

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 1 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

VESSEL RELOADING PANIGAGLIA

Procedura di verifica di assoggettabilità a VIA ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Annesso 8

STUDIO ACUSTICO SUBACQUEO E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI INDOTTI SUI MAMMIFERI MARINI



		<i>Silvia Pace</i>	<i>F. Rossi</i>	<i>R. Bozzini</i>	
0	Emissione per permessi	D. PACE	F.ROSSI	R.BOZZINI G. MONTI	Giugno 2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 2 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

INDICE

PREMESSA	5
SEZIONE GENERALE	6
1 SITO DEI LAVORI	6
2 TERMINOLOGIA E DEFINIZIONI	11
3 BIBLIOGRAFIA - SEZIONE GENERALE	12
SEZIONE I: ANALISI DEL RUMORE SUBACQUEO (STATO ATTUALE)	13
4 METODOLOGIA	13
4.1 STRUMENTAZIONE	13
4.2 PUNTI DI REGISTRAZIONE	16
4.3 ANALISI	18
5 RISULTATI	20
5.1 LIVELLI DI RUMORE	21
5.1.1 <i>Sound pressure level (root mean square) $L_{p,rms}$ (dB re 1 μPa)</i>	21
5.1.2 <i>Sound Pressure Level (peak) $L_{p,pk}$ (dB re 1 μPa)</i>	22
4.1.3 <i>Sound Exposure Level $L_{E,p}$ (dB re 1 μPa² s)</i>	22
5.2 ANALISI LIVELLI SPETTRALI	24
5.3 VELOCITÀ DEL SUONO	26
6 CONCLUSIONI SULL'ANALISI DEL RUMORE SUBACQUEO NEL GOLFO DI LA SPEZIA (STATO ATTUALE)	27
7 BIBLIOGRAFIA - SEZIONE I	28
SEZIONE II: ANALISI DEL RUMORE SUBACQUEO – MODELLIZZAZIONE INFISSIONE PALI	29
8 LAVORAZIONI PREVISTE	29
9 METODOLOGIA	32
9.1 INFISSIONE DEI PALI: LIVELLI SONORI E PROPAGAZIONE	32
9.2.1 <i>Livelli sonori ambientali</i>	32
9.2.2 <i>Livelli di pressione sonora provocati dall'infissione</i>	32
9.2.3 <i>Grandezze acustiche e attenuazione del rumore (propagazione)</i>	34
10 RISULTATI	39

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 3 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

10.1	INFISSIONE A IMPATTO (PALI DA 1.820 MM)	39
10.2	VIBROINFISSIONE (PALI DA 1.820 MM)	48
10.3	VIBROINFISSIONE (PALI DA 800 MM)	50
11	CONCLUSIONI SUI RISULTATI DELLA MODELLIZZAZIONE DEL RUMORE SUBACQUEO	52
12	BIBLIOGRAFIA SEZIONE II	53
	SEZIONE III: VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SUI MAMMIFERI MARINI	55
13	LE SPECIE DI MAMMIFERI E RETTILI MARINI DEL SANTUARIO PELAGOS	56
14	CRITERI DI VALUTAZIONE PER GLI EFFETTI DEL RUMORE SUI MAMMIFERI E SOGLIE	67
15	METODOLOGIA	70
15.1	PESATURE	71
16	RISULTATI	76
16.1	BATTIPALO (PALI DA 1.820 MM)	76
16.2	VIBROINFISORE (PALI DA 1.820 MM)	80
16.3	BATTIPALO E VIBROINFISORE (CUMULATIVI 1 ORA PER PALI DA 1.820 MM)	82
16.4	VIBROINFISORE (PALI DA 800 MM)	83
16.5	BATTIPALO E VIBROINFISORE (CUMULATIVI 5 ORE PER PALI DA 1.820 MM E 800 MM)	84
17	CONCLUSIONI	86
18	BIBLIOGRAFIA SEZIONE III	91
19	QUADRO DI SINTESI	93
	ALLEGATO 1	96
	ALLEGATO 2	104
	ALLEGATO 3	113

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 4 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

ALLEGATI

1. **SPECIFICHE TECNICHE E CALIBRAZIONE IDROFONO COLMAR GP0280**
2. **CALIBRAZIONE DELLA SONDA MULTIPARAMETRICA**
3. **GRAFICI RUMORE NEI SITI DI REGISTRAZIONE**

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 5 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

PREMESSA

La presente documentazione riguardante il progetto denominato “Vessel Reloading” è stata redatta al fine di illustrare gli effetti stimati della componente “rumore subacqueo” durante la fase di realizzazione degli interventi di infissione dei pali sul Pontile principale del Terminale di Panigaglia (La Spezia).

In particolare, l’indagine è stata effettuata nell’ambito della redazione dello Studio Preliminare Ambientale previsto dal procedimento di Verifica di Assoggettabilità a VIA, ex Art. 6 D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., cui è sottoposto il progetto di modifica del terminale per consentire il carico e lo scarico di GNL con navi metaniere di capacità fino a 30’000m³ presso il pontile principale del Terminale.

L’adeguamento e ammodernamento del pontile prevede l’installazione delle seguenti nuove strutture:

- n° 2 briccole di accosto, BA01 e BA02, ciascuna equipaggiata con 2 fender e 1 gancio a scocco;
- n° 2 briccole di ormeggio, BO01 e BO02, ciascuna equipaggiata con 3 ganci a scocco e 7 fender.

Le attività di cantiere per le opere a mare che immetteranno rumore nella matrice acqua saranno molteplici, ma quelle che potrebbero produrre maggiore disturbo acustico riguarderanno principalmente il procedimento di infissione dei pali. I pali saranno infissi nel terreno per mezzo di un vibroinfissore e di un’eventuale battitura.

Il presente studio è pertanto così strutturato:

- Sezione Generale: si riportano le informazioni di contesto e di metodo valide per le tre indagini riportate nelle successive Sezioni I, II e III;
- Sezione I: si riportano i risultati dell’indagine acustica condotta il giorno 6 aprile 2021 nel Porto di La Spezia al fine di stimare i livelli di rumore dell’area presso il terminale di Panigaglia (fase di bianco);
- Sezione II: si riportano i risultati modellistici che hanno permesso la stima dei livelli di rumore potenzialmente raggiungibili durante l’infissione dei pali;
- Sezione III: si riportano le stime dell’impatto del rumore prodotto dalla infissione di pali sulla componente biologica “mammiferi marini”.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 6 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

SEZIONE GENERALE

1 SITO DEI LAVORI

Il Golfo della Spezia (Figura 1-1) è un'ampia e profonda insenatura del litorale del Mar Ligure, situata all'estremità orientale della regione Liguria. È orientato su un asse Nord-Ovest / Sud-Est ed è protetto alle spalle da una catena di monti, delimitato ad Ovest dal promontorio di Porto Venere (e le isole Palmaria, Tino e Tinetto) e ad Est dalla costa lericina.

All'imboccatura del Golfo si trova la diga foranea, che è lunga 2.210 metri e taglia il golfo tra punta S. Maria a ponente e punta S. Teresa a levante, lasciando aperti alle estremità due passaggi (di 400 e 200 metri rispettivamente) al fine di permettere l'accesso al porto delle navi mercantili, passeggeri e militari (il Golfo ospita uno dei principali arsenali della Marina Militare).

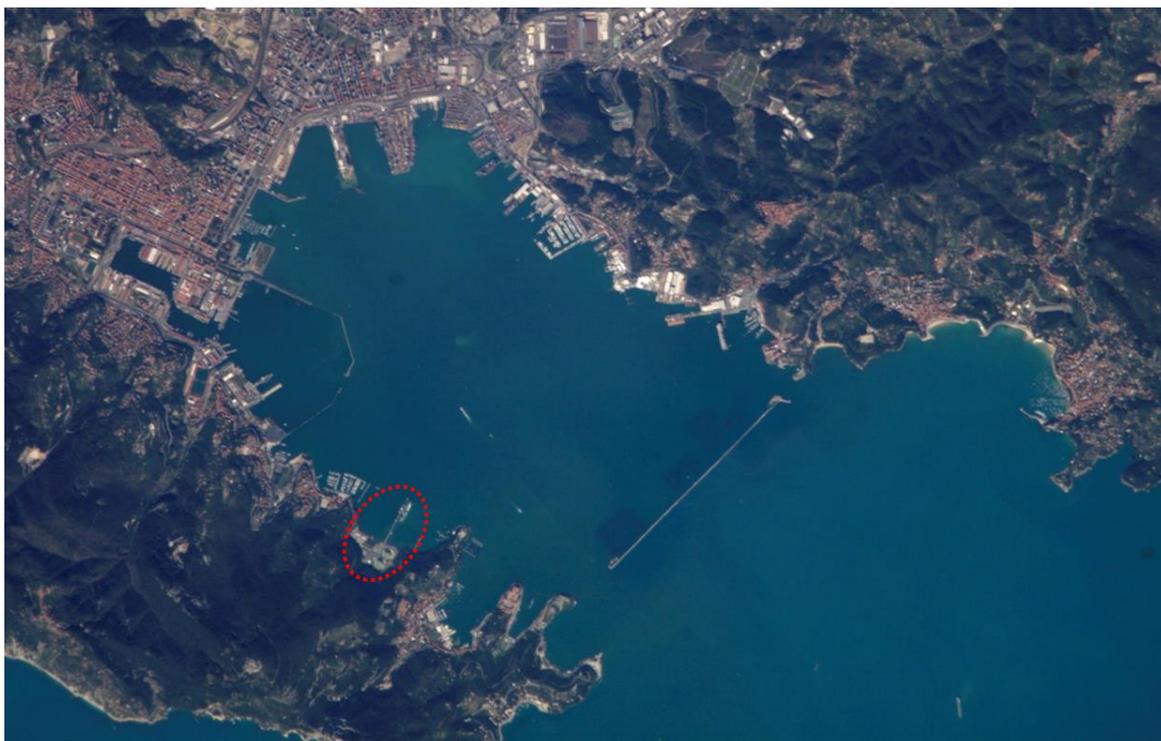


Figura 1-1: Porto di La Spezia. L'area tratteggiata in rosso identifica il Terminale di Panigaglia

I profili batimetrici del Porto di La Spezia (Figura 1-2) evidenziano un'area caratterizzata da bassi fondali di limo e argille limose molto plastiche tendenti al fluido-plastico di consistenza pressoché nulla avente l'aspetto di un fango (Petri e Borselli, 2021).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 7 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

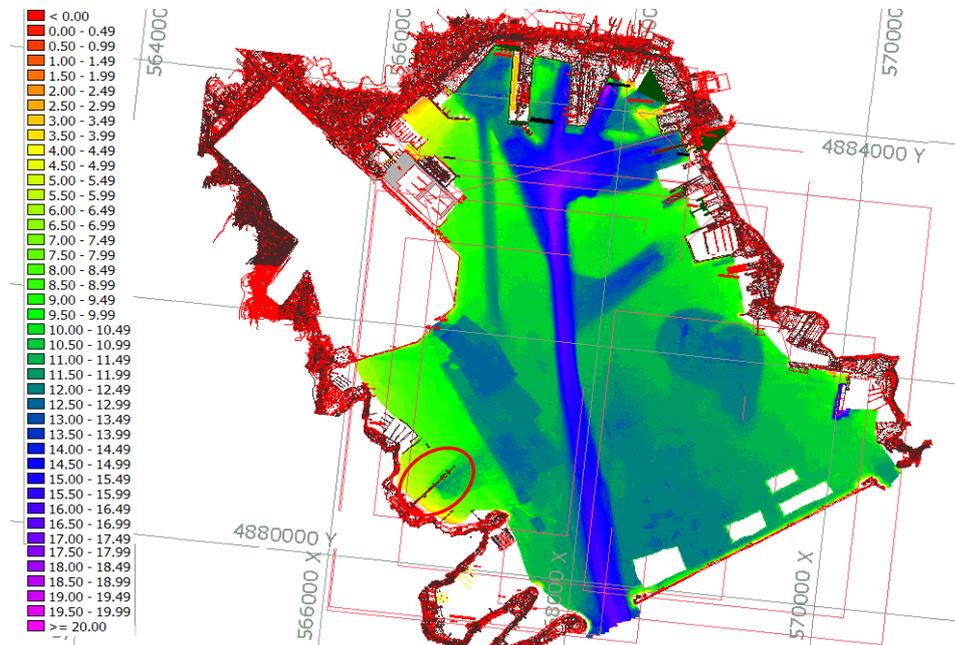


Figura 1-2: Profili batimetrici del Golfo di La Spezia

(fonte: <https://www.colmaritalia.it/it/news/rilievi-batimetrici-nel-porto-di-la-spezia/>)

Il Terminale di Panigaglia (Figura 1-3), realizzato nel 1971 e gestito da GNL Italia SpA, è situato sul versante occidentale del Golfo della Spezia, in località Fezzano di Porto Venere (SP). Il Terminale è attualmente destinato alla ricezione di navi gasiere (fino ad una capacità di 75.000 m³), allo stoccaggio del GNL in due serbatoi fuori terra a doppio contenimento, di capacità geometrica di 50.000 m³ ciascuno, alla rigassificazione del GNL con vaporizzatori a fiamma sommersa e all'immissione del Gas Naturale (GN) nella rete di trasporto nazionale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 8 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



Figura 1-3: Terminale di Panigaglia

Il porto di La Spezia è uno dei maggiori scali mercantili dell'Italia nord-ovest e rappresenta un sito frequentato da numerose tipologie di navi/imbarcazioni. A titolo di esempio, la Figura 1-4 riporta la composizione del traffico navale nel porto di La Spezia nel periodo 1 aprile-1 maggio 2021 [dati AIS (*Automatic Identification System*) Marine Traffic, 2021]. Il segmento principale (oltre 43% complessivamente) è costituito da imbarcazioni da diporto (pleasure craft: 20.5% e sailing vessel: 23%), seguito dalle barche da pesca (fishing: 24%), dalle navi passeggeri (passenger: 10%) e dai cargo (9.5%). I rimorchiatori (tug) rappresentano il 4% del traffico e le petroliere (tanker) il 2%.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 9 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

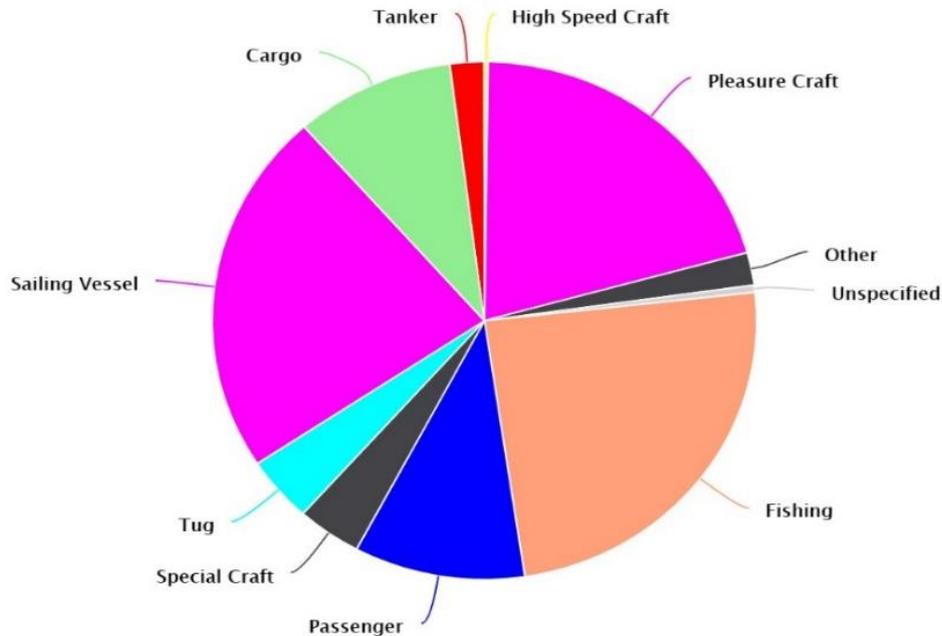


Figura 1-4: Composizione del traffico navale nel porto di La Spezia 1 aprile - 1 maggio 2021 (fonte: https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ports/225/Italy_port:LA%20SPEZIA)

La Figura 1-5 riporta la composizione giornaliera del traffico navale nel periodo 18 aprile – 1 maggio 2021. Le imbarcazioni da diporto rappresentano la componente principale nelle giornate di festa (18, 24 e 25 aprile; 1 maggio), al contrario delle barche da pesca che si rilevano solo nei giorni infrasettimanali. Il flusso delle altre tipologie di imbarcazioni risulta piuttosto costante e in linea con le percentuali cumulative del mese.

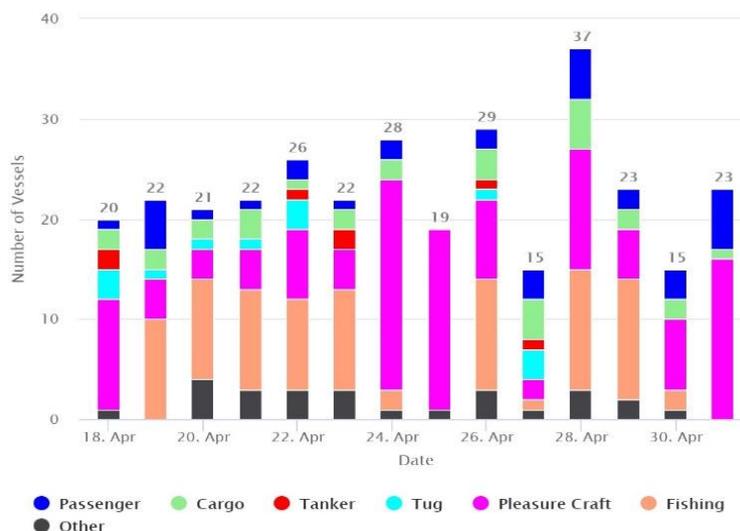


Figura 1-5: Composizione giornaliera del traffico navale nel porto di La Spezia 18 aprile – 1 maggio 2021 (fonte: https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ports/225/Italy_port:LA%20SPEZIA)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 10 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

La conoscenza della composizione e dell'intensità del traffico di imbarcazioni nel Porto di La Spezia costituisce un elemento fondamentale per la stima dei livelli sonori subacquei dell'area, per l'interpretazione delle misure di rumore e per la valutazione dell'eventuale interferenza con specie target.

In particolare, il Porto di La Spezia è sito nel Santuario Pelagos (Figura 1-6), un'area marina di reperimento internazionale di 87.500 km² che si estende su di una fascia costiera di 2.022 km, istituita per garantire la conservazione dei mammiferi marini e del loro habitat dagli impatti delle attività umane (incluso il rumore).



Figura 1-6: Estensione del Santuario Pelagos per i mammiferi marini

La Figura 1-7 riporta la sovrapposizione di hotspot di rumore in Mediterraneo e gli habitat critici per cetacei identificati dalla risoluzione ACCOBAMS 4.10 (2010) e la Figura 1-8 riporta una fotografia mensile del traffico navale nell'area (Maglio et al., 2016). Da entrambe le figure risulta evidente come l'area del Santuario Pelagos comprenda zone a maggiore intensità di traffico navale e di rumore, incluso il Porto di La Spezia.

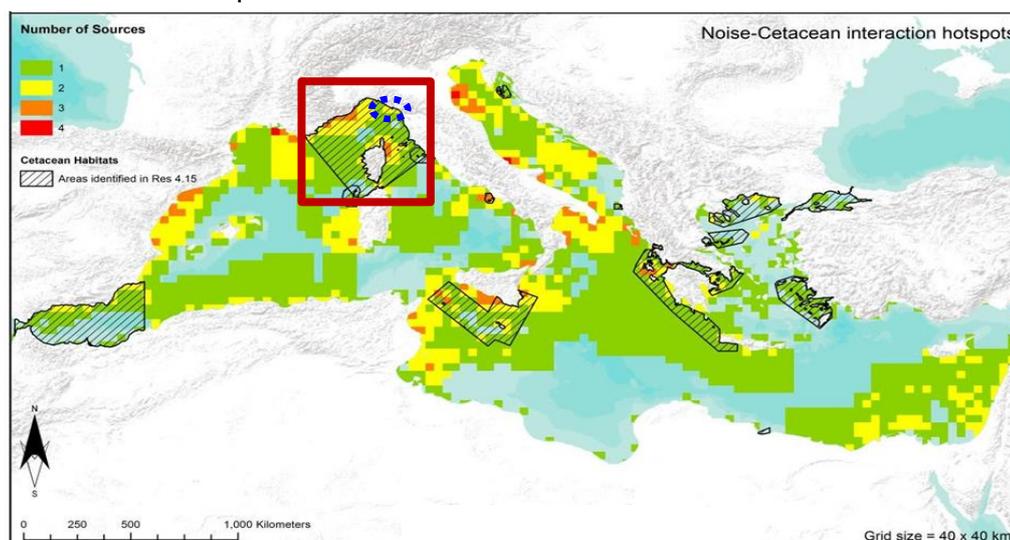


Figura 1-7: Sovrapposizione di hotspot di rumore e habitat critici per cetacei. Il rettangolo rosso evidenzia il Santuario Pelagos, l'ellisse tratteggiata blu l'area di La Spezia (fonte: Maglio et al., 2016)

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 11 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

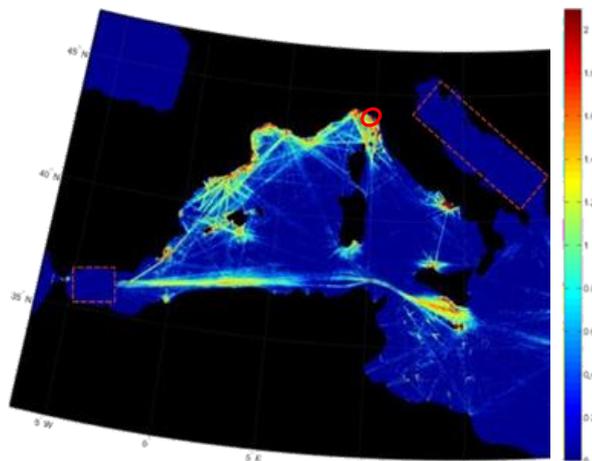


Figura 1-8: Densità del traffico navale (conteggio delle navi) per celle della griglia di 1' in longitudine e latitudine per mese (luglio 2014), in scala logaritmica (fonte: Maglio et al., 2016)

2 TERMINOLOGIA E DEFINIZIONI

La terminologia tecnica utilizzata in questo documento (Tabella 2-1) si riferisce alla ISO 18405:2017 (www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:18405:ed-1:v1:en), che definisce i termini e le espressioni impiegate nel campo dell'acustica subacquea, compresi i suoni naturali, biologici e antropogenici. La ISO 18405:2017 esplicita la generazione, la propagazione/dispersione e la ricezione del suono nell'ambiente subacqueo e include anche tutti gli aspetti degli effetti sull'ambiente subacqueo e sulla vita acquatica.

La Tabella 2-1 riporta la lista delle grandezze acustiche di riferimento per la caratterizzazione del rumore in ambiente acquatico e delle definizioni corrispondenti, e i termini delle soglie di impatto sui mammiferi marini.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 12 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Tabella 2-1: Lista dei termini e delle espressioni di acustica subacquea utilizzati nel presente documento (ref. ISO 18405:2017).

Termine	Definizione	Descrizione
Sound Pressure Level (root mean square) (SPL)	$(L_{p,rms})$ dB re 1 μ Pa	$L_{p,rms}$ è il rapporto in decibel tra la pressione sonora quadratica media in tutta la banda di frequenza $(\overline{p^2})$, e il quadrato della pressione sonora di riferimento che per il suono nell'acqua è un micropascal ($p_0 = 1 \mu Pa$) (ANSI S1.1-1994 R2004)
Sound Pressure Level (peak)	$(L_{p,pk})$ dB re 1 μ Pa	$L_{p,pk}$ è il rapporto in decibel tra il valore della pressione di picco p_{pk} (modulo del più grande valore di pressione ottenuta nell'intervallo di tempo considerato) e la pressione sonora di riferimento ($p_0 = 1 \mu Pa$) (ANSI S1.1-1994 R2004)
Sound Exposure Level (SEL)	$(L_{E,p})$ dB re 1 $\mu Pa^2 s$	$L_{E,p}$ è il rapporto in decibel tra l'integrale nel tempo del quadrato della pressione misurata nell'intervallo di tempo considerato (E_p), e il valore di riferimento che per il suono nell'acqua è ($E_{p,0} = 1 \mu Pa^2 s$)
Sound Exposure Spectral Density Level	$(L_{E,fc})$ dB re 1 $\mu Pa^2 s$	$L_{E,fc}$ è il rapporto in decibel tra l'integrale nel tempo del quadrato della pressione misurata nell'intervallo di tempo considerato e nella banda di un terzo di ottava centrata alla frequenza fc ($E_{p,fc}$), e il valore di riferimento che per il suono nell'acqua è ($E_{p,0} = 1 \mu Pa^2 s$)
Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level	$(L_{p,f})$ dB re 1 $\mu Pa^2 / Hz$	$L_{p,f}$ è il rapporto in decibel tra la densità spettrale della pressione sonora quadratica media $(\overline{p^2})_f$, e il valore di riferimento che per il suono nell'acqua è $(\overline{p^2})_{f,0} = 1 \mu Pa^2 / Hz$ (ANSI S1.1-1994 R2004).
Source Level (SL)	(SL) dB re 1 $\mu Pa^2 m^2$	SL o L_S è il rapporto in decibel tra il fattore a sorgente, $F_s = r^2 \overline{p^2}$ e il valore di riferimento $F_{s,0} = 1 \mu Pa^2 m^2$
Transmission Loss (TL)	(TL) dB	E' la riduzione di un livello specificato tra due punti specificati x_1 e x_2 che sono all'interno di un campo acustico subacqueo. In forma di formula $\Delta L_{TL} = L(x_1) - L(x_2)$, dove $L(x)$ è il livello specificato nella posizione x . Per convenzione, x_1 è scelto per essere più vicino alla fonte del suono rispetto a x_2 , in modo che la trasmissione persa sia una quantità positiva. TL è espresso in decibel (dB) e, in questo caso, TL è anche stimato per ciascuna frequenza nella banda di un terzo di ottava.
Behavioural Hearing Threshold	dB	E' il livello minimo di un segnale sonoro specificato che è in grado di evocare in una specie una sensazione uditiva misurabile da un punto di vista comportamentale in una determinata frazione di prove, per un soggetto specifico e per condizioni specifiche, compresa la geometria di misurazione.
Permanent Hearing Threshold Shift (PTS)	(PTS) dB	E' un cambiamento irreversibile nella soglia uditiva comportamentale
Temporary Hearing Threshold Shift (TTS)	(TTS) dB	E' un cambiamento temporaneo (reversibile) nella soglia uditiva comportamentale

3 BIBLIOGRAFIA - SEZIONE GENERALE

- ACCOBAMS (2010). Available at https://www.accobams.org/wp-content/uploads/2018/09/ACCOBAMS_CCH.pdf
- Maglio, A., Castellote M., Pavan, G., Frey, S. (2016). Overview of the Noise Hotspots in the ACCOBAMS Area. Part I – Mediterranean Sea. ACCOBAMS Final Report: 45 pages. DOI: 10.13140/RG.2.1.2574.8560
- Petri, P., Borselli, L. 2021. Provincia di La Spezia e Comune di Porto Venere. Relazione geologico-tecnica NTC 2018 in Località Panigaglia. 44 pagine.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 13 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

SEZIONE I: ANALISI DEL RUMORE SUBACQUEO (STATO ATTUALE)

La presente Sezione I riporta i risultati dell'indagine acustica condotta il giorno 6 aprile 2021 nel Porto di La Spezia al fine di stimare i livelli di rumore dell'area presso il terminale di Panigaglia.

I rilievi sono stati effettuati a bordo di una imbarcazione appoggio in punti di campionamento predefiniti a distanze crescenti dal Terminale.

4 METODOLOGIA

4.1 Strumentazione

Le misurazioni acustiche sono state effettuate utilizzando un solo idrofono Colmar GP0280 dotato di gabbia protettiva in acciaio AISI e fissato ad essa tramite supporti elastici (che ne riducono il self noise), connesso ad un cavo in kevlar di 40 metri. Le caratteristiche dell'idrofono sono riportate nella scheda tecnica in Figura 4-1 e la calibrazione in Allegato 1. L'idrofono, appesantito con una zavorra, è stato poi calato dall'imbarcazione appoggio ("LIBRA" SP 4507) a una profondità di 5 metri, corrispondente alla metà della batimetria media dei punti di campionamento, ma comunque assicurando il suo sollevamento di almeno 4 metri sopra il fondale marino (Figura 4-2). Tutte le misure sono state acquisite con l'imbarcazione ancorata in ciascun punto di campionamento, con il motore arrestato e tutta la strumentazione di bordo spenta.

L'idrofono è stato connesso all'interfaccia audio Roland Quad Capture UA55 (le caratteristiche tecniche sono incluse nel manuale al seguente link https://static.roland.com/it/media/pdf/UA-55_QUAD-CAPTURE.pdf), collegata ad un laptop HP OMEN 15-dh0036nl con NVIDIA® GeForce GTX 1660Ti e schermo 144Hz. È stato utilizzato il software SeaPro 3 (<http://www-3.unipv.it/cibra/seapro.html>) per le registrazioni audio e la visualizzazione spettrografica *real-time*, e un sistema di archiviazione NAS (QNAP NAS 4 BAIE AL-314 1.7GHZ QC 2.5 3.5 1GB) con 3 dischi da 2TB ciascuno (WD RED 2TB SATA3 3.5) configurati in Raid 1 per avere una maggiore sicurezza sui dati acustici archiviati.

Per la rilevazione dei parametri oceanografici (temperatura, salinità, conducibilità e profondità) è stata utilizzata una sonda multiparametrica Hydrolab Minisonde 5 SN 15092014 completa di terminale 1,00 display Surveyor SN S04437. Le caratteristiche della sonda sono riportate in Figura 4-3 e la calibrazione in Allegato 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 14 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

GP0280 Hydrophone



Preamplified, omnidirectional hydrophone, a professional tool suitable for a wide range of applications. Especially indicated for ambient noise measurements and mammal's acoustic signature.



- High sensitivity
- Low noise ("sea state zero")
- Wide usable frequency range
- Double output: single/differential
- Calibration input
- High materials quality
- Gisma connector serie 35, 7 Pin

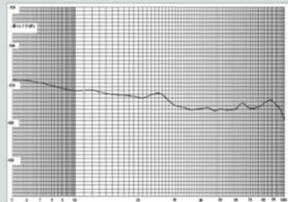
Working band:	5-80.000 Hz
High pass filter on preamplifier:	Customizable (on demand)
Sensitivity differential output:	-165dB re 1V/uPa@5kHz
Sensitivity unbalanced output:	-171dB re 1V/uPa@5kHz
Directivity:	Spherical - Omnidirectional
Max working depth:	1000 m
Gain @5kHz:	30dB (single output), 36dB (differential output)
Input acoustic equivalent noise @5kHz:	34dB re 1uPa/sqrtHz
Input impedance:	10 Mega Ohm
Power requirement:	11.5-30VDC
Current consumption:	10mA@12VDC
Max voltage output:	6Vpp (single output), 12 Vpp (differential output)
Weight in air:	500 gr
Body:	Stainless steel AISI 316
Dimension:	230 x 31,7 mm
Packaging:	Pellicase mod.1170



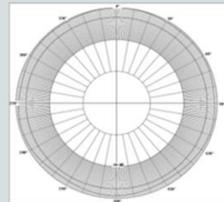

CO.L.MAR. S.r.l. via delle Pianazze, 74 - 19136 La Spezia (Italy)
Tel +39 0187 982550 Fax 943461 P.I. 00742150113
e-mail comar@comaritalia.it www.comaritalia.it



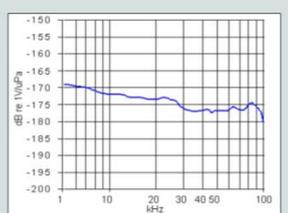
Sensibilità in ricezione (uscita singola)



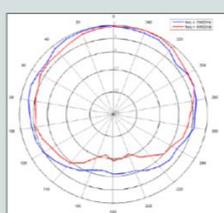
Direttività sul piano verticale @ 5kHz



Receiving sensitivity (single output)



Vertical directivity pattern @ 20/40kHz



- Gabbia protettiva con sistema di sospensione per lo smorzamento delle vibrazioni
- Sistema ricevente portatile con guadagno variabile, batterie ai gel, uscita cuffie con volume, uscita audio, calibratore
- Cavo connettorizzato, lunghezza a scelta




CO.L.MAR. S.r.l. via delle Pianazze, 74 - 19136 La Spezia (I)
Tel +39 0187 982550 Fax 943461 P.I. 00742150113
e-mail comar@comaritalia.it www.comaritalia.it

Figura 4-1: Caratteristiche tecniche dell'idrofono Colmar GP0280



Figura 4-2: Schema del posizionamento del sensore acustico da imbarcazione appoggio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 15 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Technical Data

Hydrolab MS5 - Multiparameter Mini Sonde



- **Product type**
Attended, Unattended
- **Parameters measured**
Temperature, Conductivity, Depth, pH, ORP, Dissolved Oxygen (LDO, Clark cell), Turbidity, Chlorophyll a, Blue-Green Algae, Rhodamine WT, Ammonium, Nitrate, Chloride, TDG
- **Product highlights**
The Hydrolab sonde profile for a smaller sensor payload that will fit in a two-inch well
- **Interface**
SDI-12, RS-485, RS-232, TTY

The Hydrolab MS5 multiparameter water quality sonde offers a selection of Hydrolab sensors on a compact and lightweight multiprobe designed for either profiling or unattended monitoring. Its compact housing fits into 2" wells or other limited space applications.

Sensors	Measures up to 10 parameters simultaneously
Electrical	
Internal	8 AA batteries (with available internal battery pack option)
Communications	RS-232, SDI-12, RS-485
Memory	Up to 120,000 measurements
User Interface	
PC Software	Hydras3 LT
Pocket PC Software	(Optional) TDS Recon with Hydras 3 LT Pocket
General	
Sonde Depth Rating	200 m (656 ft)
Diameter	4.4 cm (1.75 in.)
Weight	1.0 kg (2.2 lb) (typical)
Weight with battery pack	1.3 kg (2.9 lb) (typical)
Length	53.3 cm (21 in.)
Length with battery pack	74.9 cm (29.5 in.)
Environmental conditions	
Operating temperature	-5 ... 50 °C (23 ... 122 °F), non-freezing

Figura 4-3: Caratteristiche tecniche della sonda multiparametrica Hydrolab 5 SN 15092014

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 16 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

4.2 Punti di registrazione

La Figura 4-4 riporta i punti di registrazione nel Porto di La Spezia. I diversi siti sono stati selezionati in considerazione dei seguenti elementi:

- Distanza crescente dal terminale di Panigaglia lungo 4 transetti denominati A, B, C e D;
- Sicurezza (traffico marittimo dell'area);
- I siti sono stati descritti annotando le seguenti informazioni (Tabella 4-1):
 - Coordinate geografiche (Lat. e Long.);
 - Profondità.

Durante le registrazioni acustiche sono state annotate le condizioni meteo-marine e, in alcune stazioni, è stata misurata anche la temperatura e la salinità della colonna d'acqua al fine di stimare il profilo della velocità del suono.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 17 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

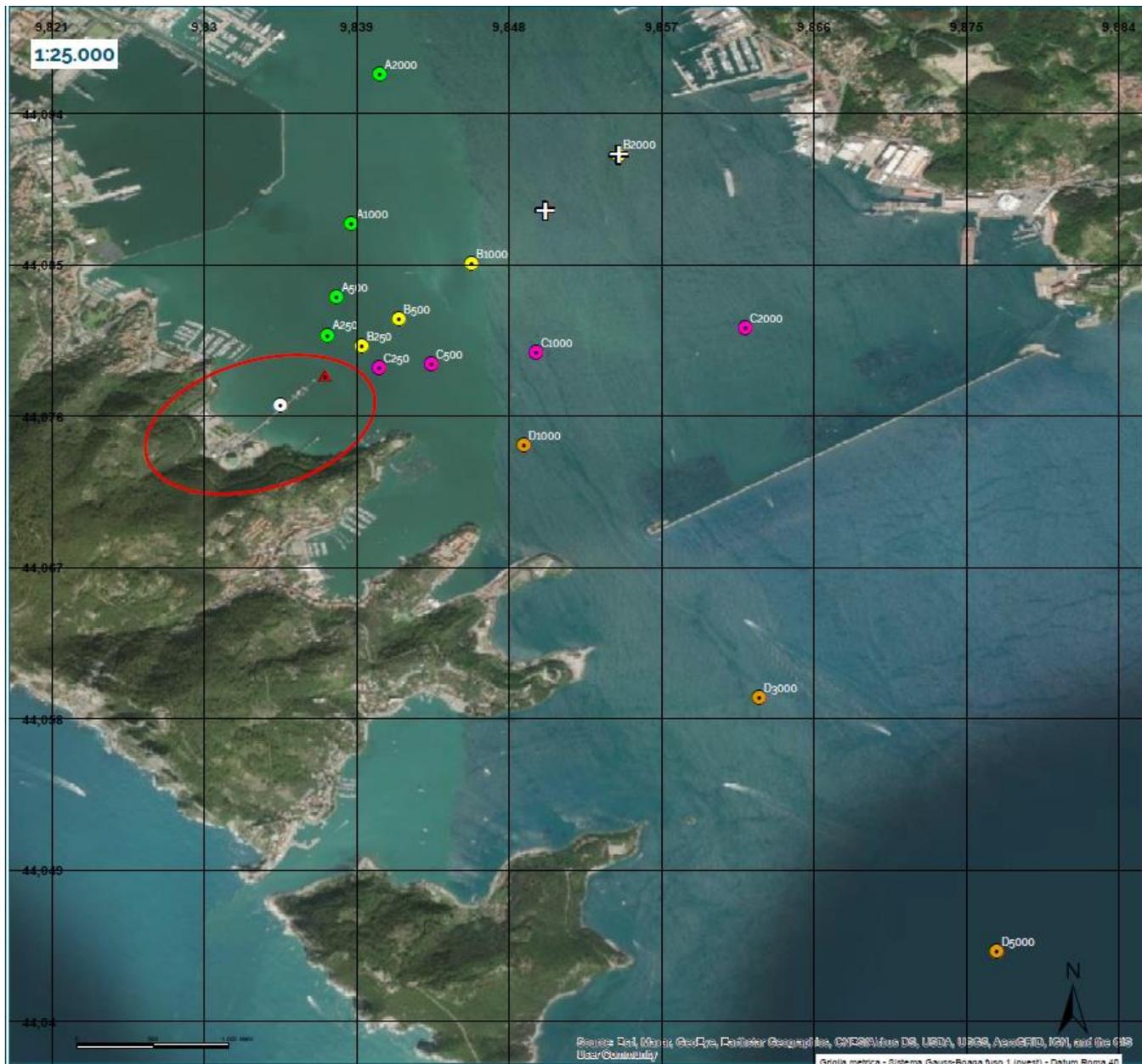


Figura 4-4: Mappa dei siti di registrazione per i rilievi di rumore condotti il 6 aprile 2021

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 18 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Tabella 4-1: Caratterizzazione dei siti di registrazione per i rilievi di rumore condotti il 6 aprile 2021

#	ID	Simbolo sulla mappa	Latitudine	Longitudine	Distanza dal Pontile di Panigaglia (m)	Profondità (m)
1	S0 (GNL)		44.07819	9.83660	0	10.5
2	A250		44.08067	9.83677	250	10.3
3	B250		44.07996	9.83890	250	10.2
4	C250		44.07869	9.83985	250	10.2
5	A500		44.08290	9.83720	500	12.0
6	B500		44.08160	9.84093	500	12.1
7	C500		44.07897	9.84327	500	12.1
8	A1000		44.08725	9.83812	1000	11.0
9	B1000		44.08491	9.84547	1000	11.1
10	C1000		44.07963	9.84939	1000	11.2
11	D1000		44.07403	9.84846	1000	11.4
12	B1500		44.08796	9.84966	1500	11.1
13	A2000		44.09607	9.83998	2000	10.7
14	B2000		44.09107	9.85428	2000	10.6
15	C2000		44.08092	9.86134	2000	10.5
16	D3000		44.05888	9.86237	3000	11.6
17	D5000		44.04402	9.87655	5000	16.4

4.3 Analisi

Il rumore è stato caratterizzato attraverso la stima dei seguenti livelli usati nell'acustica subacquea (ISO 18405:2017):

- *Sound Pressure Level (root mean square)* [$(L_{p,rms})$ dB re 1 μ Pa]

$$L_{p,rms} = 10 \log_{10}(\overline{p^2}/p_0^2) \quad [\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2]$$

Sound Pressure Level (root mean square) può anche essere espresso nella seguente forma:

$$L_{p,rms} = 20 \log_{10} \left(\sqrt{\overline{p^2}}/p_0 \right) \quad [\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}]$$

- *Sound Pressure Level (peak)* [$(L_{p,pk})$ dB re 1 μ Pa]

$$L_{p,pk} = 20 \log_{10}(p_{pk}/p_0) \quad [\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}]$$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 19 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

- *Sound Exposure Level* [$(L_{E,p})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$]

- $L_{E,p} = 10 \log_{10}(E_p/E_{p,0})$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$]

In questa indagine *Sound Exposure Level* [$(L_{E,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$] è stato anche stimato nelle bande di un terzo di ottava centrate a 63 Hz e a 125 Hz:

- $L_{E,63} = 10 \log_{10}(E_{p,63}/E_{p,0})$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$]

- $L_{E,125} = 10 \log_{10}(E_{p,125}/E_{p,0})$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$]

$E_{p,63}$ e $E_{p,125}$ sono l'integrale nel tempo del quadrato della pressione stimata nelle bande di un terzo di ottava centrate a 63 e 125 Hz nell'intervallo di tempo considerato (T).

- *Mean Square Sound Power Spectral Density* [$(L_{p,i})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$]

- $L_{p,f} = 10 \log_{10}(\overline{(p^2)}_f / \overline{(p^2)}_{f,0})$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$]

Mean Square Sound Power Spectral Density $L_{p,fc}$ è stato anche stimato in tutte le bande di un terzo di ottava valutabili all'interno dell'intervallo di frequenza di campionamento.

La stima dei livelli del rumore nel periodo del monitoraggio è stata eseguita attraverso software sviluppato *ad hoc* implementato in Matlab (https://it.mathworks.com/products/matlab.html?s_tid=hp_ff_p_matlab).

Per ogni punto di monitoraggio sono stati registrati file acustici di 10 minuti alla frequenza di campionamento di 96.000 Hz.

I valori dei livelli di rumore $L_{p,rms}$ (dB re 1 μPa) e $L_{p,pk}$ (dB re 1 μPa) sono stati calcolati in un intervallo di 10 secondi, ottenendo 6 valori al minuto (N=60) per ogni sito di campionamento.

Sound Exposure Level $L_{E,p}$ (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$), invece, è stato calcolato per l'intero periodo di registrazione (10 minuti). Per lo stesso intervallo di tempo sono state calcolate i livelli $L_{E,fc}$ nella banda di 1/3 di ottava centrate a 63 e 125 Hz. La stima dei livelli sonore nelle bande di un terzo di ottava centrate a 63 Hz e 125 Hz è stata fatta in linea con il descrittore 11.2 della Direttiva 2008/56/CE (*Marine Strategy Framework Directive - MSFD*) e indicato nel dettaglio dal *MSFD Technical Sub-Group on Underwater Noise* (Dekeling et al., 2014).

Per l'analisi spettrale, la stima di *Mean Square Sound Power Spectral Density* $L_{p,f}$ (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$) è stata effettuata attraverso la funzione Matlab `pwelch` (www.mathworks.com/help/signal/ref/pwelch.html, Welch's *Power Spectral Density* estimate, che calcola la media di segmenti sovrapposti) per ogni intervallo di 10 secondi, applicando una finestra di analisi del segnale di tipo "Hamming" di 1 secondo con una sovrapposizione del 50%. Il valore del $L_{p,f}$ è stato utilizzato per la stima dei $L_{p,fc}$.

Tutte le misurazioni e le analisi acustiche sono state effettuate seguendo le indicazioni descritte nel *National Physical Laboratory (NPL) Good Practice Guide No. 133 – Underwater Noise Measurement* (Robinson et al., 2014).

La velocità del suono in alcuni dei siti di registrazione è stata stimata utilizzando la formula empirica di Mackenzie (1981). Tale relazione permette di determinare con una buona approssimazione la velocità del suono nella colonna d'acqua partendo dai dati di temperatura, salinità e profondità rilevati dalla sonda multiparametrica:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 20 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

$$v = 1448.96 + 4.591 \cdot T - 5.304 \cdot 10^{-2} T^2 + 2.374 \cdot 10^{-4} T^3 + 1.340 (S - 35) + 1.630 \cdot 10^{-2} z + 1.675 \cdot 10^{-7} z^2 - 1.025 \cdot 10^{-2} T (S - 35) - 7.139 \cdot 10^{-13} T z^3$$

dove T è la temperatura dell'acqua [C°], S è la salinità [ppt] e z è la profondità [m].

5 RISULTATI

Complessivamente il giorno 6 aprile 2021, in assenza di precipitazioni, sono state effettuate 17 registrazioni di 10 minuti alla profondità di 5 metri (Tabella 5-1).

Le condizioni meteo-marine sono rimaste costanti in tutti i punti di campionamento acustico, tranne nei siti esterni al porto (D3000 e D5000), dove si è rilevato un incremento della forza del vento e dello stato del mare. Tra le 12:00 e le 13:00 circa, e tra le 14:00 e le 15:30 circa le attività sono state interrotte per la presenza di precipitazioni a tratti intense.

Tabella 5-1: Sintesi delle registrazioni effettuate il 6 aprile 2021 e delle condizioni meteo-marine presso i siti di campionamento

#	ID	Lat.	Long.	Profondità del sito (m)	Ora inizio registrazione	Direzione del vento	Forza del vento (scala Beaufort)	Stato del mare (scala Douglas)	Stima della velocità del suono
1	S0 (GNL)	44.07819	9.8366	10.5	10:25:40	N	2	2	X
2	A250	44.08067	9.8367	10.3	11:42:11	N	2	1-2	
3	B250	44.07996	9.8389	10.2	10:05:41	N	2	2	X
4	C250	44.07869	9.8398	10.2	13:50:46	N	2	2	
5	A500	44.08290	9.8372	12.0	11:24:24	N	2	1-2	
6	B500	44.08160	9.8409	12.1	09:44:02	N	2	2	X
7	C500	44.07897	9.8432	12.1	13:34:50	N	2	2	
8	A1000	44.08725	9.8381	11.0	11:06:42	N	2	1-2	
9	B1000	44.08491	9.8454	11.1	09:24:44	N	2	2	X
10	C1000	44.07963	9.8493	11.2	13:17:56	N	2	2	
11	D1000	44.07403	9.8484	11.4	15:27:52	N	2-3	2-3	X
12	B1500	44.08796	9.8496	11.1	09:03:38	N	2	2	X
13	A2000	44.09607	9.8399	10.7	10:47:24	N	2	1-2	
14	B2000	44.09107	9.8542	10.6	08:37:47	N	2	2	X
15	C2000	44.08092	9.8613	10.5	12:56:04	N	2	2	
16	D3000	44.05888	9.8623	11.6	15:56:56	NW	3	3	X
17	D5000	44.04402	9.8765	16.4	16:20:56	NW	3	3	X

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 21 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

5.1 Livelli di rumore

5.1.1 Sound pressure level (root mean square) $L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa)

La Tabella 5-2 riporta i valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* $L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa) stimati nei diversi siti di registrazione. Complessivamente si osservano valori medi compresi tra 85.9 e 102.5. L'analisi della varianza per misure ripetute evidenzia una variabilità statisticamente significativa sia all'interno dello stesso sito, sia tra siti differenti (ANOVA: $F=245.4$; within groups: $df=1003$, $p<0.0001$; between groups: $df=16$, $p<0.0001$). Tale variabilità è da attribuire alle diverse condizioni durante le registrazioni, ovvero al passaggio di imbarcazioni differenti a diverse distanze dalla piattaforma di rilevazione.

I grafici dell'andamento temporale delle stime di *Sound Pressure Level (root men square)* per ogni singolo sito di campionamento sono riportati in Allegato 3.

Tabella 5-2: Valori di Sound Pressure Level (root mean square) $L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa) stimati nei diversi siti di registrazione. I valori medi sono evidenziati in grigio.

#	ID	N	Min	Max	Mean	St. Err. (SE)	Varian ce	St. Dev (SD)	Median	25 prcntil	75 prcntil	Coeff. Var. (CV)
1	S0	60	90.31	105.56	98.17	0.65	25.54	5.05	96.91	93.54	103.99	5.15
2	A250	60	86.73	101.61	91.39	0.54	17.69	4.21	89.36	88.13	94.34	4.60
3	B250	60	86.55	104.76	89.32	0.33	6.55	2.56	88.95	88.00	90.14	2.87
4	C250	60	90.82	96.11	93.08	0.18	1.90	1.38	92.86	92.06	93.60	1.48
5	A500	60	96.48	108.14	101.57	0.30	5.40	2.32	101.64	100.5	102.56	2.29
6	B500	60	84.14	103.36	88.61	0.51	15.80	3.98	87.12	86.22	89.25	4.49
7	C500	60	95.06	102.90	100.04	0.27	4.30	2.07	100.40	98.90	101.60	2.07
8	A1000	60	82.29	88.68	85.90	0.19	2.20	1.48	85.91	84.81	87.00	1.73
9	B1000	60	84.67	92.46	88.31	0.23	3.16	1.78	87.92	87.26	89.60	2.01
10	C1000	60	94.89	107.81	102.53	0.41	10.05	3.17	102.32	101.2	104.87	3.09
11	D1000	60	85.63	98.85	90.89	0.36	7.97	2.82	90.52	89.17	91.59	3.11
12	B1500	60	83.11	91.17	86.31	0.25	3.65	1.91	85.93	84.99	87.39	2.21
13	A2000	60	88.50	98.48	91.18	0.33	6.67	2.58	90.32	89.27	92.34	2.83
14	B2000	60	94.37	105.37	100.07	0.38	8.69	2.95	100.37	97.49	102.54	2.95
15	C2000	60	98.48	104.67	101.22	0.17	1.65	1.29	101.21	100.2	101.99	1.27
16	D3000	60	87.63	100.41	91.32	0.34	6.83	2.61	90.89	89.33	93.02	2.86
17	D5000	60	90.28	99.97	95.11	0.24	3.34	1.83	95.14	94.05	96.45	1.92

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 22 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

5.1.2 Sound Pressure Level (peak) $L_{p,pk}$ (dB re 1 μ Pa)

La Tabella 5-3 riporta i valori di *Sound Pressure Level (peak)* $L_{p,pk}$ (dB re 1 μ Pa) stimati nei diversi siti di registrazione. Complessivamente si osservano valori medi compresi tra 111.4 e 121.9. L'analisi della varianza per misure ripetute evidenzia una variabilità statisticamente significativa sia all'interno dello stesso sito, sia tra siti differenti (ANOVA: $F=36.05$; within groups: $df=1003$, $p<0.0001$; between groups: $df=16$, $p<0.0001$). Come nel caso dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)*, tale variabilità è da attribuire alle diverse condizioni durante le registrazioni, ovvero al passaggio di imbarcazioni differenti a diverse distanze dalla piattaforma di rilevazione.

I grafici dell'andamento temporale delle stime di *Sound Pressure Level (peak)* per ogni singolo sito di campionamento sono riportati in Allegato 3.

Tabella 5-3: Valori di Sound Pressure Level (peak) $L_{p,pk}$ (dB re 1 μ Pa) stimati nei diversi siti di registrazione. I valori medi sono evidenziati in grigio.

#	ID	N	Min	Max	Mean	St. Err. (SE)	Variance	St. Dev (SD)	Median	25 prcntil	75 prcntil	Coeff. Var. (CV)
1	S0 (GNL)	60	111.41	134.53	121.90	121.90	0.70	29.58	5.44	121.82	117.25	126.14
2	A250	60	109.64	122.27	113.85	113.85	0.43	11.34	3.37	112.87	111.30	116.26
3	B250	60	107.13	138.50	114.08	114.08	0.63	23.85	4.88	112.81	111.22	115.44
4	C250	60	107.99	119.80	112.89	112.89	0.29	5.12	2.26	112.71	111.36	113.64
5	A500	60	111.14	138.89	118.63	118.63	0.90	49.07	7.00	115.78	114.64	118.19
6	B500	60	106.24	133.63	113.12	113.12	0.68	27.49	5.24	111.02	109.93	114.49
7	C500	60	109.31	120.24	114.67	114.67	0.29	5.17	2.27	114.40	113.11	116.54
8	A1000	60	105.22	119.38	112.14	112.14	0.39	9.34	3.06	112.11	110.12	113.65
9	B1000	60	105.56	119.51	112.21	112.21	0.35	7.28	2.70	112.21	110.71	113.87
10	C1000	60	113.85	124.85	117.67	117.67	0.35	7.32	2.71	117.17	115.77	119.71
11	D1000	60	107.53	136.86	114.97	114.97	0.61	22.24	4.72	114.27	111.69	116.84
12	B1500	60	105.37	122.79	111.40	111.40	0.44	11.44	3.38	111.05	108.99	113.28
13	A2000	60	107.22	123.79	114.33	114.33	0.38	8.80	2.97	113.93	112.46	115.86
14	B2000	60	111.91	127.75	119.50	119.50	0.52	16.46	4.06	118.95	116.37	122.24
15	C2000	60	110.02	121.70	114.24	114.24	0.22	2.82	1.68	114.14	113.17	115.09
16	D3000	60	109.69	137.01	115.97	115.97	0.77	35.65	5.97	114.36	111.81	117.48
17	D5000	60	112.57	136.64	121.64	121.64	0.69	28.52	5.34	121.08	117.89	123.91

4.1.3 Sound Exposure Level $L_{E,p}$ (dB re 1 μ Pa² s)

La Tabella 5-4 e la Figura 5-1 riportano i valori di *Sound Exposure Level* $L_{E,p}$ (dB re 1 μ Pa² s) stimati nei diversi siti di campionamento per l'intero periodo di registrazione (10 minuti) e i valori L_{E,f_c} nella banda di 1/3 di ottava centrata a 63 e 125 Hz.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 23 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Tabella 5-4: Valori di Sound Exposure Level $L_{E,p}$ (dB re $1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}$) stimati nei diversi siti di registrazione.

#	ID	$L_{E,p}$	$L_{E,fc}$ 63 Hz	$L_{E,fc}$ 125 Hz
1	S0 (GNL)	128.60	103.89	106.62
2	A250	121.64	103.51	103.93
3	B250	119.09	93.46	96.73
4	C250	121.09	88.69	89.69
5	A500	130.01	93.41	95.89
6	B500	119.37	91.88	93.72
7	C500	128.25	91.02	97.85
8	A1000	113.92	88.05	88.22
9	B1000	116.46	90.21	94.08
10	C1000	131.33	95.59	104.78
11	D1000	119.80	92.99	94.08
12	B1500	114.54	90.58	95.86
13	A2000	119.93	96.43	100.66
14	B2000	128.77	97.84	107.08
15	C2000	129.19	92.33	94.46
16	D3000	120.09	93.47	94.58
17	D5000	123.27	97.99	97.59



Figura 5-1: Sound Exposure Level $L_{E,p}$ (dB re $1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}$) stimato nei diversi siti di registrazione

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 24 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

5.2 Analisi livelli spettrali

L'analisi spettrale è stata condotta su tutti i siti di campionamento ed è stata rappresentata attraverso: (1) *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $L_{p,f}$ (dB re $1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$) e (2) l'accorpamento in tutte le bande di un terzo di ottava presenti all'interno della frequenza di campionamento $L_{p,fc}$ (dB re $1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$).

I grafici di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* stimato nelle bande di un terzo di ottava per ogni singolo sito di campionamento sono riportati in Allegato 3. In generale, in tutte le stazioni, si osserva un minimo dei livelli di intensità del rumore nelle bande centrate a 25 e 31.5 Hz, un seguente aumento fino alle bande 1000-2000 Hz e una successiva stabilizzazione o decremento dei livelli fino alla fine dell'intervallo di campionamento considerato. Si evince un livello di densità spettrale piuttosto basso, a dimostrazione del fatto che la campagna di misure è stata effettuata in condizioni di traffico navale ridotto, in un periodo particolare (le festività pasquali), e con poche sorgenti acustiche antropiche attive. Si nota tuttavia una elevata variabilità nella stazione S0 (GNL) posta in prossimità del pontile di ormeggio delle navi gasiere, determinata dai rumori generati dall'operatività del rigassificatore stesso.

Tutti i siti di registrazione lungo il transetto C presentato un picco intorno ai 22 Khz possibilmente determinati dall'accensione della strumentazione acustica attiva della nave Costa Magica ormeggiata poco distante dai punti di monitoraggio. Tale variazione è parzialmente rilevabile anche nella stazione D1000. Lungo il transetto D si osserva un aumento dei livelli di intensità del rumore nelle basse frequenze (generalmente <50 Hz) probabilmente dovuto alle condizioni meteomarine (forza del vento e stato del mare ≥ 3 ; Urlick, 1967) presenti in prossimità e all'esterno della diga foranea (vedi tabella 5-1).

Le Tabelle 5-5 e 5-6 riportano i valori di $L_{p,fc}$ stimati nelle bande di un terzo di ottava centrate a 63 Hz e 125 Hz per ogni singolo sito di campionamento, rispettivamente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 25 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Tabella 5-5: Valori di $L_{p,fc}$ stimati nella banda di un terzo di ottava centrata a 63 Hz per ogni singolo sito di registrazione.

#	ID	N	Min	Max	Mean	St. Err (SE)	Variance	St. Dev (SD)	Median	25 prntil	75 prntil	Coeff. Var. (CV)
1	S0 (GNL)	60	54.69	85.64	68.84	1.14	77.84	8.82	68.82	60.84	76.25	12.82
2	A250	60	52.23	85.71	66.61	1.21	88.50	9.41	64.96	57.73	73.96	14.12
3	B250	60	52.98	76.15	61.38	0.67	26.72	5.17	60.18	57.44	63.62	8.42
4	C250	60	52.94	70.99	58.52	0.49	14.42	3.80	58.23	55.27	61.08	6.49
5	A500	60	55.02	75.80	61.54	0.64	24.32	4.93	59.80	58.21	63.46	8.01
6	B500	60	53.78	76.04	59.62	0.62	23.06	4.80	58.43	56.88	60.79	8.06
7	C500	60	58.09	71.55	62.12	0.31	5.86	2.42	61.79	60.59	63.29	3.90
8	A1000	60	55.15	66.07	59.16	0.32	6.29	2.51	58.60	57.14	60.60	4.24
9	B1000	60	53.90	66.86	61.03	0.44	11.36	3.37	61.64	58.57	63.81	5.52
10	C1000	60	62.52	73.26	66.70	0.31	5.61	2.37	66.65	64.99	67.86	3.55
11	D1000	60	58.33	70.20	63.55	0.44	11.81	3.44	63.25	60.29	66.78	5.41
12	B1500	60	56.53	70.68	60.96	0.42	10.68	3.27	59.94	58.60	63.22	5.36
13	A2000	60	65.77	72.39	68.24	0.18	1.94	1.39	68.01	67.32	69.00	2.04
14	B2000	60	59.26	73.99	68.77	0.47	13.28	3.64	70.01	66.25	71.84	5.30
15	C2000	60	61.10	73.46	62.99	0.31	5.79	2.41	62.20	61.86	63.05	3.82
16	D3000	60	56.21	76.10	62.80	0.48	13.94	3.73	62.41	60.29	64.68	5.94
17	D5000	60	58.33	78.20	67.47	0.53	17.16	4.14	67.54	64.71	69.55	6.14

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 26 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Tabella 5-6: Valori di $L_{p,fc}$ stimati nelle banda di un terzo di ottava centrata a 125 Hz per ogni singolo sito di registrazione.

