

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
 PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
 NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - LUIPIAE MARIS
 35 WTG – 525 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

Progettazione e SIA



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione



supervisione scientifica



SIA.ES STUDI SPECIALISTICI

ES.2.1 Indagini acustiche offshore

REV.	DATA	DESCRIZIONE



Relazione tecnica sulla valutazione dell'impatto acustico marino

1. Introduzione

Con l'adozione, nel 2008 e successive revisioni, del testo della Marine Strategy Framework Directive, la Comunità Europea ha regolamentato l'introduzione di **rumore sottomarino** includendolo fra le forme di **inquinamento di origine antropica**.

La maggior parte delle installazioni industriali in mare, e più in generale le attività che comportano utilizzi di aree marine da parte dell'uomo inclusa la semplice navigazione, porta un innalzamento dei livelli di rumore presenti nell'ambiente. Il comfort acustico, che è determinato dai livelli di rumore (intensità), dalla distribuzione in frequenza e dalla distribuzione temporale del rumore stesso, è una delle caratteristiche che influenzano significativamente la qualità della vita in un determinato ambiente, a maggior ragione per animali che utilizzano i suoni per svolgere alcuni compiti fondamentali come la caccia, la socialità e l'orientamento.

A questo va aggiunto che le diverse intensità riscontrate, alle diverse frequenze, vanno valutate e pesate secondo le sensibilità conosciute delle specie target presenti nell'area di studio. Le specie target sono in genere le specie più sensibili e/o quelle a maggior rischio. Attualmente i valori generalmente accettati dalla comunità scientifica in tema di esposizione al rumore sono riassunti nei lavori che saranno qui presi a riferimento: per i mammiferi marini: NMFS, 20189; Southall et al., 2019; per le tartarughe marine: Popper et al., 2014.

Lo studio che qui è documentato è stato condotto anche tenendo conto di quanto indicato nelle linee guida ISPRA 2011 - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Il CIBRA - Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerca Ambientale (Università di Pavia) e NAUTA ricerca e consulenza scientifica s.r.l., incaricate dello studio in oggetto, collaborano nel settore della ricerca acustica subacquea da decenni. L'esperienza maturata nel settore garantisce standard qualitativi riconosciuti a livello internazionale. Oltre a ricerca di base su acustica e bioacustica subacquea, CIBRA e NAUTA hanno collaborato, e stanno attivamente collaborando, con entità civili (istituzioni, industria, accademia) e militari per la caratterizzazione del rumore subacqueo di origine antropica, lo studio del suo possibile impatto e della sua conseguente mitigazione.



Per quanto sia oggi relativamente facile reperire sistemi di raccolta e registrazione dei segnali acustici subacquei, la complessa dinamica e le caratteristiche del suono al di sotto della superficie del mare rendono il compito di documentare e descrivere i suoni sott'acqua estremamente delicato. Ancor più se il segnale raccolto deve essere utilizzato per estrarre misure di rumore univoche, come in questo caso. Anche in tema di analisi dei dati è necessaria una solida esperienza fondamentale per eseguire corrette misure di livelli e individuare e interpretare i segnali biologici.

Le uscite in mare per la raccolta dei dati nel lavoro qui illustrato sono state svolte a bordo di una piccola imbarcazione di servizio a motore con porto di ormeggio a sud di Brindisi.

Il porto base per la gestione delle operazioni è stato quello di San Foca, a poca distanza da Melendugno. La campagna di misure si è svolta nel mese di Novembre 2022. Uno schema riassuntivo delle uscite è riportato nel paragrafo 3.1, figura 17

2. Baseline acustica, materiali e metodi

Fondamentale e propedeutica a qualsiasi valutazione di impatto è la conoscenza della baseline acustica esistente. Dal punto di vista acustico, nel caso esaminato, essa si compone fondamentalmente di due componenti: il rumore ambiente, o panorama acustico, e una valutazione dei mammiferi e tartarughe marine (solo avvistamento) eventualmente presenti e rilevati durante il monitoraggio, anche sfruttando opportunisticamente una parte delle ore in mare e/o pianificando un survey visivo destinato alla ricerca di animali in superficie. Sia i dati acustici che le osservazioni in superficie concorrono a evidenziare le caratteristiche dell'area, e permettono di definire e prevedere le componenti del rumore presente e futuro (associato al campo eolico) per bande di frequenza, sovrapponendole poi con quelle utilizzate in natura, dalle specie presenti, per una corretta valutazione di impatto.

Strumentazione acustica

La scelta del setup strumentale è stata eseguita conformemente alle caratteristiche dell'ambiente oggetto di studio. Profondità, correnti e il tipo di fondale influenzano infatti la scelta dello strumento e il tipo di ancoraggio più adatti, insieme ad altri parametri tipo durata della deposizione, traffico navale, pesca ecc. Data la necessità di eseguire misure calibrate rappresentative dell'intensità del rumore presente, è fondamentale evitare qualsiasi tipo di interferenza acustica eventualmente generata dal sistema di deposizione, dall'ancoraggio e dall'imbarcazione di servizio. Per la campagna in oggetto si è scelto di utilizzare registratori acustici autonomi, descritti più avanti, adottando un sistema di ancoraggio composto da doppia zavorra separate da qualche metro di cima. La prima zavorra viene fissata a una



**Progetto definitivo dell'hub energetico
localizzato nel tratto di mare antistante la costa
pugliese fra i comuni di Melendugno e Brindisi**

breve cima immersa su cui sono vincolati registratore e galleggiante di profondità, la seconda zavorra, più pesante, è fissata alla linea fino alla superficie dove si trovano i galleggianti di segnalazione, la luce intermittente, un riflettore radar e un transponder satellitare.

Questo sistema di deposizione a J permette di isolare il sensore dai movimenti della cima che raggiunge la superficie.

Il programma ha previsto la raccolta di una sessione di registrazione di almeno **24 ore in quattro punti diversi e rappresentativi dell'area di intervento.**

Tutte le registrazioni sono state raccolte con metodo identico e successivamente analizzate. La strumentazione impiegata e i protocolli sono stati standardizzati in modo da rendere il lavoro di analisi e i conseguenti risultati omogenei e confrontabili fra loro.

In particolare, per le sessioni di registrazione, sono stati impiegati registratori calibrati di due tipi:

Soundtrap ST300STD e uRec384k 22D.

Click Detection
HF model only. Allows detection and journaling of high frequency marine mammal sonar clicks. Detector runs in parallel with normal recording process. Conserves memory by simultaneously using a low sample rate for WAV recording and high sample rate for click detection. See user manual for more information.

Memory 128 or 256 GB Note - loss-less audio compression provides 3-4 times compression, thereby allowing for up to 178 of wav file storage.

Internal battery An internal rechargeable battery provides power for up to 13 days continuous operation

External battery The optional external battery housing takes 3 x D cell batteries, and provides up to 70 days continuous operation.

Connectivity Wet pluggable connector for connection to GPS or radio telemetry.

Maximum depth 500m (Extended depth version available on request)

Dimensions: 200mm L x 60mm D (excluding connector dummy)

Weight Approx. 500g in air



**SoundTrap ST300 Digital Sound Recorders
STD & HF models**

Key features:

- Industry leading audio fidelity
- Very low self-noise
- 60 kHz and 150 kHz bandwidth models
- Up to 13 days continuous recording on internal battery
- Up to 70 days continuous with optional external battery (3 x D cell)
- Simple operation with optional IR remote control
- Sealed, low maintenance, flood proof housing
- Fast USB offload
- Toothed whale Click detection (HF only)

The SoundTrap 300 series are compact self-contained underwater sound recorders for ocean acoustic research. The STD model is intended for general purpose use with a working frequency range of 30 Hz to 60 kHz. While the HF model offers 20 Hz to 150 kHz bandwidth for higher frequency bioacoustic research. Both feature very low self-noise, ensuring beautiful recordings in even the quietest places.

An internal battery enables continuous recording for up to 13 days, or 56 days on a 30 minute per hour duty cycle. For longer deployments plug in the optional external battery pack for up to 70 days continuous recording. Up to 256 GB of internal memory coupled with lossless audio compression provides storage for up to 65 days continuous recording at 72 kHz.

Data offload and battery recharge are done via a high quality wet plug. The housing therefore never needs opening, eliminating the usual worries about O-ring maintenance and moisture ingress. Weighing less than 500 g in air, hydrophone deployment has never been so easy.

