

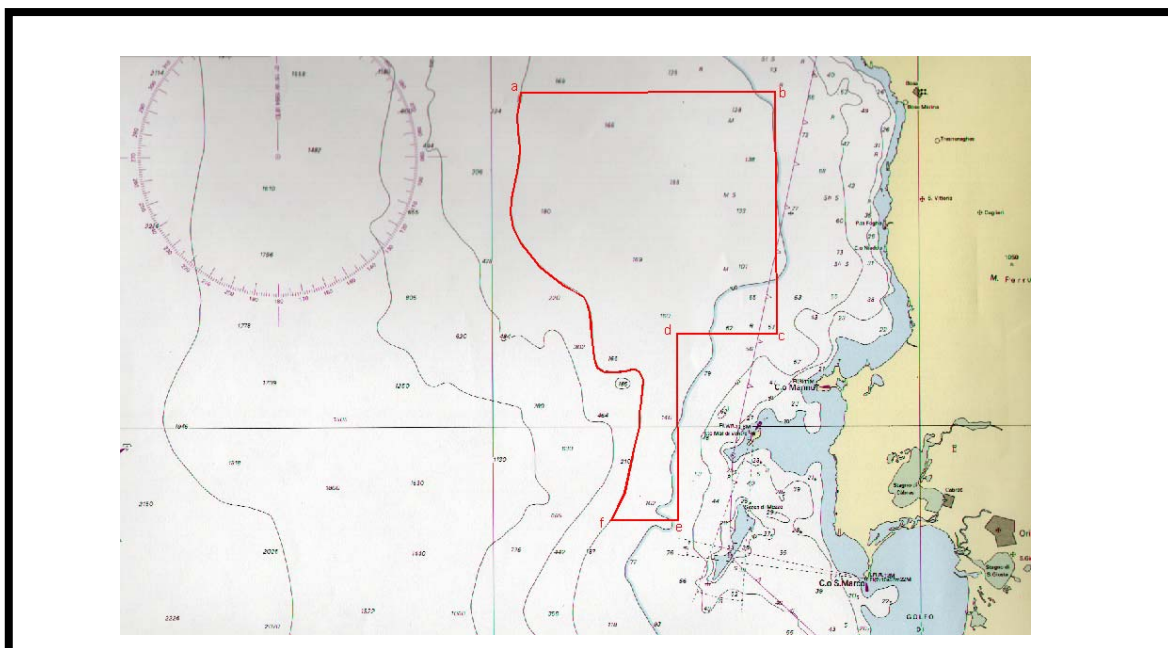
Puma Petroleum S.r.l.

PERMESSO DI RICERCA PER IDROCARBURI

“d90 E.R.- PU”

INTEGRAZIONE al RAPPORTO AMBIENTALE

(DPR 526 del 18/04/1994)



rev.	Elaborato	Data
A	VARAT S.r.l.	mag. '08

Sommario

0. Premessa.....	3
1. Presentazione società Puma Petroleum S.r.l.	4
2. Programma dei lavori	5
3. Integrazione alla Campagna di acquisizione sismica con Air-gun.....	5
3.1. Sistema di energizzazione Air-gun.....	5
3.2. Il segnale acustico: direzionalità, intensità, frequenza, propagazione.....	6
3.3. Parametri operativi di progetto per acquisizione sismica con Air-gun.....	11
3.4. Impatto delle operazioni geofisiche sulle specie ittiche	12
3.5. Impatto delle operazioni geofisiche sui mammiferi marini.....	15
3.6. Misure di salvaguardia da adottare durante il survey sismico.....	19
3.7. Aree in cui non sarà effettuata attività sismica per rispetto vincoli ambientali.....	24
4. Aree di ripopolamento	24
5. Conclusioni.....	26
6. Bibliografia.....	27

0. Premessa

La presente Integrazione al Rapporto Ambientale, richiesta con lettera prot. DSA-2008-0012488 del 8/5/2008, ha lo scopo di illustrare in maggior dettaglio alcuni aspetti emersi durante la riunione tenuta in data 10.3.2008 presso la sede del Ministero dell’Ambiente e della tutela del Mare.

L’Integrazione si riferisce all’area dell’istanza di permesso “d90 E.R.- PU”, presentata dalla Società Puma Petroleum il 27-01-1999 e pubblicata sul B.U. degli Idrocarburi e della Geotermia il 28-02-1999, n.2. Il Rapporto Ambientale è stato presentato in data 24-10-2007.