#	ID	N	Min	Max	Mean	St. Err (SE)	Variance	St. Dev (SD)	Median	25 prcntil	75 prcntil	Coeff. Var. (CV)
1	S0 (GNL)	60	59.54	85.10	74.22	1.01	61.07	7.81	77.00	66.05	80.71	10.53
2	A250	60	57.40	87.41	65.46	1.12	74.64	8.64	61.39	59.15	70.20	13.20
3	B250	60	60.20	75.10	67.21	0.50	14.71	3.84	66.81	64.33	69.71	5.71
4	C250	60	57.66	70.24	61.15	0.29	5.12	2.26	61.08	59.64	62.18	3.70
5	A500	60	59.93	75.42	65.47	0.58	20.34	4.51	64.32	61.84	69.17	6.89
6	B500	60	54.90	76.57	62.88	0.60	21.90	4.68	61.95	59.50	65.77	7.44
7	C500	60	68.03	75.83	69.75	0.19	2.12	1.46	69.33	68.88	70.14	2.09
8	A1000	60	56.96	64.84	60.09	0.22	2.79	1.67	59.76	58.95	60.69	2.78
9	B1000	60	60.31	74.66	64.72	0.40	9.46	3.08	63.87	63.15	65.27	4.75
10	C1000	60	70.19	83.65	74.68	0.54	17.72	4.21	73.43	70.98	77.91	5.64
11	D1000	60	58.23	73.74	65.23	0.37	8.42	2.90	64.97	63.15	66.78	4.45
12	B1500	60	64.19	71.22	67.63	0.26	4.10	2.02	67.73	65.69	69.31	2.99
13	A2000	60	69.24	79.33	72.05	0.30	5.54	2.35	71.27	70.48	72.35	3.27
14	B2000	60	70.44	88.38	77.80	0.46	12.93	3.60	77.82	75.16	80.54	4.62
15	C2000	60	65.49	68.72	66.63	0.08	0.40	0.63	66.59	66.14	66.87	0.95
16	D3000	60	59.53	75.66	65.04	0.45	12.07	3.47	64.61	62.67	66.46	5.34
17	D5000	60	63.14	77.20	68.46	0.41	10.23	3.20	68.07	66.26	69.95	4.67

5.3 Velocità del suono

I profili della velocità del suono ottenuti dai dati registrati dalla sonda multiparametrica e calcolati attraverso la formula empirica Mackenzie (1981) sono riportati in **(Figura 4-4)**.

Si distinguono due tipologie di profili: uno lungo il "Transetto B" insistente all'interno del Golfo di La Spezia e l'altro "Transetto D" che si protrae al di fuori del Golfo al lato sud ovest della diga foranea **(Figura 4-4)**.

Il transetto B determina un profilo della velocità del suono pressoché costante per il 90% della profondità, indicando che la bassa profondità e il periodo (stagione) in cui è stato condotto il monitoraggio generano un buon rimescolamento della maggior parte della colonna d'acqua.

Lungo il transetto D si osserva invece una diminuzione della velocità del suono già dai primi metri della colonna d'acqua, principalmente dovuta al decremento della temperatura. È possibile che questa variazione sia causata dall'ingresso di correnti stratificate di acque più fredde dall'esterno del Porto. Successivamente il profilo della velocità del suono assume un andamento costante.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 27 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

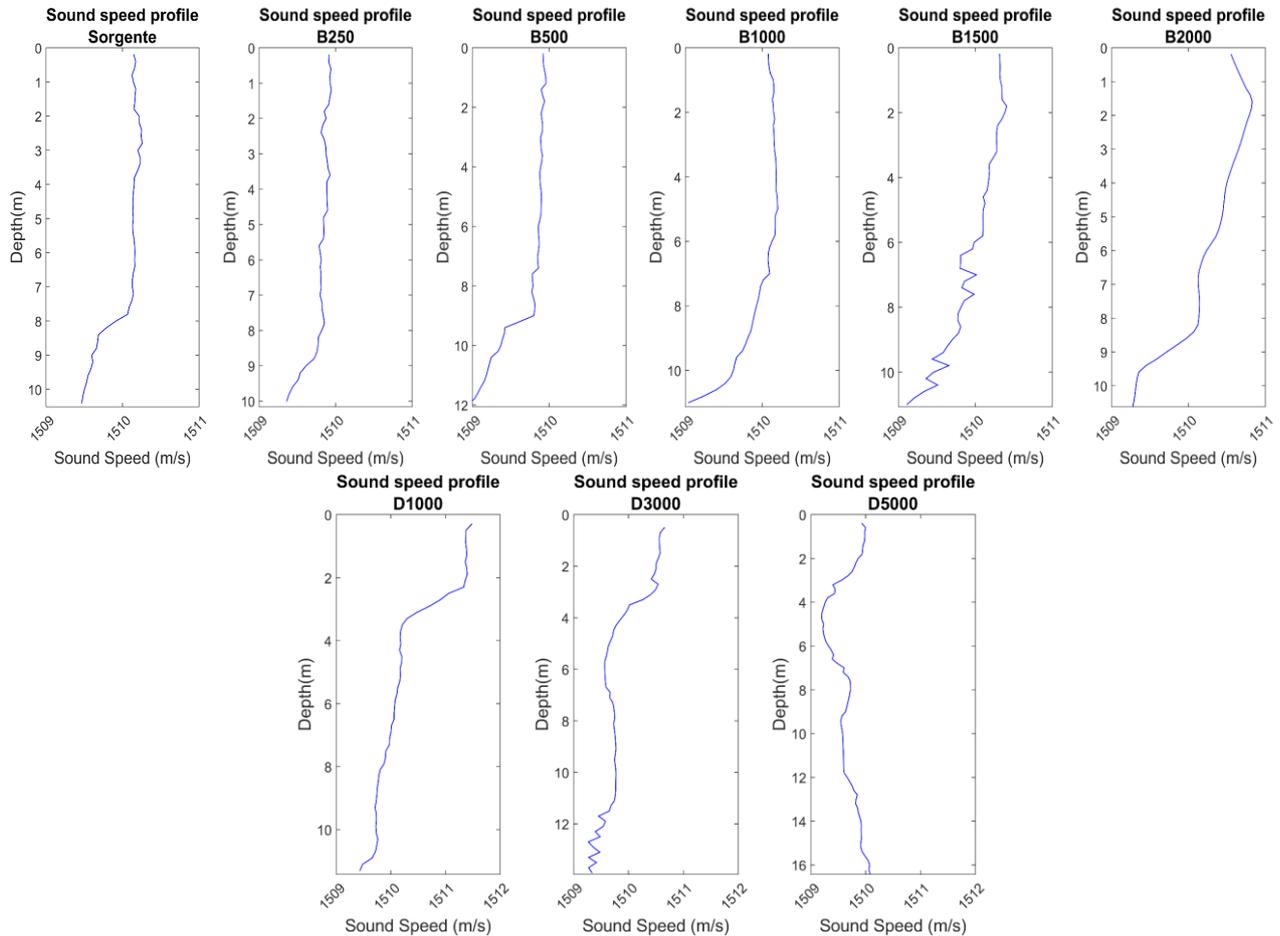


Figura 5-2: Profili della velocità di suono lungo il transetto B [sorgente S0 (GNL), B250, B500, B1000, B1500 e B2000 in alto; D100, D3000 e D5000 in basso] stimati attraverso la formula empirica di Mackenzie (1981)

6 CONCLUSIONI SULL'ANALISI DEL RUMORE SUBACQUEO NEL GOLFO DI LA SPEZIA (STATO ATTUALE)

I rilievi acustici nell'area del terminale di rigassificazione di Panigaglia nel Porto di La Spezia sono stati eseguiti il giorno 6 aprile 2021. Sono stati acquisiti i livelli di rumore ambientale in 17 punti disposti lungo quattro transetti ad una distanza crescente dal terminale.

Le analisi del rumore subacqueo evidenziano:

- 1) livelli di *Sound Pressure Level (root mean square)* $L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa) compresi in media tra 85.9 e 102.5
- 2) livelli di *Sound Pressure Level (peak)* $L_{p,pk}$ (dB re 1 μ Pa) compresi in media tra 111.4 e 121.9

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 28 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

- 3) livelli di *Sound Exposure Level* che non mostrano trend particolari in relazione alla distanza dal terminale
- 4) livelli di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* più elevati (seppur contenuti) nelle bande fino a 2000 Hz

È da sottolineare che la campagna di misure è stata effettuata in condizioni di traffico navale molto ridotto, in un periodo particolare (le festività pasquali durante le restrizioni di traffico navale imposte dall'emergenza COVID), e con poche sorgenti acustiche antropiche attive. Pertanto, le stime di rumore qui riportate rappresentano una specifica fotografia temporale caratterizzata da bassi livelli di rumore all'interno del Porto di La Spezia.

Limitatamente al periodo di indagine è emerso che il movimento di imbarcazioni e le strumentazioni di grosse navi ormeggiate, come nel caso della nave da crociera Costa Magica, siano le principali sorgenti che caratterizzano il rumore ambiente nel Porto di La Spezia.

7 BIBLIOGRAFIA - SEZIONE I

- Dekeling, R. P. A., M.L. Tasker, A. J. Van der Graaf, M. A. Ainslie, M. H. Andersson, M. André, J. F. Borsani, K. Brensing, M. Castellote, D. Cronin, J. Dalen, T. Folegot, R. Leaper, J. Pajala, P. Redman, S. P. Robinson, P. Sigray, G. Sutton, F. Thomsen, S. Werner, D. Wittekind, J. V. Young (2014). Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas Part I, Part II e Part III. EUR, Scientific and Technical Research series, ISSN 1831-9424, ISBN 978-92-79-36339-9.
- Mackenzie, K. V. (1981). Nine-term equation for sound speed in the oceans. Journal of the Acoustical Society of America 70, 807-812.
- Maglio, A., Castellote M., Pavan, G., Frey, S. (2016). Overview of the Noise Hotspots in the ACCOBAMS Area. Part I – Mediterranean Sea. ACCOBAMS Final Report: 45 pages. DOI: 10.13140/RG.2.1.2574.8560
- Petri, P., Borselli, L. 2021. Provincia di La Spezia e Comune di Porto Venere. Relazione geologico-tecnica NTC 2018 in Località Panigaglia. 44 pagine.
- Robinson, S. P., Lepper, P. A., & Hazelwood, R. A. (2014). Good Practice Guide for Underwater Noise Measurement, National Measurement Office, Marine Scotland, The Crown Estate, NPL Good Practice Guide No. 133, ISSN: 1368-6550. <http://www.npl.co.uk/upload/pdf/gpg133-underwater-noise-measurement.pdf>
- Urick, R. J. (1967). "Principles of Underwater Sound for Engineers" McGraw-Hill, New York.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 29 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

SEZIONE II: ANALISI DEL RUMORE SUBACQUEO – MODELLIZZAZIONE INFISSIONE PALI

La presente Sezione II riporta i risultati del modello che ha permesso la stima dei livelli di rumore potenzialmente raggiungibili durante l'infissione dei pali nell'ambito dei lavori di adeguamento delle strutture del pontile principale del Terminale di Panigaglia.

8 LAVORAZIONI PREVISTE

I lavori di adeguamento prevedono l'installazione di:

- n° 2 briccole di accosto, BA01 e BA02, equipaggiate con 2 fender e 1 gancio a scocco ciascuna;
- n° 2 briccole di ormeggio, BO01 e BO02, equipaggiate con 7 fender e 3 ganci a scocco ciascuna;

come indicato nelle figure 8-1 e 8-2.



Figura 8-1: Pontile principale di Panigaglia - Area di intervento

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 30 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

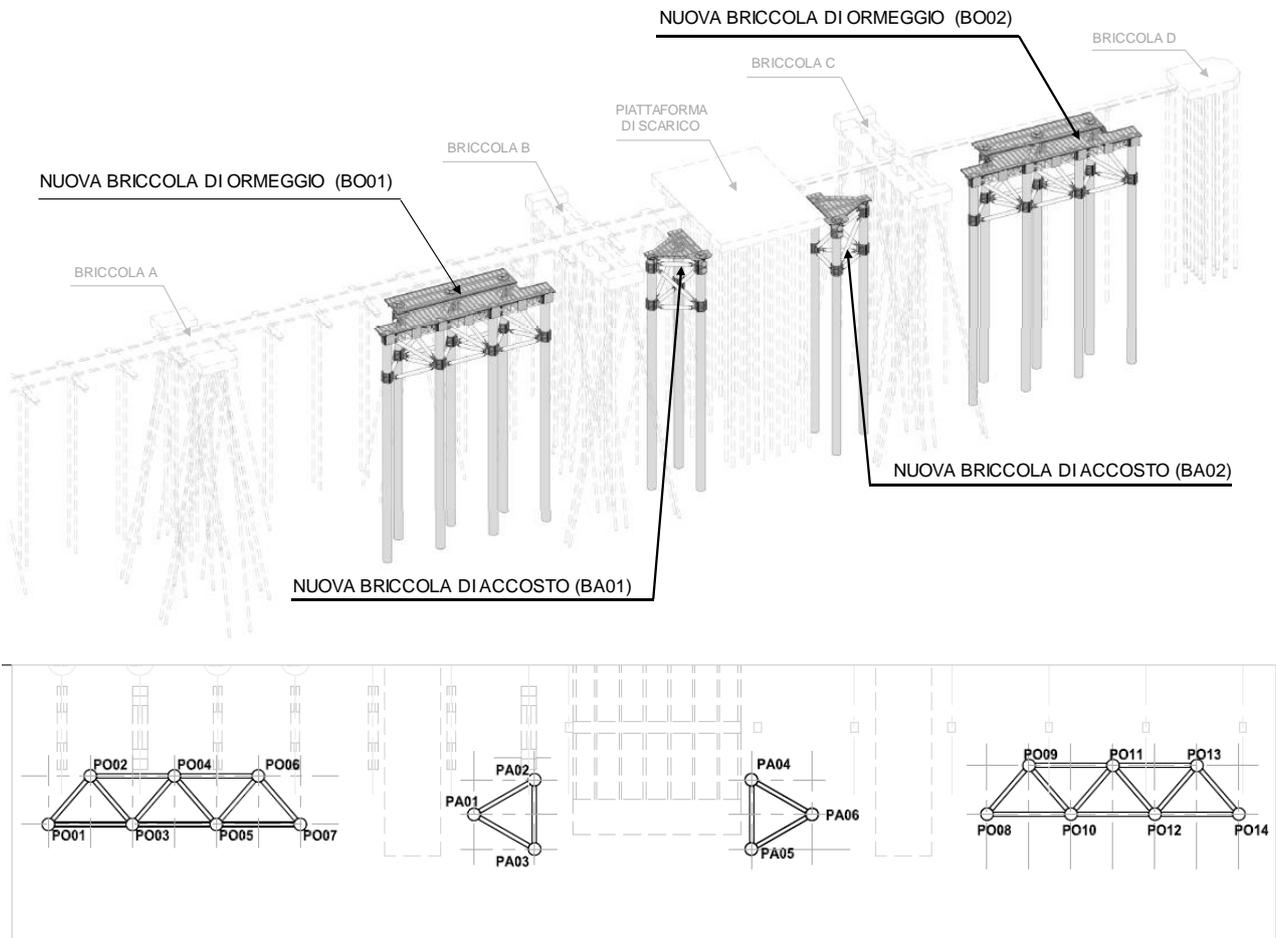


Figura 8-2: Pontile principale di Panigaglia – Strutture di ormeggio allo stato di progetto

Ai fini degli obiettivi del presente lavoro, sono state considerate le seguenti indicazioni:

- Pali da infiggere: vedi Tabella 8-1;
- Tecnologie di infissione: vibroinfissione e, solo se necessario, battitura con martello a impatto idraulico (Tabelle 8-1 e 8-2)
- Tipologia e scansione temporale delle attività:
 - Manovre di avvicinamento, ormeggio e posizionamento di una chiatta motorizzata, equipaggiata con gru di adeguata capacità;
 - Installazione dei pali;
 - Installazione delle piattaforme delle briccole e delle attrezzature di ormeggio su esse ospitate (potrà avvenire in parallelo alle installazioni dei pali successivi al primo con l'utilizzo di una chiatta dedicata).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 31 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Tabella 8-1: Caratteristiche dei pali da infiggere, modalità di infissione e tempistiche di lavorazione

TIPOLOGIA	FONDAZIONE BRICCOLE	SUPPORTO DIMA
Numero	20	max 4 per ogni palo di fondazione
Diametro [mm]	1.820	800 - 1000
Spessore [mm]	20 – 32 mm	20 – 32 mm
L_{infissa} [m] - profondità infissione	42	ca.20
Modalità esecutiva	vibroinfissione – battitura	vibroinfissione
TEMPI di infissione	1h ca.	1h ca.
TEMPI di estrazione	-	1h ca.

Tabella 8-2: Principali caratteristiche delle sorgenti di rumore (vibroinfissore e battipalo). Dati standard riferiti a macchine commerciali

Caratteristiche del vibroinfissore	Valori stimati (range)
Forza centrifuga (kN)	3000-4000
Momento eccentrico (Kgm)	110-190
Frequenza (Hz)	30-23
Massa dinamica (Kg)	9.000-12.000
Massa Totale (Kg)	15.000-16.000
Ampiezza oscillazioni (mm)	26-35

Caratteristiche del battipalo	Valori stimati
Energia max (kNm)	300
Max altezza sollevamento maglio	1
N. di colpi/min	50-120
Peso del maglio (Kg)	20.000
Peso totale battipalo (Kg)	42.600
Potenza teorica emessa (kW)	375

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 32 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

9 METODOLOGIA

9.1 Infissione dei pali: livelli sonori e propagazione

Il rumore generato si propaga attraverso la colonna d'acqua e al di sotto del fondale marino e dipende principalmente dai seguenti fattori (Tetra Tech, 2013; Buehler et al., 2015):

- ✓ La dimensione e il tipo di palo;
- ✓ L'energia d'impatto e il tipo di strumento (martello battipalo o vibroinfissore);
- ✓ La profondità dell'acqua;
- ✓ Il tipo di substrato in cui il palo viene infisso.

Per la definizione dell'impatto acustico dell'infissione dei pali, elemento chiave per tutelare le specie marine dal disturbo provocato da questa attività e per definire le azioni di mitigazione, è necessario stimare (Buehler et al., 2015):

- 1) I livelli sonori ambientali;
- 2) I livelli di pressione sonora provocati dall'infissione;
- 3) L'attenuazione del suono nell'area di indagine;
- 4) *Sound Exposure Level* (SEL) cumulativo.

9.2.1 Livelli sonori ambientali

I livelli sonori ambientali relativi all'area di studio allo stato *ante-operam* sono stati stimati e riportati nella Sezione I. In particolare:

- i valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* $L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa) sono compresi in media tra 85.9 e 102.5;
- i valori di *Sound Pressure Level (peak)* $L_{p,pk}$ (dB re 1 μ Pa) sono compresi in media tra 111.4 e 121.9;
- i livelli di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* ($L_{p,i}$) dB re 1 μ Pa²/Hz sono più elevati (seppur contenuti) nelle bande fino a 2.000 Hz;
- i valori di *Sound Exposure Level* ($L_{E,p}$) dB re 1 μ Pa²s non mostrano trend particolari in relazione alla distanza dal terminale (Figura 3-1).

9.2.2 Livelli di pressione sonora provocati dall'infissione

L'infissione di differenti tipologie di pali attraverso l'utilizzo di differenti strumenti genera diverse pressioni sonore. L'infissione dei pali nell'ambito dei lavori di adeguamento delle strutture del pontile del terminale di Panigaglia prevede:

- la vibro-palificazione (*vibro pile-driving*), dove pesi eccentrici rotanti creano una forza alternata sul palo, facendolo vibrare (e quindi ingfiere) nel substrato;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 33 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

- l'eventuale palificazione a impatto (*impact pile-driving*), in cui un palo viene martellato nel substrato da un pistone idraulico.

La tabella 9-1 riassume alcune delle caratteristiche dei descrittori di rumore durante la palificazione a impatto e la vibroinfissione (Government of South Australia, 2012). Nel caso della palificazione a impatto, dove vengono impartiti mediamente 30-90 colpi al minuto, i livelli di picco tipici della sorgente impulsiva raggiungono *Sound Pressure Level (peak)* $L_{p,pk}$ di 190-245 dB re 1 μ Pa, con *Sound Exposure Level* $L_{E,p}$ di 170-225 dB re 1 μ Pa²s per un singolo impulso. La maggior parte dell'energia sonora di solito è a frequenze comprese tra 100 Hz e 1 kHz (Tabella 9-1).

Tabella 9-1: Livelli sonori della palificazione a impatto e della vibroinfissione (Fonte: Government of South Australia, 2012).

Piling method	Character	Noise descriptor	Source levels	Most energy
Impact	Impulsive	SEL	170–225 dB re 1 μ Pa ² ·s	100 Hz and 1 kHz
		SPL	180–235 dB re 1 μ Pa	
		Peak level	190–245 dB re 1 μ Pa	
Vibro-driving	Continuous	SPL	160–200 dB re 1 μ Pa	100 Hz and 2 kHz

In generale, i pali con diametro maggiore sono generalmente associati a livelli di pressione sonora più elevati. Nella Figura 9-1, il grafico in alto mostra un aumento costante del livello di pressione sonora con diametri di pali più grandi e il grafico in basso mostra una relazione lineare approssimativa tra l'energia d'impatto e il diametro dei pali nel caso di utilizzo del battipalo.

A titolo di esempio, i livelli di *Sound Pressure Level (peak)* $L_{p,pk}$ e *Sound Pressure Level (rms)* $L_{p,rms}$ misurati per pali di 800 e 1800 m di diametro infissi da un battipalo (analoghi quindi a quelli che saranno utilizzati nei lavori di adeguamento del pontile del terminale di Panigaglia per la fondazione briccole e il supporto dima) raggiungono rispettivamente valori massimi di 219 dB e 197 dB re 1 μ Pa a una distanza di ~10 m (Reinhall & Dahl, 2011; Jiménez-Arranz et al., 2020).

Anche se i livelli sonori di picco possono essere sostanzialmente inferiori a quelli prodotti dai martelli ad impatto, l'energia totale impartita può essere paragonabile perché il vibroinfissore funziona continuamente e richiede più tempo per installare il palo. I livelli tipici della sorgente raggiungono *Sound Pressure Level (root mean square)* $L_{p,rms}$ di 160-200 dB re 1 μ Pa, con la maggior parte dell'energia tra 100 Hz e 2 kHz, e tuttavia sono mediamente 10 – 30 dB inferiori rispetto al battipalo a seconda del tipo di dispositivo impiegato nei lavori.

Nell'ambito della modellizzazione acustica presentata in questo documento sono stati utilizzati valori a sorgente indicativi riportati dalla letteratura di riferimento (e.g., British Columbia Environmental Assessment Office, 2016; Buehler et al., 2015; Jiménez-Arranz et al., 2020), potenzialmente rappresentativi delle condizioni che si incontreranno durante i lavori di adeguamento del pontile del Terminale di Panigaglia.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 34 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

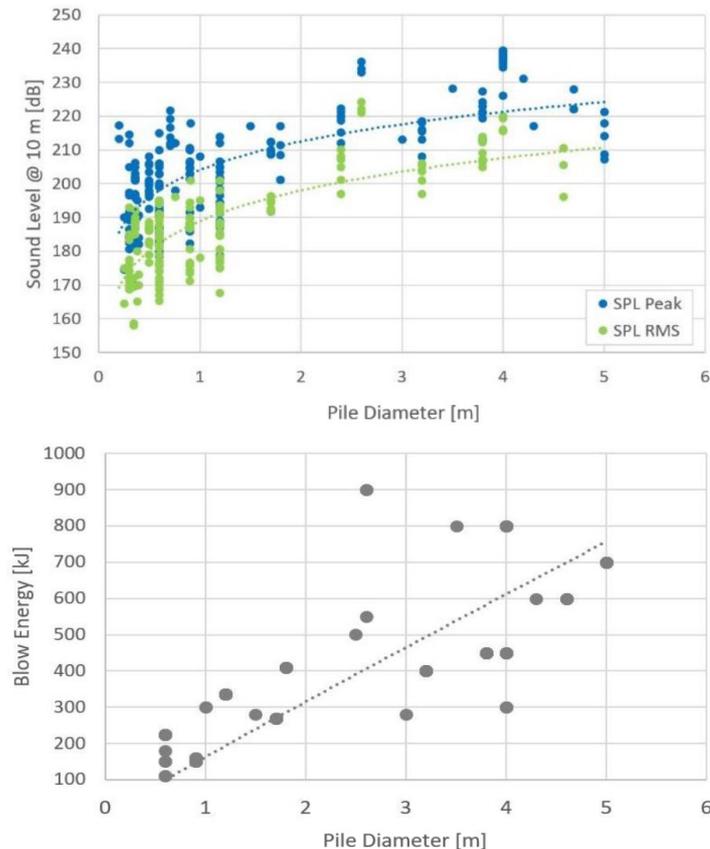


Figura 9-1: Relazione tra il livello sonoro e il diametro del palo per diversi tipi di pali infissi da un battipalo, tra cui pali in cemento e CISS, tubi in acciaio e monopali (in alto). Relazione lineare approssimativa tra l'energia d'impatto e il diametro del palo (in basso). I grafici sono ottenuti da dati pubblicati sulle emissioni acustiche delle attività di palificazione (Fonte: Jiménez-Arranz et al., 2020)

9.2.3 Grandezze acustiche e attenuazione del rumore (propagazione)

Date le caratteristiche delle sorgenti di rumore previste, ed in linea con le considerazioni del "Technical Subgroup on Underwater Noise and other Forms of Energy" (TSG-Noise, 2012; ISPRA, 2013), le grandezze acustiche considerate sono:

- 1) *Sound Pressure Level (root mean square)* $L_{p,rms}$ (infissione a impatto e vibroinfissione)
- 2) *Sound Pressure Level (peak)* $L_{p,pk}$ (solo nel caso dell'infissione a impatto)
- 3) *Sound Exposure Level* $L_{E,p}$ per colpo (solo nel caso dell'infissione a impatto)
- 4) *Sound Exposure Level* $L_{E,p,cum}$ cumulativo (infissione a impatto e vibroinfissione)

Si faccia riferimento alla Sezione I per il calcolo delle grandezze.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 35 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Si fa presente che *Sound Exposure Level* ($L_{E,p,cum}$) cumulativo è la grandezza che, per prassi consolidata, consente una valutazione degli impatti delle attività infissione dei pali sulle specie marine. Nel caso dell'infissione a impatto, $L_{E,p,cum}$ può essere stimato da un valore di $L_{E,p}$ rappresentativo di un singolo impulso (colpo di martello) e dal numero di colpi che sarebbero necessari per posizionare il palo alla sua profondità finale secondo la seguente relazione:

$$L_{E,p,cum} = L_{E,p} + 10 \log_{10} (n^{\circ} \text{di colpi}) \quad (1)$$

L'equazione presuppone, in linea teorica, che tutti i colpi abbiano lo stesso valore di $L_{E,p}$ e che un organismo marino sia continuamente esposto a impulsi con lo stesso $L_{E,p}$.

Nel caso della vibroinfissione $L_{E,p,cum}$ è stimato attraverso la seguente relazione considerando un rumore approssimativamente continuo:

$$L_{E,p,cum} = L_{p,rms} + 10 \log_{10} (\text{Tempo(s)}) \quad (2)$$

Anche in questo caso si associa un valore di $L_{p,rms}$ rappresentativo delle attività di vibro infissione relativo a tutto il periodo che sarebbe necessario per posizionare il palo alla sua profondità (Tempo(s)).

Per tutte le stime, sono stati considerati i parametri riportati in Tabella 9-2:

Tabella 9-2: Sintesi dei parametri di infissione utilizzati per le stime

	Pali diametro 1.820 mm		Pali diametro 800 mm
	vibroinfissione	battitura	vibroinfissione
Modalità di infissione	vibroinfissione	battitura	vibroinfissione
TEMPI di infissione/estrazione [min]	45	15	60
TEMPO TOTALE di infissione/estrazione al giorno [min]	60		240
N. colpi/min	-	90	-
N. TOTALE di colpi per infissione giornaliera	-	1350	-

Nota: il numero di colpi/minuti rappresentata il dato massimo che si intende utilizzare

$L_{E,p,cum}$, è stato stimato su scala giornaliera, ovvero considerando 1 ora totale di infissione (15 minuti con il martello e 45 minuti con il vibroinfissore) per il palo di 1.820 mm e 4 ore totali di infissione/estrazione per i 4 pali di 800 mm con il vibroinfissore. Tale scenario risulta quello più conservativo in quanto si è ipotizzato che per ciascuno dei 20 pali da installare venga generato per due giorni (per un totale quindi di 40 giorni) il rumore dovuto all'infissione del palo da 1.820 mm e dei 4 pali da 800 mm quando nella realtà il primo giorno si effettuerà l'infissione dei soli 4 pali da 800 mm mentre nel secondo giorno si effettuerà la posa del palo da 1.820 mm e l'estrazione dei 4 pali da 800 mm infissi il primo giorno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 36 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Per quanto riguarda la definizione delle proprietà acustiche delle sorgenti, si è fatto riferimento a dati di letteratura relativi ai livelli acustici tipicamente associati alle attività di palificazione a impatto e vibroinfissione (vedi Tabella 9-1) ed alle caratteristiche dei pali e degli strumenti di infissione, mantenendo un approccio conservativo.

Per la modellazione della palificazione a impatto e della vibroinfissione sono stati selezionati i valori di riferimento a sorgente riportati in Tabella 9-3.

Tabella 9-3: Sintesi dei livelli di riferimento a sorgente utilizzati per le stime

	Pali diametro 1.820 mm		Pali diametro 800 mm
	vibroinfissione	battitura	vibroinfissione
Modalità di infissione			
Sound Pressure Level (peak) $L_{p,pk}$ [dB re 1 μ Pa]	-	232	-
Sound Pressure Level (root mean square) $L_{p,rms}$ [dB re 1 μ Pa]	-	217	-
Sound Exposure Level $L_{E,p}$ [dB re 1 μ Pa ² s] per singolo colpo	-	210	-
Sound Exposure Level $L_{E,p,cum}$ [dB re 1 μ Pa ² s]	241.3	241.3	236.6
Sound Pressure Level (root mean square) $L_{p,rms}$ [dB re 1 μ Pa]	207	-	195

La stima della distribuzione spaziale delle grandezze acustiche *Sound Pressure Level (root mean square)* $L_{p,rms}$, *Sound Pressure Level (peak)* $L_{p,pk}$ e *Sound Exposure Level* $L_{E,p}$ e $L_{E,p,cum}$ è stata effettuata utilizzando *Transmission Loss* (TL) conservativa caratterizzante l'area di studio.

La stima dei livelli sonori al variare della distanza dalla sorgente (S) è stata quindi effettuata attraverso la seguente relazione:

$$\text{Sound Level} = SL - TL$$

dove SL (*Source Level*) è il valore del livello sonoro stimato ad 1 metro dalla sorgente e TL (*Transmission Loss*) è la perdita di energia per trasmissione acustica che, in acque poco profonde, è data dalla relazione:

$$TL = k \log_{10}(r)$$

dove r è la distanza dalla sorgente S e k è il coefficiente diffusione acustica dell'area di studio a cui è stato associato un valore comunemente utilizzato in aree con analoghe caratteristiche di k=15. Si è trascurato l'assorbimento molecolare poiché per le frequenze emesse è minore di 0.1 dB/km. Pertanto, i valori dei livelli sonori teorici alle diverse distanze dalla sorgente S sono stati stimati attraverso la seguente relazione:

$$\text{Sound Level}(r) = SL - 15 \log_{10}(r)$$

Per quanto concerne l'infissione a impatto dei pali da 1.820 mm, per lo studio in frequenza di *Sound Exposure Level* $L_{E,fc}$ è stata utilizzata una tipica distribuzione in bande di un terzo di ottava dei livelli a sorgente (SL) generati da una infissione ad impatto compatibile con quella ipotizzata nei lavori di adeguamento del pontile del terminale di Panigaglia (British Columbia Environmental Assessment Office, 2016).

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 37 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

La modellazione della propagazione si è basata su uno spettro di frequenza in grado di coprire l'energia principale emessa durante l'infissione (generalmente tra 10 Hz e 1 kHz per la palificazione a impatto). In particolare, sono state selezionate le seguenti bande di 1/3 di ottava: 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz e 1000 Hz. I valori stimati nelle bande dei livelli a sorgente (SL) di *Sound Exposure Level* $L_{E,fc}$ sono presentati in Tabella 9-4.

Tabella 9-4: Valori SL (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s @ 1 m}$) di Sound Exposure Level $L_{E,fc}$ nelle bande di un terzo di ottava centrate a 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz e 1000 Hz

Frequenza centrale	SL (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s @ 1 m}$) nelle bande di un terzo di ottava
63 Hz	202
125 Hz	198
250 Hz	187
500 Hz	199
1000 Hz	174

Al fine di assicurare trasparenza di impiego, ripetibilità metodologica e comparazione dei risultati (NPL, 2014), per la modellazione della propagazione è stata utilizzata la *suite open-source* ActUP v.2.2, distribuita dal *Center for Marine Science and Technology (CMST) – Curtin University of Technology, Australia* (<http://cmst.curtin.edu.au>). ActUP v.2.2 permette l'impiego di numerosi modelli, incluse diverse versioni del *Range-Dependent Acoustic Model* (RAM), è eseguita in ambiente Matlab e ha funzioni di *post-processing* per la visualizzazione dei risultati.

La scelta del modello è ricaduta sul RAMSGeo, una delle versioni del RAM adatta a modellare la propagazione del rumore a bassa frequenza nei fondali compresi entro la scarpata continentale (ISPRA, 2012) in ambiente interamente *range-dependent* che tiene conto delle caratteristiche del mezzo.

Il modello è stato implementato considerando le proprietà delle sorgenti di rumore (frequenze caratteristiche e profondità) e dei percorsi di propagazione (profondità del fondale in funzione della distanza, velocità del suono nella colonna d'acqua secondo la formula empirica di Mackenzie (1981). La Figura 9-2 riporta il profilo della velocità del suono in funzione della profondità stimato a sorgente (pontile di Panigaglia).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 38 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

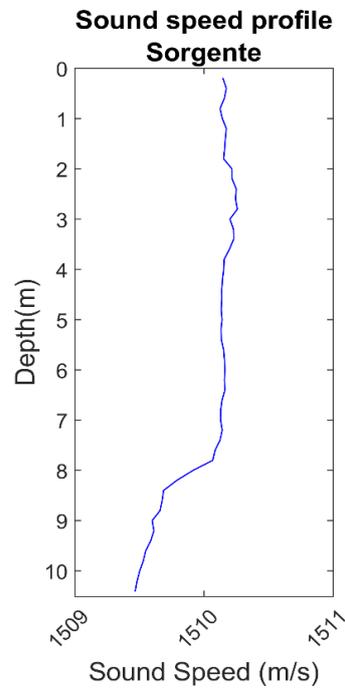


Figura 9-2: Profilo della velocità del suono a sorgente (pontile di Panigaglia) stimati attraverso la formula empirica di Mackenzie (1981)

I parametri utilizzati per le modellazioni sono stati i seguenti:

- Profondità fondale: 10.5 m;
- Tipologia di fondale: argilloso;
- Profondità sorgente: 5 m;
- Frequenze: 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz;
- Distanza: 10000 m;
- C_p = velocità dell'onda di compressione, 1528 m/sec;
- A = attenuazione di compressione, 0.375 dB/ λ ;
- ρ = densità 1775 Kg/m³.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 39 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

10 RISULTATI

10.1 Infissione a impatto (pali da 1.820 mm)

I risultati delle stime di *Sound Pressure Level (peak)* $L_{p,pk}$, *Sound Pressure Level (root mean square)* $L_{p,rms}$, *Sound Exposure Level* $L_{E,p}$ per impulso e *Sound Exposure Level* $L_{E,p,cum}$ cumulativo sono riportati nelle figure 10-1, 10-2, 10-3 e 10-4, rispettivamente. Tutte le grandezze acustiche subiscono la riduzione più significativa entro 1000 m dalla sorgente.

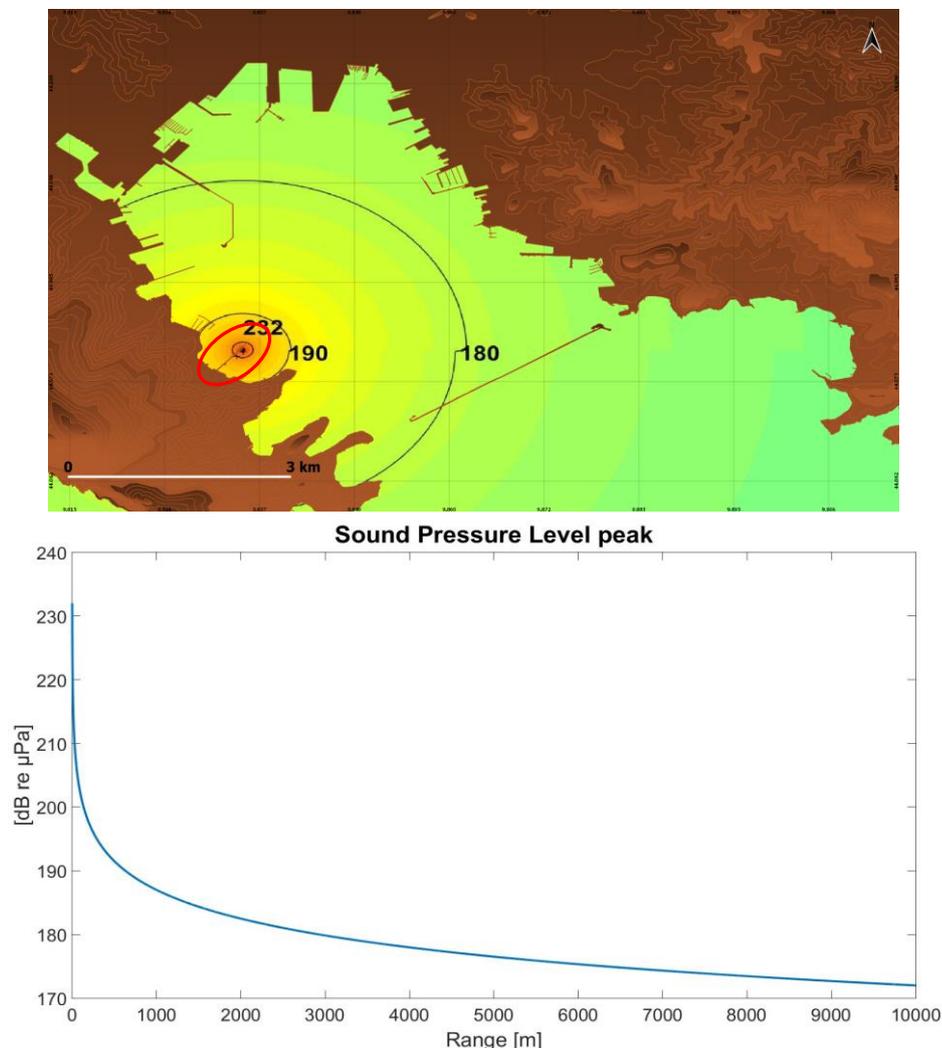


Figura 10-1: In alto: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Pressure Level (peak)* $L_{p,pk}$ [dB re 1 μ Pa] del battipalo, ipotizzando un valore a sorgente di 232 dB e *Transmission Loss* pari a $15\text{Log}(r)$. In basso: Stima di $L_{p,pk}$ al variare della distanza dalla sorgente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 40 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

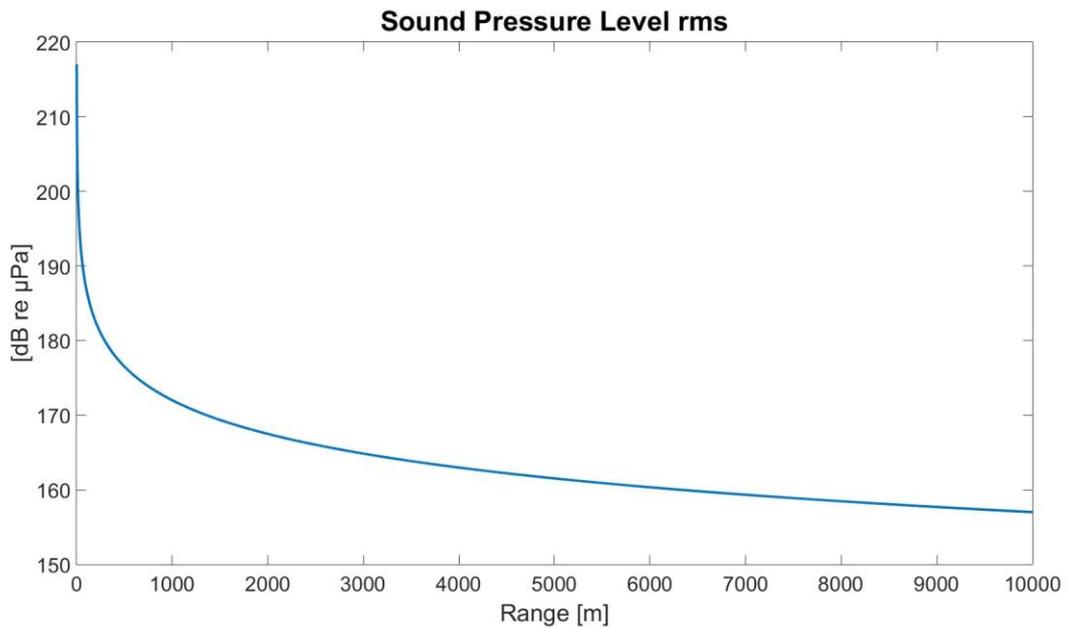
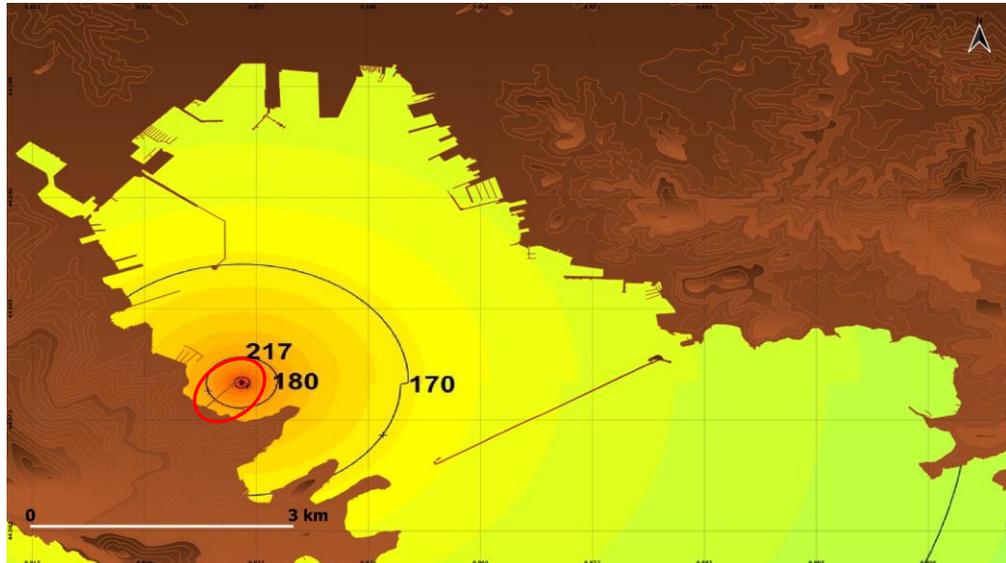


Figura 10-2: In alto: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Pressure Level (rms) $L_{p,rms}$* [dB re 1 μ Pa] del battipalo, ipotizzando un valore a sorgente di 217 dB e *Transmission Loss* pari a $15\text{Log}(r)$. In basso: Stima di $L_{p,rms}$ al variare della distanza dalla sorgente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 41 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

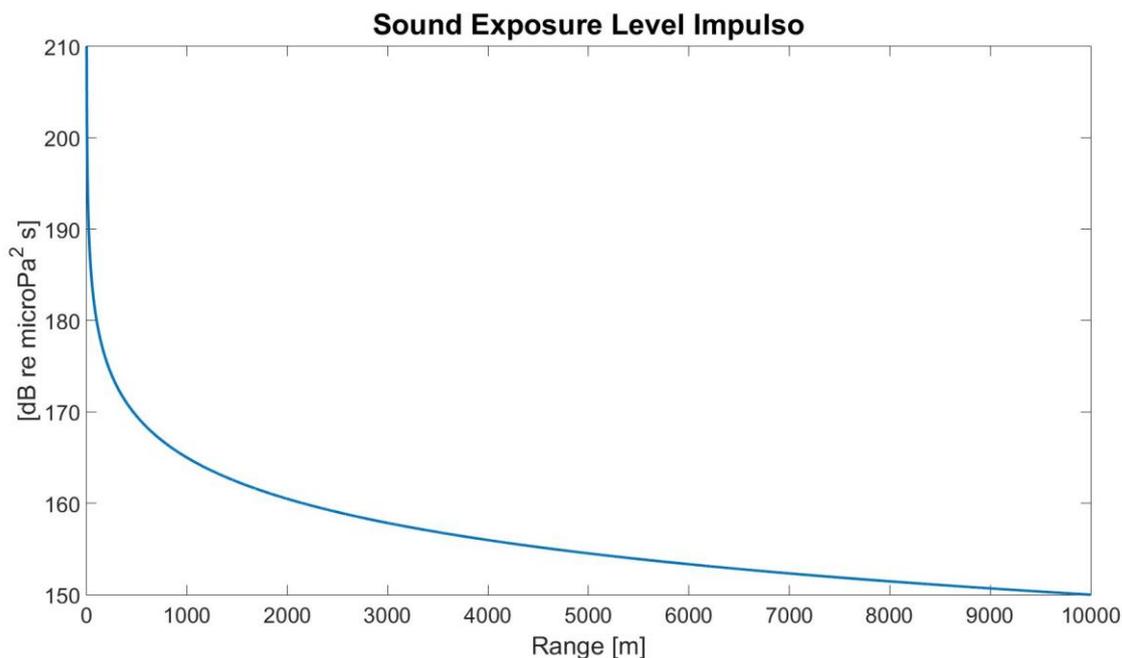
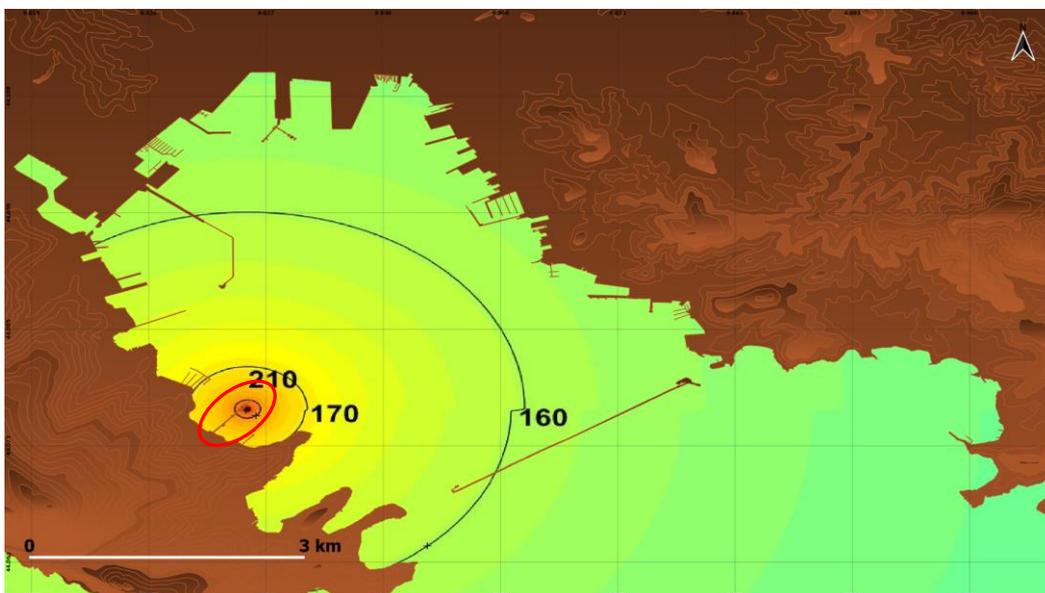


Figura 10-3: In alto: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Exposure Level* $L_{E,p}$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{s}$] per singolo impulso del battipalo, ipotizzando un valore a sorgente di 210 dB e *Transmission Loss* pari a $15\text{Log}(r)$. In basso: Stima di $L_{E,p}$ al variare della distanza dalla sorgente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 42 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

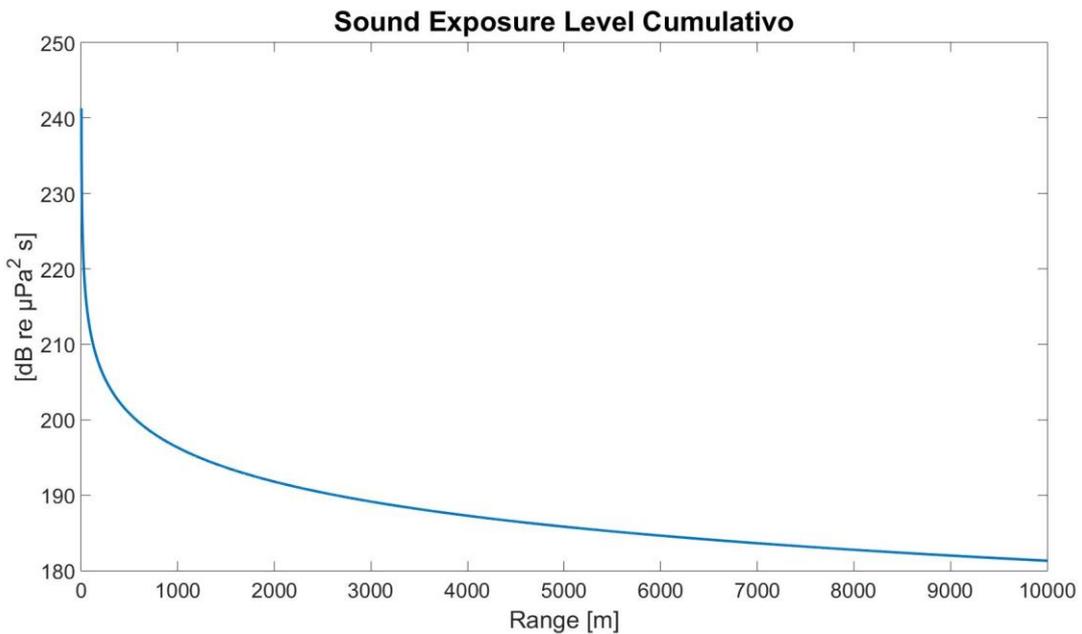
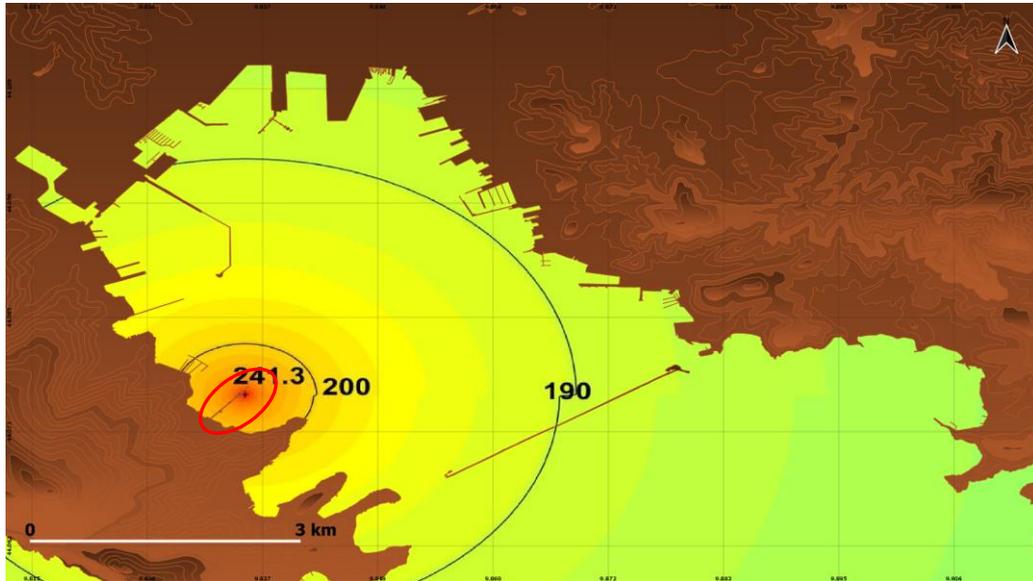


Figura 10-4: In alto: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,cum}$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{s}$] cumulativo giornaliero del battipalo, utilizzando un valore a sorgente di 241.3 dB ottenuto da un valore per impulso di 210 dB e stimando un numero di colpi giornaliero pari a 90 colpi/min *15 minuti secondo la relazione (1) per complessive 31.3 dB. In basso: Stima di $L_{E,p,cum}$ al variare della distanza dalla sorgente utilizzando *Transmission Loss* di $15\text{Log}(r)$.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 43 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

I risultati dell'analisi di *Sound Exposure Level* $L_{E,fc}$ nelle bande di frequenza centrate a 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz e 1 kHz sono riportate nelle figure 10-5, 10-6, 10-7, 10-8 e 10-9, rispettivamente. Si osserva un importante decadimento per le basse frequenze dovuto alla tipologia del fondale (*very shallow water*) che non permette alle stesse di propagarsi per lunghe distanze. In tutti i casi si rileva una sensibile diminuzione dell'andamento dell'intensità del rumore entro 800 m di distanza dalla sorgente di rumore presso il pontile di Panigaglia dovuto dall'assorbimento dello strato superficiale del fondo costituito da una argilla limosa fluido-plastica (fango) (Petri e Borselli, 2021).

