






## FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti


Monitoraggio ante operam della componente  
Biodiversità Marina

Report finale

**TECHFEM**

Rev. No.	Data	Descrizione	SHELTER	
0	16/01/2024	Emesso per l'uso	Preparato Federico Antilli	Approvato Marco Scabbia
<b>SHELTER s.r.l.</b> <i>Sede legale:</i> Viale Gran Sasso n° 13 - 20131 Milano (IT)   <i>Tel.</i> +39-02-49476764 <i>Sede locale:</i> Via De' Terribili n° 4 - 72100 Brindisi (IT)   <i>Tel.</i> +39-0831-1793226 <i>Website:</i> <a href="http://www.shelter-srl.com/">www.shelter-srl.com/</a>   <i>Email:</i> <a href="mailto:info@shelter-srl.com">info@shelter-srl.com</a>   <i>Pec:</i> <a href="mailto:pec@pec.shelter-srl.com">pec@pec.shelter-srl.com</a> R.E.A. MI-1936281   <i>C.F./P.IVA</i> 07110670960   <i>Capitale Sociale:</i> Euro 40.000,00 int. vers.			 UNI EN ISO 9001:2015	 UNI EN ISO 14001:2015
			 UNI EN ISO 45001:2018	

**Cronologia revisioni**

Rev. No.	Data	Descrizione		
0	16/01/2024	Emesso per l'uso		
A	24-11-2023	Emesso per revisione		
Descrizione		SHELTER		
		Preparato	Revisionato	Approvato
Emesso per revisione		Federico Antilli 	Paolo Bigoni 	Marco Scabbia 

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. TERMINOLOGIA SPECIFICA .....</b>	<b>6</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....</b>	<b>12</b>
<b>3. RISULTATI .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1. MONITORAGGIO VISIVO .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2. MONITORAGGIO ACUSTICO .....</b>	<b>16</b>
<b>4. COMMENTO AI RISULTATI .....</b>	<b>18</b>
<b>5. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>20</b>
<b>ALLEGATI .....</b>	<b>21</b>

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 Esempio di cetacei odontoceti che attuano lo <i>Spy-hopping</i> a) Globicefali b) orche .....	7
Figura 1.2 Esempio di <i>Bow riding</i> .....	7
Figura 1.3 Esempio di <i>full leap</i> di orca .....	8
Figura 1.4 <i>Breach</i> di megattera ( <i>Megaptera novaengliae</i> ) .....	8
Figura 1.5 Immagine che mostra le vocalizzazioni categorizzate, a) fischi, b) <i>clicks</i> , c) suoni pulsati .....	9
Figura 2.1 Imbarcazione utilizzata per il monitoraggio .....	10
Figura 2.2 Mappa dei transetti effettuati .....	11
Figura 2.3 Mappa delle stazioni acustiche effettuate durante le campagne di monitoraggio .....	11
Figura 2.4 Operatori PAM durante il monitoraggio acustico. ....	12
Figura 2.5 Esempio schermate del software per il monitoraggio acustico. ....	12
Figura 2.6 operatori MMO durante il monitoraggio visivo .....	13
Figura 2.7 Attrezzatura degli operatori MMO .....	13
Figura 3.1 Grafico a torta che mostra le percentuali dei comportamenti osservati di tursiope .....	15
Figura 3.2 Grafico a torta dei comportamenti di <i>Caretta caretta</i> osservati .....	15
Figura 3.3 Grafico a torta delle percentuali delle vocalizzazioni rilevate .....	16

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 3.1 - Avvistamenti effettuati durante il monitoraggio .....	17
Tabella 3.2 - Detection acustiche effettuate durante il monitoraggio .....	17

## INDICE ALLEGATI

Allegato 1 Scheda tecnica dell'idrofono  
Allegato 2 Fotografie avvistamenti  
Allegato 3 Schermate detection acustiche

## SIGLE E ACRONIMI

ss.mm.ii. / s.m.i.: successive modifiche ed integrazioni  
FSRU: Unità galleggiante di stoccaggio e rigassificazione (Floating Storage and Regasification Unit)  
PMA: Piano di Monitoraggio Ambientale  
MMO: Osservatori Mammiferi Marini (Marine Mammals Observer)  
PAM: Monitoraggio acustico passivo (Passive Acoustic Monitoring)  
JNCC: Autorità inglese per la conservazione della natura (Joint Nature Conservation Committee)

## 1. PREMESSA

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art.5 del DL n.50 del 17/5/2022 e mirate a diversificare le fonti di approvvigionamento di gas ai fini della sicurezza energetica nazionale, la Società Snam FSRU Italia, controllata al 100% da Snam S.p.A ("SNAM"), ha sottoposto in data 8 luglio 2022 l'istanza autorizzativa per l'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) da ormeggiarsi in corrispondenza della piattaforma offshore esistente di Petra (Gruppo PIR) posta a circa 8,5 km a largo di Punta Marina e delle connesse infrastrutture per l'allacciamento alla rete di trasporto esistente (c.d. FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti).

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (di seguito PMA) n°REL-AMB-E-09009 illustra i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate per attuare il Monitoraggio Ambientale del progetto "FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti" in oggetto.

Il PMA, in base all'art. 28 del D. Lgs 152/2006 e ss.mm.ii., rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare i potenziali impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio del progetto. Inoltre, ai sensi dell'art. 22 comma 3 lettera e) e dell'articolo 25 comma 4 lettera c) del D. Lgs 152/2006 e ss.mm.ii., il Monitoraggio Ambientale (MA) costituisce lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di esecuzione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili (Proponente, Autorità Competenti) di attivare tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano appropriate alle previsioni effettuate.

Al fine di tutelare la biodiversità marina (in particolare mammiferi marini e tartarughe marine) da eventuali impatti negativi causati dal rumore subacqueo delle operazioni, il PMA prevede un monitoraggio visivo della fauna marina e acustico dei cetacei, da eseguirsi tramite qualificati MMO (*Marine Mammals Observer*) e operatori PAM (*Passive Acoustic Monitoring*) esperti rispettivamente nel riconoscimento visivo dei cetacei e in generale delle specie protette di maggior interesse (tursiopi, tartarughe marine, etc.) e dei segnali acustici da essi prodotti.

Il documento qui presentato è stato redatto da SHELTER per conto di Techfem con lo scopo di descrivere le attività di monitoraggio della Biodiversità Marina (MMO E PAM), della fase *Ante Operam* del progetto "FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti". Tale monitoraggio è stato suddiviso in due campagne, una svoltasi tra maggio e giugno e una a settembre.



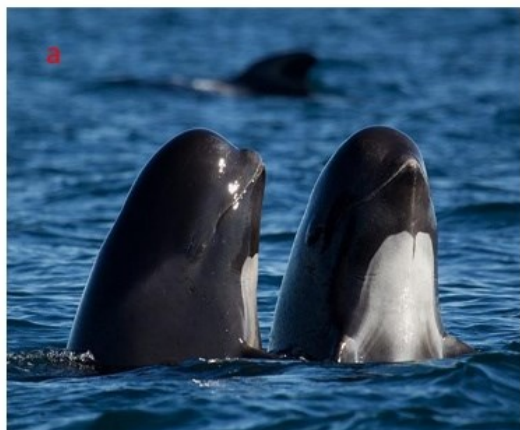
## 1.1. Terminologia specifica

Durante le attività di monitoraggio i comportamenti e le vocalizzazioni osservate sono stati categorizzati secondo le linee guida della JNCC (Joint Nature Conservation Committee). In questo paragrafo, verranno riportate le descrizioni di tutte le categorie utilizzate, sia per il monitoraggio visivo che per quello acustico.

