

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - BARIUM BAY
74 WTG – 1.110 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



Committente: <h1 style="text-align: center;">Barium Bay</h1>	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: <h2 style="text-align: center;">1</h2>
		REV: <h2 style="text-align: center;">01b</h2>

Relazione tecnica sulla valutazione dell'impatto acustico marino

Premessa.

Il presente studio, avente per oggetto la definizione della baseline acustica e la valutazione di impatto dell'opera, è successivo e collegato a quello già svolto nel mese di novembre 2022 nell'area al largo di Bari. I due siti distano circa 80 miglia nautiche uno dall'altro, ma sono, acusticamente parlando, omogenei. Il contesto operativo e la scelta della strumentazione acustica sono pressoché identici, per garantire confrontabilità e continuità interpretativa dei risultati. Differente solo il sistema di deposizione dei registratori. In questo caso sono stati posizionati sul fondo e recuperati al termine del periodo di monitoraggio tramite sganciatore acustico.

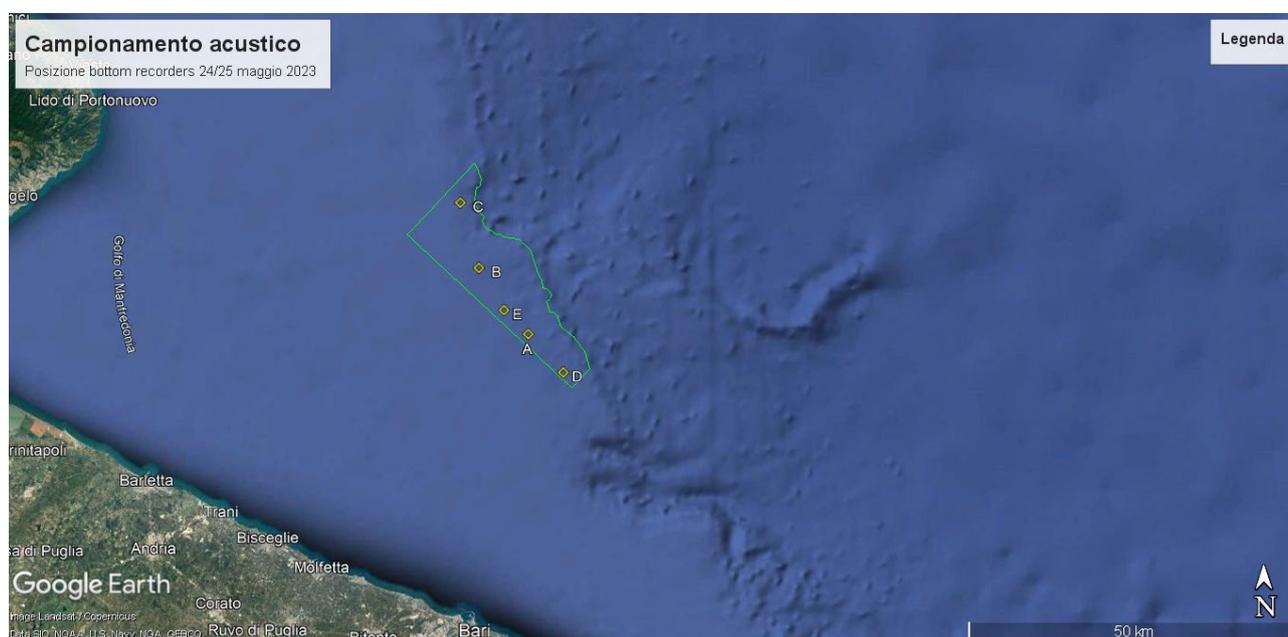


Figura 1. Area di studio e posizione registratori acustici.

Committente: <h1 style="text-align: center;">Barium Bay</h1>	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: <h2 style="text-align: center;">2</h2>
		REV: <h2 style="text-align: center;">01b</h2>

1. Introduzione

Con l'adozione, nel 2008 e successive revisioni, del testo della Marine Strategy Framework Directive (MSFD; https://ec.europa.eu/environment/marine/eu-coast-and-marine-policy/marine-strategy-framework-directive/index_en.htm), 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, 2018 (<https://www.fisheries.noaa.gov/s3/2023-05/TECHMEMOGuidance508.pdf>); 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

Committente: <h1 style="text-align: center;">Barium Bay</h1>	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: <h2 style="text-align: center;">3</h2>
		REV: <h2 style="text-align: center;">01b</h2>

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 gommoni d'altura in grado di garantire tempi di spostamento da e verso l'area di operazioni relativamente ridotti.

Il porto base per la gestione delle operazioni è stato quello di Mola di Bari. La campagna di misure si è svolta nel mese di maggio 2023.

2. *Baseline acustica, materiali e metodi*

Fondamentale e propedeutica a qualsiasi valutazione di impatto è la conoscenza della baseline acustica esistente. Come nel precedente studio, la caratterizzazione acustica evidenzia nello stesso tempo il rumore ambiente (naturale e antropico) e l'eventuale presenza di segnali di origine biologica. Durante gli spostamenti da e per i siti di monitoraggio acustico è stata svolta attività di avvistamento, i cui risultati sono riportati nella sezione dedicata. 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 zavorra e galleggiante di profondità, vincolati da una cima della lunghezza di 3 metri. Il registratore è fissato alla cima a circa 2 metri dal fondale e il tutto è vincolato a un releaser acustico che ne permette il recupero.

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**. Un quinto punto è stato

Committente: Barium Bay	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: 4
		REV: 01b Pagine totali:

aggiunto per avere eventuale ridondanza di registratori, vista la presenza di numerosi pescherecci a strascico che possono compromettere la buona riuscita dell'operazione.

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.

Le sessioni di registrazione sono state eseguite tramite registratori uRec384k 22D.

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 Dodotron, 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.



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. Un totale di 130 ore circa è stato analizzato in laboratorio.

Committente: Barium Bay	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari		Numero pagina: 5
		REV: 01b	Pagine totali:

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.

Grazie a questa funzione di SEAprò, è possibile "impacchettare" su un unico spettrogramma, in un'unica videata, 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 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.