L’area è ubicata nel mar di Sardegna, al largo della costa occidentale all’altezza di Oristano, e ha una estensione di 68.313 ha.

La soc. Varat S.r.l. è stata incaricata di redigere la presente Integrazione al Rapporto Ambientale, avvalendosi del seguente staff:

ing. Antonio Panebianco (coordinatore)

dott.sa Giorgia Comparetto

dott.sa Francesca Senatore

1. Presentazione società Puma Petroleum S.r.l.



Missione della società

La Puma Petroleum S.r.l. è una società Italiana la cui missione è espandersi per diventare un rispettato membro dell'industria Italiana nel campo idrocarburi..

L'intenzione della compagnia è lo sviluppo e produzione di progetti Italiani attuati in modo sicuro, economicamente, e con l'impegno fondamentale di lavorare in piena sostenibilità ambientale.

Userà al massimo il personale Italiano nell'industria petrolifera e del gas, aumentando l'espansione della Compagnia attraverso la scoperta, l'esplorazione e produzione dei depositi di gas e petrolio.

Fatti di rilievo

La Puma è stata rilevata dalla Key Petroleum Ltd, una compagnia Australiana in lista sul mercato azionario (ASX) nel 2007. Trasferita ed ora operante come Compagnia domiciliata in Italia.

La Compagnia ha il 100% degli interessi nella località "Borsano" a nord di Milano, nella zona della valle del Po.

La Puma ha inoltrato quattro (4) domande di permesso per ricerca a mare nelle zone di Lampedusa, Sardegna occidentale e a sud dell'Elba.

Studi per la valutazione dell'impatto ambientale sono stati finalizzati per ognuna delle relative zone, e sono ora in esame al Ministero della Protezione Ambientale

Strategie di Esplorazione

Puma Petroleum S.r.l. ha pianificato un programma esplorativo di due anni per far sì che la Compagnia raggiunga la fase di sviluppo dei suoi progetti. Opererà in modo indipendente e farà associazione con altre compagnie con simile obiettivo.

Management

La Compagnia è diretta da professionisti esperti in idrocarburi, ed impiega personale Italiano con esperienza industriale acquisita in molti progetti in tutta Italia e paesi limitrofi.

Azionisti maggiori

Key Petroleum Ltd (100%) www.keypetroleum.com

Key possiede interessi in Tanzania, Italia, Namibia e Suriname.

E' l'operatore di vari progetti e ha preso parte con successo a varie campagne di perforazione, che hanno portato alla scoperta di petrolio e gas.

2. Programma dei lavori

Le attività di ricerca, come riportato nel Rapporto Ambientale, si articoleranno in due fasi distinte:

Prima fase: studio geologico e registrazione nuove linee

In questa fase verrà condotto uno studio geologico e gravimetrico regionale della Sardegna occidentale e del Campitano nord-occidentale.

E' prevista inoltre l'esecuzione di una nuova campagna di acquisizione sismica per un totale di 200 km; la sorgente di energia in mare sarà del tipo air-gun.

Seconda fase: perforazione di un pozzo esplorativo

Se gli approfondimenti condotti in prima fase porteranno alla definizione di obiettivi minerari di interesse, verrà eseguito un pozzo esplorativo che raggiungerà la profondità di circa 2500m

3. Integrazione alla Campagna di acquisizione sismica con Air-gun

3.1. Sistema di energizzazione Air-gun

Nel Rapporto Ambientale è indicato che la eventuale campagna di acquisizione sismica sarà effettuata mediante uso di **air-gun** come sorgente energizzante.

L'air-gun è la sorgente d'energia oggi maggiormente utilizzata per rilievi marini. A seconda delle case costruttrici vengono identificati vari tipi di air-gun chiamati: Sleeve-gun, Bolt airgun, GI-gun. Il principio di funzionamento e' comunque identico.

Per generare un fronte di onde elastiche, l'air-gun utilizza l'espansione nell'acqua di un volume di aria compressa. L'aria viene immessa in una camera ricavata in speciali cilindri metallici di acciaio da cui, con un sistema a comando elettromagnetico, viene liberata nell'acqua in un tempo brevissimo. L'espansione provoca l'oscillazione delle particelle dell'acqua circostante, generando un fronte di onde elastiche, che si trasmettono secondo superfici sferiche concentriche.