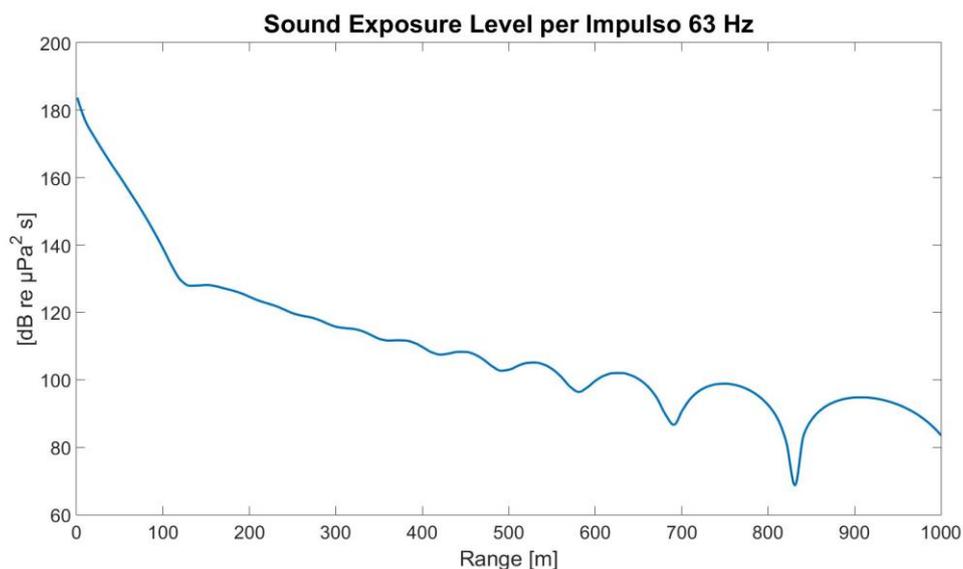
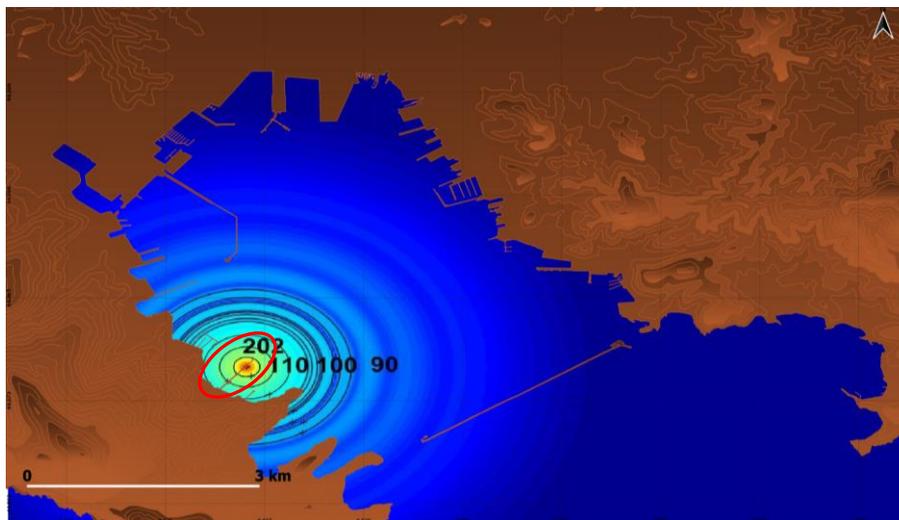


Figura 10-5: In alto: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Exposure Level* $L_{E,fc}$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{s}$], per singolo impulso del battipalo, nella banda di un 1/3 di ottava centrata alla frequenza di 63 Hz, ipotizzando un valore a sorgente di 202 dB e *Transmission Loss* ottenuta da modello di propagazione. In basso: Stima di $L_{E,fc}$ al variare della distanza dalla sorgente.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 44 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

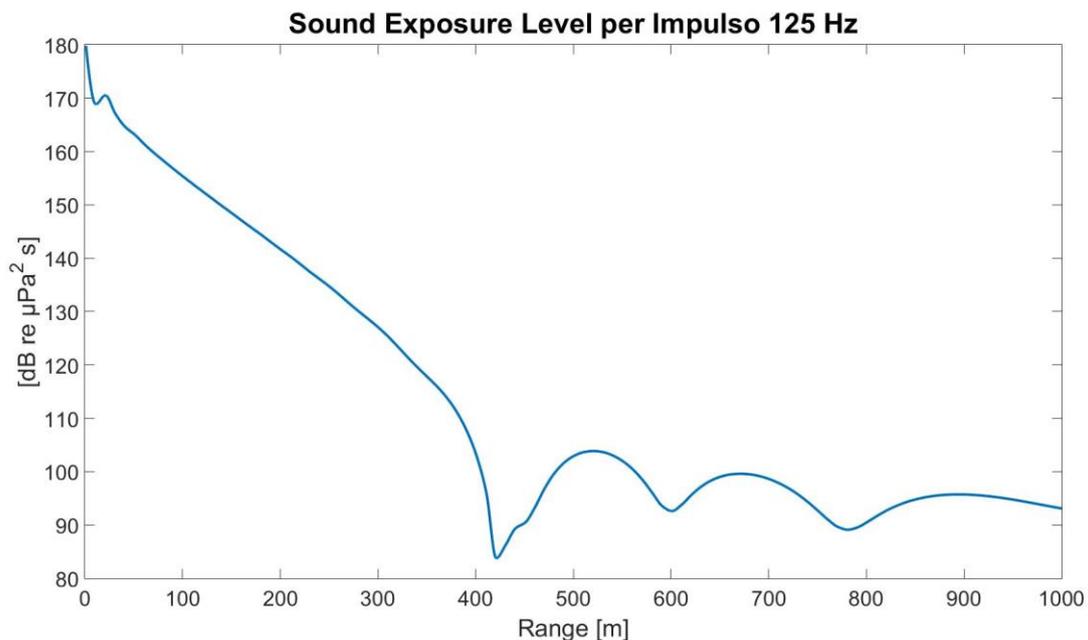
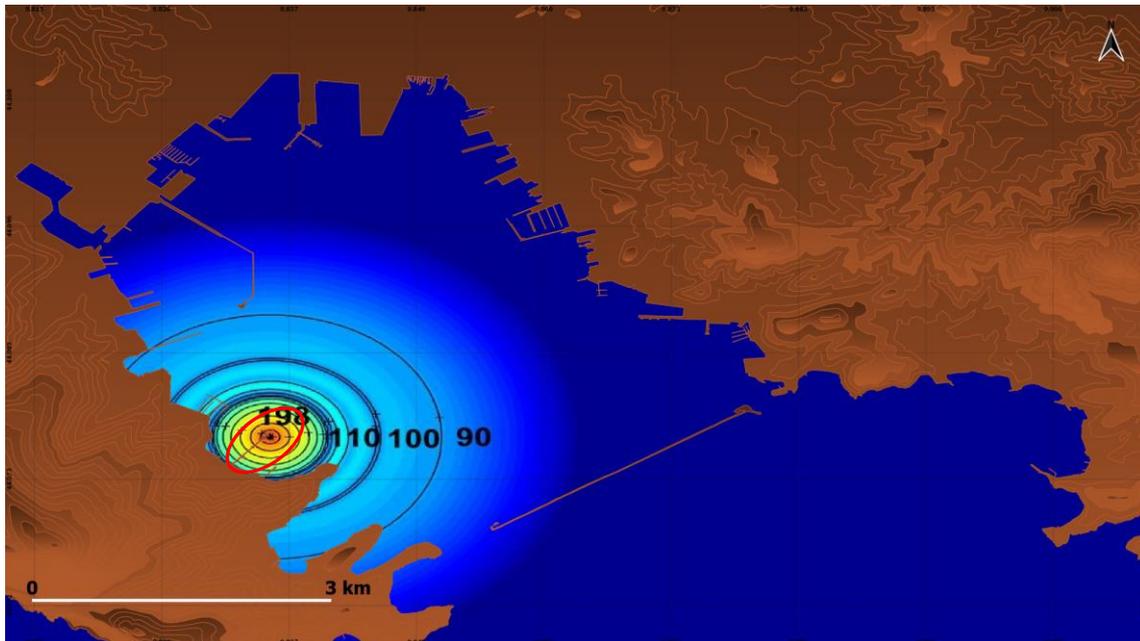


Figura 10-6: In alto: Mappa di distribuzione spaziale del *Sound Exposure Level* $L_{E,fc}$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{s}$] per singolo impulso del battipalo, nella banda di un 1/3 di ottava centrata alla frequenza di 125 Hz, ipotizzando un valore a sorgente di 198 dB e *Transmission Loss* ottenuta da modello di propagazione. In basso: Stima di $L_{E,fc}$ al variare della distanza dalla sorgente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 45 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

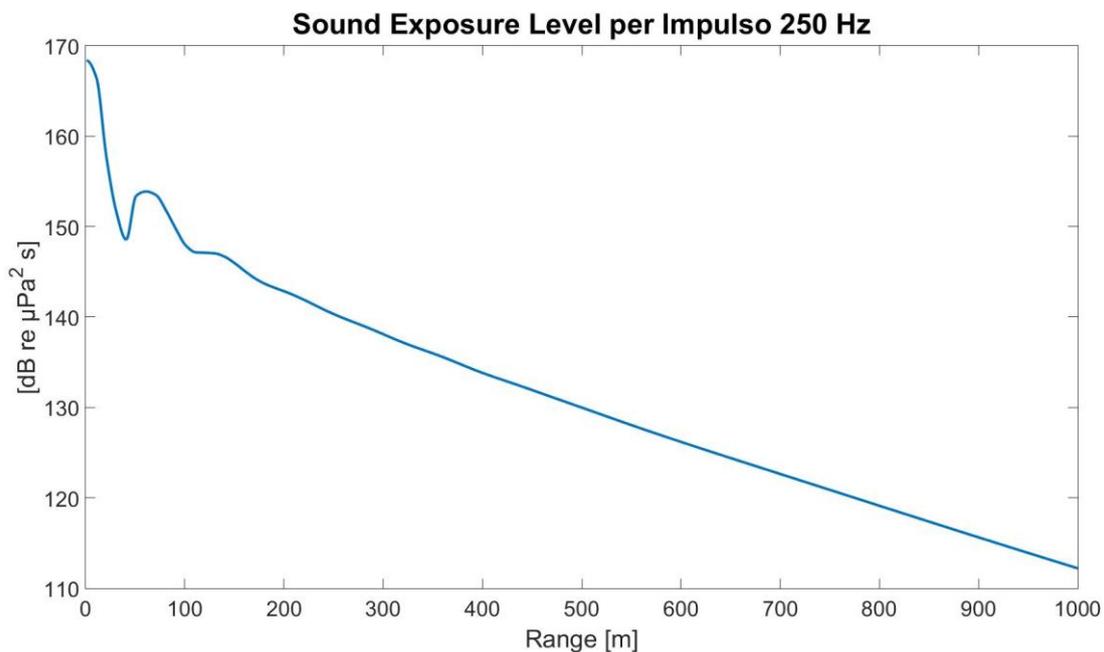
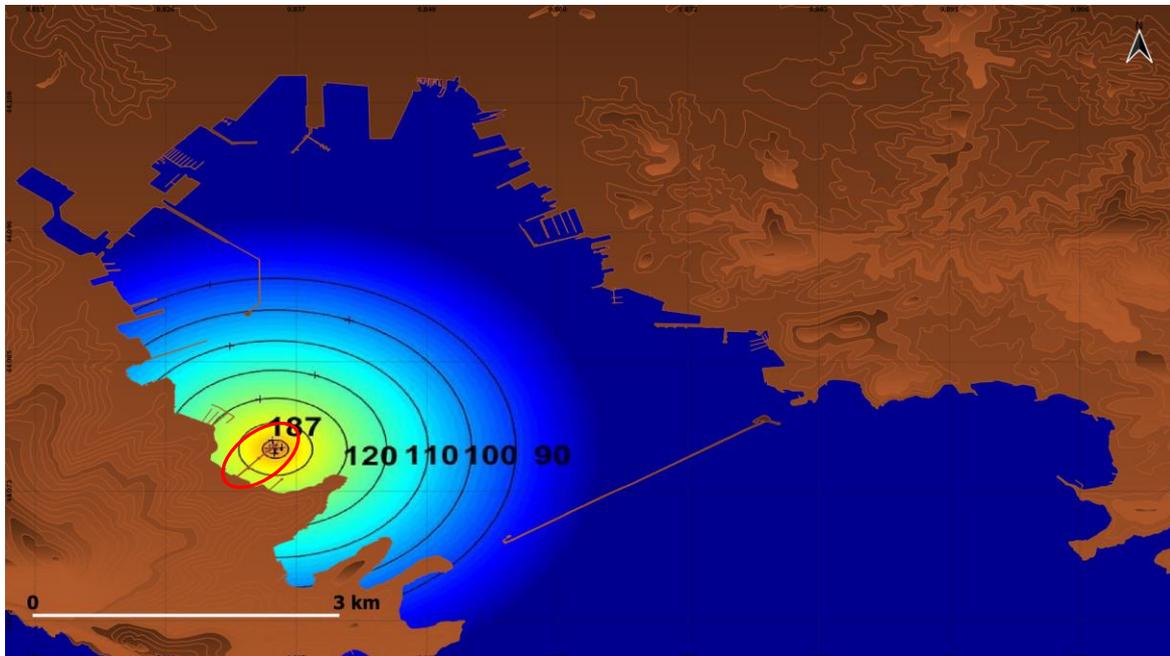


Figura 10-7: In alto: Mappa di distribuzione spaziale del *Sound Exposure Level* $L_{E,fc}$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{s}$] per singolo impulso del battipalo, nella banda di un 1/3 di ottava centrata alla frequenza di 250 Hz, ipotizzando un valore a sorgente di 187 dB e *Transmission Loss* ottenuta da modello di propagazione. In basso: Stima di $L_{E,fc}$ al variare della distanza dalla sorgente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 46 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

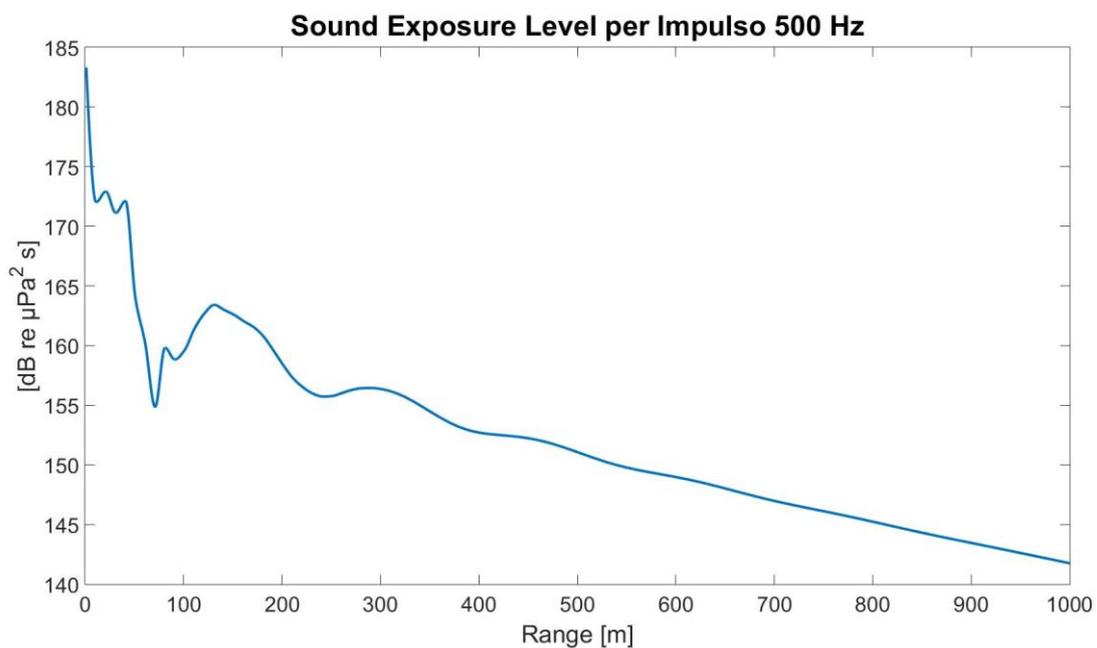
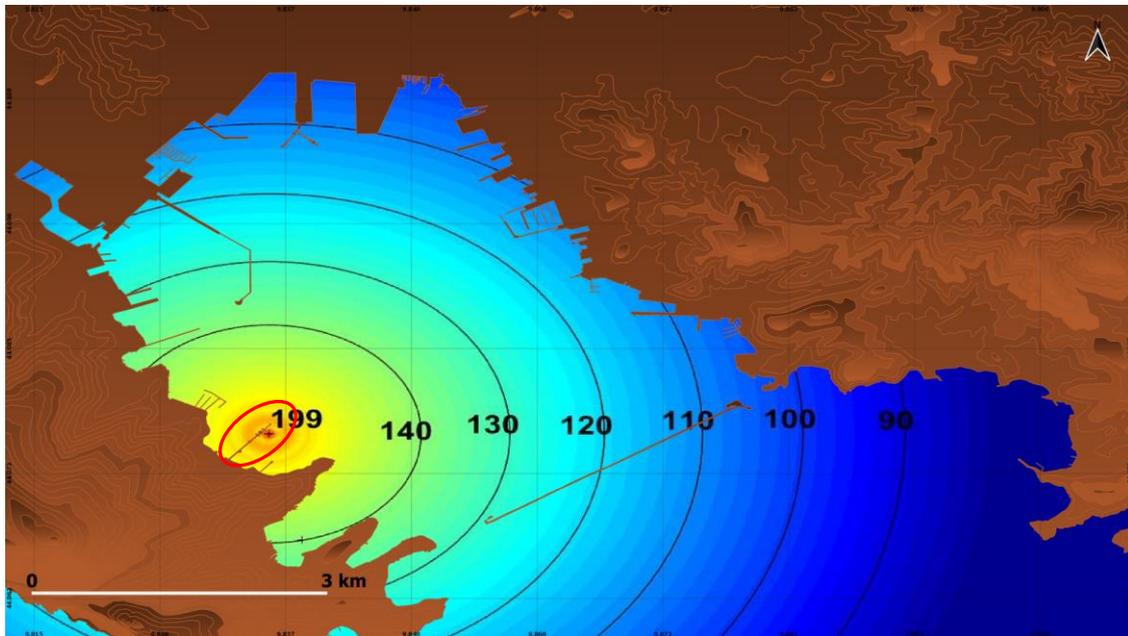


Figura 10-8: In alto: Mappa di distribuzione spaziale del *Sound Exposure Level* $L_{E,fc}$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{s}$] per singolo impulso del battipalo, nella banda di un 1/3 di ottava centrata alla frequenza di 500 Hz, ipotizzando un valore a sorgente di 199 dB e *Transmission Loss* ottenuta da modello di propagazione. In basso: Stima di $L_{E,fc}$ al variare della distanza dalla sorgente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 47 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

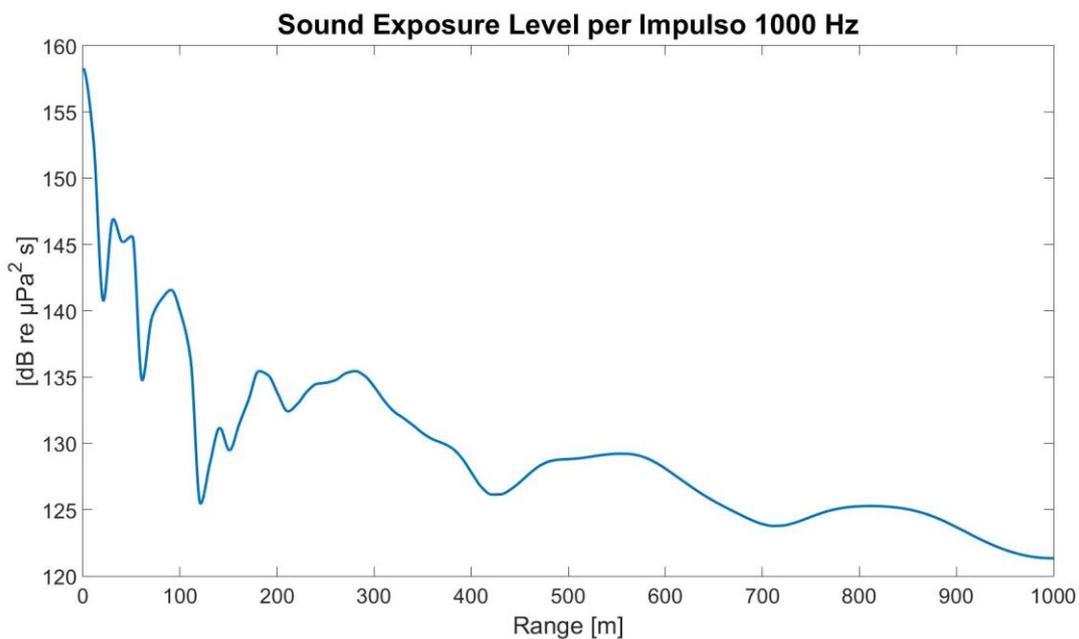
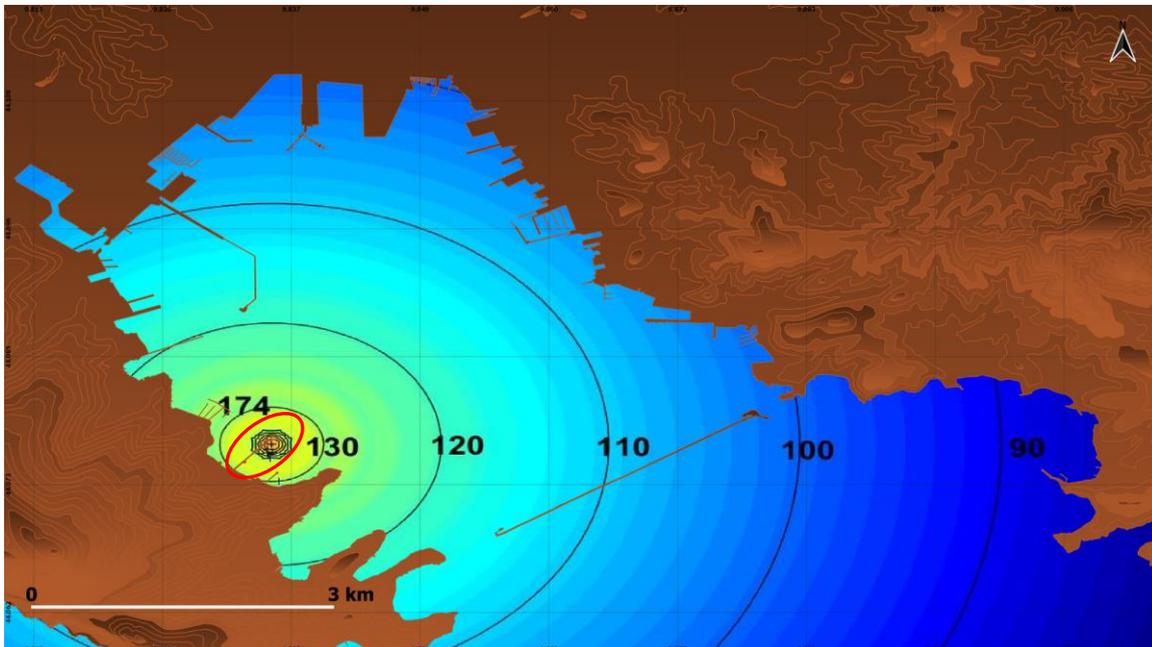


Figura 10-9: In alto: Mappa di distribuzione spaziale del *Sound Exposure Level* $L_{E,fc}$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{s}$] per singolo impulso del battipalo, nella banda di un 1/3 di ottava centrata alla frequenza di 1000 Hz, ipotizzando un valore a sorgente di 174 dB e *Transmission Loss* ottenuta da modello di propagazione. In basso: Stima di $L_{E,fc}$ al variare della distanza dalla sorgente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 48 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

10.2 Vibroinfissione (pali da 1.820 mm)

I risultati delle stime di *Sound Pressure Level (root mean square)* $L_{p,rms}$ e *Sound Exposure Level* $L_{E,p,cum}$ cumulativo per i pali di diametro 1.820 mm sono riportati nelle figure 10-10 e 10-11, rispettivamente. Tutte le grandezze acustiche subiscono la riduzione più significativa entro i 1.000 m dalla sorgente.

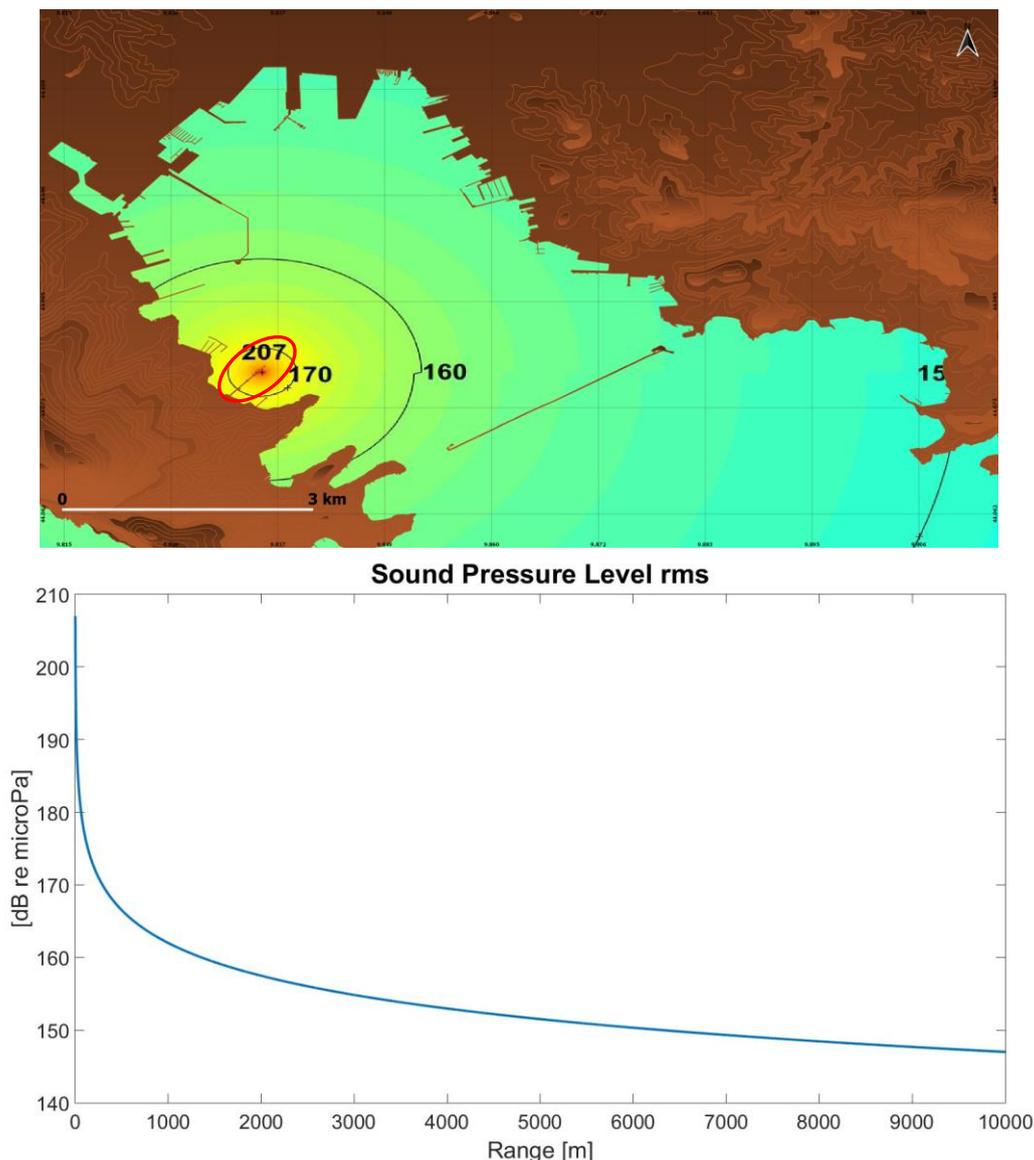


Figura 10-10: In alto: Mappa di distribuzione spaziale del *Sound Pressure Level (rms)* $L_{p,rms}$ [dB re 1 µPa] del vibroinfissore, ipotizzando un valore a sorgente di 207 dB e *Transmission Loss* di $15\text{Log}(r)$. In basso: Stima di $L_{p,rms}$ al variare della distanza dalla sorgente

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 49 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

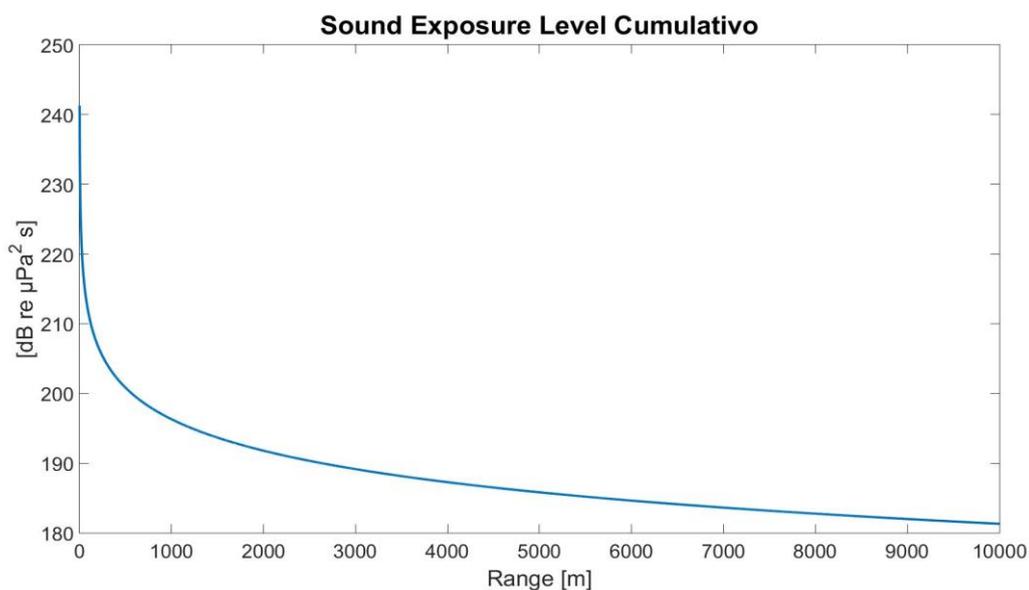
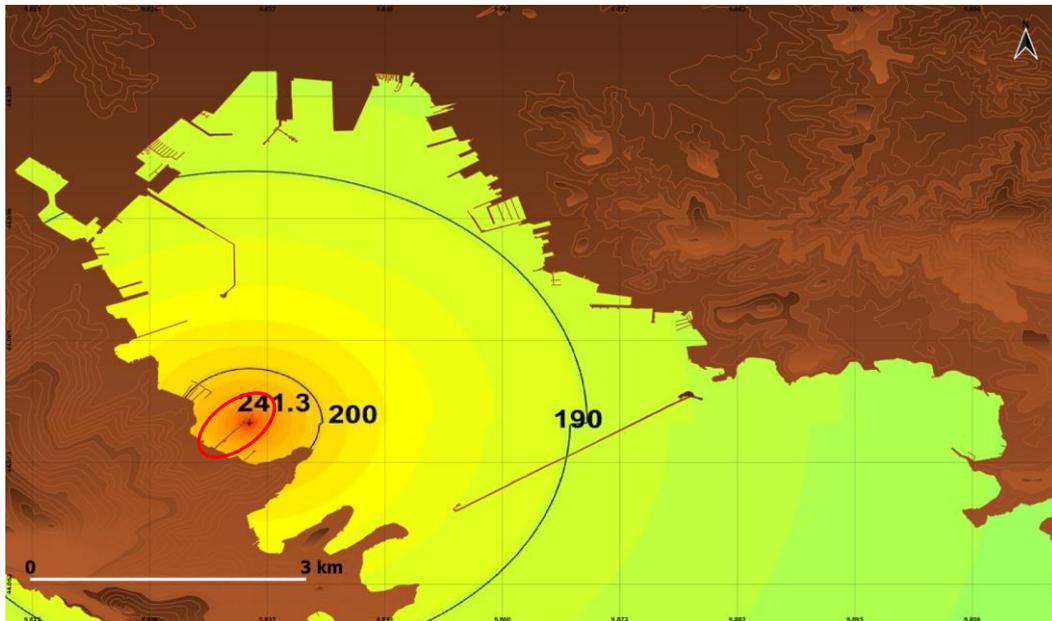


Figura 10-11: In alto: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,cum}$ [dB re $1 \mu\text{Pa}^2 \text{s}$] cumulativo giornaliero del vibroinfissore, utilizzando un valore a sorgente di 241.3 dB ottenuto dal $L_{p,rms}$ di 207 dB e ipotizzando un utilizzo del vibroinfissore di 45 minuti per un valore complessivo di 34.3 dB secondo la relazione (2). In basso: Stima di $L_{E,p,cum}$ al variare della distanza dalla sorgente utilizzando *Transmission Loss* pari a $15\text{Log}(r)$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 50 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

10.3 Vibroinfissione (pali da 800 mm)

I risultati delle stime di *Sound Pressure Level (root mean square)* $L_{p,rms}$ e *Sound Exposure Level* $L_{E,p,cum}$ cumulativo per i pali di diametro 800 mm sono riportati nelle figure 10-12 e 10-13, rispettivamente. Tutte le grandezze acustiche subiscono la riduzione più significativa entro i 1000 m dalla sorgente.

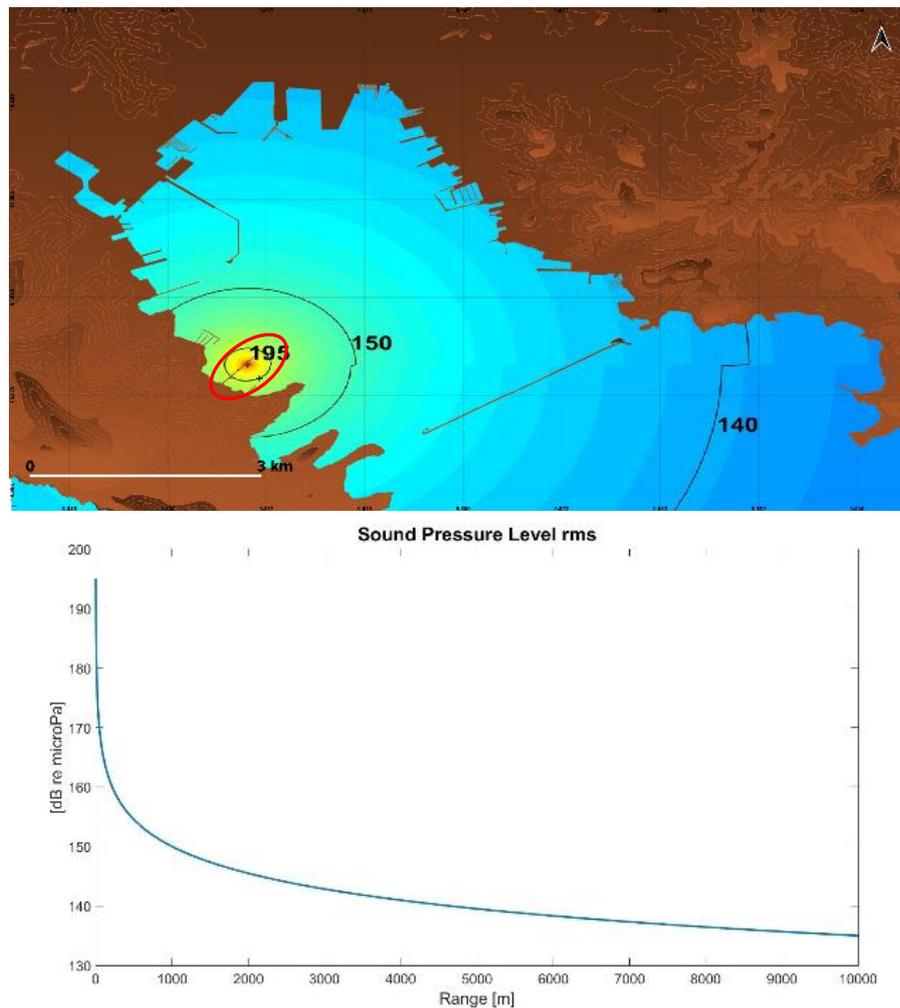
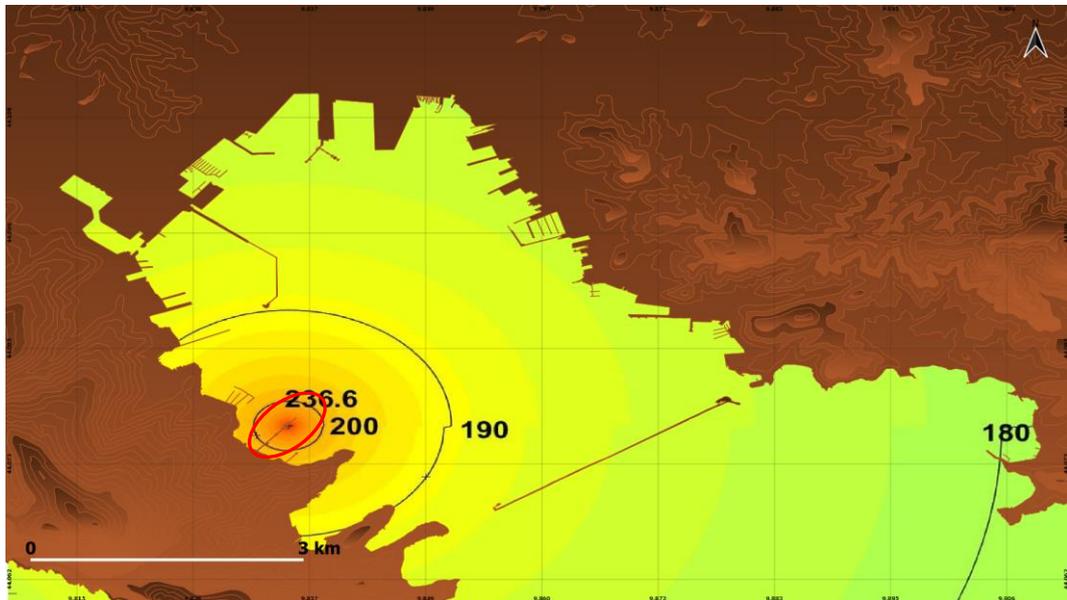


Figura 10-12: In alto: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Pressure Level (rms)* $L_{p,rms}$ [dB re 1 μ Pa] del vibroinfissore, ipotizzando un valore a sorgente di 195 dB e *Transmission Loss* di $15\text{Log}(r)$. In basso: Stima di $L_{p,rms}$ al variare della distanza dalla sorgente

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 51 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



Sound Exposure Level

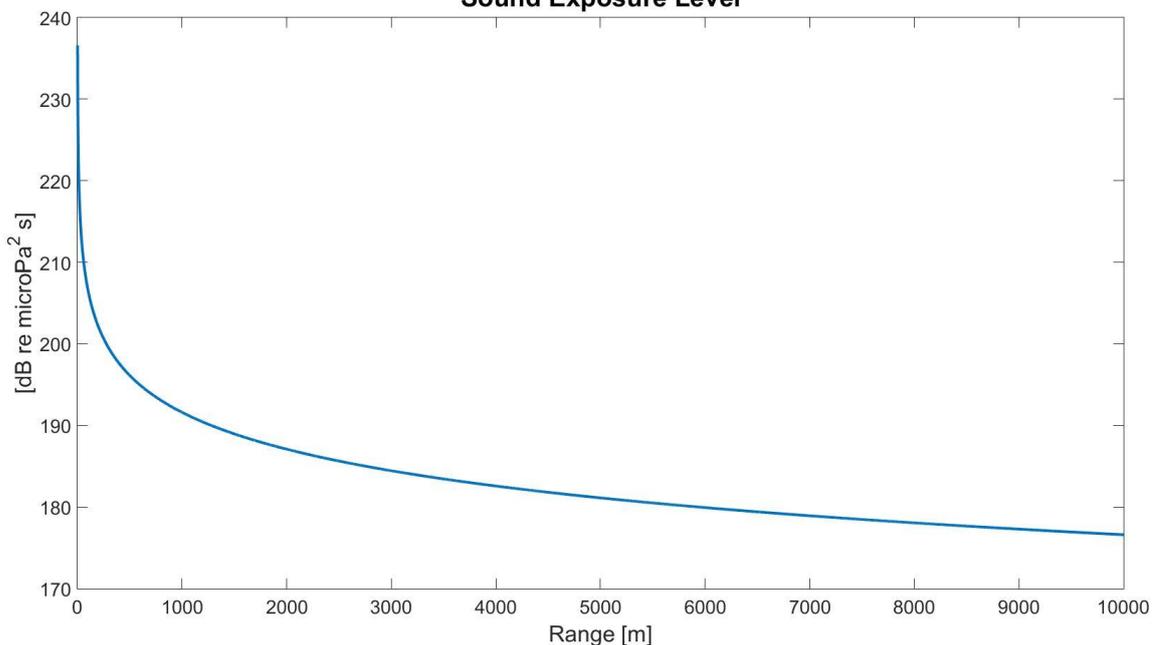


Figura 10-13: In alto: Mappa di distribuzione spaziale di **Sound Exposure Level** $L_{E,p,cum}$ [dB re $1 \mu\text{Pa}^2 \text{s}$] cumulativo giornaliero del vibroinfissore, utilizzando un valore a sorgente di 236.6 dB ottenuto dal $L_{p,rms}$ di 195 dB e ipotizzando un utilizzo del vibroinfissore di 240 minuti, per un valore complessivo di 41.6 dB secondo la relazione (2). In basso: Stima di $L_{E,p,cum}$ al variare della distanza dalla sorgente utilizzando **Transmission Loss** pari a $15\text{Log}(r)$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 52 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

11 CONCLUSIONI SUI RISULTATI DELLA MODELLIZZAZIONE DEL RUMORE SUBACQUEO

Le stime di rumore subacqueo prodotte nel presente studio sono da considerarsi indicative poiché:

- sono state considerate solo le attività associate all'infissione dei pali nell'ambito delle complessive operazioni di costruzione delle nuove strutture presso il terminale di Panigaglia;
- sono state modellate le attività di palificazione a impatto e la vibroinfissione usando valori conservativi ricavati dalla letteratura disponibile.

Nonostante le impostazioni modellistiche siano state esaminate in diversi step di verifica per assicurare che i parametri di input fossero corretti, che l'output fosse rappresentato correttamente e che tutti i calcoli fossero coerenti, esistono limitazioni nell'uso di modelli bidimensionali di attenuazione del suono in un ambiente tridimensionale. Il modello di propagazione qui utilizzato per la valutazione del rumore subacqueo fornisce un'approssimazione conservativa della perdita di trasmissione in ambiente marino, dove ad esempio specifiche caratteristiche topografiche (linee di costa, isole, diga foranea etc) e del substrato, e variazioni nella stratificazione della colonna d'acqua, possono creare differenti gradienti di propagazione rispetto a quelli qui previsti basati sulla diffusione geometrica.

Come evidenziato nella Sezione I, i livelli di base di tutte le grandezze acustiche considerate si sono rivelati estremamente contenuti a causa delle particolari condizioni di campionamento (assenza di traffico nel porto di La Spezia durante il periodo pasquale durante l'emergenza COVID). Le simulazioni qui descritte evidenziano incrementi significativi di *Sound Pressure Level (peak)* e *Sound Pressure Level (root mean square)* per l'infissione con battipalo e di *Sound Pressure Level (root mean square)* per la vibroinfissione rispetto alle condizioni di base. *Sound Exposure Level* stimato nelle diverse bande di frequenza mostra valori più contenuti in bande più basse a causa della natura del fondale di natura fangosa, della profondità e delle condizioni ambientali. Queste sembrano determinare un significativo assorbimento del rumore a distanze di 800-1.000 m dalla sorgente per tutte le grandezze acustiche considerate.

I valori cumulativi di *Sound Exposure Level* delle attività di infissione dei pali da 1.820 mm e di quelli da 800 mm sono stati stimati in maniera distinta poiché le due attività non avvengono contemporaneamente. Tuttavia, è stata effettuata una stima cumulativa relativa alle 5 ore di infissione (1 ora per il palo da 1.820 mm e 4 ore complessive per i 4 pali da 800 mm). Tale scenario risulta quello più conservativo in quanto si è ipotizzato che per ciascuno dei 20 pali da installare venga generato per due giorni (per un totale quindi di 40 giorni) il rumore dovuto all'infissione del palo da 1.820 mm e dei 4 pali da 800 mm quando nella realtà il primo giorno si effettuerà l'infissione dei soli 4 pali da 800 mm mentre nel secondo giorno si effettuerà la posa del palo da 1.820 mm e l'estrazione dei 4 pali da 800 mm infissi il primo giorno.

In relazione al potenziale impatto del rumore delle attività di infissione sulle specie target (i.e. cetacei) potenzialmente presenti nell'area dei lavori e zone limitrofe, si rimanda alla successiva Sezione III.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 53 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

12 BIBLIOGRAFIA SEZIONE II

- Bruns, B., Kuhn, C., Stein, P., Gettermann, J., and Elmer, K.H. (2014). The new noise mitigation system 'Hydro Sound Dampers': history of development with several hydro sound and vibration measurements. In Inter-Noise 2014, 16-19 November, Melbourne, Australia.
- British Columbia Environmental Assessment Office (2016). George Massey Tunnel Replacement Project Technical Volume – Underwater Noise Modelling Study. p. 28. Available at: <https://projects.eao.gov.bc.ca/api/document/589b9bd6343013001d4157c0/fetch>
- Buehler, D., R. Oestman, J. Reyff, K. Pommerenck, B. Mitchell (2015). Technical Guidance for Assessment and Mitigation of the Hydroacoustic Effects of Pile Driving on Fish. California Department of Transportation, CALTRANS Technical Report No. CTHWANP-RT-15-306.01.01. p. 532. Available at: https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Caltrans_2009_Guidance_Manual_for_noise_effects_on_fish.pdf
- Dekeling, R. P. A., M.L. Tasker, A. J. Van der Graaf, M. A. Ainslie, M. H. Andersson, M. André, J. F. Borsani, K. Brensing, M. Castellote, D. Cronin, J. Dalen, T. Folegot, R. Leaper, J. Pajala, P. Redman, S. P. Robinson, P. Sigray, G. Sutton, F. Thomsen, S. Werner, D. Wittekind, J. V. Young (2014). Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas Part I, Part II e Part III. EUR, Scientific and Technical Research series, ISSN 1831-9424, ISBN 978-92-79-36339-9. Available at: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC88045>
- Elmer, K.H., Gerasch, W.J., Neumann, T., Gabriel, J., Betke, K., Schultz-von-Glahn, M. (2007). Measurement and reduction of offshore wind turbine construction noise. DEWI Magazine, 30. p. 6. Available at: <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Elmer-et-al-2007.pdf>
- Elzinga, J., Mesu, A., van Eekelen, E., Wochner, M., Jansen, E., Nijhof, M. (2019). Installing Offshore Wind Turbine Foundations Quieter: A Performance Overview of the First Full-Scale Demonstration of the AdBm Underwater Noise Abatement System. In Proceedings of the Offshore Technology Conference, Houston, TX, USA, 6–9 May 2019. Available at: <https://onepetro.org/OTCONF/proceedings-abstract/19OTC/2-19OTC/D021S019R003/181450>
- Funk, D.W., and Rodrigues, R. (2005). Options for mitigating construction-related effects on beluga whales. LGL Alaska Research Associates, Inc. LGL Final Report, no. P826, p. 30.
- ICF Jones & Stokes (2009). Technical guidance for assessment and mitigation of the hydroacoustic effects of pile driving on fish. ICF Jones & Stokes, and Illingworth & Rodkin, Inc. Final report, p. 367. Available at: <https://dot.ca.gov/-/media/dot-media/programs/environmental-analysis/documents/env/bio-tech-guidance-hydroacoustic-effects-110215-a11y.pdf>
- Illingworth & Rodkin (2007). Compendium of pile driving sound data. p. 129. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.395.6932&rep=rep1&type=pdf>
- Jiménez-Arranz, G., Banda, N., Cook S., Wyatt, R. (2020). Review on Existing Data on Underwater Sounds from Pile Driving Activities. A report prepared by Seiche Ltd for the Joint Industry Programme (JIP) on E&P Sound and Marine Life. p. 82.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 54 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Available at: https://gissserver.intertek.com/JIP/DMS/ProjectReports/Cat1/JIP-Proj1.4.2_Review_on_Noise_from_Industrial_Sources.pdf

- Laws, N. (2013). A Parabolic Equation Analysis of the Underwater Noise Radiated by Impact Pile Driving. Dissertations and Theses. Paper 1083. <https://doi.org/10.15760/etd.1083>
 - Mackenzie, K. V. (1981). Nine-term equation for sound speed in the oceans. Journal of the Acoustical Society of America 70, 807-812.
- PND Engineering (2005). Pile Driving Noise Attenuation Measures. PND Engineering, Inc., Final Technical Report, no. 21132, p. 15. Available at:
<https://vulcanhammerinfo.files.wordpress.com/2017/08/21132.pdf>
- Petri, P., Borselli, L. 2021. Provincia di La Spezia e Comune di Porto Venere. Relazione geologico-tecnica NTC 2018 in Località Panigaglia. 44 pagine.
 - Robinson, S. P., Lepper, P. A., & Hazelwood, R. A. (2014). Good Practice Guide for Underwater Noise Measurement, National Measurement Office, Marine Scotland, The Crown Estate, NPL Good Practice Guide No. 133, ISSN: 1368-6550. Available at: <http://www.npl.co.uk/upload/pdf/gpg133-underwater-noise-measurement.pdf>
 - Senne J, Song A, Badiy M, Smith KB. (2012). Parabolic equation modeling of high frequency acoustic transmission with an evolving sea surface. Journal of the Acoustical Society of America 132(3): 1311-1318. doi: <https://doi.org/10.1121/1.4742720>
 - Tetra Tech (2013). Underwater Acoustic Modeling Report - Virginia Offshore Wind Technology Advancement Project (VOWTAP). Report by Tetra Tech Inc. Report for Dominion Energy. p. 47. Available at: <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/TetraTech-2013-Noise.pdf>
 - Tsouvalas, A. (2020). Underwater Noise Emission Due to Offshore Pile Installation: A Review. Energies 13, 3037. doi: <https://doi.org/10.3390/en13123037>
 - Verfuss, U.K., Sinclair, R.R. and Sparling, C.E. (2019). A review of noise abatement systems for offshore wind farm construction noise, and the potential for their application in Scottish waters. Scottish Natural Heritage Research Report No. 1070.

Available at: <https://www.nature.scot/naturescot-research-report-1070-review-noise-abatement-systems-offshore-wind-farm-construction-noise>

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 55 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

SEZIONE III: VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SUI MAMMIFERI MARINI

La presente Sezione III riporta le stime dell'impatto del rumore nell'ambiente marino prodotto dalla infissione di pali sulla componente biologica "mammiferi marini" nell'ambito dei lavori di adeguamento delle strutture del pontile principale del Terminale di Panigaglia previste dal progetto "Vessel Reloading".

Utilizzando le metodologie di analisi più comunemente impiegate in quest'ambito, le previsioni sono basate sui risultati delle indagini precedenti e seguono i criteri indicati nella più recente letteratura di riferimento (NMFS, 2018; Southall et al., 2019).

Le stime sono basate sulla modellizzazione RAMSGEO per ciascuna frequenza centrale della banda di un terzo di ottava presente nel range in frequenza della SL (*Source Level*) prendendo in considerazione:

- i livelli a sorgente (battipalo e vibroinfissore) stimati nella precedente Sezione II, pesati attraverso funzioni di ponderazione specifiche in relazione alle specie di cetacei;
- le soglie delle specie di cetacei, suddivise in due gruppi uditivi funzionali o *Hearing Groups* (LF=*low frequency* e HF=*high frequency*; Southall et al., 2019), in relazione al rumore impulsivo (battipalo) e continuo (vibroinfissore).

I risultati sono presentati come:

- livelli pesati di *Sound Exposure Level* cumulativi ($L_{E,p,24h}$) dB re $1 \mu Pa^2 s$ per i pali da 1.820 mm stimati prima singolarmente per le due sorgenti (battipalo e vibroinfissore) e poi insieme nell'ora di lavoro giornaliera prevista ($L_{E,p,1h}$) per ciascuno dei due gruppi uditivi funzionali LF e HF, per tenere conto dell'energia acustica totale a cui sono sottoposte le specie di cetacei per la specifica durata di 1 ora;
- livelli pesati di *Sound Exposure Level* cumulativi ($L_{E,p,24h}$) dB re $1 \mu Pa^2 s$ per i pali da 800 mm stimati nelle 4 ore di lavoro giornaliera prevista ($L_{E,p,4h}$) per ciascuno dei due gruppi uditivi funzionali LF e HF;
- livelli pesati di *Sound Exposure Level* cumulativi ($L_{E,p,24h}$) dB re $1 \mu Pa^2 s$ per i pali da 1.820 mm e per i pali da 800 mm stimati complessivamente nelle 5 ore di lavoro giornaliera previste ($L_{E,p,5h}$) per ciascuno dei due gruppi uditivi funzionali LF e HF;
- livelli di pressione sonora *Sound Pressure Level root mean square* ($L_{p,rms}$ dB re $1 \mu Pa$) per i due gruppi uditivi funzionali LF e HF sia per i pali da 1.820 mm che per quelli da 800 mm;
- livelli di pressione sonora *Sound Pressure Level peak* ($L_{p,pk}$ dB re $1 \mu Pa$) per i due gruppi uditivi funzionali LF e HF solo per i pali da 1.820 mm;

L'analisi, supportata da modellazione numerica della trasmissione del rumore, ha permesso di individuare le diverse aree di impatto in base alla distanza dalla sorgente (l'area del pontile), valutando specificamente le distanze dalle operazioni di infissione in cui:

1. i livelli sonori complessivi $L_{E,p,1h}$ in un ora (pali da 1.820 mm), in 4 ore (pali da 800 mm) e in 5 ore (pali da 1.820 mm e da 800 mm) raggiungono soglie corrispondenti alle condizioni di effetti potenziali (cambiamento irreversibile o reversibile nella soglia uditiva) sulle specie di mammiferi marini;
2. i livelli sonori $L_{p,rms}$ possono determinare una risposta comportamentale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 56 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

13 LE SPECIE DI MAMMIFERI E RETTILI MARINI DEL SANTUARIO PELAGOS

Il Santuario Pelagos ospita tutte le otto specie di cetacei (Figura 13-1) regolarmente presenti in Mediterraneo. Questi animali sono in grado di produrre suoni a frequenze molto diverse, in un range che si estende dal campo degli infrasuoni (suoni a frequenza inferiore di < 20 Hz) a quello degli ultrasuoni (suoni a frequenza > 20 kHz). In realtà, il limite superiore delle emissioni acustiche delle specie di Odontoceti descritti è più alto di quanto riportato in figura perché nella gran parte dei casi, quest'ultimo rappresenta il limite della strumentazione utilizzata per la registrazione.

	Specie	Nome comune	Dimensioni	Habitat	Segnali acustici prevalenti (range di frequenza)
Misticeti	<i>Balaenoptera physalus</i>	Balenottera comune	 20-25 m ca.	Pelagica; di scarpata profonda	10 Hz - 80 Hz
Odontoceti	<i>Physeter macrocephalus</i>	Capodoglio	 12-18 m ca.	Di scarpata profonda	200 Hz - 32 kHz
	<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio	 6 m ca.	Pelagico; di scarpata profonda	20-150 kHz
	<i>Globicephala melas</i>	Globicefalo	 5-6 m ca.	Pelagico	1 kHz - 65 kHz
	<i>Grampus griseus</i>	Grampo	 3,5 m ca.	Di scarpata profonda	2 kHz - 16 kHz
	<i>Tursiops truncatus</i>	Tursiopo	 3 m ca.	Costiero	4 kHz - 130 kHz
	<i>Stenella coreuleoalba</i>	Stenella striata	 2 m ca.	Pelagica; di scarpata profonda	4 kHz - 65 kHz
	<i>Delphinus delphis</i>	Delfino comune	 2 m ca.	Costiero; di scarpata profonda	2 kHz - 67 kHz

Figura 13-1: Specie di mammiferi marini presenti nella zona del Santuario Pelagos (fonte: Borsani e Farchi, 2012)

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 57 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

1) **Balenottera comune** (*Balaenoptera physalus*)

Lunghezza: 22-27 m -- Peso: 70-80 t -- Aspettativa di vita: 80 anni.

In Santuario Pelagos la specie è distribuita dalla scarpata continentale alle aree pelagiche, singolarmente o in gruppi di 2-3 individui. Si nutre di piccoli crostacei planctonici (*Meganyctiphanes norvegica*, krill) abbondanti nel semestre primaverile-estivo, periodo in cui si hanno anche le maggiori concentrazioni di balenottera nelle zone a nord-ovest del Santuario. Le ricerche indicano una variazione stagionale della loro abbondanza tra l'inverno e l'estate e una variabilità inter-annuale (per l'estate, le stime oscillano tra 150 e 1.600 individui secondo gli anni).

Status IUCN Red List (Panigada & Notarbartolo di Sciara, 2012): VULNERABLE

La presenza di balenottera comune nell'area del golfo di La Spezia è riportata nella figura 13-2. I dati sono ricavati dalla piattaforma www.intercet.it e coprono un arco temporale variabile fino al 2020.

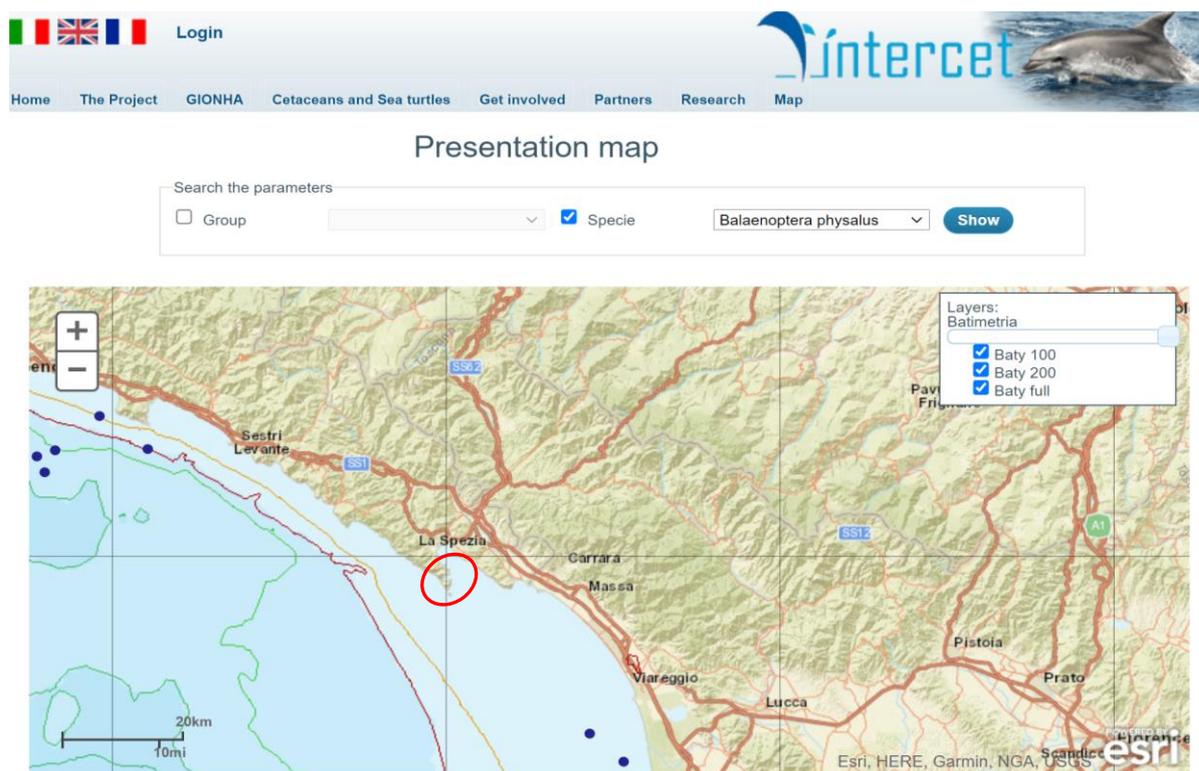


Figura 13-2: Avvistamenti di balenottera comune (fonte: Intercet.it)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 58 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

2) Capodoglio (*Physeter macrocephalus*)

Lunghezza: 12,5-18,5 m -- Peso: 24-57 t -- Aspettativa di vita: 80 anni.

Lo si osserva regolarmente, in tutta la zona del Santuario, dalla scarpata continentale al largo, da solo o in piccoli gruppi. Si può immergere a profondità superiori a 1.000 m e per tempi di circa un'ora per cacciare le specie di cefalopodi di cui si nutre.

Status IUCN Red List (Notarbartolo di Sciara et al., 2012): **ENDANGERED**

La presenza di capodoglio nell'area è mostrata in figura 13-3. I dati sono ricavati dalla piattaforma www.intercet.it e coprono un arco temporale variabile fino al 2020.

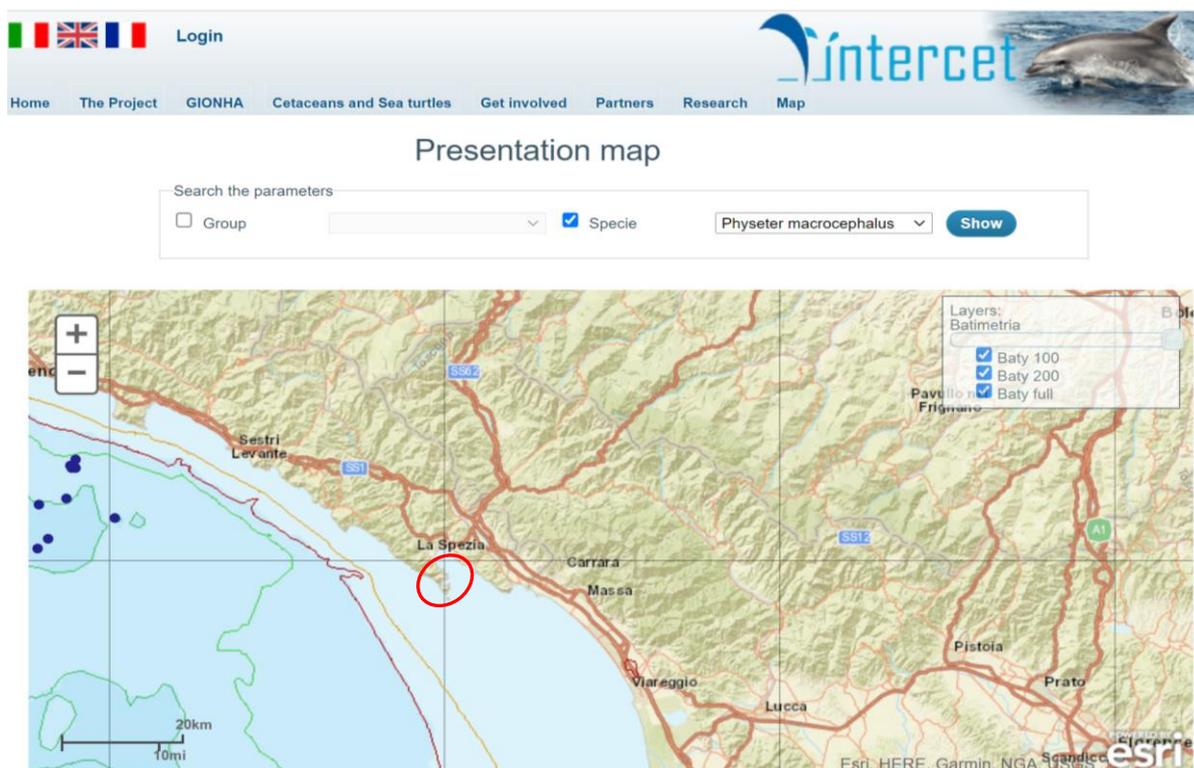


Figura 13-3: Avvistamenti di capodoglio nell'area del golfo di La Spezia (fonte: Intercet.it).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 59 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

3) **Zifio** (*Ziphius cavirostris*)

Lunghezza: 5-8 m -- Peso: 3-6 t -- Aspettativa di vita: 60 anni.

Lo si può osservare normalmente nelle zone a nord-ovest e ad est del Santuario, spesso in gruppi di 2-6 individui. Frequenta principalmente la scarpata continentale e i canyon sottomarini. Nel mar Ligure, si stima la popolazione a 100 individui. Come il capodoglio, anche lo zifio è un *deep diver*.

Status IUCN Red List (Cañadas, 2012): DATA DEFICIENT

La presenza di zifio nell'area del golfo di La Spezia è riportata nella figura 13-4. I dati sono ricavati dalla piattaforma www.intercet.it e coprono un arco temporale variabile fino al 2020.

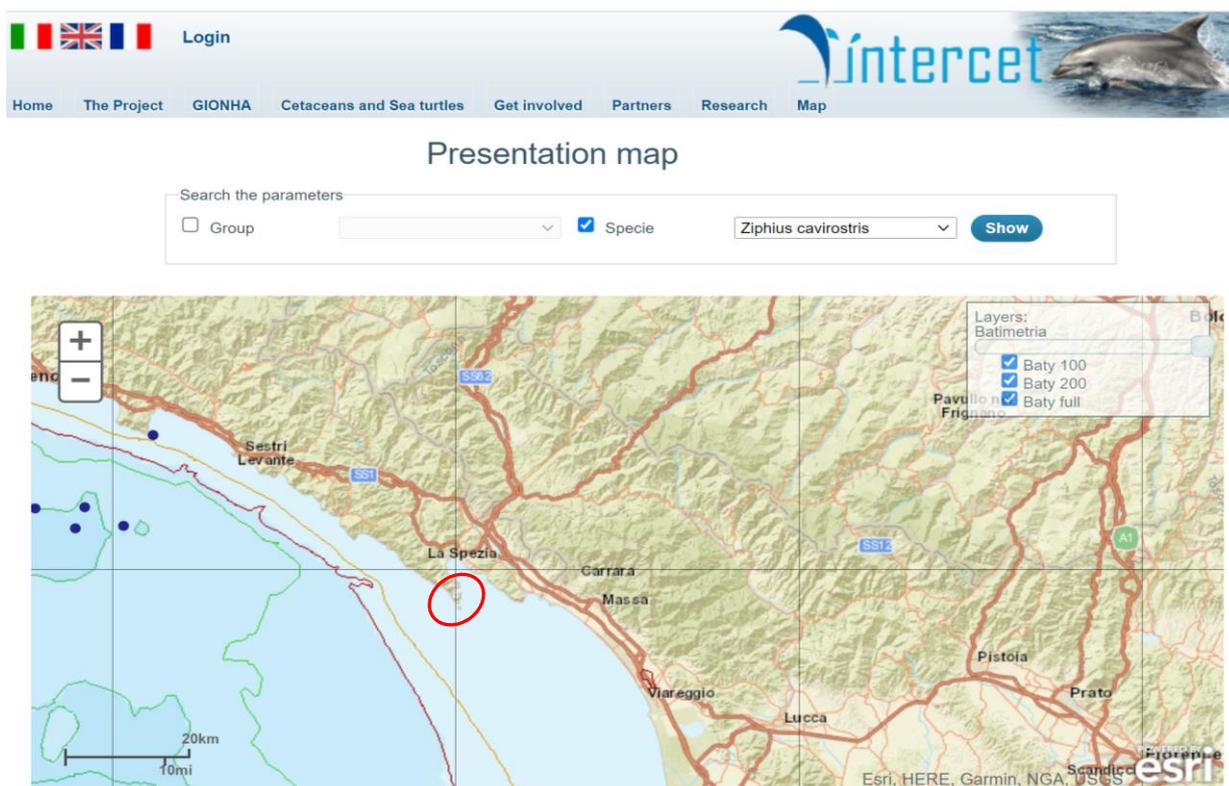


Figura 13-4: Avvistamenti di zifio nell'area del golfo di La Spezia (fonte: Intercet.it)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 60 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

4) **Globicefalo** (*Globicephala melas*)

Lunghezza: 5,5-7,5 m -- Peso: 1-2 t -- Aspettativa di vita > 60 anni.

