi dati sono disponibili al riguardo. Nel 2011 la JASCO condusse una spedizione per Statoil per misurare i livelli di rumore sottomarino associati con la turbina galleggiante di HYWIND in Norvegia. Le misure effettuate hanno mostrato che la struttura HYWIND genera una varietà di componenti acustici distintivi che possono essere rilevati al di sopra del livello del rumore di fondo e sembrano essere correlati all'azione degli ingranaggi per generazione elettrica. Nessuno di questi componenti ha mostrato livelli superiori a 115 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 / \text{Hz}$. I rumori rilevati includono occasionali suoni transitori di "schiocco" (a intervalli entro i 23 secondi) con livelli di picco superiori a 160 dB re 1 μPa nella banda di registrazione di 0 – 20000 Hz. Si pensa che questi rumori transitori siano correlati ai rilasci di tensione nell'ormeggio (Martin et al. 2011).

Nei parchi eolici offshore di Horns Rev e Nysted in Danimarca, il monitoraggio a lungo termine ha dimostrato che sia la focena che la foca venivano avvistate regolarmente all'interno dei parchi operativi e, entro due anni dall'installazione, le popolazioni erano tornate a livelli comparabili con l'area più ampia (Diederichs et al. 2018). Analogamente, il programma di monitoraggio presso il parco eolico di Egmond aan Zee nei Paesi Bassi ha riportato che durante la fase operativa si riscontrò un'attività di focene significativamente maggiore all'interno dell'OWF rispetto all'area di riferimento (Scheidat et al. 2011). Anche altri studi presso gli OWF olandesi e danesi suggeriscono che la focena potrebbe essere attratta da maggiori opportunità di foraggiamento all'interno di parchi eolici offshore (Lindeboom et al. 2011).

Studi condotti principalmente su pinnipedi hanno similmente concluso che il rumore operativo del parco eolico causa un impatto trascurabile (Madsen et al. 2006). Le foche taggate hanno mostrato un comportamento di raduno intorno ai parchi eolici offshore operativi il che suggerisce che questi agiscano come dispositivi di aggregazione per i pesci, fornendo nuove o migliori opportunità di foraggiamento (Russell et al. 2016). Gli studi hanno inoltre dimostrato che le focene vengono osservate regolarmente all'interno dei parchi eolici offshore operativi (Scheidat et al. 2011, Diederichs et al. 2018) e possono attratte ad essi da maggiori opportunità di foraggiamento (Lindeboom et al. 2011).

Uno studio (Nowacek et al. 2004) ha segnalato che le balene franche nordatlantiche (*Eubalaena glacialis*) mostrano un comportamento di evasione per suoni tonali a livelli (RMS) ricevuti tra 134 e 148 dB re 1 μPa . È quindi possibile ipotizzare che i rumori delle turbine operative possano avere degli impatti sui cetacei sensibili a basse frequenze, come la balenottera comune (Madsen et al. 2006).

Sulla base delle informazioni disponibili in letteratura, non si prevede che il rumore delle turbine in operazione possa generare impatti sui mammiferi marini, se non di minore entità. Non sono però disponibili studi in acque profonde e sulle specie comuni nel Mediterraneo. Un approfondimento è dunque consigliato durante la valutazione di impatto ambientale per stimare i livelli di rumore sottomarino cumulativi per il parco eolico basato sulla dimensione e quantità di turbine che verranno installate ed i relativi impatti sulla fauna marina potenzialmente presente nell'area.

5.5 RUMORE DELLE OPERAZIONI DI SMANTELLAMENTO

Durante la fase di smantellamento, si prevede l'utilizzo di imbarcazioni simili a quelle del periodo di costruzione per un periodo di tempo limitato. Le turbine eoliche galleggianti possono essere trasportate di nuovo a terra una volta terminato il loro utilizzo. Le ancore dovranno essere estratte o nella maggior parte dei casi tagliate appena sotto il livello del suolo; questo può essere effettuato con tecnologie di fresa a diamante, getti d'acqua o l'utilizzo di apposite draghe. Queste attività introducono rumore di tipo continuo a bassa o media frequenza che dipende dal tipo, potenza e caratteristiche operative dello strumento utilizzato. Poche informazioni sono disponibili sui livelli di rumore generati da tali strumenti; una ricerca sulla letteratura disponibile verrà effettuata nella VIA.

6 CONCLUSIONI

La collocazione del parco eolico galleggiante rientra in una delle aree di habitat naturale dei cetacei del Mediterraneo secondo le indicazioni fornite dalla Marine Strategy.

L'intera area del Mar Adriatico Meridionale è, ad oggi, sede di intenso traffico marittimo associato alle attività di trasporto merci, passeggeri ed alla pesca; il traffico marittimo dell'area è prevalentemente intenso, trattandosi di rotte ampiamente utilizzate per l'accesso al porto di Brindisi e per i traffici che coinvolgono il passaggio di navi tra l'Alto Adriatico e il Mar Ionio.