Un elemento particolarmente positivo di questo sistema è rappresentato dall'assoluta mancanza di pericolosità, non essendo impiegata alcuna miscela esplosiva.

Il dispositivo è composto di due camere, una superiore di caricamento e una inferiore di scarico, sigillate da un doppio pistone ad albero (*Figura 1, Figura 2*). L'aria compressa, fornita dai compressori alloggiati sulla nave, giunge direttamente alla camera superiore e si distribuisce in quella inferiore attraverso il pistone cavo; quando la pressione nelle camere è quella desiderata un solenoide comandato elettricamente si attiva e genera un campo magnetico tale da sollevare il pistone dando libero sfogo all'aria, attraverso dei fori praticati nell'involucro metallico.

Un ciclo di riempimento e svuotamento dura circa 10-15 secondi, mentre l'impulso dura un tempo brevissimo, circa 2 millisecondi.

All'onda elastica primaria si sommano delle onde secondarie causate dall'effetto bolla: l'aria emessa forma una bolla che si dirige verso la superficie, aumentando di volume fino a scoppiare quando la sua pressione eguaglia quella idrostatica, e generando una perturbazione acustica.

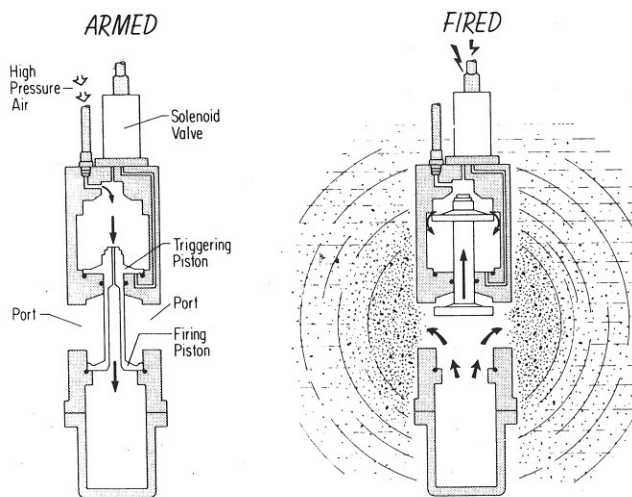


Figura 1 - Schema funzionamento Air-gun

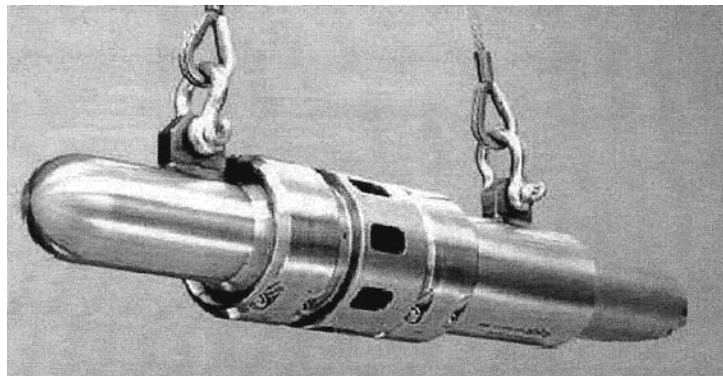


Figura 2 - Esempio di air-gun

Gli air-gun vengono disposti sempre in batteria (*array*), dalla geometria variabile a seconda del tipo di onda che si vuole generare.

3.2. Il segnale acustico: direzionalità, intensità, frequenza, propagazione

Un buon array è in grado di direzionare l'onda elastica verso l'obiettivo prescelto e di attenuare gli effetti delle onde secondarie: la geometria stessa dell'array infatti determina una funzione di *filtro spaziale*, tale da far interferire in opposizione di fase le onde che si sviluppano nel piano orizzontale, invece in fase quelle dirette verso il basso, indirizzando quindi l'energia principalmente in senso verticale.

Gli array consentono un aumento ed una ottimizzazione dell'energia necessaria per una maggiore penetrazione grazie alla composizione delle bolle generate dai singoli gun. Un buon array deve

aumentare l'ampiezza di picco dell'onda primaria e contemporaneamente ridurre gli effetti dovuti alle oscillazioni secondarie delle bolle, nonché focalizzare la direzione dell'onda acustica verso il basso. Le oscillazioni secondarie della bolla creano un indesiderato effetto riverbero del segnale acustico che oscura la stratigrafia del sottosuolo.