Lo si osserva dalla scarpata continentale al largo, tra le zone Ligure e Provenzale, soprattutto in estate e in autunno. È un animale molto sociale che vive in gruppi di circa 10-20 individui e che possono arrivare a un centinaio nel periodo riproduttivo. In Mediterraneo, si nutre esclusivamente di cefalopodi.

Status IUCN Red List (Cañadas, 2012): DATA DEFICIENT

Non è riportata la presenza di globicefalo nell'area del golfo di La Spezia almeno negli ultimi 10 anni.

5) **Grampo** (*Grampus griseus*)

Lunghezza: 4 m -- Peso: 400-600 kg -- Aspettativa di vita: 50 anni.

Ha una caratteristica livrea striata che diventa quasi bianca con l'invecchiamento. In passato lo si osservava regolarmente, durante tutto l'anno, nell'area a ovest del Santuario, dalla scarpata continentale al largo, in gruppi compresi tra 10 e 15 individui. Oggi la specie sembra essere meno presente. In Mediterraneo, si nutre esclusivamente di cefalopodi.

Status IUCN Red List (Gaspari & Natoli, 2012): DATA DEFICIENT

La presenza di grampo nell'area è riportata nella figura 13-5. I dati sono ricavati dalla piattaforma www.intercet.it e coprono un arco temporale variabile fino al 2020.

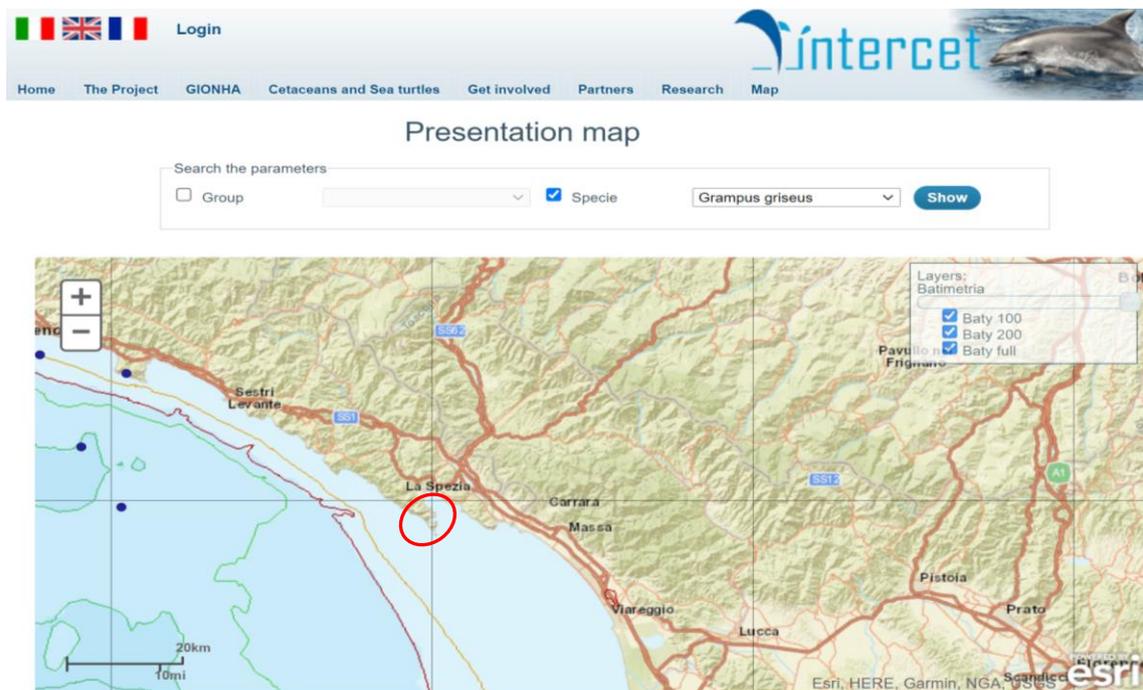


Figura 13-5: Avvistamenti di grampo nell'area del golfo di La Spezia (fonte: Intercet.it)

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 61 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

6) **Tursiope** (*Tursiops truncatus*)

Lunghezza: 4 m -- Peso: 350-400 kg -- Aspettativa di vita: 50 anni.

Nel Santuario, il numero di individui è stimato a oltre 1.000 esemplari, spesso composti in gruppi di circa 10 individui. Si osserva regolarmente tutto l'anno dalla costa fino alla scarpata continentale (200 metri di profondità). E' un predatore opportunistico, in grado di sfruttare le attività umane (reti da posta e a strascico, allevamenti di acquacoltura). Si nutre principalmente di pesci, cefalopodi e crostacei.

Status IUCN Red List (Bearzi et al., 2012): VULNERABLE

La presenza di tursiope nell'area del golfo di La Spezia è riportata nella figura 13-6. Si osserva un numero rilevante di avvistamenti, con numerose segnalazioni recenti anche all'interno dell'area portuale (Figura 13-7). I dati sono ricavati dalla piattaforma www.intercet.it e coprono un arco temporale variabile fino al 2020.

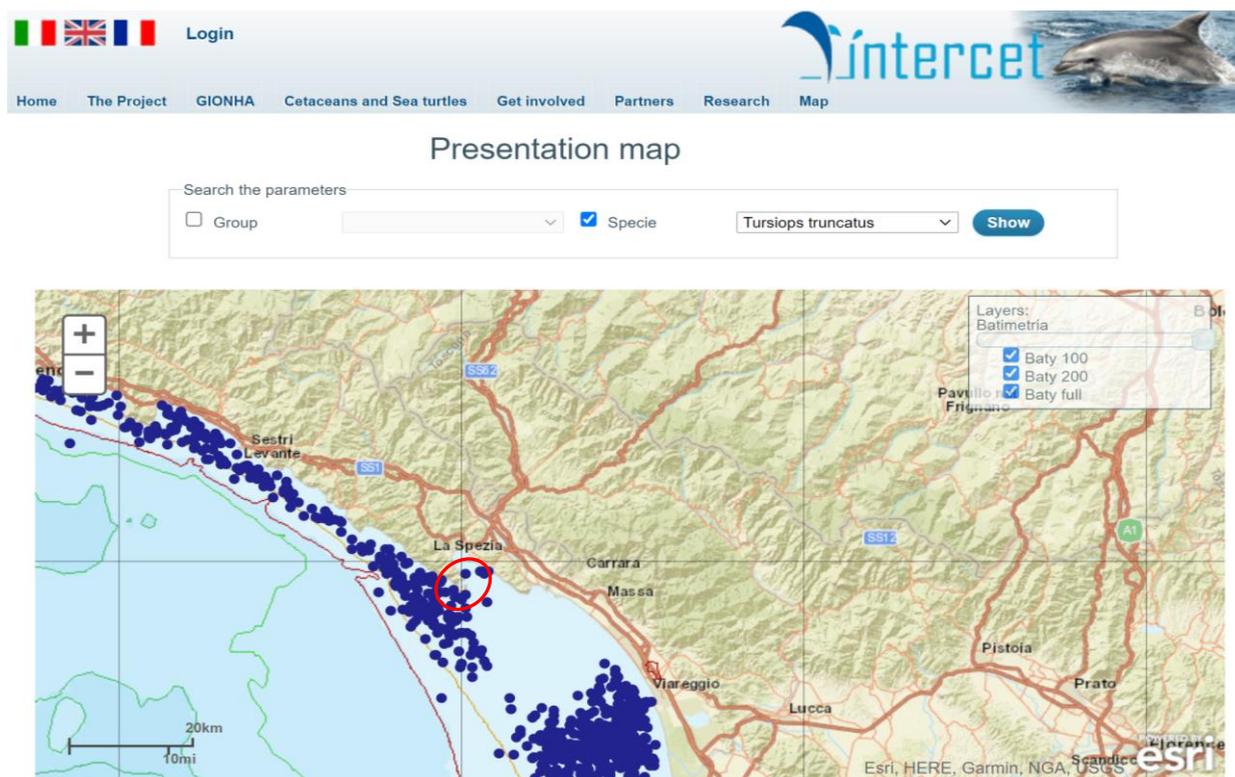


Figura 13-6: Avvistamenti di tursiope nell'area del golfo di La Spezia (fonte: Intercet.it)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 62 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



Figura 13-7: Avvistamenti di tursiope in prossimità del porto di La Spezia (fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=CJz69CiiftQ>; <https://www.lanazione.it/la-spezia/cronaca/i-delfini-danzano-nel-golfo-dei-poeti-1.5532205>; https://www.youtube.com/watch?v=Z5IW_VOepnE).

7) **Stenella striata** (*Stenella coeruleoalba*)

Lunghezza: 2,6 m -- Peso: 120-150 kg -- Aspettativa di vita: 40 anni.

È la specie la più abbondante, presente comunemente durante tutto l'anno in qualsiasi parte del Santuario. Vive generalmente oltre la scarpata continentale, in gruppi di 10-15 individui, e oltre cento individui durante la stagione riproduttiva. È. La sua dieta opportunista è composta da varie specie di pesci, cefalopodi e crostacei.

Status IUCN Red List (Aguilar & Gaspari, 2012): VULNERABLE

La presenza di stenella striata nell'area del golfo di La Spezia è riportata nella figura 13-8. I dati sono ricavati dalla piattaforma www.intercet.it e coprono un arco temporale variabile fino al 2020.

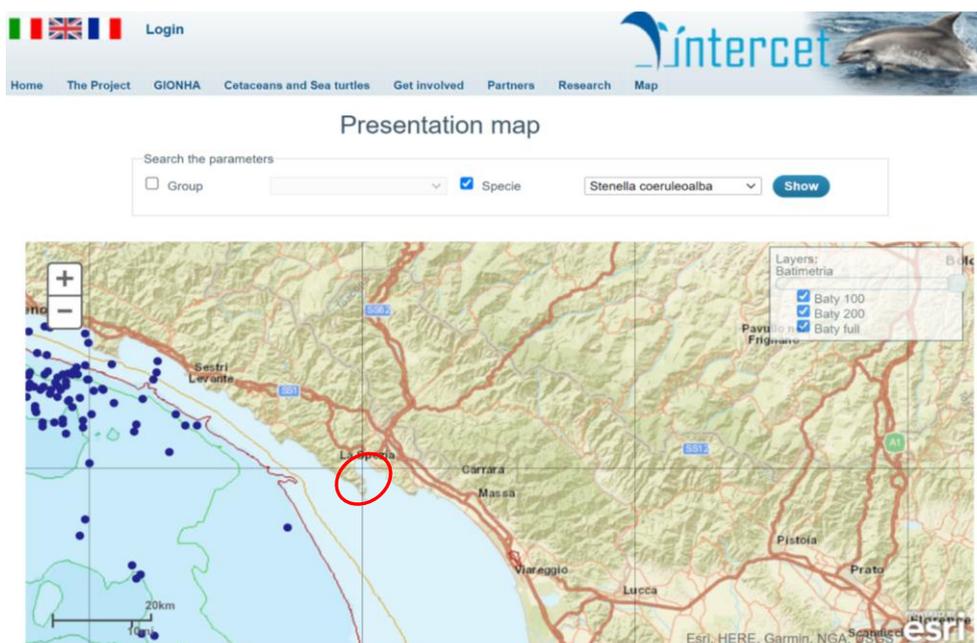


Figura 13-8: Avvistamenti di stenella striata nell'area del golfo di La Spezia (fonte: Intercet.it).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 63 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

8) **Delfino comune** (*Delphinus delphis*)

Lunghezza: 2,60 m -- Peso: 100-120 kg -- Aspettativa di vita: 30 anni.

Distribuito dalla piattaforma alla scarpata continentale, è avvistato ormai solo occasionalmente nel Santuario, a volte in gruppi misti con stenella striata. Si nutre principalmente di pesci che formano ampie aggregazioni.

Status IUCN Red List (Bearzi, 2012): ENDANGERED

La presenza di delfino comune nell'area del golfo di La Spezia negli ultimi 10 anni è riportata nella figura 13-9. I dati sono ricavati dalla piattaforma www.intercet.it e coprono un arco temporale variabile fino al 2020.

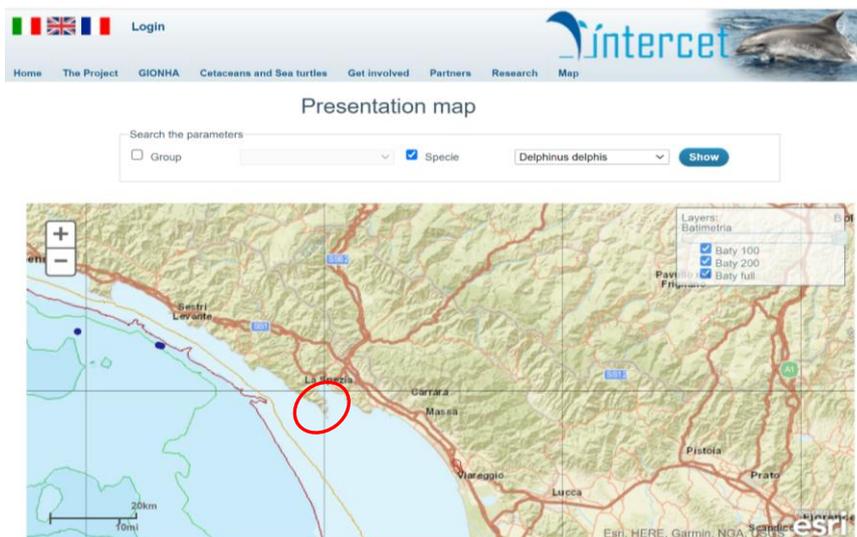


Figura 13-9: Avvistamenti di delfino comune nell'area del golfo di La Spezia (fonte: Intercet.it)

La banca dati spiaggiamenti dei mammiferi marini (<http://mammiferimarini.unipv.it/>), tra il 2010 e 2021 nell'area di interesse, riporta un numero complessivo di 57 eventi (Tabella 13-1). La specie con la maggiore occorrenza è il tursiopo (61%), seguita dalla stenella striata (30%) (Figura 13-10). La balenottera comune è stata rinvenuta in 2 circostanze, mentre spiaggiamenti di grampo, globicefalo e zifio sono riportati in una sola occasione. La distribuzione spaziale degli eventi di spiaggiamento è riportata in Figura 13-11.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 64 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

SPIAGGIAMENTI 2010-2021

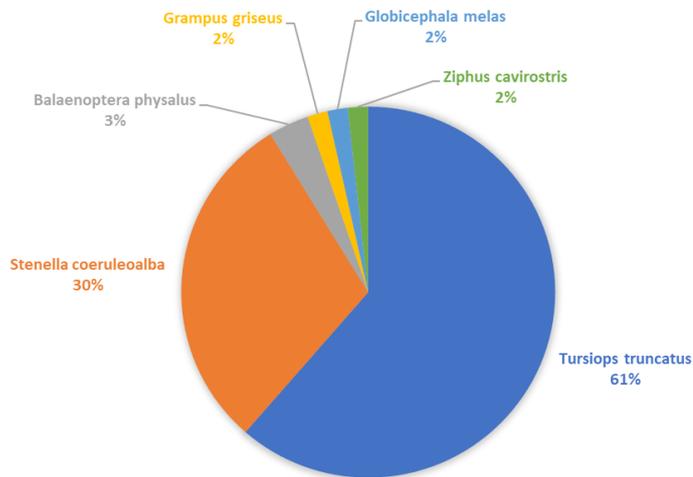


Figura 13-10: Specie di mammiferi marini rinvenuti in eventi di spiaggiamento nel periodo 2010-2021 nell'area di interesse (fonte dati: <http://mammiferimarini.unipv.it/>)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 65 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Tabella 13-1: Eventi di spiaggiamento di mammiferi marini nell'area di interesse nel periodo 2010-2021 (fonte dati: <http://mammiferimarini.unipv.it/>)

Data	N° individui	Località	Specie
24/05/2010	1	BAGNO ARIZONA, VIAREGGIO, LUCCA	<i>Stenella coeruleoalba</i>
26/05/2010	1	VIAREGGIO, bagno ester, LUCCA	<i>Stenella coeruleoalba</i>
12/06/2010	1	MARINELLA DI SARZANA, Stabilimento Balneare Odessa, LA SPEZIA	<i>Stenella coeruleoalba</i>
25/01/2011	1	SAN ROSSORE, tra il fiume Morto e il Serchio, PISA	<i>Balaenoptera physalus</i>
16/05/2011	1	LA SPEZIA, porto	<i>Tursiops truncatus</i>
19/06/2011	1	SPIAGGIA LECCIONA, VIAREGGIO, LUCCA	<i>Tursiops truncatus</i>
11/07/2011	1	BAGNO LA SPIAGGIA, LIDO DI CAMAIORE, LUCCA	<i>Tursiops truncatus</i>
14/07/2011	1	LA SPEZIA, porto	<i>Tursiops truncatus</i>
05/09/2011	1	MARINA DI PIETRASANTA, LUCCA	<i>Ziphius cavirostris</i>
15/12/2011	1	VIAREGGIO	<i>Tursiops truncatus</i>
19/01/2012	1	LA LECCIONA-TORRE DEL LAGO, VIAREGGIO, LUCCA	<i>Tursiops truncatus</i>
12/04/2012	1	BAGNO PESCEDORO, LIDO DI CAMAIORE, CAMAIORE, LUCCA	<i>Stenella coeruleoalba</i>
15/04/2012	2	BAGNO ZARANORD, VIAREGGIO, LUCCA	<i>Grampus griseus</i>
15/07/2013	1	MARINA DI PIETRASANTA, LUCCA	<i>Tursiops truncatus</i>
30/07/2013	1	LOCALITA' MANAROLA, 200 mt al largo, CORNIGLIA, LA SPEZIA	<i>Globicephala melas</i>
13/05/2014	1	VIAREGGIO, LUCCA	<i>Tursiops truncatus</i>
17/05/2014	1	MARINA DI CARRARA, CARRARA, MASSA E CARRARA	<i>Stenella coeruleoalba</i>
19/05/2014	1	VALLE SANTA, BONASSOLA, LA SPEZIA	<i>Tursiops truncatus</i>
21/06/2014	1	MARINA DI PIETRASANTA, LUCCA	<i>Tursiops truncatus</i>
15/01/2015	1	LIDO DI CAMAIORE, VIAREGGIO, LUCCA	<i>Balaenoptera physalus</i>
12/03/2015	1	MARINA DI MASSA, MASSA	<i>Stenella coeruleoalba</i>
16/06/2015	1	Viareggio, Lucca	<i>Stenella coeruleoalba</i>
06/03/2016	1	Forte Marina di Bibbona, Bibbona, Livorno	<i>Stenella coeruleoalba</i>
10/07/2016	1	Viareggio, LI	<i>Tursiops truncatus</i>
28/04/2017	1	Monterosso, La Spezia	<i>Tursiops truncatus</i>
11/05/2017	1	Arginallo Vaccai, Tenuta di San Rossore, PI	<i>Tursiops truncatus</i>
04/06/2017	1	Torre del Lago, Viareggio, LU	<i>Tursiops truncatus</i>
26/09/2017	1	Isola Palmaria, Portovenere, La Spezia	<i>Tursiops truncatus</i>
27/02/2018	1	Principe di Piemonte, al largo, Viareggio, Lucca	<i>Tursiops truncatus</i>
03/06/2018	1	Tenuta San Rossore, S. Giuliano Terme, Pisa	<i>Tursiops truncatus</i>
16/08/2018	1	Framura, La Spezia	<i>Stenella coeruleoalba</i>
10/09/2018	1	Forte dei Marmi, Lucca	<i>Tursiops truncatus</i>
07/05/2019	1	Isola Palmaria, La Spezia	<i>Tursiops truncatus</i>
15/05/2019	1	Sestri Levante, Genova	<i>Tursiops truncatus</i>
30/06/2019	1	Forte dei Marmi, Lucca	<i>Tursiops truncatus</i>
08/07/2019	1	Marina di Massa, Massa Carrara	<i>Tursiops truncatus</i>
22/07/2019	1	Viareggio, 500 m dalla costa, Lucca	<i>Tursiops truncatus</i>
26/07/2019	1	Viareggio, al largo, Lucca	<i>Tursiops truncatus</i>
31/07/2019	1	Viareggio, 2 miglia al largo, Lucca	<i>Tursiops truncatus</i>
01/08/2019	1	Parco San Rossore, San Giuliano Terme, Pisa	<i>Tursiops truncatus</i>
10/08/2019	1	Spiaggia della Lecciona, Viareggio, Lucca	<i>Tursiops truncatus</i>
11/08/2019	1	Viareggio, al largo, Lucca	<i>Tursiops truncatus</i>
16/08/2019	1	Cinquale, al largo, Montignoso, Massa	<i>Tursiops truncatus</i>
02/12/2019	1	Marina di Ponente, Viareggio, Lucca	<i>Tursiops truncatus</i>
20/12/2019	1	Camaiole, Livorno	<i>Stenella coeruleoalba</i>
29/01/2020	1	Forte dei Marmi, Lucca	<i>Stenella coeruleoalba</i>
19/02/2020	1	Portovenere, La Spezia	<i>Tursiops truncatus</i>
02/09/2020	1	Viareggio, Lucca	<i>Tursiops truncatus</i>
05/09/2020	1	Marina di Carrara, al largo, Massa Carrara	<i>Tursiops truncatus</i>
07/09/2020	1	Lido di Camaiole, Lucca	<i>Stenella coeruleoalba</i>
08/09/2020	1	Camping Framura, Framura, La Spezia	<i>Tursiops truncatus</i>
24/10/2020	1	Sestri Levante, Genova	<i>Stenella coeruleoalba</i>
29/12/2020	1	Forte dei Marmi, Lucca	<i>Tursiops truncatus</i>
29/12/2020	1	Lido di Camaiole, Lucca	<i>Stenella coeruleoalba</i>
13/03/2021	1	Forte dei Marmi, Lucca	<i>Stenella coeruleoalba</i>

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 66 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

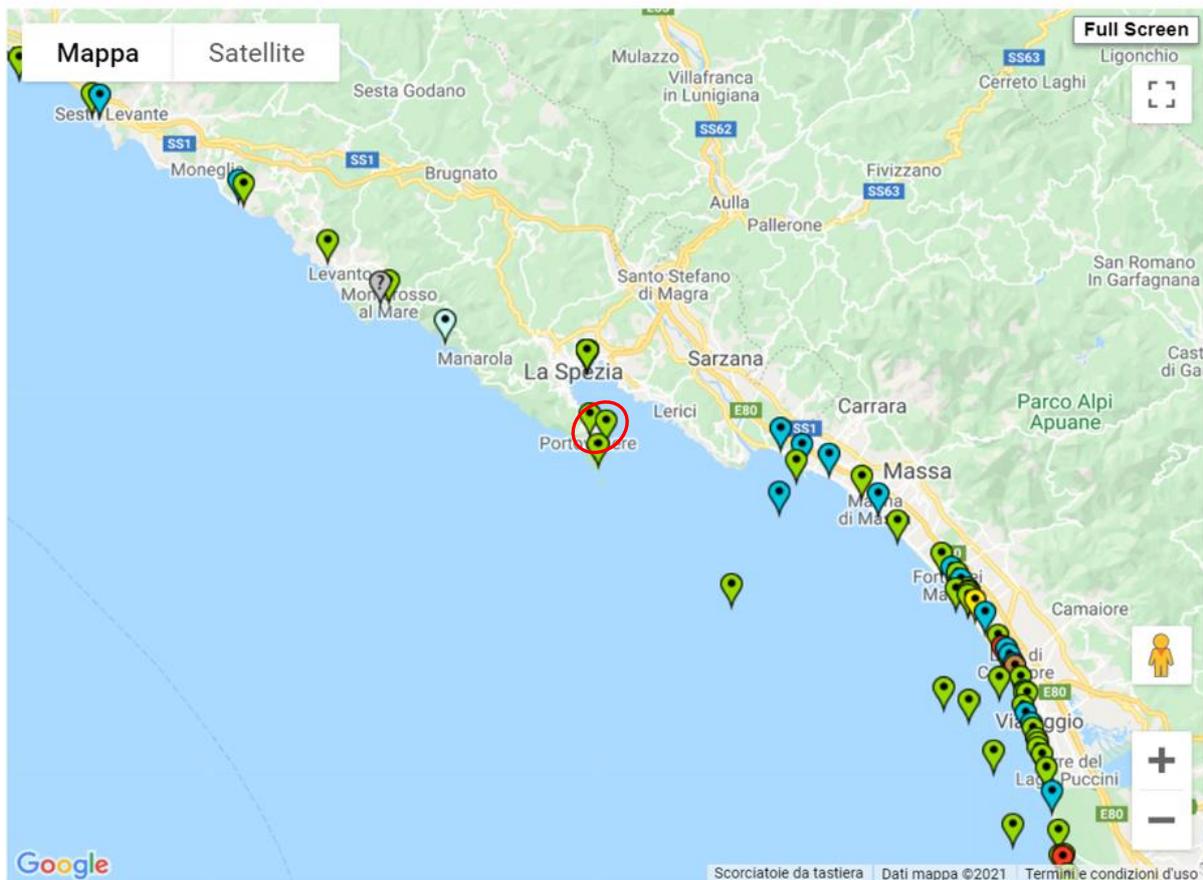


Università degli Studi di Pavia
 CENTRO INTERDISCIPLINARE DI BIOACUSTICA E RICERCHE AMBIENTALI
 Museo di Storia Naturale di Milano
 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare



MONITORAGGIO DEGLI SPIAGGIAMENTI DI CETACEI SULLE COSTE ITALIANE

Nuova ricerca	Perfeziona ricerca	Nuova ricerca avanzata	Perfeziona ricerca avanzata	Vista Scheda	Vista Tabella	Menu Principale	Logout	Utente: pace
-------------------------------	------------------------------------	--	---	------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	------------------------	------------------------



LEGENDA

-  Balaenoptera
-  Globicephala melas
-  Grampus griseus
-  Stenella coeruleoalba
-  Tursiops truncatus
-  Ziphius cavirostris
-  Indeterminato



Figura 13-11: Spiaggiamenti di mammiferi marini nel periodo 2010-2021 nell'area di interesse (fonte: <http://mammiferimarini.unipv.it/>)

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 67 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

14 CRITERI DI VALUTAZIONE PER GLI EFFETTI DEL RUMORE SUI MAMMIFERI E SOGLIE

Per valutare gli impatti potenziali di un'attività che produce rumore, è necessario prima stabilire i criteri di esposizione (soglie) per i quali i livelli dei suoni possono avere un impatto negativo sulle specie.

In questo documento, con il termine soglia si intende il livello di rumore a che non deve essere superato da un'attività per non arrecare disturbo (risposta comportamentale), o provocare cambiamenti irreversibili (*Permanent Hearing Threshold Shift*, PTS) o reversibili temporanei (*Temporary Hearing Threshold Shift*, TTS) nella soglia uditiva comportamentale delle specie target (cetacei).

La soglia dovrebbe essere misurabile o stimabile e allo stesso tempo avere un'alta rilevanza biologica. In altre parole, dovrebbe essere collegata alla frazione di popolazione della specie target che potrebbe essere esposta a rumore nocivo e al grado di vulnerabilità della popolazione stessa. In molte aree queste informazioni di base sulle popolazioni sono largamente frammentate o, nella maggioranza dei casi, assenti, rendendo necessario un approccio precauzionale per garantire la tutela delle specie.

La definizione dei livelli di esposizione acustica che possono disturbare o danneggiare i mammiferi marini è un argomento di ricerca attivo. Dal 2007, diversi gruppi di esperti hanno sviluppato approcci di valutazione basati su *Sound Exposure Level* cumulativi nelle 24 ore per valutare le cambiamenti reversibili o irreversibili, con lavori chiave, tra cui Southall et al. (2007, 2019), Finneran e Jenkins (2012), Popper et al. (2014) e i report tecnici del *National Marine Fisheries Service* (NMFS, 2014, 2018). Anche il numero di studi che indagano il disturbo del rumore antropogenico in grado di determinare una risposta comportamentale della fauna marina è aumentato notevolmente, suggerendo approcci di valutazione basati su *Sound Pressure Level root mean square*. Tuttavia, a causa della complessità e della variabilità delle risposte comportamentali dei mammiferi marini all'esposizione acustica, non è stata ancora rilasciata una guida tecnica sulle soglie di comportamento da utilizzare nel calcolo delle esposizioni degli animali.

I valori di soglia comunemente adottati per i mammiferi marini fanno riferimento alle linee guida NOAA (NMFS, 2014, 2018) e ai lavori di Southall et al. (2007, 2019). I loro criteri sono basati (a) sulle funzioni di pesatura in base alla sensibilità uditiva dei gruppi funzionali (vedi paragrafo 15-2) applicate alle stime di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,24h}$ e (b) su valori soglia di *Sound Pressure Level root mean square* $L_{p,rms}$ in relazione alla risposta comportamentale. Tutti i criteri di esposizione al rumore in NMFS (2014, 2018) e Southall et al. (2019) sono identici, tuttavia i cetacei a media frequenza di NMFS (2018) sono classificati come cetacei ad alta frequenza in Southall et al. (2019). Considerando le specie del Santuario Pelagos, in questo documento si utilizza la classificazione di Southall et al. (2019) per i cetacei del gruppo uditivo funzionale "bassa frequenza" (LF) e "alta frequenza" (HF) e i valori soglia indicati da NMFS (2014, 2018) e Southall et al. (2007, 2019) (Tabella 14-1 per suoni impulsivi e 14-2 per suoni non impulsivi).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 68 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Tabella 14-1: Effetti acustici del suono impulsivo sui mammiferi marini LF e HF (fonte: Southall et al., 2019). Soglie $L_{p,rms}$ non pesate, $L_{E,p,24h}$ pesate (a), $L_{p,pk}$ non pesate (b).

Gruppi uditivi funzionali	Specie	Range uditivo	NMFS 2014, 2018	Southall et al. 2019	
			Comportamento	Permanent Hearing Threshold Shift (PTS) onset (received level)	Temporary Hearing Threshold Shift (TTS) onset (received level)
			Sound pressure level root mean square ($L_{p,rms}$; dB re 1 μ Pa)	Weighted SEL_{24h} ($L_{E,p,24h}$; dB re 1 μ Pa ² ·s)	Weighted SEL_{24h} ($L_{E,p,24h}$; dB re 1 μ Pa ² ·s)
Cetacei bassa frequenza (LF)	<i>Balaenoptera physalus</i>	7 Hz – 35 Hz	120	183	168
Cetacei alta frequenza (HF)	<i>Physeter macrocephalus</i> <i>Ziphius cavirostris</i> <i>Globicephala melas</i> <i>Grampus griseus</i> <i>Tursiops truncatus</i> <i>Stenella coeruleoalba</i> <i>Delphinus delphis</i>	150 Hz – 160 kHz		185	170

(a)

Gruppi uditivi funzionali	Specie	Range uditivo	Southall et al. 2019	
			Permanent Hearing Threshold Shift (PTS) onset	Temporary Hearing Threshold Shift (TTS) onset
			Sound pressure level peak ($L_{p,pk}$; dB re 1 μ Pa)	Sound pressure level peak ($L_{p,pk}$; dB re 1 μ Pa)
Cetacei bassa frequenza (LF)	<i>Balaenoptera physalus</i>	7 Hz – 35 Hz	219	213
Cetacei alta frequenza (HF)	<i>Physeter macrocephalus</i> <i>Ziphius cavirostris</i> <i>Globicephala melas</i> <i>Grampus griseus</i> <i>Tursiops truncatus</i> <i>Stenella</i>	150 Hz – 160 kHz	230	224

(b)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 69 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Tabella 14-2: Effetti acustici del suono non impulsivo sui mammiferi marini LF e HF (fonte: Southall et al., 2019). Soglie $L_{p,rms}$ non pesate, $L_{E,p,24h}$ pesate

Gruppi uditivi funzionali	Specie	Range uditivo	NMFS 2014, 2018	Southall et al. 2019	
			Comportamento	Permanent Hearing Threshold Shift (PTS) onset (received level)	Temporary Hearing Threshold Shift (TTS) onset (received level)
			SPL root mean square ($L_{p,rms}$; dB re 1 μ Pa)	Weighted SEL _{24h} ($L_{E,p,24h}$; dB re 1 μ Pa ² ·s)	Weighted SEL _{24h} ($L_{E,p,24h}$; dB re 1 μ Pa ² ·s)
Cetacei bassa frequenza (LF)	<i>Balaenoptera physalus</i>	7 Hz – 35 Hz	120	199	179
Cetacei alta frequenza (HF)	<i>Physeter macrocephalus</i> <i>Ziphius cavirostris</i> <i>Globicephala melas</i> <i>Grampus griseus</i> <i>Tursiops truncatus</i> <i>Stenella coeruleoalba</i> <i>Delphinus delphis</i>	150 Hz – 160 kHz		198	178

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 70 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

15 METODOLOGIA

In questo report si applicano i seguenti criteri, scelti sia per il consenso che hanno da parte delle agenzie di regolamentazione nazionali e internazionali e sia per l'approccio scientifico con cui sono stati identificati:

1. Livelli di esposizione sonora cumulativi ponderati in frequenza $L_{E,p,24h}$ per l'insorgenza di uno spostamento di soglia permanente o temporaneo nei mammiferi marini (NMFS, 2014, 2018; Southall et al., 2019); nel presente documento è considerato solo l'arco temporale delle attività di infissione che si svolgeranno presso il terminale di Panigaglia (1 ora per l'infissione dei pali da 1.820 mm di diametro, 4 ore per l'infissione dei pali da 800 mm di diametro) stimando quindi 5 ore di infissione complessiva ($L_{E,p,5h}$);
2. Soglia $L_{p,pk}$ per i suoni impulsivi per l'insorgenza di uno spostamento di soglia permanente o temporaneo nei mammiferi marini (Southall et al., 2019);
3. Soglia comportamentale $L_{p,rms} = 120$ dB re 1 μ Pa (per i mammiferi marini basata sull'attuale criterio provvisorio del *National Marine Fisheries Service* (NMFS) degli Stati Uniti (2014, 2018).

Le linee guida NMFS (2018) richiedono la ponderazione (o pesatura) dei livelli di esposizione sonora *Sound Exposure Level* ($L_{E,p,24h}$) e *Sound Pressure Level (root mean square)* per tenere conto della differente sensibilità al rumore da parte delle singole specie raggruppate nei diversi gruppi funzionali (Southall et al., 2019). Qui le pesature sono state applicate allo spettro sonoro alla sorgente e il livello di perdita per trasmissione (*Transmission Loss - TL*), ottenuto tramite modello RAMSGeo per ogni frequenza centrale della banda di un terzo di ottava, è stato poi applicato allo spettro pesato. I risultati della pesatura e del calcolo dei livelli sono mappe di propagazione che mostrano l'attenuazione del rumore al variare della distanza dalla sorgente.

Lo studio della propagazione del suono si è basata su uno spettro di frequenza compreso tra i 10 Hz e i 5000 Hz, in grado di coprire l'energia principale emessa durante la palificazione con entrambi gli strumenti di infissione.

Per il calcolo delle distanze di impatto sulle specie, sono stati applicati criteri di esposizione definiti dalla letteratura. Conseguentemente, è stata calcolata la distanza minima dalla sorgente alla quale il livello acustico soddisfa il suddetto criterio.

Sound Exposure Level ($L_{E,p,1h}$) cumulativo per i pali da 1.820 mm durante l'utilizzo del battipalo è stato stimato da un valore di $L_{E,p}$ rappresentativo di un singolo impulso (colpo di martello) e dal numero di colpi che sarebbero necessari per posizionare il palo alla sua profondità finale secondo la seguente relazione:

$$L_{E,p,1h,b} = L_{E,p} + 10 \log_{10} (n^{\circ} \text{di colpi}) \quad (1)$$

L'equazione presuppone, in linea teorica, che tutti i colpi abbiano lo stesso valore di $L_{E,p}$ e che un organismo marino sia continuamente esposto a impulsi con lo stesso $L_{E,p}$.

Nel caso della vibroinfissione (utilizzata sia per i pali di 1.820 mm che da 800 mm di diametro) $L_{E,p,h}$ è stimato attraverso la seguente relazione considerando un rumore approssimativamente continuo:

$$L_{E,p,1h,v} = L_{p,rms} + 10 \log_{10} (\text{Tempo(s)}) \quad (2)$$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 71 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Anche in questo caso si associa un valore di $L_{p,rms}$ rappresentativo delle attività di vibro infissione relativo a tutto il periodo che sarebbe necessario per posizionare il palo alla sua profondità (Tempo(s)).;

Il valore del *Sound Exposure Level* complessivo ottenuto dal battipalo e dal vibroinfissore per i pali da 1.820 mm è stato calcolato attraverso la seguente relazione.

$$L_{E,p,1h} = 10 \text{ Log} (10^{0.1 L_{E,p,1h,b}} + 10^{0.1 L_{E,p,1h,v}}) \quad (3)$$

Il valore del *Sound Exposure Level* complessivo ottenuto dal battipalo e dal vibroinfissore per i pali da 1.820 mm e da 800 mm è stato calcolato attraverso la seguente relazione

$$L_{E,p,5h} = 10 \text{ Log} (10^{0.1 L_{E,p,1h,b}} + 10^{0.1 L_{E,p,1h,v}} + 10^{0.1 L_{E,p,4h,v}}) \quad (4)$$

15.1 Pesature

Nel 2015, un rapporto tecnico della Marina degli Stati Uniti di Finneran (2015) ha raccomandato l'utilizzo di funzioni di ponderazione uditiva. La funzione di ponderazione della frequenza è espressa come:

$$G(f) = K + 10 \log_{10} \left[\left(\frac{(f/f_{lo})^{2a}}{[1 + (f/f_{lo})^2]^a [1 + (f/f_{hi})^2]^b} \right) \right] \quad (5)$$

La figura 15-1 mostra le curve di ponderazione della frequenza per tutti i gruppi uditivi funzionali di mammiferi marini indicati da Finneran (2015). La tabella 15-1 elenca i parametri di ponderazione della frequenza solo per i due gruppi uditivi funzionali qui considerati e la Figura 15-2 riporta le pesature nel range di frequenza (10-4000 Hz).

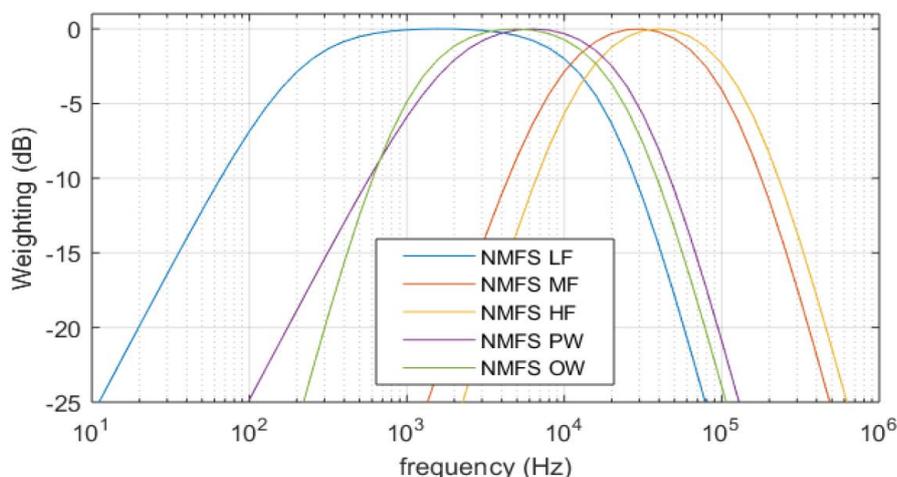


Figura 15-1: Funzioni di ponderazione uditiva per i gruppi uditivi funzionali dei mammiferi marini come raccomandato da NMFS 2018

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 72 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Tabella 15-1: Parametri per le funzioni di ponderazione uditiva raccomandati da Southall et al. (2019)

Hearing group	a	b	f_{lo} (Hz)	f_{hi} (kHz)	K (dB)
LF cetaceans (baleen whales)	1.0	2	200	19,000	0.13
HF cetaceans (dolphins, plus toothed, beaked, and bottlenose whales)	1.6	2	8,800	110,000	1.20

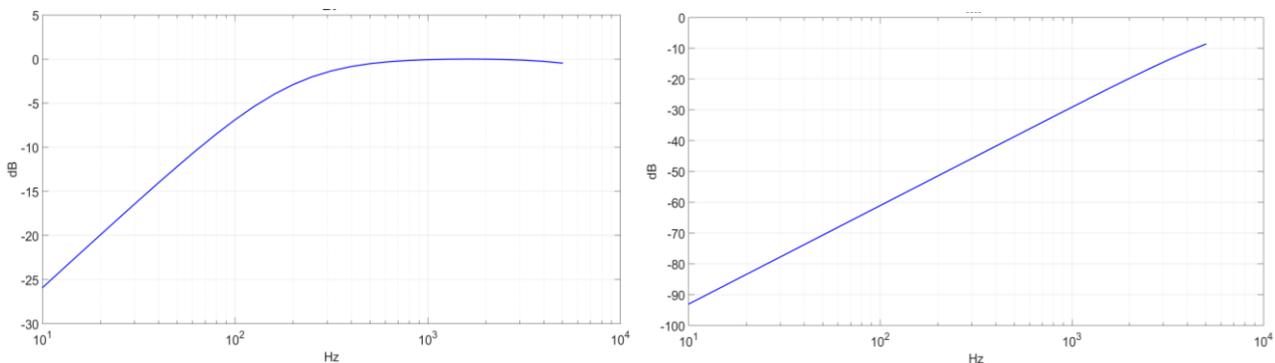


Figura 15-2: Pesature NMFS applicate nel range di frequenza delle Source Level (10-4000 Hz). A sinistra il gruppo uditivo funzionale LF, a destra il gruppo HF.

Per quanto riguarda la definizione delle proprietà acustiche della sorgente, si è fatto riferimento ai dati di letteratura (livelli acustici tipicamente associati alle attività di palificazione utilizzando un martello a impatto o un vibroinfissore).

Le stime pesate di *Source level* in bande di un terzo di ottava ipotizzate per le operazioni di palificazione (a impatto e vibroinfissione) per le specie LF e per le specie HF sono state ottenute attraverso la seguente relazione:

$$SL = 10 \text{ Log} \left(\sum_f 10^{(0.1 SL_f + 0.1 G_f)} \right) \quad (6)$$

Dove per SL_f si intende il valore di *Source Level* per ogni frequenza di un terzo di ottava stimata e G_f è il valore di ponderazione alla stessa frequenza ottenuto dalla relazione (5).

Per la modellazione sono stati selezionati livelli di riferimento di *Sound Exposure Level* [dB re $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$] alla sorgente di 210 dB per il battipalo per singolo impulso durante l'infissione dei pali di diametro 1.820 mm (Figura 15-3). I valori ottenuti dopo la pesatura sono 205.3 dB per LF e 164.3 dB per HF (Figura 15-4).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 73 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

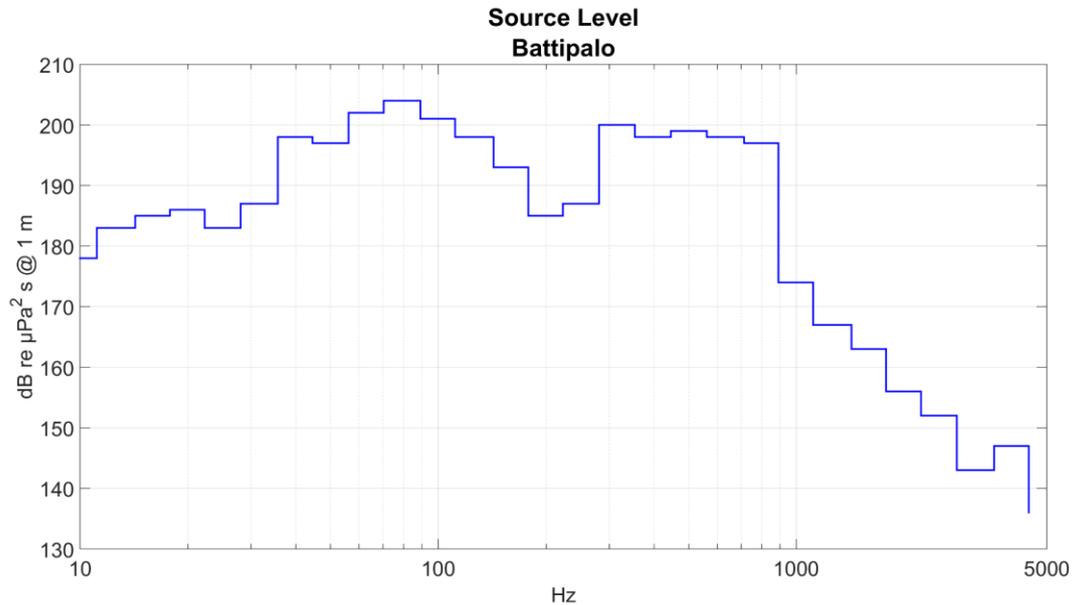


Figura 15-3: Source level [dB re 1 μPa^2 s] in bande di un terzo di ottava ipotizzata per le operazioni di infissione con battipalo.

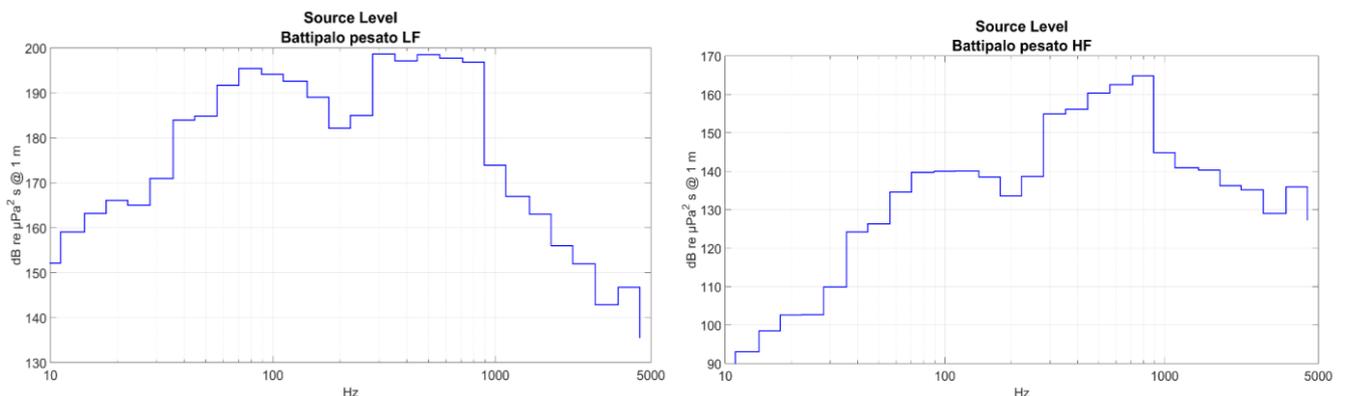


Figura 15-4: Source level [dB re 1 μPa^2 s] in bande di un terzo di ottava ipotizzata per le operazioni di palificazione a impatto, pesata per le specie LF (a sinistra) e per le specie HF (a destra).

Per la modellazione sono stati selezionati livelli di riferimento di *Sound Pressure Level root mean square* alla sorgente di 207 dB per il vibroinfissore durante l'infissione dei pali da 1.820 mm (Figura 15-5). I valori ottenuti dopo la pesatura sono 196.7 dB per LF e 163.2 dB per HF (Figura 15-6).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 74 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

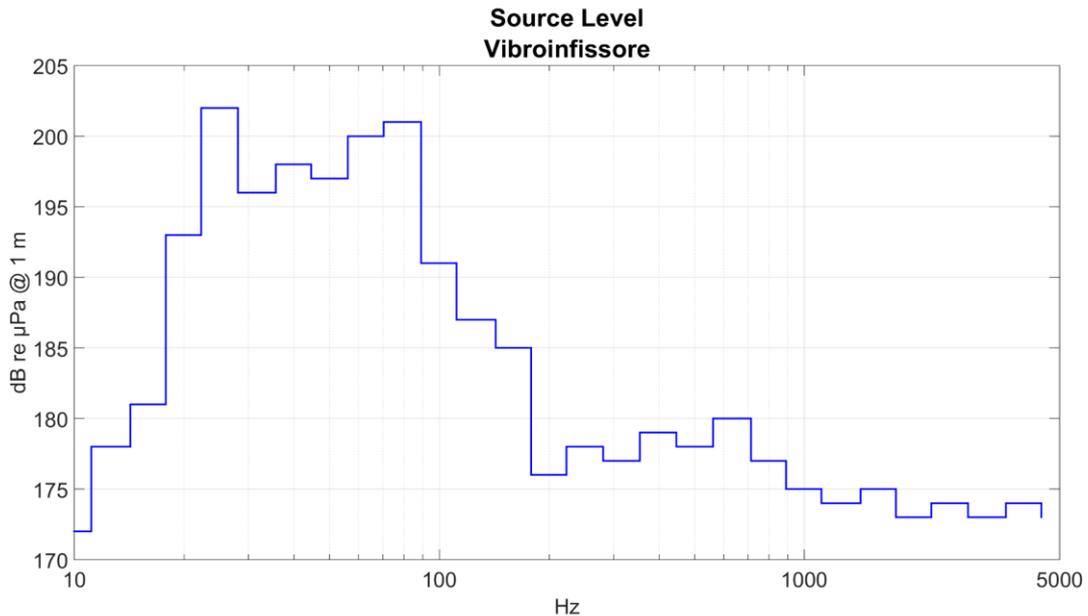


Figura 15-5: Source level [dB re 1µPa] in bande di un terzo di ottava ipotizzata per le operazioni di vibroinfissione.

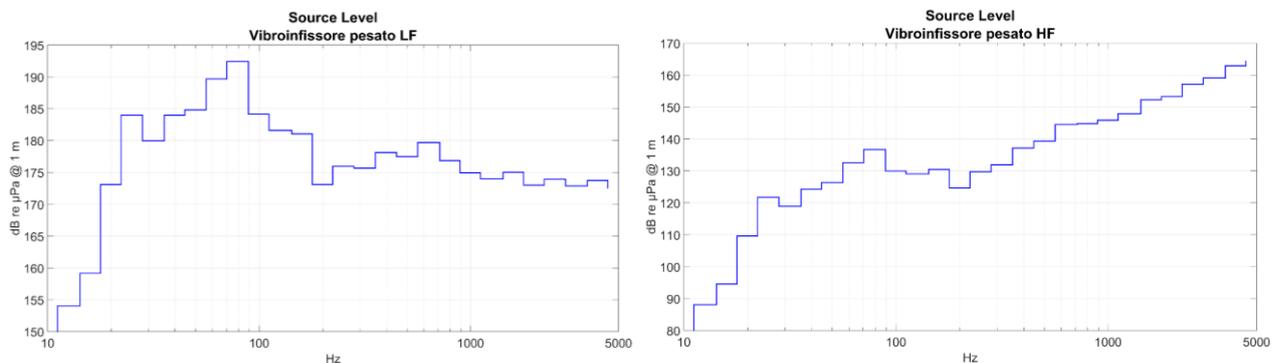


Figura 15-6: Source level [dB re 1 µPa] in bande di un terzo di ottava ipotizzata per le operazioni di palificazione a vibrazione, pesata per le specie LF (a sinistra) e per le specie HF (a destra).

Per la modellazione dei pali 800 mm sono stati selezionati livelli di riferimento di *Sound Pressure Level root mean square* alla sorgente di 195 dB per il vibroinfissore (Figura 15-7). I valori ottenuti dopo la pesatura sono 184.4 dB per LF e 156.2 dB per HF (Figura 15-8).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 75 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

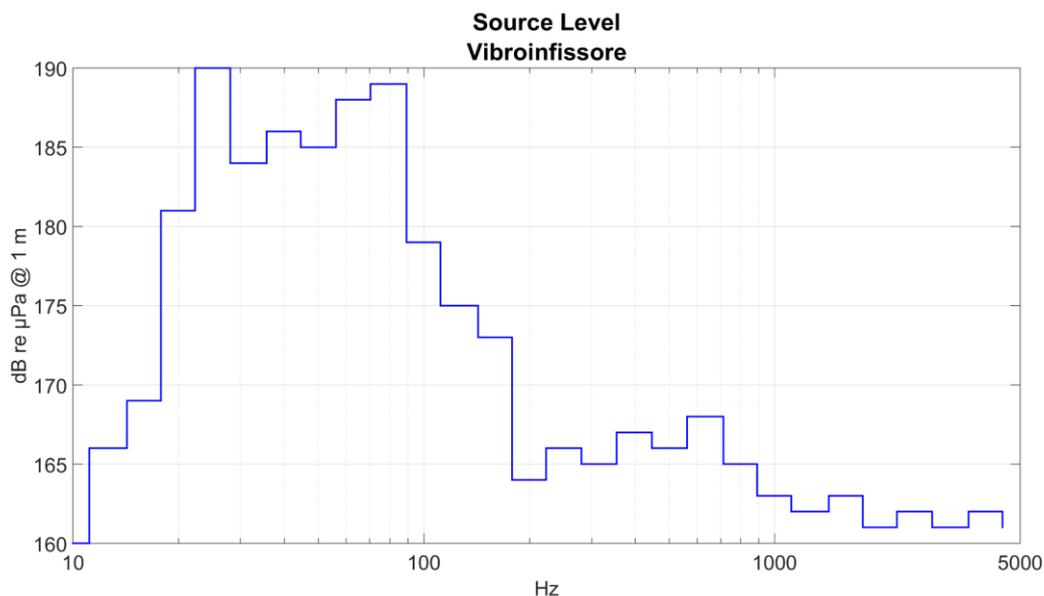


Figura 15-7: Source level [dB re 1 µPa] in bande di un terzo di ottava ipotizzata per le operazioni di vibroinfissione.

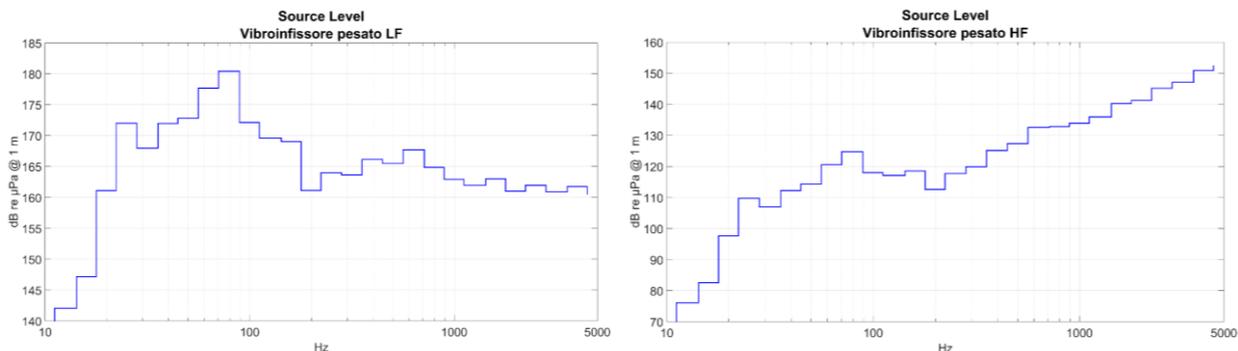


Figura 15-8: Source level [dB re 1 µPa] in bande di un terzo di ottava ipotizzata per le operazioni di palificazione a vibrazione, pesata per le specie LF (a destra) e per le specie HF (a sinistra).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 76 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

16 RISULTATI

I risultati per i criteri di Southall et al. (2019) applicati per i cambiamenti irreversibili (PTS) o reversibili temporanei (TTS) nella soglia uditiva comportamentale delle specie target (cetacei) per le operazioni di palificazione con battipalo e vibroinfissore sono qui valutati in un giorno di lavorazione corrispondente a un periodo di 1 ora per l'infissione di pali da 1.820 mm (ipotizzando conservativamente una battitura di 15 minuti) e di 4 ore per l'infissione dei pali da 800 mm, per complessive 5 ore.

Le distanze massime dalla sorgente in cui potrebbero verificarsi cambiamenti irreversibili (PTS) o reversibili (TTS) della soglia uditiva, e risposte comportamentali, sono riportate nella tabella 16-1.

Tabella 16-1: Distanze massime dalla sorgente in cui potrebbero verificarsi cambiamenti irreversibili (PTS) o reversibili (TTS) della soglia uditiva, e risposte comportamentali.

	GRUPPI FUNZIONALI AUDITIVI					
	Cetacei bassa frequenza (LF)	Cetacei alta frequenza (HF)	Cetacei bassa frequenza (LF)	Cetacei alta frequenza (HF)	Cetacei bassa frequenza (LF)	Cetacei alta frequenza (HF)
	Soglia comportamentale $L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa)		Cambiamento irreversibile della soglia uditiva (PTS) $L_{E,p,5h}$ (dB re 1 μ Pa ² s)		Cambiamento reversibile della soglia uditiva (TTS) $L_{E,p,5h}$ (dB re 1 μ Pa ² s)	
Soglie	120	120	199	198	179	178
DISTANZE	Cetacei bassa frequenza (LF)	Cetacei alta frequenza (HF)	Cetacei bassa frequenza (LF)	Cetacei alta frequenza (HF)	Cetacei bassa frequenza (LF)	Cetacei alta frequenza (HF)
Distanza dalla sorgente battipalo (m) - Pali 1800 mm	5120	1050				
Distanza dalla sorgente vibroinfissore (m) - Pali 1800mm	3760	750	<200	<100	1050	240
Distanza dalla sorgente vibroinfissore (m) - Pali 800mm	3550	720				

16.1 Battipalo (pali da 1.820 mm)

Per quanto riguarda l'infissione con battipalo, le stime di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,1h,b}$ pesate per le specie LF e HF nei 15 minuti di attività sono riportate nella Figura 16-1.

Le stime di *Sound Pressure Level peak* $L_{p,pk}$ nei 15 minuti di attività sono riportate nella Figura 16-2. Considerando che i valori a sorgente dedotti dalla letteratura sono molto vicini alle soglie riportate nella Tabella 14-1a, la stima della distanza appare trascurabile.