Sulla base degli studi realizzati su progetti analoghi per valutare l'impatto acustico sulla fauna marina, si può supporre che la presenza del parco non dovrebbe rappresentare alcun fattore di rischio significativo per le specie faunistiche regolarmente presenti nell'area, mammiferi marini in particolare. Tuttavia, considerata la particolare sensibilità acustica dei cetacei, è probabile che essi percepiscano, senza danno, la presenza del parco già a grandi distanze e che quindi possano spontaneamente tenersi a distanza di sicurezza dalle installazioni senza probabilmente abbandonare in maniera permanente l'area.

Ulteriori approfondimenti saranno oggetto della Valutazione di Impatto Ambientale.

REFERENZE

- ACCOBAMS, 2013. Anthropogenic noise and marine mammals: Review of the effort in addressing the impact of anthropogenic underwater noise in the ACCOBAMS and ASCOBANS areas. Fifth Meeting of the Parties to ACCOBAMS, 5-8 Nov 2013. Document Number 22, Rev 1, Tangier. 61 pp.
- ACCOBAMS, 2021. Estimates of abundance and distribution of cetaceans in the Black Sea from 2019 surveys. By Paiu, R.M., Panigada, S., Cañadas, A., Gol'din, P., Popov, D., David, L., Amaha Ozturk, A., Glazov, D. Ed. ACCOBAMS - ACCOBAMS Survey Initiative/CeNoBS Projects, Monaco, 54 pages.
- Andrew RK, Howe BM, Mercer JA., 2011. Long-time trends in ship traffic noise for four sites off the North American West Coast. *J Acoust Soc Am* 129:642–651
- Bearzi, G., R.R. Reeves, E. Remonato, N. Pierantonio, and S. Airoldi. 2011. Risso's dolphin *Grampus griseus* in the Mediterranean Sea. *Mammalian Biology* 76(4): 385-400. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2010.06.003>.
- Bundone L. E. A. (2016) Piano di valutazione e conservazione della foca monaca *Monachus monachus* in aree a bassa densità nel mediterraneo. Tesi di dottorato in Scienze Ambientali ciclo XVII – Università Cà Foscari (VE).
- Carlucci, R., G. Cipriano, C. Paoli, P. Ricci, C. Fanizza, F. Capezzuto, and P. Vassallo. 2018. Random Forest population modelling of striped and common-bottlenose dolphins in the Gulf of Taranto (Northern Ionian Sea, Central-eastern Mediterranean Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 204: 177-192. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771417308429>.
- Consiglio Nazionale delle Ricerche. Cetacei marini e rettili marini nell'area vasta del Bacino Adriatico - Presenza e distribuzione. Rapporto a cura di Strafella P, Fabi G e Spagnolo A. Ancona, 2019.
- Diederichs, A., G. Nehls, M. Dähne, S. Adler, S. Koschinski, and U. Verfuß. 2018. Methodologies For Measuring And Assessing Potential Changes In Marine Mammal Behaviour, Abundance Or Distribution Arising From The Construction, Operation And Decommissioning Of Offshore Windfarms. BioConsult SH report to COWRIE Ltd. ISBN: 978-0-9557501-2-0.
- Erbe C, Marley SA, Schoeman RP, Smith JN, Trigg LE and Embling CB (2019) The Effects of Ship Noise on Marine Mammals—A Review. *Front. Mar. Sci.* 6:606. doi: 10.3389/fmars.2019.00606
- Fortuna, C.M., A. Cañadas, D. Holcer, B. Brecciaroli, G.P. Donovan, B. Lazar, G. Mo, L. Tunesi, and P.C. Mackelworth. 2018. The Coherence of the European Union Marine Natura 2000 Network for Wide-Ranging Charismatic Species: A Mediterranean Case Study. 5(356). <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2018.00356>.
- Gannier, A., V. Drouot, and J.C. Goold. 2002. Distribution and relative abundance of sperm whales in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 243: 281-293. <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v243/p281-293/>.
- Hatch, L.T. & A.J. Wright (2007). A Brief Review of Anthropogenic Sound in the Ocean. *International Journal of Comparative Psychology*, vol. 20, pp. 121-133.
- ISPRA. 2012. Strategia per l'ambiente marino. Allegato V. 16 pp.
- Lauriano, G., N. Pierantonio, G. Donovan, and S. Panigada. 2014. Abundance and distribution of *Tursiops truncatus* in the Western Mediterranean Sea: An assessment towards the Marine Strategy Framework Directive requirements. *Marine Environmental Research* 100: 86-93. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141113614000737>.
- Lindeboom, H.J., H.J. Kouwenhoven, M.J.N. Bergman, S. Bouma, S. Brasseur, R. Daan, R.C. Fijn, D. de Haan, S. Dirksen, et al. 2011. Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a