Le categorie comportamentali utilizzate sono:

- *Surfacing*: si può osservare l'animale in superficie attuare diverse tipologie di comportamenti oltre all'azione di respirare;
- *Travel*: nuoto direzionale con una direzione più o meno precisa;
- *Full leap* (Figura 1.3): salto completo che porta l'animale quasi completamente con il corpo fuori dall'acqua;
- *Breaching* (Figura 1.4): Salto volontario al di fuori dall'acqua durante il quale almeno il 40 % del corpo emerge.
- *Basking*: animale che sembra riposarsi o rilassarsi;
- *Struggling*: animale in evidente difficoltà (cause: malattia, ferita, denutrizione, ecc.)
- *Surfacing-travel*: gruppo di animali o animale singolo in spostamento rapido, per questo motivo sono costretti a nuotare costantemente in prossimità della superficie;
- *Milling*: nuoto non direzionale;
- *Dive*: immersione, immersioni ripetute;
- *Transiting*: animali o animale in evidente spostamento;
- *Fast swimming*: nuoto rapido;
- *Infrequent surfacing*: attività di surfacing irregolare;
- *Spy-hopping* (Figura 1.1): comportamento molto peculiare che consiste nell'emersione dell'animale solo con la testa: di solito utilizzato per osservare cosa accade intorno ad un'area o in prossimità di imbarcazioni, tipico di specie come i globicefali (*Globocephala melas*) e orche (*Orcinus orca*);
- *Feeding*: gli animali si stanno alimentando, li si osserva girare intorno più o meno alla stessa area e si possono vedere piccoli pelagici saltare. Oppure li si può osservare alimentarsi direttamente su una preda uccisa, ecc.;
- *Logging*: termine derivante da log, che in inglese significa tronco, sta ad indicare un comportamento in cui gli animali sono fermi in superficie e si fanno trascinare dalla corrente. Generalmente questo comportamento indica che gli animali stanno riposando.
- *Avoiding the ship*: comportamento in cui gli animali evitano un'imbarcazione;
- *Approaching the ship*: animali che si avvicinano intenzionalmente ad un'imbarcazione;

- *Bow riding* (Figura 1.2): comportamento tipico dei delfinidi (Tursiopi (*Tursiops truncatus*), stenelle (*Stenella coeruleoalba*), delfini comuni (*Delphinus delphis*), ecc. che consiste nel nuotare sotto la prua di una qualsiasi imbarcazione;
- *Swimming alongside the vessel or its equipment*: si può osservare gli animali affiancare un'imbarcazione e nuotare parallelamente ad essa;
- *Altered course*: gli animali o l'animale cambiano/cambia evidentemente loro rotta/ la sua;
- *Social - sexual behaviour*: interazioni sessuali (esibizione del pene, accoppiamento, ecc.);
- *Aggressive interactions*: insieme di comportamenti aggressivi tra membri della stessa specie o di altre specie (morsi, cariche, colpi di coda, ecc.);
- *Dispersed group*: animali sparsi in piccoli gruppi ma riconducibili ad uno stesso gruppo;
- *Close group*: gruppo di animali in cui si nota un forte coesione sociale negli individui;
- *In sub-groups*: animali evidentemente appartenenti allo stesso gruppo ma divisi in sottogruppi in una specifica area.



**Figura 1.1** Esempio di cetacei odontoceti che attuano lo *Spy-hopping* a) Globicefali b) orche



**Figura 1.2** Esempio di *Bow riding*



Figura 1.3 Esempio di *full leap* di orca



Figura 1.4 *Breach* di megattera (*Megaptera novaengliae*)



Per il monitoraggio acustico per ogni vocalizzazione rilevata si utilizzerà il termine "*Detection*", termine utilizzato per identificare tutti quei suoni di origine biologica. Le categorie di vocalizzazione sono:

- *Fischi*: sono suoni tonali della durata almeno 0.1 secondi, continui e a banda stretta, con un contorno modulato in frequenza, che spesso presentano una struttura armonica, formata dalla frequenza fondamentale sopra i 3 kHz e i suoi multipli interi (Kriesell et al., 2014).
- *Clicks*: sono suoni impulsivi altamente direzionali, a banda larga (anche oltre 200 kHz), di breve durata ed elevata intensità, spesso prodotti in sequenze denominate "treni di click", principalmente emessi durante l'ecolocalizzazione (Ketten, 1992).
- *Suoni pulsati (burst pulsed sounds)*: sono suoni impulsivi composti anch'essi da click prodotti in sequenza ma con un elevato tasso di emissione ed un intervallo di tempo molto breve tra click successivi (*Inter-Click Interval*, ICI). I tassi di emissione così elevati fanno sì che questi suoni siano percepiti come tonali (o suoni continui) dall'orecchio umano (Watkins, 1967).

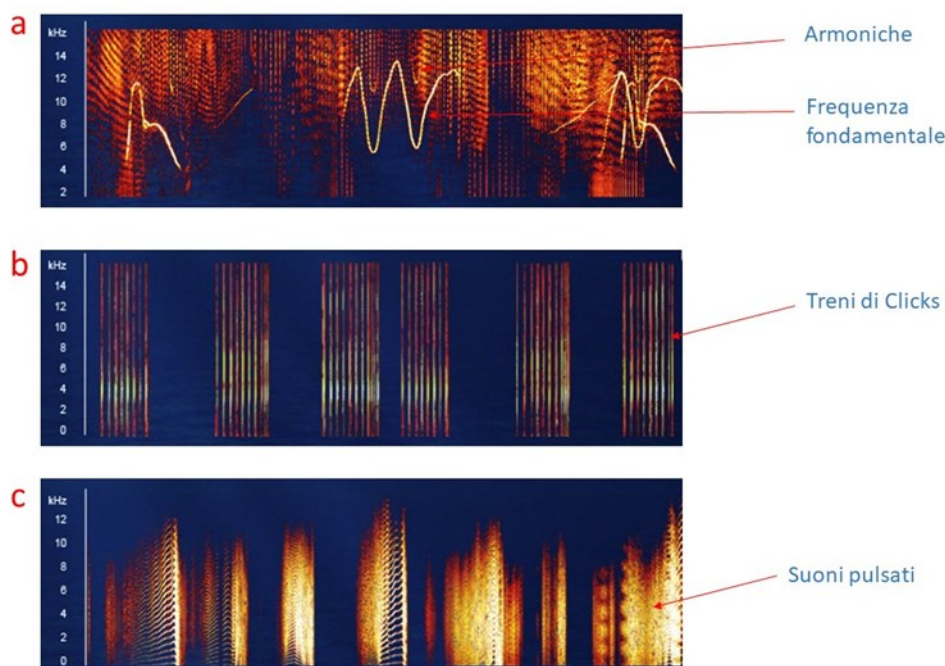


Figura 1.5 Immagine che mostra le vocalizzazioni categorizzate, a) fischi, b) clicks, c) suoni pulsati

## 2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio ante operam della biodiversità marina ha riguardato:

- il **monitoraggio visivo** della fauna marina effettuato da operatori qualificati MMO (*Marine Mammals Observer*) esperti nel riconoscimento visivo dei cetacei e delle specie protette di maggior interesse (tursiopi, tartarughe marine, etc.)
- il **monitoraggio acustico** dei cetacei, effettuato da operatori PAM (*Passive Acoustic Monitoring*) esperti nel riconoscimento dei segnali acustici da essi prodotti.