Committente: <h1 style="text-align: center;">Barium Bay</h1>	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: <h2 style="text-align: center;">6</h2>
		REV: <h2 style="text-align: center;">01b</h2>



Figura 3. Alpheus glaber

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

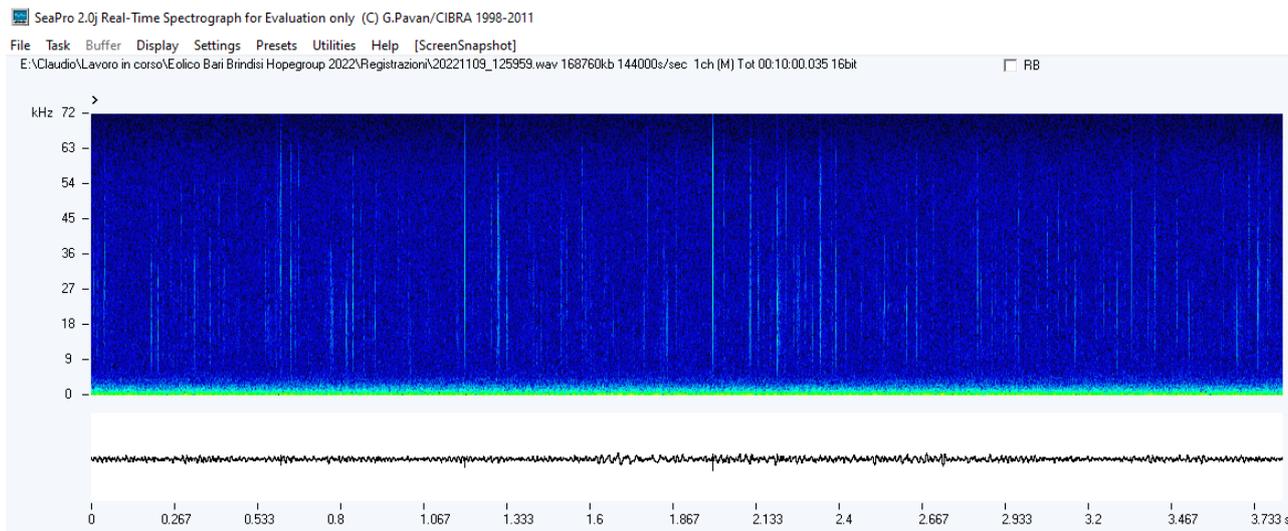


Figura 4. Diversi click di Alpheus glaber (linee chiare verticali), spettro complessivo di 4 secondi

Committente: Barium Bay	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: 7
		REV: 01b Pagine totali:

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 nelle acque costiere italiane soprattutto alle frequenze medio alte, rendendo molto difficile evidenziare i click di ecolocalizzazione distintivi dei delfini quando non ben definiti o intensi.

Contrariamente a quanto registrato in novembre nell'area più a Sud al largo di Lecce, nessun segnale biologico attribuibile a cetacei è stato rilevato, nonostante gli animali (tursiopi) siano stati osservati nell'area, a seguito dei pescherecci a strascico.

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. Per quanto, infatti il rumore generato dalle imbarcazioni sia concentrato alle basse frequenze, e quindi meno udibile dagli Odontoceti, di cui i tursiopi fanno parte, un peschereccio impegnato nella traina della rete produce forte rumore di cavitazione, che si estende nella banda di sensibilità acustica di questi animali.

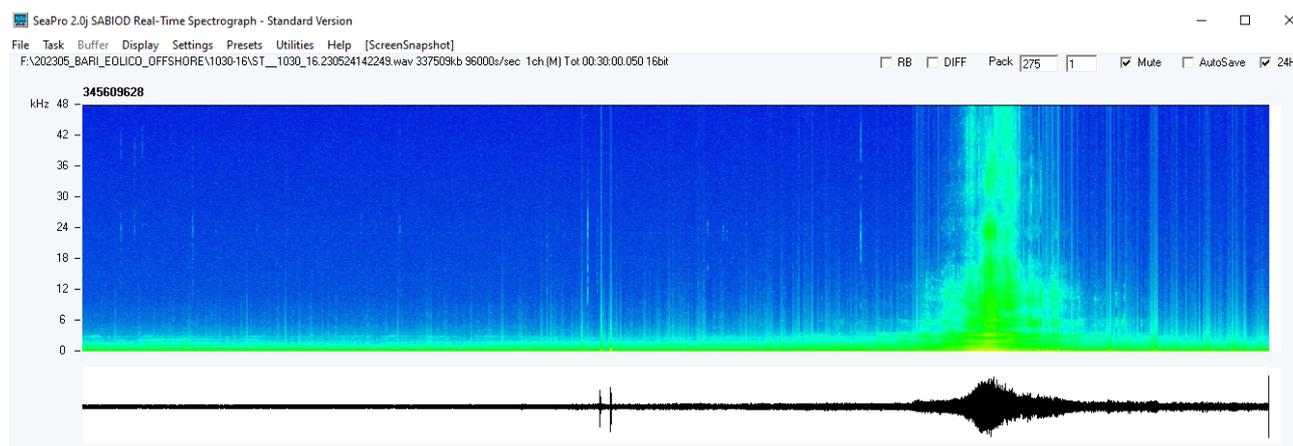


Figura 5. Spettro compresso della durata di 30 minuti. Il rumore evidenziato nella parte destra dell'immagine rappresenta il passaggio di un peschereccio.

In figura 5 si vede come il rumore generato dal peschereccio di passaggio ha una forte componente in bassa frequenza, ma si estende in tutta la banda rappresentata (48kHz). I

Committente: <h1>Barium Bay</h1>	<p align="center">Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari</p>	Numero pagina: <p align="center">8</p>
		REV: <p align="center">01b</p>

due segnali verticali visibili intorno al minuto 14/15 (parte centrale della figura) sono due esplosioni subacquee di origine sconosciuta.

Lo stesso passaggio è illustrato nell'immagine seguente. In questo caso la scala delle frequenze, in terzi d'ottava, mette in risalto la componente a bassa frequenza, ma anch'essa evidenzia come il rumore, nel punto di passaggio più vicino, sia a tutta banda.