- compilation. Environmental Research Letters 6(3): 035101. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/6/3/035101>.
- Madsen, P.T., Wahlberg, M., Tougaard, J., Lucke, K., Tyack, P., (2006). Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. Marine Ecology Progress Series 309:279-95.
- Martin, B., J. MacDonnell, J. Vallarta, E. Lumsden, and R.D.J. Burns. 2011. HYWIND Acoustics Measurements Report. Ambient Levels and HYWIND Signature. Ver 1.3. Document Number 00229. JASCO Applied Sciences (UK) Ltd. <https://static1.squarespace.com/static/52aa2773e4b0f29916f46675/t/5fda3a9324291a0a8b1d0a25/1608137377245/Equinor-Hywind-Acoustic-Measurement-Report-JASCO-00229-December-2011.pdf>.
- Nowacek, D., M. Johnson, and P.L. Tyack. 2004. North Atlantic right whales (*Eubalaena glacialis*) ignore ships but respond to alarm stimuli. Proceedings of the Royal Society of London B 271: 227-231.
- Organisation, M.M.M. 2014. Review of post-consent offshore wind farm monitoring data associated with licence conditions. A report produced for the Marine Management Organisation, pp 194. MMO Project No: 1031. ISBN: 978-1-909452-24-4.
- Pace F. 2021. Studio preliminare per la realizzazione di parchi eolici galleggianti in Italia centro-meridionale: Impatto acustico sottomarino, impatto dei campi elettromagnetici e descrizione dei mammiferi marini. Documento 02440, Versione 1.0. Technical report by JASCO Applied Sciences for RINA Consulting.
- Pangerc, T., P.D. Theobald, L.S. Wang, S.P. Robinson, and P.A. Lepper. 2016. Measurement and characterisation of radiated underwater sound from a 3.6 MW monopile wind turbine. 140(4): 2913-2922. <https://asa.scitation.org/doi/abs/10.1121/1.4964824>.
- Panigada, S., G. Lauriano, G. Donovan, N. Pierantonio, A. Cañadas, J.A. Vázquez, and L. Burt. 2017. Estimating cetacean density and abundance in the Central and Western Mediterranean Sea through aerial surveys: Implications for management. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 141: 41-58. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967064517301418>.
- Richardson, J.W., Greene, C.R., Malme, C.I., Thomson, D.H., (1995). Marine Mammals and Noise. Academic Press San Diego, 576PP.
- Ross, D., 1976. Mechanics of Underwater Noise (Elsevier, Amsterdam).
- Russell, D.J., G.D. Hastie, D. Thompson, V.M. Janik, P.S. Hammond, L.A. Scott-Hayward, J. Matthiopoulos, E.L. Jones, and B.J. McConnell. 2016. Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. Journal of Applied Ecology 53(6): 1642-1652. NLM.
- Scheidat, M., Tougaard, J., Brasseur, S., Carstensen, J., van Polanen Petel, T., Teilmann, J., Reijnders, P., (2011). Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. Environ. Res. Lett. 6: 025102. doi:10.1088/1748-9326/6/2/025102.
- SNPA. 2020. Linee Guida SNPA, 28/2020. Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale. Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Roma, Italia. https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2020/05/Linee_Guida_SNPA_LLGGVIA_28_2020.pdf.
- Southall, B.L., J.J. Finneran, C. Reichmuth, P.E. Nachtigall, D.R. Ketten, A.E. Bowles, W.T. Ellison, D.P. Nowacek, and P.L. Tyack. 2019. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. Aquatic Mammals 45(2): 125-232.
- Todd, V. L. G., Todd, I. B., Gardiner, J. C., Morrin, E. C. N., MacPherson, N. A., DiMarzio, N. A., and Thomsen, F. A review of impacts of marine dredging activities on marine mammals. – ICES Journal of Marine Science, doi: 10.1093/icesjms/fsu187.

-
- Van der Graaf, A.J., M.A. Ainslie, M. André, K. Brensing, J. Dalen, R.P.A. Dekeling, S. Robinson, M.L. Tasker, F. Thomsen, et al. 2012. European Marine Strategy Framework Directive - Good Environmental Status (MSFD GES). : Report of the Technical Subgroup on Underwater Noise and Other Forms of Energy, Brussels.
- Verborgh, P., P. Gauffier, R. Esteban, J. Giménez, A. Cañadas, J.M. Salazar-Sierra, and R. de Stephanis. 2016. Chapter Six - Conservation Status of Long-Finned Pilot Whales, *Globicephala melas*, in the Mediterranean Sea. In Notarbartolo Di Sciara, G., M. Podestà, and B.E. Curry (eds.). *Advances in Marine Biology*. Volume 75. Academic Press. pp 173-203. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065288116300086>.
- Wenz G., 1962. Acoustic Ambient Noise in the Ocean: Spectra and Sources. *The Journal of the Acoustical Society of America* 34, 1936.



RINA Consulting S.p.A. | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Via San Nazaro, 19 - 16145 GENOVA | P. +39 010 3628148 | rinaconsulting@rinaconsulting.org | www.rinaconsulting.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.