Output files are in the industry standard WAV format. Ancillary sensors are included for logging temperature and tri-axial acceleration. The included software offers flexible deployment options for sample rate, gain control, filtering, delayed start and duty cycle. Plus the optional water-proof IR remote control makes for convenient in-the-field ad hoc measurements. Each instrument is supplied with a calibration certificate and features self-calibration checks for confirmation of performance in the field.





**Progetto definitivo dell'hub energetico
localizzato nel tratto di mare antistante la costa
pugliese fra i comuni di Melendugno e Brindisi**

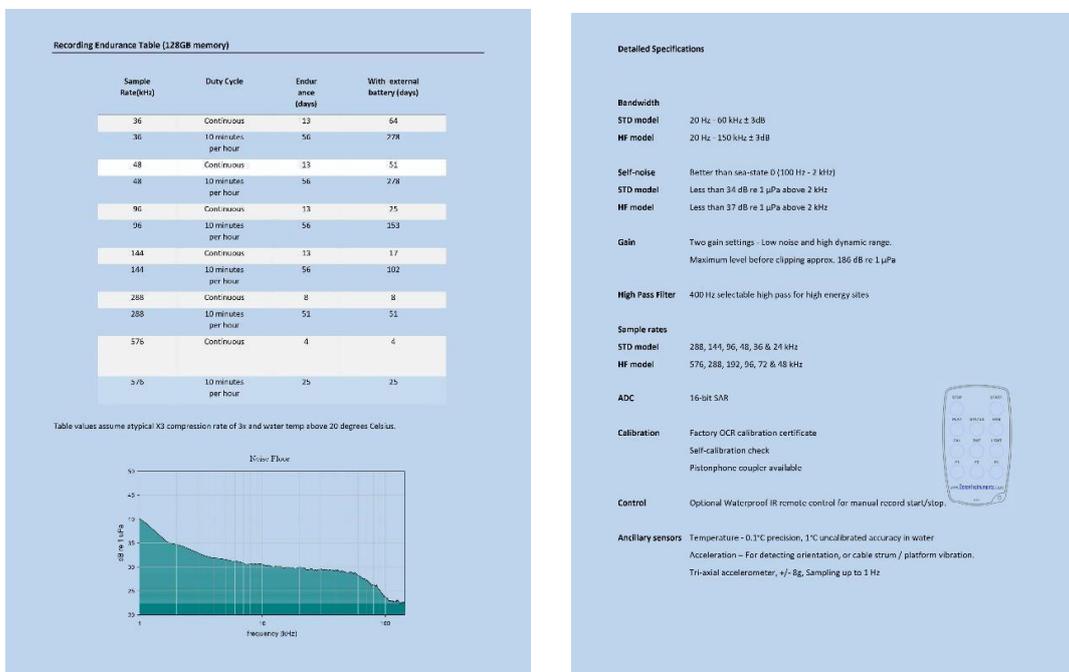


Figura 1. Scheda tecnica Soundtrap

Adatto a registrare i segnali acustici subacquei in una grande varietà di situazioni, dal monitoraggio delle interazioni con le reti e le gabbie da acquacoltura, da parte dei cetacei, al monitoraggio e survey ambientale in genere, al monitoraggio di Aree Marine Protette, al monitoraggio del rispetto dei protocolli di operazione durante le opere di costruzione in mare, in profondità e lungo la costa.

I RASP, e i bottom recorder in genere, sono strumenti di grande flessibilità, adatti ad essere utilizzati anche da gommoni e piccole imbarcazioni.

I modelli in produzione

uRec384k 22D

Basati sulla scheda di registrazione della Dodotronic, campionano segnali fino a 192kHz e usano l'idrofono SQ26-05, che però sopra i 90kHz perde molta sensibilità. Alimentato con tre batterie "torcia" (dimensione D) può essere programmato per campionamenti di settimane o mesi.

Possiamo realizzare versioni custom con idrofoni diversi, dagli AS-1 con i loro preamplificatori, agli H2d, più economici.

uRec AM1.2

Basati sulla scheda di registrazione AudioMoth 1.2, campionano segnali fino a 192kHz e usano l'idrofono SQ26-05, che però sopra i 90kHz perde molta sensibilità.

Le schede AudioMoth sono, in questo momento, uno standard per gli studi di bioacustica in ambiente naturale.

Alimentato con tre batterie "torcia" (dimensione D) può essere programmato per campionamenti molto lunghi.

DODOTRONIC **URec384k**
 programmable underwater acoustic recorder

version 1.0 quick reference manual and operation guide
 release March 2019

manufactured together by
 NAUTA scientific - www.nauta-sci.it
 &
 Dodotronic - www.dodotronic.com

General overview
 The **URec384k** is a stand-alone programmable underwater audio and ultrasound recorder. The name of this device states its features: it records autonomously, with a pre-programmed schedule and its maximum sampling rate is 384k samples per second.

The electronic board inside the unit can be programmed using a bluetooth link via a dedicated software (freely available) running over recent Android devices. Programming details and procedures are available at our dedicated web-page. <http://bit.ly/URec384k>

The unit can be delivered using different acoustic sensors (hydrophones), each with different characteristics, frequency response, depth range and self-noise. In its standard configuration the unit features a single hydrophone, a Sensor Technology

© NAUTA scientific s.r.l. x
 info@nautasci.it • www.nauta-sci.it • www.nauta-media
 strada della carta 8 - 20135 - Milano Italy - Tel. +39 02 9372139
 P.IVA - VAT: 07196774163

Committente:



**Progetto definitivo dell'hub energetico
localizzato nel tratto di mare antistante la costa
pugliese fra i comuni di Melendugno e Brindisi**

Numero pagina:

5

REV:

Pagine totali:

01b

Figura 2. Scheda uRec384k

Al termine di ogni sessione di registrazione, i registratori sono stati recuperati e i dati immediatamente scaricati. I file risultanti, in formato .wav lineare non compresso, sono stati successivamente analizzati in laboratorio.

3. *Analisi acustica. Risultati.*

Analisi acustica qualitativa

L'analisi acustica delle registrazioni è stata focalizzata su due aspetti: misure di rumore con misura dei parametri (descrizione quantitativa) e individuazione di segnali biologici e antropici (descrizione qualitativa).

Il primo passo è stato quello qualitativo, per avere una visione d'insieme del panorama acustico subacqueo rilevato. Le registrazioni sono state visualizzate in spettrogrammi utilizzando il software SEAprò (<http://www-9.unipv.it/cibra/seapro.html>), sviluppato da Gianni Pavan presso il CIBRA e una sua seconda versione specifica che permette di creare spettri compatti.

La prima caratteristica che emerge dalle registrazioni è la presenza, costante e significativa, sulle 24 ore, di click attribuibili alla presenza di Alfeidi (snapping shrimps). Sono piccoli crostacei decapodi, lunghi pochi millimetri, con la peculiare caratteristica di emettere click molto intensi, malgrado le dimensioni ridotte degli individui, e a banda larga, attraverso lo schiocco di una chela ipertrofica. La specie maggiormente presente in Adriatico, su fondali come quelli dell'area esaminata nel primo centinaio di metri di profondità, è *Alpheus glaber*. La loro presenza in Adriatico, in acque fino a circa trecento metri di profondità, è pressoché ubiquitaria. Essi, in queste aree, fanno comunque sempre parte del panorama sonoro naturale con il quale le altre specie presenti si sono co-evolute.



Figura 3. Alpheus glaber

La figura seguente illustra l'aspetto dei click degli alfeidi registrato in loco.