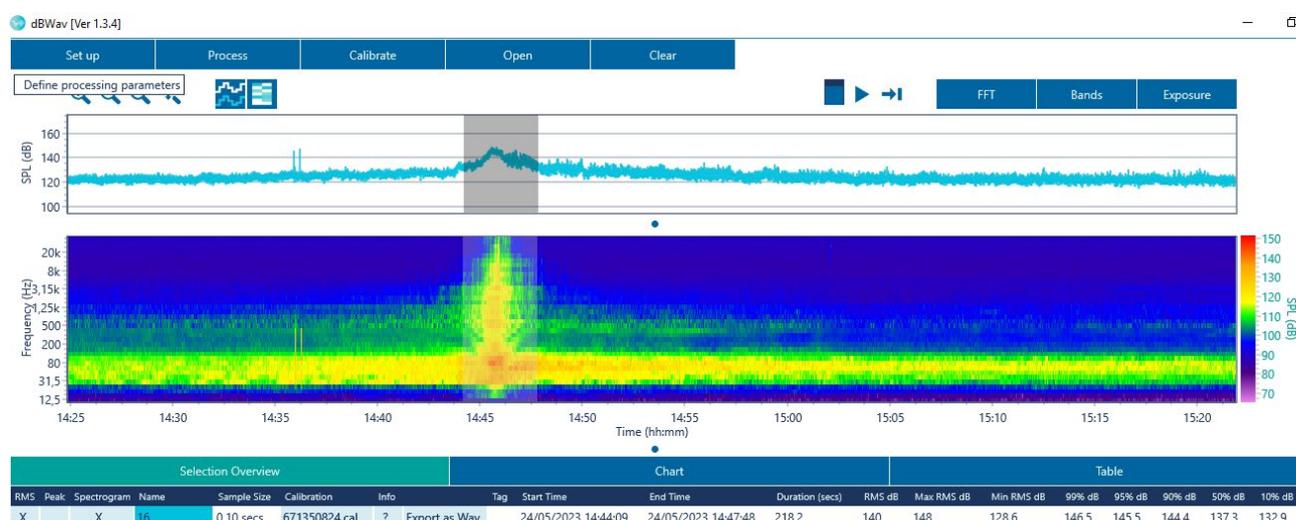


Figura 6. Passaggio di un peschereccio. Scala delle frequenze in terzi d'ottava.

I segnali acustici maggiormente rappresentati, come atteso, sono stati quelli associati al traffico navale. Esattamente come nello studio di novembre 2022, 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. Rappresenta, con un indice di colore, il traffico cumulato nel 2022 nella zona in cui si dovrà realizzare l'impianto. Ad essa è stata sovrapposta la mappa progettuale per il campo eolico. Risulta evidente come l'impianto, e quindi l'area di indagine di questo studio, si trovi in un'area di transito importante.

Committente: Barium Bay	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: 9
		REV: 01b



Figura 7. Estratto da Marinetrtraffic.com. Mappa cumulativa del traffico del 2022. In rosso le aree più trafficate, in giallo l'area di studio.

La figura seguente “traduce” in termini acustici quanto evidenziato sopra. Lo spettro delle 24 ore è un susseguirsi di rumore alle basse frequenze, con ampi sconfinamenti anche alle frequenze maggiori.

Committente: <h1 style="text-align: center;">Barium Bay</h1>	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: 10
		REV: 01b

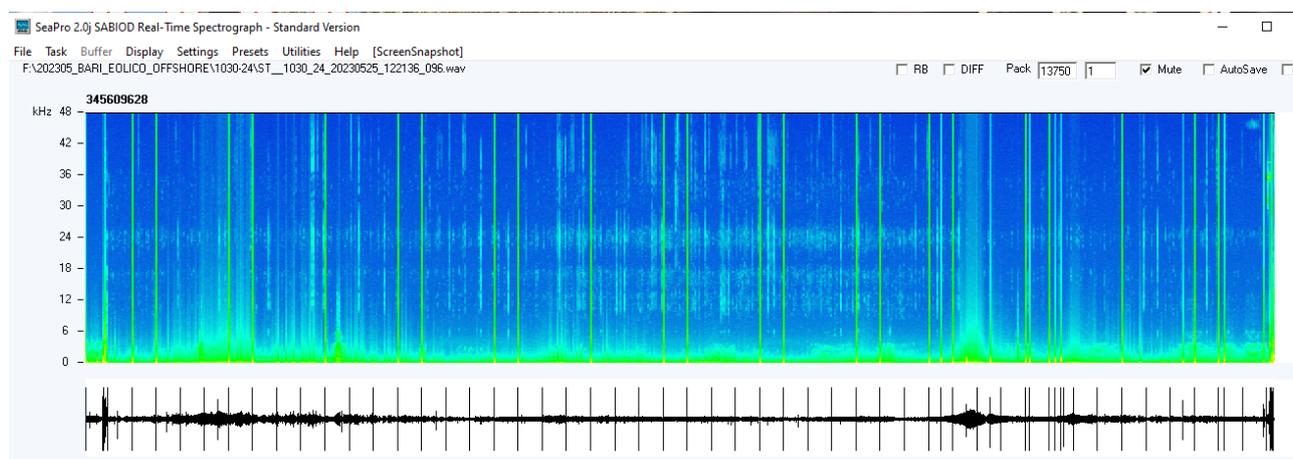


Figura 8. Spettro compatto, 24 ore, stazione A (le bande verticali regolari sono un artefatto).

Il rumore associato al traffico, pur essendo variabile in frequenza e intensità, generalmente esprime la maggior energia alle basse frequenze. Per meglio evidenziarne l'impatto, quindi, serve una visualizzazione che renda più visibili questi apporti. Allo scopo, si è deciso di utilizzare il software dBWav della Marshall Acoustics.

In figura 9, sull'asse delle ordinate è rappresentata la frequenza in terzi d'ottava, mentre sulle ascisse il tempo (24h). La visualizzazione in terzi d'ottava mette in risalto il dettaglio della componente di bassa frequenza. 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. Come fatto per la zona Sud, anche in questa registrazione è possibile contare, con approssimazione, il numero di imbarcazioni passate nell'area. E come per la zona Sud, anche qui il numero è di circa 20 passaggi nelle 24 ore, confermando anche per questo parametro l'omogeneità delle due aree. Da notare come sotto i 200Hz il rumore è pressoché continuo.

Anche 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.