Diversamente dagli esplosivi chimici, l'entità delle bolle può essere ridotta da un'accurata configurazione del gun e degli array e della sequenza di sparo. Un array deve essere dunque calibrato in modo che la distanza tra cannoni sia tale che gli impulsi iniziali interferiscano costruttivamente fra loro mentre le emissioni secondarie dovute alle successive oscillazioni delle bolle d'aria interferiscano distruttivamente. Molto importante per queste finalità sono le distanze e le volumetrie variabili tra gun e gun con conseguenti periodi d'oscillazione differenti fra loro (proporzionale alla radice cubica del volume della camera di un gun). Un'onda acustica dovrebbe avere un rapporto tra il picco massimo dell'arrivo primario ed il picco massimo delle oscillazioni secondarie non inferiore a 16 nella banda di frequenza compresa al di sotto dei 125 Hz.

Un'altra caratteristica degli array, significativa dal punto di vista ambientale, è la capacità di dirigere l'energia preferenzialmente verso il fondo marino. Gli organismi marini posti fuori dall'asse dello sparo percepiscono forme d'onda di pressione molto diverse e, in genere, livelli di energia minori perché l'emissione della sorgente è focalizzato verso il basso: l'onda acustica misurata esternamente all'asse di un array ha valori inferiori a quella misurata esattamente sotto la sorgente (*Fig. 3a-b, Fig. 4*).

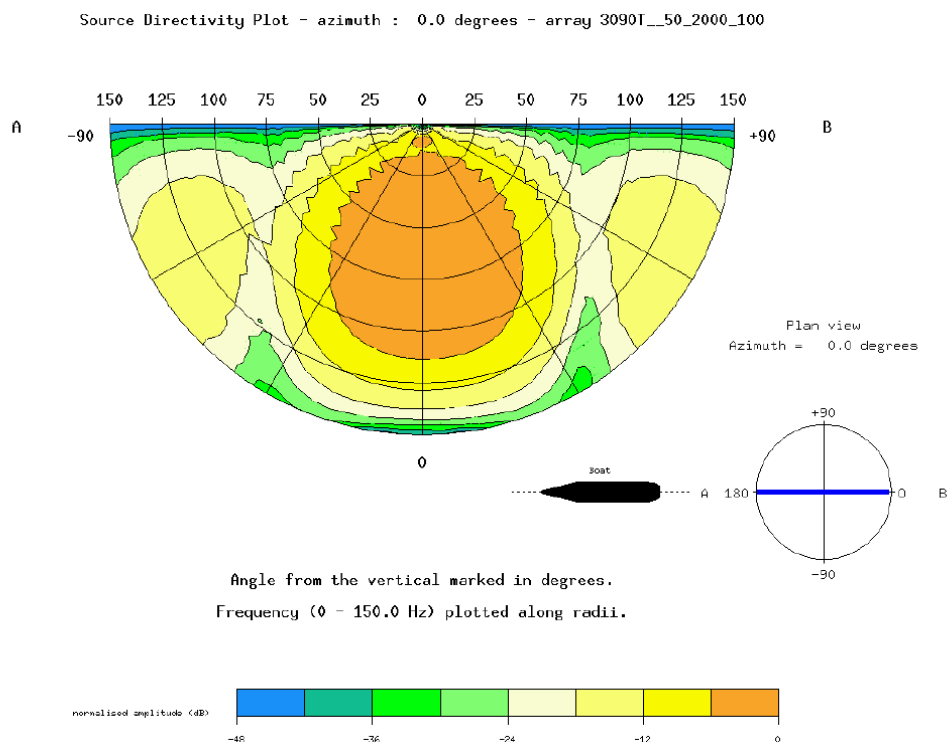


Figura 3.a - Direzionalità dell'impulso acustico di un array di air-gun., misurata nel verso del moto della nave (Schoolmeesters, 2002)