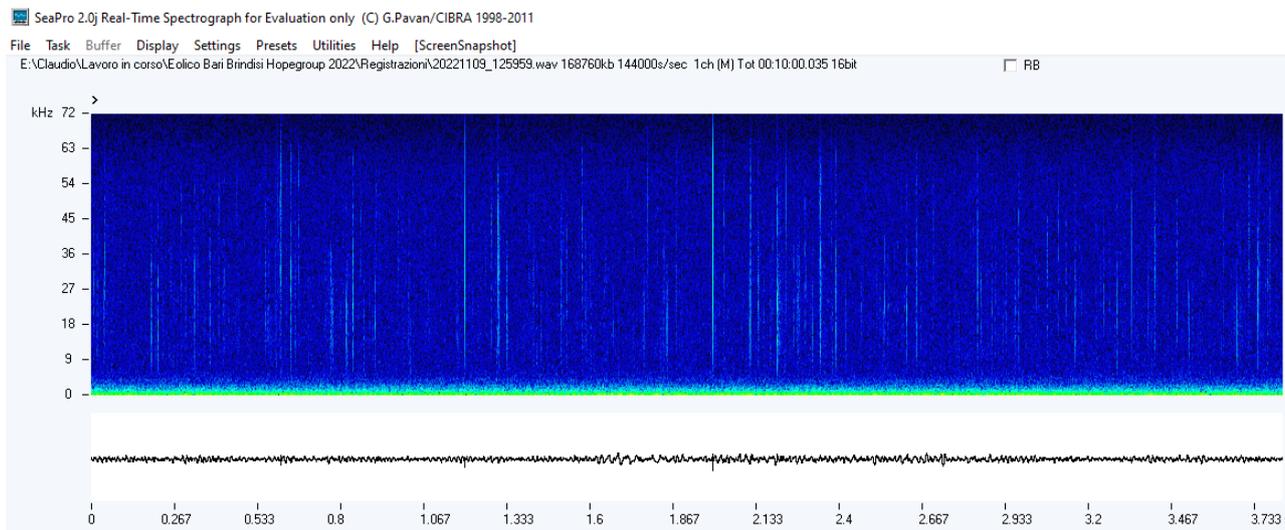


Figura 4. Diversi click di Alpheus glaber (linee chiare verticali), spettro complessivo di 4 secondi

Si può vedere come nella schermata, della durata di quattro secondi circa, le bande verticali, i click appunto, siano numerose e costantemente presenti.

Il "rumore" generato da questi piccoli crostacei costituisce una componente non trascurabile del panorama acustico subacqueo soprattutto alle frequenze medio alte, rendendo molto difficile evidenziare i click di ecolocalizzazione distintivi dei delfini.

L'immagine sottostante, invece, mostra una sequenza di click di delfini registrati su uno dei quattro registratori. È possibile vedere come i click di delfini siano stati individuati grazie alla sequenza temporale, regolare, e all'energia concentrata sulle alte frequenze. Siamo, in questa sequenza, ben oltre la soglia udibile per gli esseri umani. In aggiunta, è anche possibile notare un picco di energia isolato a bassa frequenza. Tale segnale, udibile, è chiamato *nacchera*, e risulta associato con attività di alimentazione.

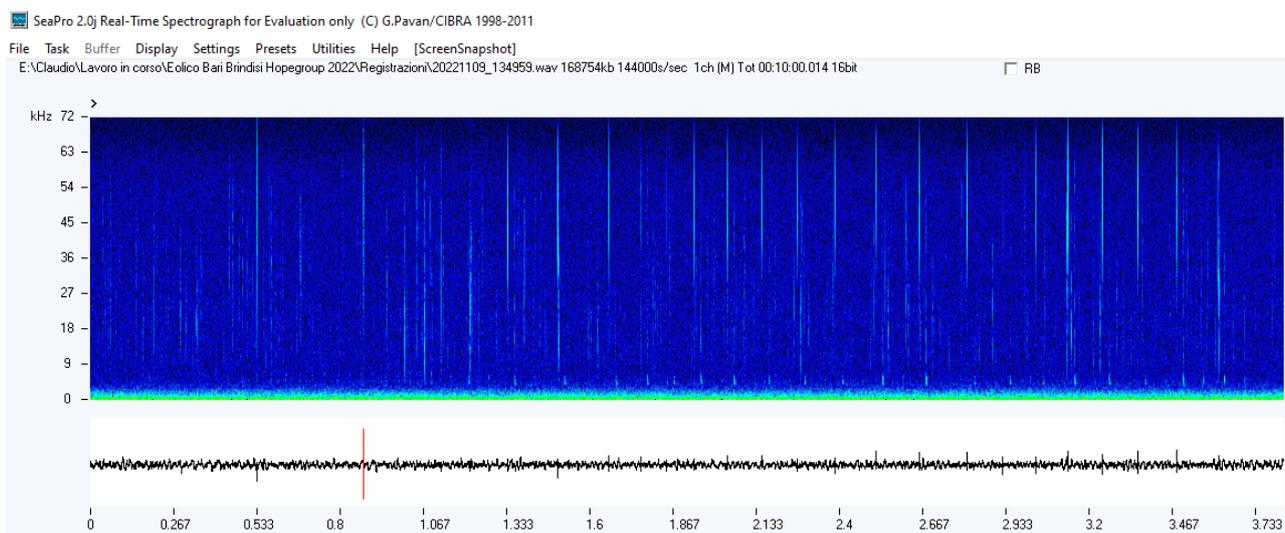


Figura 5. Click di delfini con andamento regolare

L'analisi qualitativa qui descritta è stata anche condotta con la tecnica dello spettrogramma compatto. Grazie a una funzione di SEApro, è possibile "impacchettare" su un unico spettrogramma intervalli di tempo lunghi anche più ore, a seconda dei parametri impostati. Questo permette di evidenziare rapidamente "macroeventi" come il passaggio di una nave nelle vicinanze, ma anche di far emergere, al verificarsi delle adeguate condizioni (es. rapporto segnale rumore) serie di click di delfini nel contesto acusticamente complesso che caratterizza queste registrazioni. La figura 6 ne costituisce un esempio. Le macchie bandate chiare sono il risultato dell'impacchettamento di brevi sequenze di click di delfini su un arco temporale di 1 ora. È interessante notare come il picco del segnale dei delfini sia in concomitanza con il passaggio di un'imbarcazione (banda gialla nella parte inferiore dello spettrogramma).

Da numerose osservazioni fatte in precedenti studi in Adriatico, ma valide anche per gli altri mari d'Italia e non solo, i tursiopi hanno imparato a seguire i pescherecci, specialmente



quelli a strascico, per predare il contenuto delle reti. Il comportamento è molto diffuso ed espone gli animali a diversi rischi. Non ultimo, quello dell'esposizione cronica al rumore del peschereccio impegnato nelle operazioni di traina.

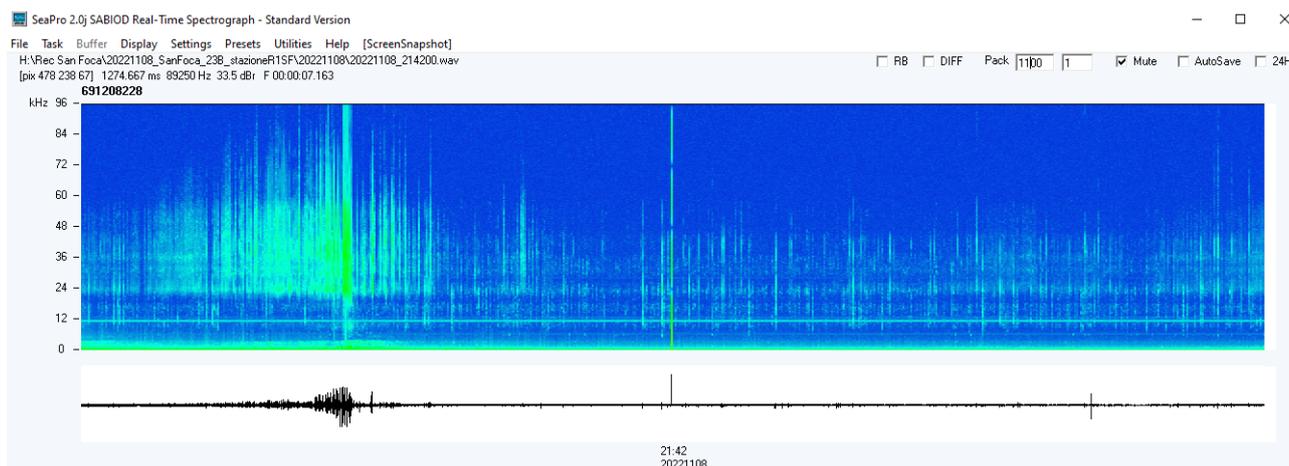


Figura 6. Click di delfini ben individuabili sullo spettro compatto di 1 ora. In sottofondo il rumore di un peschereccio.

Oltre ai click di ecolocalizzazione, nacchere incluse, sono stati anche registrati fischi, tipicamente associati a comportamenti sociali. L'immagine 7 ne è un esempio.