Le stime di *Sound Pressure Level root mean square* $L_{p,rms}$ per l'infissione con battipalo nei 15 minuti di attività per le specie LF e HF sono riportate nella Figura 16-3.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 77 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

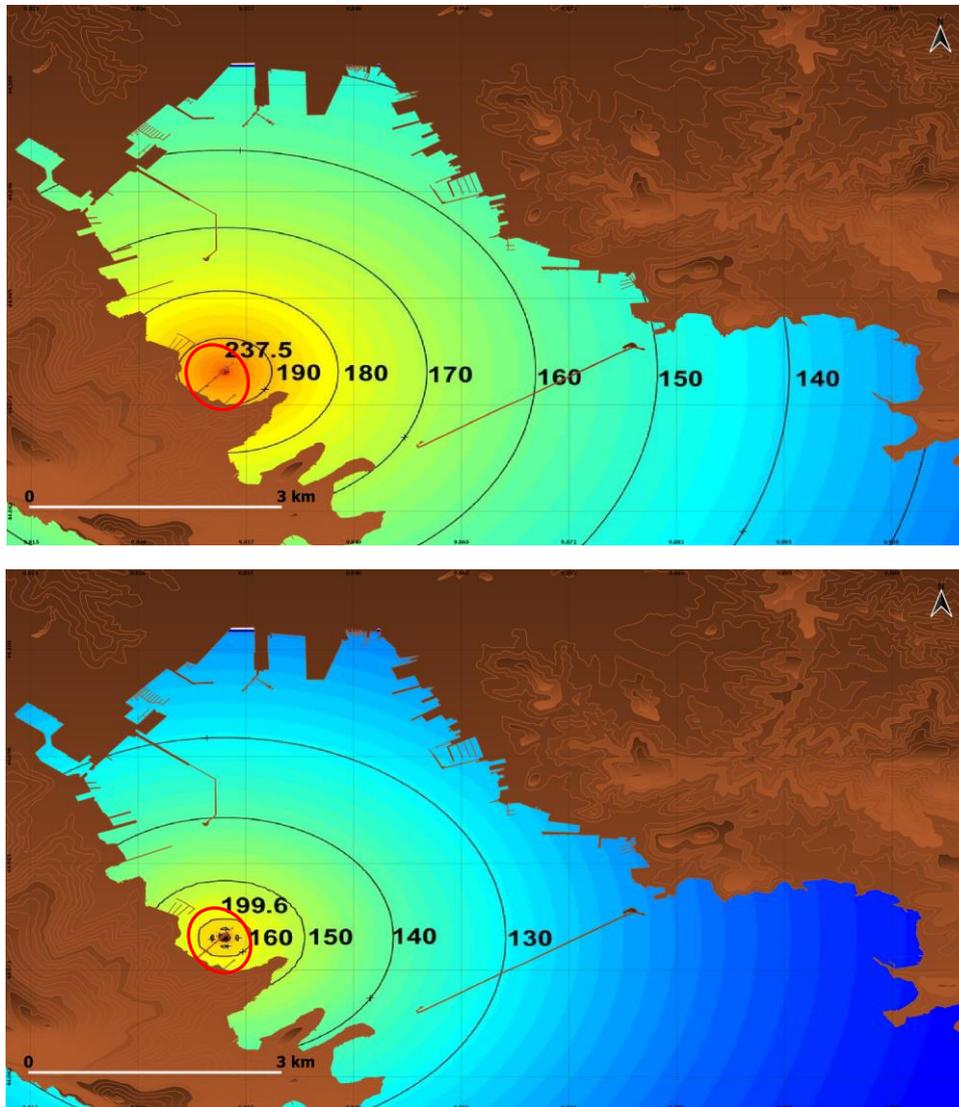


Figura 16-1: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,1h,b}$ [dB re $1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}$] cumulativo giornaliero del battipalo, pesato per le specie LF (in alto) e HF (in basso), utilizzando valori a sorgente di 237.5 dB (LF) e 199.6 dB (HF) ottenuti da un valore per impulso di 206.2 dB per LF e 168.3 dB per HF stimando un numero di colpi giornaliero pari a 90 colpi/min *15 minuti, secondo la relazione (1), per complessive 31.3 dB e *Transmission Loss* ottenuta da modello RAMSGeo per ogni frequenza centrale della banda di un terzo di ottava.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 78 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

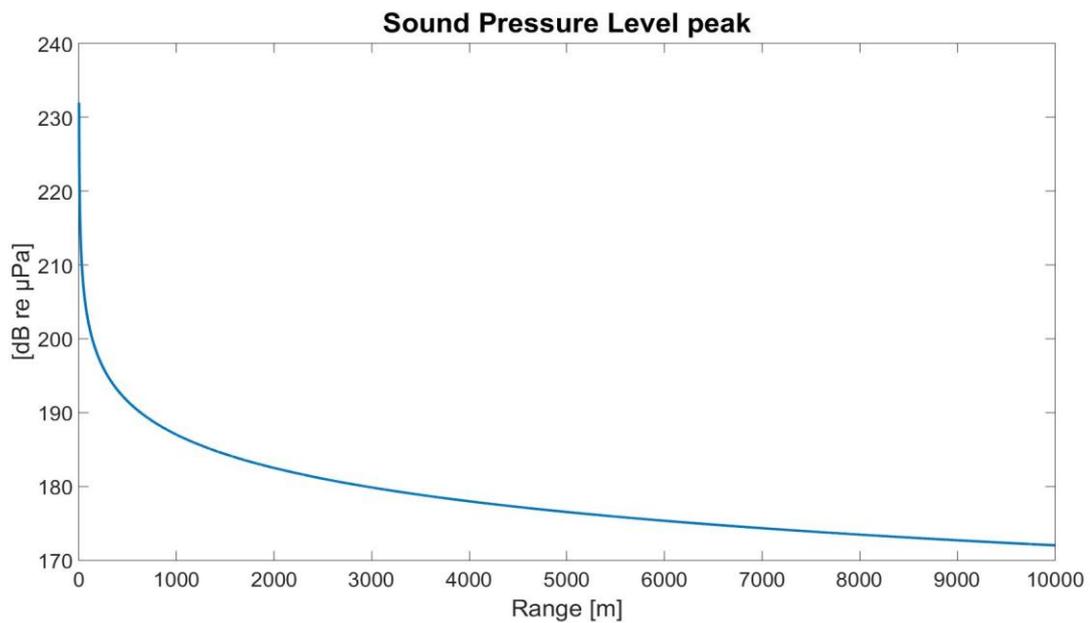
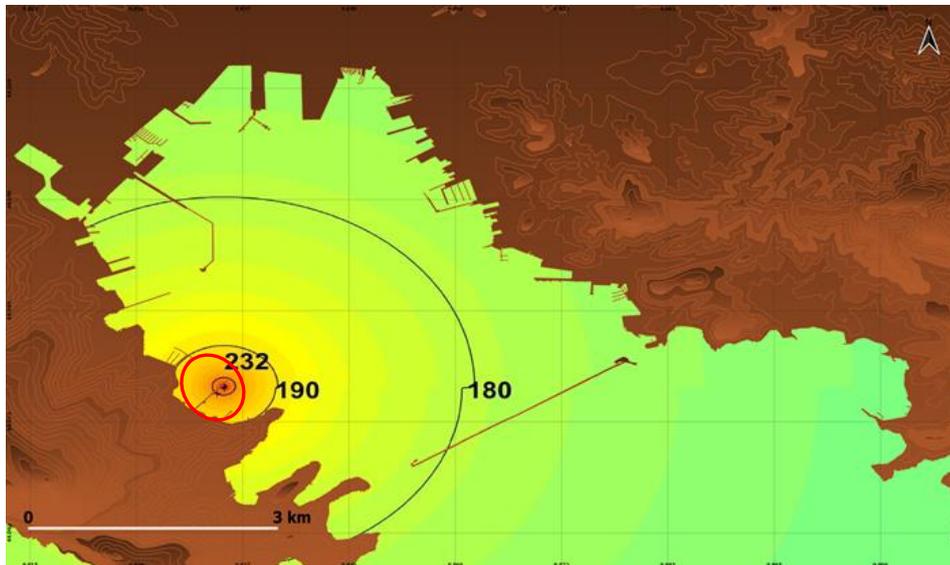


Figura 16-2: In alto: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Pressure Level peak* $L_{p,pk}$ [dB re 1 μ Pa] del battipalo, ipotizzando un valore a sorgente di 232 dB e *Transmission Loss* pari a $15\text{Log}(r)$. In basso: Stima del $L_{p,pk}$ al variare della distanza dalla sorgente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 79 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

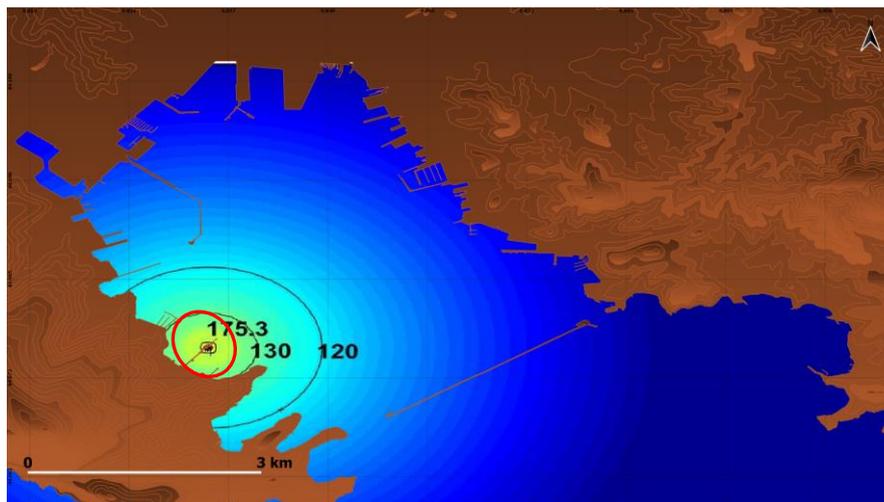
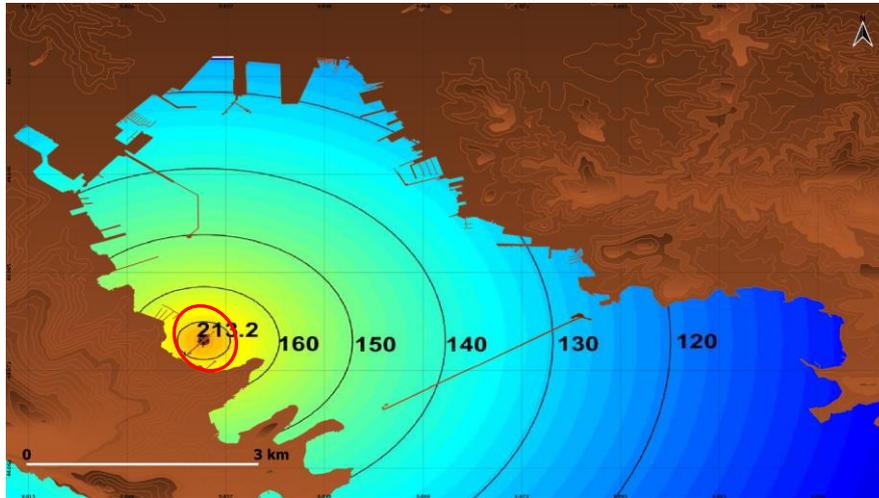


Figura 16-3: Mappa di distribuzione spaziale di $L_{p,rms}$ [dB re 1 μ Pa] del battipalo, ipotizzando un valore a sorgente di 213.2 dB per le specie LF (in alto), di 175.3 dB per le specie HF (in basso) e *Transmission Loss* ottenuta da modello RAMSGeo per ogni frequenza centrale della banda di un terzo di ottava.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 80 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

16.2 Vibroinfissore (pali da 1.820 mm)

Per quanto riguarda la vibroinfissione, le stime di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,1h,v}$ pesate per le specie LF e HF nei 45 minuti di attività sono riportate nella Figura 16-4.

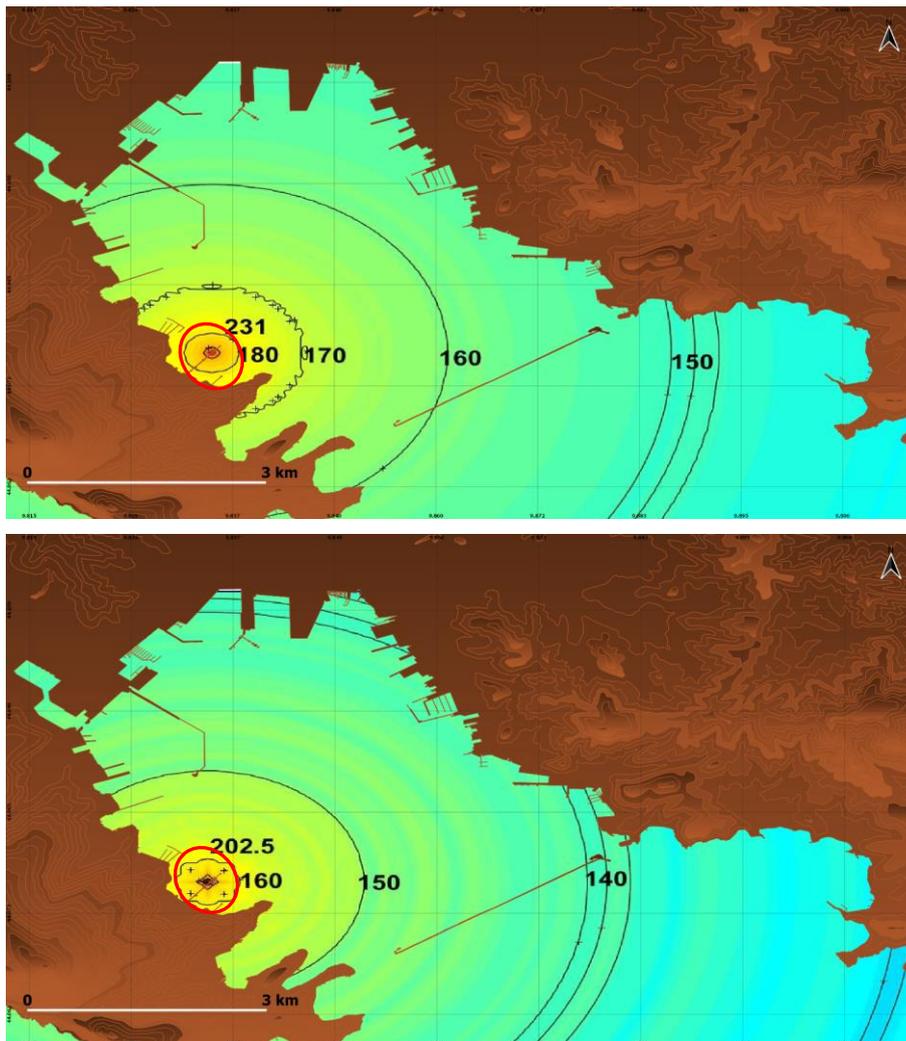


Figura 16-4: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,1h,v}$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{s}$] cumulativo giornaliero del vibroinfissore, pesato per le specie LF (in alto) e HF (in basso), utilizzando valori a sorgente di 231.0 dB (LF) e 202.5 dB (HF) ottenuti da un valore complessivo di Sound Pressure Level root mean square di 196.7 dB per LF e 168.2 dB per HF stimando un utilizzo giornaliero di 45 minuti, secondo la relazione (2), per un valore complessivo di 34.3 dB e *Transmission Loss* ottenuta da modello RAMSGeo per ogni frequenza centrale della banda di un terzo di ottava.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 81 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Le stime di *Sound Pressure Level root mean square* $L_{p,rms}$ per la vibroinfrissione per le specie LF e HF sono riportate nella Figura 16-5.

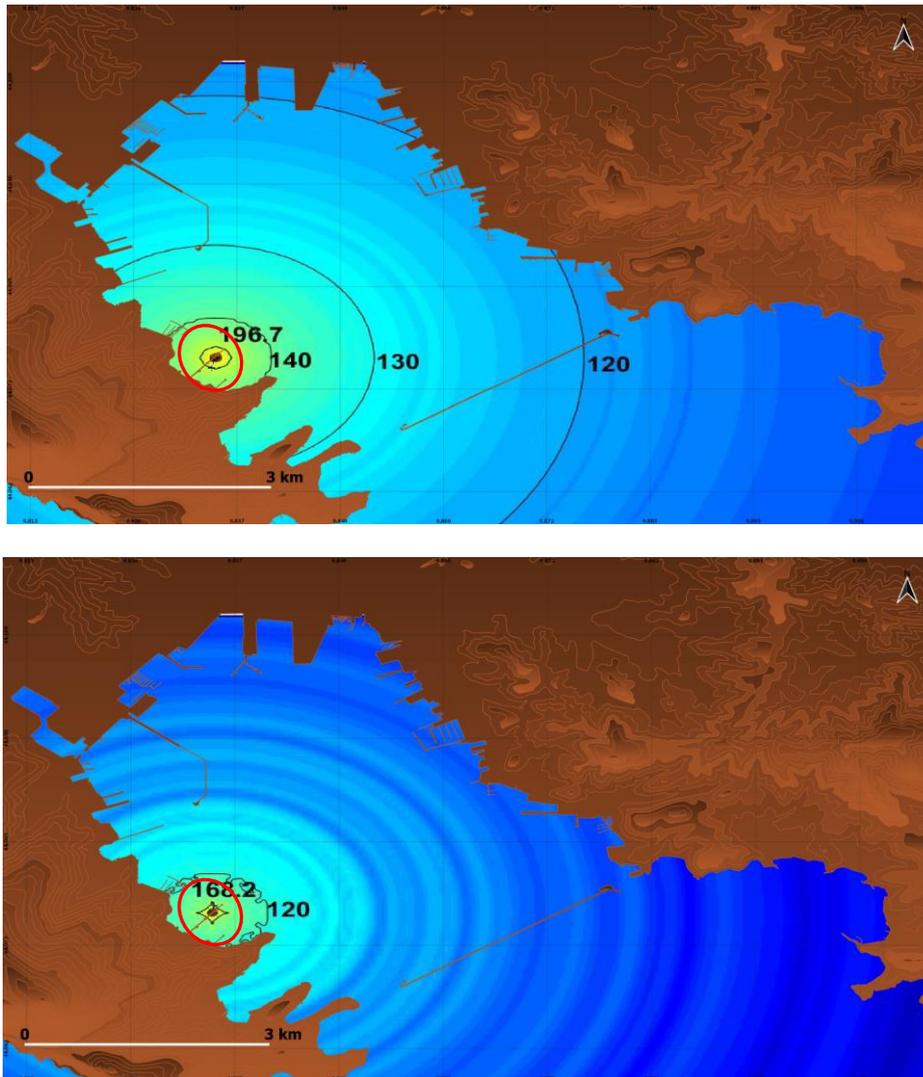


Figura 16-5: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Pressure Level* $L_{p,rms}$ [dB re 1 μ Pa] del vibroinfrissore, ipotizzando un valore a sorgente di 196.7 dB per le specie LF (in alto), di 168.2 dB pesato per le specie HF (in basso) e *Transmission Loss* ottenuta da modello RAMSGeo per ogni frequenza centrale della banda di un terzo di ottava.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 82 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

16.3 Battipalo e vibroinfissore (cumulativi 1 ora per pali da 1.820 mm)

Le stime di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,1h}$ cumulativo in un'ora di utilizzo del battipalo e vibroinfissore per l'infissione di un palo da 1.820 mm, pesate per le specie LF e HF, sono rappresentate in Figura 16-6.

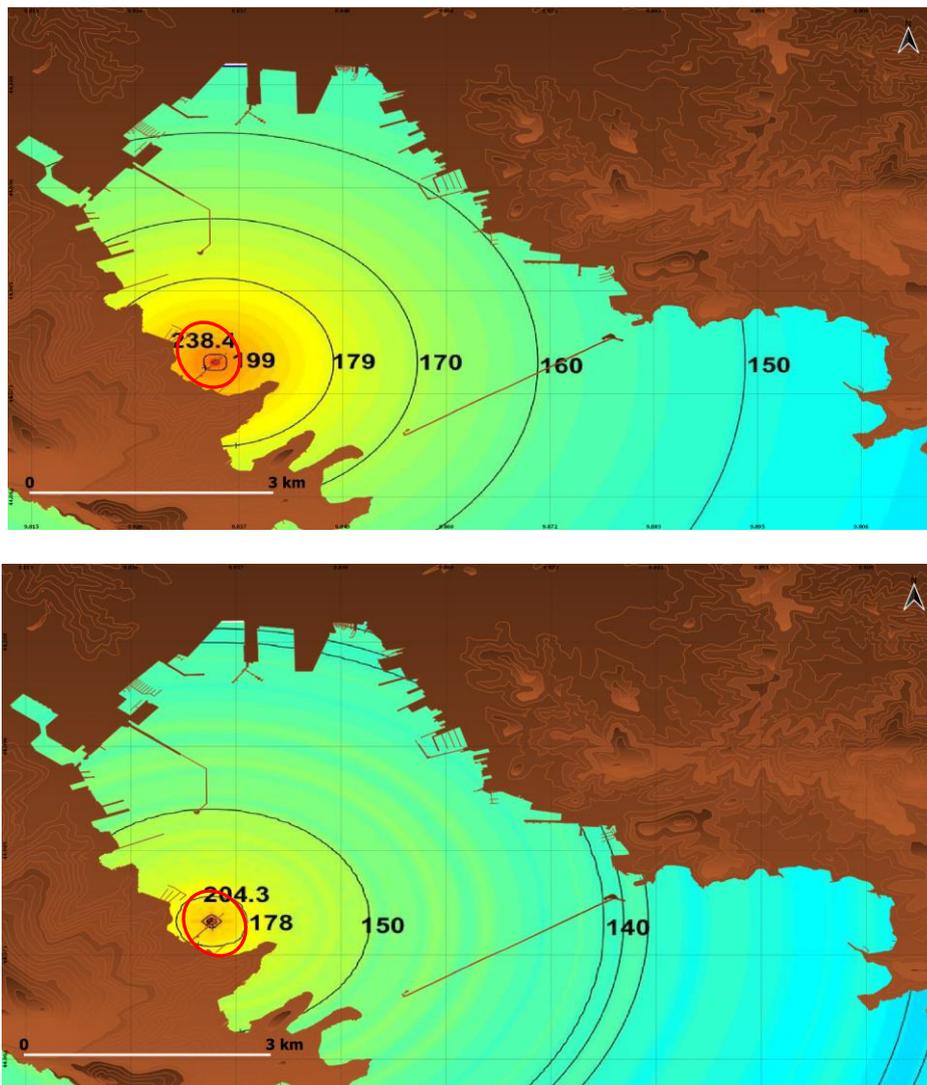


Figura 16-6: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,1h}$ [dB re 1 μPa^2 s] per il battipalo e il vibroinfissore cumulativo giornaliero (ipotizzando 1 ora di attività) pesato per le specie LF (in alto) e HF (in basso), utilizzando valori a sorgente di 238.4 dB (LF) e 204.3 dB (HF) ottenuti tramite la relazione (3) e *Transmission Loss* ottenuta da modello RAMSGeo per ogni frequenza centrale della banda di un terzo di ottava), pesato per le specie LF (in alto) e HF (in basso).

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 83 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

16.4 Vibroinfissore (pali da 800 mm)

Le stime di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,4h,v}$ pesate per le specie LF e HF nelle 4 ore di attività di infissione dei pali da 800 mm sono riportate nella Figura 16-7.

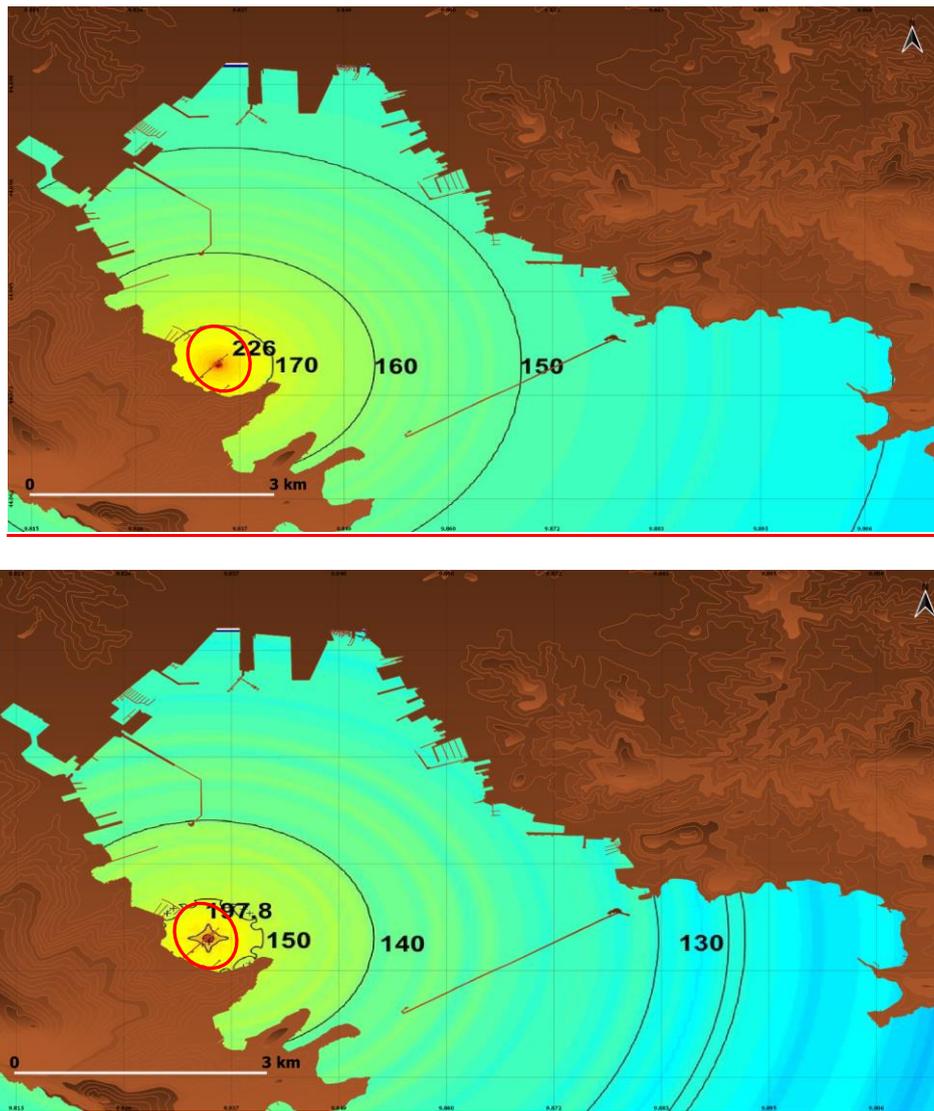


Figura 16-7: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,4h,v}$ [dB re $1 \mu\text{Pa}^2$ s] cumulativo giornaliero del vibroinfissore, pesato per le specie LF (in alto) e HF (in basso), utilizzando valori a sorgente di 226 dB (LF) e 197.8 dB (HF) ottenuti da un valore complessivo di *Sound Pressure Level root mean square* di 184.4 dB (LF) e 156.2 dB (HF) e ipotizzando un utilizzo del vibroinfissore di 4 ore, per un valore complessivo di 41.6 dB secondo la relazione (2) e *Transmission Loss* ottenuta da modello RAMSGeo per ogni frequenza di un terzo di ottava.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 84 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Le stime di *Sound Pressure Level root mean square* $L_{p,rms}$ per la vibroinfissione per le specie LF e HF sono riportate nella Figura 16-8.

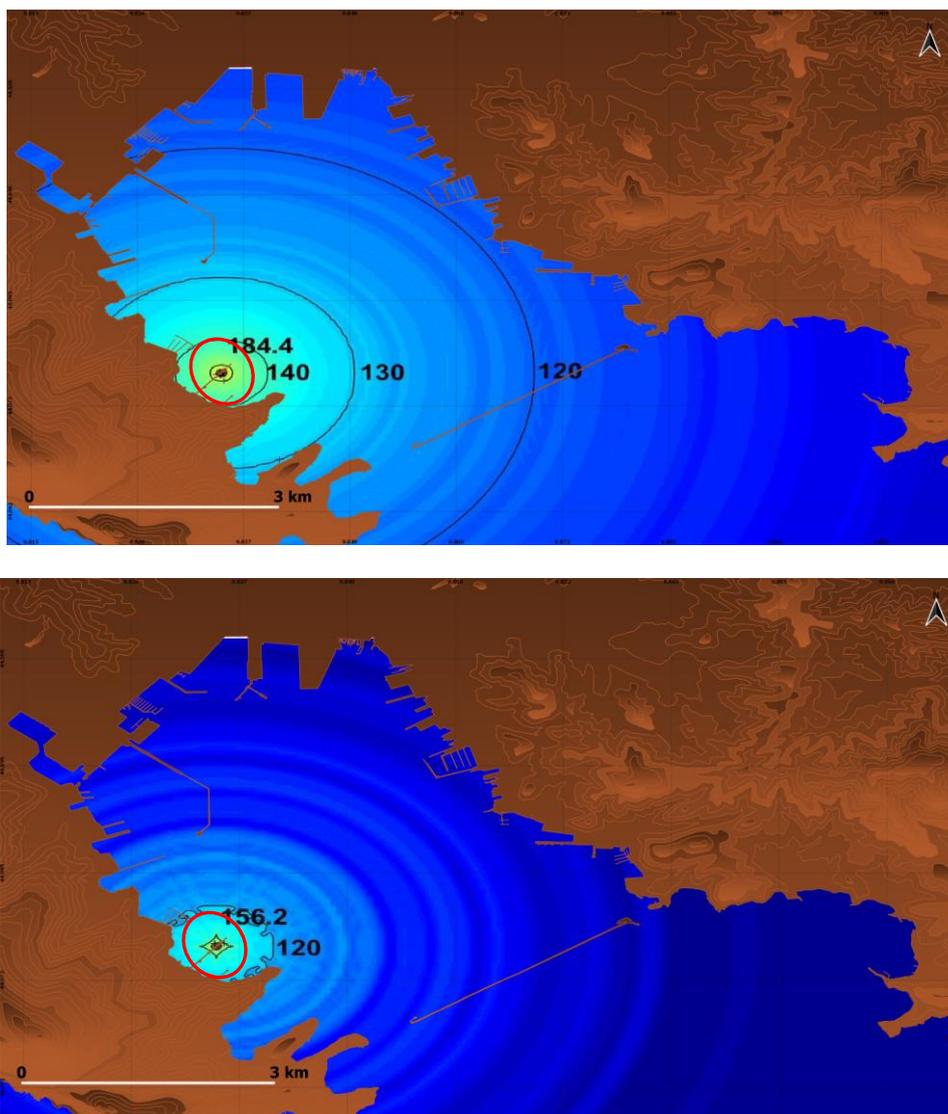


Figura 16-8: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Pressure Level* $L_{p,rms}$ [dB re 1 μ Pa] del vibroinfessore, ipotizzando un valore a sorgente di 184.4 dB per le specie LF (in alto), di 156.2 dB pesato per le specie HF (in basso) e *Transmission Loss* ottenuta da modello RAMSGeo per ogni frequenza di un terzo di ottava.

16.5 Battipalo e vibroinfessore (cumulativi 5 ore per pali da 1.820 mm e 800 mm)

Le stime di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,5h}$ cumulativo nelle 5 ore giornaliere di utilizzo del battipalo e vibroinfessore per i pali di 1.820 mm e 800 mm, pesate per le specie LF e HF, sono rappresentate in Figura 16-9.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 85 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

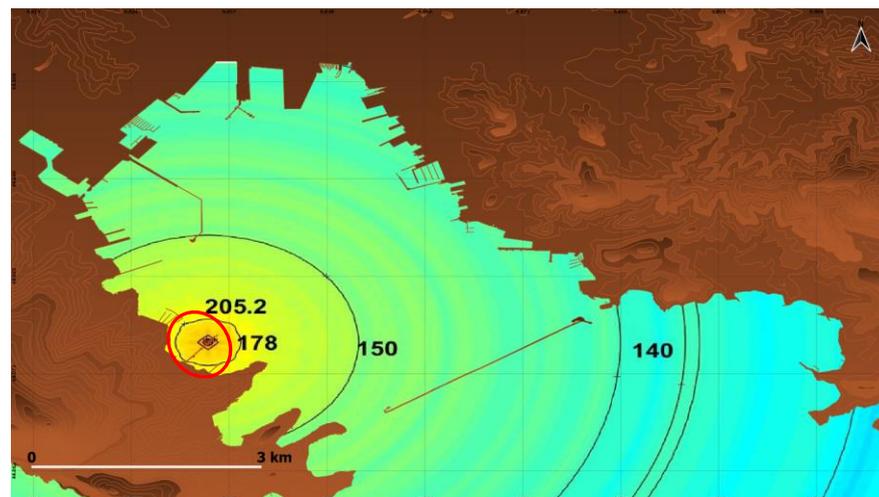
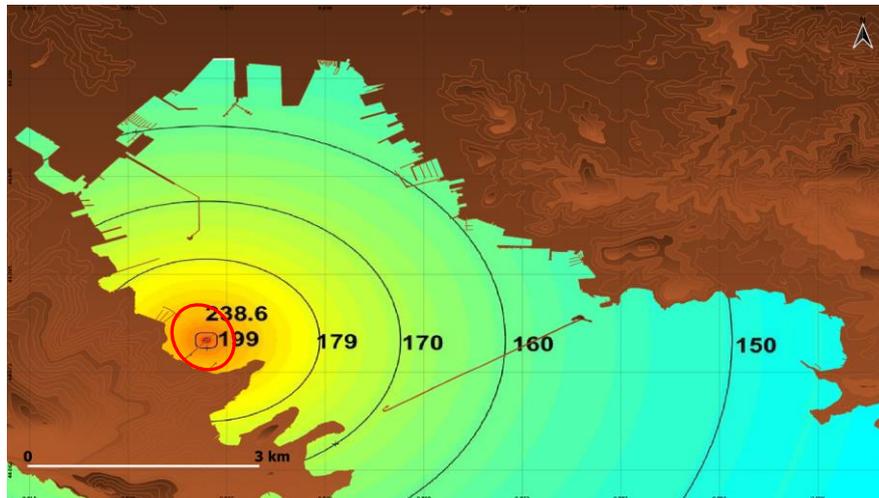


Figura 16-9: Mappa di distribuzione spaziale di *Sound Exposure Level* $L_{E,p,5h}$ [dB re $1 \mu\text{Pa}^2$ s] cumulativo giornaliero per le attività di infissione dei pali da 1.820 mm e 800 mm, pesato per le specie LF (in alto) e HF (in basso), utilizzando valori a sorgente di 238.6 dB (LF) e 205.2 dB (HF) ottenuti tramite l'equazione (4) e *Transmission Loss* ottenuta da modello RAMSGeo per ogni frequenza centrale della banda di un terzo di ottava.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 86 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

17 CONCLUSIONI

In relazione al possibile impatto del rumore delle attività di infissione sulle specie target (i.e. cetacei) potenzialmente presenti nell'area dei lavori e zone limitrofe si può riepilogare quanto segue.

I valori cumulativi di *Sound Exposure Level* - pesati in relazione alle soglie dei due gruppi di mammiferi marini qui indagati (LF, cetacei a bassa frequenza e HF, cetacei alta frequenza) - delle due attività di infissione (attraverso vibroinfissore e cautelativamente anche attraverso battipalo) sono stati stimati in maniera distinta sia perché le due attività presentano caratteristiche acustiche differenti (suoni impulsivi e suoni non impulsivi, approssimati come continui) sia perché non avvengono contemporaneamente; tuttavia, in questa Sezione III, è stata introdotta anche una stima cumulativa dei livelli di esposizione per le specie target relativa alle 5 ore giornaliere complessive di attività di infissione, al fine di rappresentare una condizione generale che maggiormente approssima quella prevista in linea teorica.

In ogni caso, **le previsioni sono considerate conservative** perché i modelli assumono che il ricevitore (cioè il mammifero marino) sia fermo per tutta la durata dell'esposizione sonora. Questa assunzione teorica non tiene conto che il comportamento di evitamento da parte degli animali diminuirebbe la loro esposizione sonora complessiva, riducendo quindi la quantità di tempo che essi passerebbero nella zona di impatto durante l'infissione dei pali. E' implicito però che il grado con cui gli organismi rispondono a un fattore di stress come il rumore (ad esempio, le risposte comportamentali di allontanamento da aree normalmente frequentate dalle specie per attività chiave come l'alimentazione oppure la riduzione dell'efficienza di foraggiamento a causa del mascheramento dei segnali) è un indice di sensibilità per le specie che, a causa del disturbo provocato dalle attività antropiche, risultano maggiormente vulnerabili sia a livello di individuo che di popolazione (Williams et al., 2020).

I risultati delle analisi qui condotte, ottenute utilizzando uno dei modelli consigliati per questo tipo di indagini (RAMSGeo), evidenziano come il suono sia notevolmente attenuato dalle acque poco profonde a causa dell'importante assorbimento dell'energia sonora da parte del fondale fangoso-argilloso e dalla configurazione geografica relativamente "chiusa" del porto.

I risultati della modellazione relativa alla palificazione a impatto hanno indicato che il rumore di questa attività, concentrato a frequenze < 1.000 Hz, si dissipa rapidamente nei sedimenti poco profondi del porto di La Spezia, confinando la zona in cui si raggiunge la soglia di **disturbo comportamentale** dei mammiferi marini ad un'estensione relativamente piccola (entro 1.050 m dalla sorgente) all'interno del porto per le specie HF e un raggio maggiore di 5.120 m per le specie LF. I risultati della modellazione relativa alla palificazione vibratoria hanno indicato che anche il rumore di questa attività, concentrato a frequenze < 1.000 Hz, è significativamente assorbito, limitando la zona in cui si raggiunge la soglia di disturbo comportamentale dei mammiferi marini ad un'estensione di 720 m (pali da 800 mm) e di 750 m (pali da 1.820 mm) all'interno del porto per le specie HF e di 3.550 m (pali da 800 mm) e di 3.760 m (pali da 1.820 mm) per le specie LF.

La Figura 17-1 riporta la mappatura delle distanze per il disturbo comportamentale nelle specie HF durante le attività di infissione a impatto (pali da 1.820 mm) e la vibroinfissione (pali da 800 mm e 1.820 mm).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 87 di 147	Rev. 0

Rif T EN ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

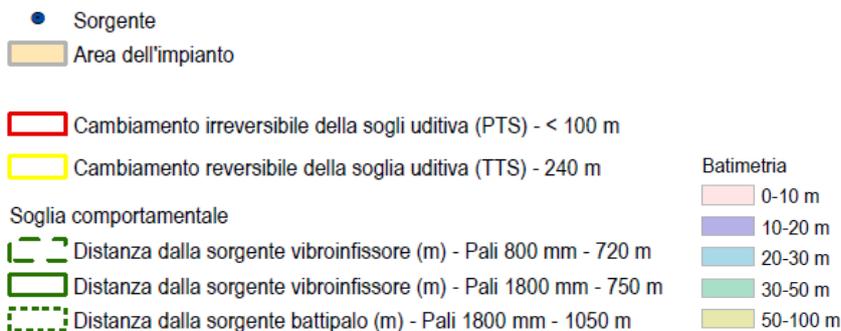


Figura 17-1: Scenario cetacei alta frequenza (HF)

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 88 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

L'area di disturbo risulta essere contenuta all'interno del Golfo di La Spezia, determinando un raggio massimo di 1.050 m intorno al sito dei lavori (*Alarm Zone High Frequency species*, AZHF o area di mitigazione) entro il quale le specie HF non dovrebbero essere presenti.

Il continuo monitoraggio visivo/acustico assicurerà: 1) la rilevazione tempestiva dell'eventuale presenza di queste specie all'interno del porto e 2) l'applicazione di misure di mitigazione in tempo reale in caso di ingresso degli individui all'interno della AZHF.

In particolare è previsto che, in caso di rilevazione delle specie target (mammiferi marini o altre specie pelagica di dimensioni apprezzabili e/o appartenenti a gruppi sistematici sottoposti a tutela) nell'area dei lavori, gli operatori MMO/PAM segnaleranno l'avvistamento o la detection acustica e, a seconda delle attività in corso e delle condizioni di sicurezza delle operazioni, si attueranno le opportune misure di mitigazione in tempo reale che prevedono fino alla interruzione delle attività stesse. Tali misure includono:

- il posticipo dell'avvio dei lavori in caso di presenza delle specie target all'interno del porto all'inizio di ciascuna giornata;
- l'avvio morbido (*soft-start*) delle operazioni, in particolare all'inizio delle attività di infissione pali, per le quali sarà utilizzata una frequenza ed una energia di battitura e di vibroinfissione minime e progressivamente crescenti;
- la sospensione delle attività in caso di presenza di individui appartenenti alla specie target all'interno di una zona di esclusione di circa 1000 m di raggio intorno al sito dei lavori; le attività riprenderanno dopo almeno 30 minuti di assenza degli animali nella zona di esclusione effettuando un avvio morbido;
- il rallentamento delle attività in caso di presenza di individui appartenenti alla specie target all'esterno della zona di esclusione di 1000 m di raggio intorno al sito dei lavori.

Per maggiori dettagli sui monitoraggi e le misure di mitigazione definite si rimanda al documento Piano di Monitoraggio Ambientale che è riportato in Annesso 1 (rif.: REL-AMB-E-20010) allo Studio Preliminare Ambientale.

La Figura 17-2 riporta la mappatura delle distanze per il disturbo comportamentale nelle specie LF durante le attività di infissione a impatto (pali da 1.820 mm) e la vibroinfissione (pali da 800 mm e 1.820 mm). L'area di disturbo risulta essere estesa anche all'esterno del Golfo di La Spezia, determinando un raggio massimo di circa 5.000 m intorno al sito dei lavori (*Alarm Zone Low Frequency species*, AZLF o area di mitigazione) entro il quale le specie LF non dovrebbero essere presenti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 89 di 147	Rev. 0

Rif. T EN ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

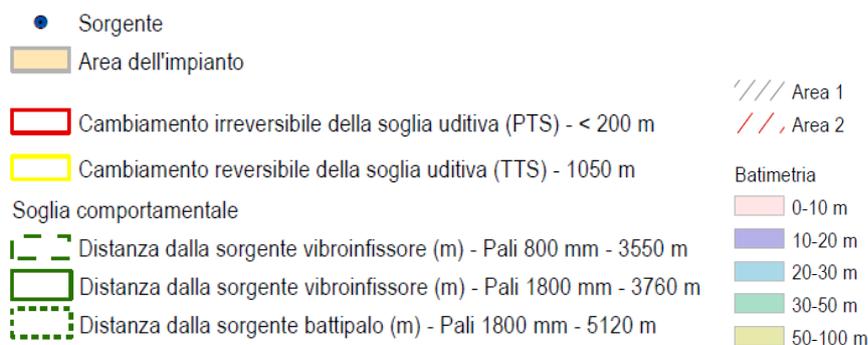
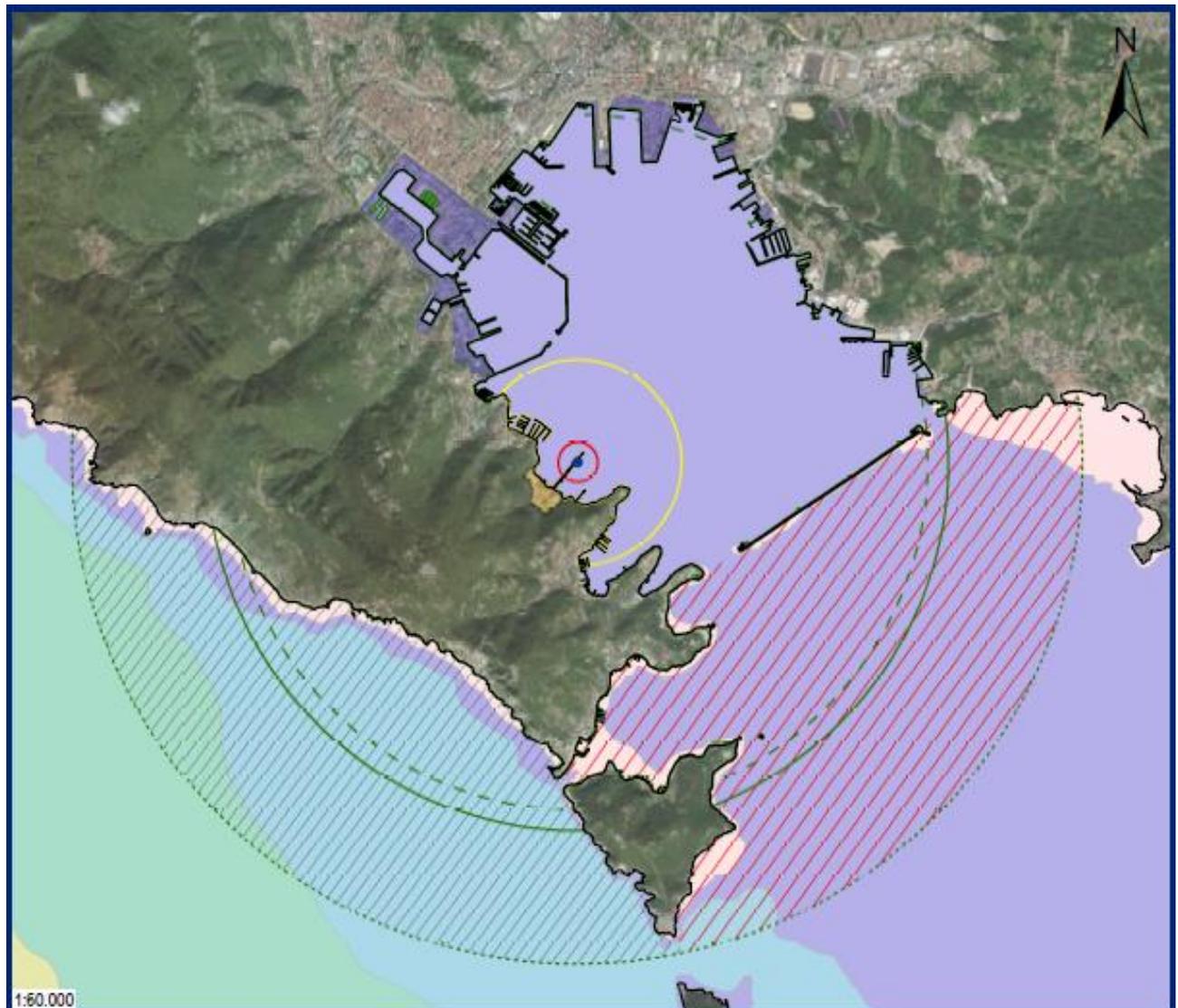


Figura 17-2: Scenario cetacei bassa frequenza (LF)

Tuttavia, occorre sottolineare che:

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 90 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

- L'area 1 evidenziata in Figura 17-2 è schermata dalla presenza della terra ferma e dalla diga foranea;
- L'area 2 evidenziata in Figura 17-2 include fondali compresi tra 10 e 20 metri, rendendo improbabile la presenza di specie LF come la balenottera comune, che generalmente predilige aree più pelagiche caratterizzate da batimetrie profonde.

In ogni caso, il continuo monitoraggio visivo/acustico assicurerà: 1) la rilevazione tempestiva dell'eventuale presenza di queste specie all'interno dell'area e 2) l'applicazione di misure di mitigazione in tempo reale in caso di ingresso degli individui all'interno della AZLF. Tali misure di mitigazioni in tempo reale prevedono fino alla interruzione delle attività stesse. Per maggiori dettagli sui monitoraggi si rimanda al documento Piano di Monitoraggio Ambientale che è riportato in Annesso 1 (rif.: REL-AMB-E-20010) allo Studio Preliminare Ambientale.

Considerando poi le modeste distanze alle quali si ipotizzano **cambiamenti irreversibili (PTS) o reversibili (TTS)** della soglia uditiva - che per le specie LF sono rispettivamente stimate a <200 m e 1.050 m e per le specie HF a <100 m e 240 m (Figure 17-1 e 17-2), si ritiene che la realizzazione del monitoraggio visivo/acustico nelle aree già identificate come zone di allarme per il disturbo comportamentale sia adeguato alle condizioni qui modellate.

Per quanto sopra riportato, il monitoraggio durante le attività sarà condotto da qualificati operatori MMO (*Marine Mammals Observer*) e PAM (*Passive Acoustic Monitoring*) attraverso la realizzazione di *survey* visivi di superficie su imbarcazione dedicata e di rilievi acustici continui dei livelli di rumore e della "presenza acustica" delle specie target con analisi *real-time*. Inoltre, prima dell'inizio delle attività giornaliere, si verificherà l'assenza di individui all'interno dell'area portuale e si sorveglierà poi in modo specifico l'area prospiciente i due ingressi al porto (entro i 5.000 m di distanza dal pontile di Panigaglia, ovvero la zona di disturbo comportamentale per le specie LF) nel corso dello svolgimento dei lavori.

Infine, si prevede l'esecuzione di una attività specifica di validazione sul campo, anche considerando che in questa indagine sono stati stimati i livelli di rumore esclusivamente per le attività di infissione. Si realizzerà quindi una campagna di misurazioni acustiche all'avvio dei lavori, per ottenere informazioni sui livelli effettivamente riscontrati durante l'insieme delle attività in corso, al fine di validare i risultati modellistici e introdurre eventuali perfezionamenti alle stime cautelative qui effettuate. In questo modo si potranno affinare le stime di distanza del disturbo per i mammiferi marini dovuti alle attività di infissione e delineare con maggiore accuratezza il conseguente piano di monitoraggio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 91 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

18 BIBLIOGRAFIA SEZIONE III

- Aguilar, A. & Gaspari, S. (2012). *Stenella coeruleoalba*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T20731A2773889. Downloaded on 16 June 2021.
- Bearzi, G. (2012). *Delphinus delphis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T134817215A195829089. Downloaded on 16 June 2021.
- Bearzi, G., Fortuna, C., Reeves, R. (2012). *Tursiops truncatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T22563A2782611. Downloaded on 16 June 2021.
- Borsani, J. F. & Farchi, C. (2012). Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne (Parte prima). ISPRA, 62 pp. Available at: <https://agentifisici.isprambiente.it/index.php/documentazione-rumore-subacqueo/category/331-ispra-2011-linee-guida-rumore-subacqueo?download=965:ispra-2011-linee-guida-rumore-subacqueo-1a-parte>
- Cañadas, A. (2012). *Ziphius cavirostris*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T23211A2785108. Downloaded on 16 June 2021.
- Cañadas, A. (2012). *Globicephala melas* (Mediterranean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T16376479A16376495. Downloaded on 16 June 2021.
- Finneran, J.J. & Jenkins A.K. (2012). Criteria and thresholds for U.S. Navy acoustic and explosive effects analysis. SPAWAR Systems Center Pacific, San Diego, CA, USA. 64 pp.
- Finneran, J.J. (2015). Auditory weighting functions and TTS/PTS exposure functions for cetaceans and marine carnivores. Technical report by SSC Pacific, San Diego, CA, USA.
- Finneran, J.J. (2016). Auditory weighting functions and TTS/PTS exposure functions for marine mammals exposed to underwater noise. Technical Report for Space and Naval Warfare Systems Center Pacific, San Diego, CA, USA. 49 pp. Available at: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/1026445.pdf>
- Gaspari, S. & Natoli, A. (2012). *Grampus griseus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T9461A3151471. Downloaded on 16 June 2021.
- NMFS - National Marine Fisheries Service (US) (2014). *Marine Mammals: Interim Sound Threshold Guidance* (webpage). National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce. Available at: http://www.westcoast.fisheries.noaa.gov/protected_species/marine_mammals/threshold_guidance.html
- NMFS - National Marine Fisheries Service (US) (2016). Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing: Underwater Acoustic Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. US Department of Commerce, NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-55. 178 pp.
- NMFS - National Marine Fisheries Service (US) (2018). 2018 Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 92 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Shifts. US Department of Commerce, NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59. 167 pp. Available at:

<https://www.fisheries.noaa.gov/webdam/download/75962998>

- Notarbartolo di Sciara, G., Frantzis, A., Bearzi, G. & Reeves, R. (2012). *Physeter macrocephalus* (Mediterranean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T16370739A16370477. Downloaded on 16 June 2021.
- Panigada, S. & Notarbartolo di Sciara, G. (2012). *Balaenoptera physalus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T2478A2787161. Downloaded on 16 June 2021.
- Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene, C.R., Kastak, Jr., D., Ketten, D.R., Miller, J.H., et al. (2007). Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations. *Aquatic Mammals* 33(4): 411-521.
- Southall, B.L., Finneran, J.J., Reichmuth, C., Nachtigall, P.E., Ketten, D.R., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Nowacek, D.P., Tyack, P.L. (2019). Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. *Aquatic Mammals* 45(2): 125-232.
- Williams, R., Cholewiak, D., Clark, C. W., Erbe, C., George, C., Lacy, R., et al. (2020). Chronic ocean noise and cetacean population models. *J. Cetacean Res. Manage.* 21(1), 85-94.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 93 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

19 QUADRO DI SINTESI

SEZIONE I

- I rilievi acustici nell'area del terminale di rigassificazione di Panigaglia nel Porto di La Spezia sono stati eseguiti il giorno 6 aprile 2021 in condizioni di traffico navale molto ridotto, in un periodo particolare (le festività pasquali durante le restrizioni di traffico navale imposte dall'emergenza COVID) e con poche sorgenti acustiche antropiche attive.
- Il movimento di imbarcazioni e le strumentazioni di grosse navi ormeggiate (e.g. Costa Magica) sono risultate principali sorgenti che hanno caratterizzato il rumore ambientale nel Porto di La Spezia.
- Le stime delle grandezze acustiche per il rumore hanno evidenziato:
 - 1) *Sound Pressure Level (root mean square)* $L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa) tra 85.9 e 102.5;
 - 2) *Sound Pressure Level (peak)* $L_{p,pk}$ (dB re 1 μ Pa) tra 111.4 e 121.9;
 - 3) *Sound Exposure Level* senza trend particolari in relazione alla distanza dal terminale;
 - 4) *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* più elevati (seppur contenuti) nelle bande fino a 2000 Hz.

SEZIONE II

- Nell'ambito delle complessive operazioni di costruzione delle nuove strutture presso il terminale di Panigaglia, sono state prodotte stime di rumore subacqueo modellando le attività di palificazione con vibroinfissore (pali da da 1.820 mm e da 800 mm) e cautelativamente a impatto con battipalo (pali da 1.820 mm), usando valori conservativi ricavati dalla letteratura disponibile;
- Gli scenari per la palificazione a impatto sono stati considerati in via cautelativa poiché si presume di ricorrere a tale modalità solo in caso di estreme difficoltà durante la vibroinfissione;
- Le simulazioni evidenziano:
 - 1) incrementi significativi di *Sound Pressure Level (peak)* e *Sound Pressure Level (root mean square)* per l'infissione con battipalo e di *Sound Pressure Level (root mean square)* per la vibroinfissione rispetto alle condizioni di base riportate nella Sezione I;
 - 2) *Sound Exposure Level* con valori più contenuti nelle bande di frequenza più basse.
- Il fondale di natura fangosa e la scarsa profondità (10-12 m) sembrano determinare un significativo assorbimento del rumore a distanze di 800-1.000 m dalla sorgente per tutte le grandezze acustiche considerate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 94 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

SEZIONE III

- Sono state prodotte stime di rumore subacqueo modellando le attività di palificazione con vibroinfissore (pali da 1.820 mm e da 800 mm) e cautelativamente a impatto con battipalo (pali da 1.820 mm) con le soglie acustiche delle specie target (mammiferi marini);
- I modelli utilizzati assumono che il ricevitore (cioè il mammifero marino) sia fermo per tutta la durata dell'esposizione sonora; questa assunzione teorica non tiene conto che il comportamento di evitamento da parte degli animali diminuirebbe la loro esposizione sonora complessiva, riducendo quindi la quantità di tempo che essi passerebbero nella zona di impatto durante l'infissione dei pali;
- I valori cumulativi di *Sound Exposure Level* pesati in relazione alle soglie dei due gruppi funzionali di mammiferi marini (LF, cetacei a bassa frequenza e HF, cetacei alta frequenza) delle due attività di infissione (con vibroinfissore e cautelativamente anche attraverso battipalo) dei pali da 1.820 mm e di quelli da 800 mm sono stati stimati in maniera distinta sia perché le due attività presentano caratteristiche acustiche differenti (suoni non impulsivi, approssimati come continui, durante la vibroinfissione e suoni impulsivi per la palificazione a impatto), sia perché non avvengono contemporaneamente; tuttavia, è stata introdotta anche una stima cumulativa dei livelli di esposizione per le specie target relativa alle 5 ore giornaliere complessive di attività di infissione (1 ora per il palo da 1.820 mm e 4 ore per i 4 pali da 800 mm), al fine di rappresentare una condizione generale che maggiormente approssima quella prevista in linea teorica;
- Il rumore dell'infissione con battipalo stimato attraverso modello appare dissiparsi rapidamente nei sedimenti fangosi-argillosi poco profondi del porto di La Spezia (anche grazie alla configurazione geografica relativamente "chiusa" del porto), confinando la zona in cui si raggiunge la soglia di **disturbo comportamentale** dei mammiferi marini ad un'estensione relativamente piccola (entro 1.050 m dalla sorgente) all'interno del porto per le specie HF e un raggio maggiore di 5.120 m per le specie LF;
- Anche il rumore generato dalla vibroinfissione stimato attraverso modello sembra essere significativamente assorbito, limitando la zona in cui si raggiunge la soglia di disturbo comportamentale dei mammiferi marini ad un'estensione di 720 m (pali da 800 mm) e di 750 m (pali da 1.820 mm) all'interno del porto per le specie HF e di 3.550 m (pali da 800 mm) e di 3.760 m (pali da 1.820 mm) per le specie LF;
- Nelle specie HF l'area di disturbo è risultata essere contenuta all'interno del Golfo di La Spezia, determinando un raggio massimo di 1.050 m intorno al sito dei lavori (*Alarm Zone High Frequency species, AZHF* o area di mitigazione) entro il quale le specie HF non dovrebbero essere presenti;
- Nelle specie LF durante le attività di infissione a impatto (pali da 1.820 mm) e la vibroinfissione (pali da 800 mm e 1.820 mm) l'area di disturbo è risultata essere estesa anche all'esterno del Golfo di La Spezia, determinando un raggio massimo di circa 5.000 m intorno al sito dei lavori (*Alarm Zone Low Frequency species, AZLF* o area di mitigazione) entro il quale le specie LF non dovrebbero essere presenti; tuttavia, la propagazione del rumore al di fuori del Golfo di La Spezia sembra essere fortemente schermata dalla presenza della terra ferma e della diga foranea;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 95 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

- I fondali compresi tra 10 e 20 metri in un raggio di 5.000 metri dal pontile di Panigaglia sembrerebbero rendere improbabile la presenza, nell'area dei lavori, di specie LF come la balenottera comune, che generalmente predilige aree più pelagiche caratterizzate da batimetrie profonde;
- Considerando le modeste distanze alle quali si ipotizzano cambiamenti irreversibili (PTS) o reversibili (TTS) della soglia uditiva delle specie target, la realizzazione del monitoraggio visivo/acustico nelle aree identificate come zone di allarme per il disturbo comportamentale assicurerà:
 - 1) la rilevazione tempestiva dell'eventuale presenza delle specie all'interno e all'esterno del porto;
 - 2) l'applicazione di misure di mitigazione in tempo reale (dal rallentamento alla sospensione delle attività) in caso di ingresso di individui all'interno delle aree di disturbo (vedi Piano di Monitoraggio Ambientale, rif.: REL-AMB-E-20010, allo Studio Preliminare Ambientale);
- Il monitoraggio durante le attività sarà condotto da qualificati operatori MMO (*Marine Mammals Observer*) e PAM (*Passive Acoustic Monitoring*) attraverso la realizzazione di *survey* visivi di superficie su imbarcazione dedicata e di rilievi acustici continui dei livelli di rumore e della "presenza acustica" delle specie target con analisi *real-time*; inoltre, prima dell'inizio delle attività giornaliere, sarà verificata l'assenza di individui all'interno dell'area portuale e si sorveglierà poi in modo specifico l'area prospiciente i due ingressi al porto (entro i 5.000 m di distanza dal pontile di Panigaglia, ovvero la zona di disturbo comportamentale per le specie LF) nel corso dello svolgimento dei lavori;
- All'avvio dei lavori presso il pontile di Panigaglia sarà eseguita una campagna di misurazioni acustiche, per ottenere informazioni sui livelli effettivamente riscontrati durante l'insieme delle attività in corso, al fine di validare i risultati modellistici e introdurre eventuali perfezionamenti alle stime cautelative qui effettuate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 96 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

ALLEGATO 1

SPECIFICHE TECNICHE E CALIBRAZIONE IDROFONO COLMAR GP0280

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 97 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

GP SYSTEM



IDROFONO GP0280 CON RICEVITORE
MANUALE UTENTE

Agosto 2010

Riferimento interno: manuale n°180810
Autore: Ing.Pietro Barbagelata

CO.L.MAR. srl
Via delle Pianazze 74, 19136 - La Spezia -Italy
tel.+39 0187 982590 fax +390187943461
email: colmar@colmaritalia.it

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

T.EN ITALY SOLUTIONS S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 98 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



3. Cavo subacqueo

Il cavo subacqueo ha le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza 40m
- Guaina esterna in poliuretano.

CONNETTORI:

Lato ricevitore:

Military Standard 6 pin maschio

Lato idrofono:

Gisma plug serie 35.06.2.07.3.00

4. Ricevitore serie GP

Il ricevitore è installato all'interno di una valigetta Peli-case mo.1120.

L'interfaccia utente è costituita da un pannello in alluminio (riferimento allegato n°4) che comprende:

- Connettore MS per la connessione del cavo
- Ingressi per la ricarica della batteria
- Interruttore On/Off con Led
- Manopola per il controllo del guadagno (0-50 dB)
- Manopola per il controllo del volume cuffie
- Pulsante per il segnale di calibrazione con Led
- Uscita cuffie
- Uscita audio
- Dimensione esterne 209x166x90mm
- Peso 1,9 Kg

Il sistema è alimentato da una batteria interna al gel che garantisce un'autonomia al sistema per più di 24 h di funzionamento ed ha le seguenti caratteristiche:

- 2,3 Ah, 12 V
- Temperatura di funzionamento da -20 a +50°C
- Garantita per più di 300 cicli di ricarica

CO.L.MAR. S.r.l. via delle Pianazze, 74 19136 La Spezia (I) Tel +39 0187 982590 Fax 943461 P.I.00742150113
e-mail colmar@colmaritalia.it www.colmaritalia.it

Documento di proprietà **snam Rete Gas**. La Società tutela i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 99 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



5. CALIBRAZIONE

Lo scopo del segnale di calibrazione è:

1. Testare se il sistema sta funzionando correttamente.

Premendo il pulsante di calibrazione, un segnale definito viene iniettato nell'intera catena ricevente del sistema, tale segnale viene misurato sull'uscita AUDIO OUT come un segnale triangolare di 2 kHz di frequenza e 10 mVpp circa di ampiezza, con il guadagno del ricevitore regolato su 0 dB. Aumentando il guadagno il segnale di calibrazione aumenterà conseguentemente.

