



UNIONE EUROPEA



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE SARDEGNA



OPERA:

**PROGETTO DI UNA CENTRALE EOLICA OFFSHORE GALLEGGIANTE
NEL MARE DI SARDEGNA DENOMINATA "SARDINIA NORTH-WEST" E DELLE
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE**

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE
Art. 21, D.Lgs. n. 152/2006 - DEFINIZIONE DEI CONTENUTI SIA (SCOPING)

COMMITTENTE:



AVENHEXICON S.r.l.
Viale Luigi Majno, 5
20122 - Milano
C.F. e P.Iva 12219810962

PROGETTISTA:



MPOWER S.r.l.
Dott. Ing. Edoardo Boscarino
(Coordinatore Project Team)
Via Niccolò Machiavelli, 2 - 95030 - Sant'Agata Li Battiati (CT)
C.F. e P.Iva 04265440877



PROJECT TEAM:

Dott. Arch. Attilio Massarelli (Staff di Coordinamento e Rendering)
Dott. Ing. Giovanni Battaglia (Staff di Coordinamento)
Dott. Geol. Alessandro Treffiletti (GIS)
Dott. Geol. Damiano Gravina (GIS)
Dott. Ing. Elio Occhino (Acustica Ambientale)
Dott. Geol. Salvatore Bannò (Geologia)
Dott. Geol. Stefania Serra (Aspetti Naturalistici ed Ambientali)

Dott. Ing. Muhammad Saqib (Aspetti strutturali e geotecnici)
Dott. Ing. Alessandro Cali (Aspetti aeronautici)
Geom. Antonio Fleri (Aspetti demaniali)
Dott. Rosario Pignatello - IBLARCHÈ s.r.l.s. (Aspetti Archeologici)
Dott. Ing. Giancarlo Guenzi - ENERGOCONSULT s.r.l. (Impianti elettrici)
Dott. Ing. Gianni Barletta (Impianti elettrici)

OGGETTO:

SCOPING PRELIMINARE AMBIENTALE

RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO MARINO

REV.	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	25-10-2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB

SCALA: -
FORMATO: A4

CODICE DOCUMENTO:

SNW	SCOP	R.07	00
COMMESSA	FASE	TAVOLA	REV.

CODICE ELABORATO:

R.07.00

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 1 di 35		Doc. Prop.:	

1 PREMESSA

Lo studio previsionale di impatto acustico ha per oggetto un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica offshore di tipo galleggiante nel Mar di Sardegna denominata "SARDINIA NORTH-WEST" e le relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) da realizzarsi, a cura della società proponente **Avenhexicon S.r.l.**, nata come joint venture paritetica tra la società di sviluppo di impianti rinnovabili **Avapa Energy S.r.l.** con sede in Italia e la società svedese **Hexicon A.B.**

Lo studio acustico interesserà l'intervento in oggetto in tutte le fasi della sua vita utile, che si possono ricondurre in: una fase di cantierizzazione, una fase di funzionamento a regime e una fase di dismissione dell'opera.

L'area d'impianto consiste in una superficie complessiva di specchio acqueo pari a 364 kmq del Mar di Sardegna prospiciente la costa occidentale della provincia di Sassari, ubicata ad una distanza minima di circa 13 miglia nautiche (24 km) dalle coste più vicine di Capo Caccia.

La relazione acustica è stata redatta dall'Ing. Elio Occhino, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania al n. A5161 ed iscritto nell'Elenco Nazionale dei Tecnici Esperti in Acustica al n. 167, e segue le direttive della normativa nazionale in materia di valutazione acustica ambientale.

2 NORMATIVA ACUSTICA E DEFINIZIONI

Le emissioni sonore delle attività rumorose presenti sul territorio italiano sono regolate dalla Legge Quadro n. 447 del 26 ottobre 1995 ed il successivo decreto attuativo D.P.C.M. 14/11/97. Tali normative hanno fissato dei valori limite di emissione sonora da applicare a tutte le aree del territorio nazionale, secondo la rispettiva classificazione in zone.

Si definiscono dunque:

- **Livello di rumore ambientale:** livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato intervallo di tempo.
- **Livello di rumore residuo:** livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" prodotto dalle sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato intervallo di tempo ad esclusione di quelle oggetto di esame.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commessa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 2 di 35		Doc. Prop.:	

- **Valore limite d'emissione:** il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora misurato in prossimità della sorgente stessa;
- **Valore limite d'immissione:** il rumore indotto che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo e nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;
- **Tempo di riferimento (TR):** periodi del giorno rispetto ai quali si devono valutare i livelli di rumore: diurno (dalle 6:00 alle 22:00) e notturno (dalle 22:00 alle 6:00);

Per quanto riguarda le grandezze da misurare:

- **L_{AEq,TR}** Livello sonoro equivalente ponderato A rispetto al periodo di riferimento (atmosfera).
- **SPL Sound pressure level:** Livello di pressione sonora istantaneo.
- **SEL Sound exposition level:** Livello di esposizione sonora (relativo ad un intervallo convenzionale di 1 sec).
- **Peak Sound Pressure Level (peak SPL):** Livello sonoro di picco assoluto.
- **Peak-to-peak sound pressure Level (Pk-Pk SPL):** Livello sonoro di picco relativo.

La legge definisce 6 tipologie di zone, e per ognuna di queste vengono fissati i limiti di emissione (sorgenti) e di esposizione (ricettori) al rumore relativi al periodo diurno e notturno.

Ciascun territorio comunale sarà suddiviso in zone acustiche aventi i seguenti livelli limite:

CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO		VALORI LIMITE DI EMISSIONE	
Classe	Denominazione	Tempo di riferimento diurno (6.00 – 22.00)	Tempo di riferimento notturno (22.00 – 6.00)
I	Aree particolarmente protette	45 dB(A)	35 dB(A)
II	Aree prevalentemente residenziali	50 dB(A)	40 dB(A)
III	Aree di tipo misto	55 dB(A)	45 dB(A)
IV	Aree di intensa attività umana	60 dB(A)	50 dB(A)
V	Aree prevalentemente industriali	65 dB(A)	55 dB(A)
VI	Aree esclusivamente industriali	65 dB(A)	65 dB(A)

Tab. 1 - Valori limite di emissione.

CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO		VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE	
Classe	Denominazione	Tempo di riferimento diurno (6.00 – 22.00)	Tempo di riferimento notturno (22.00 – 6.00)
I	Aree particolarmente protette	50 dB(A)	40 dB(A)
II	Aree prevalentemente residenziali	55 dB(A)	45 dB(A)
III	Aree di tipo misto	60 dB(A)	50 dB(A)
IV	Aree di intensa attività umana	65 dB(A)	55 dB(A)
V	Aree prevalentemente industriali	70 dB(A)	60 dB(A)
VI	Aree esclusivamente industriali	70 dB(A)	70 dB(A)

Tab. 2 - Valori limite assoluti di immissione.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commessa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 3 di 35		Doc. Prop.:	

Per i Comuni che non hanno ancora attuato la zonizzazione varranno invece i limiti imposti dal precedente DPCM 01/03/1991:

	Diurno	Notturmo
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (DM 1444/1968)	65	55
Zona B (DM 1444/1968)	60	50
Zone esclus. Industriali	70	70

Tab. 3 - Valori limite assoluti di immissione D.P.C.M. 01/03/1991.

Il rumore in prossimità delle infrastrutture viarie è invece normato dal DPR 30/03/2004 che impone i seguenti limiti (per infrastrutture esistenti):

Tipo di strada	Sottotipi acustici	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Ricettori particolarmente sensibili		Altri ricettori	
			diurno dB(A)	notturno dB(A)	diurno dB(A)	notturno dB(A)
A Autostrada		100 (A)	50	40	70	60
		150 (B)			65	55
B Extraurbana principale		100 (A)	50	40	70	60
		150 (B)			65	55
C Extraurbana secondaria	C _a	100 (A)	50	40	70	60
		150 (B)			65	55
	C _b	100 (A)	50	40	70	60
		50 (B)			65	55
D Urbana di scorrimento		100	50	40	70	60
					65	55
E Urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni			
F locale		30				

Tab. 4 - Limiti per strade esistenti o assimilabili D.P.R. 30/03/2004.

NORMATIVA

- D.P.C.M. 01/03/1991 Limiti massimi di rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- L. n. 447 26/10/1995 Legge quadro sull'inquinamento acustico.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 4 di 35		Doc. Prop.:	

- D.P.C.M. 14/11/1997 Determinazione valori limite delle sorgenti sonore.
- D.M. 16/03/1998 Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- D.P.R. 142/2004 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare.
- D.Lgs. 17/02/2017 Disposizioni di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico
- DM 1/06/2022 Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico

Normativa sul rumore in ambiente marino e subacqueo

Attualmente in Italia non esiste una specifica legislazione per contrastare l'inquinamento da rumore in ambiente marino e subacqueo. In altri paesi europei sono invece presenti specifiche normative per l'eolico offshore.

Per quanto riguarda l'impatto dovuto al rumore aereo in ambiente marino, gli studi effettuati non hanno evidenziato particolari ripercussioni sui volatili. L'impatto del rumore subacqueo invece presenta diverse criticità nei riguardi della fauna ittica, ed è stato dunque oggetto di regolamentazione in molti paesi.

È ormai infatti dimostrato che un'onda sonora subacquea può provocare vari livelli di risposta nella fauna marina. In particolare si è visto che la sensibilità sonora della fauna ittica è correlata alla presenza o meno della vescica natatoria (Popper 2014), ovvero i pesci con vescica natatoria sono tipicamente più sensibili alle onde sonore. Tali effetti variano a seconda delle specie e comunque si manifestano entro distanze di circa 10 km dalla sorgente sonora.

In Germania per esempio esiste una norma (BMU 2013) per cui tutti i nuovi impianti eolici offshore devono garantire che in fase di costruzione i livelli sonori subacquei emessi a 750 metri non siano superiori a 160 dB (SEL) o 190 dB di picco.

Nel 2020 la Commissione Europea, basandosi sulle esperienze accumulate da alcuni paesi europei sull'eolico, ha prodotto un documento di orientamento sugli impianti eolici e sulla normativa dell'UE in materia ambientale.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 5 di 35		Doc. Prop.:	

L'Italia ha comunque compiuto alcuni passi in questa direzione: la legge di ratifica ed esecuzione del Santuario Pelagos (Legge 11 ottobre 2001 n. 391), l'adozione delle "Linee Guida per la gestione dell'impatto di rumore antropogenico sui cetacei nell'area ACCOBAMS" (volte ad eliminare, o minimizzare, il rischio di disturbo arrecato alla fauna marina e soprattutto ad evitare qualsiasi tipo di danno fisico) ed infine il recepimento della Direttiva Quadro sulla Strategia Marina (2008/56/CE) emanata dalla Comunità Europea e recepita nel D.Lgs. n. 190/2010 per i regolamenti sulla strategia per l'ambiente marino.

In letteratura scientifica si sono individuati dunque i livelli di pressione acustica che inducono 3 caratteristiche reazioni (allontanamento, deviazione di rotta, cessazione o alterazione delle vocalizzazioni) già a partire da 120 dB, perdita di sensibilità uditiva temporanea (TTS) intorno a 160 dB e perdita definitiva di sensibilità (PTS) a livelli superiori a 180 dB. Inoltre si è constatato che la durata e la ripetizione del disturbo riducono sensibilmente la soglia di tolleranza e per questo sono state definite anche delle soglie di esposizione cumulativa.

Gruppo ricettori	ACCOBAMS (2013)	Southall et al. (2019)	
	FBR	(PTS)	(TTS)
	SPL (dB re 1 µPa)	media SEL _{24h} (dB re 1 µPa ² ·s)	media SEL _{24h} (dB re 1 µPa ² ·s)
Cetacei sensibili a frequenze molto alte	120	173	153
Cetacei sensibili a frequenze alte		198	178
Cetacei sensibili a frequenze basse		199	179

Tab. 5 - Soglie di disturbo acustico per rumore continuo (Southall et al. 2019) e Prima Risposta Comportamentale (FBR).

3 PROPAGAZIONE SONORA

In questo capitolo si espongono alcuni cenni sulla propagazione sonora al fine di chiarire i processi e i fenomeni fisici oggetto della presente relazione acustica.

Il suono consiste in una perturbazione della pressione che si diffonde attraverso un mezzo di propagazione. Questa variazione di pressione assume la forma di un'oscillazione che risulta essere una combinazione di diverse frequenze udibili comprese in uno spettro tra 20 e 20.000 Hz.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 6 di 35		Doc. Prop.:	

La velocità di propagazione di quest'onda sonora dipende dalla densità del mezzo elastico attraverso cui viaggia: In acqua marina la velocità del suono media è di circa 1.500 m/s, mentre in aria è di circa 340 m/s. In particolare nell'acqua salata, la cui densità dipende dalla temperatura, dalla salinità e dalla profondità, è possibile avere notevoli variazioni della velocità di propagazione.