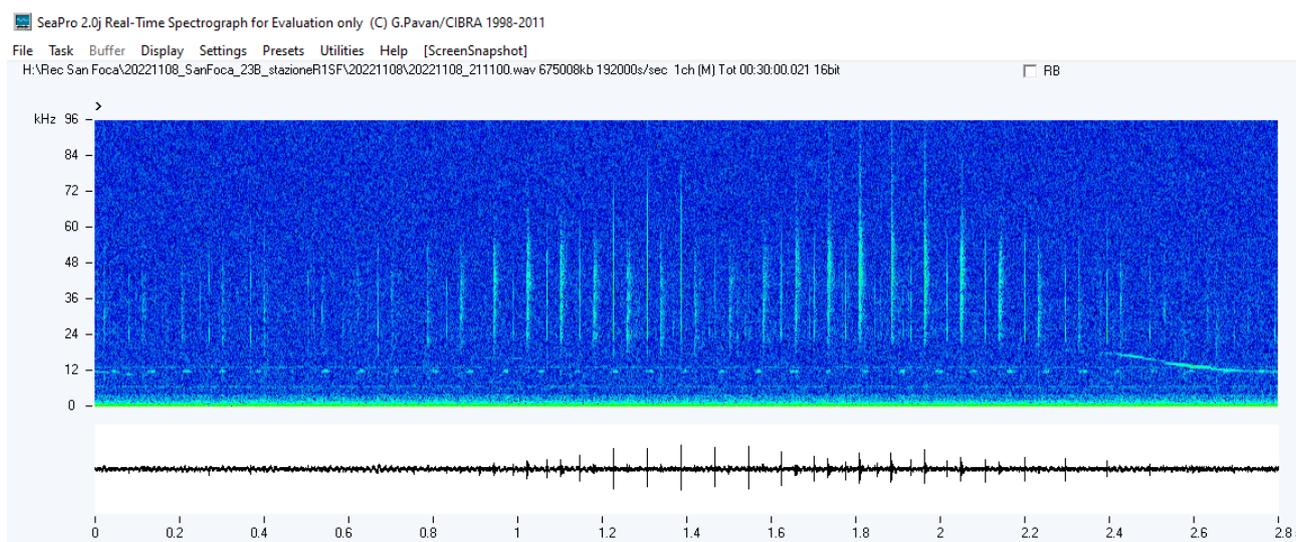


Figura 7. Serie di click di delfino e fischio centrato su 12kHz

I segnali acustici maggiormente rappresentati, però, sono stati quelli associati al traffico navale. L'area è risultata essere particolarmente trafficata, sia per la presenza di pescherecci, che per la "vicinanza" di una delle rotte di accesso al mar Adriatico e ai suoi porti. L'immagine che segue è una rappresentazione dove l'immagine di base è tratta dal sito [Marinetraffic.com](https://www.marinetraffic.com). Rappresenta, con un indice di colore, il traffico cumulato nel 2021 nella zona in cui si dovrà realizzare l'impianto. Per facilitare la lettura è stata sovrapposta la mappa progettuale per il campo eolico. Risulta chiaramente come l'impianto, e quindi l'area di indagine di questo studio, si trovi in un'area di transito importante.

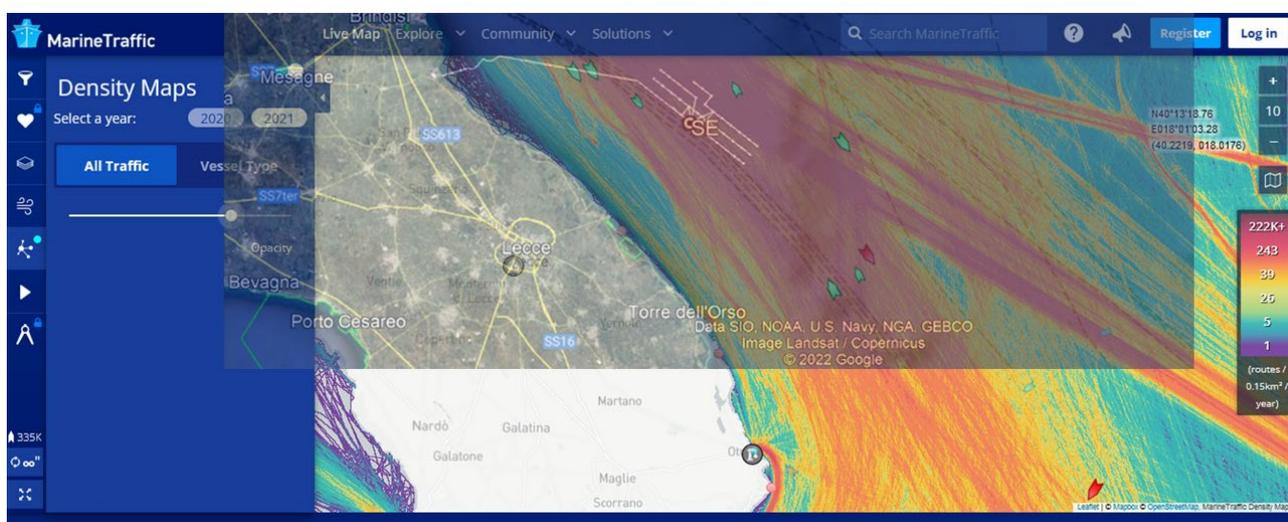


Figura 8. Estratto da [Marinetraffic.com](https://www.marinetraffic.com). Mappa cumulativa del traffico del 2021. In rosso le aree più trafficate.

La grafica delle rotte navali ha una chiara ripercussione sull'andamento del rumore subacqueo.

Nella figura 9 sono rappresentate 24 ore di registrazioni (stazione R3SF).

Sull'asse delle ordinate è rappresentata la frequenza in scala logaritmica. Essa permette di apprezzare meglio la componente a bassa frequenza associata al traffico navale. Sulle ascisse invece il tempo (24h). Come si può facilmente notare, il rumore associato a navi o pescherecci operanti in zona è presente in maniera costante in sottofondo, con picchi più o meno intensi in corrispondenza del passaggio di ciascuna imbarcazione in transito. Importante notare che il passaggio delle navi, osservato direttamente nelle ore diurne, è sempre stato a diverse miglia dalla stazione registrante. Contando grossolanamente i picchi di intensità, si può approssimare che almeno 20 grosse imbarcazioni, durante il periodo di registrazione, sono transitate nell'area innalzando significativamente e per un tempo prolungato il rumore di fondo.

Già quest'immagine è indicativa di una situazione acustica subacquea ampiamente compromessa. La sezione seguente, relativa all'analisi acustica quantitativa, definisce meglio quale effettivo livello di rumore sia presente.

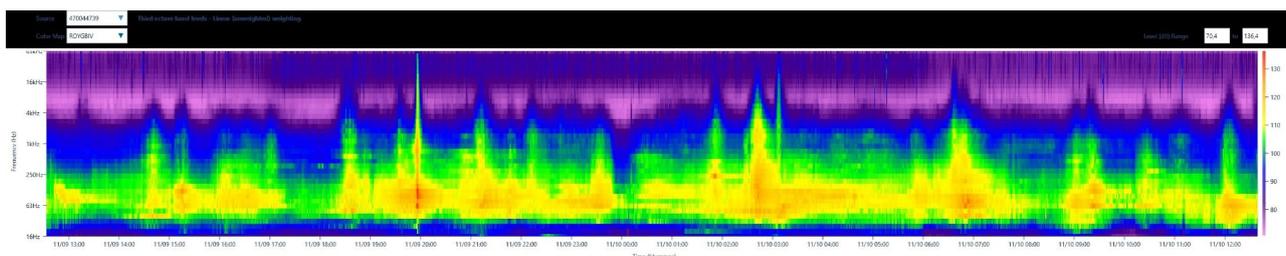


Figura 9. Rumore a bassa frequenza registrato nel corso delle giornate 9 e 10 Novembre. Dall'immagine è possibile stimare il passaggio di circa 20 grandi imbarcazioni, e il tempo nel quale condizioni di relativo silenzio sono presenti è molto limitato.

Riassumendo i dati dell'analisi acustica qualitativa svolta, si possono evidenziare i seguenti risultati.

Sono state eseguite 4 stazioni di campionamento da 24 ore. È stato possibile evidenziare la presenza di click di alfeidi per la totalità del periodo di osservazione, senza variazioni significative fra giorno e notte. I click di delfini sono stati evidenziati 2 volte (R1SF e R3SF), ma è probabile una presenza maggiore, impossibile da evidenziare dato il contesto acustico presente (click di alfeidi).