Committente: Barium Bay	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: 11
		REV: 01b Pagine totali:

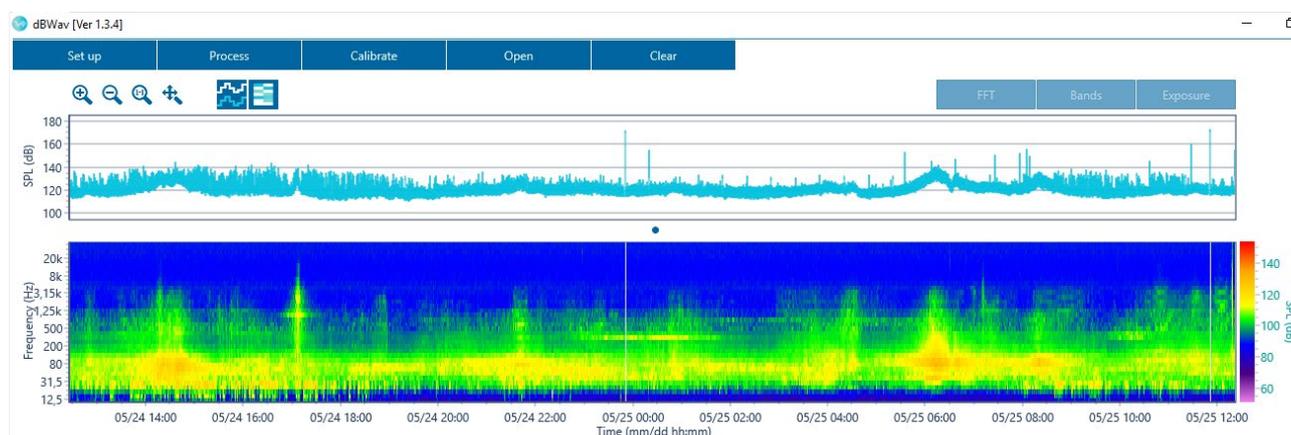


Figura 9. Rumore a bassa frequenza registrato nel corso delle giornate 24 e 25 maggio, stazione A. Il rumore a bassa frequenza è praticamente continuo.

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

Sono state eseguite 4 stazioni di campionamento previste, più una aggiuntiva. Il periodo monitorato ha coperto le giornate del 24 e 25 maggio. È stato possibile evidenziare la presenza di click di alfeidi per la totalità del periodo di osservazione, senza variazioni significative fra giorno e notte. La componente di rumore principale è risultata quella legata al traffico navale e alla presenza di pescherecci.

Oltre a questi eventi "ordinari", si segnala la presenza di una serie di rumori verosimilmente legati a esplosioni subacquee. Le stesse sono state registrate principalmente, ma non solo, durante il primo giorno di monitoraggio. Un totale di almeno 12 eventi di questo tipo sono stati rilevati. L'origine rimane sconosciuta. Si sottolinea che precedenti registrazioni fatte nell'Adriatico meridionale in altre campagne hanno registrato lo stesso tipo di segnale.

Committente: Barium Bay	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: 12
		REV: 01b Pagine totali:

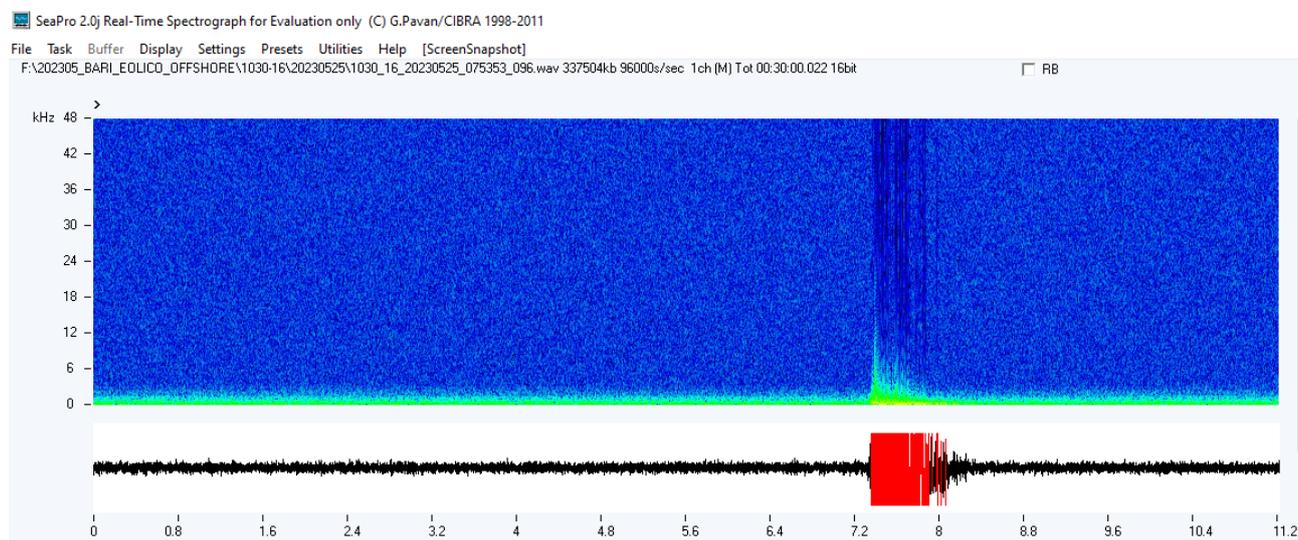


Figura 10. Esplosione registrata nella stazione C, il giorno 25 alle 7 circa del mattino.

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 è stato utilizzato principalmente il software dBWav -

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

Alcune misure di confronto sono state anche eseguite con:

VSLM Virtual Sound Level Meter (Argonne National Lab, USA;
<https://doi.org/10.1121/1.5036041>).

Le registrazioni raccolte, quindi, sono state anche analizzate a livello quantitativo per ottenere i livelli di rumore presenti nell'area. Come nello studio di novembre 2022, la finestra di analisi per le misure RMS è di 0.1 secondi, per non perdere di dettagli su eventi anche rapidi come il passaggio ravvicinato di un'imbarcazione (il cui valore di picco cambia rapidamente) o le esplosioni.