In entrambi i mezzi si può definire il livello di pressione sonora L_p (sound pressure level) misurato in dB. Il decibel è un rapporto in scala logaritmica tra la pressione locale e una pressione di riferimento. In atmosfera la pressione di riferimento è di $20\mu\text{Pa}$, mentre in acqua è $1\mu\text{Pa}$ (μPa = microPascal).

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 \quad (1)$$

dove:

- p è la pressione sonora espressa in Pa (Pascal);
- p_0 è la pressione di riferimento;

La differente pressione di riferimento nei due mezzi fa sì che i livelli sonori in aria e in acqua abbiano scale diverse. Per esempio il livello di 61 dB re $20\mu\text{Pa}$ (in atmosfera) è diverso da 61 dB re $1\mu\text{Pa}$ (in acqua).

In prossimità dell'interfaccia tra aria ed acqua, considerando la differenza di densità tra i due mezzi, si avranno prevalentemente fenomeni di riflessione delle onde sonore incidenti, specialmente alle alte frequenze. Fenomeni di rifrazione (con attraversamento dell'interfaccia da parte dell'onda sonora) si potranno avere solo per elevate potenze sonore e a basse frequenze.

Nel passaggio tra i due mezzi lo spettro di emissione sonora equivalente sul livello del mare viene corretto secondo la formula (Etter 2017):

$$L_{p,acqua} = L_{p,aria} + 62 \text{ dB} \quad (2)$$

3.1 Propagazione sonora in atmosfera

La propagazione delle onde sonore nel mezzo aeriforme si può descrivere con la seguente formula relativa ad una sorgente puntiforme che emette un'onda emisferica:

$$L_{ft} = L_w + Dc - (A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}) \quad (3)$$

dove:

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commessa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 7 di 35		Doc. Prop.:	

- L_{ft} livello di pressione sonora in prossimità del ricettore alla generica banda di ottava;
- L_w è potenza sonora in banda di ottava in dB, prodotta da sorgente puntuale relativa ad una potenza sonora di riferimento di un pico watt;
- D_c è la correzione dovuta alla direzionalità della sorgente in dB;
- A_{div} è l'attenuazione dovuta alla divergenza geometrica;
- A_{atm} è l'attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico;
- A_{gr} è l'attenuazione dovuta ad effetti del terreno;
- A_{bar} è l'attenuazione dovuta a barriere;
- A_{misc} è l'attenuazione dovuta ad altri effetti concomitanti;

Una forma semplificata ma più restrittiva della precedente formula può essere ottenuta non considerando le varie attenuazioni tipiche del mezzo (che nella (3) sono a sottrarre), ma utilizzando soltanto la divergenza geometrica.

Inoltre, nel nostro caso in esame, il modello di propagazione del suono in aria proveniente da una sorgente puntiforme è di tipo semisferico in quanto la superficie del mare riflette una parte delle onde incidenti che a loro volta accrescono l'intensità del campo sonoro.

Si ottiene dunque la seguente formula analitica:

$$L_{pR} = L_w - 8 - 20 \cdot \log_{10}(d) \quad (4)$$

Dove:

- L_{pR} = Livello di rumorosità al ricettore (dB);
- L_w = Livello di potenza acustica della sorgente (dB);
- d = distanza diretta Sorgente – Ricevitore (m);

La propagazione in atmosfera del suono dipende inoltre da fenomeni di natura meteorologica quali temperatura e vento di cui occorre tenere conto specialmente quando si valuta il livello acustico per un lungo periodo, nel quale generalmente si verificano una varietà di condizioni meteorologiche che influiscono sulla propagazione acustica.

Per esempio, se la temperatura diminuisce con la quota (gradiente negativo), come succede normalmente di giorno, si creano zone d'ombra, in cui il suono risulta non udibile; viceversa, nel caso di inversione termica (gradiente positivo), i suoni risultano udibili anche a grande distanza dalla sorgente. In presenza di vento si creano zone d'ombra nella zona sopravento, mentre nella zona sottovento il suono raggiunge distanze maggiori.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions		Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO						
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021				
Rev.	0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 8 di 35			Doc. Prop.:	

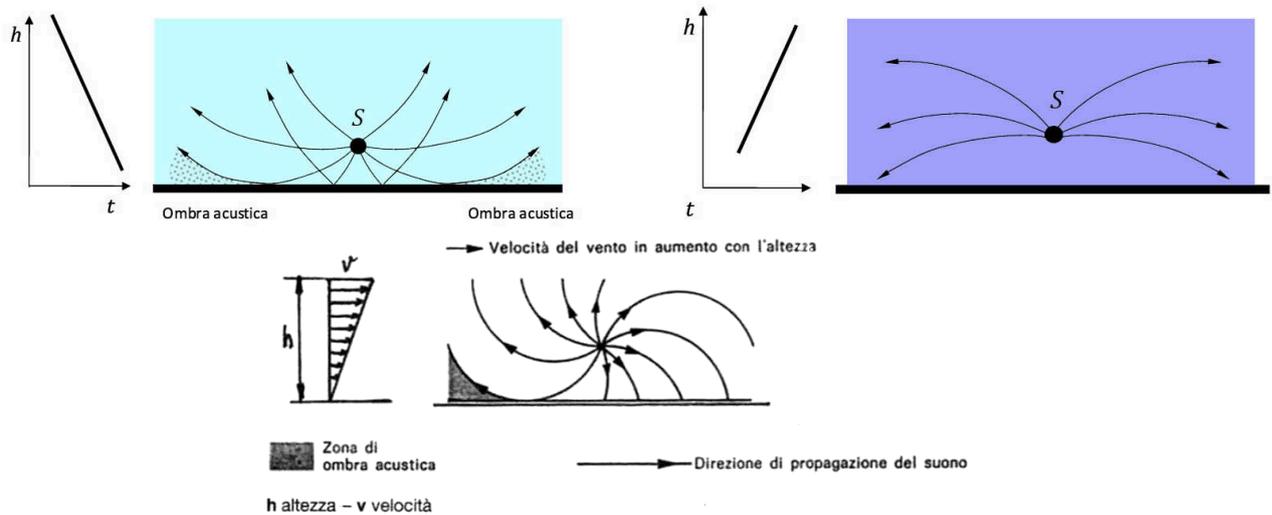


Fig. 1a, 1b, 1c – Propagazione delle onde sonore di giorno (grad. term. negativo), di notte (grad. term. positivo) e in presenza di vento.

3.2 Propagazione sonora in acqua

Nella propagazione in acqua, la presenza delle due superfici d'interfaccia con l'aria e con il fondale marino (tra loro parallele) produrranno una mutua riflessione delle onde sonore che, attraverso rimbalzi multipli, si propagheranno prevalentemente in direzione orizzontale. Il modello di propagazione sonora in acqua sarà dunque principalmente di tipo cilindrico rispetto ad un asse verticale passante per la sorgente.

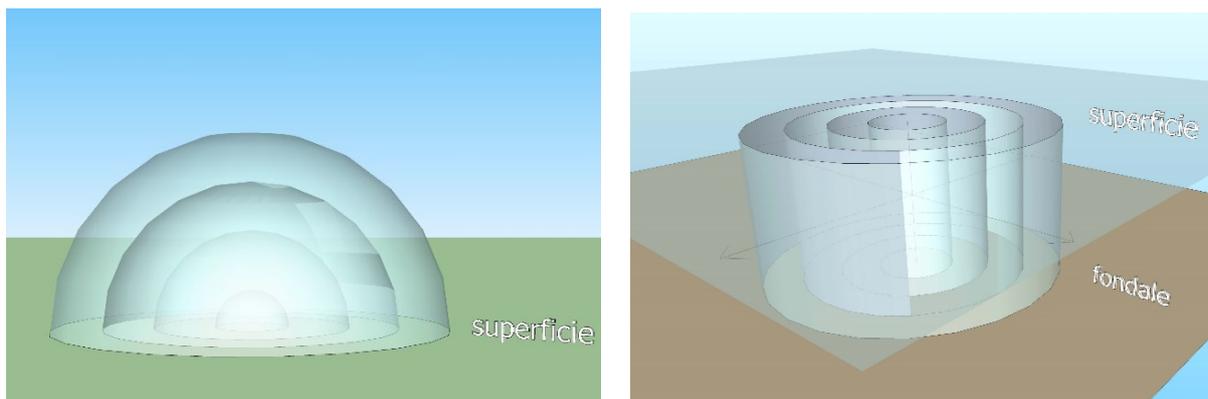


Fig. 2a, 2b – Schemi di propagazione delle onde sonore: emisferico (sx) e cilindrico (dx).

La maggiore densità del mezzo rispetto all'aria produce effetti a seconda dello spettro in frequenza delle onde. In generale si può affermare che, mentre i rumori ad alta frequenza hanno una capacità di propagazione molto bassa (un rumore emesso ad una frequenza di 100.000 Hz,

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 9 di 35		Doc. Prop.:	

perde 36 dB di intensità per Km), quelli a bassa frequenza (inferiore a 1.000 Hz) mantengono valori di intensità molto elevati ed hanno una bassa decrescita con la distanza.

Anche in acqua la propagazione sonora dipende anche da parametri fisici come la temperatura e la pressione. Nel bacino Mediterraneo è presente inoltre un particolare effetto fisico che interessa localmente la velocità di propagazione. Infatti durante la stagione estiva la forte irradiazione solare provoca un aumento della temperatura nella fascia superficiale entro i 100 m di profondità che determina un aumento locale della velocità di trasmissione sonora, ovvero un corridoio sonoro stagionale localizzato tra 10 e 100 m di profondità (Urlick, 1983).

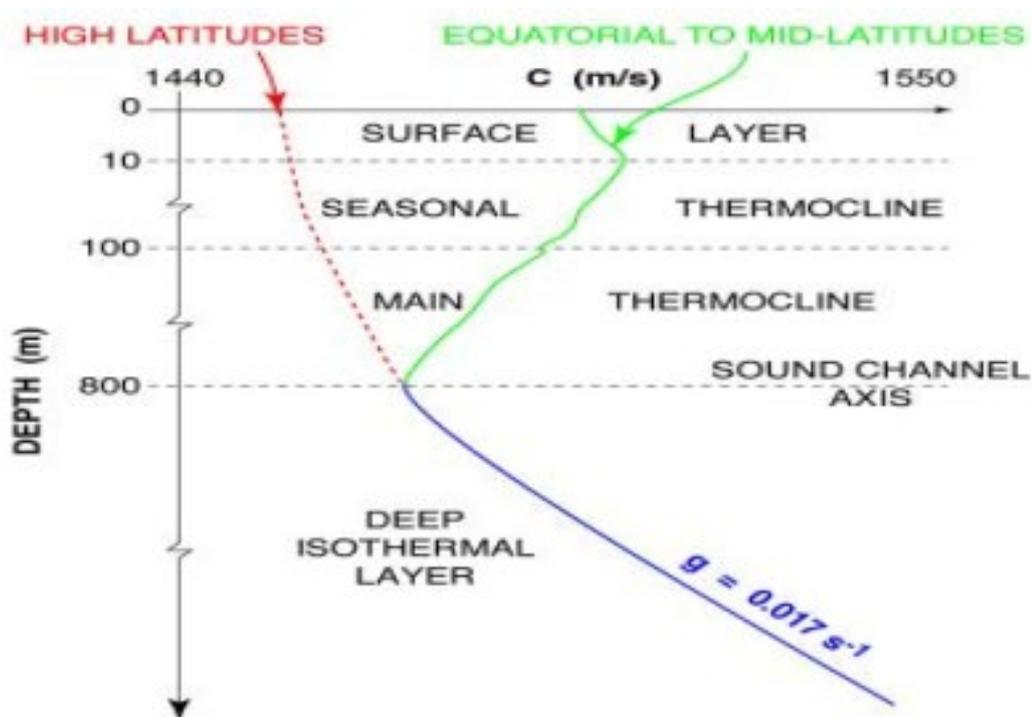


Fig. 3 – Variazione della propagazione subacquea in funzione della latitudine.

4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'impianto eolico offshore oggetto della presente relazione previsionale sarà realizzato a largo della costa occidentale della Sardegna, nella parte prospiciente la costa del comune di Alghero (SS).