Interessante da notare, e sottolineare, come delle 2 presenze di Cetacei accertate, una sia certamente associata alla presenza di un peschereccio (registrazione raccolta nella stazione R1SF e riportata in figura 6).

Come osservato in numerose altre campagne di avvistamento, i tursiopi hanno sviluppato l'abitudine di seguire gli strascichi per alimentarsi. Le registrazioni hanno confermato, anche acusticamente e anche per questo contesto, questo comportamento.

A completamento dell'analisi acustica qualitativa, segnaliamo che durante la navigazione nell'area per la deposizione e il recupero degli strumenti, sono anche state condotte osservazioni visive. Il giorno 8 le condizioni metomarine erano decisamente sfavorevoli all'avvistamento (Beaufort 4/5 e onda fino a 1.5m). I due giorni seguenti invece sono stati favorevoli (Beaufort 2/3 e onda 0.4). Sono stati fatti due avvistamenti di tursiopi, il primo il

giorno 9, il secondo il giorno 10, per un totale di circa 20 animali. Oltre ai tursiopi sono stati osservati pesci (tonni e pesce azzurro; 1 pesce spada di piccole dimensioni) e un'importante quantità di rifiuti galleggianti, in particolare cassette da peschereccio in polistirolo.

Analisi acustica quantitativa

Questo tipo di analisi si occupa di descrivere quanto registrato dal punto di vista dell'intensità e della sua distribuzione in frequenza secondo parametri di misura condivisi in letteratura e riportati anche nelle Linee Guida ISPRA del 2011.

Per l'analisi sono stati utilizzati due software:

DbWav

(<https://au.marshallday.com/innovation/software/dbwav/>)

VSLM Virtual Sound Level Meter

(Argonne National Lab, USA, <https://doi.org/10.1121/1.5036041>).

Il primo è in grado di produrre spettri compatti con relative misure di interi periodi di 24 ore. Il secondo è stato invece usato per caratterizzare segmenti di registrazioni con particolare significato come momenti di silenzio o periodi di rumore intenso, nonché per misure estensive (es calcoli LEQ - Livelli Equivalenti).

La figura 9, che mostra come l'andamento delle basse frequenze nel corso della giornata sia pressoché costante, trova riscontro nelle misure di intensità eseguite sui file. Di seguito è rappresentata la tabella dei valori, ora per ora, del Livello Equivalente LEQ. E' questa una misura che restituisce un valore del rumore mediato su un intervallo di tempo (in questo caso 60 secondi). Nell'analisi condotta non si è applicata nessuna pesatura (curva di correzione) in modo da poter avere una baseline acustica su cui confrontare l'apporto del campo eolico. I livelli sono pertanto quelli reali.



**Progetto definitivo dell'hub energetico
localizzato nel tratto di mare antistante la costa
pugliese fra i comuni di Melendugno e Brindisi**

Ora	dB			
11:59				
Overall LEQ	121			
12:59				
Overall LEQ	117			
13:59				
Overall LEQ	120			
14:59				
Overall LEQ	122			
15:59				
Overall LEQ	122			
16:59				
Overall LEQ	117			
17:59				
Overall LEQ	121			
18:59				
Overall LEQ	128			
19:59				
Overall LEQ	124			
20:59				
Overall LEQ	124			
21:59				
Overall LEQ	121			



**Progetto definitivo dell'hub energetico
localizzato nel tratto di mare antistante la costa
pugliese fra i comuni di Melendugno e Brindisi**

22:59			LEQ in ordine crescente	
Overall LEQ	123		117	
23:59			117	
Overall LEQ	119		118	
00:59			119	
Overall LEQ	121		119	
01:59			120	
Overall LEQ	127		121	
02:59			121	
Overall LEQ	125		121	
04:00			121	
Overall LEQ	122		121	
05:00			122	
Overall LEQ	121		122	
06:00			122	
Overall LEQ	126		122	
07:00			123	
Overall LEQ	122		123	
08:00			124	
Overall LEQ	118		124	
09:00			125	
Overall LEQ	123		126	
10:00			127	

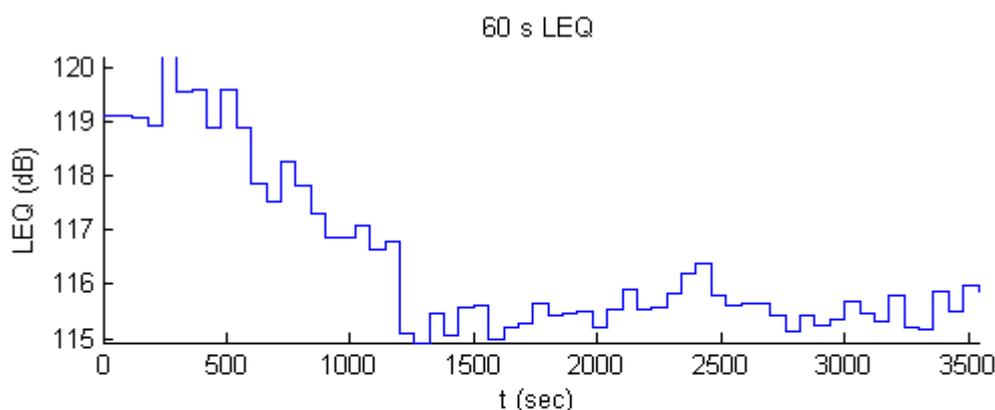


Overall LEQ	119		128	
	122		121	
	MEDIA		MODA	

Tabella 1. Valori LEQ cumulativi di ogni segmento da 1 ora (stazione R3SF) del giorno 9/10 novembre 2022.

A piede tabella sono riportati i valori di media dei livelli misurati (122 dB) e la moda, ossia il valore più rappresentato (121 dB). Questi dati dicono chiaramente che il rumore ambiente nell'area è molto elevato ed è associato principalmente al costante traffico navale.

Per completezza si riportano i grafici relativi alle ore di massima e minima intensità. Le ore più silenziose, 117dB, sono state registrate il giorno 9 novembre sulla stazione R3SF. Di seguito il LEQ mediato su 60 secondi.



LEQ Statistics computed from 100 ms LEQ

Overall LEQ: 117 dB

Flat Weighting Applied

L_{max} : 130 dB

L_{min} : 111 dB

L_5 : 120 dB

L_{10} : 119 dB

L_{20} : 118 dB

L_{30} : 117 dB

L_{40} : 116 dB

L_{50} : 116 dB

L_{60} : 116 dB

L_{70} : 115 dB

L_{80} : 115 dB

L_{90} : 114 dB

Figura 10. LEQ di un segmento "silenzioso".



Dopo il passaggio relativamente veloce di un'imbarcazione, segue un periodo di silenzio, pur sempre compreso fra 115 e 116 dB, valori comunque alti per un ambiente naturale ben conservato.

Il grafico seguente rappresenta invece la distribuzione del rumore in bande di terzi d'ottava per le frequenze fino a 18kHz. La rappresentazione delle frequenze, sulle ascisse, pone in risalto le frequenze più basse. Questo tipo di grafico permette di valutare la distribuzione in frequenza dei livelli di segnale.