Committente: Barium Bay	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: 13
		REV: 01b Pagine totali:

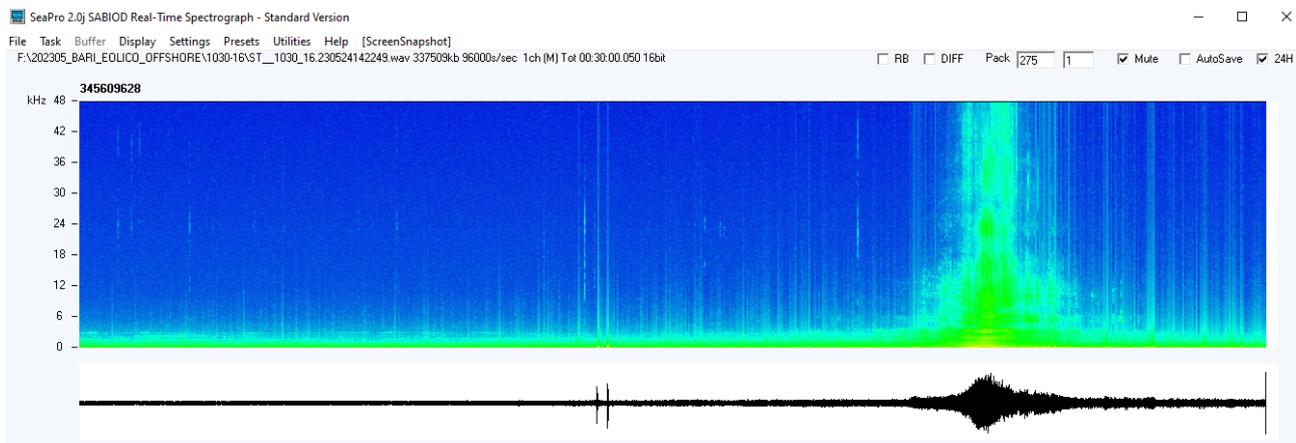
Per rispettare lo schema di analisi già applicato in passato e dare uniformità ai risultati, i valori RMS sono stati calcolati su periodi di 24 ore. Questo ha permesso di ottenere immagini facilmente replicabili e rappresentative di eventuali cicli circadiani.

Tabella 1. Valori RMS registrati nelle 4 stazioni.

Stazione	RMS 24h	RMS max	RMS min
A	123.8 dB	148.9 dB	110.0 dB
B	125.1 dB	142.2 dB	110.7 dB
C	124.3 dB	146.3 dB	110.2 dB
D	122.2 dB	148.0 dB	108.7 dB

I valori giornalieri si collocano fra 122.2 dB e 125.1 dB. La variazione, peraltro limitata, è dipendente da eventi particolarmente intensi quali passaggi di navi, pescherecci e imbarcazioni nelle immediate vicinanze della stazione di registrazione.

Le figure seguenti ne sono un esempio.



Committente: <h1 style="text-align: center;">Barium Bay</h1>	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: 14
		REV: 01b

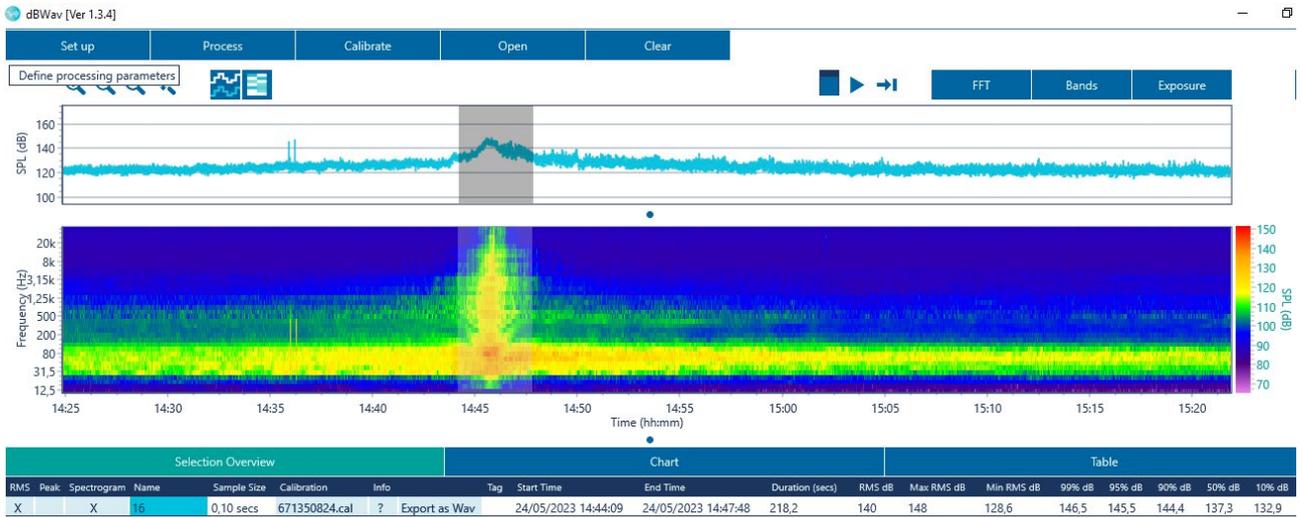
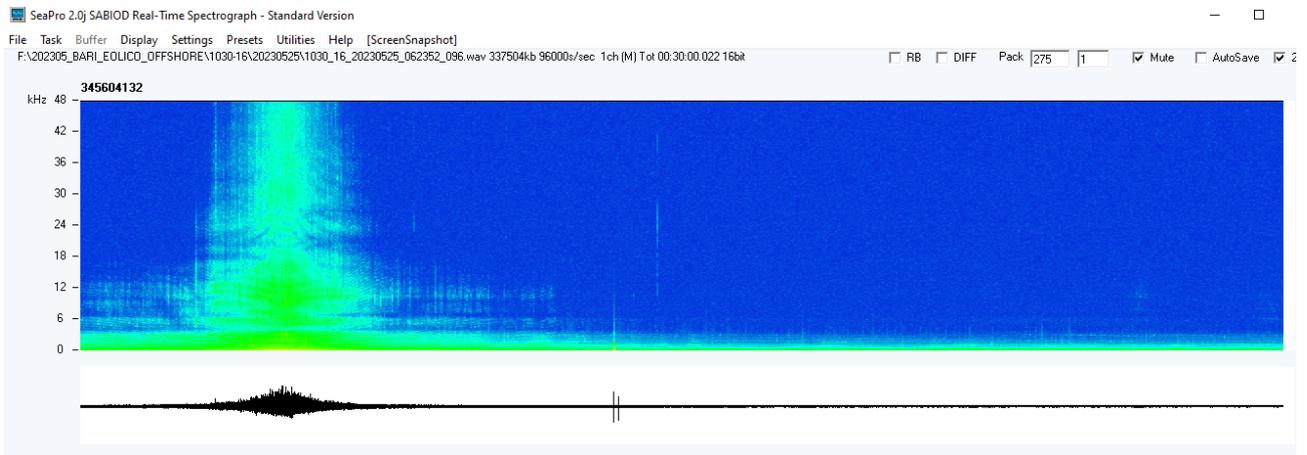


Figura 11. Passaggio di un peschereccio a strascico nelle vicinanze della stazione C.