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente: 		
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO					
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021				
Rev.	0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 10 di 35		Doc. Prop.:		

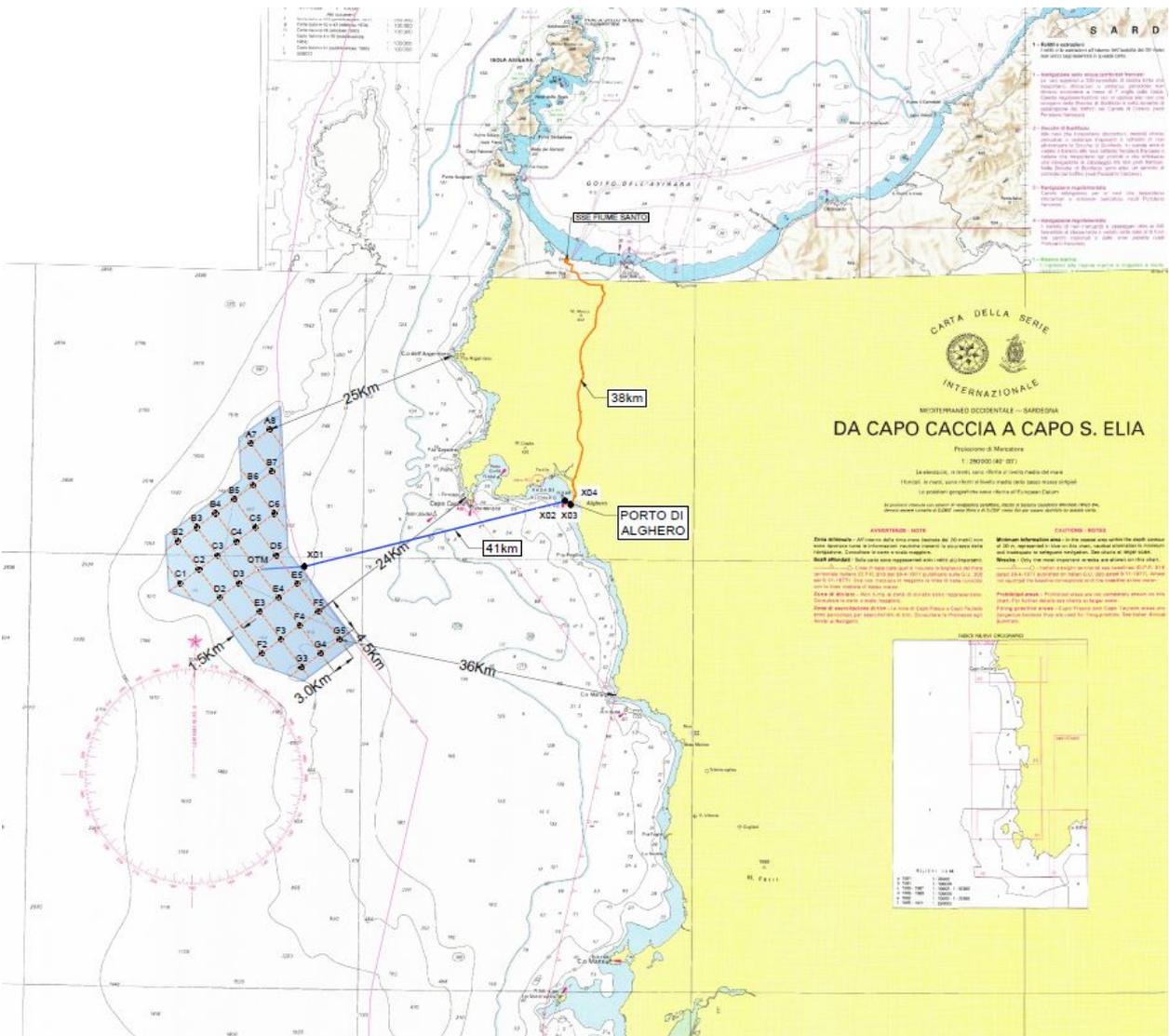


Fig. 4 – Individuazione area di intervento.

Esso sarà composto da n. 27 coppie di aerogeneratori dotate di fondazioni galleggianti ancorate al fondale. Ciascun aerogeneratore avrà una potenza nominale di 25 MW, per una potenza totale dell'impianto di 1350 MW.

Ciascuna coppia verrà collegata elettricamente ad una stazione di trasformazione off-shore (OTM), che avrà funzione di collettore elettrico del campo eolico e interfaccia tra l'impianto di produzione e la rete di trasmissione di energia elettrica verso la terraferma.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions		Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO						
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021				
Rev.	0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 11 di 35			Doc. Prop.:	

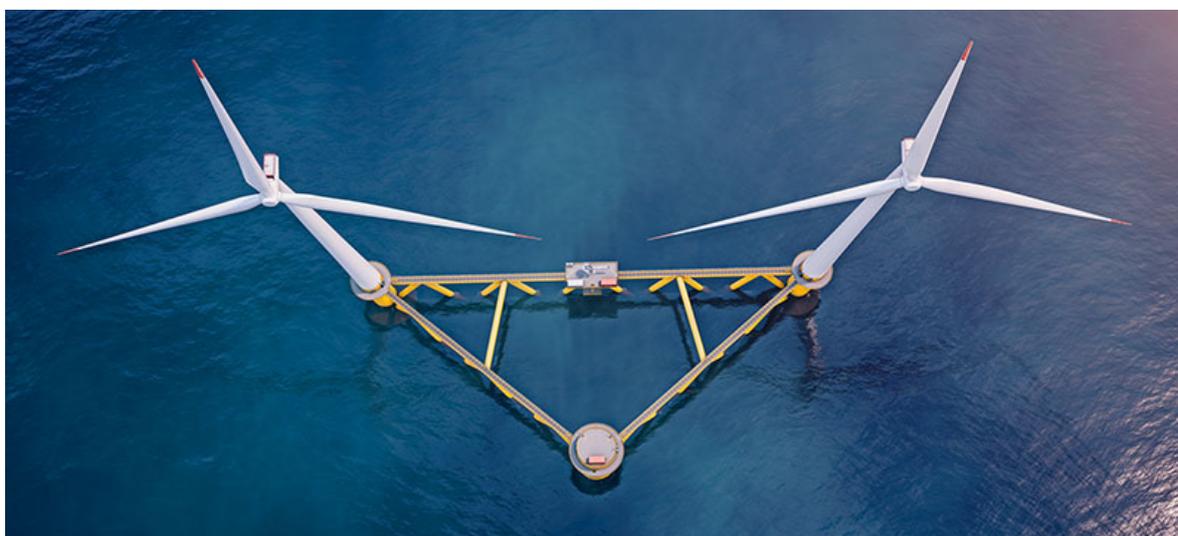
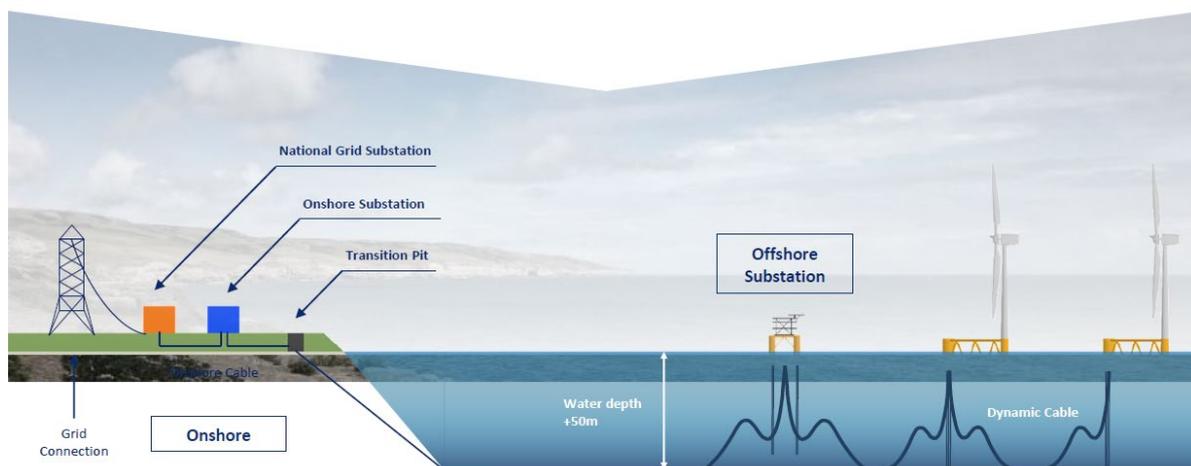


Fig. 5a, 5b – Schema funzionale del collegamento elettrico e vista di una struttura con coppia di aerogeneratori.

Il collegamento con la stazione di terra avverrà attraverso cavidotti sottomarini fino al porto di Alghero per poi proseguire su terra fino alla già esistente stazione di consegna SSE di Fiume Santo (SS).

Il tracciato dei cavidotti conterà dunque di un tratto marino di circa 41 km ed un tratto terrestre di circa 38 km nel quale i cavi verranno interrati lungo le esistenti infrastrutture stradali.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente: 		
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO					
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021				
Rev.	0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 12 di 35		Doc. Prop.:		



Figg. 6a, 6b – Layout impianto offshore e tracciato su terraferma.

5 CLIMA ACUSTICO ANTE-OPERAM

5.1 Aree marine

La valutazione del clima acustico dell'area di mare in oggetto si basa su considerazioni analitiche riguardo le potenziali sorgenti di rumore presenti nella condizione ante-operam. Non è stato infatti possibile effettuare una campagna di misure fonometriche in mare aperto in quanto avrebbe comportato un eccessivo sforzo dal punto di vista organizzativo, tecnico ed economico. Esiste comunque una vasta letteratura scientifica riguardante l'impatto sonoro relativo alle principali sorgenti sonore agenti sulle aree marine sia ambiente atmosferico che subacqueo.

L'area in oggetto fa parte di uno specchio di mare al largo delle coste della Sardegna che è interessato dalle principali rotte commerciali del traffico navale ma non presenta particolari ricettori acustici sensibili ad esclusione delle specie ittiche ed aviarie che vi abitano o la attraversano. Queste saranno dunque i principali ricettori a cui riferirsi nel presente studio.

Lo studio di impatto acustico interesserà un'area che si estenderà per 10 km oltre l'area effettivamente occupata dal parco eolico, che viene considerata la distanza massima entro la quale si riscontrano significativi effetti del rumore, soprattutto subacqueo, sulla fauna marina.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

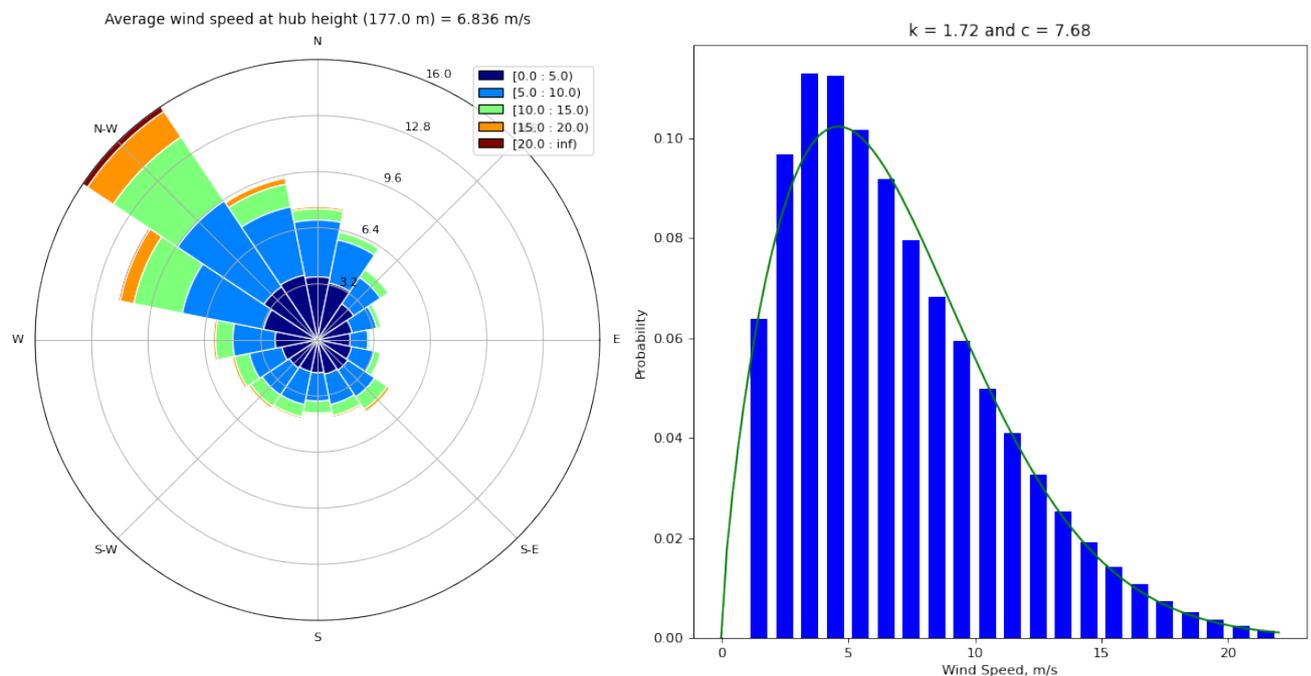
Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commessa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev. 0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 13 di 35		Doc. Prop.:	

Come è lecito aspettarsi, il clima acustico dipenderà inoltre anche dalle condizioni meteo della zona, dal mare, dalla velocità dei venti e da altri eventi naturali.

Studio dei venti presenti

In fase di progettazione si è effettuata un'accurata analisi statistica anemologica sull'area di mare in esame. Dallo studio si è constatato che la direzione del vento prevalente si colloca nel settore N-O, con una velocità media del vento di circa 6 m/s, come visibile nei grafici.

Tali dati anemologici sono stati inseriti nel modello analitico di previsione acustica in modo tale da ottenere una risposta maggiormente aderente alla realtà.