Le due campagne di monitoraggio della biodiversità previste dal PMA per la fase ante-operam del progetto FSRU Ravenna sono state condotte:

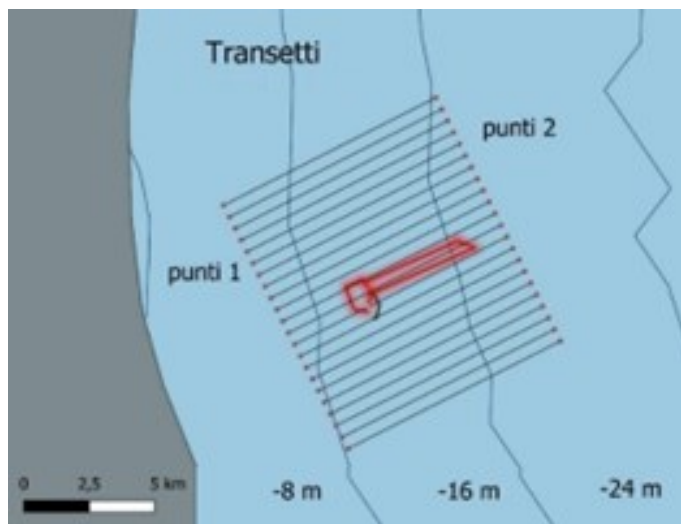
- la prima dal 23/05/2023 al 01/06/2023, relativa al periodo primaverile;
- la seconda dal 05/09/2023 al 16/09/2023, relativa al periodo estivo.

Durante entrambe le campagne, gli operatori PAM ed MMO hanno effettuato un monitoraggio sia visivo che acustico, a bordo della motonave MAESTRALE PRIMO, iscritta al n. 33846 nei Registro delle Navi Minori e dei Galleggianti della Capitaneria di Porto di Ravenna, una pilotina lunga 12,5 m.



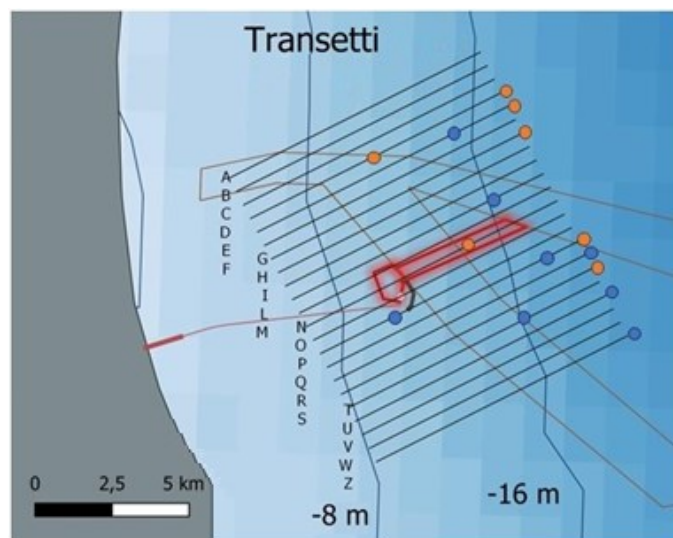
Figura 2.1 Imbarcazione utilizzata per il monitoraggio

Il **monitoraggio visivo** è stato condotto effettuando in entrambe le campagne 22 transetti della lunghezza di 9,120 Km, orientati da sud ovest verso nord est (Figura 2.2). I transetti sono disposti perpendicolarmente alla costa e sono orientati da quest'ultima verso largo; ogni transetto inizia da un'area con profondità di circa 8 m e termina intorno ai 17 m. L'area coperta durante il monitoraggio comprende sia l'entrata del porto di Marina di Ravenna che la piattaforma Petra. Tutti i transetti sono stati percorsi ad una velocità di circa 7 nodi, lungo i quali gli operatori effettuavano un monitoraggio costante.



**Figura 2.2 Mappa dei transetti effettuati**

Il **monitoraggio acustico** è stato condotto effettuando delle stazioni statiche della durata di un'ora, durante le quali un operatore PAM era in ascolto e gli operatori MMO conducevano il monitoraggio visivo. In Figura 2.3 è riportato il dettaglio delle stazioni suddivise per ciascuna campagna di monitoraggio (in blu le stazioni eseguite durante entrambe le campagne, in arancione quelle eseguite durante la seconda campagna).



**Figura 2.3 Mappa delle stazioni acustiche effettuate durante le campagne di monitoraggio**



## 2.1. Strumentazione utilizzata

Il sistema di monitoraggio acustico utilizzato dagli operatori PAM comprendeva:

- N. 1 laptop con software PAMguard;
- N. 1 interfaccia audio stereo;
- N. 1 sistema di registrazione acustica.

Il laptop è stato utilizzato per la visualizzazione dello spettrogramma in tempo reale, alla registrazione di file .wav e al trasferimento di questi file dal sistema di registrazione acustica al sistema di archiviazione.

L'idrofono è stato calato in mare a una profondità di 6 m. Tale profondità è stata individuata per ridurre al minimo eventuali disturbi acustici causati dai movimenti o dalle attrezzature utilizzati sull'imbarcazione.

È stato utilizzato un idrofono Aquarian Scientific AS-1, per rilevamento Cetacei, dotato di cavo di collegamento con elemento in kevlar e dotato di preamplificatore Aquarian scientific PA6. La scheda tecnica della strumentazione è allegata al presente documento nell'ALLEGATO 1.



Figura 2.4 Operatori PAM durante il monitoraggio acustico.

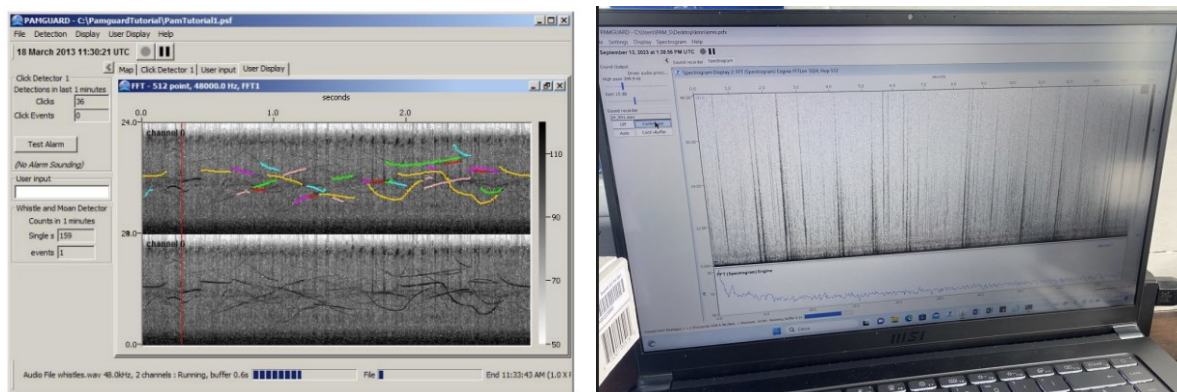
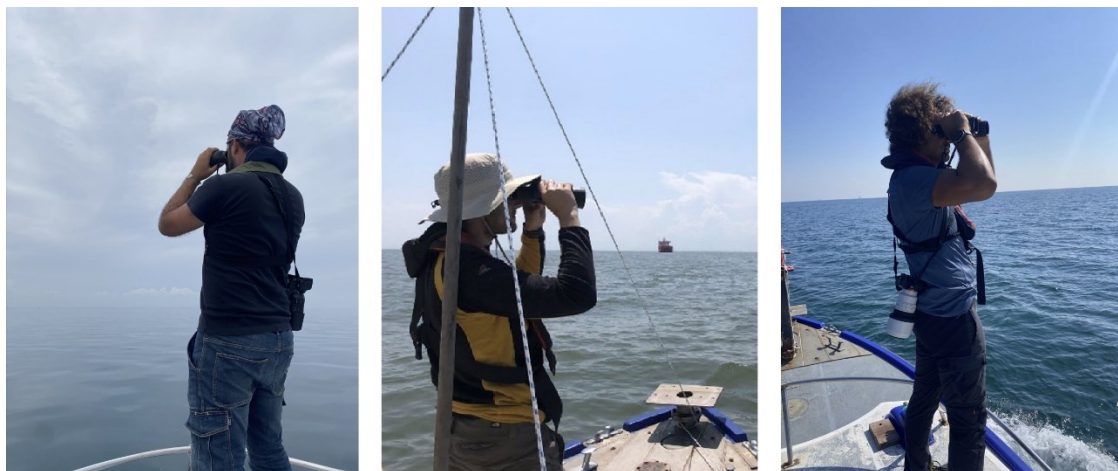


Figura 2.5 Esempio schermate del software per il monitoraggio acustico.