2. Calcolare l'esatta ampiezza del segnale in ciascuna registrazione che contenga il segnale di calibrazione anche senza conoscere il guadagno utilizzato durante la registrazione.

Riproducendo un segnale che contenga un segnale di calibrazione è possibile calcolare l'ampiezza del segnale acustico semplicemente comparandolo con l'ampiezza del segnale di calibrazione. **Il segnale di calibrazione inserito in serie all'idrofono è equivalente ad una pressione acustica di 124 dB re 1 uPapp** questo dato è ottenuto considerando la sensibilità del sistema @ 2 kHz. Per una maggiore accuratezza si deve considerare che la sensibilità del sistema varia con la frequenza.

Esempio

Assumiamo per esempio che il segnale acquisito dal nostro sistema sia stato registrato e convertito in un file .wav. Plottando tale segnale in funzione del tempo, resta comunque sconosciuta la scala dell'asse delle ordinate ma, essendo stato incluso il segnale di calibrazione di cui conosco l'ampiezza posso ricavare la pressione acustica relativa ad un certo segnale d'interesse semplicemente facendo il rapporto tra l'ampiezza dei due.

Supponiamo infatti che un certo segnale d'interesse sia ad esempio 12 volte più grande del nostro segnale di calibrazione, trasformiamo questo rapporto in dB e otteniamo circa +22 dB (20 log12). L'ampiezza quindi sarà 124 (pressione acustica equivalente al segnale di calibrazione) + 22 = 146 dB re 1 uPapp

Nella tabella sottostante si riportano i valori del segnale di calibrazione misurati sull'uscita AUDIO OUT per i diversi valori di guadagno.

GAIN (dB)	AUDIO OUT CON CAL. ON
0	2 kHz, 10mVpp (triangolare)
10	2 kHz, 30 mVpp
20	2 kHz, 100 mVpp
30	2 kHz, 300 mVpp
40	2 kHz, 900 mVpp
50	2 kHz, 3 Vpp

Si ricorda che quando il pulsante della calibrazione è premuto al segnale di ingresso viene sommato il segnale di calibrazione quindi si suggerisce di scegliere opportunamente il momento per effettuare la calibrazione (normalmente si effettua all'inizio o alla fine della registrazione, oppure ogni volta che si cambia il guadagno senza interrompere la registrazione).

NOTA

In caso di necessità è possibile (intervenendo all'interno del ricevitore, spostando un jumper sulla cartolina elettronica) inserire un filtro passa basso con frequenza di taglio 20 kHz

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 100 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



Allegato 1: idrofono GP0280

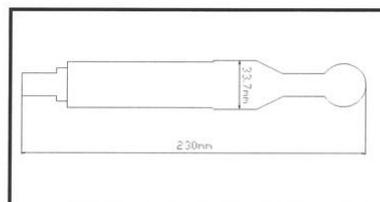


Idrofono professionale sferico, omnidirezionale, preamplificato ben si adatta a molteplici applicazioni. Le qualità dell'idrofono GP0280 ne fanno uno sensore di misura di classe superiore:

- Sensibilità elevata
- Basso rumore
- Ampia banda di utilizzo
- Doppia uscita: singola e bilanciata
- Ingresso di calibrazione
- Elevata qualità costruttiva e dei materiali
- Connettore in acciaio inox tipo "metal shell"

Specifiche tecniche

- Banda di utilizzo: 5-90.000 Hz
- Attenuazione delle basse frequenze a 6dB/ottava con -3dB a 740 Hz (personalizzabile su richiesta)
- Sensibilità: -165 dB re1V/uPa @10kHz (uscita bilanciata), -171 dB re1V/uPa @10kHz (uscita singola)
- Direzionalità: sferico-omnidirezionale
- Guadagno @5kHz: 30dB (uscita singola), 36dB (uscita bilanciata)
- Rumore acustico equivalente in ingresso @5kHz: 34dB re 1uPa/sqrtHz
- Impedenza di ingresso: 10 MegaOhms
- Alimentazione: 11.5-30 Volt
- Massimo segnale in uscita: 7 Vpp (uscita singola), 14Vpp (uscita bilanciata)
- Assorbimento: 9mA @12V
- Peso a secco: 400gr.
- Materiale contenitore: acciaio inox 316



CO.L.MAR. S.r.l. via delle Pianazze, 74 19136 La Spezia (I) Tel +39 0187 982590 Fax 943461 P.I.00742150113
e-mail colmar@colmaritalia.it www.colmaritalia.it

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 101 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

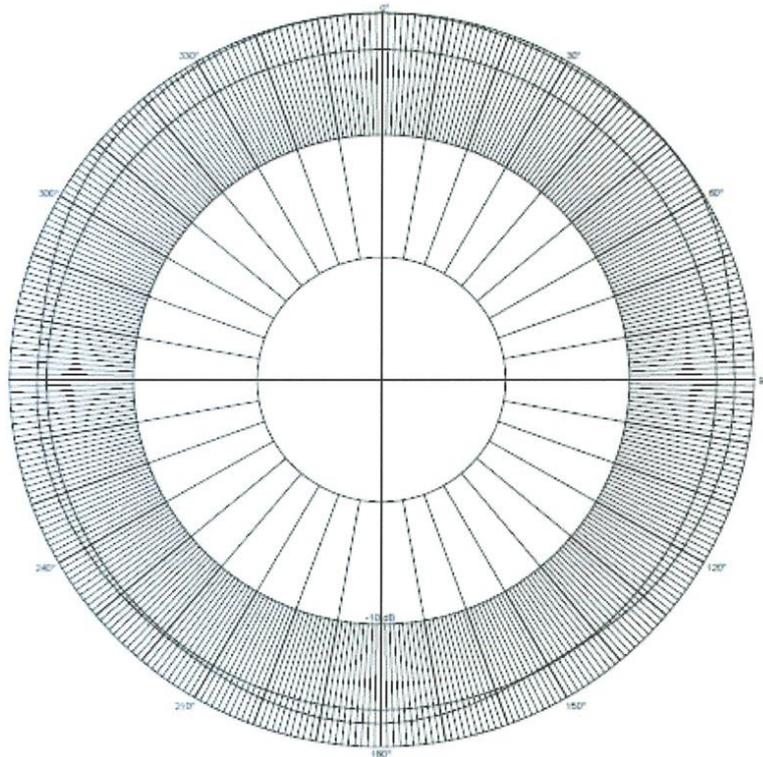


Allegato 2: diagramma di direttività a 5 kHz (piano XZ) idrofono GP0280 SN103



HYDROPHONE DIRECTIVITY

Reference: none Amplitude: 35.05 Vrms Temperature: 24.31°C
Under Test: GP0280 sn 103 Pulse Width: 1.70 ms Depth: 2.10 m
Begin Angle: -180.0° Distance: 2.00 m
Time: 20/17/31 Frequency: 5.000 kHz Tested by: IDAC-08
Session, Run: 111, 10 Filename: c:\cal\idac\data\colmar\ago2005\gp0280_103_dir.dat
Comment: measured on XZ plane
Max RO: -38.4 dB re: V_r/Pa



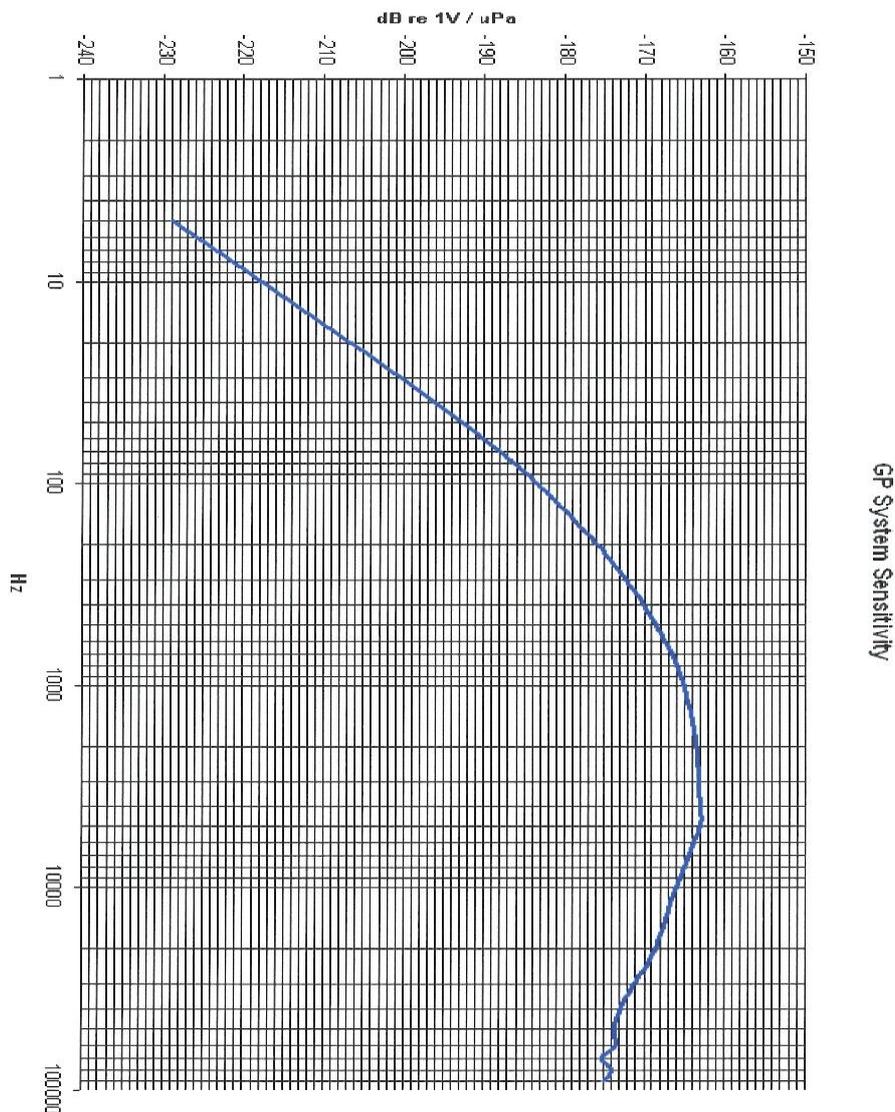
	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 102 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



Allegato 3: diagramma di sensibilità del GP system con 0 dB di guadagno

N.B. GP0280 HP@740Hz GP rec SN103 con filtro HP @100 Hz & LP@51 kHz ←



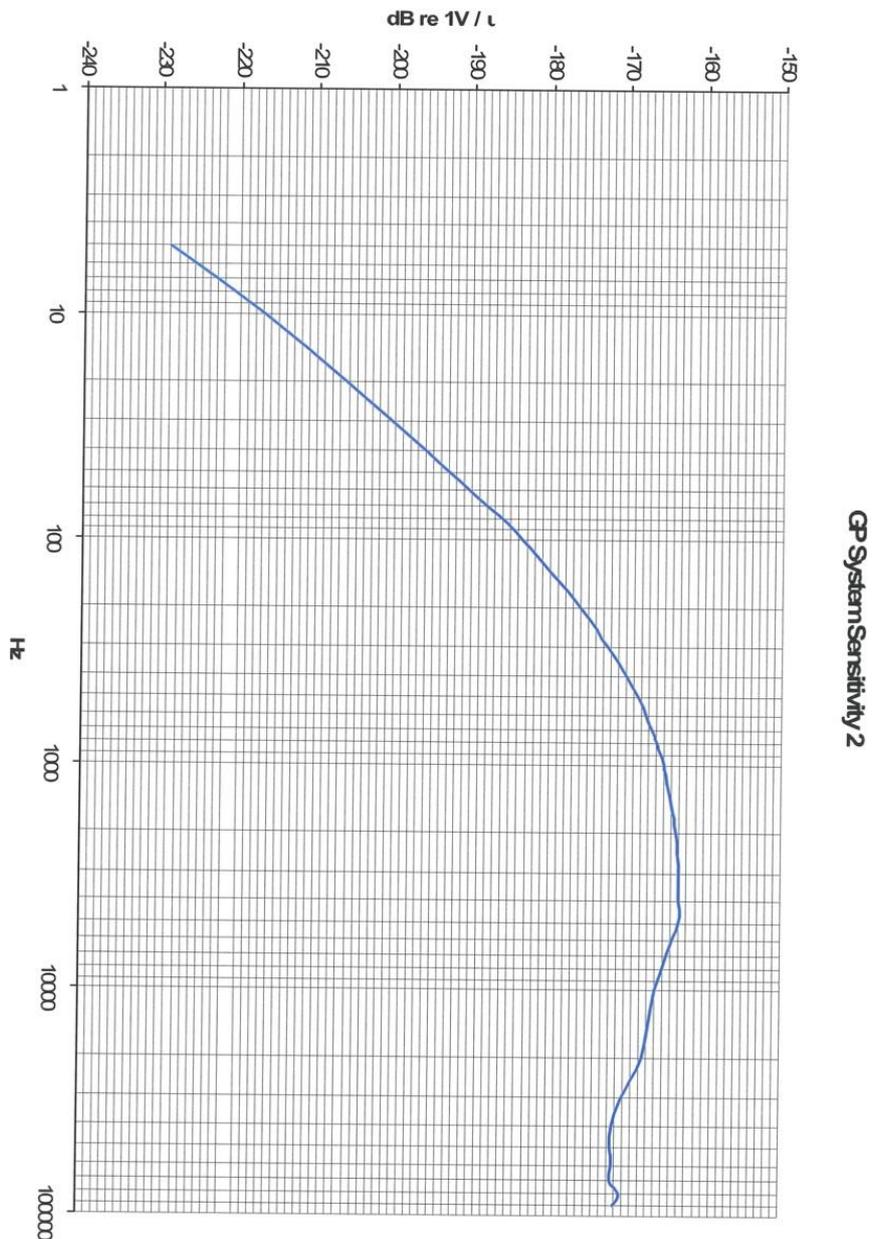
	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 103 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



Allegato 4: diagramma di sensibilità del GP system con 0 dB di guadagno

N.B. GP0280 HP@740Hz GP rec SN103 con filtro HP @100 Hz & LP@100 kHz



	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 104 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

ALLEGATO 2

CALIBRAZIONE DELLA SONDA MULTIPARAMETRICA

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 105 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



Calibrazioni / Calibration

Data / Date

Serial Number / Serial Number

SHELTER

29/03/2021

Minisonde 5 SN 15092014

	Temp	Temp
	Sonda °C	Term. Rif. °C
Dopo/After	min	10
time	lett/read	lett/read
0:00:00	18,97	18,92
0:00:30	18,98	18,93
0:01:00	18,99	18,94
0:01:30	19,00	18,97
0:02:00	19,02	18,98

	pH Zero :	7,00
	Temp. °C	19,33
time	lett/read	calib./cal
0:00:00	6,86	7,00
0:00:30	6,86	7,00
0:01:00	6,86	7,00
0:01:30	6,86	7,00
0:02:00	6,86	6,99

	pH Span :	10,00
	Temp. °C	19,30
time	lett/read	calib./cal
0:00:00	10,30	10,00
0:00:30	10,30	10,00
0:01:00	10,31	10,00
0:01:30	10,31	10,00
0:02:00	10,31	10,01

	SpCond :	44,479 mS/cm		
	Temp. °C	19,34		
time	lett/read	lett/read	Cond calibr/cal	Sal lett/read
0:00:00	42,4°	30,95	44,5°	32,76
0:00:30	42,3°	30,96	44,5°	32,76
0:01:00	42,3°	30,97	44,5°	32,76
0:01:30	42,3°	30,97	44,5°	32,75
0:02:00	42,3°	30,98	44,5°	32,75

	Redox	224 mV
	Temp. °C	19,35
time	lett/read	calibr/cal
0:00:00	238	224
0:00:30	238	224
0:01:00	238	224
0:01:30	238	224
0:02:00	238	224

Profondità / Depth		
Dopo zero in aria		100 m
Pressione	Profondità	
Bar	m	
lett/read	lett/read	
0,5	5,00	
1,0	10,00	
1,5	15,00	
2,0	20,00	

Via Garibaldi, 5/33 San Giovanni Lupatoto (VR) - ITALY - www.corr-tek.it
Tel +39 045 8750041 Fax +39 045 9251730 - Email corr-tek@corr-tek.it

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 106 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
 Via Marconi, 5
 35030 Caselle di Selvazzano (PD)
 Tel. 0039-0498977150
 Fax 0039-049635596
 e-mail: info@deltaohm.com
 Web Site: www.deltaohm.com
Laboratorio Misure di Temperatura
Temperature Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
 Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
 di Taratura



LAT N° 124

Pagina 1 di 3
 Page 1 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 20002242
 Certificate of Calibration

- data di emissione 2020/07/21
date of issue

- cliente Corr-Tek Idrometria S.r.l. - Via Vincenzo Vela, 38 - 10128 Torino (TO)
customer

- destinatario Corr-Tek Idrometria S.r.l. - Via Vincenzo Vela, 38 - 10128 Torino (TO)
receiver

- richiesta 145 20 VR
application

- in data 2020/07/07
date

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

Si riferisce a

referring to

- oggetto Catena Termometrica - Termoresistenza Pt100
item Thermometric Chain - Thermoresistance Pt100

- costruttore Delta Ohm S.r.l. + Delta Ohm S.r.l.
manufacturer

- modello HD2107.1 + TP4721.O
model

- matricola 20008959 + 20017315
serial number

- data delle misure 2020/07/15 - 2020/07/21
date of measurements

- registro di laboratorio DbTermo.MDB/14353/AV
laboratory reference

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).

This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
 Head of the Centre

Pierantonio Benvenuti



	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 107 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



Delta OHM S.r.l. a socio unico
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0499-0498977150
Fax 0499-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com
Laboratorio Misure di Temperatura
Temperature Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura



LAT N° 124

Pagina 2 di 3
Page 2 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 20002242
Certificate of Calibration

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure N.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following procedures No.

DHLT-E-07 Rev.8

La catena di riferibilità ha inizio dai campioni di riferimento N. 0697504, 1744
Traceability is through reference standards No.

muniti di certificati validi di taratura rispettivamente N. INRIM 19-0531-01, INRIM 19-0870-01
validated by certificates of calibration No.

CONDIZIONI AMBIENTALI DI TARATURA - ENVIRONMENTAL CONDITIONS :

Temperatura - Temperature : (23 ± 2) °C
Umidità relativa - Relative Humidity : (50 ± 20) %R.H.

INCERTEZZE - UNCERTAINTIES :

Le migliori incertezze estese di taratura accreditate, espresse al livello di fiducia del 95 %, sono:
The best measurement capability, expressed at a confidence level of about 95 %, is:

0.2 °C	per il punto in azoto liquido - at liquid nitrogen calibration point	-196 °C
0.15 °C	per i punti compresi nell'intervallo - at calibration points in the range	-75 °C / 0 °C
0.02 °C	per il punto in ghiaccio fondente - at melting ice calibration point	0 °C
0.06 °C	per i punti compresi nell'intervallo - at calibration points in the range	0 °C / 100 °C
0.1 °C	per i punti compresi nell'intervallo - at calibration points in the range	100 °C / 250 °C
0.2 °C	per i punti compresi nell'intervallo - at calibration points in the range	250 °C / 540 °C

LA TARATURA VIENE ESEGUITA SECONDO IL SEGUENTE PROCEDIMENTO:
THE CALIBRATION HAS BEEN CARRIED OUT ACCORDING TO THE FOLLOWING PROCEDURES:

- da 0 °C a 250 °C in bagno termostatico ad olio di siliconi per confronto con termometro campione a resistenza di platino; immersione dei termoelementi: 200 mm
- from 0 °C to 250 °C in silicone oil bath by comparison with standard platinum resistance thermometer; immersion depth: 200 mm

Tutte le letture a 0 °C sono realizzate per immersione in una miscela di ghiaccio di acqua deionizzata satura d'aria.
0 °C measurement carried out in an air saturated ice bath. Ice contains deionized water.

Il Responsabile del Laboratorio
Head of the Laboratory
Enrico Marchesin

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 108 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



Member of GHM GROUP
Delta OHM S.r.l. a socio unico
 Via Marconi, 5
 35030 Caselle di Selvazzano (PD)
 Tel. 0039-0498977150
 Fax 0039-049633596
 e-mail: info@deltaohm.com
 Web Site: www.deltaohm.com
Laboratorio Misure di Temperatura
Temperature Measurement Laboratory

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
 di Taratura



LAT N° 124

Pagina 3 di 3
 Page 3 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 20002242
Certificate of Calibration

RISULTATI DELLA TARATURA - CALIBRATION RESULTS

- Strumento	Catena Termometrica - Termoresistenza Pt100	
- <i>Instrument</i>	<i>Thermometric Chain - Thermoresistance Pt100</i>	
- Costruttore	Delta Ohm S.r.l. + Delta Ohm S.r.l.	
- <i>Manufacturer</i>		
- Modello	HD2107.1 + TP4721.O	Indicatore + Sonda
- <i>Model</i>		<i>Indicator + Probe</i>
- Matricola	20008959 + 20017315	
- <i>Serial number</i>		

Punto Point N°	Riferimento Reference t_{ref} °C	Letture ¹ Reading ¹ t_{read} °C	Errore ² Error ² $t_{read} - t_{ref}$ °C	Incertezza ³ Uncertainty ³ U °C
1	0.00	0.01	0.01	0.02
2	19.87	19.90	0.03	0.06
3	34.87	34.90	0.03	0.06
4	50.06	50.09	0.03	0.06

Il separatore decimale usato in questo documento è il punto.

¹ La temperatura indicata è la media delle letture arrotondata alla risoluzione dello strumento in taratura.

¹ *The indicated temperature is the average of the readings rounded to the resolution of the instrument under calibration.*

² L'errore è la differenza fra la temperatura indicata e la temperatura di riferimento, arrotondata alla risoluzione dello strumento.

² *The error is the difference between indicated temperature and reference temperature, rounded to the resolution of the instrument.*

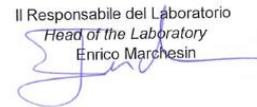
³ Le incertezze U dichiarate in questo documento sono espresse come due volte lo scarto tipo (corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di fiducia di circa 95 %, $k = 2$). Esse includono il contributo della risoluzione, della ripetibilità e della stabilità a 0 °C del termometro in taratura.

³ *The measurement uncertainties have been estimated as extended uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k = 2$ corresponding to a confidence level of about 95 %. Resolution, repeatability and stability at 0 °C are included in the uncertainties.*

Nota: I risultati valgono per lo strumento nello stato in cui è pervenuto al laboratorio e riconsegnato al committente.
The calibration results are referred to the instrument so as received at our laboratory and delivered to the customer.

Risoluzione: 0.01 °C
 Resolution: 0.01 °C

Il Responsabile del Laboratorio
 Head of the Laboratory
 Enrico Marchesin



Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 109 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



Reagecon

Certificate of Analysis



pH Buffer Solution

Buffer Solution pH 7.000 ± 0.010 @ 20°C (Yellow)

Product No:	107000C
Lot No:	7C20E1
Expiry date:	28/05/2022

Mean pH value:	7.005 @20°C
Date of measurement:	02/06/2020

Specification:
6.990 - 7.010 @20°C

pH Measurement:
The result reported above was determined by analysis of a sample of this lot taken at time of manufacture. Test Method used was TPPHB. Measured with a combination glass electrode after multiple point calibration with reference materials. It is certified traceable to the following National Institute of Standards and Technology (USA), SRM 185i Potassium Hydrogen Phthalate, SRM 186-I-g Potassium Dihydrogen Phosphate and SRM 186-II-g Disodium Hydrogen Phosphate. This certificate relates solely to the lot number given above. The uncertainty of measurement has been calculated not to exceed ± 0.010pH at 95% confidence level, i.e. coverage factor k =2.

Buffer Substance:
Potassium di-hydrogen Phosphate,
Disodium Hydrogen Phosphate.

Accreditation:
Reagecon Diagnostics Ltd. is accredited by the Irish National Accreditation Board, under scope 264T, for the test method, TPPHB, used to generate the above result. This accreditation is intended only to certify that Reagecon has the Quality Management Systems in place to ensure that each individual test result generated using TPPHB is technically valid and is supported by appropriate uncertainty measurements.

Products are manufactured under an NSAI registered I.S EN ISO9001:2015 Quality System, registration no: 19.2769

Date of issue of the certificate: 02/06/2020

Orla Sheehan
QC Technician **Orla Sheehan**

Complementary information relative to this product is available at www.reagecon.com
Page 1 of 1. This Certificate must not be reproduced except in full. Rev-20E15

Reagecon Diagnostics Ltd.
Shannon Free Zone, Shannon, Co. Clare, Ireland.
Tel +353 61 472622, Fax: +353 61 472642
Email: sales@reagecon.ie, www.reagecon.com

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

T.EN ITALY SOLUTIONS S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 110 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002



Reagecon

Certificate of Analysis



pH Buffer Solution

Buffer Solution pH 10.000 ± 0.010 @ 20°C Coloured

Product No:	110000C
Lot No:	11C20K1
Expiry date:	28/10/2022

Mean pH value:	10.000 @20°C
Date of measurement:	13/10/2020

Specification:
9.990 - 10.010 @20°C

pH Measurement:
The result reported above was determined by analysis of a sample of this lot taken at time of manufacture. Test Method used was TPPHB. Measured with a combination glass electrode after multiple point calibration with reference materials. It is certified traceable to the following NIST(USA), SRM 191d-I Sodium Bicarbonate, SRM 191d-II Sodium Carbonate, SRM 186-I-g Potassium Dihydrogen Phosphate and SRM 186-II-g Disodium Hydrogen Phosphate. This certificate relates solely to the lot number given above. The uncertainty of measurement has been calculated not to exceed ± 0.010pH at 95% confidence level, i.e. coverage factor k =2.

Buffer Substance:
Di-sodium Tetraborate, 1M Sodium Hydroxide.

Accreditation:
Reagecon Diagnostics Ltd. is accredited by the Irish National Accreditation Board, under scope 264T, for the test method, TPPHB, used to generate the above result. This accreditation is intended only to certify that Reagecon has the Quality Management Systems in place to ensure that each individual test result generated using TPPHB is technically valid and is supported by appropriate uncertainty measurements.

Products are manufactured under an NSAI registered I.S EN ISO9001:2015 Quality System, registration no: 19.2769

Date of issue of the certificate: 13/10/2020

Orla Sheehan
QC Technician **Orla Sheehan**

Complementary information relative to this product is available at www.reagecon.com
Page 1 of 1. This Certificate must not be reproduced except in full. Rev-20K9

Reagecon Diagnostics Ltd.
Shannon Free Zone, Shannon, Co. Clare, Ireland.
Tel +353 61 472622, Fax: +353 61 472642
Email: sales@reagecon.ie, www.reagecon.com

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 111 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002




Certificate of Analysis

Conductivity Standard Solution

50000µS/cm @25°C

Product No:	CSKC50M
Lot No:	CS50M20G1
Expiry date:	28/01/2022

Mean specific conductance:	49575 µS/cm @25°C
Date of measurement	07/07/2020

Specification:
49500 - 50500µS/cm @25°C

Method:
The result reported above was determined by analysis of a sample of this lot taken at time of manufacture. Test Method used was TPCOND. Measurement taken by comparison with standard prepared from National Institute of Standards and Technology (USA), Standard Reference Material 999 (Potassium Chloride). Electrode used for measurement: Platinised Platinum Dip Cell. Reference: ASTM D-1125 Method A. The uncertainty of measurement has been calculated not to exceed ± 1% at 95% confidence level, k=2.

Accreditation:
Reagecon Diagnostics Ltd. is accredited by the Irish National Accreditation Board, under scope 264T, for the test method, TPCOND, used to generate the above result. This accreditation is intended only to certify that Reagecon has the Quality Management Systems in place to ensure that each individual test result generated using TPCOND is technically valid and is supported by appropriate uncertainty measurements.

Products are manufactured under an NSAI registered I.S EN ISO9001:2015 Quality System, registration no: 19.2769

Date of issue of the certificate 07/07/2020

Rosemary Cooney
Q.A. Officer **Rosemary Cooney**

Complementary information relative to this product is available at www.reagecon.com
Page 1 of 1. This Certificate must not be reproduced except in full. Rev-20G7

Reagecon Diagnostics Ltd.
Shannon Free Zone, Shannon, Co. Clare, Ireland.
Tel +353 61 472622, Fax: +353 61 472642
Email: sales@reagecon.ie, www.reagecon.com

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 112 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Certificate of Analysis List

For request number 1321576

Catalog Number Entered	Lot Number Entered	Related Catalog Number	Related Lot Code	Description
2316949	0301	N/A	N/A	ORP Standard Solution, ZoBell

Total Enclosures: 1

HACH COMPANY



An ISO 9001 Certified Company

P.O.Box 389
Loveland, CO 80539
(970) 669-3050

Certificate of Analysis

Page 1

COMMODITY: ORP Standard Solution, ZoBell
 COMMODITY NUMBER: 2316949 MANUFACTURE DATE: 11/10/2020 DATE OF ANALYSIS: 11/11/2020
 LOT NUMBER: 0301

TEST	SPECIFICATIONS	RESULTS
ORP determination	223 to 233 mV	233.0 mV

The expiration date is Apr 2021

Certified by _____



Scott Als
Analytical Services Chemist

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

T.EN ITALY SOLUTIONS S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 113 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

ALLEGATO 3

GRAFICI RUMORE NEI SITI DI REGISTRAZIONE

Sito di Registrazione #1 – S0 (GNL)

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 114 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

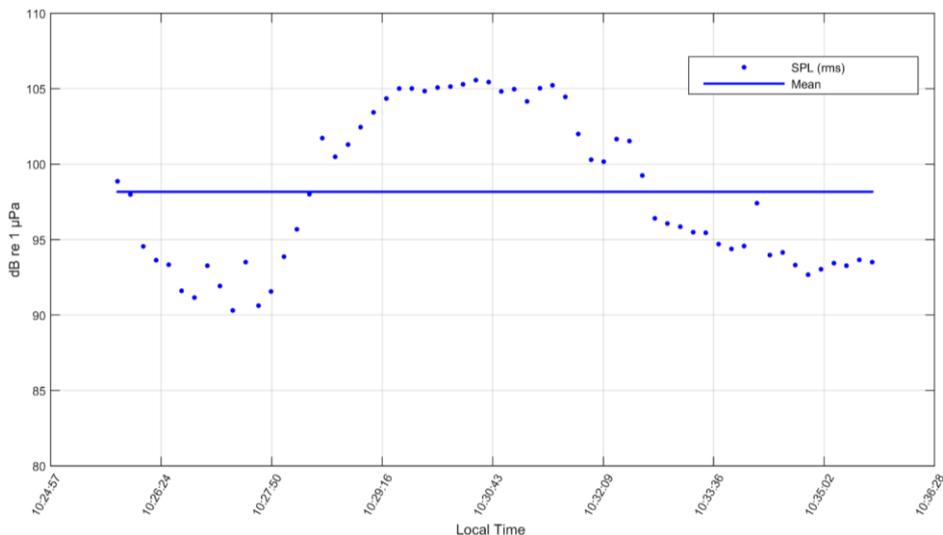


Figura 0-1: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa)] stimati nel punto sorgente (pontile Panigaglia) alla profondità di 5 metri.

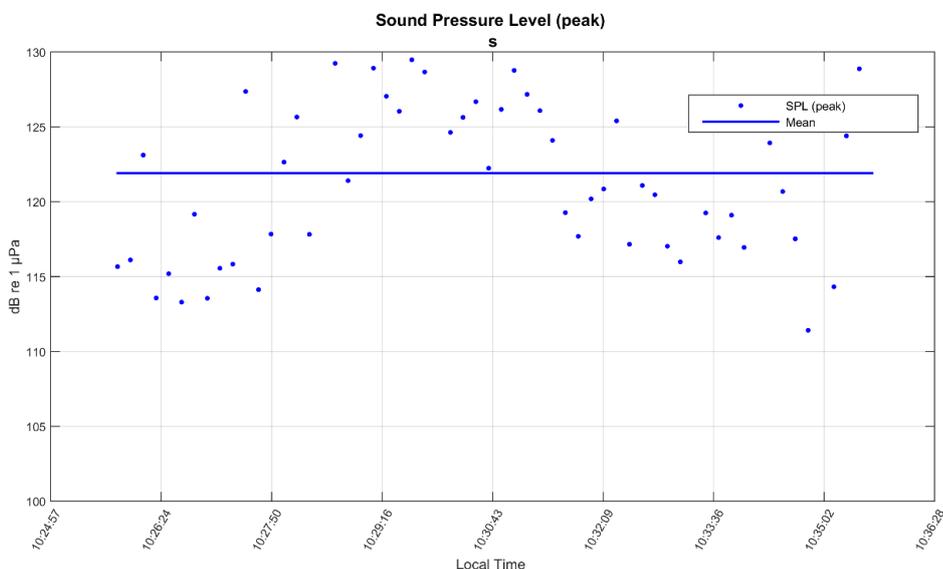


Figura 0-2: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re 1 μ Pa)] stimati nel punto sorgente (pontile Panigaglia) alla profondità di 5 metri.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 115 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

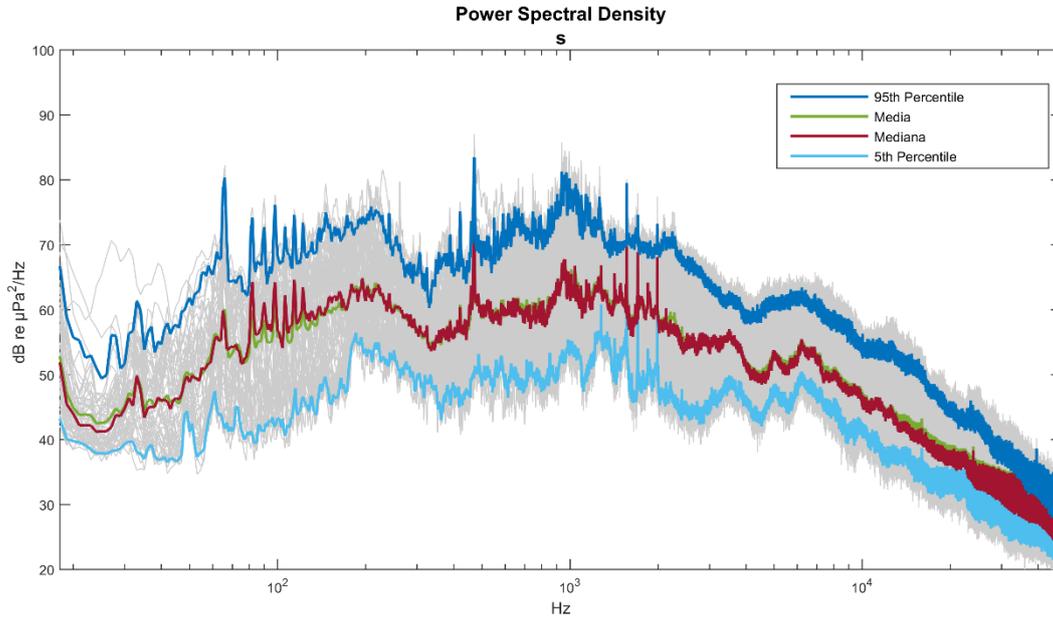


Figura 0-3: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [$(L_{p,f})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto sorgente (pontile Panigaglia) alla profondità di 5 metri.

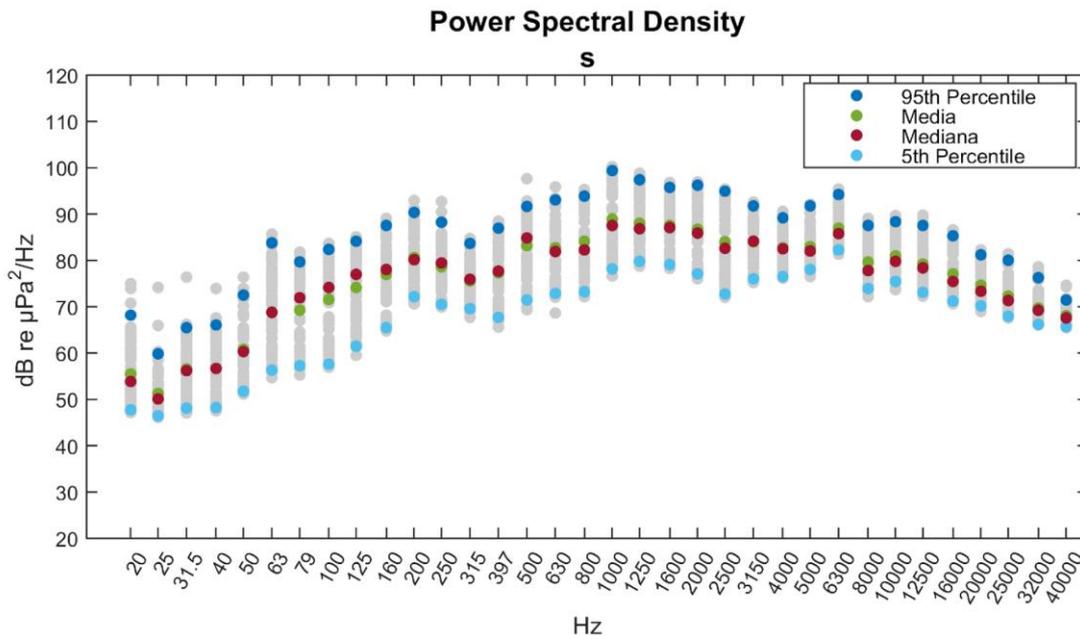


Figura 0-4: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [$(L_{p,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto sorgente (pontile Panigaglia) alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 116 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #2 – A250

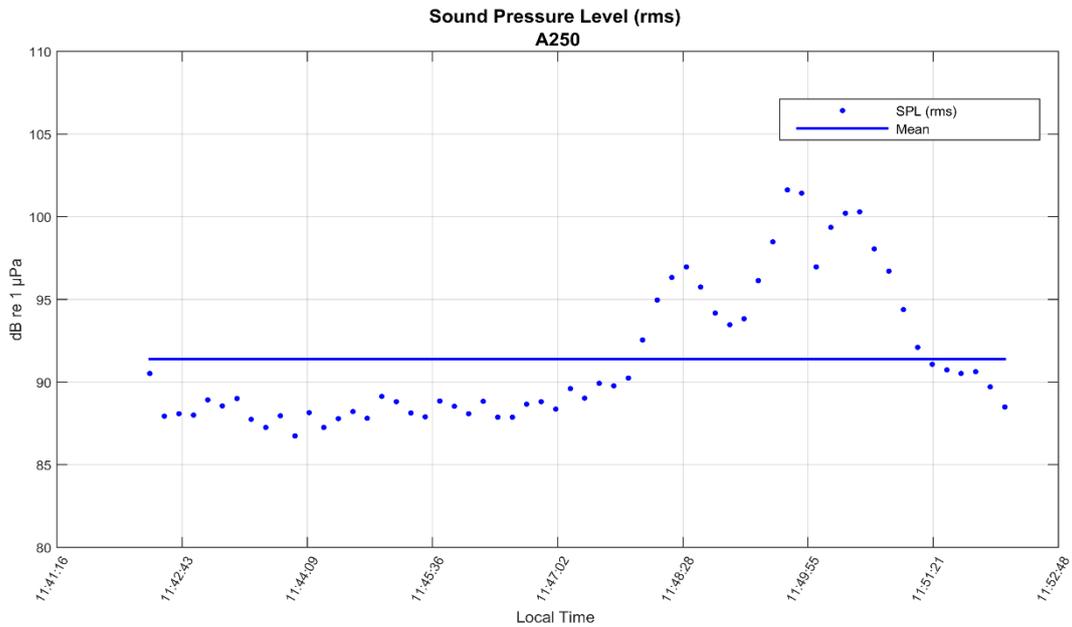


Figura 0-5: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re 1µPa)] stimati nel punto A250 alla profondità di 5 metri.

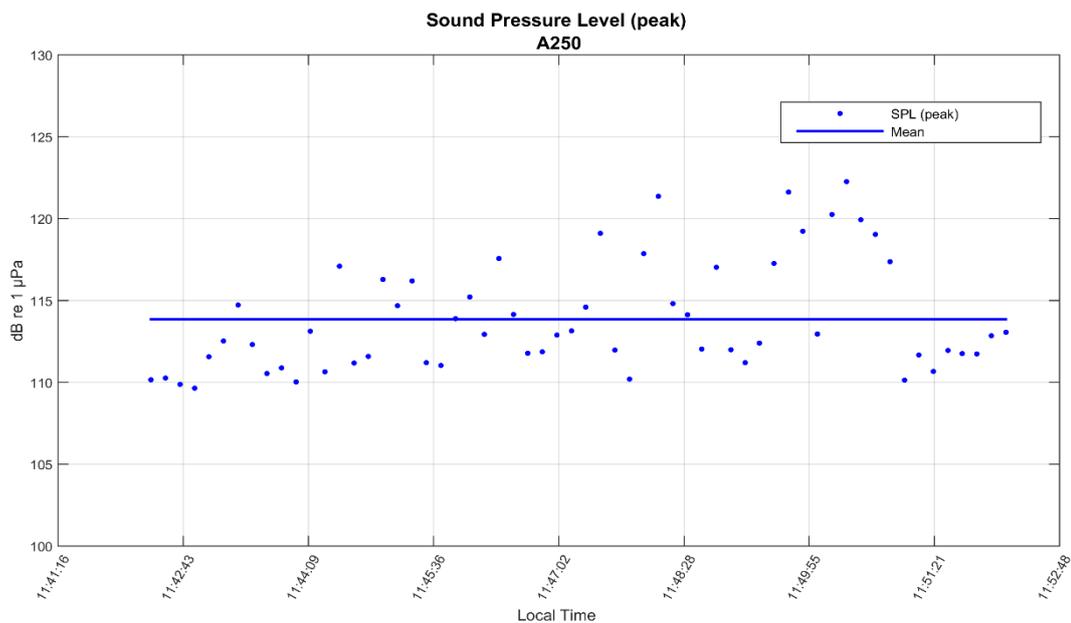


Figura 0-6: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re 1µPa)] stimati nel punto A250 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 117 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

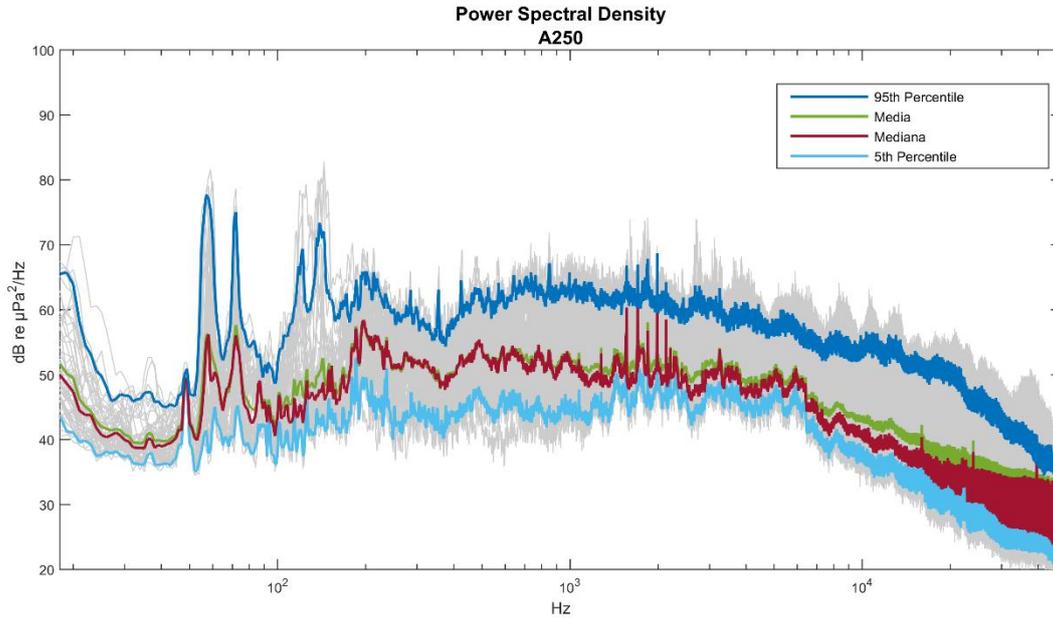


Figura 0-7: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [($L_{p,r}$) dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto A250 alla profondità di 5 metri.

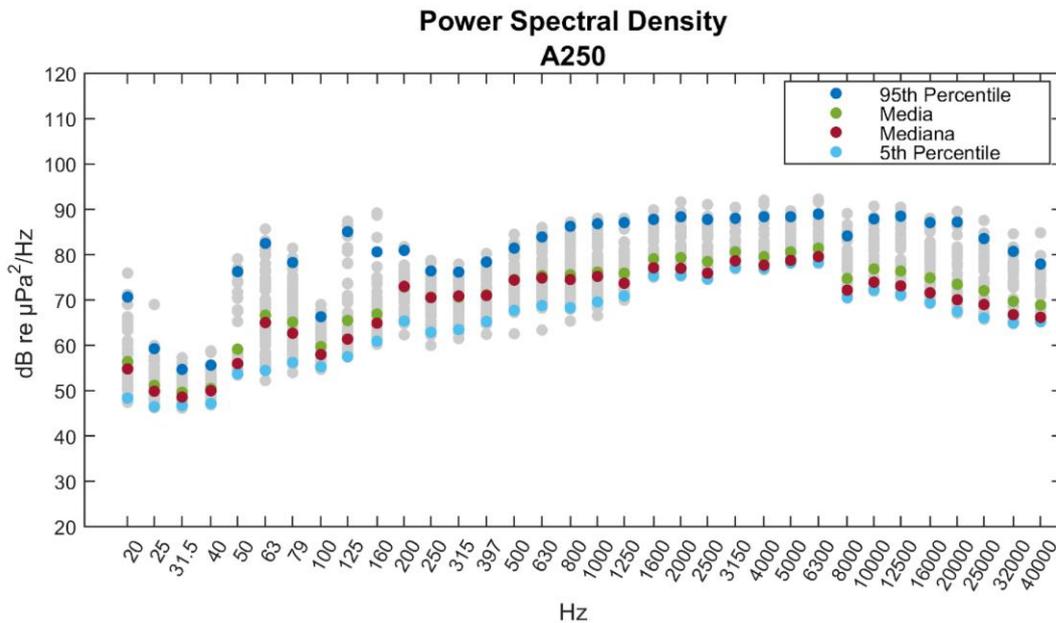


Figura 0-8: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [($L_{p,fc}$) dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto A250 alla profondità di 5 metri.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 118 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #3 – B250

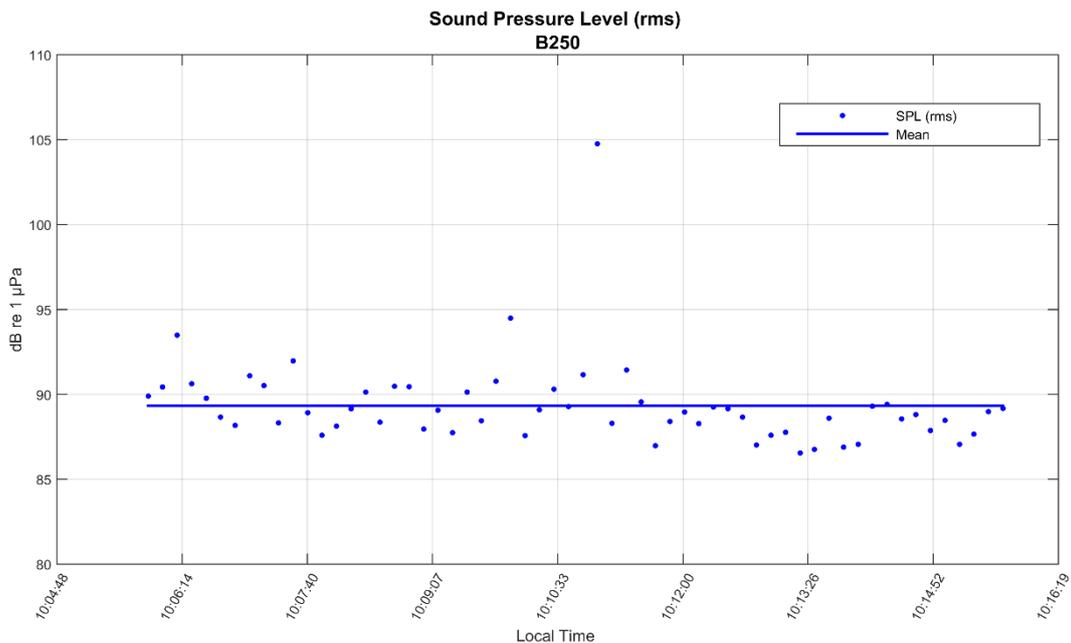


Figura 0-9: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa)] stimati nel punto B250 alla profondità di 5 metri.

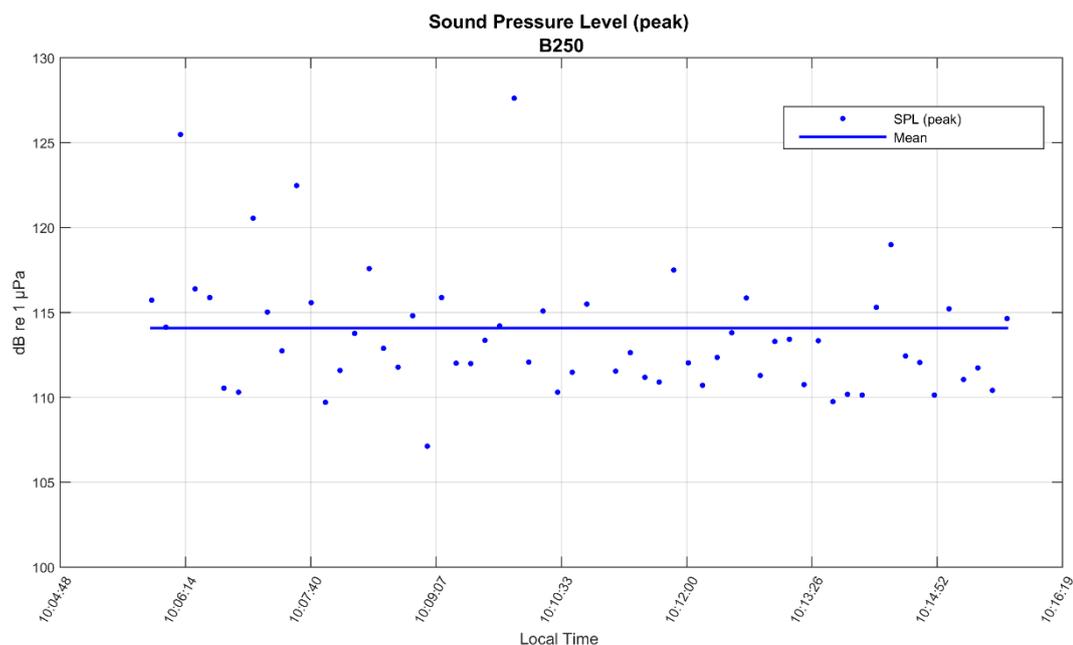


Figura 0-10: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re 1 μ Pa)] stimati nel punto B250 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 119 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

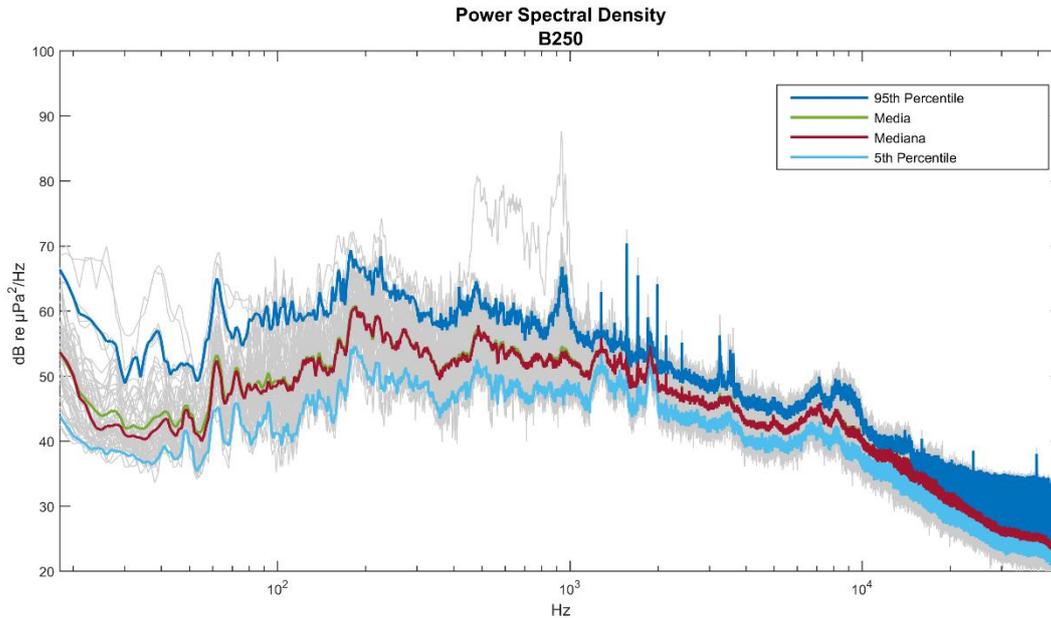


Figura 0-11: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,f})$ dB re $1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto B250 alla profondità di 5 metri.

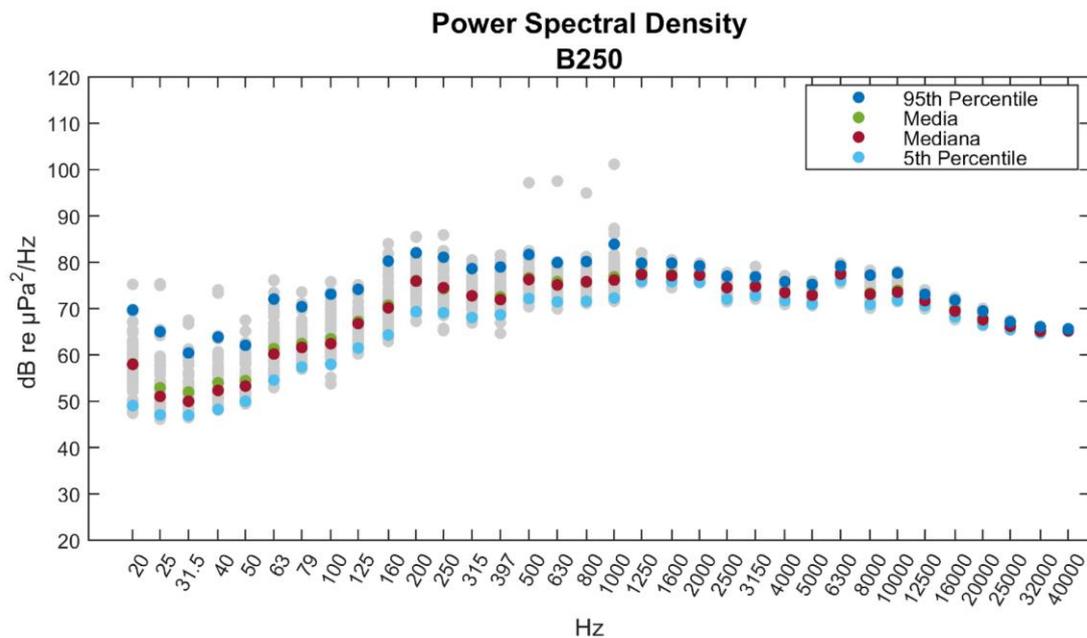


Figura 0-12: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,fc})$ dB re $1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto B250 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 120 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #4 – C250

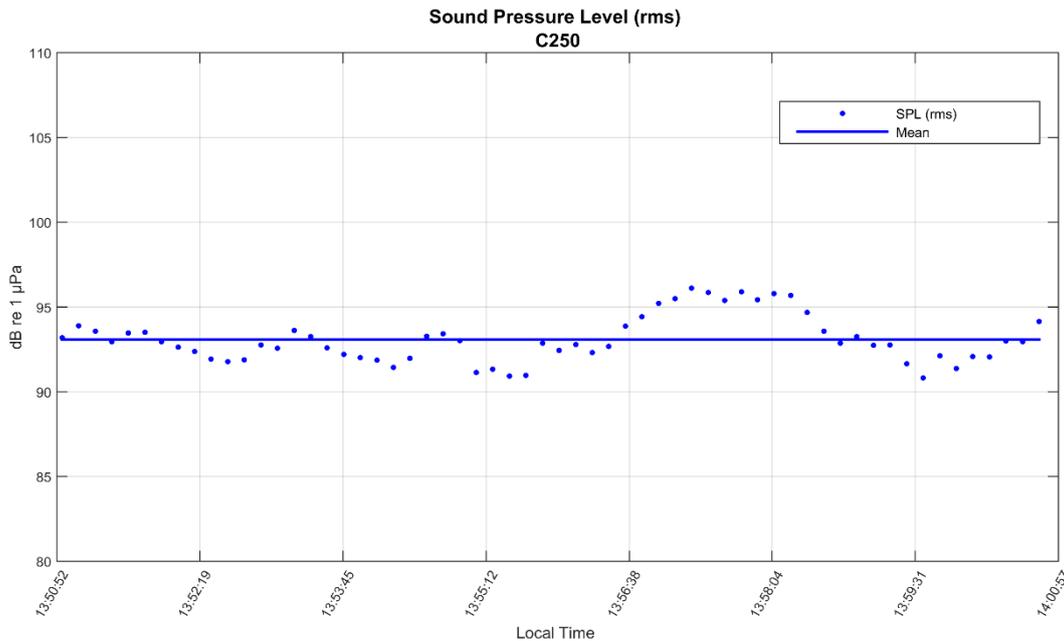


Figura 0-13: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa)] stimati nel punto C250 alla profondità di 5 metri.

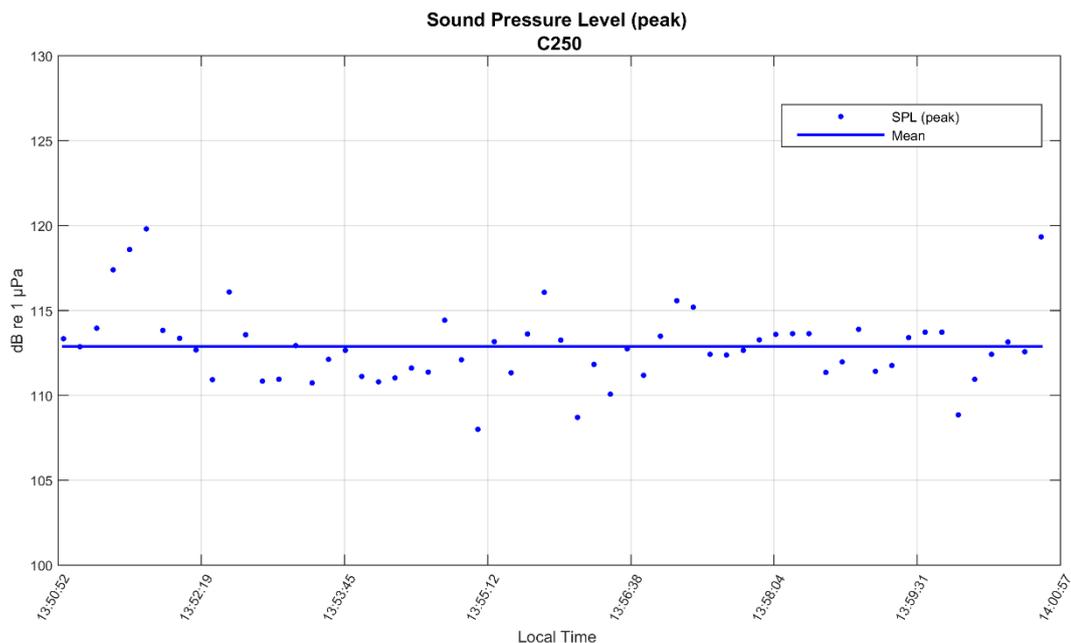


Figura 0-14: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re 1 μ Pa)] stimati nel punto C250 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 121 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

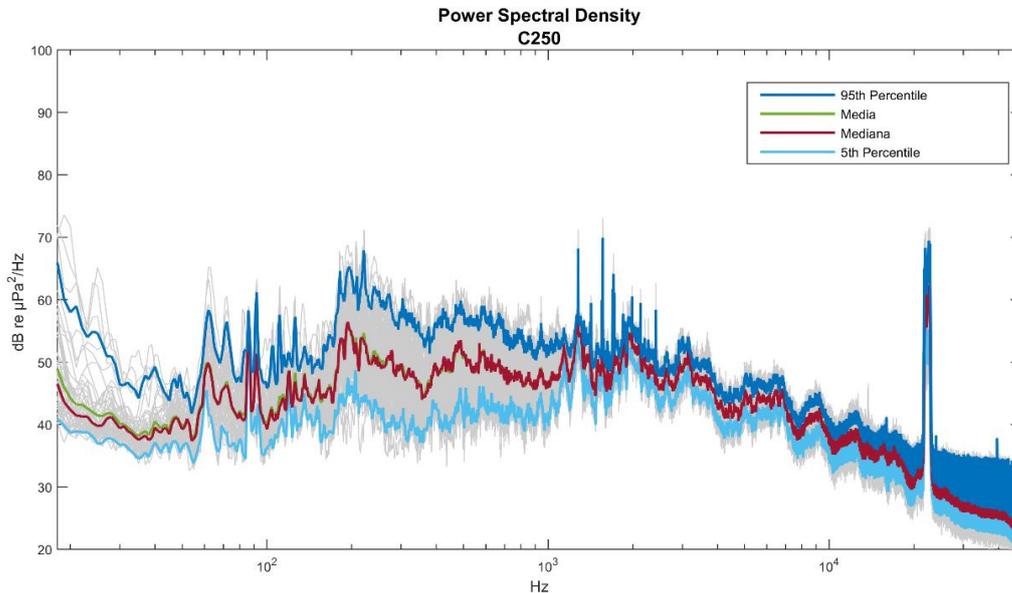


Figura 0-15: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [$(L_{p,f})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto C250 alla profondità di 5 metri.