Committente: <h1 style="text-align: center;">Barium Bay</h1>	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: <h2 style="text-align: center;">15</h2>
		REV: <h2 style="text-align: center;">01b</h2>
		Pagine totali:

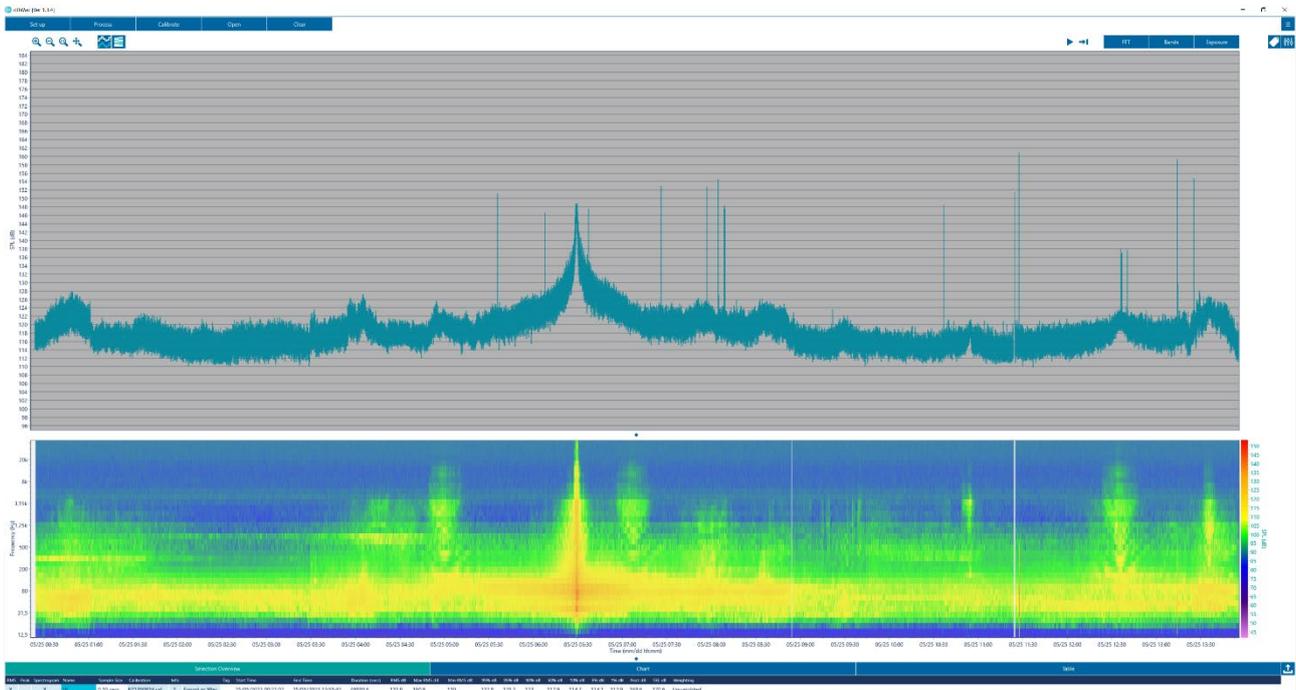


Figura 12. Passaggio di una nave molto vicina alla stazione B. I picchi verticali sono artefatti.

Entrambi gli eventi visualizzati in figura 11 e 12 (durata delle finestre 30 minuti) raggiungono un'intensità di picco di quasi 150 dB e durano diversi minuti. Eventi come questi possono contribuire a innalzare il valore della media giornaliera.

Di durata inferiore ma intensità maggiore è invece una delle "esplosioni" registrate e illustrata in figura 13. Essendo per definizione un evento a carattere impulsivo, la sua durata temporale è quasi istantanea, ma l'intensità raggiunta arriva a quasi 160 dB. Ovviamente questo è il valore ricevuto dall'idrofono (RL Received Level). Il valore alla sorgente (SR Source Level) rimane sconosciuto in quanto non è stato possibile localizzare l'origine (né la vera natura) dell'evento. Naturalmente il valore SR, per quanto non determinabile, è superiore a quello ricevuto (>160 dB).

Committente: Barium Bay	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: 16
		REV: 01b Pagine totali:

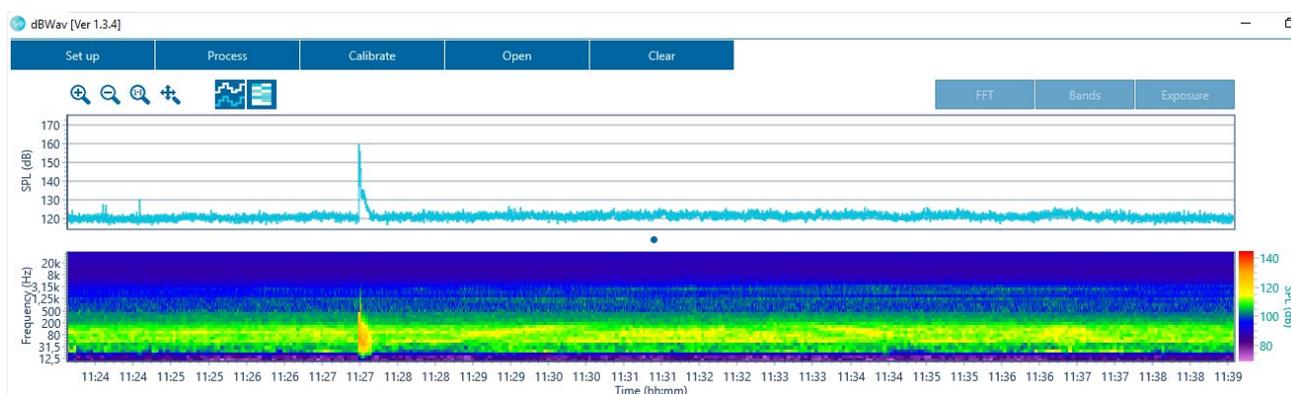


Figura 13. Esplosione registrata il giorno 24 alle 11:30 circa del mattino.