Figg. 7a, 7b – Direzione prevalente dei venti e curva statistica della velocità del vento della zona in esame (Hexicon).

Sorgenti sonore presenti ante-operam

L'area in oggetto è già sottoposta a rumore antropico dovuto al traffico marittimo, dunque le specie presenti saranno già entrate in contatto con varie perturbazioni sonore propagatesi nel loro habitat naturale e avranno perciò già consolidato alcuni comportamenti atti a limitarle.

Nella fase ante-operam, le principali sorgenti sonore presenti nell'area saranno costituite dalle imbarcazioni e dal traffico navale transitante nella zona, che emetteranno onde sonore sia attraverso il mezzo atmosferico che quello marino.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 14 di 35		Doc. Prop.:	

Sound Source	Pressure Level	Duration*	Frequency (kHz)	Direction
Ship Shock Trial (10,000 lb. TNT)	299 decibels (peak)**	10 milliseconds	Broadband, with most energy in the low frequencies	Omni-directional
Airgun Array	235–259 decibels (effective peak)	20–30 milliseconds, repeated approx. every 10 seconds	Broadband, with most energy < 0.3 kHz	Pointed at ocean floor
Low-Frequency Military Sonar (SURTASS LFA)	235 decibels (effective)	6–100 seconds, repeated every 6–15 minutes	0.1–0.5 kHz	Pointed into water column
Mid-Frequency Military Sonar (AN/SQS-53C system)	235+ decibels	0.5–2 seconds, repeated every 28 seconds	2.6–3.3 kHz, centered at 2.9 kHz	Pointed into water column
Supertanker	185–190+ decibels (effective)	Continuous	Broadband, with most energy in the low frequencies	Omni-directional
Acoustic Harassment Device	190–205 decibels	0.5–2 seconds, repeated every few seconds	8–30 kHz, usually narrowly focused	Omni-directional
Acoustic Deterrence Device (NMFS-regulated)	132 decibels	300 milliseconds, repeated every few seconds	8–12 kHz, centered at 10 kHz	Omni-directional

Source: Adapted from Hildebrand (2004), Richardson et al. (1995), Navy (2001), Navy and Commerce (2001)

Tab. 6 – Caratteristiche dei più comuni rumori di origine antropica in ambiente marino.

In generale l'emissione sonora subacquea nelle imbarcazioni deriva essenzialmente da fenomeni fisici quali la cavitazione delle eliche, le vibrazioni delle parti meccaniche in movimento e lo spostamento dell'acqua durante l'avanzamento dello scafo.

Ricorrendo alla letteratura scientifica è possibile stimare la potenza sonora della maggior parte delle tipologie di navi a seconda della loro stazza.

Il rumore prodotto dalle navi in genere è essenzialmente subacqueo e per lo più si estende nello spettro dalle basse frequenze. Nella maggior parte delle navi di grossa stazza la componente principale della frequenza ricade sotto 500 Hz, con livelli sonori di circa 190 dB re 1 µPa (ad 1 m). Le navi più piccole, quali i pescherecci ed i rimorchiatori, producono livelli sonori compresa tra 150 e 170 dB re 1 µPa (ad 1 m).

In generale le navi commerciali di grossa stazza percorreranno rotte prestabilite in mare aperto generando un corridoio acustico che sarà evitato almeno temporaneamente dalla fauna marina.

	Lp (ad 1 mt.)
Navi di grossa stazza	190 dB re 1 µPa
Navi di piccola stazza	170 dB re 1 µPa

Tab. 7 - Stima delle emissioni sonore subacquee dei principali tipi di natanti.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions		Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO						
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021				
Rev.	0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 15 di 35			Doc. Prop.:	

5.2 Aree su terraferma

La verifica del clima acustico riguarderà le aree su terra nelle quali sarà realizzata la sottostazione elettrica e il tracciato dei cavidotti lungo le esistenti infrastrutture viarie.

Il sito si trova in contrada Fiume Santo nel comune di Sassari in un'area recintata nella quale è già presente una Sottostazione elettrica di Terna.



Fig. 8a, 8b - Sottostazione di consegna TERNA con stralcio della zonizzazione acustica comunale (PCA).

Il territorio circostante la sottostazione ha caratteristiche rurali con la presenza a nord ed a ovest di stabilimenti industriali ed è attraversato da infrastrutture viarie quali la SP57. L'attuale impianto esistente è protetto da una fascia di rispetto di circa 20 m e recintata. Nei dintorni di questa non sono presenti particolari ricettori acustici.

L'area in oggetto è definita come zona industriale nel PUG del comune di Sassari. Nel relativo piano di zonizzazione acustica comunale l'area ricade in una zona di classe VI, aventi i seguenti limiti di immissione:

CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO		VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE	
Classe	Denominazione	Tempo di riferimento diurno (6.00 – 22.00)	Tempo di riferimento notturno (22.00 – 6.00)
VI	Aree esclusivamente industriali	70 dB(A)	70 dB(A)

Tab. 8 – Valori limite assoluti di immissione.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions		Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO						
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021				
Rev.	0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 16 di 35			Doc. Prop.:	

Per quanto riguarda il tracciato dei cavidotti di collegamento tra il porto di Alghero e la sottostazione di consegna, questo correrà parallelamente alle principali infrastrutture stradali esistenti classificabili come extraurbane secondarie. Per questo tipo di strade già esistenti il D.P.R. 30/03/2004 impone una fascia di rispetto acustico dell'ampiezza di 100 mt. nella quale valgono i limiti di 70 dB(A) diurno e 60 dB(A) notturno. Inoltre, nel caso di cantieri temporanei è prevista una deroga dei limiti fino a 75 dB(A) solo nel periodo diurno.

Si valuta che l'area interessata dalle potenziali emissioni acustiche (presenti esclusivamente nella fase di cantierizzazione) sarà costituita da una fascia della lunghezza di circa 50 km ed ampiezza di circa 200 m (corrispondente alla fascia di rispetto acustico di 100 m per le infrastrutture extraurbane secondarie definita dal D.P.R. 30/03/2004).

6 PRINCIPALI SORGENTI SONORE DELL'INTERVENTO

Sono state identificate e valutate le potenziali sorgenti sonore dell'impianto durante la sua intera vita utile, ovvero nella fase a regime e durante la fase di cantierizzazione e dismissione. Le emissioni sonore prodotte da dette attività dovranno essere valutate sia in ambiente atmosferico che in ambiente subacqueo.

In generale si è visto che le fasi più critiche dal punto di vista delle emissioni acustiche sono quelle relative alla cantierizzazione dei parchi eolici, nonostante queste fasi siano comunque circoscritte a periodi di tempo limitati dell'ordine di uno due anni. La fase a regime invece presenta livelli di emissione sonora generalmente più bassi ma per un periodo di tempo dell'ordine delle decine di anni.

6.1 Cantierizzazione

La fase di cantierizzazione avrà una durata complessiva di circa 5 anni ed interesserà tutti i siti relativi all'impianto. Sulla terraferma verrà creato un cantiere base per la realizzazione della sottostazione terrestre e un cantiere mobile per la posa del cavidotto su terreno fino alla centrale di consegna. Sul sito del parco eolico verrà installato un cantiere offshore con navi-cantiere per la posa del cavidotto in mare fino alla terraferma.

Cantieri offshore

Nel sito offshore verranno utilizzate navi officina e grandi pontoni con gru per tutte le operazioni di cantiere, che consisteranno nel posizionamento, assemblaggio e messa in opera delle

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente: 	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW	Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 17 di 35		Doc. Prop.:	

strutture. Saranno anche realizzati interventi subacquei con sommozzatori per l'ancoraggio delle strutture sul fondale e la posa dei cavi.

Si prevede che le attività giornaliere durino circa 10 ore al giorno durante il periodo di riferimento diurno (06:00 – 22:00).

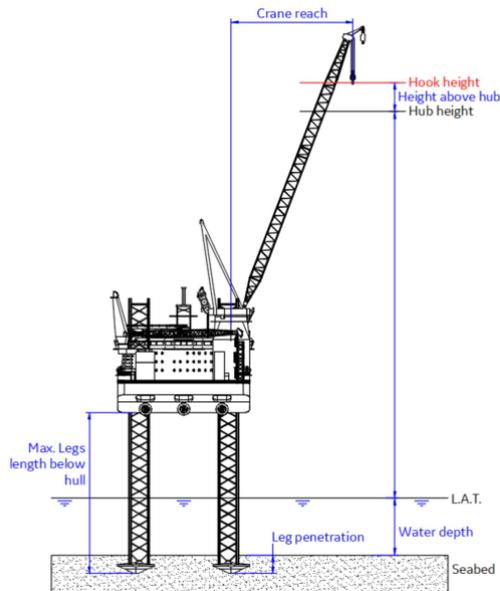


Fig. 9 - Tipologia di gru fissa utilizzata per il montaggio degli aerogeneratori offshore.

In generale queste lavorazioni saranno ripetute per ciascuna unità aerogeneratrice, dunque i livelli di emissione sonora si potranno definire con chiarezza utilizzando il cronoprogramma di cantiere che è schematicamente esposto di seguito:

- Opere di cantierizzazione:
 - Delimitazione dei confini;
 - Delimitazione delle aree e della viabilità di progetto;
- Realizzazione:
 - Dragaggio/trenching per la posa di cavi e per la realizzazione dell'HDD;
 - Definizione posizioni delle unità eoliche, sottostazione e cavidotti;
 - Realizzazione opere di ancoraggio, posizionamento e installazione delle unità;
 - Installazione impiantistica;
- Dismissione del cantiere. Rimozione impianti e manufatti del cantiere.

Tra le attività di cantiere sopra elencate si sono identificate quelle con maggiore impatto acustico. Precedentemente all'apertura del cantiere solitamente vengono effettuate rilevazioni ed indagini geofisiche e geotecniche che prevedono l'utilizzo di sonar ed ecoscandagli che utilizzano frequenze del campo uditivo di particolari specie ittiche.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Commissa: SARDINIA NW	Rev. 0	Contratto: 30/11/2021	Doc. Prop.:	
	Data: 25/10/2022		Pagina 18 di 35		

Durante la realizzazione di impianti offshore, le emissioni sonore tipicamente più dannose sono dovute alle fasi di infissione dei pali di fondazione sul fondale marino che provocano onde sonore impulsive subacquee per un raggio di diversi chilometri. Altre tipologie di emissioni sonore sono relative alle fasi di dragaggio del fondo e posa dei cavi e all'utilizzo di natanti per le operazioni di cantiere.

Valori soglia per Impulsi singoli (tipo battipali):
Sound exposure levels SEL: 183 dB re: 1 µPa ² -s
Valori soglia per Impulsi multipli (tipo survey geosismici):
Cetacei bassa frequenza: 120 dB re: 1 µPa RL (RMS/pulse duration)
Cetacei media frequenza: 90-180 dB re: 1 µPa RL (RMS/pulse duration)
Cetacei alta frequenza: non applicabile
Valori soglia per rumori non impulsivi (tipo perforazione, navi etc):
Cetacei bassa frequenza: 100-110 dB re: 1 µPa RMS SPL
Cetacei media frequenza: 110-120 dB re: 1 µPa RMS SPL
Cetacei alta frequenza: 140-150 dB re: 1 µPa RMS SPL

Tab. 9 – Tipi di rumore subacqueo in cantieri off-shore e relativi valori di soglia per prime risposte comportamentali in diverse specie di mammiferi marini (Southall 2007).

Fondazioni galleggianti

Nel caso in esame verranno realizzate delle fondazioni galleggianti che ridurranno notevolmente le emissioni sonore in quanto si eviterà l'infissione dei pali sul fondale marino, anche se dovranno comunque essere realizzate le operazioni di ancoraggio delle strutture galleggianti al fondale.

L'ancoraggio delle fondazioni galleggianti avviene mediante catenarie ed ancore marine terminali ed a seconda della natura dei fondali si possono adoperare varie 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. In generale queste tecniche di ancoraggio sono considerate meno rumorose dell'infissione a percussione.

La messa in opera degli ancoraggi produrrà emissioni sonore assimilabili alle fasi di perforazione, ovvero fino a 150 dB re 1 µPa per alte frequenze.

Posa dei cavi sottomarini

Per la posa dei cavi sottomarini sono necessarie le operazioni di dragaggio che comportano la creazione di trincee sul fondale marino e vengono effettuate meccanicamente con particolari dispositivi trainati da imbarcazioni. Il rumore generato è di tipo continuo e si attesta soprattutto sulle basse frequenze, ovvero sotto i 500 Hz.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW	Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 19 di 35		Doc. Prop.:	

Le emissioni dipendono comunque dal tipo di fondale, dagli strumenti utilizzati per il dragaggio e dal tipo di imbarcazione utilizzata. In generale, basandosi sulla letteratura scientifica, si assume che i livelli di emissione sonora delle attività di dragaggio siano assimilabili a quelli prodotti dalla comune navigazione marina (Todd et al., 2014).