Durante lo svolgimento dei transetti gli operatori MMO erano posizionati a prua dell'imbarcazione equipaggiati con dei binocoli e macchine fotografiche.



**Figura 2.6 operatori MMO durante il monitoraggio visivo**



**Figura 2.7 Attrezzatura degli operatori MMO**

### 3. RISULTATI

Sono di seguito riportati, suddivisi per tipologia di monitoraggio (visivo e acustico), i dati raccolti durante le due campagne effettuate, le quali sono state svolte:

- La prima dal 23 maggio al 1° giugno 2023 (periodo primaverile);
- La seconda dal 5 settembre al 16 settembre ( periodo estivo).

Per quanto riguarda gli avvistamenti si riportano le specie osservate e i loro comportamenti; per le *detection* acustiche, analogamente, si riportano le specie (se è stato possibile il riconoscimento) e le vocalizzazioni rilevate.

#### 3.1. Monitoraggio visivo

Durante il monitoraggio ante operam sono state effettuate oltre 108 h di monitoraggi visivi così suddivise:

- 41h 36' durante la prima campagna;
- 67h 13' ore durante la seconda campagna.

Durante le campagne sono stati effettuati 12 avvistamenti, di cui 6 di Tursiope (*Tursiops truncatus*) e 7 di *Caretta caretta* (Tabella 3.1).

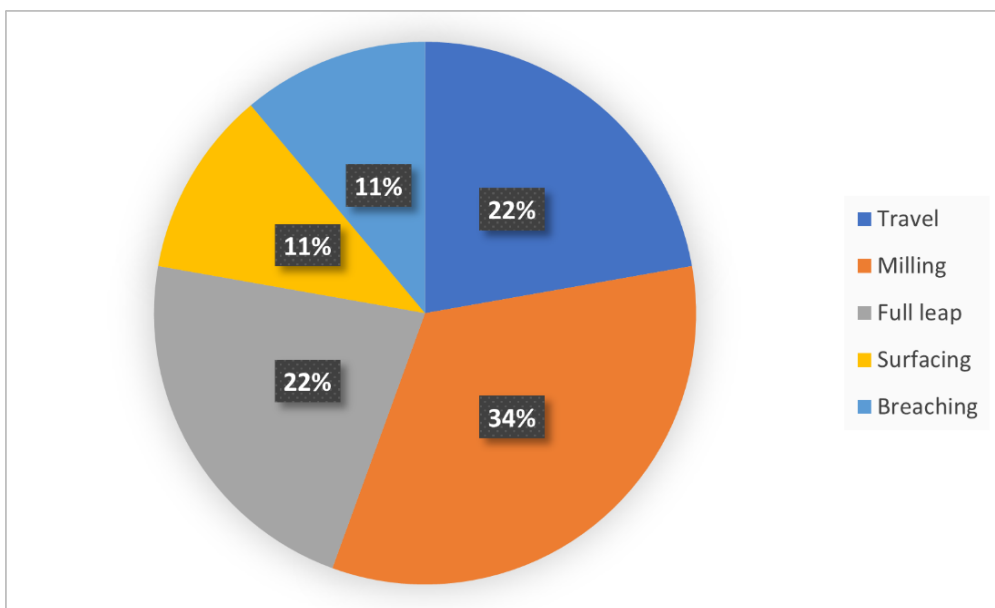
Per quanto riguarda i Tursiopi si evidenzia che in media i gruppi di tursiopi individuati contavano circa 5 individui (con un range 1-10) e il 66,67 % dei gruppi avvistati presentava individui giovani.

Le tipologie di comportamento osservate (vedi Paragrafo 1.1) sono state:

- *Full leap*;
- *Travel*;
- *Breaching*;
- *Milling*;
- *Surfacing*.

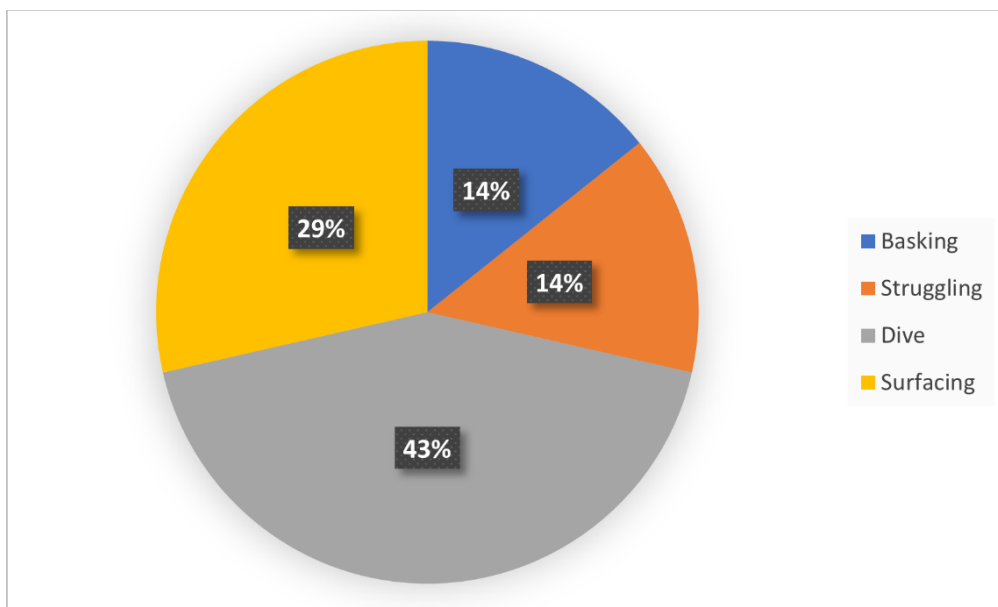
Tra queste tipologie, il comportamento più osservato è stato il *milling* (34%) seguito rispettivamente da *travel* (22%), *full leap* (22%), *breaching* (11%) e *surfacing* (11%).

I dati sono riportati in forma grafica nella successiva Figura 3.1.



**Figura 3.1 Grafico a torta che mostra le percentuali dei comportamenti osservati di tursiope**

Durante il monitoraggio sono stati fatti 7 avvistamenti di *Caretta caretta*, la tipologia di comportamento maggiormente osservata è stato il *dive* (43%), seguono rispettivamente *surfacing* (29%), *struggling* (14%) e *basking* (14%) (Figura 3.2).



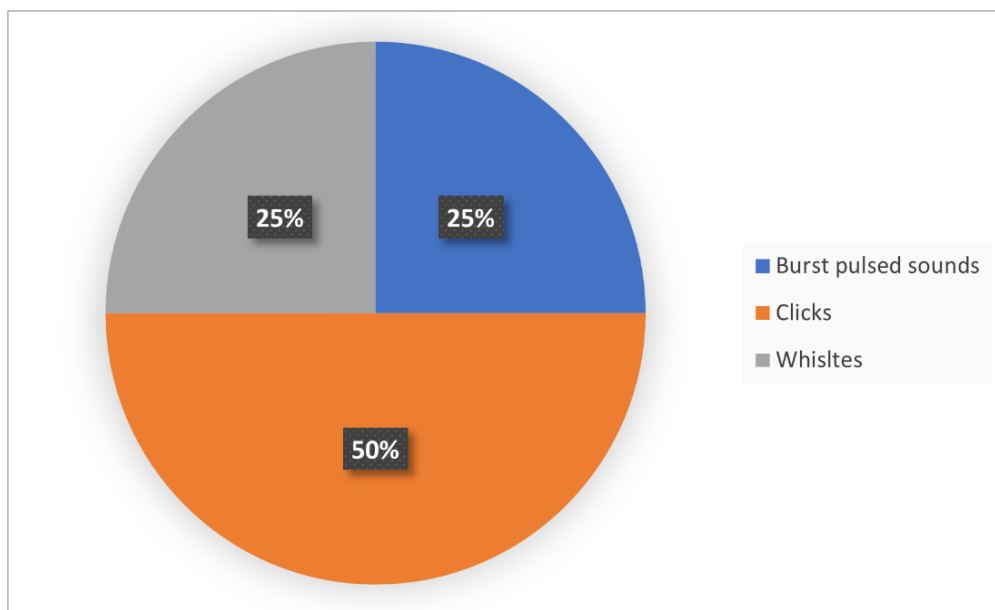
**Figura 3.2 Grafico a torta dei comportamenti di *Caretta Caretta* osservati**

### 3.2. Monitoraggio acustico

Il monitoraggio acustico è stato condotto per un totale di 13h 46' delle quali:

- 6h 47' durante la prima campagna;
- 6h 59' durante la seconda campagna.