La tabella seguente mostra in dettaglio, con intervalli temporali di 1 ora, l'andamento RMS, con max e min, di una giornata intera.

Tabella 2. Valori RMS registrati nella stazione A (60 min), 26 ore consecutive fra il 24 e 25 maggio.

ora	RMS	max	min
1100	117.0	122.1	111.1
1200	119.5	135.6	110.5
1300	118.8	125.9	110.5
1400	129.9	148.0	115.5
1500	119.9	127.8	111.8
1600	119.3	126.4	111.6
1700	115.7	126.3	108.7
1800	116.3	124.7	108.9
1900	119.2	126.5	110.7
2000	120.6	127.4	113.2
2100	120.4	127.8	113.0
2200	120.5	128.8	112.2

Committente: <h1 style="text-align: center;">Barium Bay</h1>	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: <h2 style="text-align: center;">17</h2>
		REV: <h2 style="text-align: center;">01b</h2>
		Pagine totali:

2300	117.7	123.4	112.1
0000	120.1	127.9	112.7
0100	116.6	122.7	110.3
0200	116.3	121.8	110.3
0300	119.0	127.1	110.2
0400	118.7	125.7	112.1
0500	124.1	151.1	114.1
0600	132.5	148.7	115.3
0700	122.9	154.4	113.8
0800	119.0	126.1	111.1
0900	115.9	122.2	110.4
1000	116.9	148.8	110.5
1100	112.7	160.9	110.0
1200	123.1	159.3	112.3
1300	121.2	154.7	109.6
Valore max	132.5	160.9	115.5
Valore min	112.7	121.8	108.7
MODA	116.3	127.8	110.5
MEDIANA	119.2	127.4	111.1

Come già evidenziato, i valori RMS sono distribuiti intorno a 119 dB. Valore molto elevato e indice di una situazione acusticamente compromessa. Il valore max di 132 dB è dovuto al passaggio di un'imbarcazione particolarmente rumorosa nelle immediate vicinanze del registratore. I valori massimi raggiungono, in alcuni casi, valori veramente importanti. Tranne che in un solo caso (0600), in cui tale valore è raggiunto per il passaggio di

Committente: <h1 style="text-align: center;">Barium Bay</h1>	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: <b style="text-align: center;">18
		REV: <b style="text-align: center;">01b

un'imbarcazione molto vicina, nei restanti (0500 e 0600; dalle 1000 alle 1300) le intensità elevate sono associate alle "esplosioni".

Con il software VSLM sono stati anche prodotti alcuni grafici riportanti le bande in terzi d'ottava e la curva PSD (Power Spectrum Density) al fine di verificare, anche se palese, come la maggior parte dell'energia acustica rilevata, essendo associata a rumore di origine navale, sia maggiormente concentrata alle basse frequenze. I grafici sono relativi a periodi di 30 minuti e sono riportati a titolo esemplificativo.

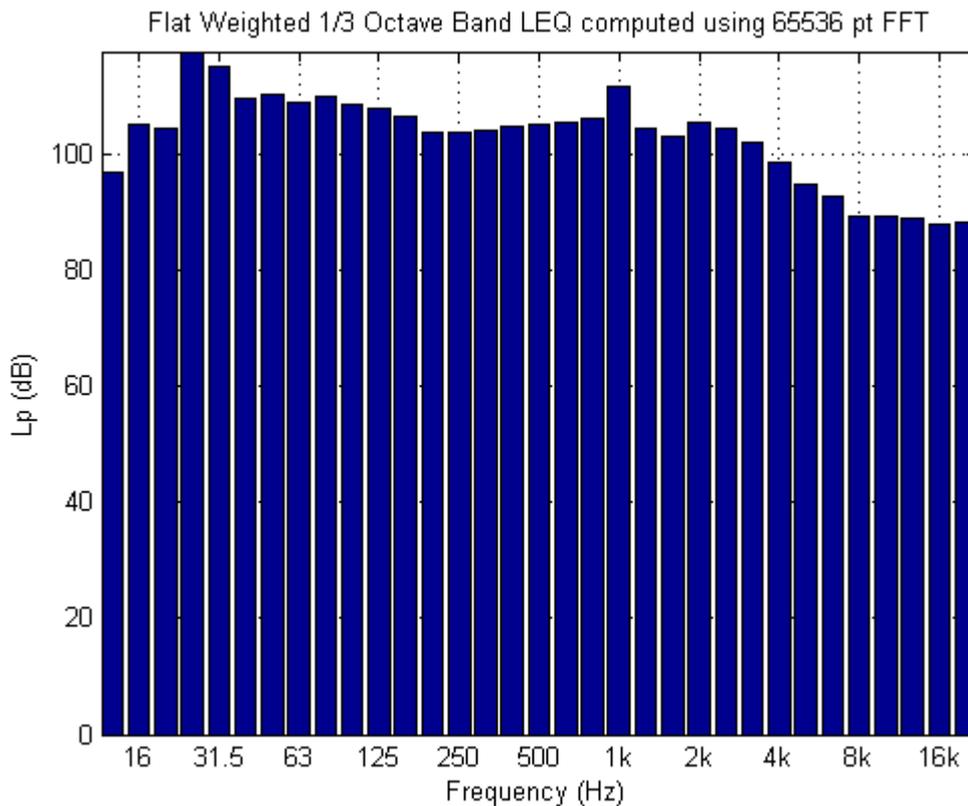


Figura 14. Grafico in terzi d'ottava. La maggior parte dell'energia è sotto i 4kHz.