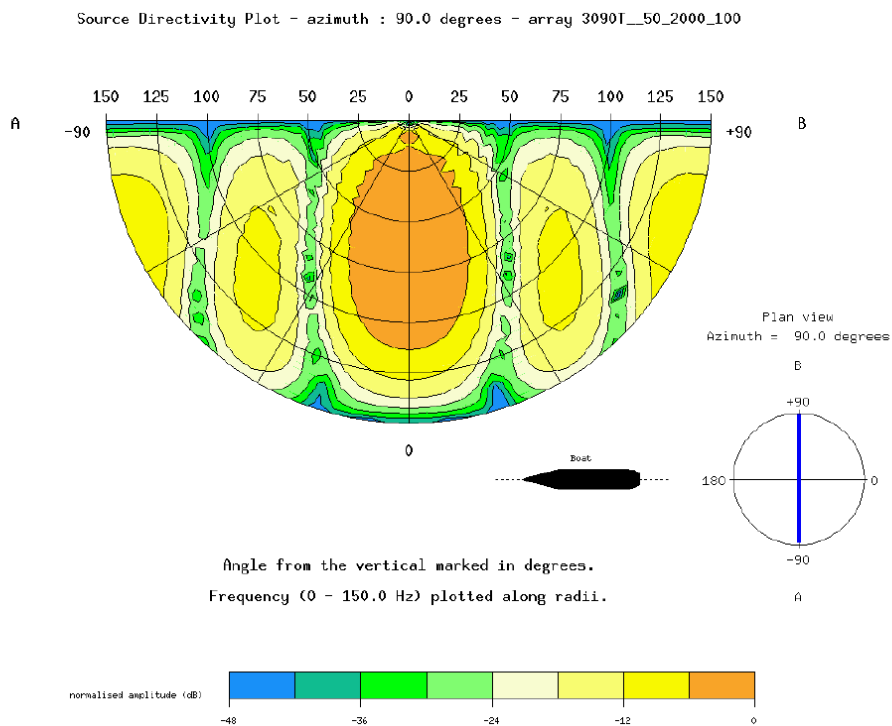


Figura 3.b - Direzionalità dell'impulso acustico di un array di air-gun.,
misurata in senso ortogonale al moto della nave (Schoolmeesters, 2002)

Amplitude spectrum of far-field signature of array : 3090T__50_2000_100

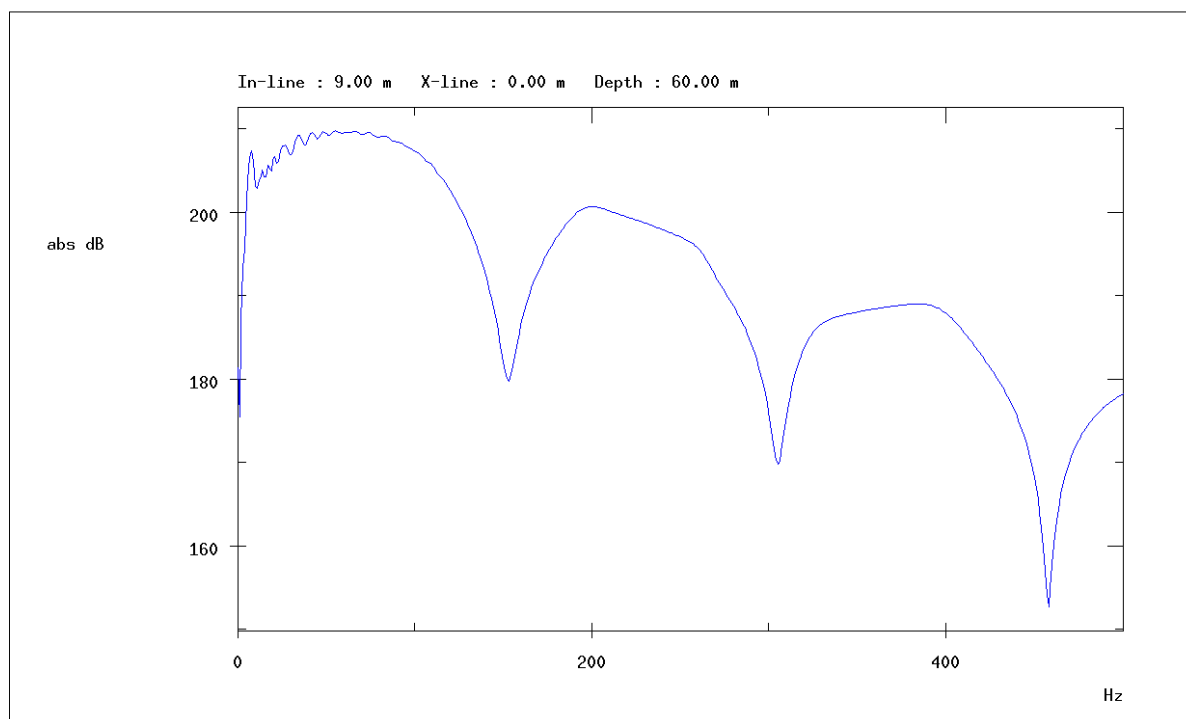


Figura 4 – Analisi in frequenza del segnale acustico generato da un array di air-gun (Schoolmeesters, 2002)

La propagazione delle onde acustiche in mare, per le distanze d'interesse nelle prospezioni sismiche, è funzione principalmente della divergenza sferica in cui le ampiezze decrescono con l'inverso della distanza dalla sorgente (l'energia con il quadrato della distanza). Altri fenomeni attenuativi hanno

rilevanza minore e sono funzione delle frequenze in gioco. Le alte frequenze sono attenuate maggiormente rispetto alle basse frequenze.