Durante queste ore di ascolto sono state effettuate 3 *detection* acustiche (Figura 3.3). Di una non è stato possibile determinare la specie, mentre per le restanti *detection* sono di Tursiope (*Tursiops truncatus*).



**Figura 3.3 Grafico a torta delle percentuali delle vocalizzazioni rilevate**

La tipologia di vocalizzazione maggiormente rilevata sono stati i *Clicks* (50%) seguono i *Burst pulsed sounds* (25%) e *Whistles* (25%).



**Tabella 3.1 - Avvistamenti effettuati durante il monitoraggio**

N. avvistamento	Data	Orario inizio avvistamento (UTC)	Orario fine avvistamento (UTC)	Specie	Latitudine	Longitudine	N tot.	N. Adulti	N. Giovani	N. Piccoli	Comportamento
1	23/05/2023	09:50	09:50	<i>Caretta caretta</i>	44°27'65	12°21'05	1	1	0	0	Surfacing
2	23/05/2023	11:42	12:05	<i>Tursiops truncatus</i>	44°29.10	12°28.18	7	5	2	0	Travel, milling, full leap, breaching
3	23/05/2023	13:06	13:08	<i>Caretta caretta</i>	44°33.60	12°33.071	1	1	0	0	Basking, struggling
4	24/05/2023	07:58	08:24	<i>Tursiops truncatus</i>	44°31.69	12°25.90	8	6	2	0	Surfacing-travel, full leap
5	24/05/2023	08:55	08:55	<i>Caretta caretta</i>	44°29.92	12°21.98	1	1	0	0	Basking, dive
6	27/05/2023	12:51	12:56	<i>Tursiops truncatus</i>	44°31.11	12°25.32	2	2	0	0	Milling
8	30/05/2023	14:40	14:50	<i>Caretta caretta</i>	44°27.96	12°28.92	1	1	0	0	Diving
9	31/05/2023	12:29	12:48	<i>Tursiops truncatus</i>	44°28.582	12°27.375	10	8	2	0	Travelling, milling
10	01/06/2023	11:53	12:15	<i>Tursiops truncatus</i>	44°30.570	12°24.271	7	5	2	0	milling
12	07/09/2023	11:17	11:17	<i>Caretta caretta</i>	44°27.740	12°23.783	1	1	0	0	surfacing
13	10/09/2023	08:30	08:39	<i>Tursiops truncatus</i>	44°27.01	12°18.58	-	-	-	-	
14	15/09/2023	09:30	09:30	<i>Caretta caretta</i>	44°25.14	12°23.12	1	1	0	0	dive
15	16/09/2023	10:02	10:02	<i>Caretta caretta</i>	44°28.92	12°28.20	1	1	0	0	

La riga evidenziata in grigio si riferisce all'avvistamento effettuato "off effort".

**Tabella 3.2 - Detection acustiche effettuate durante il monitoraggio**

N. Avvistamento	Detection acustica (codice)	Data	Ora inizio detection (UTC)	Ora fine detection (UTC)	Probabile specie	Vocalizzazione
7	501	28/05/2023	10:20	10:37	Indefinita	Burst pulsed sounds. Clicks
11	502	01/06/2023	12:05	12:10	<i>Tursiops truncatus</i>	Clicks
13	503	08/09/2023	11:23	11:28	<i>Tursiops truncatus</i>	Whistles

## 4. COMMENTO AI RISULTATI

Durante i monitoraggi visivi effettuati nel corso delle due campagne del monitoraggio ante operam descritte nei capitoli precedenti sono stati effettuati un totale di 12 avvistamenti, di cui 9 avvistamenti durante la prima campagna e 3 durante la seconda campagna, oltre ad un tredicesimo avvistamento effettuato *off effort* durante la seconda campagna.

In particolare, facendo riferimento agli avvistamenti di tursiope, si osserva come su 6 avvistamenti totali la maggior parte (5) sono stati effettuati nella prima campagna, effettuata nel periodo primaverile tra maggio e giugno. Alla luce dei dati raccolti, si nota come questi animali sembrano presentare una distribuzione che varia in base alla stagione. In gruppi di tursiopi stabili è frequente osservare dei movimenti stagionali, come ad esempio si verifica lungo le coste del Texas (Balmer *et al.*, 2011) e all'interno del Santuario Pelagos, dove nonostante questa specie presenti un comportamento prettamente sedentario, spostamenti giornalieri di 40 Km sono eventi comuni (Gnone *et al.*, 2008).

Questa tipologia di spostamento potrebbe essere legata a delle variazioni stagionali della distribuzione delle prede o da fattori abiotici come la temperatura (Torres *et al.*, 2005). Questo spiegherebbe il calo consistente degli avvistamenti durante la seconda campagna effettuata a fine estate.

Durante i monitoraggi acustici effettuati sono state effettuate 4 *detection* totali, all'interno delle quali le vocalizzazioni predominanti sono stati i *Clicks*. I *Clicks* sono suoni impulsivi altamente direzionali, a banda larga, di breve durata ed elevata intensità. Spesso prodotti in sequenze denominate "treni di *clicks*", principalmente emessi durante l'ecolocalizzazione per orientarsi nello spazio ed individuare potenziali prede (Ketten, 1992). Essendo i *Clicks* delle vocalizzazioni associate ad un comportamento alimentare (Ridgway *et al.*, 2016), suggeriscono che quest'area possa essere una zona di alimentazione per questa specie. La presenza di piattaforme nell'area favorisce la concentrazione di risorse trofiche che potrebbero essere sfruttate da questi animali come osservato in Triossi *et al.*, 2012, i tursiopi infatti sono soliti selezionare gli habitat in base alla disponibilità di cibo (Triossi *et al.*, 2012).

Per quanto riguarda invece gli avvistamenti di *Caretta caretta* si osserva anche in questo caso come la maggior parte degli avvistamenti (4 su 6) siano avvenuti durante la prima campagna. *Caretta caretta* è una specie migratrice, l'ampiezza degli spostamenti e la modalità con le quali queste avvengono, dipendono dal ciclo vitale. In Mediterraneo si è osservato che questa specie, durante i mesi autunnali e invernali, si sposta dal bacino occidentale al bacino orientale dove le temperature invernali sono più miti, per poi ritornare nel bacino occidentale durante la primavera e l'estate, dove le risorse trofiche sono più abbondanti (Bentivegna *et al.*, 2002). Il Mar Adriatico è una zona di alimentazione importante per la *Caretta caretta* (Casale *et al.*, 2012), infatti si è osservata una migrazione stagionale, dove in primavera ed estate

le tartarughe si alimentano nella porzione più a nord del bacino adriatico per poi spostarsi verso il Mar Ionio in inverno, dove la temperatura delle acque è più mite (Casale *et al*, 2012).

Analogamente con quanto osservato per il tursiope, anche in questo caso il calo di avvistamenti di questa specie potrebbe essere correlato all'inizio della migrazione della specie verso le acque con temperature più miti.