Committente: <h1 style="text-align: center;">Barium Bay</h1>	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: <b style="text-align: center;">19
		REV: <b style="text-align: center;">01b
		Pagine totali:

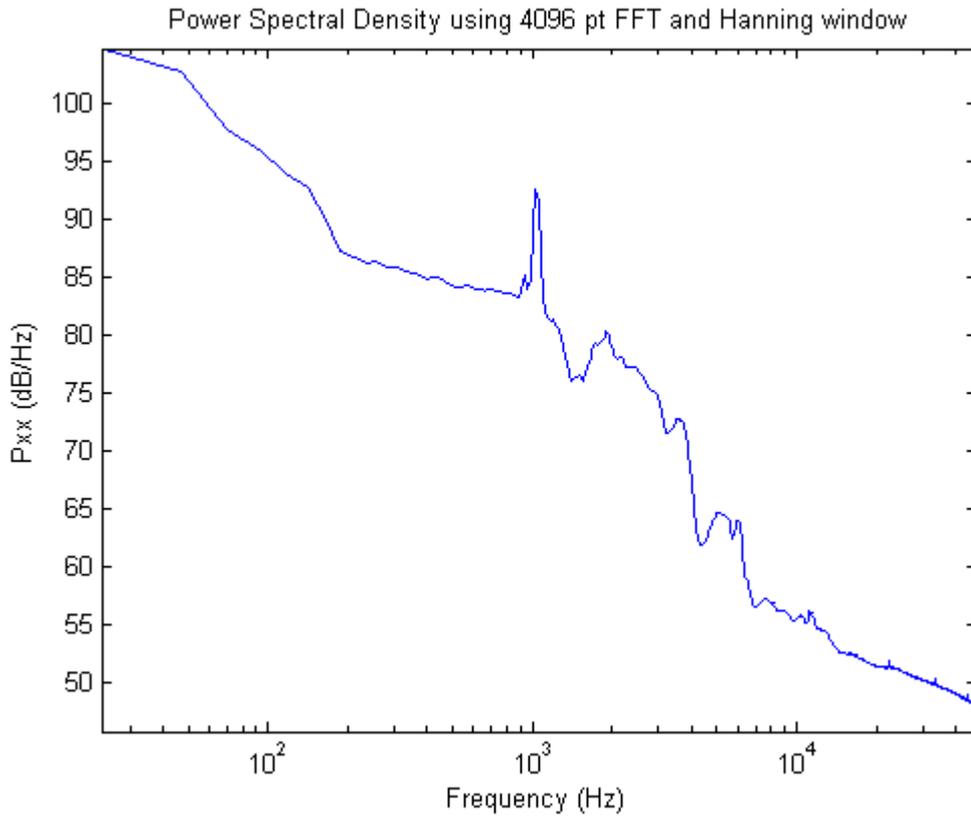


Figura 15. Grafico PSD relativo al passaggio di un'imbarcazione. Si noti il picco tonale a circa 1kHz dovuto, verosimilmente, a qualche componente meccanica rumorosa.

Committente: <h1>Barium Bay</h1>	<p align="center">Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari</p>		Numero pagina: <p align="center">20</p>
		REV: <p align="center">01b</p>	Pagine totali:

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, al pari di quella studiata nel novembre 2022, sia soggetta a livelli di rumore particolarmente elevati.

Committente: <h1 style="text-align: center;">Barium Bay</h1>	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: <b style="text-align: center;">21
		REV: <b style="text-align: center;">01b
		Pagine totali:

4 Discussione e proposta di sviluppo.

Alla luce di quanto rilevato, si ribadiscono le conclusioni già stilate per il precedente progetto e qui di seguito riportate. La situazione acustica è infatti perfettamente sovrapponibile all'area più a Sud. Si è solo voluto aggiungere, rispetto ai propositi di monitoraggio in corso d'opera, che particolare attenzione verrà dedicata al rilevamento e studio di eventuali rumori associati ai sistemi di ormeggio ancora in fase di descrizione.



Figura 16. Aree investigate: a Sud novembre 2022, a Nord maggio 2023.

Committente: <h1 style="text-align: center;">Barium Bay</h1>	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari		Numero pagina: 22
		REV: 01b	Pagine totali:

I risultati riportati nella sezione precedente dimostrano chiaramente come l'area in oggetto sia molto 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 (2022, figura 7) 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 per il Mediterraneo. 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 o pile driving 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. In particolare, verranno verificati alcuni rumori "transienti" che potrebbero essere legati ai diversi sistemi di ancoraggio e sui quali la bibliografia è ancora incompleta. Oltre a questo, lo studio si prefigge

Committente: <h1>Barium Bay</h1>	<p align="center">Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari</p>		Numero pagina: <p align="center">23</p>
		REV: <p align="center">01b</p>	Pagine totali:

di monitorare l'andamento del rumore nell'area, dal momento che il traffico navale sarà parzialmente deviato.

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

Giovanni Caltavuturo

Gianni Pavan

Committente: Barium Bay	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari	Numero pagina: 24
		REV: 01b Pagine totali:

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

ISPRA 2011, Linee Guida Rumore Subacqueo.

<https://agentifisici.isprambiente.it/documentazione-rumore-subacqueo/category/331-ispra-2011-linee-guida-rumore-subacqueo.html>

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).

Popper, Arthur & Hawkins, Anthony & Fay, Richard & Mann, David & Bartol, Soraya & Carlson, Thomas & Coombs, Sheryl & Ellison, William & Gentry, Roger & Halvorsen, Michele & Løkkeborg, Svein & Rogers, Peter & Southall, Brandon & Zeddies, David & Tavalga, William. (2014). Sound Exposure Guidelines. 10.1007/978-3-319-06659-2_7.

B. L. Southall, J. J. Finneran, C. Reichmuth, P. E. Nachtigall, D. R. Ketten, A. E. Bowles, W T. Ellison, D. P. Nowacek, and P. L. Tyack. 2019. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. *Aquatic Mammals* 2019, 45(2), 125-232, DOI 10.1578/AM.45.2.2019.125

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>

2018 Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0).

Committente: Barium Bay	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa pugliese di Bari		Numero pagina: 25
		REV: 01b	Pagine totali:

<https://www.fisheries.noaa.gov/s3/2023-05/TECHMEMOGuidance508.pdf>