Lavorazioni di cantiere

La presenza del cantiere determinerà inoltre un incremento del traffico navale nel sito dovuto alle navi cantiere e a quelle per il trasporto dei materiali. Si stima che le emissioni sonore subacquee prodotte dai grossi natanti presenti nel cantiere saranno caratterizzate generalmente da frequenze al di sotto dei 500 hz e livelli di rumore compresi tra 180 e 190 dB re 1µPa (vedere tab.7).

Di seguito sono elencate schematicamente le principali sorgenti sonore del cantiere site sulla superficie del mare, con le rispettive emissioni acustiche in atmosfera a diverse distanze.

Attività/sorgente	Potenza sonora Lw	Pressione sonora Lp*	Pressione sonora in dB(A)		
			20m	50m	100m
Gru Fissa	100	-	66.0	58.0	52.0
Gru mobile	-	75.0	52.0	44.0	38.0
Lavori saldatura	-	80.0	57.0	49.0	43.0

Tab. 10 - Tipiche emissioni acustiche in atmosfera di lavorazioni da cantiere.

Occorre comunque considerare che tutte le suddette attività avranno una durata limitata all'orario lavorativo e alla relativa fase dei lavori nel cronoprogramma di cantiere.

Cantieri su terraferma

Il cantiere base verrà installato nel vicino porto di Alghero e si occuperà della preparazione dei pezzi da installare, del carico/scarico delle navi e della realizzazione di una sottostazione di collegamento tra il tracciato marino e quello terrestre. L'attività di tale cantiere si può ritenere compatibile alla normale attività del porto.

I cantieri di posa del caavidotto su terraferma saranno dislocati sul tracciato che attraverserà tre comuni della provincia di Sassari fino alla centrale di consegna nel comune di Sassari.

In particolare, i comuni interessati a tale intervento sono:

- Alghero (SS);
- Porto Torres (SS);

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 20 di 35		Doc. Prop.:	

- Sassari;

La maggior parte dei comuni di transito non ha tuttora approvato definitivamente i piani di classificazione acustica del proprio territorio PCA, dunque in tali zone varranno ancora i livelli limite dell'antecedente D.P.C.M. 01/03/1991.

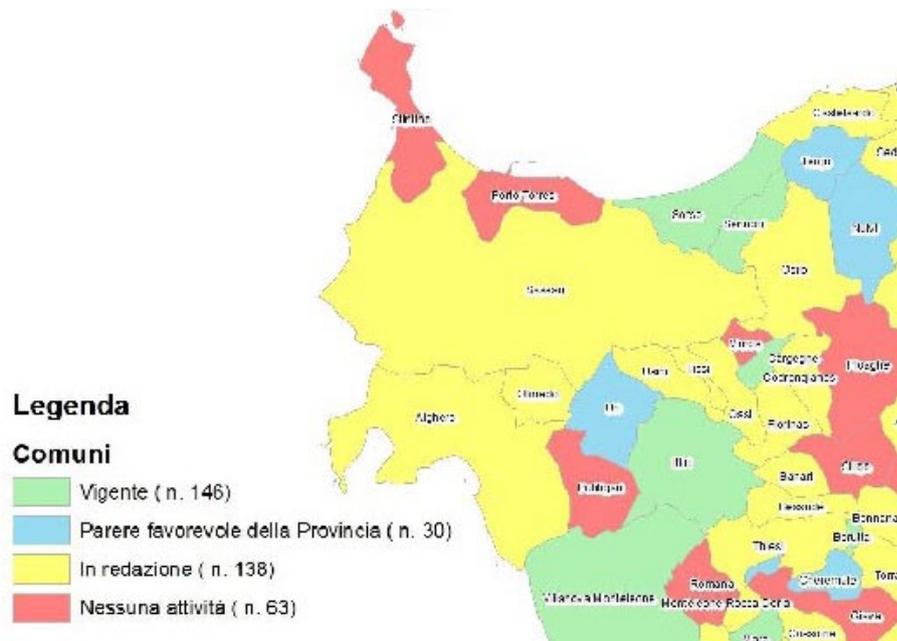


Fig. 10 – Situazione dello stato di adozione e approvazione dei piani di Classificazione Acustica Comunali

I cantieri avranno carattere itinerante lungo il tracciato: appena completati i lavori in un tratto, si sposteranno nel tratto successivo.

Le attività di tali cantieri avranno una durata stimata di circa 8 ore al giorno durante il periodo di riferimento diurno (06:00 – 22:00) e consisteranno nelle tipiche operazioni di scavo a sezione obbligata perlopiù su sede stradale, posa dei cavi, e riempimento con finiture varie.

La totalità dei comuni attraversati non ha ancora attuato la zonizzazione Acustica dei propri territori, dunque varranno i limiti per generiche zone acustiche del precedente DCPM del 1991. La legge Quadro sull'inquinamento acustico permette comunque ai cantieri temporanei sul territorio comunale, con l'esclusione delle aree particolarmente protette, una deroga ai livelli sonori limite di 75 dB(A) all'interno del periodo di riferimento diurno.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente: 	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commessa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 21 di 35		Doc. Prop.:	

Le principali sorgenti sonore consisteranno nella presenza di tipici mezzi da cantiere quali escavatori e bobcat di cui è possibile stimare le emissioni acustiche grazie a diversi database presenti in letteratura scientifica:

Tipologia	Potenza sonora LwA (dB)	Livello sonoro LpR (dBA) a 20 m.
Escavatore	104 ÷ 109	70 ÷ 75
Bobcat	101	67
Veicolo cassonato	103 ÷ 109	69 ÷ 75

Tab. 11 - Tipiche emissioni acustiche in atmosfera di mezzi da cantiere (da F.S.C. Torino).

6.2 Funzionamento a regime

Gli elementi costituenti l'impianto saranno:

- 27 coppie di aerogeneratori con fondazioni di tipo galleggiante;
- una sottostazione elettrica offshore galleggiante HVAC di trasformazione e conversione 150/380 kV;
- cavi di interconnessione in AT tra i diversi gruppi di aerogeneratori e la sottostazione offshore;
- coppie di cavi sottomarini di trasporto dell'energia in AAT HVAC, che raggiungono il punto di giunzione con i cavi terrestri nel Porto di Alghero.

Tra questi, gli elementi che possono essere considerate potenziali sorgenti sonore sono le singole unità aerogeneratrici e le sottostazioni elettriche offshore e di terra.

Aerogeneratori

Il progetto prevede l'utilizzo di n. 54 turbine assemblate a coppie su strutture di fondazione galleggianti aventi interasse di 2,66 x 4,35 km. I due aerogeneratori avranno una quota d'asse di circa 177 m sul livello del mare e gli assi dei rotori saranno distanziati tra loro di circa 322 m. La struttura di supporto potrà inoltre ruotare su un suo vertice per seguire la direzione del vento.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW	Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 22 di 35	Doc. Prop.:		

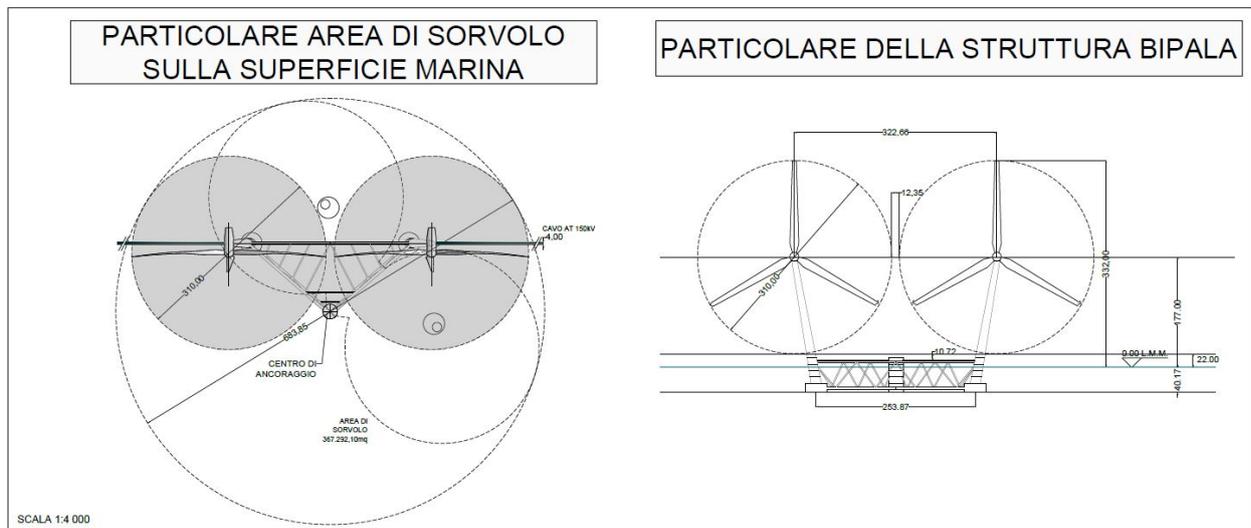


Fig. 11 – Struttura galleggiante di supporto agli aerogeneratori.

Le emissioni sonore di un aerogeneratore sono principalmente di natura meccanica ed aerodinamica.

Le prime sono dovute al rumore prodotto dai meccanismi interni, dal moltiplicatore di giri e dall'alternatore, il quale si trasmette lungo lo stelo e viene irradiato nell'acqua attraverso le parti sommerse della struttura. Le emissioni sonore prodotte in acqua sono caratterizzate da basse frequenze (sotto 1 kHz) e dipendono anche dalla tipologia di fondazione utilizzata e dalla tipologia di ancoraggio al fondale.

1. Navicella;
2. Pale Rotoriche;
3. Albero Lento;
4. Moltiplicatore di Giri;
5. Albero Veloce + Freno;
6. Generatore ad Induzione o Asincrono;
7. Meccanismo di Imbardata;
8. Controllo Elettronico;
9. Sistema Idrraulico per Freno Aerodinamico;
10. Sistema di Raffreddamento;
11. Anemometro e Banderuole;
12. Torre.

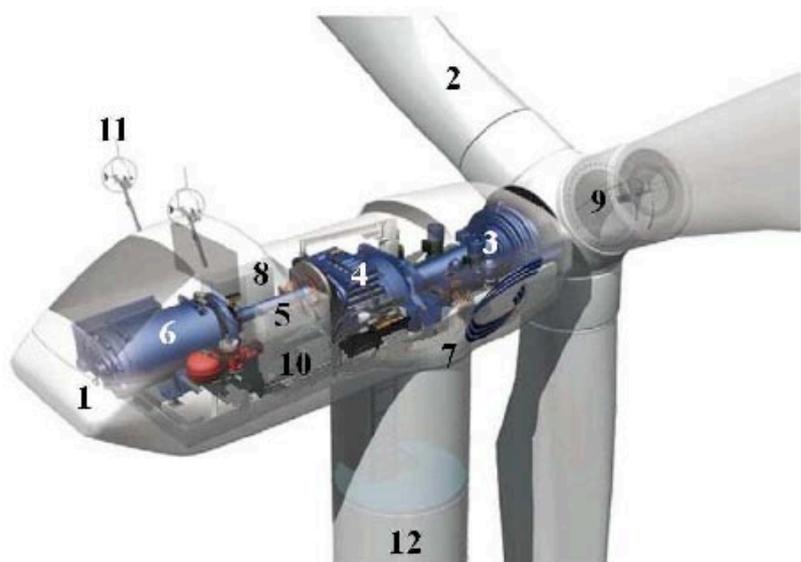


Fig. 12 – Componenti di una turbina ad asse orizzontale.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY		
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO					
Commessa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021				
Rev.	0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 23 di 35		Doc. Prop.:		

Attualmente i moderni aerogeneratori utilizzano il sistema "Direct Drive" ovvero un collegamento diretto tra il rotore e il generatore senza l'ausilio del moltiplicatore di giri. Ciò consente la riduzione del numero di parti rotanti, con minori rischi di usura e di guasti, e, allo stesso tempo, una drastica diminuzione del rumore di tipo meccanico. L'eliminazione del moltiplicatore di giri insieme all'introduzione di sistemi smorzanti ed antivibranti, all'utilizzo di sistemi di raffreddamento a liquido e ad altri piccoli accorgimenti hanno portato, negli ultimi anni, a ridurre di oltre il 50% le emissioni di rumore di questa natura.

La componente aerodinamica dell'emissione sonora è dovuta invece alle interazioni fluidodinamiche tra le pale della turbina e i flussi di aria che l'attraversano e dipende dalla velocità del vento e dalla dimensione della pala.

Il rumore aerodinamico è suddiviso a sua volta in 3 tipologie: il rumore a bassa frequenza, il rumore dovuto a turbolenze atmosferiche e il rumore generato dal profilo alare.

Il rumore a bassa frequenza dipende dalla frequenza di rotazione delle pale e dunque dalla velocità di rotazione e dal numero di quest'ultime. Le onde sonore generate in atmosfera si mantengono al di sotto dei 20 Hz e possono essere percepite anche dagli animali.

Il rumore generato da turbolenze atmosferiche è presente specialmente in caso di pale di grandi dimensioni in quanto le variazioni di pressione atmosferica producono repentini moti turbolenti che modificano la portanza delle pale generando rumore.