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. Balmer, B. C., Wells, R. S., Nowacek, S. M., Nowacek, D. P., Schwacke, L. H., McLellan, W. A., & Scharf, F. (2008). 157 Seasonal abundance and distribution patterns of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) near St. Joseph Bay, Florida, USA. *J. Cetacean Res. Manag.*, 10, 157-167.
2. Bentivegna, F. (2002). Intra-Mediterranean migrations of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) monitored by satellite telemetry. *Marine Biology*, 141, 795-800.
3. Casale, P., Affronte, M., Scaravelli, D., Lazar, B., Vallini, C., & Luschi, P. (2012). Foraging grounds, movement patterns and habitat connectivity of juvenile loggerhead turtles (*Caretta caretta*) tracked from the Adriatic Sea. *Marine biology*, 159, 1527-1535.
4. Gnone, G., Bellingeri, M., Dhermain, F., Dupraz, F., Nuti, S., Bedocchi, D., ... & Wurtz, M. (2011). Distribution, abundance, and movements of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Pelagos Sanctuary MPA (north-west Mediterranean Sea). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21(4), 372-388.
5. Ketten, D. R. (1992). The marine mammal ear: specializations for aquatic audition and echolocation. In *The evolutionary biology of hearing* (pp. 717-750). Springer, New York, NY.
6. Kriesell, H. J., Elwen, S. H., Nastasi, A., & Gridley, T. (2014). Identification and characteristics of signature whistles in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from Namibia. *PloS one*, 9(9), e106317.
7. Ridgway, S. H., Moore, P. W., Carder, D. A., & Romano, T. A. (2014). Forward shift of feeding buzz components of dolphins and belugas during associative learning reveals a likely connection to reward expectation, pleasure and brain dopamine activation. *Journal of Experimental Biology*, 217(16), 2910-2919.
8. Torres, L. G., McLellan, W. A., Meagher, E., & Pabst, D. A. (2005). Seasonal distribution and relative abundance of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, along the US mid-Atlantic coast. *J. Cetacean Res. Manage.*, 7(2), 153-161.
9. Triossi, F., Willis, T. J., & Pace, D. S. (2013). Occurrence of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in natural gas fields of the northwestern Adriatic Sea. *Marine Ecology*, 34(3), 373-379.
10. Watkins, W. A. (1968). The harmonic interval: fact or artifact in spectral analysis of pulse trains.



## ALLEGATI

## Allegato 1

### Scheda tecnica dell'idrofono

## AS-1

### Aquarian Scientific Broadband Measurement Hydrophone

Thank you for choosing the Aquarian Scientific AS-1 hydrophone. The AS-1 is designed to provide maximum sensitivity in a small size while also providing a linear response in the bandwidth of the highest-quality commercial digital sound recording interfaces. Response is omnidirectional in the human auditory bandwidth, as well as omnidirectional on the horizontal axis at all frequencies (theoretical). Given these qualities, the AS-1 is well-suited for absolute underwater sound measurements in marine and industrial environments. It can also be used as an omnidirectional reference projector.

The standard AS-1 is a passive piezo device and thus will require an amplifier with high input impedance to achieve the best low-frequency response and noise performance. The low-frequency cutoff ( $F_c\text{-HP}$ ) is determined by the total capacitance of the hydrophone and cable and the input impedance of your amplifier. A typical  $1\text{M}\Omega$  audio interface will result in a  $F_c\text{-HP}$  of approximately 30Hz. To find the input impedance ( $Z$ ) required for your low-frequency bandwidth of interest, use this formula:  $Z=1/(0.000000038 \cdot F_c\text{-HP})$ . Note that this equation is approximate and based on the use of a 9-meter cable, but should be adequate for all typical configurations and use with common voltage-mode amplifiers. Using very high input impedance amplifiers will allow the AS-1 to monitor sounds of well under 1Hz. Keep in mind though that most audio equipment is designed to filter infrasound and you can not hear it. Using an amplifier with excessively-high input impedance may only increase susceptibility to noise.

Your amplifier may also need 60dB of gain or more for effective monitoring of bioacoustic sound sources. You can use it directly with the high-impedance input of common USB sound interfaces for monitoring loud sounds, such as pile-driving operations. Receiving sensitivity of hydrophones is not an intuitive specification to most users and the details of calculating the AS-1's output for any given source level are beyond the scope of this document. A few things to keep in mind though is that underwater sound is commonly referenced to a pressure of 1uPa, rather than the typical 20uPa for which terrestrial sound is referenced. Sound intensity is also different underwater. The result is that dB measurements in water are typically much higher than those in air. Very loud sounds in water can be 200dB or more.

A receiving sensitivity of -208 dB, ref: 1V/uPa also equals 208 dB SPL for a 1V RMS output. Or, to convert to specifications familiar to microphone users, it has a sensitivity of -88dBV or 40uV/Pa. There are convenient calculators on the Internet to help with calculating the output of the hydrophone at a given sound pressure level. Search terms such as "dB conversion". Also feel free to contact Aquarian Audio and Scientific for tech support with your specific questions.

#### Use and Care:

Be very careful to avoid rough service with this instrument. As compared to measurement tools of this kind, the AS-1 is a rugged device. The sensor is encased within a solid brass fixture to relieve much of the stress from impact of dropping it. But by its nature, it can not be

sensitive to minute pressure variations in the water and still be structurally resilient against crushing or cracking the sensor element if it were to be stepped on. Similarly, we use a top-quality polyurethane cable jacket material to minimize damage from cuts and abrasions to the cable. But it is also designed to be lightweight and flexible even in the coldest conditions. If deploying this hydrophone in long-term installations, take all precautions practical to protect it from storm stresses and biological damage. Route the cable through a hard conduit and put a cage around the hydrophone if possible. Also try to avoid prolonged UV exposure and try to keep the connector dry and clean to minimize corrosion.

#### Options:

The AS-1 can be made to order with any cable length. We recommend keeping the cable length less than 30 meters if possible for the best bandwidth and sensitivity. Adding a balanced preamp in-line will improve performance with remote installations and often save money by allowing the use of a cheaper transmission cable.

Factory quality control includes a pressure test of a minimum two hours at 30 meters equivalent water depth, a capacitance tolerance measurement, an in-air sensitivity comparison to a calibrated reference (passed if within +/- 3dB of mean; <+/-2dB typical), and a listening test. The AS-1 can also be sold with a precision calibration from the US Navy Underwater Sound Reference Division.

The AS-1 is close to neutral buoyancy. Only the modest cable weight will sink the hydrophone. This hydrophone can also be assembled with our WT150g sliding weight. Attaching the weight to the cable, rather than to the hydrophone itself has two primary benefits: It can be moved out of the way when the hydrophone needs to be installed through a small cavity or when minimizing all acoustic reflections and resonances is critical. It also protects the hydrophone by minimizing the mass attached to the sensor when dropped. This weight can be moved by loosening (CCW) the black plastic thumb screw. Tighten again to secure in your desired location.