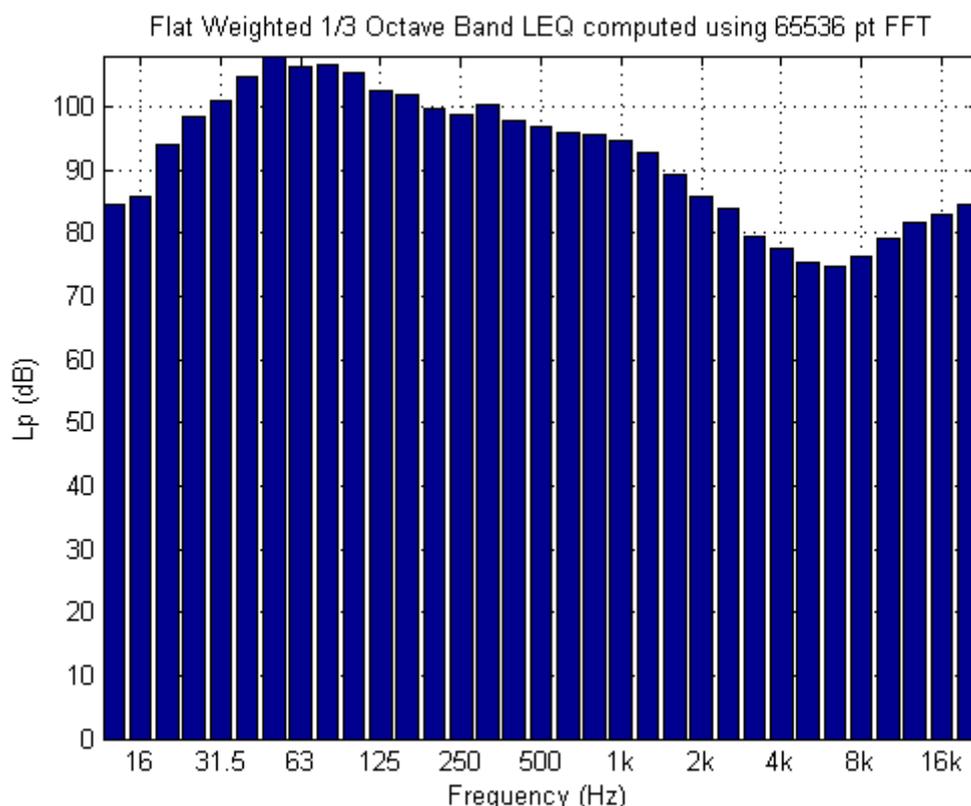


Figura 11. Bande in terzi d'ottava relativi al file di figura 10.

Si può notare come tutta la banda compresa fra i 30Hz circa e i 2 kHz contenga la maggior parte dell'energia presente. Questa è la tipica impronta del rumore associato al traffico navale.

Anche il grafico PSD (Power Spectral Density) evidenzia chiaramente lo stesso andamento.

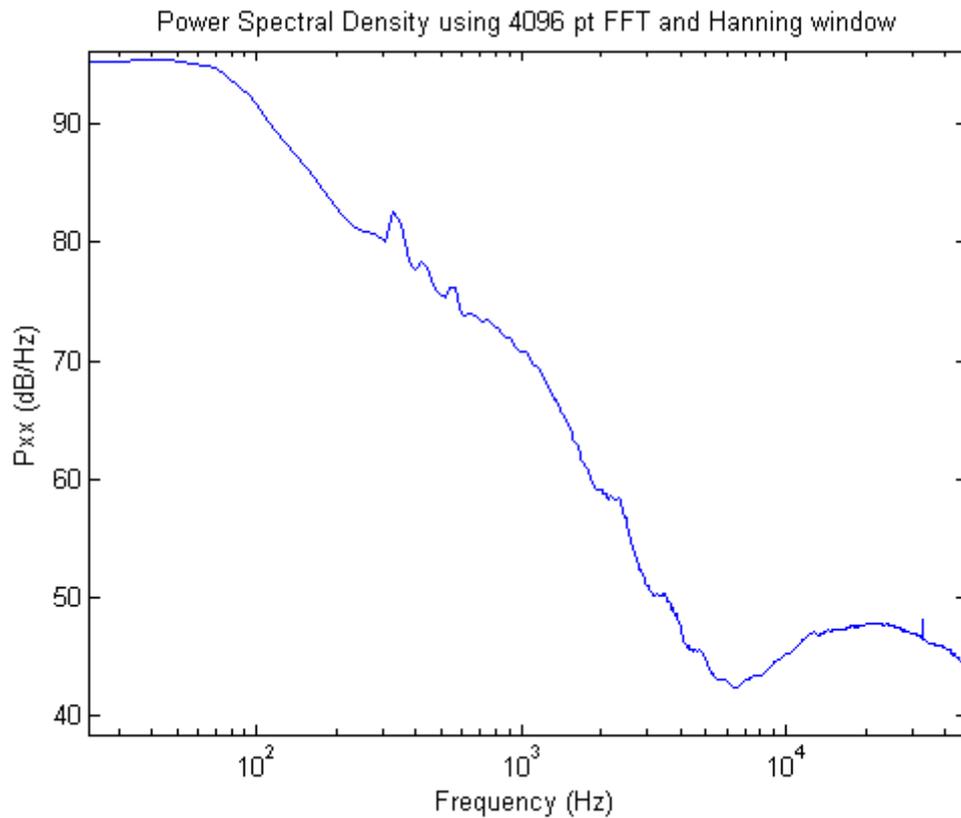
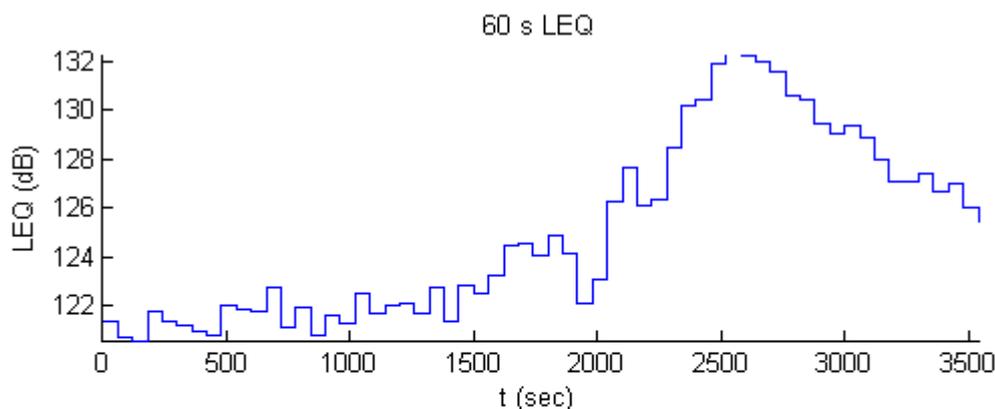


Figura 12. Grafico Power Spectral Density.

Le stesse analisi, con gli stessi parametri, sono state calcolate per l'ora con il livello LEQ più intenso (01:59 del giorno 10 novembre).

Ecco le relative immagini.



LEQ Statistics computed from 100 ms LEQ

Overall LEQ: 127 dB

Flat Weighting Applied

L_{max} : 137 dB

L_{min} : 117 dB

L_5 : 132 dB

L_{10} : 131 dB

L_{20} : 129 dB

L_{30} : 127 dB

L_{40} : 126 dB

L_{50} : 124 dB

L_{60} : 123 dB

L_{70} : 122 dB

L_{80} : 121 dB

L_{90} : 120 dB

Figura 13. LEQ di un segmento significativamente rumoroso.

Su un rumore di fondo già elevato (sopra i 120dB) si inserisce il passaggio di una nave particolarmente rumorosa (picco massimo a 137dB intorno al secondo 2600) e che persiste per quasi metà del file (quindi circa mezz'ora) con effetti anche nel file successivo.

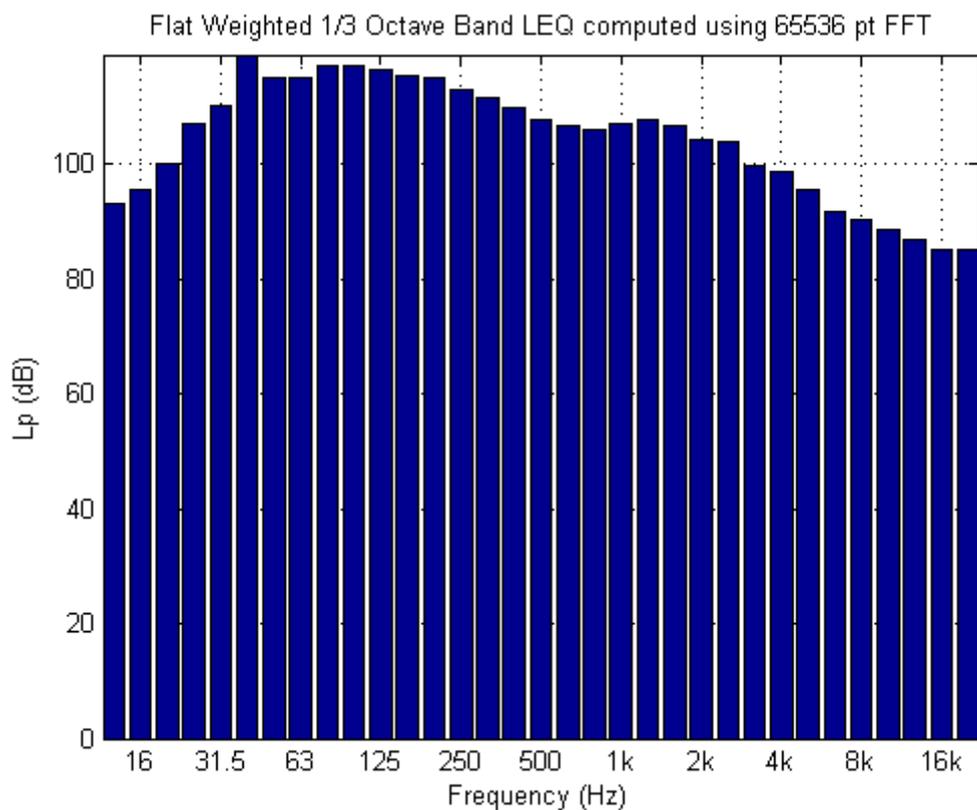


Figura 14. Bande in terzi d'ottava, segmento rumoroso con componente rumore navale a tutte le frequenze.