Il rumore generato dal profilo alare della pala è strettamente legato alla fluidodinamica dell'aria sulla superficie della pala stessa. In condizioni ideali il flusso d'aria si dispone in regime laminare sulla superficie dell'ala, ovvero si ordina a "strati" paralleli che non si intersecano tra di loro e che pertanto producono la minima dissipazione di energia e dunque una minore generazione di rumore. Nella realtà la superficie della pala non è piana ma presenta delle asperità o "discontinuità" geometriche localizzate prevalentemente sul bordo di uscita e sulla punta della pala. queste generano zone di turbolenza costituite da piccoli vortici d'aria che producono rumore. Recenti studi hanno provato che tali emissioni sonore sono generalmente a larga banda con picchi intorno ai 2.000 – 3.000 Hz (Univ. Politecnica delle Marche).

Per limitare il rumore aerodinamico nei moderni aerogeneratori si può agire con un approccio passivo che consiste nell'ottimizzare il profilo alare agendo in particolar modo sul bordo di uscita (per esempio una soluzione promettente è quella di applicare un bordo seghettato). L'approccio attivo consiste invece in alcuni dispositivi elettromeccanici che permettono di variare istantaneamente l'angolo di attacco delle pale (modifica del pitch).

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 24 di 35		Doc. Prop.:	

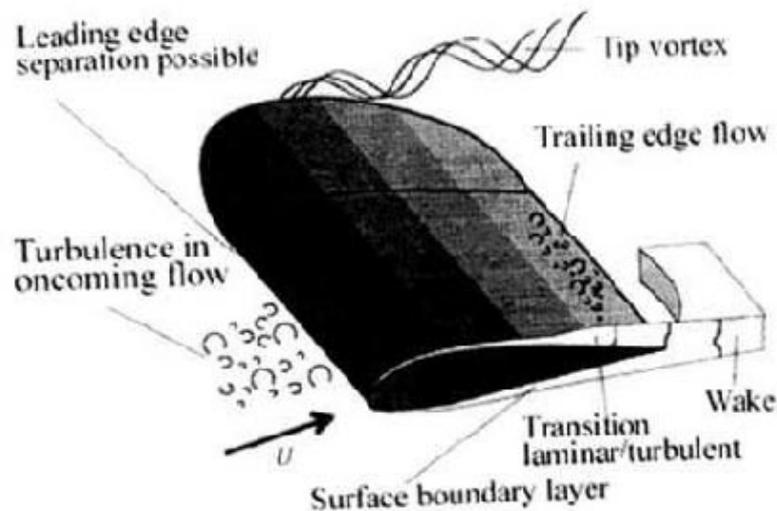


Fig. 13 – Interazione del flusso d’aria con un profilo alare.

Attualmente il modello di aerogeneratore da utilizzare non è stato ancora stabilito, per cui ai fini della valutazione acustica si è effettuata una stima della probabile potenza acustica in base alla comparazione di unità note con potenza elettrica e dimensioni geometriche simili.

Nel caso in esame, ciascun aerogeneratore dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale	25.000 kW
Diametro del Rotore	310 m
Altezza mozzo s.l.m.m.	177 m
Livello di tensione del generatore	3,3 kV
Livello di tensione in uscita dal trasformatore di macchina	150 kV

Tab. 12 – Caratteristiche tipologiche dell’aerogeneratore tipo.

La tipologia di aerogeneratore verrà stabilita in una fase di progetto più avanzata e secondo le migliori offerte di mercato.

Sottostazione elettrica offshore galleggiante HVAC

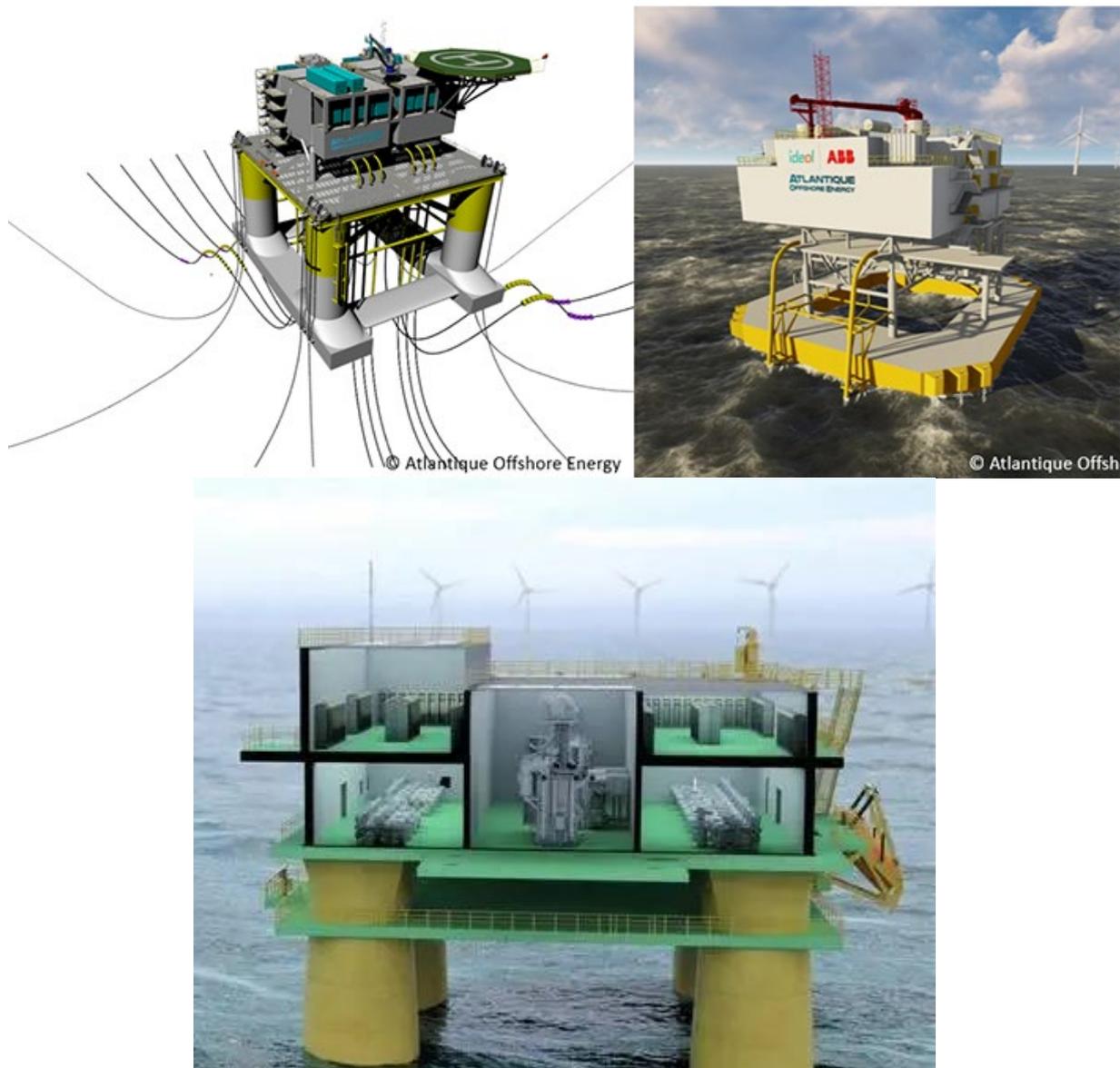
La sottostazione di trasformazione HVAC sarà, analogamente a quanto esposto per gli aerogeneratori, installata su fondazione galleggiante e fungerà da nodo di interconnessione

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions		Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO						
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021				
Rev.	0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 25 di 35			Doc. Prop.:	

comune per tutti gli aerogeneratori. Verrà installata in posizione baricentrica rispetto ad ogni gruppo di aerogeneratori.

All'interno di essa avverrà la trasformazione della tensione da 150 kV a 380 kV e della tipologia di corrente da alternata a continua e verrà alloggiato quanto necessario all'attività da espletare (interruttori isolati a gas, reattori di compensazione reattiva, trasformatori AC a basse perdite, sistema di controllo e protezione, sistema di raffreddamento, moduli di conversione multilivello).



Figg.14a, 14b, 14c - Sottostazione elettrica offshore HVAC.

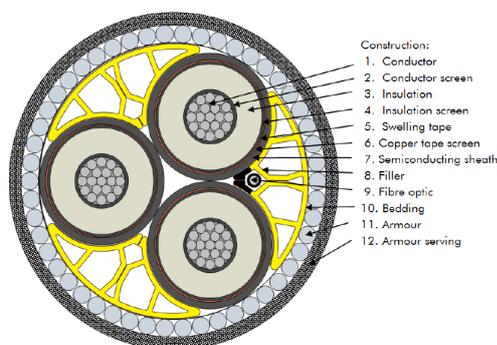
0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
<i>Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.</i>			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions		Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente: 	
STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO						
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021				
Rev.	0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 26 di 35			Doc. Prop.:	

La struttura di dimensioni 50x70 m in acciaio si innalzerà di circa 20 metri dal livello del mare e conterrà gli alloggiamenti per i vari componenti elettrici. Data la molteplicità dei componenti presenti a bordo, la valutazione delle emissioni sonore di questa struttura è stata effettuata tramite comparazione con tipologie simili. I livelli di emissione si attestano dunque in un range tra 60 e 80 dB(A).

Collegamento tra gli aerogeneratori e sottostazioni

In fase di funzionamento a regime tutti i collegamenti elettrici tra gli aerogeneratori e le sottostazioni fino a quella di consegna non produrranno emissioni acustiche né in mare né in atmosfera.



Figg. 15a, 15b - Sezione del cavidotto marino di collegamento al collettore e posa sul fondale.

Sottostazione elettrica di terra HVAC

La sottostazione di trasformazione HVAC sulla terraferma sarà realizzata accanto alla preesistente SSE 380kV della TERNA di Fiume Santo (SS) all'interno in un'area dedicata e recintata di circa 20.000 mq.

Da letteratura tecnica, la potenza sonora di una sottostazione di questa tipologia è valutabile tra 60 ed 80 dB(A).

7 MODELLAZIONE DELLE SORGENTI E DEI RICETTORI

La modellazione 3D ai fini della valutazione di impatto acustico è stata effettuata attraverso il software Predictor della B&K, che si basa sulla norma ISO 9613 1/2 riguardante un modello matematico di propagazione sonora in esterno:

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY		
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO					
Commessa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0						
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 27 di 35		Doc. Prop.:		

$$L_{t,per} = L_W - R - A - C_m - C_{t,per}$$

$$A = D_c + A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{fol} + A_{site} + A_{hous}$$

con:

- $L_{t,per}$ = Livello di pressione sonora media durante il periodo di valutazione;
 L_W = Livello potenza sonora;
 R = Riduzione della sorgente per ottave;
 C_m = Correzione meteorologica;
 $C_{t,per}$ = Correzione per il tempo di attivazione della sorgente durante il periodo di valutazione;
 A = Attenuazione per ottave;
 D_c = correzione per direttività;
 A_{div} = divergenza geometrica;
 A_{atm} = attenuazione per assorbimento atmosferico in ottave
 A_{gr} = attenuazione per l'effetto del suolo;
 A_{bar} = attenuazione per schermatura;
 A_{fol} = attenuazione per foglie;
 A_{site} = attenuazione per siti industriali;
 A_{hous} = attenuazione per zona abitativa;

Nella modellazione si è utilizzato per lo specchio d'acqua un coefficiente acustico del "terreno" pari a 0 (riflettente).

Le sorgenti sonore, costituite dalle coppie di aerogeneratori e dalle sottostazioni (di potenza sonora rispettivamente, $L_w=2 \times 120=123$ dB(A) e $L_p=80$ dB(A)), sono state caratterizzate come sorgenti puntiformi a funzionamento al 50% sul periodo di riferimento (12 ore giornaliere) e poste a una quota rispettivamente di 177 mt e 20 mt sul livello del mare.

Sul modello è stata posizionata una griglia di ricettori posti a 4 metri dal livello del mare e con passo di 100 metri. Questa distanza rappresenta un buon compromesso tra il tempo di calcolo del software e il raggiungimento di una certa definizione delle curve isofoniche ottenute per un'area così vasta.

Le condizioni meteorologiche medie previste, inserite nel modello di calcolo sono state le seguenti:

- Temperatura = 10°C.
- Pressione atmosferica = 101,33 KPa.
- Umidità = 60%.
- Attenuazione del suolo = 0.
- Correzione meteorologica = 5.
- Direzione vento NNO

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 28 di 35		Doc. Prop.:	

Velocità vento = 6 m/s

8 ANALISI DELLE EMISSIONI ACUSTICHE

I risultati del calcolo sono stati elaborati sotto forma di grafico nel quale sono presenti le curve isofoniche relative ai livelli sonori da 40 a 75 dB(A) con uno step di 5 dB e calcolati ad un'altezza di 4 metri sul livello del mare. Tali valori sono relativi esclusivamente al rumore prodotto dalle sorgenti sonore dell'impianto, dunque non comprendono il rumore residuo dell'ambiente.