#### Specifications:

Linear range: 1Hz to 100kHz  $\pm 2$ dB  
Nominal Receiving Sensitivity: -208dBV re 1 $\mu$ Pa  
Nominal Transmitting Sensitivity: 140dB re 1 $\mu$ Pa, 1Vrms input at 1m, 90kHz  
Maximum Input Voltage: 30V p-p (continuous); 150V p-p (<10% duty cycle, <100kHz)  
Horizontal Directivity(20kHz):  $\pm 0.2$ dB  
Horizontal Directivity (100kHz):  $\pm 1$ dB  
Vertical Directivity (20kHz):  $\pm 1$ dB  
Vertical Directivity (100kHz): +6dB -11dB  
Operating depth: 200m  
Survival depth: 350m  
Operating temperature range: -10°C to +80°C  
Nominal capacitance: 5.4nF  $\pm 20\%$  (plus cable @ 118pF/m)  
Output connection: BNC (standard)  
Size: 12mm D x 40mm L  
Weight (in air): 8g (plus cable @ 28g/m)  
Cable length: 9 meters standard. Any length on request.  
Cable Jacket: Polyurethane, OD: 4.5mm  
Encapsulant: Polyurethane

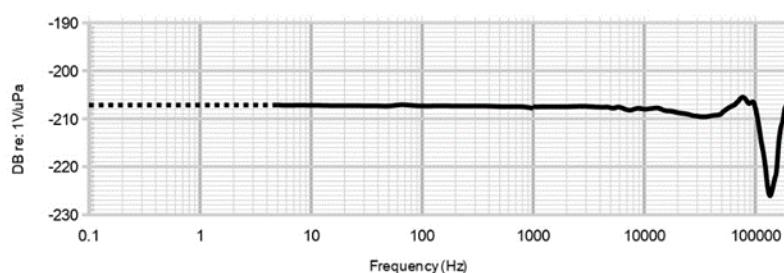


Aquarian Scientific  
1004 Commercial Ave. #225  
Anacortes, WA 98221 USA  
www.aquarianscientific.com

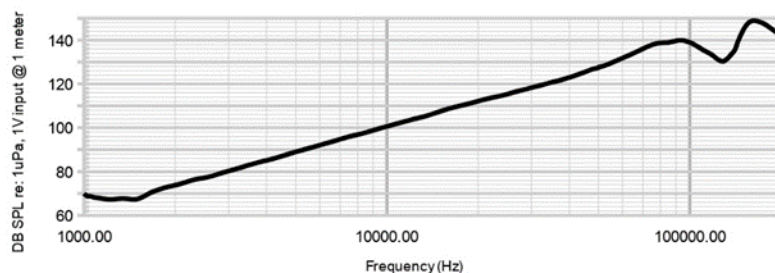
AS-1 hydrophone

SN#: (typical)

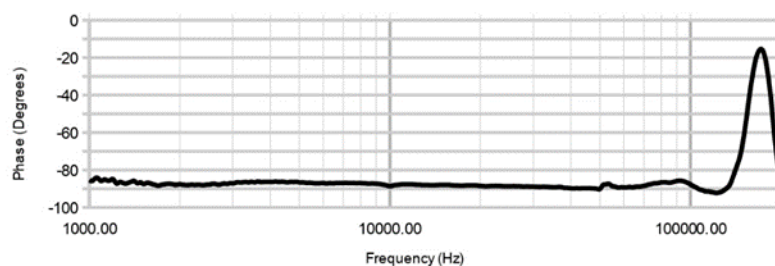
Free Field Voltage Sensitivity



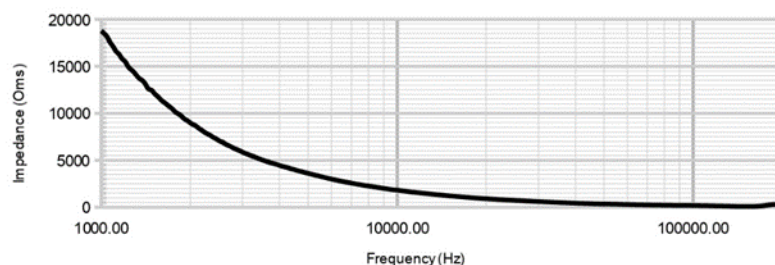
Transmitting Voltage Response



Impedance Phase



Impedance Magnitude



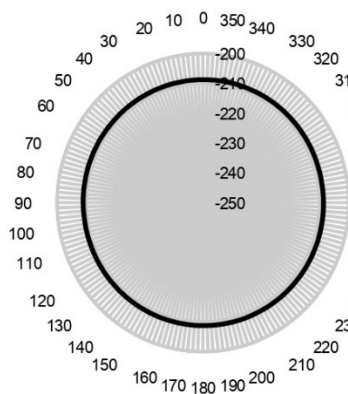
FFVS: Nominal 5Hz – 100kHz, -207.6 (+2.1 / -2.0) dB re: 1V/uPa. Not tested (theoretical) below 5Hz.

Aquarian Scientific  
1004 Commercial Ave. #225  
Anacortes, WA 98221 USA  
www.aquarianscientific.com

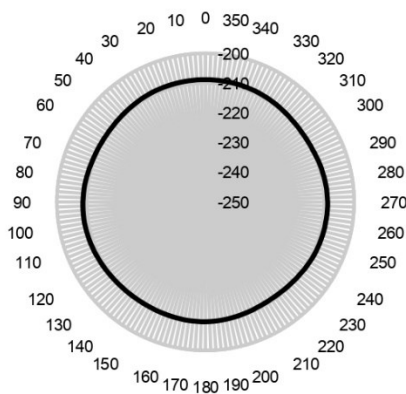
AS-1 hydrophone

SN#: (typical)

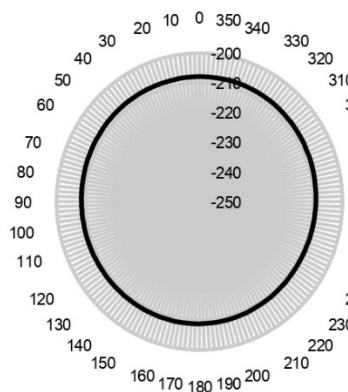
Directional Response, 20KHz XY (Horizontal)



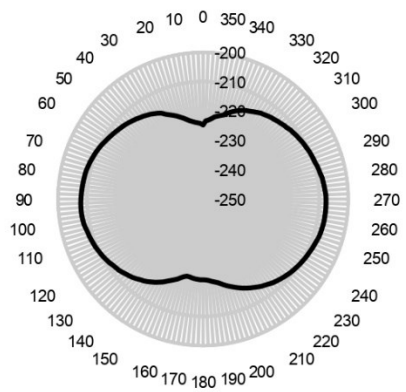
Directional Response, 20KHz XZ (Vertical)



Directional Response, 100KHz XY (Horizontal)



Directional Response, 100KHz XZ (Vertical)



**NOTES:**

Data obtained from US Navy, Underwater Sound Reference Division, Newport. Average of three samples measured, June 2013.

Measurements taken at end of 9-meter cable

FFVS Low frequency response is limited by amplifier input impedance.  $F_c = 1/4.71e-8(\text{amplifier input impedance})$  – Approximately 1Mohm for 20Hz cutoff; 22Mohm for 1Hz; 220Mohm for 0.1Hz.

Directional Response: Hydrophone rotated on same axis as the cable for XY measurements. XZ measurements are made with rotation perpendicular to the cable and with origin (0 degrees) facing end opposite the cable.



## PA6

Hydrophone Preamplifier  
Balanced Line Driver

The PA6 is designed to connect passive piezo sensors, used in most hydrophones, to professional-grade microphone preamplifiers. These include preamps that are built into digital recorders, high-quality computer sound interfaces, PA systems, and mixing consoles. The PA6 will also be useful for many other sensors, such as geophones, accelerometers, contact microphones, and any device requiring a low-noise, high-impedance buffer that works within the human auditory spectrum and above.

**Phantom power is required.** 48V is the standard but the PA6 is designed to work with supplies as low as 24V with negligible performance difference.

**NOTE:** This amplifier is not waterproof. Care should be taken to keep connectors and electrical components as dry as possible, especially when working in corrosive environments such as seawater or chlorinated water.