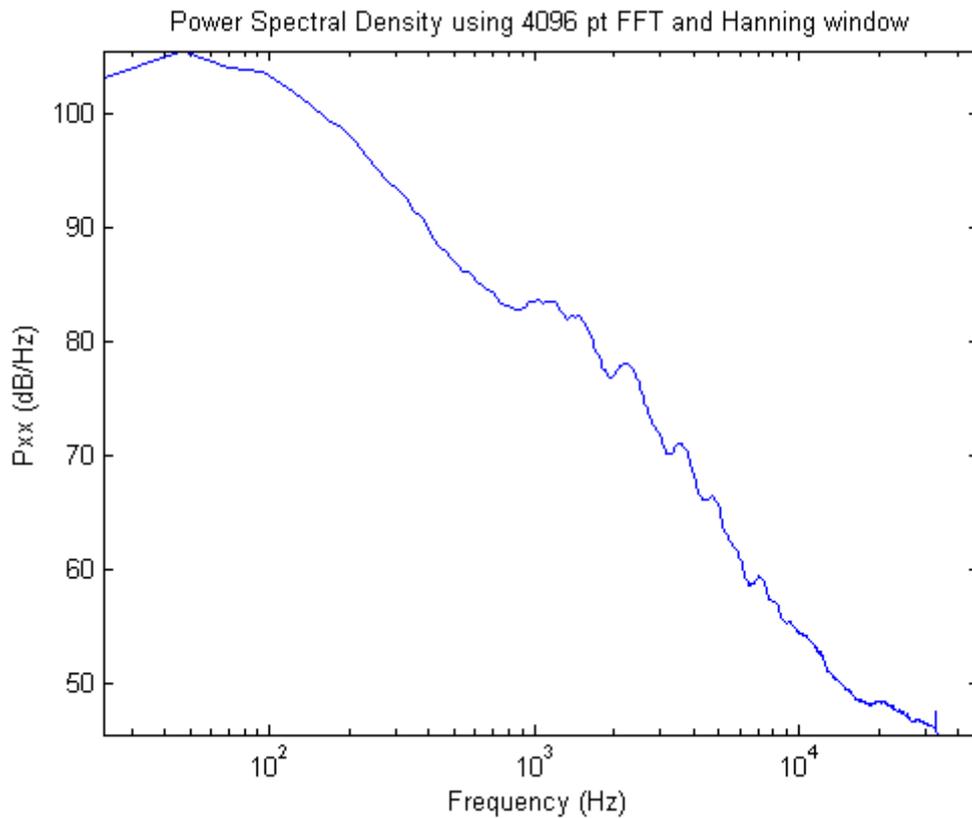


Figura 15. PSD dello stesso segmento precedente.

Il grafico a bande di terzi d'ottava e la PSD - Power Spectral Density evidenziano che, oltre alla elevata intensità, in questo caso tutte le bande di frequenza sono interessate.

Infatti, rispetto a grafici precedenti (relativi al file delle 16:59), manca la caduta di energia sopra i 2 kHz. La spiegazione di questo fenomeno è visibile nell'immagine seguente.

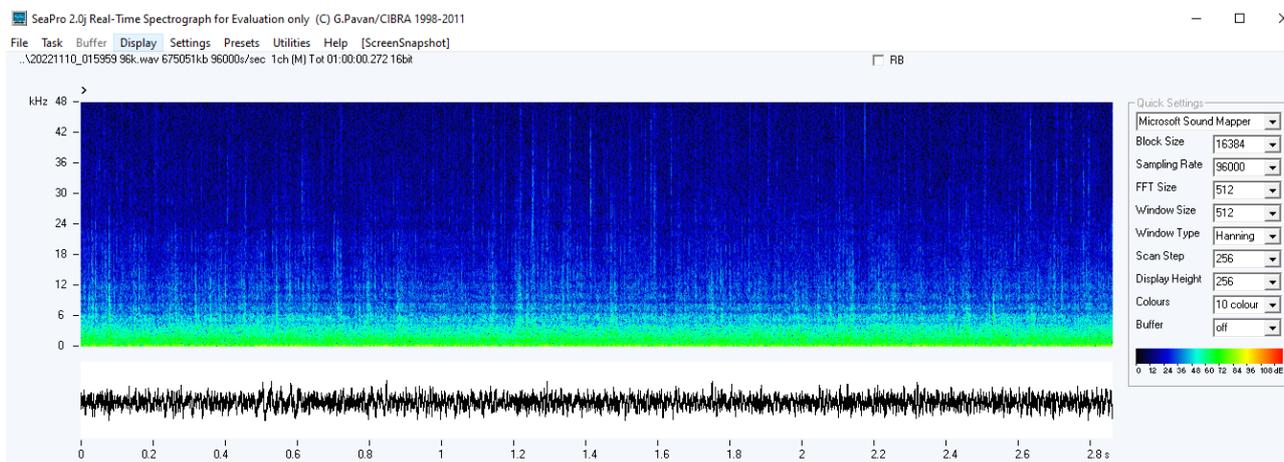


Figura 16. Spettrogramma relativo al passaggio della nave; 3 secondi.

Lo spettrogramma (3 secondi circa) della fase più intensa mostra chiaramente come il rumore generato da questa particolare imbarcazione abbia una forte componente tonale oltre ai 10kHz, ma soprattutto risulta essere rumorosa l'elica, con evidenti segni di cavitazione (bande chiare verticali sullo spettrogramma).

L'ascolto del file, per quanto non sia un dato assoluto e misurabile, dà però una chiara sensazione del frastuono cui gli animali presenti, dai pesci ai cetacei alle tartarughe, ognuno con le sue sensibilità, siano costantemente esposti in aree di mare con queste caratteristiche.

Da precedenti misure da noi stessi eseguite recentemente in Adriatico e dai dati reperibili in bibliografia ([Picciulin and Codarin, 2007](#), [Codarin, 2008](#), [Codarin et al., 2009](#), [Picciulin et al., 2010](#), [Picciulin et al., 2011](#)) risulta chiaro come questa area sia soggetta a livelli di rumore estremamente elevati.

3.1 Osservazioni. Risultati.

Riassunto delle operazioni

In totale sono stati impegnati in mare 3 giorni, sfruttando una finestra con condimeteo compatibili con le operazioni.

Di seguito un riassunto dei dati relativi.

Giorno 1 - operazioni interrotte per avverse condizioni meteomarine.

20 nm navigate

andata e ritorno dal punto di campionamento acustico R1SF, tratta gialla nella mappa.