8.1 Funzionamento a regime (offshore)

Durante il funzionamento a regime (valutato pari a 12 ore giornaliere) le uniche sorgenti sonore presenti saranno costituite dagli aerogeneratori e dalla sottostazione offshore. In tali condizioni si è visto che ad una distanza di circa 2,5 km dal singolo aerogeneratore ed a 4 m sul livello del mare si potranno raggiungere livelli sonori tra i 40 ed i 45 dB in atmosfera (relativi al periodo di riferimento diurno e notturno e non considerando il rumore residuo). La sottostazione offshore genererà invece livelli sonori al di sotto dei 40 dB.

Si prevede che tali valori saranno compatibili a quelli misurabili in condizione di rumore residuo, ovvero il rumore in assenza delle sorgenti sonore dell'intervento, che si stima si attesti tra 40 e 50 dB.

In ambiente subacqueo, partendo da livelli sonori atmosferici di 61 dB re 20 µPa ai piedi degli aerogeneratori, si stima che sotto il livello dell'acqua in prossimità delle fondazioni si avranno valori di circa 123 dB re 1 µPa durante il funzionamento degli aerogeneratori, il cui tempo di attività è valutato in 12 ore giornaliere.

Queste stime, ottenute con metodi analitici, sono coerenti con un'ampia letteratura scientifica riguardante i monitoraggi presso i parchi eolici effettuati nel Regno Unito e altre nazioni dalla Marine Management Organization (M.M.O., 2014). Tali studi hanno dimostrato che generalmente i livelli di rumore a regime dei parchi eolici sono bassi e l'area di potenziale impatto sui recettori marini è piccola, con una probabile risposta comportamentale solo a poca distanza dai singoli aerogeneratori. Ciò è anche supportato da diversi studi pubblicati che forniscono prove che i parchi eolici operativi non inducono uno spostamento dei mammiferi marini.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:



Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"

STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

Proponente:



Commessa: **SARDINIA NW**

Contratto: **30/11/2021**

Rev. **0**

Doc.: **SNW.SCOP.R.07.00**

Data: **25/10/2022**

Pagina **29** di **35**

Doc. Prop.:

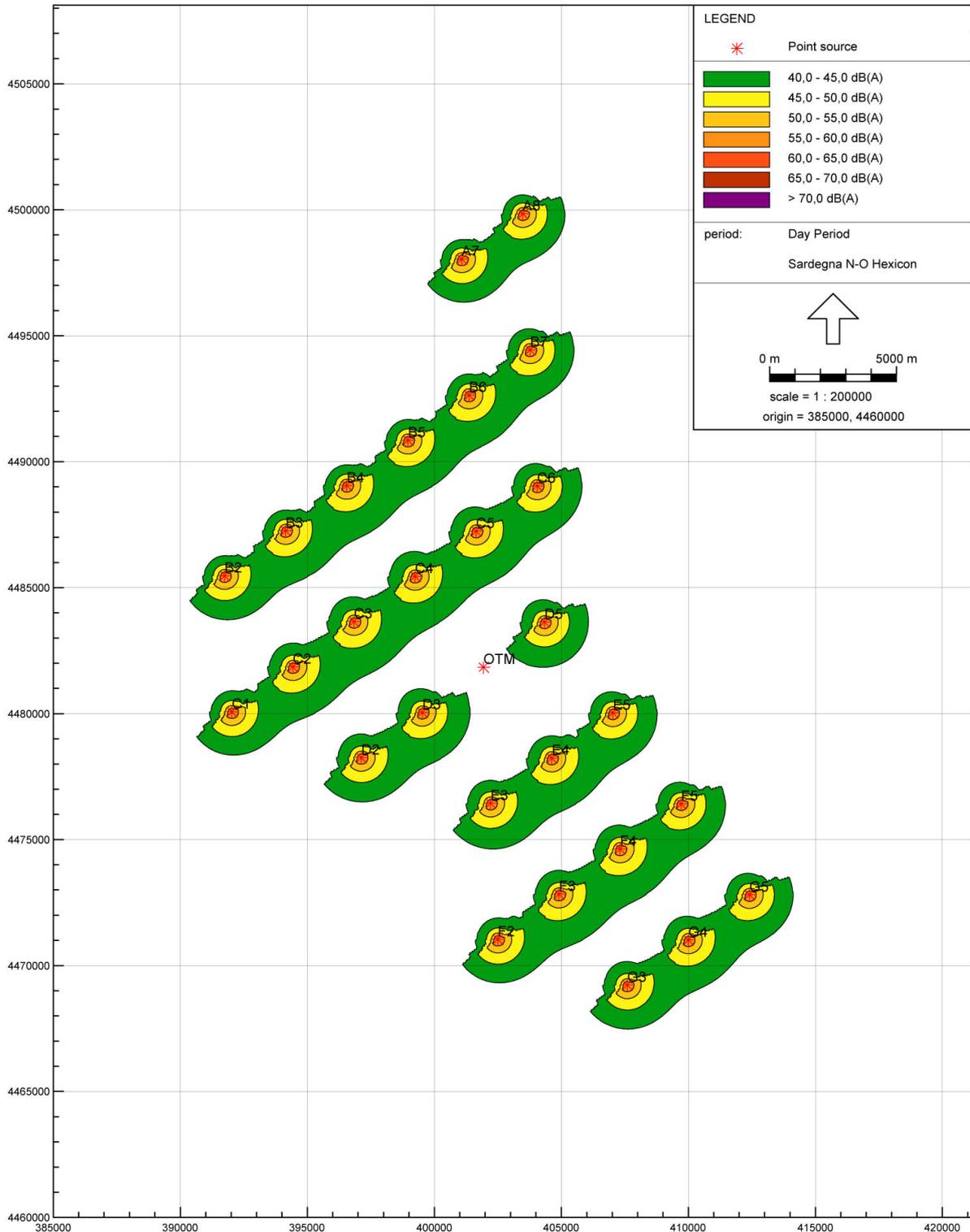


Fig. 16 – Stralcio dello studio delle emissioni acustiche del sito valutate a 4 metri dal livello del mare durante il funzionamento a regime con direzione del vento NNO.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY		
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO					
Commessa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021				
Rev.	0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 30 di 35		Doc. Prop.:		

8.2 Funzionamento a regime (terraferma)

Su terraferma le uniche emissioni sonore riguarderanno esclusivamente la sottostazione sita nel comune di Sassari in Contrada Fiume Santo.

Dalle caratteristiche di potenza sonora di tali impianti definite in precedenza è possibile stimare, attraverso la formula di propagazione emisferica, che a 20 metri dalle stesse si avrà un livello di immissione di circa 54 dB(A) da sommare al rumore residuo ambientale.

8.3 Fase di realizzazione (offshore)

Durante la fase di cantierizzazione offshore le principali sorgenti sonore saranno costituite dai mezzi navali quali navi-officina e chiatte che si muoveranno all'interno dell'area di cantiere per le operazioni di montaggio delle strutture. In particolare si prevede che le principali operazioni saranno concentrate nei dintorni delle postazioni dei singoli aerogeneratori i quali saranno disposti su una griglia con un passo di circa 3 chilometri.

Utilizzando i dati delle tav. 7, 8 e 9 è possibile ricavare una stima delle emissioni acustiche in atmosfera e in acqua.

In atmosfera, durante le lavorazioni più rumorose si raggiungeranno livelli al di sotto dei 66 dB(A) ad una distanza di 20 metri dalla sorgente.

Al di sotto del livello del mare invece, in prossimità delle imbarcazioni di maggiore stazza si raggiungeranno i 190 dB re 1 μ Pa.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente: 	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 31 di 35		Doc. Prop.:	

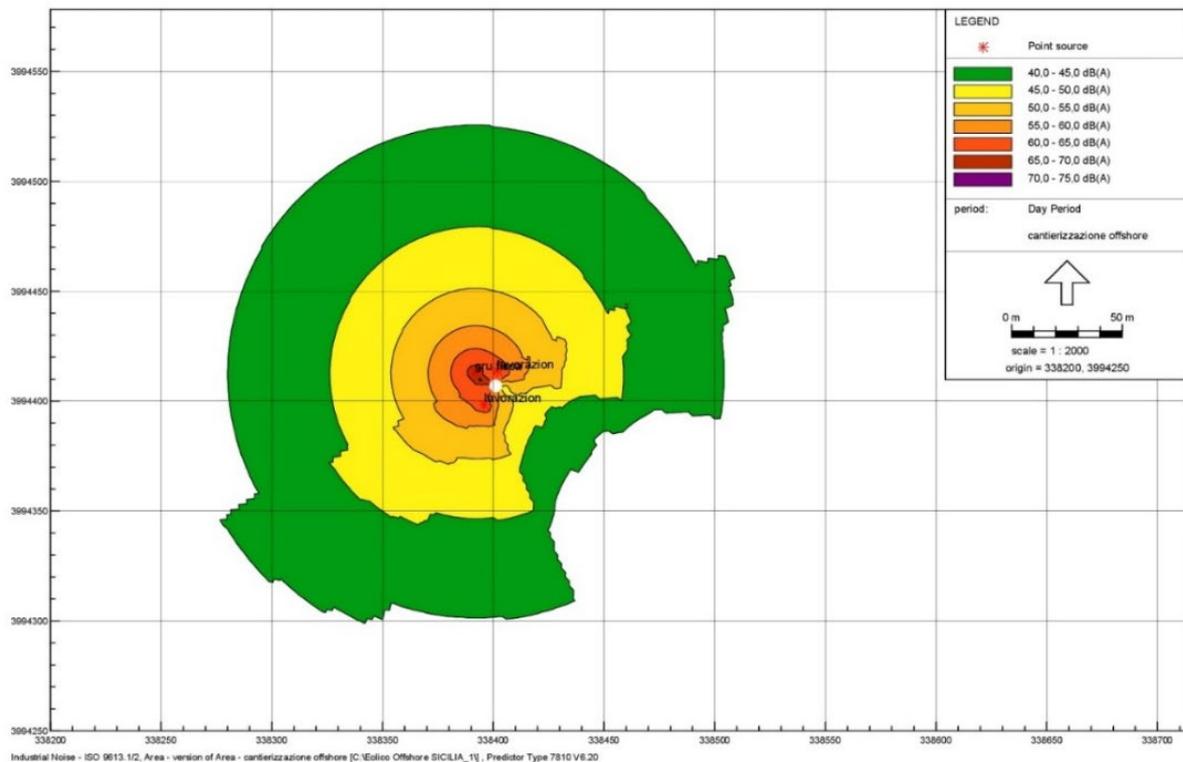


Fig. 17 – Studio delle emissioni acustiche in atmosfera in prossimità di un aerogeneratore durante la fase di cantierizzazione valutate a 4 metri dal livello del mare.

8.4 Fase di realizzazione (terraferma)

Tale fase riguarderà la posa dei cavidotti lungo alcune infrastrutture viarie presenti sul territorio della provincia di Sassari con un tracciato di circa 50 km.

Si tratterà di lavorazioni assimilabili ad un tipico cantiere stradale con l’utilizzo di escavatori, bobcat e veicoli cassonati, le cui emissioni sonore a 20 metri di distanza saranno di circa 75 dB(A).

9 PIANO DI MONITORAGGIO ACUSTICO

Per questo intervento è previsto un piano di monitoraggio acustico al fine di ottenere una completa valutazione dell’impatto acustico della stessa sui potenziali ricettori acustici presenti nei siti in oggetto, sia nelle fasi di funzionamento a regime che in quelle di cantierizzazione.

Il piano farà riferimento al Decreto 01/06/2022 “Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico”

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 32 di 35		Doc. Prop.:	

e al documento "ISO 2011 Ships and marine technology - protecting marine ecosystem from under water radiated noise - measurement and reporting of underwater sound radiated from merchant ships", oltre che alle linee guida dell'ISPRA sul monitoraggio degli impianti eolici.

Il monitoraggio interesserà sia l'ambiente atmosferico sia quello sottomarino, con l'ausilio anche di sonde acustiche (idrofoni).

Nelle postazioni di misura in atmosfera verranno anche rilevate le condizioni atmosferiche ed altri parametri fisici quali temperatura e direzione e velocità dei venti. Il microfono verrà collocato in prossimità dei ricettori su una boa ancorata e posto a circa 2 m sul livello del mare in coppia con una sonda meteo. Poiché non è possibile individuare la posizione dei potenziali ricettori (costituita dalla fauna presente in zona) il microfono verrà posizionato al confine dell'area del parco eolico.

Nei siti marini in oggetto il monitoraggio subacqueo riguarderà esclusivamente l'impatto acustico sulla fauna ittica stanziale. La sonda verrà posizionata a circa 20 m di profondità e collegata tramite cavo ad una boa fissa equipaggiata con GPS ed impianto di trasmissione dati.