### Specifications:

Default board setup: 26dB gain, differential output, P48 phantom-powered

Equivalent Input Noise:	-120dBV	10nF input shunt, A-weighted 20Hz – 20KHz, 1KΩ output load
Total Broadband Output Noise:	-88dBV	10nF input shunt, Unweighted 10Hz – 90KHz, 1KΩ output load
Bandwidth:	14Hz - 90KHz	+0/-0.5dB, 1KΩ output load
	4Hz - 270KHz	+0/-3dB, 1KΩ output load
THD+N:	<0.01%	@1KHz, -60 to -20 dBV input
Max output:	>8dBV RMS	@1KHz, 1KΩ output load, 1% THD
Current consumption:	8.5 mA	48V Phantom Power (from mic preamp)
	3.4 mA	24V Phantom Power (from mic preamp)
Gain:	26dB	Differential: pins 2 & 3 (Standard—can be factory-modified)
Z out:	17 Ω	Each phase to ground
Z in:	10 MΩ	(Standard—can be factory-modified to filter low frequencies)
Physical:	Ø19.7mm x 66.8mm, 42g.	(Built on Switchcraft AAA3MZ connector)

Contact Aquarian Scientific for custom configuration or additional technical support:

Aquarian Scientific  
5677 Patricia Lane  
Anacortes, WA 98221, USA

[www.aquarianscientific.com](http://www.aquarianscientific.com)  
[sales@aquarianscientific.com](mailto:sales@aquarianscientific.com)  
1-360-299-0372

### Warranty

This part is warranted for one year, subject to the general warranty terms and conditions noted on our website.

[www.aquarianscientific.com/warranty.html](http://www.aquarianscientific.com/warranty.html)

## Allegato 2

### Fotografie avvistamenti



## Avvistamento N.2: *Tursiops truncatus*





## Avvistamento N.4: *Tursiops truncatus*





### Avvistamento N.3: *Caretta caretta*



### Avvistamento N.6: *Tursiops truncatus*



## Avvistamento N.9 *Tursiops truncatus*



## Avvistamento N.10 *Tursiops truncatus*







## Avvistamento N.12 Caretta caretta

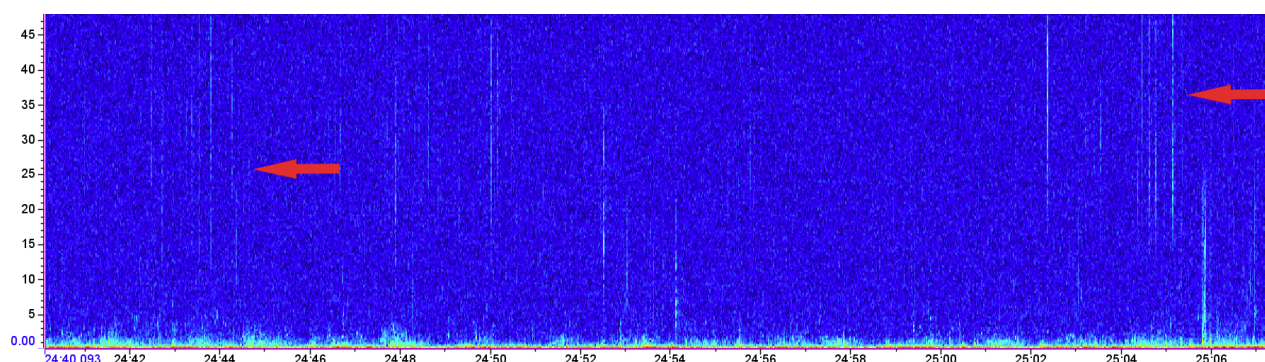
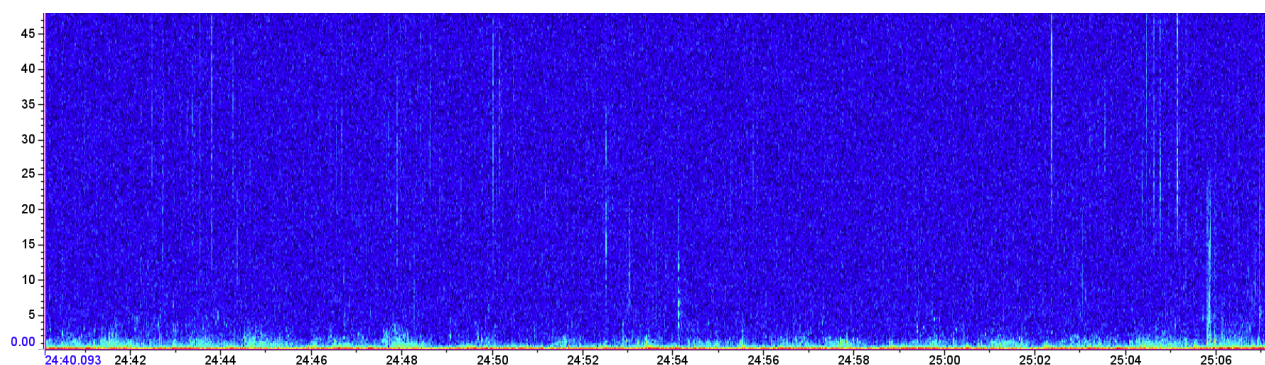




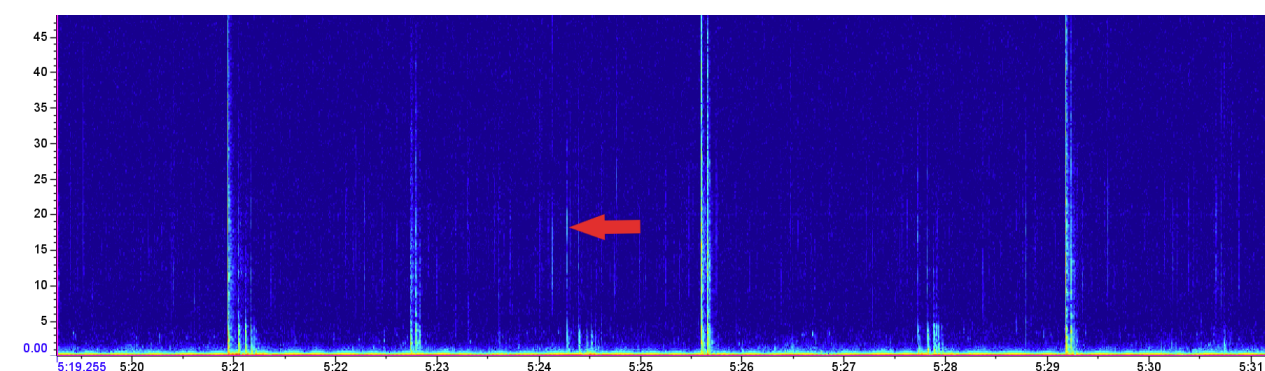
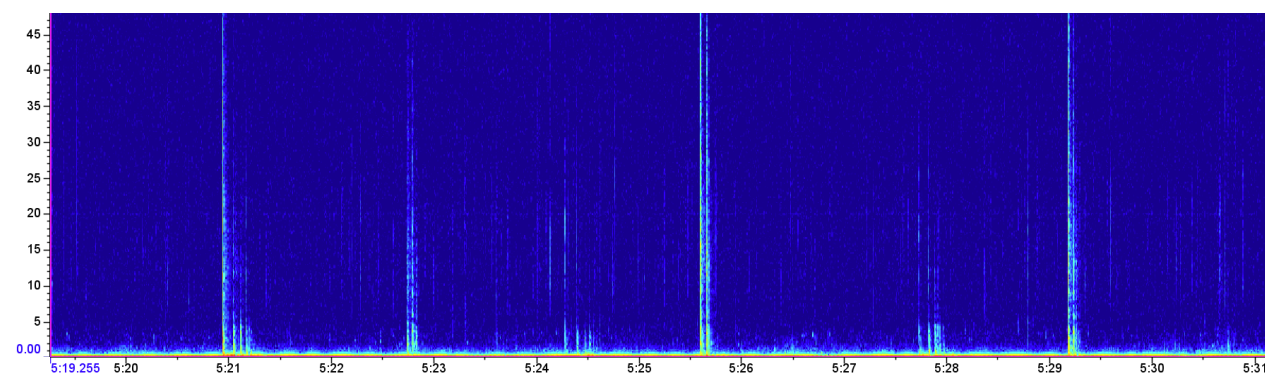
## Allegato 3

### Schermate detection acustiche

## Detection 501 - 28/05/2023 Burst pulsed sounds. Clicks



## Detection 502 - 01/06/2023 Clicks





## Detection 503 – 08/09/2023 Whistles