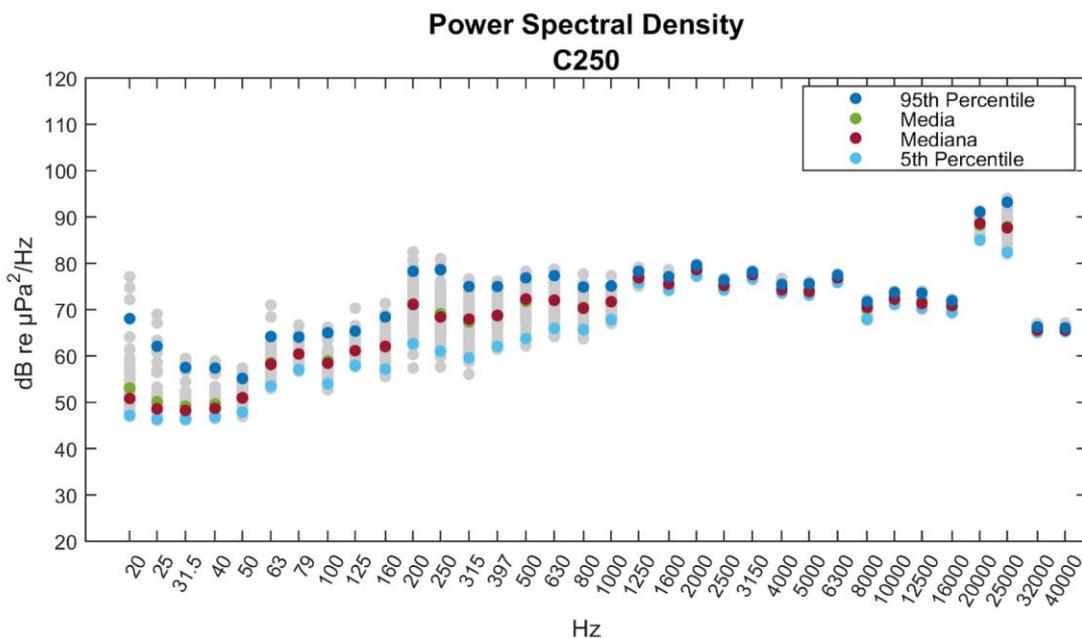


Figura 0-16: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [$(L_{p,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto C250 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 122 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #5 – A500

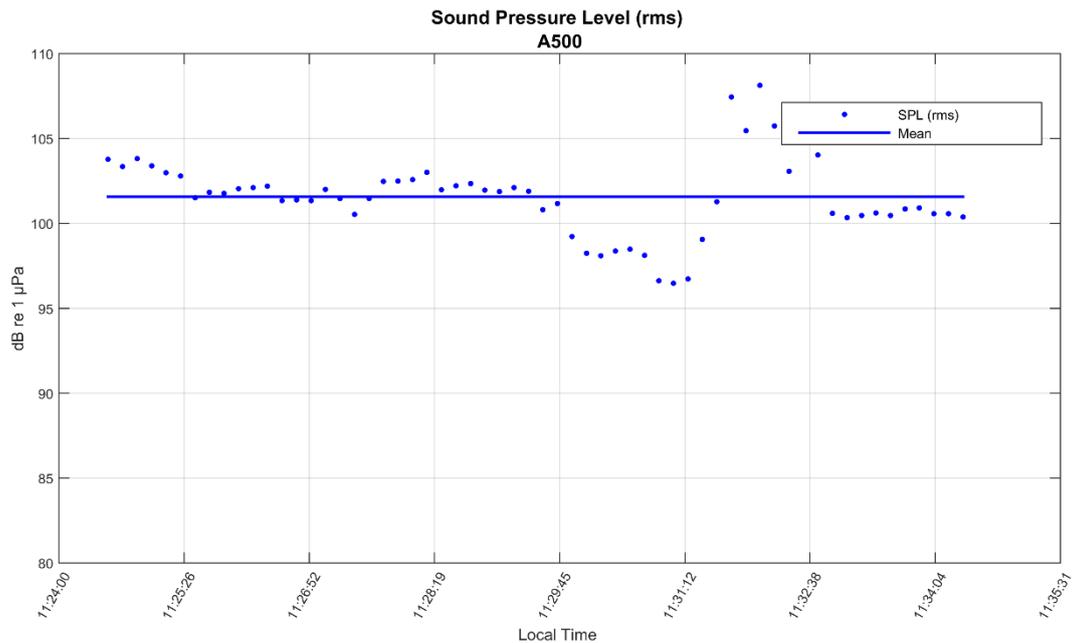


Figura 0-17: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa)] stimati nel punto A500 alla profondità di 5 metri.

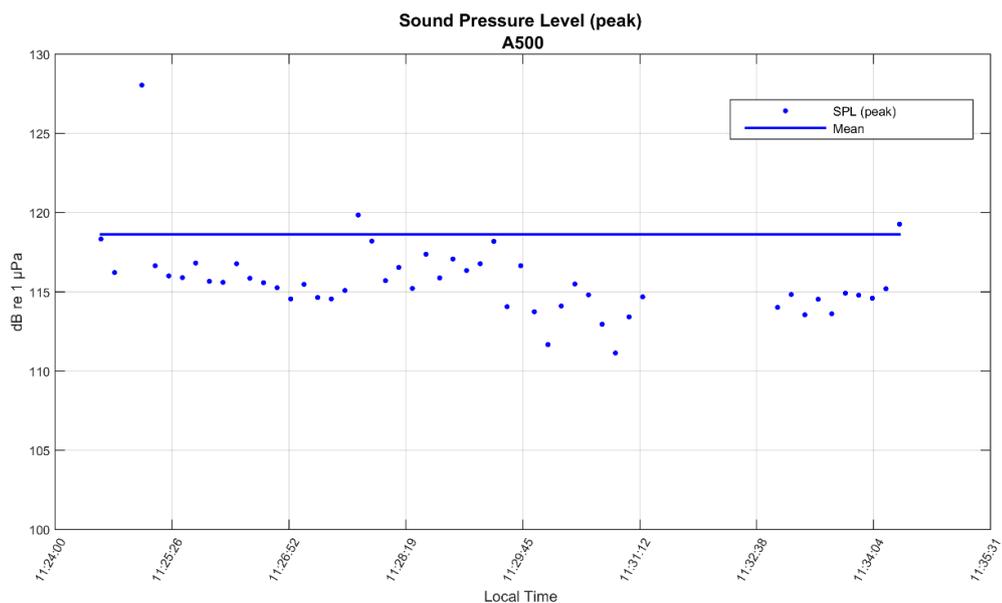


Figura 0-18: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re 1 μ Pa)] stimati nel punto A500 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 123 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

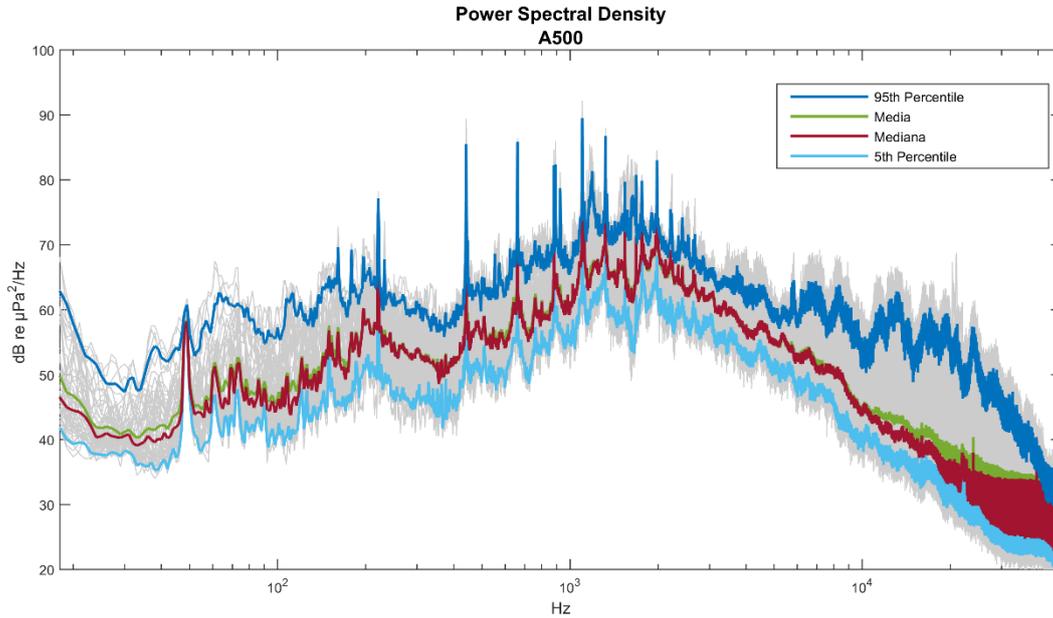


Figura 0-19: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,t})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto A500 alla profondità di 5 metri.

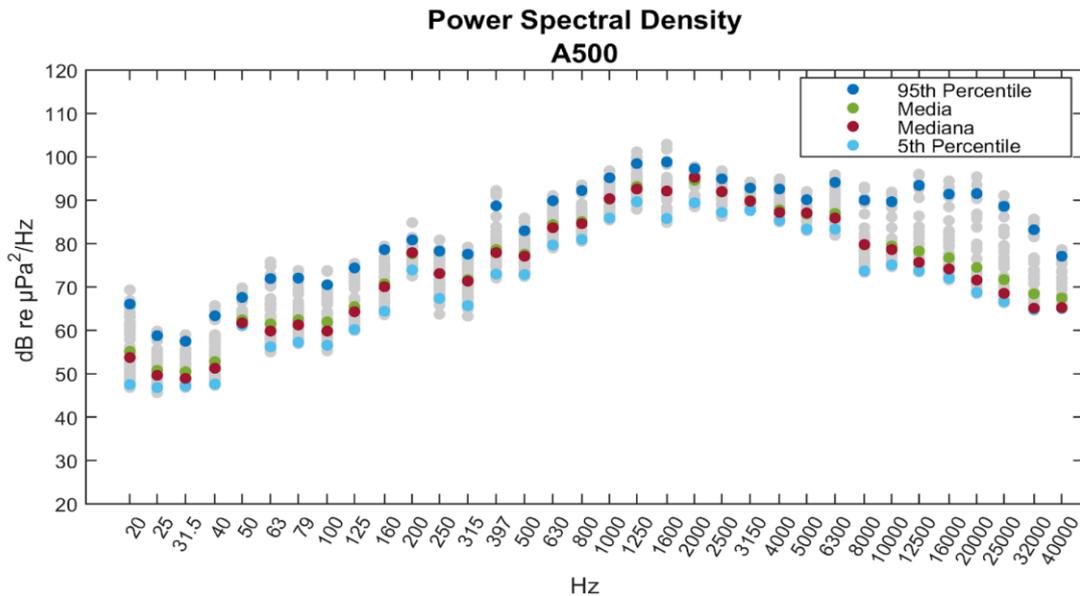


Figura 0-20: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto A500 alla profondità di 5 metri.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 124 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #6 – B500

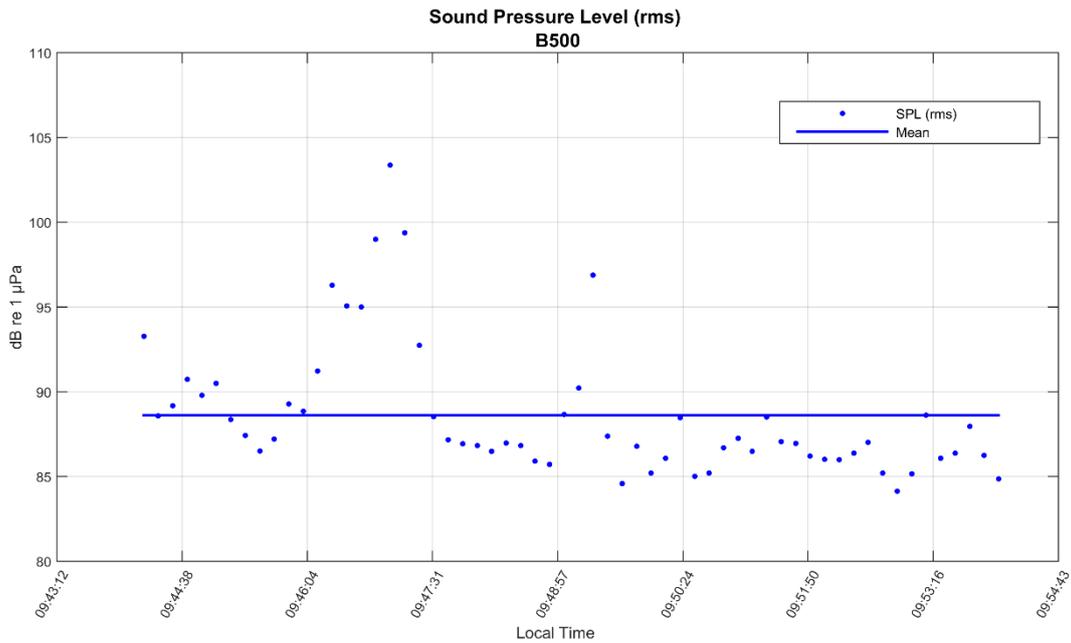


Figura 0-21: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto B500 alla profondità di 5 metri.

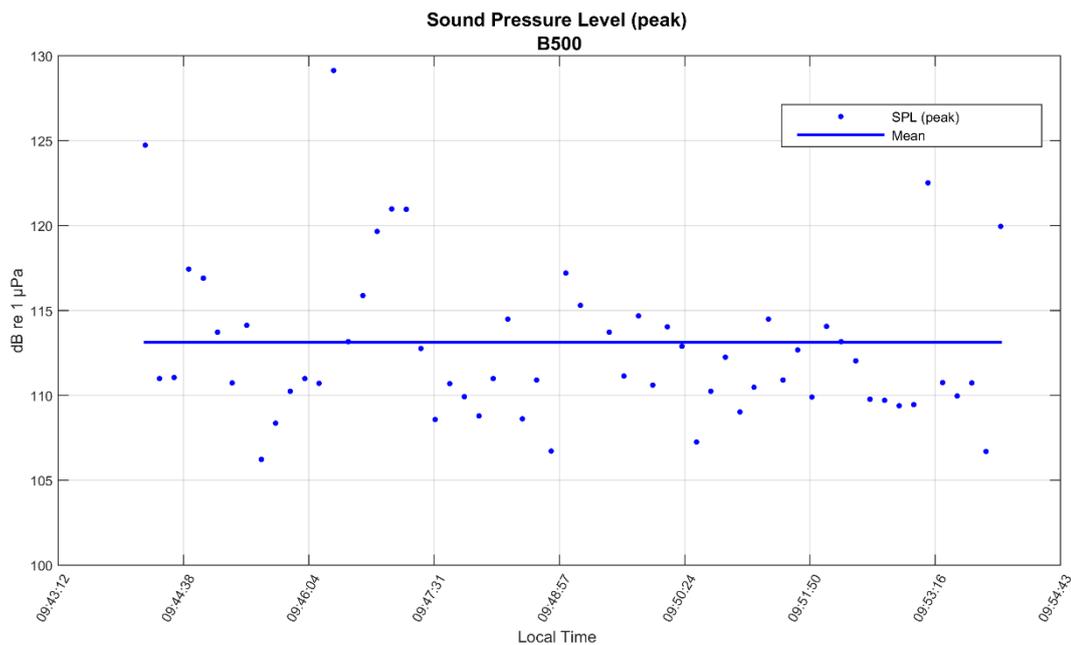


Figura 0-22: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto B500 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 125 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

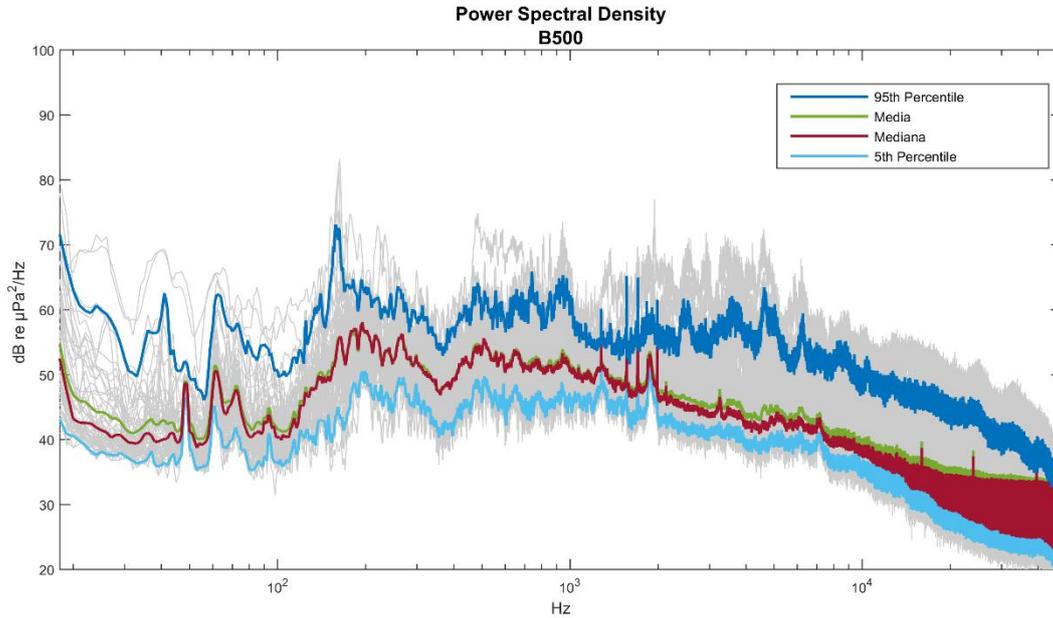


Figura 0-23: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,r})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto B500 alla profondità di 5 metri.

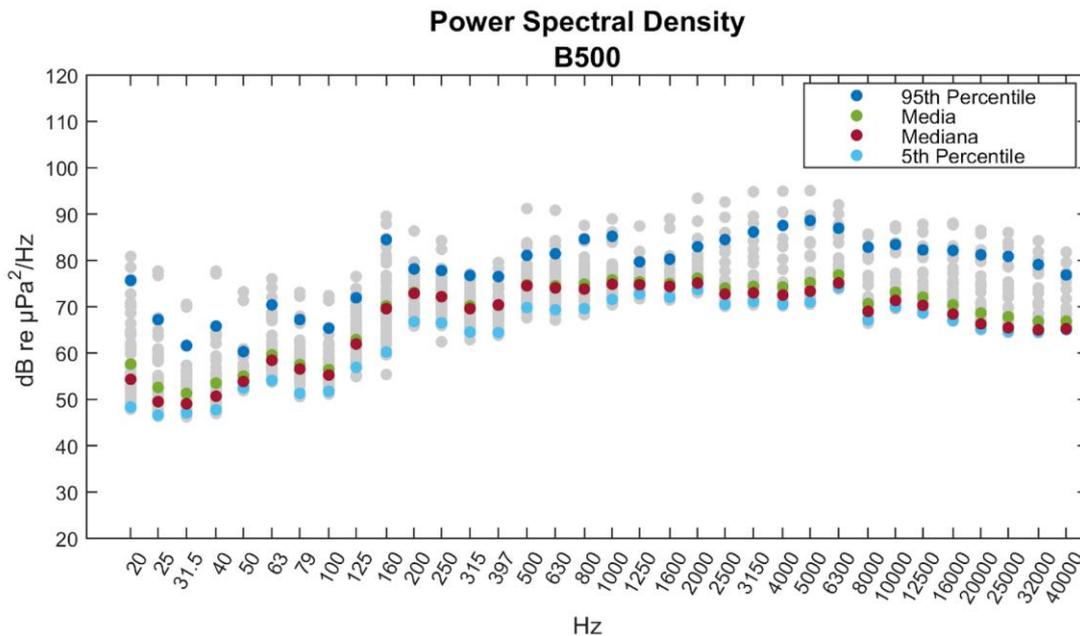


Figura 0-24: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto B500 alla profondità di 5 metri.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 126 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #7 – C500

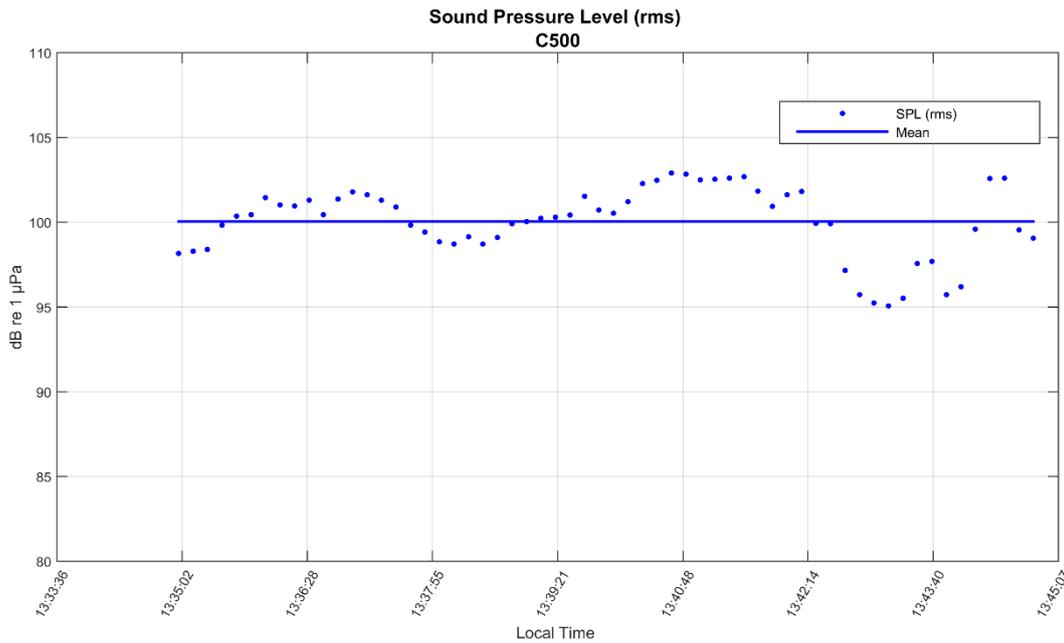


Figura 0-25: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto C500 alla profondità di 5 metri.

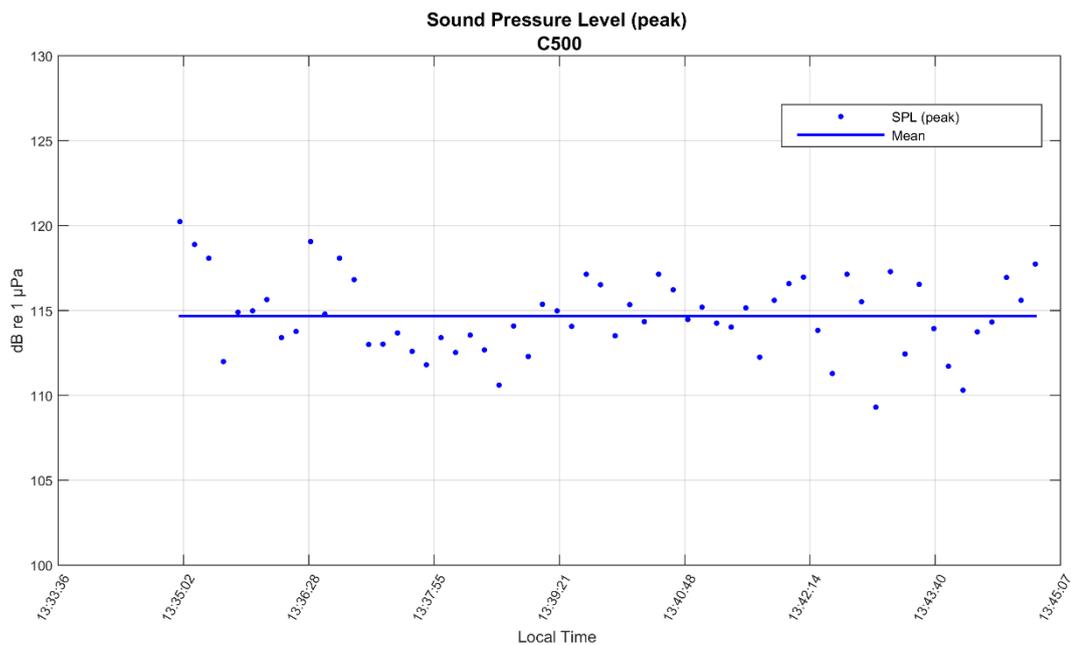


Figura 0-26: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto C500 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 127 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

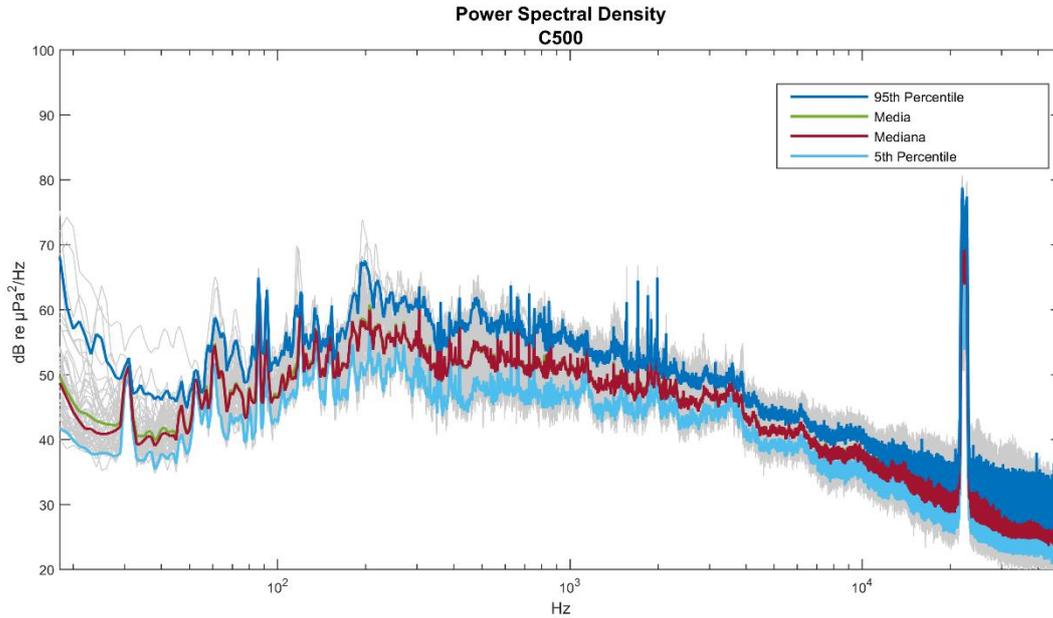


Figura 0-27: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,f}) \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}]$ stimati nel punto C500 alla profondità di 5 metri.

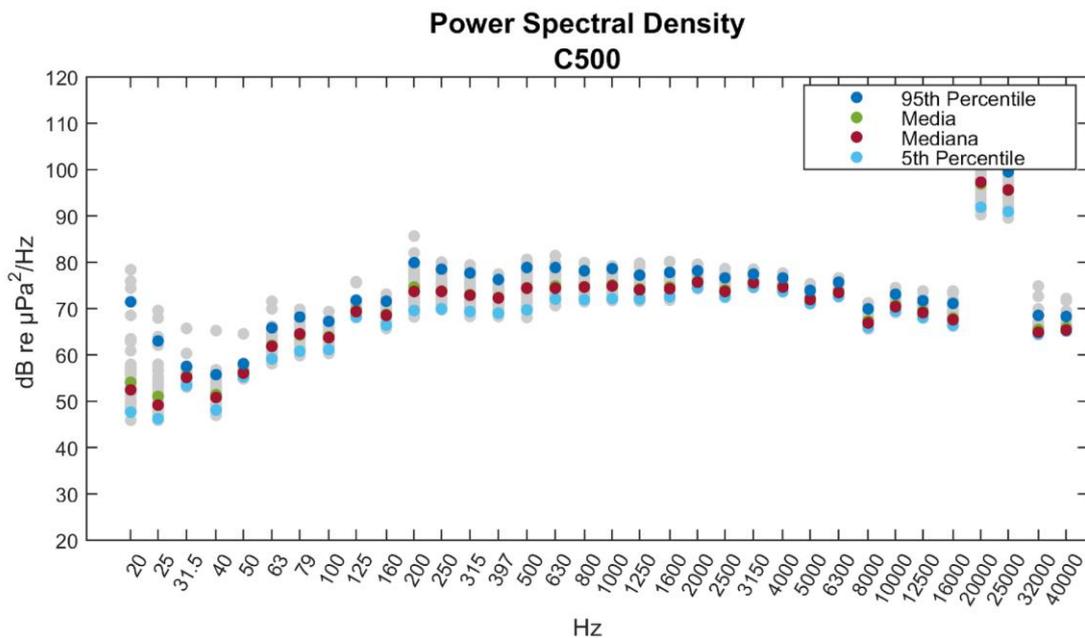


Figura 0-28: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,fc}) \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}]$ nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto C500 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 128 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #8 – A1000

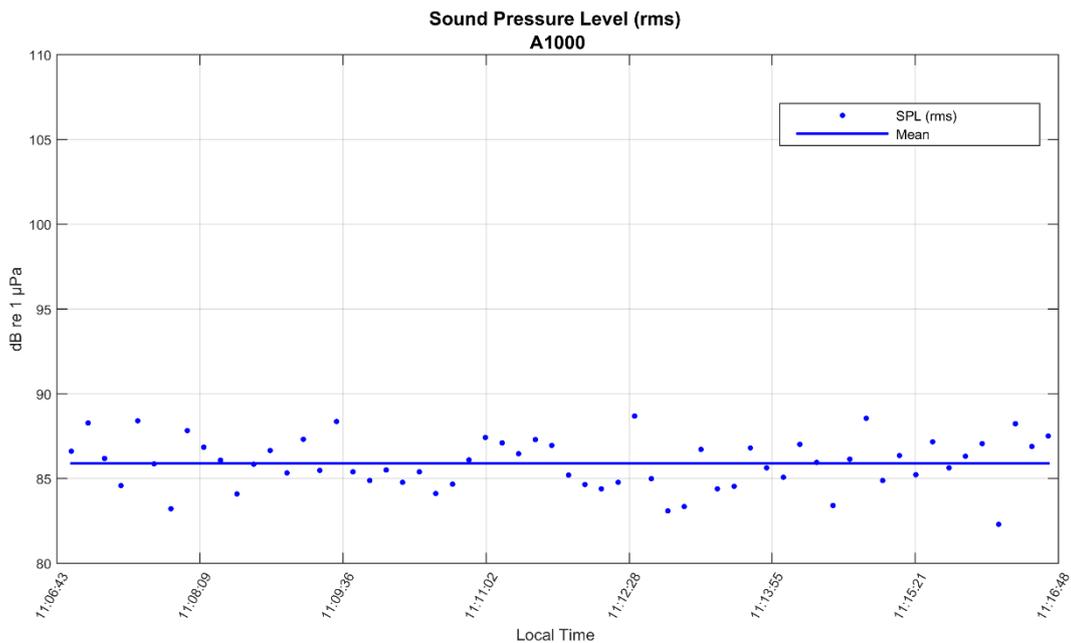


Figura 0-29: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto A1000 alla profondità di 5 metri.

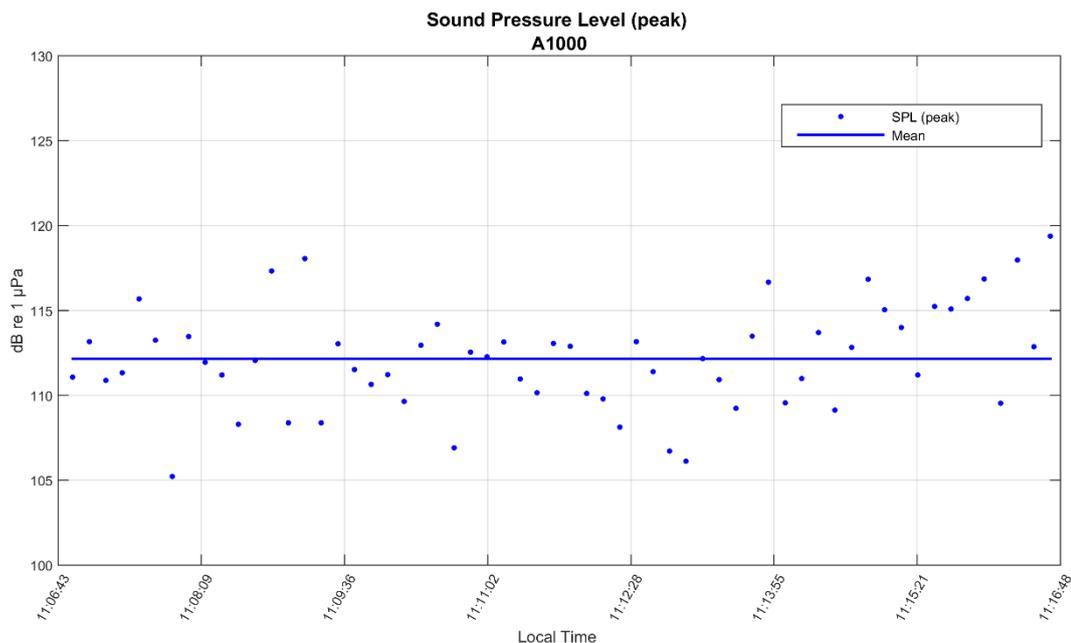


Figura 0-30: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto A1000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 129 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

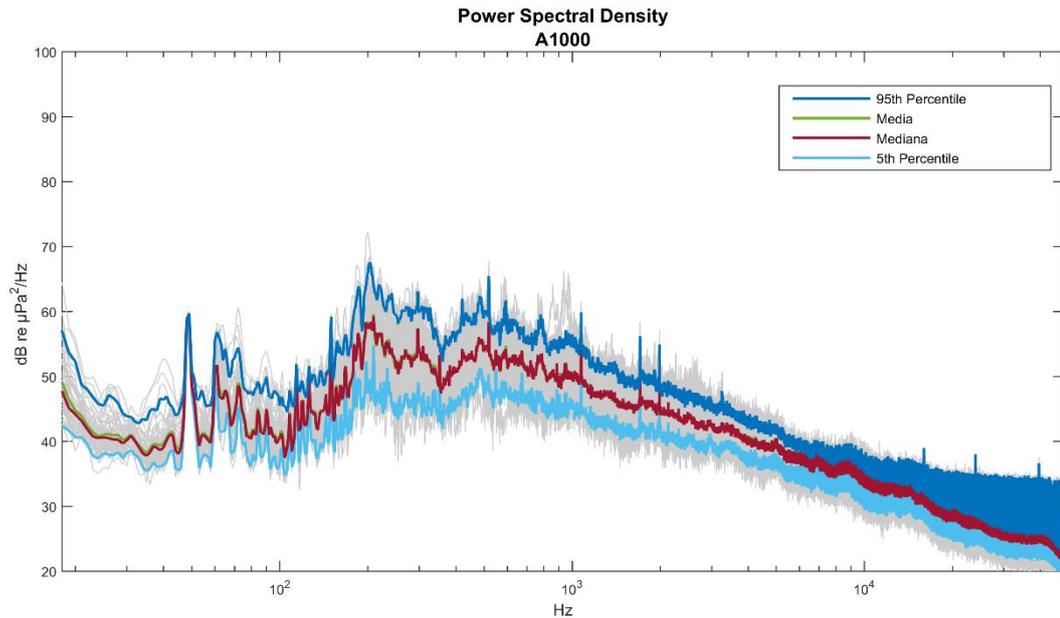


Figura 0-31: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [$(L_{p,f})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto A1000 alla profondità di 5 metri.

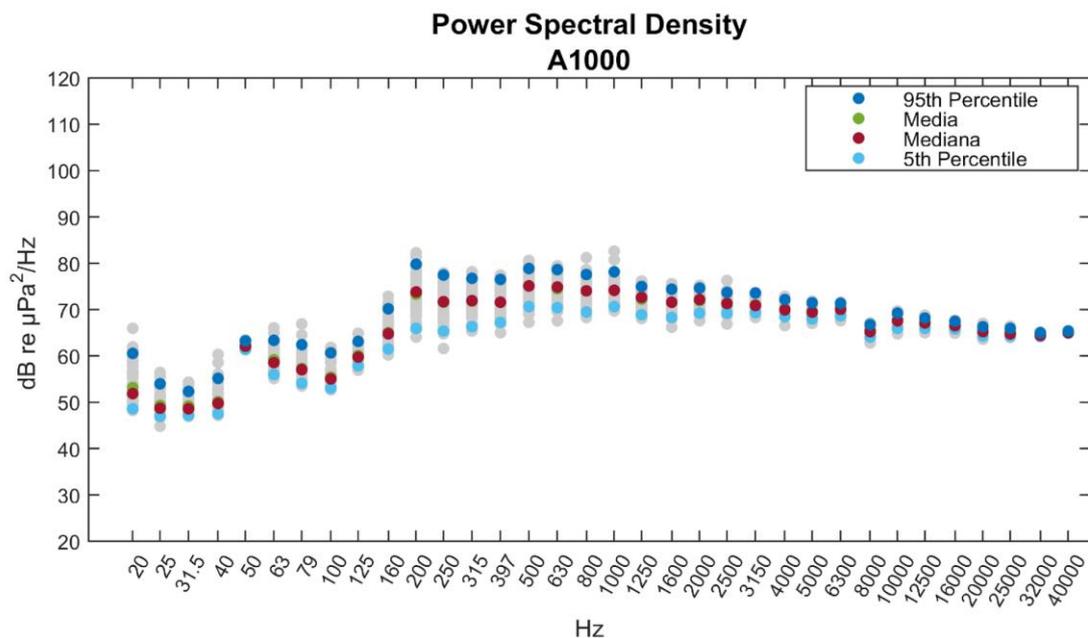


Figura 0-32: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [$(L_{p,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto A1000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 130 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #9 – B1000

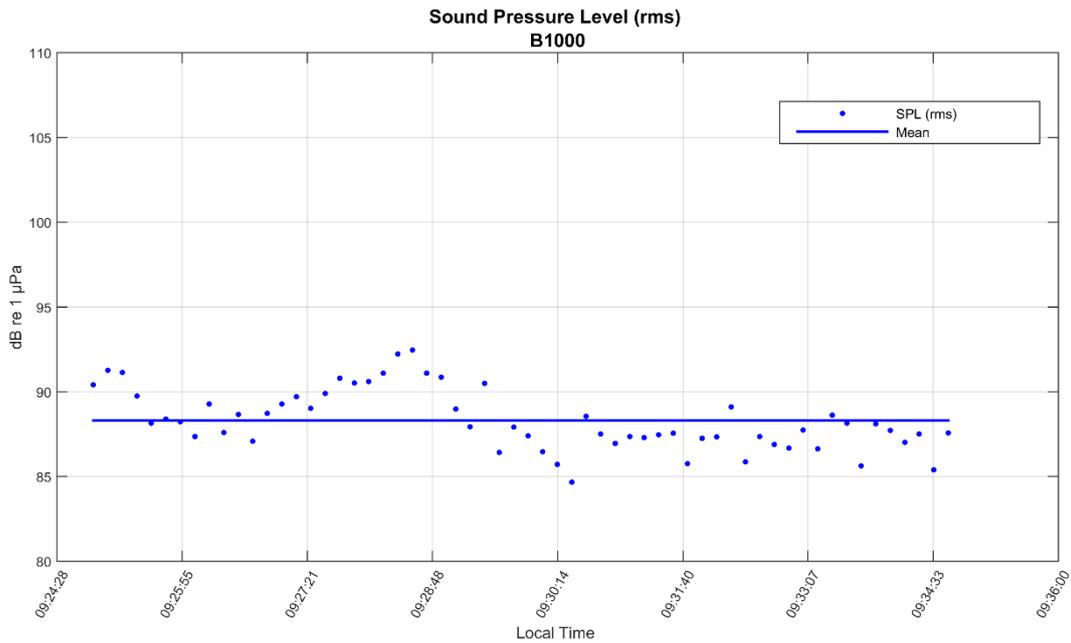


Figura 0-33: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto B1000 alla profondità di 5 metri.

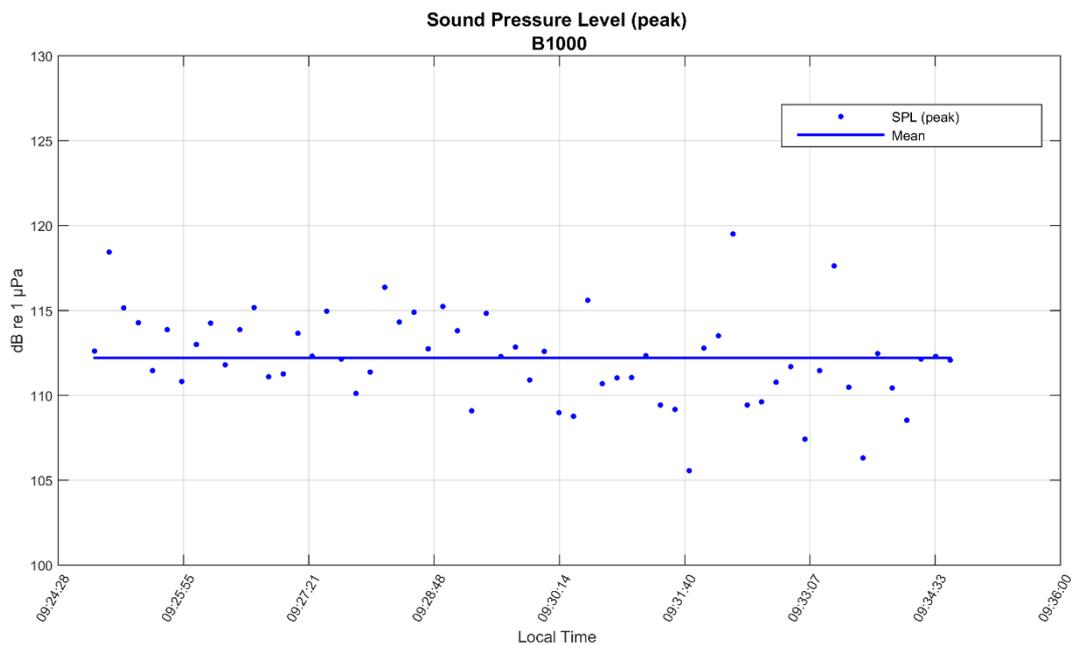


Figura 0-34: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto B1000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 131 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

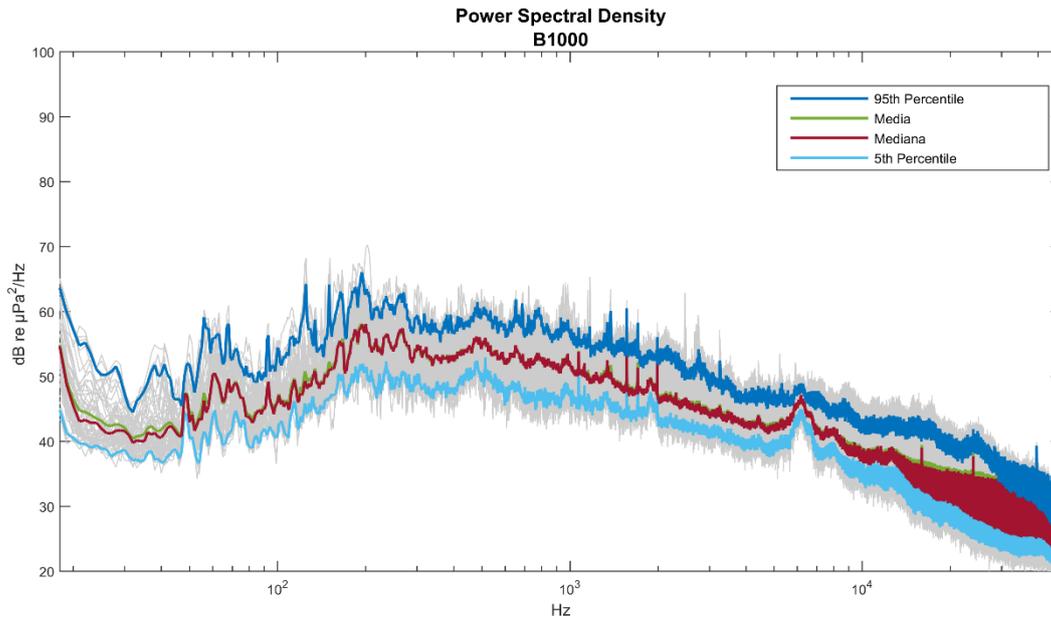


Figura 0-35: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level $[(L_{p,t}) \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}]$ stimati nel punto B1000 alla profondità di 5 metri.

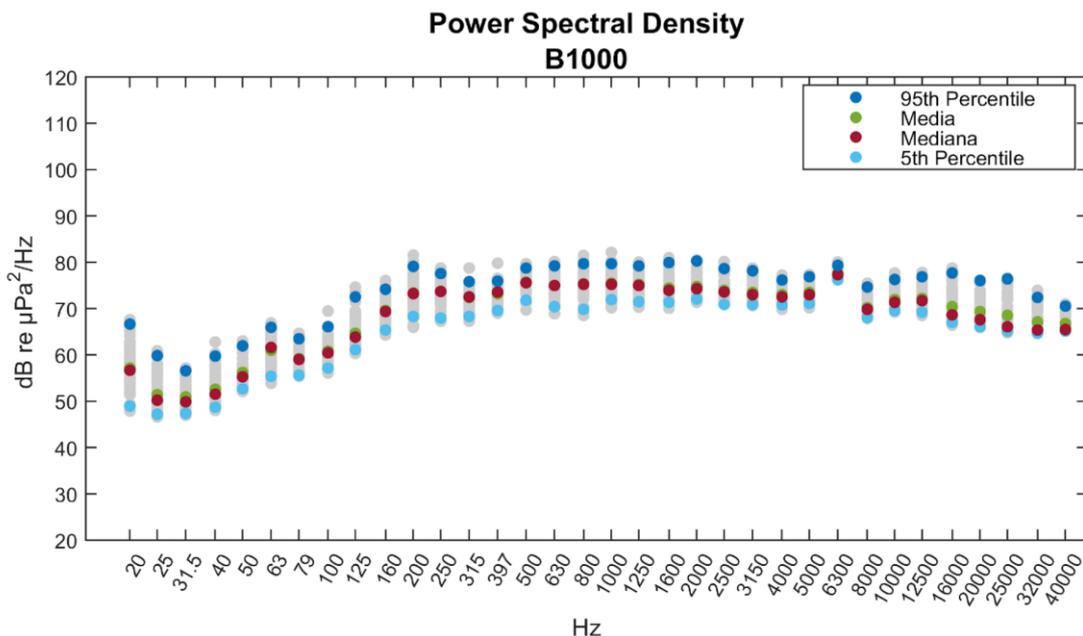


Figura 0-36: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level $[(L_{p,fc}) \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}]$ nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto B1000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 132 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #10 – C1000

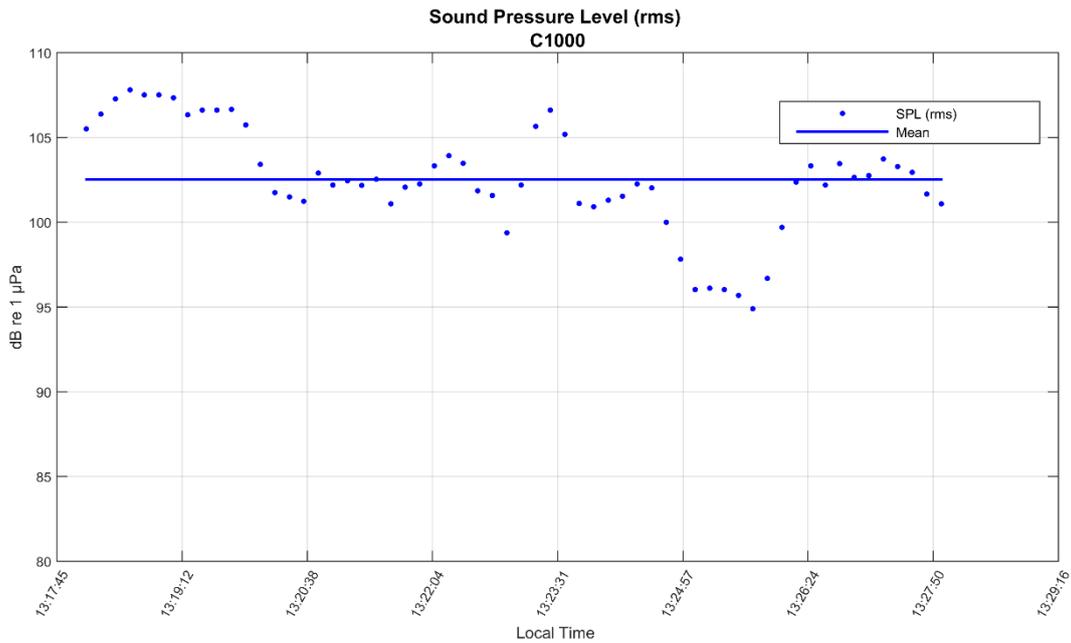


Figura 0-37: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa)] stimati nel punto C1000 alla profondità di 5 metri.

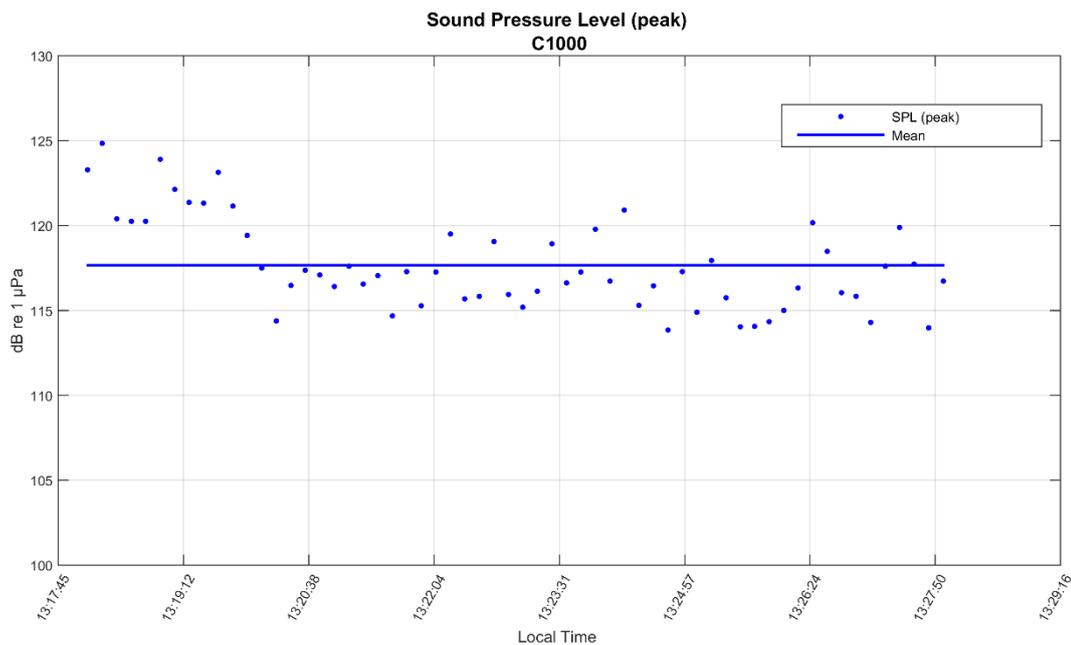


Figura 0-38: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re 1 μ Pa)] stimati nel punto C1000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 133 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

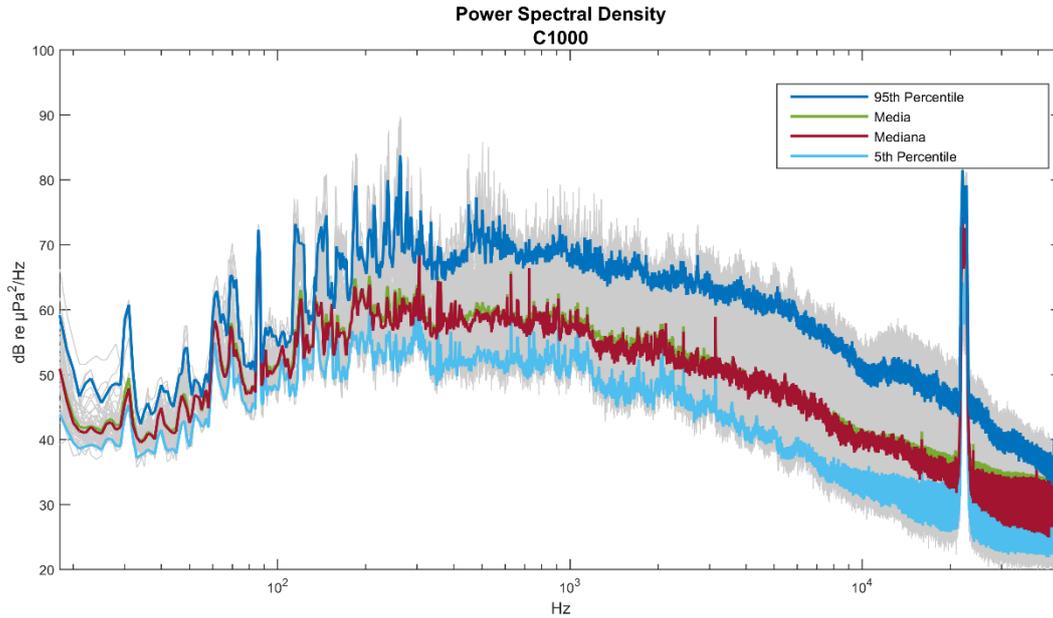


Figura 0-39: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,r})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto C1000 alla profondità di 5 metri.

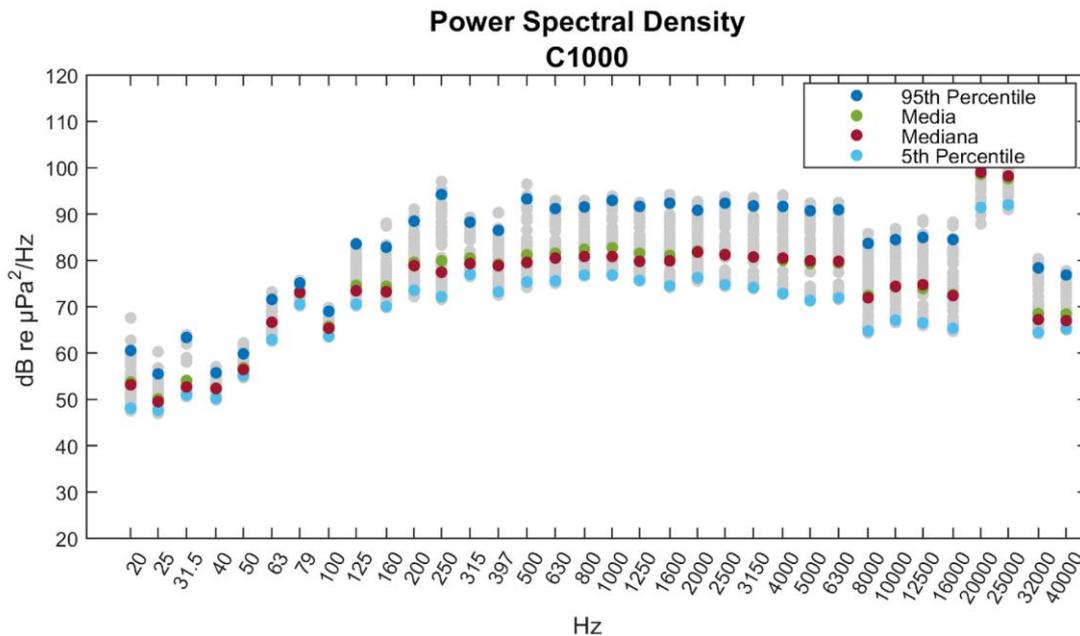


Figura 0-40: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto C1000 alla profondità di 5 metri.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 134 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #11 – D1000

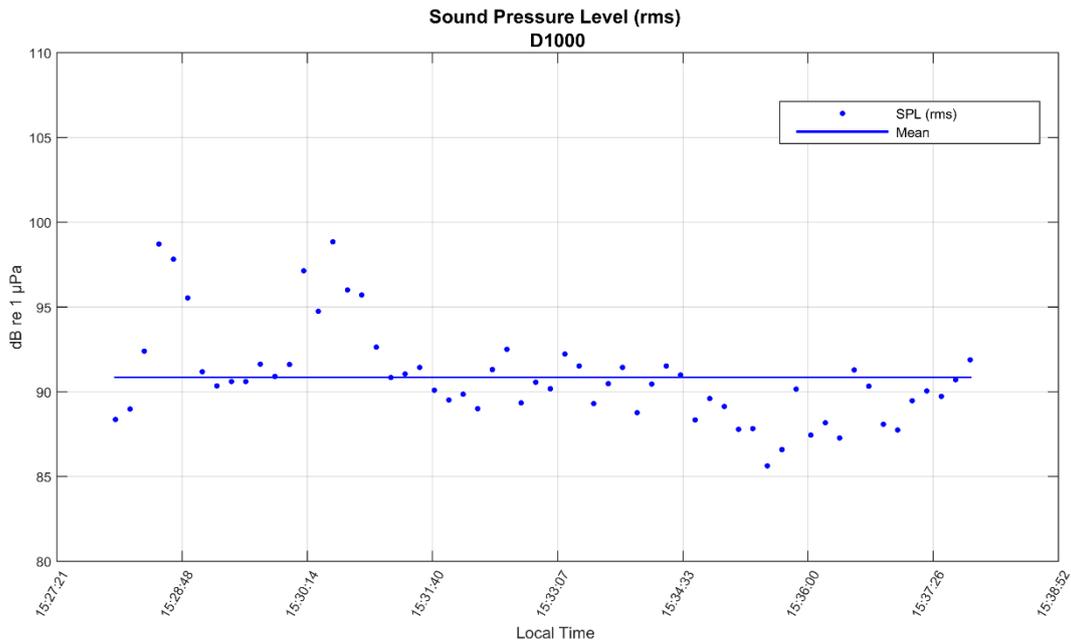


Figura 0-41: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto D1000 alla profondità di 5 metri.