Giorno 2 - deposizione di tre altri registratori, recupero del primo e survey visivo

39,3 nm navigate

sequenza waypoint nel grafico: San Foca, 6, 7, 8, 9, R2SF, R3SF, R4SF, 17, 10, R1SF, San Foca

Giorno 3 - recupero di tre registratori e completamento del survey visivo

38,5 nm navigate

sequenza waypoint nel grafico: San Foca, 9, R2SF, R3SF, 15, R4SF, 11, 12, 13, 14, San Foca

Totale

100 miglia nautiche circa navigate

25 ore 40 minuti in mare

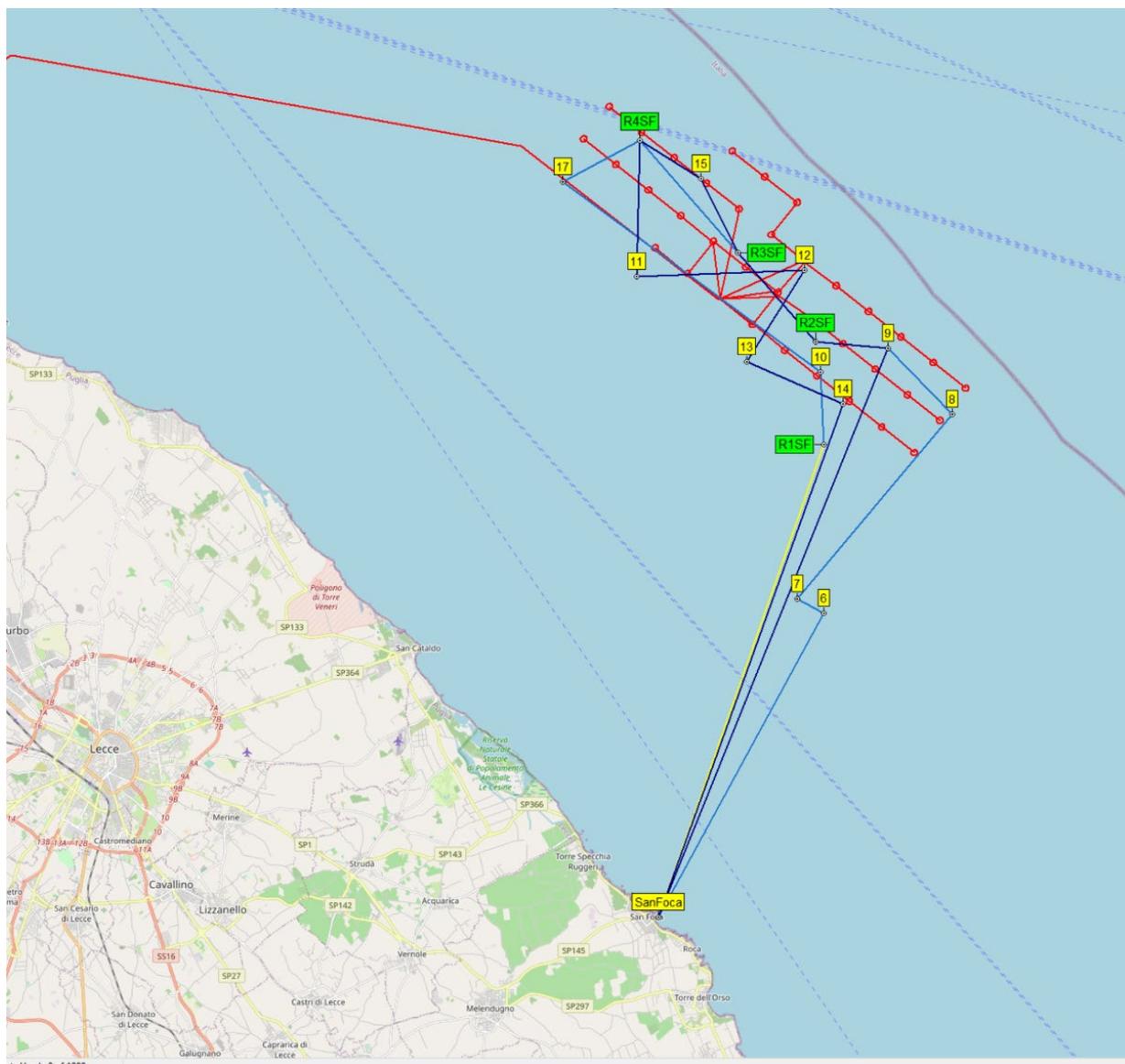


Figura 17. Mappa con i percorsi impostati nelle tre giornate e le stazioni acustiche. In rosso i punti dell'impianto in progetto.



4 Discussione e proposta di sviluppo.

I risultati riportati nella sezione precedente dimostrano chiaramente come l'area in oggetto sia estremamente rumorosa. Le analisi dei file acustici hanno evidenziato come questa rumorosità sia direttamente legata al traffico marittimo presente. Grazie ai dati AIS che individuano, ad esempio, le rotte cumulative in un arco temporale di 1 anno (2021, figura 8) è possibile comprendere come le registrazioni effettuate siano rappresentative di una situazione costante e non legata a un evento particolare.

In questo contesto ampiamente compromesso, dove i livelli di rumore risultano molto più elevati che in altre aree del mar Adriatico, l'apporto del campo eolico in fase operativa è verosimilmente trascurabile. Questa affermazione, che sarà soggetta a verifica come spiegato più avanti, si basa su quanto riportato in bibliografia e in particolare in Tougaard, 2020.

Il modello di previsione dell'impatto acustico dell'opera ha comportato, a livello di impostazione, alcune difficoltà. Le conoscenze e le misure associate ai campi eolici galleggianti e le relative misurazioni in campo sono infatti ancora lacunose, data la relativamente giovane età di tale tipo di installazione con questi valori di potenza. La tecnologia nel settore avanza rapidamente, e le turbine in programma di messa in opera in questo progetto sono al momento solo in fase di prototipo. I dati di riferimento per l'esecuzione del modello derivano quindi da misure effettuate in installazioni simili e scalate in termini di potenza e numero di torri. Questa assunzione, unica via al momento percorribile, potrebbe non essere del tutto corrispondente alla realtà.

Consci di questo limite, e al fine di promuovere una più accurata valutazione delle installazioni future, sarà cura del proponente di condurre una campagna di monitoraggio acustico estesa nell'area del futuro campo eolico. Verranno effettuate misurazioni secondo uno schema di campionamento che copra le 24 ore, con campionamento rappresentativo, in tutte le fasi di realizzazione e funzionamento dell'impianto. I rilievi avverranno quindi in corrispondenza della fase di drilling per le fondazioni degli ancoraggi, le fasi di installazione degli stessi, il posizionamento delle torri e la loro fase operativa per un periodo di almeno 12 mesi di normale funzionamento.

Lo scopo di questo studio sarà molteplice. Innanzi tutto, la verifica in campo di quanto previsto in sede di modello. In secondo luogo, la creazione di una baseline acustica di tutte le fasi di costruzione e operative, che verranno prontamente pubblicate in modo da fornire a future installazioni un riferimento reale di questa tipologia di impianti. Oltre a questo, lo studio si prefigge di monitorare l'andamento del rumore nell'area, dal momento che il traffico navale sarà parzialmente deviato.

Committente:



**Progetto definitivo dell'hub energetico
localizzato nel tratto di mare antistante la costa
pugliese fra i comuni di Melendugno e Brindisi**

Numero pagina:

25

REV:

Pagine totali:

01b

Ultimo, ma non in ordine di importanza, verrà prestata particolare attenzione a un eventuale arricchimento della biodiversità presente, a seguito dell'effetto "barriera artificiale" e di un conseguente utilizzo dell'area da parte di mammiferi marini per alimentazione.

Documento redatto a cura di

Claudio Fossati

Michele Manghi

Gianni Pavan

Bibliografia

A. Codarin, 2008.

Nautica da diporto e sue emissioni sonore subacquee: implicazioni sulla detezione di suoni di conspecifici e sulla sensibilità acustica di *Sciaena umbra* (Linnaeus, 1758) e *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758) presso la Riserva Naturale Marina di Miramare (Golfo di Trieste, Nord Adriatico)

Master Thesis in Ethology of marine organisms, University of Trieste (2008)

(112 pp.)

A. Codarin, L.E. Wysocki, F. Ladich, M. Picciulin, 2009.

Effects of ambient and boat noise on hearing and communication in three fish species living in a marine protected area (Miramare, Italy)

Mar. Pollut. Bull., 58 (2009), pp. 1880-1887

M. Picciulin, L. Sebastianutto, A. Codarin, A. Farina, E.A. Ferrero, 2010

In situ behavioural responses to boat noise exposure of *Gobius cruentatus* (Gmelin, 1789; fam. Gobiidae) and *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758; fam. Pomacentridae) living in a marine protected area

J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 386 (2010), pp. 125-132

M. Picciulin, A. Codarin, L. Sebastianutto

C'è qualcosa sotto: valutazione degli impatti biologici dell'inquinamento acustico subacqueo nelle acque costiere provinciali e sensibilizzazione degli stakeholders per la realizzazione di misure di mitigazione

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste (2011)

(internal report)

J. Tougaard, L. Hermannsen and P.T. Madsen. 2020. How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines? The Journal of the Acoustical Society of America 148, 2885 (2020); doi: 10.1121/10.0002453; <https://doi.org/10.1121/10.0002453>