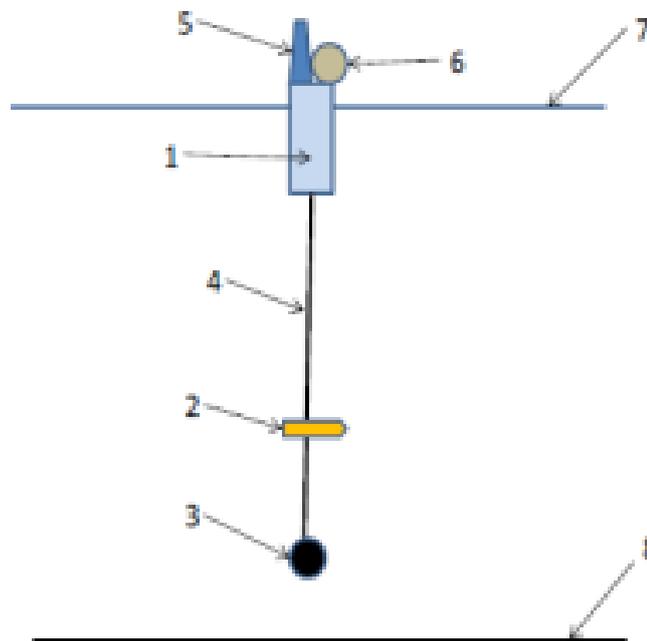


Fig. 18 - Registrazione mediante idrofoni calati da boa appoggio.
(1. Boa di appoggio con GPS; 2. Idrofono; 3. peso; 4. Cavo; 5. Sistema di trasferimento dati; 6. antenna; 7. Superficie del mare; 8. Fondale marino).

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 33 di 35		Doc. Prop.:	

9.1 Fase a regime

Durante il funzionamento a regime le emissioni sonore proverranno unicamente da sorgenti fisse quali quelle del parco eolico e le sottostazioni su terraferma.

Le emissioni sonore in atmosfera degli aerogeneratori presenteranno una certa variabilità dovuta alle caratteristiche aleatorie dei venti. Al fine di ottenere valori statisticamente stabili il monitoraggio dovrà essere su base settimanale (almeno 400 intervalli minimi) da effettuare almeno due volte l'anno in modo da comprendere le possibili variazioni stagionali dei venti.

I rilevamenti potranno essere in continuo o a campioni della durata di almeno 10' durante il periodo di riferimento diurno, con registrazione dei seguenti dati:

- Profilo temporale del L_{Aeq} su base temporale di 1 secondo;
- $L_{Aeq,10min}$ valutato su intervalli temporali successivi di 10';
- Spettro acustico medio del L_{Aeq} in bande di 1/3 di ottava;

In questo modo alla fine del monitoraggio in un arco temporale settimanale si otterranno:

- Livelli equivalenti giornalieri L_{AeqTR} (06.00 – 22.00);
- Livelli orari (06.00 – 22.00);

Le postazioni di misura saranno costituite da una centralina fissa da installare a bordo della sottostazione offshore od eventualmente su un aerogeneratore.

Per quanto riguarda la sottostazione di terra, a regime questa produrrà emissioni sonore con andamento pressoché continuo in intensità e nel tempo, dunque saranno sufficienti pochi campionamenti durante l'arco di una settimana.

9.2 Fase di cantierizzazione

Le emissioni sonore della fase di cantiere risulteranno essere più rilevanti rispetto a quelle della fase a regime. D'altra parte in questa fase le emissioni saranno comunque circoscritte in uno spazio relativamente piccolo rispetto alle totali dimensioni dell'opera e per un limitato periodo di alcuni mesi, in quanto le operazioni di posa avverranno singolarmente per ciascuna coppia di aerogeneratori con una durata di alcune settimane.

A causa appunto della molteplicità di attività previste, il periodo di monitoraggio dovrà essere almeno settimanale con rilevamenti in accordo con le lavorazioni definite dal piano di cantiere,

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO				
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 34 di 35		Doc. Prop.:	

ovvero effettuando campionamenti della durata di almeno 10' delle principali lavorazioni rumorose, registrando i seguenti dati:

- Profilo temporale del L_{Aeq} su base temporale di 1 secondo;
- $L_{Aeq,10min}$ valutato su intervalli temporali successivi di 10';
- Spettro acustico medio del L_{Aeq} in bande di 1/3 di ottava;

In questo modo alla fine del monitoraggio in un arco temporale settimanale si otterranno:

- Livelli equivalenti giornalieri L_{AEqTR} (06.00 – 22.00);
- Livelli orari (06.00 – 22.00);

Nei cantieri offshore occorrerà valutare l'utilizzo di postazioni di rilevamento fisse o mobili a seconda le necessità. Si opterà probabilmente per una centralina fissa a bordo di una nave cantiere con sonde aeree e subacquee.

Nei cantieri su terraferma invece si effettueranno rilevamenti a campione sulle tipiche attività rumorose in un arco temporale settimanale.

10 Conclusioni

Il presente studio previsionale di impatto acustico del parco eolico offshore in oggetto è stato effettuato individuando le principali sorgenti sonore che si stima saranno presenti nel sito durante le varie fasi dell'intervento (cantierizzazione e a regime). Si sono inoltre valutati i potenziali ricettori acustici presenti nel sito marino, che sostanzialmente consistono nella fauna ittica e aviaria stanziale. Su terraferma invece i potenziali ricettori acustici sono individuati lungo il tracciato dei cavidotti (solo nella fase di cantierizzazione) e nei dintorni della sottostazione di terra.

L'area, sita in mare aperto, è oggetto di intenso traffico marittimo comprendente trasporto merci, passeggeri e pesca, dunque presenta un clima acustico assimilabile ad una discreta attività antropica che potrebbe avere già allontanato una parte della fauna ittica.

Il funzionamento a regime del parco eolico, anche se in maniera discontinua dipendente dai venti, è previsto nell'arco delle 24h con una percentuale di funzionamento del 50% del tempo, dunque per la valutazione si considererà il periodo di riferimento diurno e notturno.

0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare di Sardegna, denominata "SARDINIA NORTH-WEST"			Proponente:  AVAPA ENERGY		
	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO					
Commissa: SARDINIA NW		Contratto: 30/11/2021				
Rev.	0					
Doc.: SNW.SCOP.R.07.00	Data: 25/10/2022	Pagina 35 di 35		Doc. Prop.:		

Utilizzando modelli matematici semplificati di propagazione acustica in atmosfera e in acqua presenti in letteratura, si sono valutate le emissioni prodotte dalle singole sorgenti sonore in prossimità dei potenziali ricettori.

Si stima dunque che la presenza del parco eolico offshore a pieno regime produrrà nell'ambiente circostante livelli sonori di circa 40 dB (escludendo il rumore di fondo) lungo i suoi confini. Il rumore di fondo (in condizioni ante-operam), dipendente dalla velocità del vento e dalle condizioni meteorologiche e stagionali, è stimabile in un range tra 40 e 50 dB.

In ambiente subacqueo, invece, si stimano a pieno regime del parco eolico livelli sonori di circa 123 dB re 1 µPa in prossimità di ciascun generatore, valori compatibili con quelli di Prima Risposta Comportamentale (FBR) delle principali specie ittiche.

La fase di realizzazione riguarderà esclusivamente il periodo di riferimento diurno (06.00 – 22.00) per un totale di circa 10 ore lavorative giornaliere.

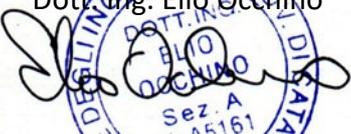
Nella fase di cantierizzazione al largo vi sarà la presenza di varie tipologie di sorgenti sonore sia fisse che mobili, tra le quali alcuni pontoni con gru e battelli, ciascuna delle quali si stima emetterà in acqua livelli sonori di circa 190 dB re 1 µPa. Tali emissioni subacquee sono relative ad un raggio di pochi metri dalla nave e comunque sono assimilabili con quelle delle comuni navi commerciali di grande tonnellaggio che attraversano la zona.

Le emissioni in atmosfera prodotte dal cantiere nei dintorni dei singoli aerogeneratori invece saranno stimate a circa 40 dB a 100 m di distanza dagli stessi.

Sulla terraferma i cantieri di posa del cavidotto saranno assimilabili ai tipici cantieri di posa servizi di urbanizzazione i cui livelli di immissione si attesteranno intorno ai 75 dB in periodo diurno, in deroga per cantieri temporanei.

Si assevera dunque che tali valori stimati di immissione su terraferma per le varie fasi dell'intervento sono compatibili con i limiti di legge sia per i comuni che hanno già attuato la zonizzazione acustica, ovvero 70 dB(A) diurni e notturni per zona acustica VI, sia per quelli che non la hanno ancora attuata, ovvero 70 dB(A) nel periodo diurno e 60 dB(A) nel periodo notturno per tutto il territorio nazionale.

Catania, 25/10/2022

Il Tecnico Competente
 Dott. Ing. Elio Occhino



0	25/10/2022	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	EO	EO	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNW.SCOP.R.07.00 Studio previsionale impatto acustico.docx		

https://agentifisici.isprambiente.it/enteca

Home
Tecnici Competenti in Acustica
Corsi
Login

[Home](#) / [Tecnici Competenti in Acustica](#) / [Vista](#)

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	167
Regione	Sicilia
Numero Iscrizione Elenco Regionale	
Cognome	Occhino
Nome	Elio
Titolo studio	Laurea Ingegneria Civile
Estremi provvedimento	Attestato di qualificazione in TCAA rilasciato dalla Regione Siciliana prot. n. 36145 del 24.05.2006
Luogo nascita	Catania,
Data nascita	27/05/1972
Codice fiscale	CCH LEI 72E27 C351J
Regione	Sicilia
Provincia	CT
Comune	Catania
Via	Via Guglielmo Oberdan
Cap	95128
Civico	181
Nazionalità	Italiana
Email	
Pec	elio.occhino@ingpec.eu
Telefono	095 504118
Cellulare	
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018

CERTIFICATE OF CALIBRATION

No: CDK1902411

Page 1 of 12

CALIBRATION OF

Sound Level Meter:	Brüel & Kjær Type 2250	No: 2739707	Id: -
Microphone:	Brüel & Kjær Type 4189	No: 2726358	
Preamplifier:	Brüel & Kjær Type ZC-0032	No: 15234	
Supplied Calibrator:	Brüel & Kjær Type 4231	No: 2229493	
Software version:	BZ7224 Version 4.7.5	Pattern Approval:	PTB1.63-4093056 / 1.63-4093058
Instruction manual:	BE1712-22		

CUSTOMER

Ing. Elio Occhino
Via G. Oberdan, 181
95128 Catania
CT, Italy

CALIBRATION CONDITIONS

Preconditioning: 4 hours at 23°C ± 3°C
Environment conditions: *See actual values in Environmental conditions sections.*

SPECIFICATIONS

The Sound Level Meter Brüel & Kjær Type 2250 has been calibrated in accordance with the requirements as specified in IEC 61672-1:2013 class 1. Procedures from IEC 61672-3:2013 were used to perform the periodic tests. The accreditation assures the traceability to the international units system SI.

PROCEDURE

The measurements have been performed with the assistance of Brüel & Kjær Sound Level Meter Calibration System 3630 with application software type 7763 (version 7.3 - DB: 7.30) by using procedure B&K proc 2250, 4189 (IEC 61672:2013).

RESULTS

Calibration Mode: **Calibration as received.**

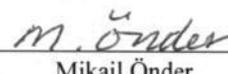
The reported expanded uncertainty is based on the standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k = 2$ providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with EA-4/02 from elements originating from the standards, calibration method, effect of environmental conditions and any short time contribution from the device under calibration.

Date of calibration: 2019-03-25

Date of issue: 2019-03-26



Jonas Johannessen
Calibration Technician



Mikail Önder
Approved Signatory

CERTIFICATE OF CALIBRATION

No: CDK1902387

Page 1 of 4

CALIBRATION OF

Calibrator: Brüel & Kjær Type 4231
½ Inch adaptor: Brüel & Kjær Type UC-0210
Pattern Approval: PTB-1.61-4057176

No: 2229493 Id: -

CUSTOMER

Ing. Elio Occhino
Via G. Oberdan, 181
95128 Catania
CT, Italy

CALIBRATION CONDITIONS

Preconditioning: 4 hours at 23°C ± 3°C
Environment conditions: Pressure: 100.41 kPa. Humidity: 35 % RH. Temperature: 23 °C.

SPECIFICATIONS

The Calibrator Brüel & Kjær Type 4231 has been calibrated in accordance with the requirements as specified in IEC60942:2003 Annex B Class 1. The accreditation assures the traceability to the international units system SI.

PROCEDURE

The measurements have been performed with the assistance of Brüel & Kjær acoustic calibrator calibration application software Type 7794 (version 2.5) by using procedure P_4231_D07.

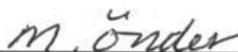
RESULTS

Calibration Mode: **Calibration as received.**

The reported expanded uncertainty is based on the standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k = 2$ providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with EA-4/02 from elements originating from the standards, calibration method, effect of environmental conditions and any short time contribution from the device under calibration.

Date of calibration: 2019-03-25.

Date of issue: 2019-03-25



Mikail Önder

Calibration Technician



Morten Høngård Hansen

Approved Signatory