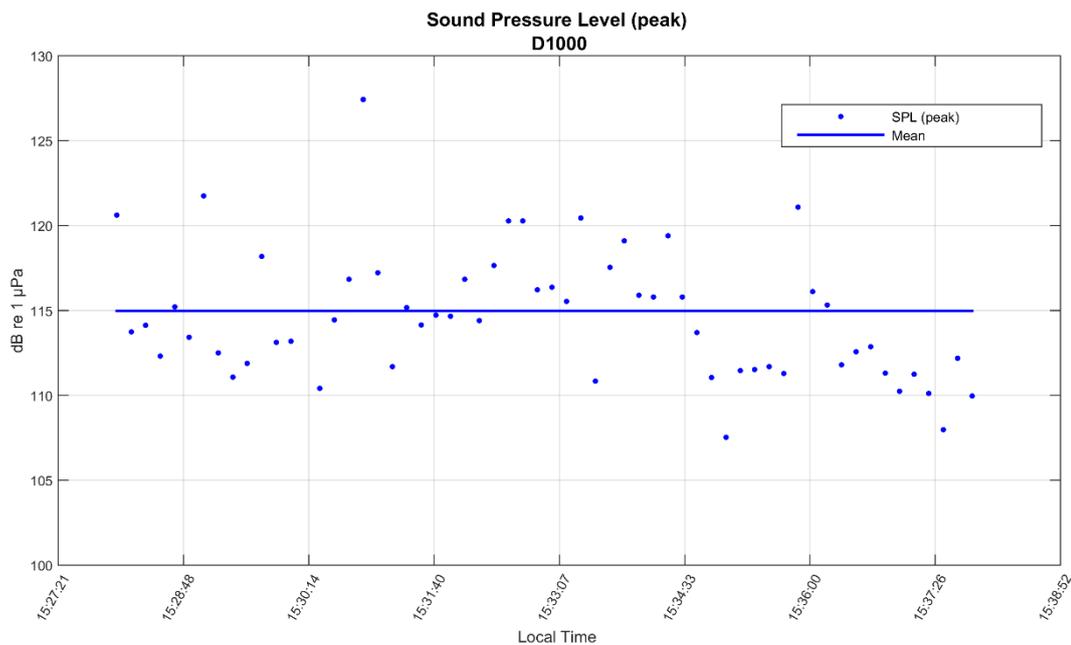


Figura 0-42: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto D1000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 135 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

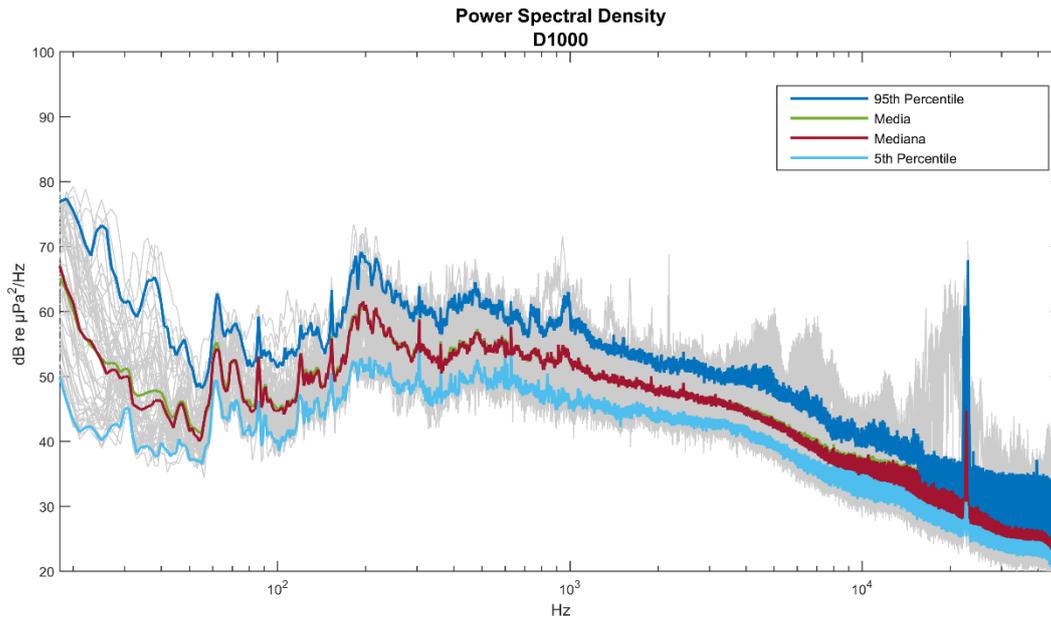


Figura 0-43: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,r})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto D1000 alla profondità di 5 metri.

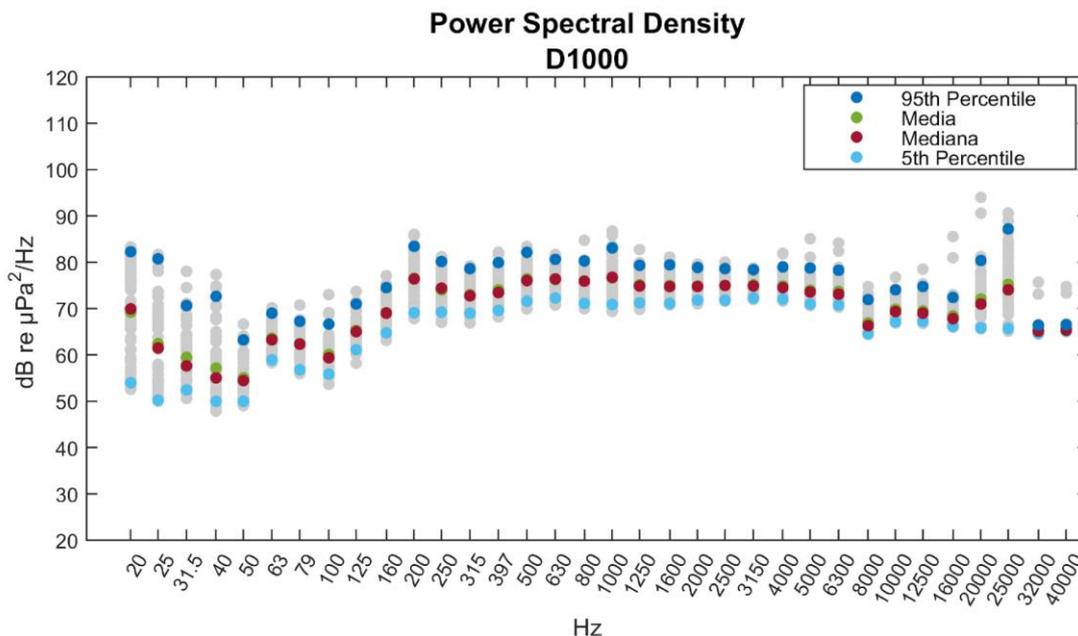


Figura 0-44: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto D1000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 136 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #12 – B1500

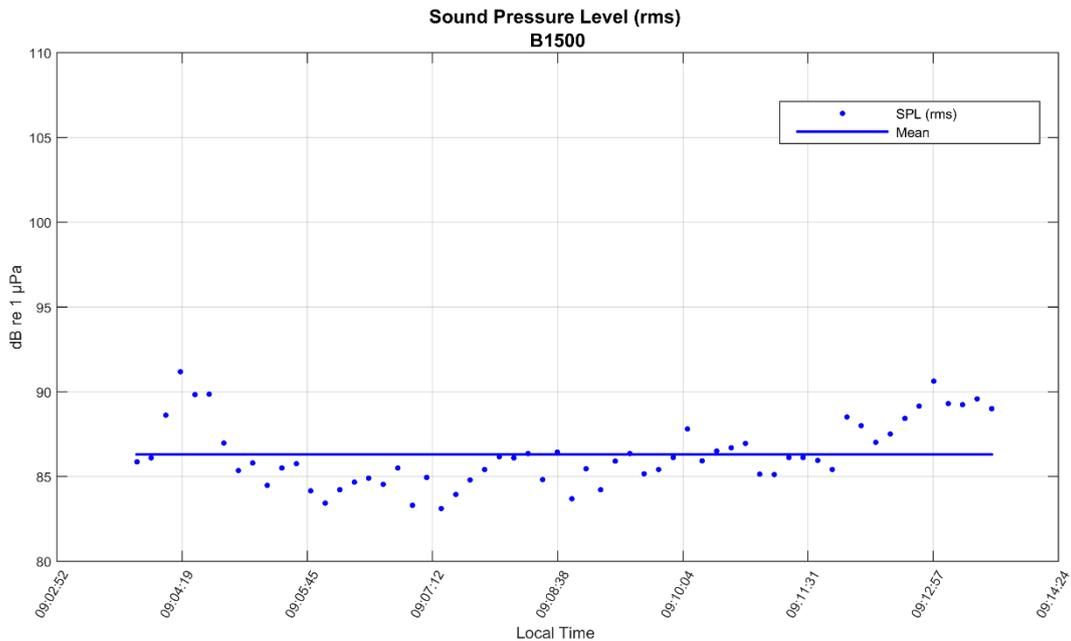


Figura 0-45: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto B1500 alla profondità di 5 metri.

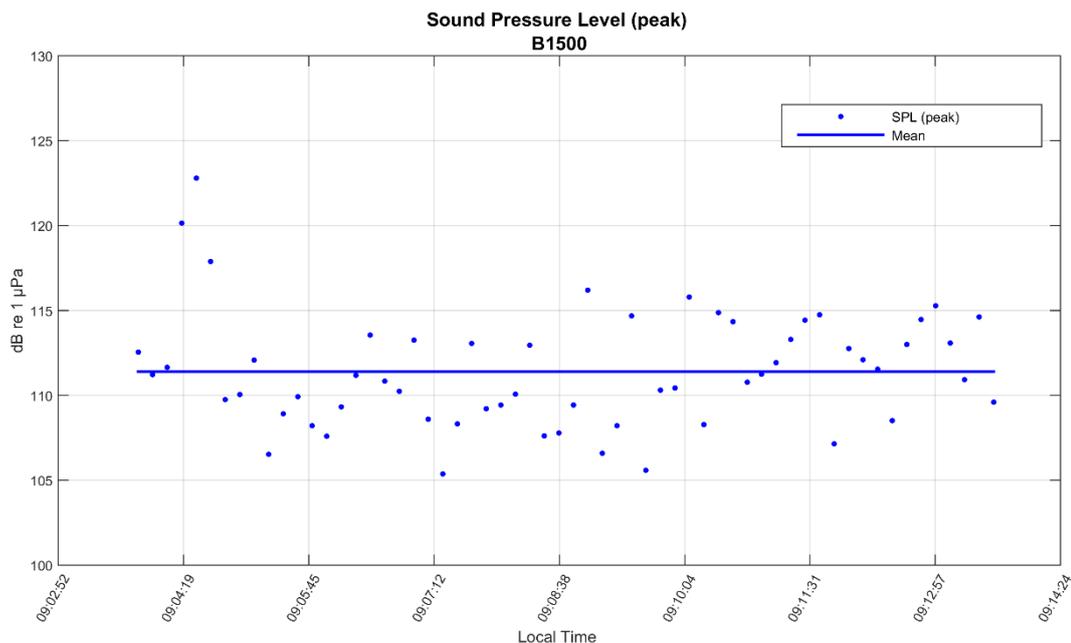


Figura 0-46: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto B1500 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 137 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

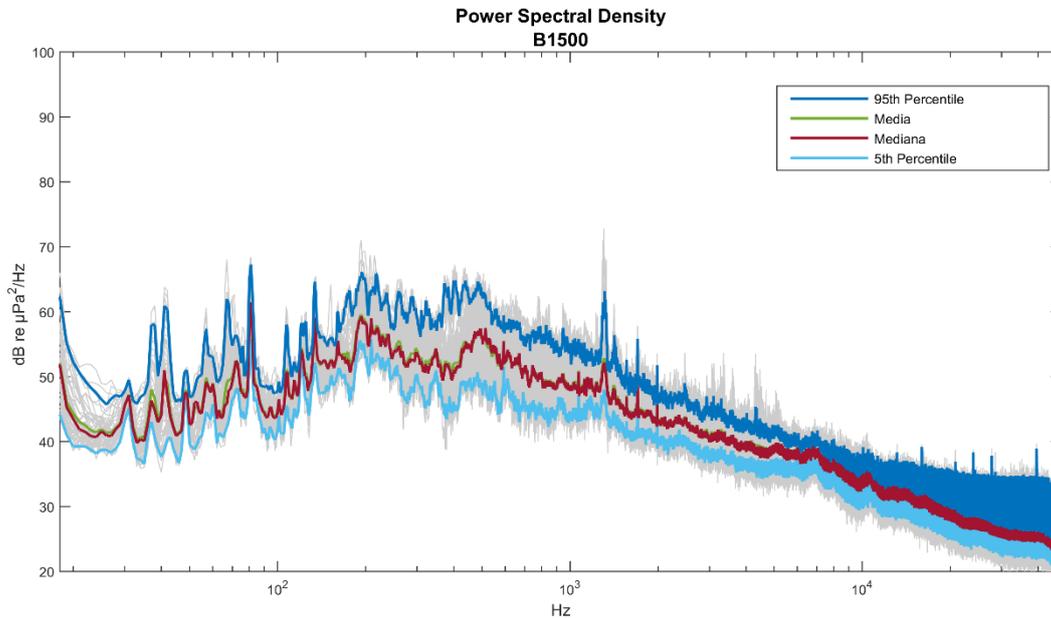


Figura 0-47: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [$(L_{p,f})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto B1500 alla profondità di 5 metri.

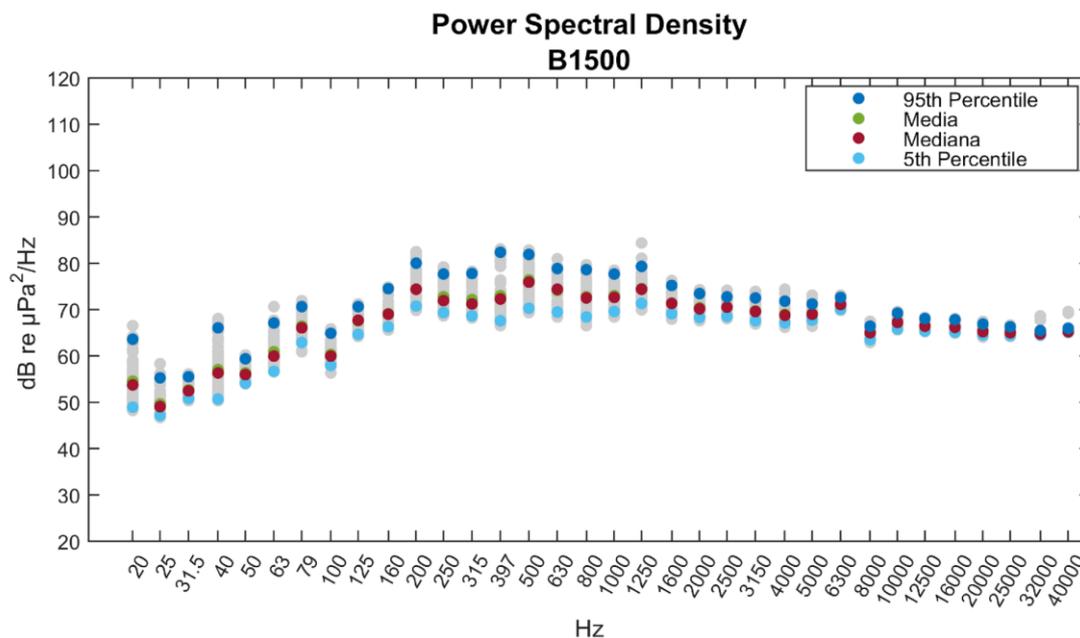


Figura 0-48: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [$(L_{p,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto B1500 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 138 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #13 – A2000

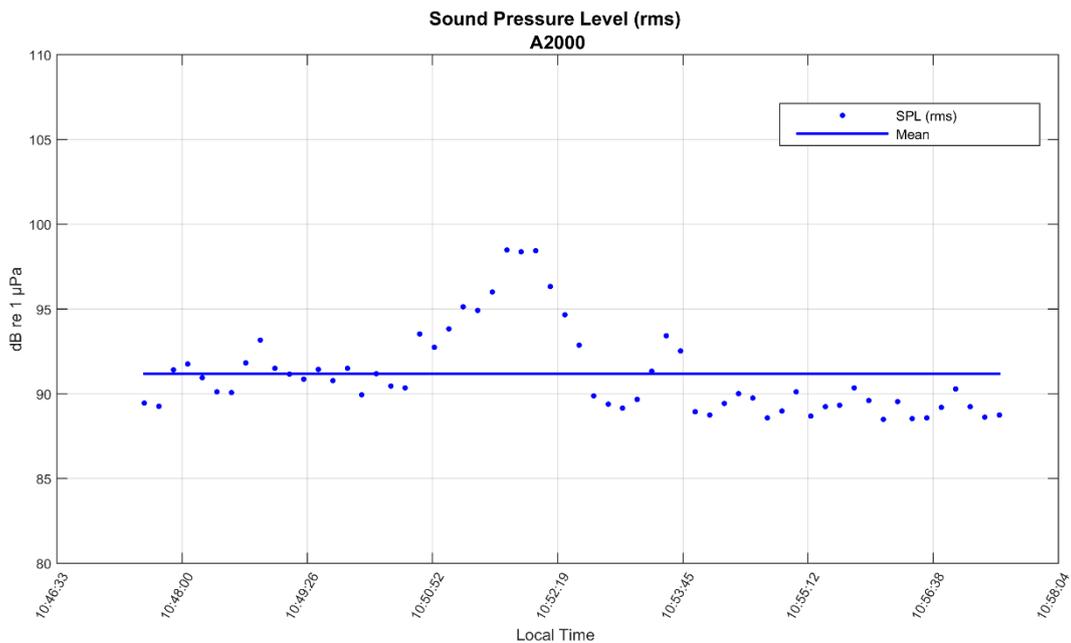


Figura 0-49: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto A2000 alla profondità di 5 metri.

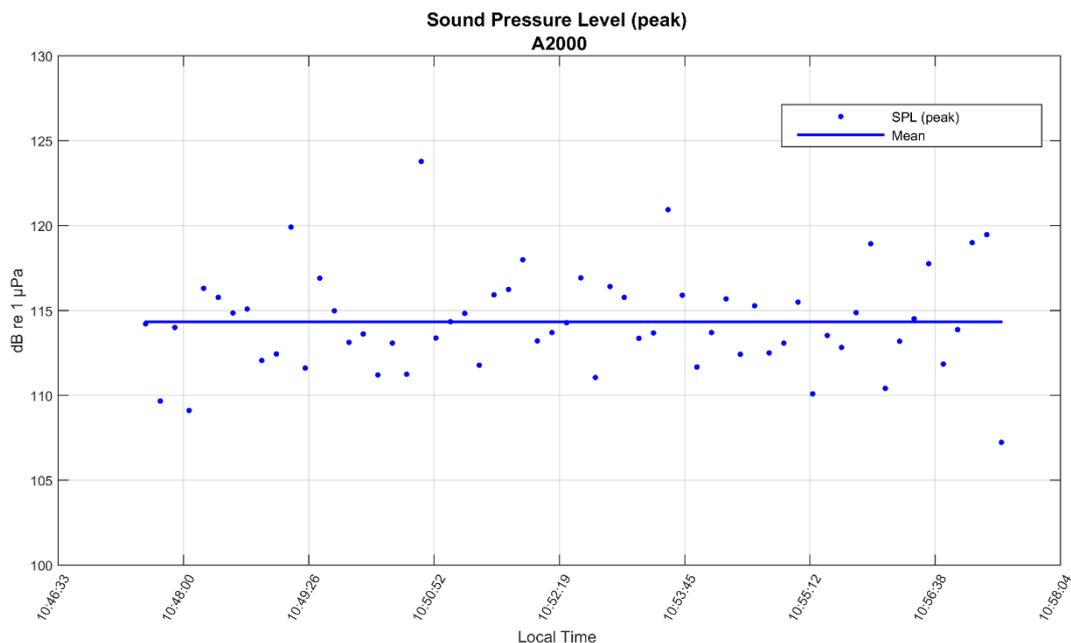


Figura 0-50: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto A2000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 139 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

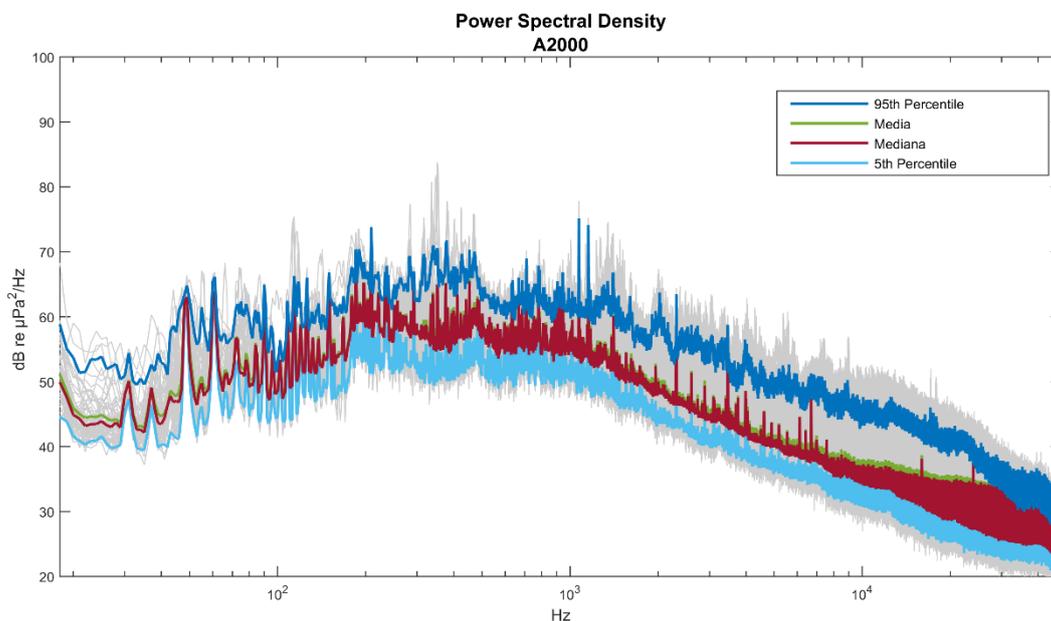


Figura 0-51: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,r})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto A2000 alla profondità di 5 metri.

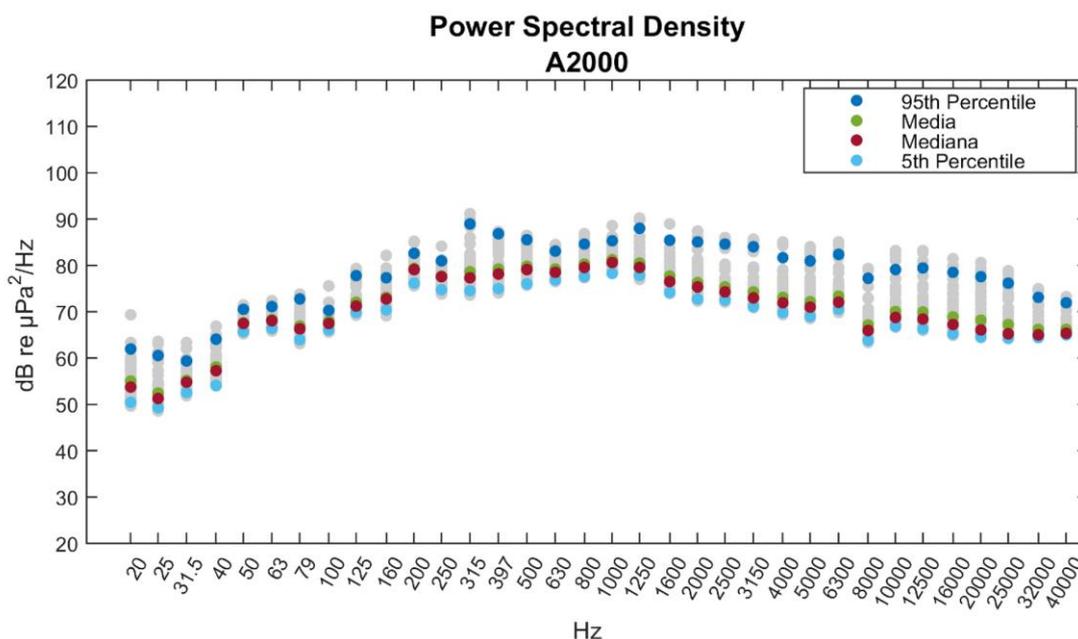


Figura 0-52: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto A2000 alla profondità di 5 metri.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 140 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #14 – B2000

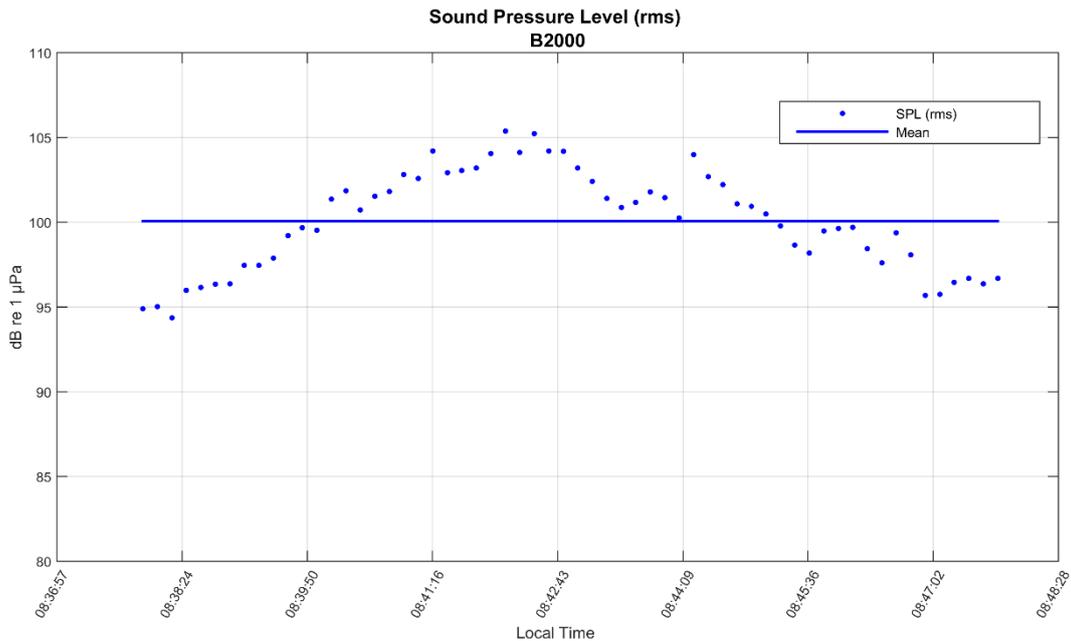


Figura 0-53: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto B2000 alla profondità di 5 metri.

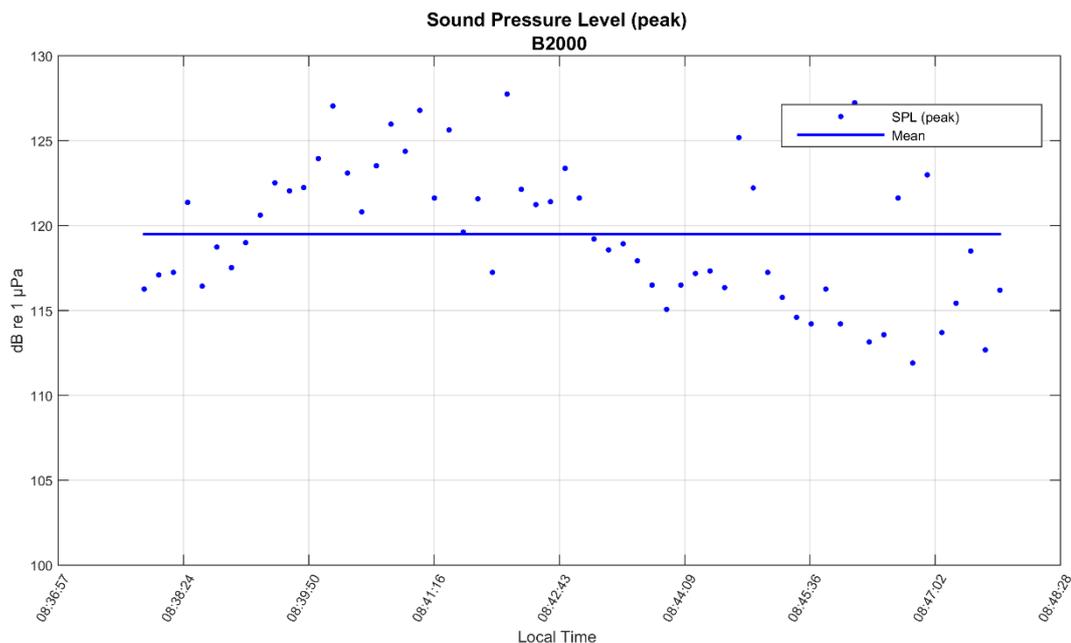


Figura 0-54: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto B2000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 141 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

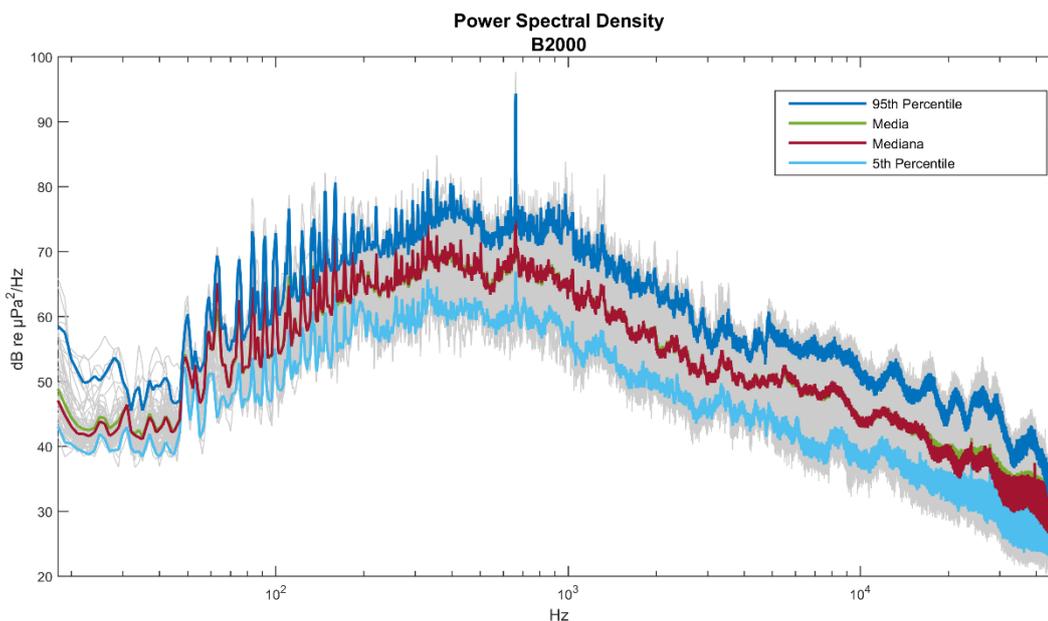


Figura 0-55: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level $[(L_{p,r}) \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}]$ stimati nel punto B2000 alla profondità di 5 metri.

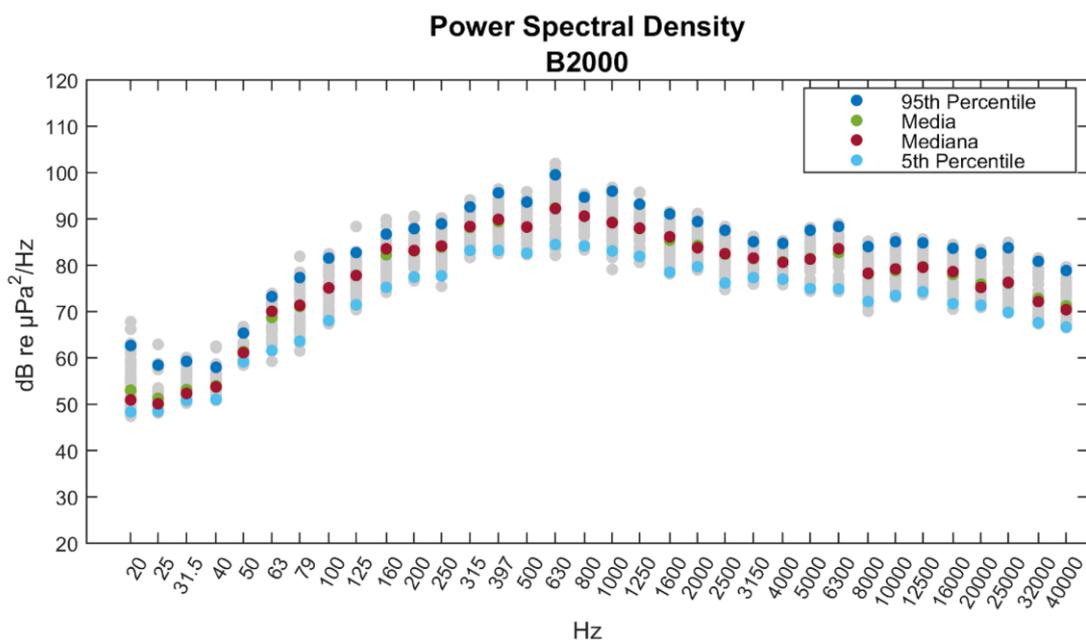


Figura 0-56: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level $[(L_{p,fc}) \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}]$ nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto B2000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 142 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #15 – C2000

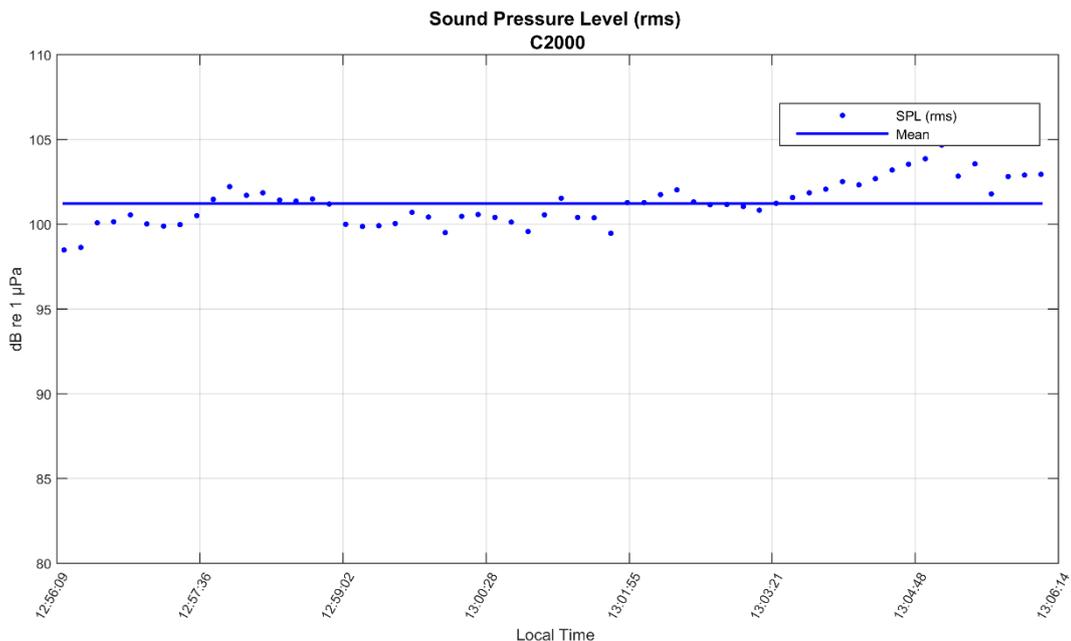


Figura 0-57: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto C2000 alla profondità di 5 metri.

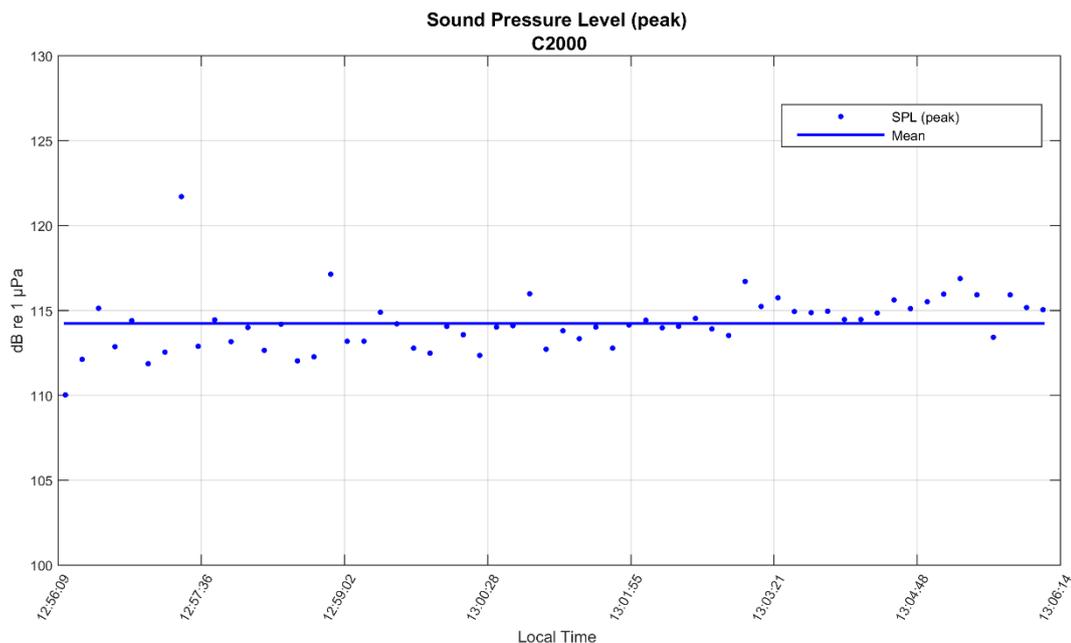


Figura 0-58: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto C2000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 143 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

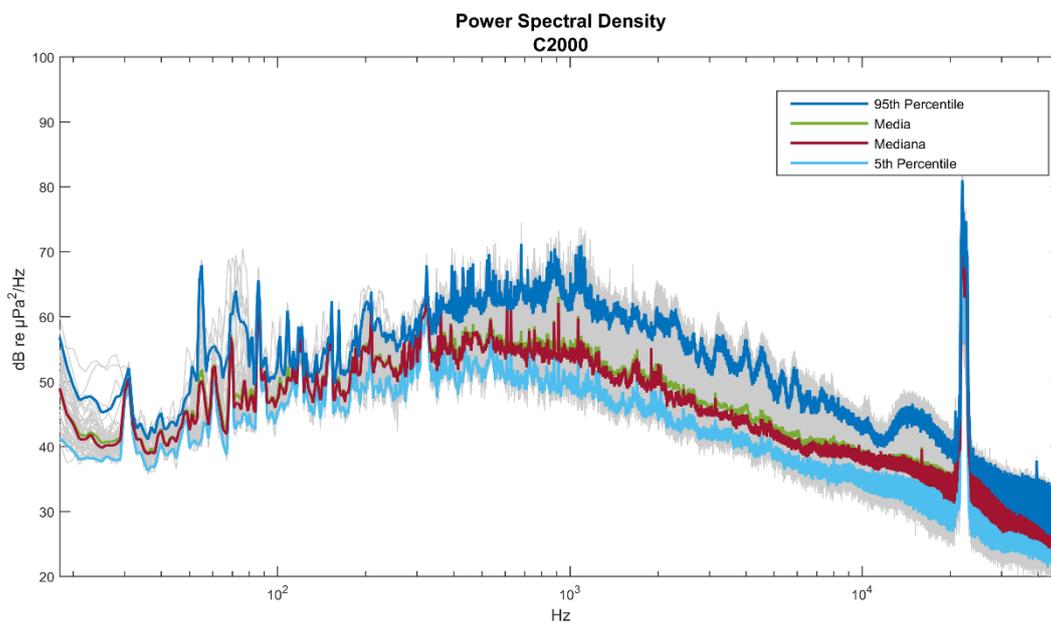


Figura 0-59: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [$(L_{p,r})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto C2000 alla profondità di 5 metri.

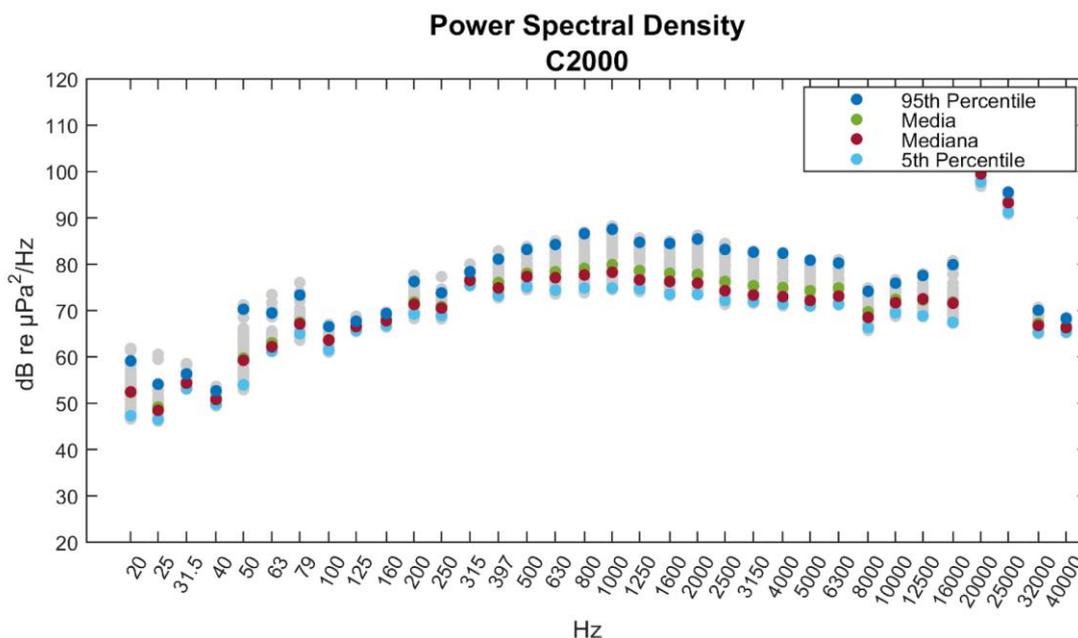


Figura 0-60: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [$(L_{p,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto C2000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 144 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #16 – D3000

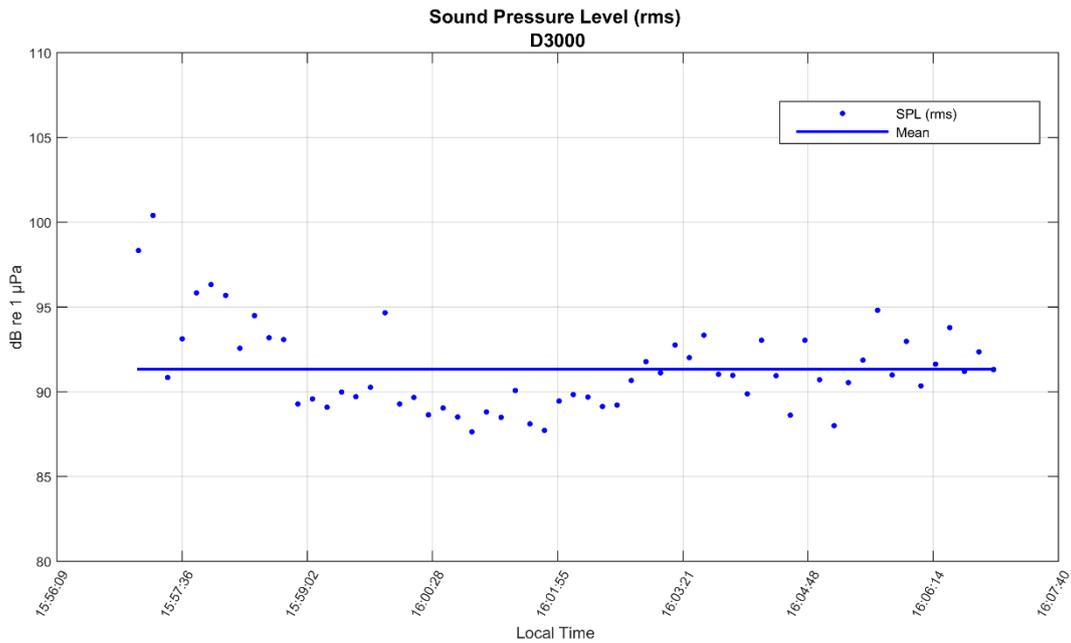


Figura 0-61: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re 1 μ Pa)] stimati nel punto D3000 alla profondità di 5 metri.

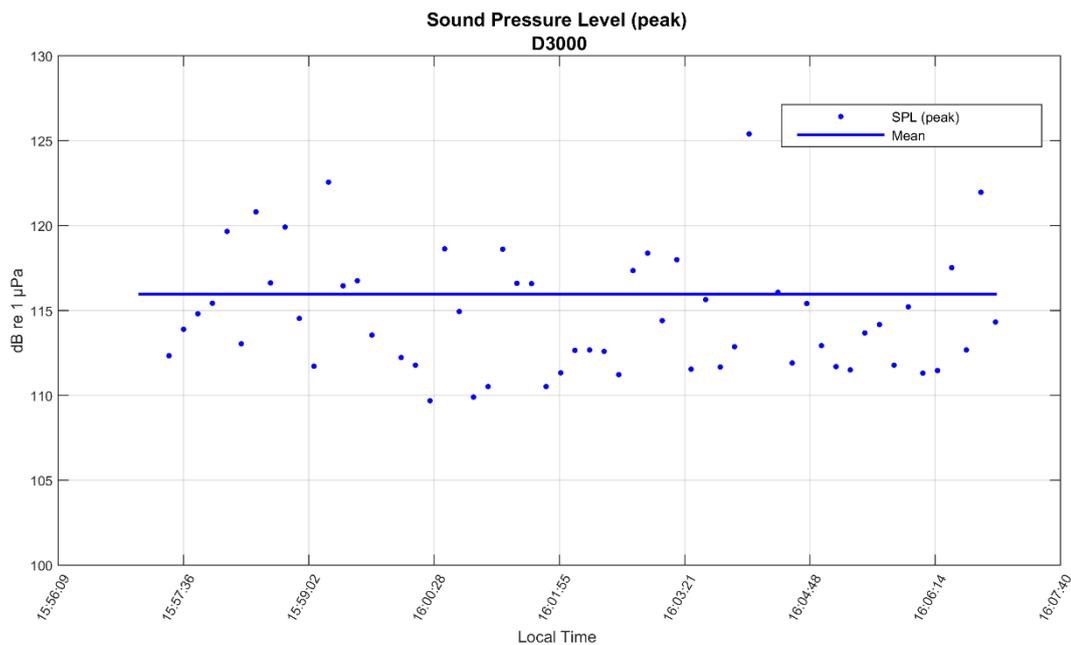


Figura 0-62: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re 1 μ Pa)] stimati nel punto D3000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 145 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

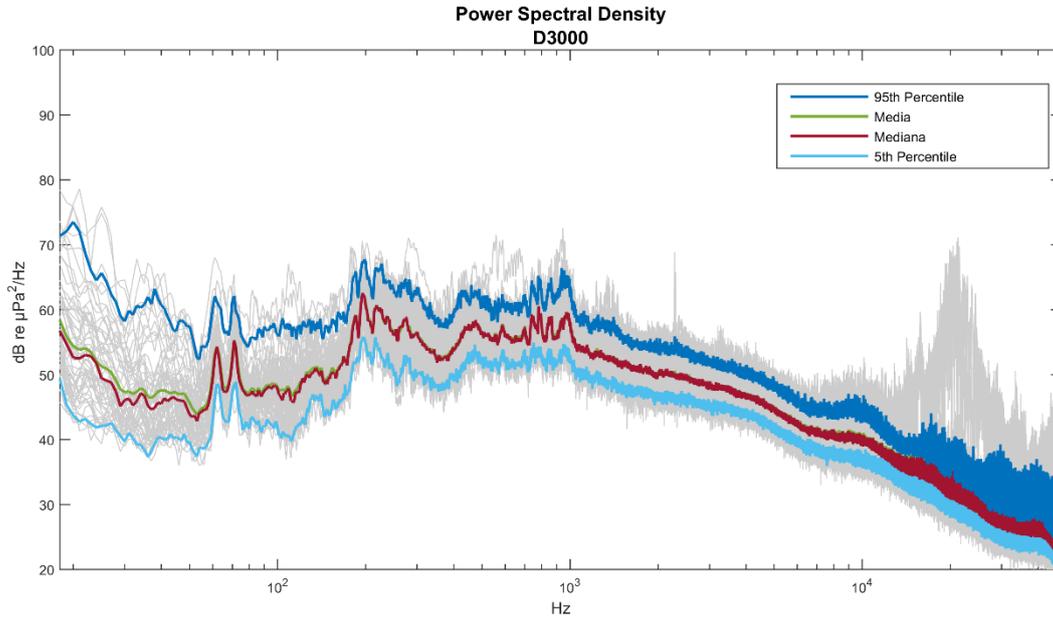


Figura 0-63: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,r})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto D3000 alla profondità di 5 metri.

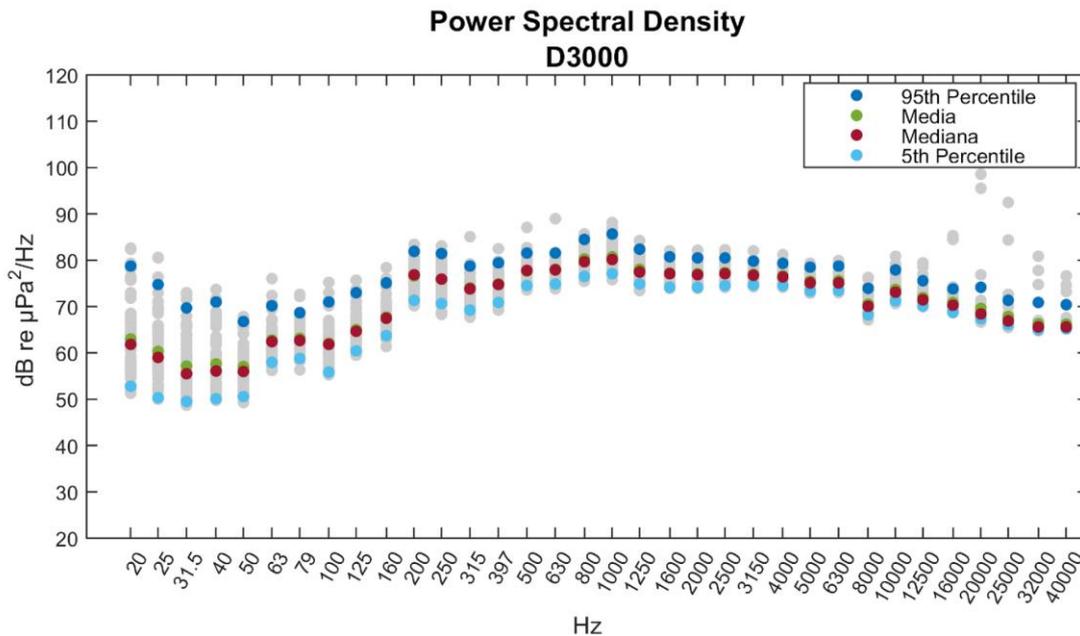


Figura 0-64: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* $[(L_{p,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto D3000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 146 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

Sito di Registrazione #17 – D5000

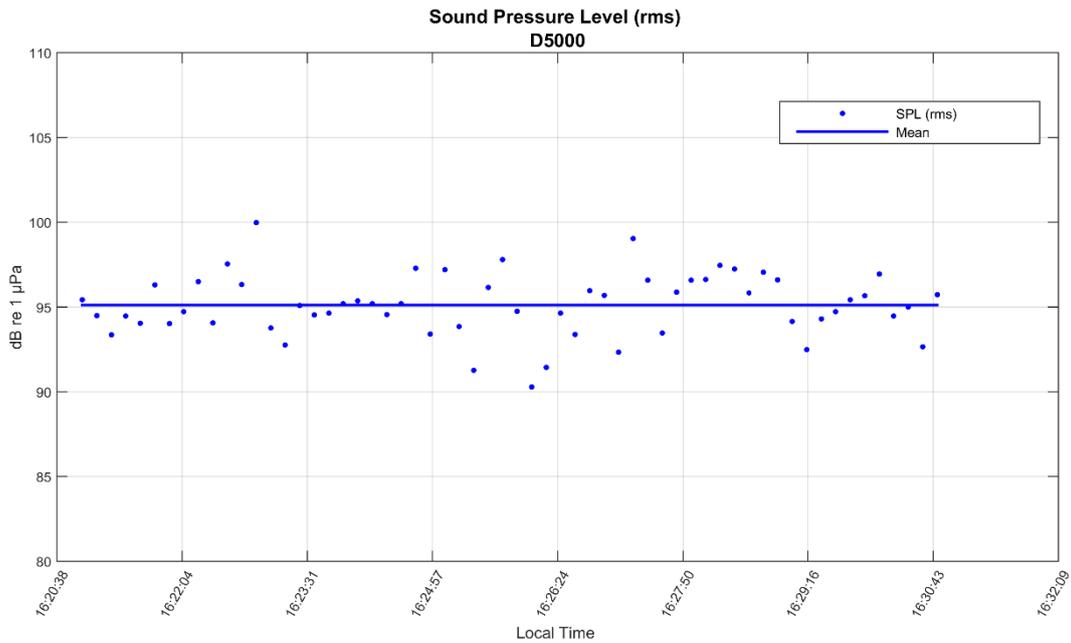


Figura 0-65: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (root mean square)* [$L_{p,rms}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto D5000 alla profondità di 5 metri.

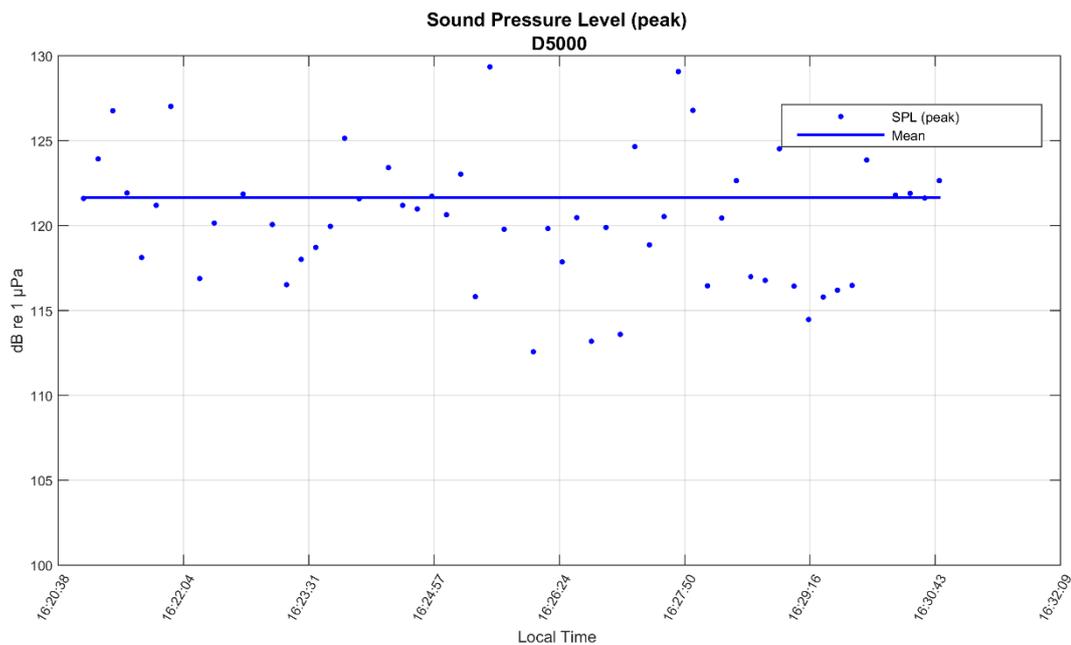


Figura 0-66: Andamento dei valori di *Sound Pressure Level (peak)* [$L_{p,pk}$ (dB re $1\mu\text{Pa}$)] stimati nel punto D5000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/G21018	CODICE TECNICO
	LOCALITA' PANIGAGLIA (LA SPEZIA)	REL-AMB-E-20023	
	PROGETTO / IMPIANTO VESSEL RELOADING PANIGAGLIA	Pag. 147 di 147	Rev. 0

Rif. T.EN. ITALY SOLUTIONS: 201417C-308-RT-6000-002

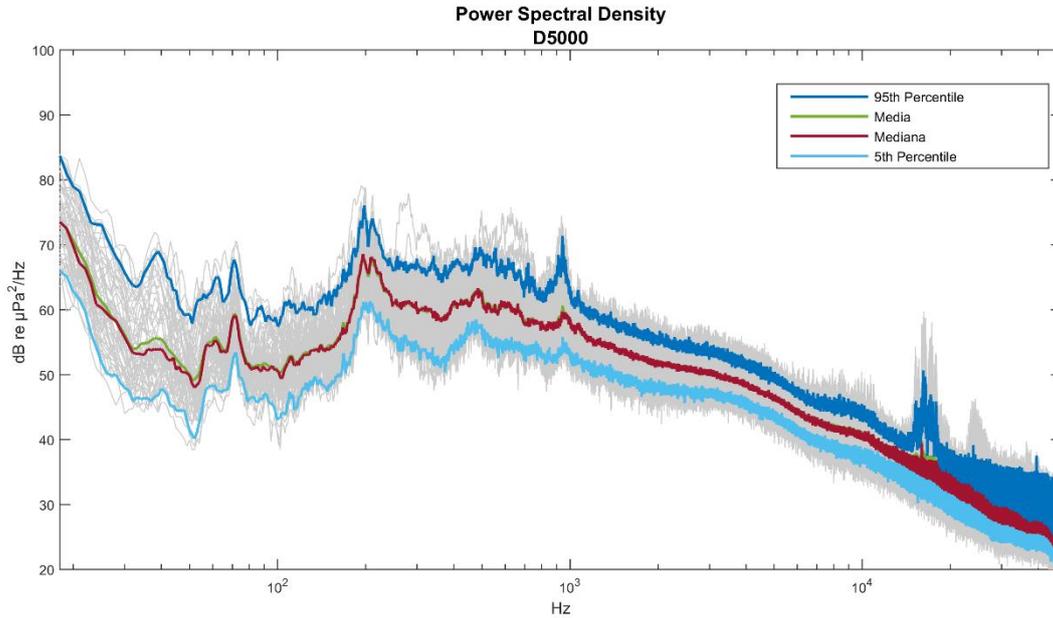


Figura 0-67: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [$(L_{p,r})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] stimati nel punto D5000 alla profondità di 5 metri.

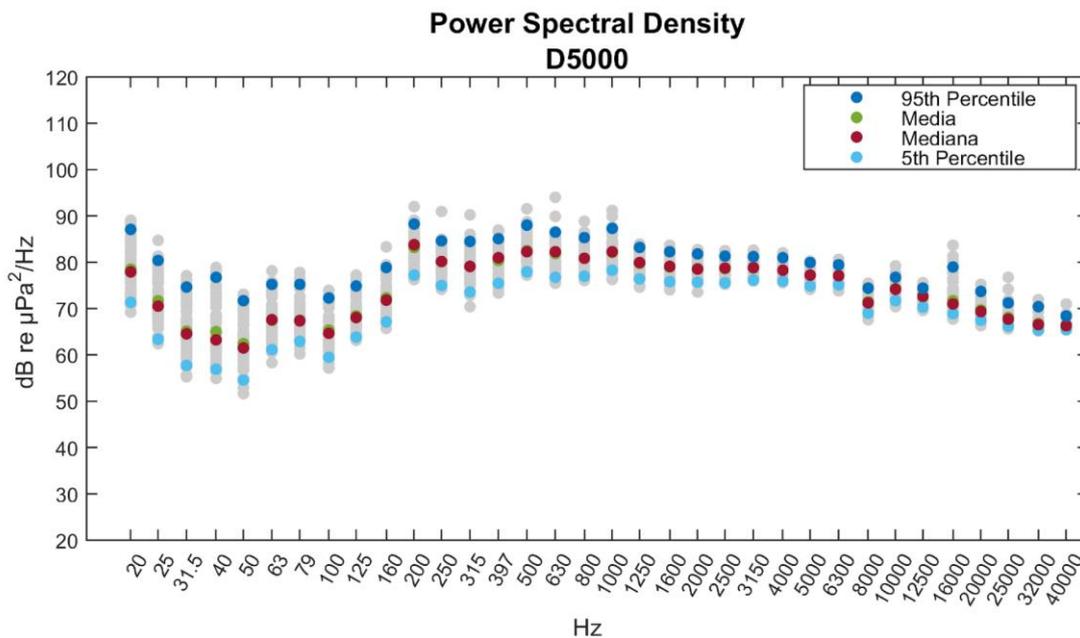


Figura 0-68: 95th percentile, media aritmetica, mediana e 5th percentile dei valori di *Mean Square Sound Pressure Spectral Density Level* [$(L_{p,fc})$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$] nelle bande di un terzo di ottava, stimati nel punto D5000 alla profondità di 5 metri.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.