Per una modellazione corretta bisogna tenere conto dei dati batimetrici, dei profili di velocità del suono in mare e dall'impedenza geoacustica del fondo marino.

La formulazione generica in scala logaritmica di decadimento del livello acustico con la distanza è del tipo:

$$RL = SL - n \log R + \alpha R$$

dove RL: livello ricevuto, SL: livello sorgente, R: distanza, n,α: coefficienti di decadimento;

Vari studi sono stati condotti al fine di modellare il fenomeno della distribuzione spaziale dell'impulso acustico generato da un array di airgun tenendo conto di tutte le componenti, affiancati a campagne di misurazione di controllo.

La modellazione (*MacGillivray et al.*) della diffusione dell'impulso acustico di un array di airgun di volume complessivo pari a 3000 in³, in un bacino con batimetrie variabili tra 20m e 250m, implementata per il bacino di Queen Charlotte (Canada) nel 2005, mostra che la distanza tra la sorgente acustica e la linea di livello media pari a 170 dB varia tra 0.54km e 1.15km (i valori più alti sono associabili alle batimetriche minori). Ovviamente questo valore è legato alle condizioni al contorno proprie del bacino sperimentale, ma si possono prendere come riferimento anche per altri bacini con batimetriche paragonabili.

Nel corso del 2006 (*Austin et al.*) è stata effettuata una campagna di misurazione del livello acustico generato da un array di airgun di volume complessivo pari a 3320 in³ nel mare di Beaufort, con una batimetrica attorno ai 40m da parte della Jasco Research Ltd. I dati misurati sono sintetizzati dai grafici riportati di seguito (*Fig 5.a-b*), ed elaborati statisticamente al fine di avere una correlazione tra distanza e livello acustico. (*Fig. 5.c*). Analogamente a quanto evidenziato sopra, tali misure si riferiscono specificatamente al bacino oggetto di sperimentazione, ma possono essere di aiuto nella comprensione del fenomeno, nonché nel raffronto con di curve di decadimento cautelative, dal momento che nel bacino sperimentale le batimetriche sono inferiori a quelle riscontrabili nell'area in esame (quindi maggiore riverbero del segnale, minore decadimento con la distanza).

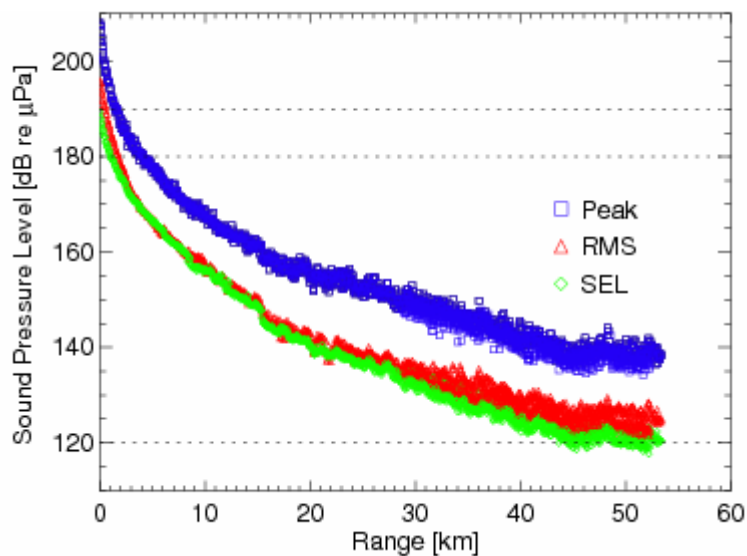


Figura 5.a – Livelli di picco, RMS e SEL del segnale acustico generato da un array di airgun da 3320 in³, misurato nel mare di Beaufort (Austin, Laurinolli, Hannay, JASCO Research Ltd, 2006)

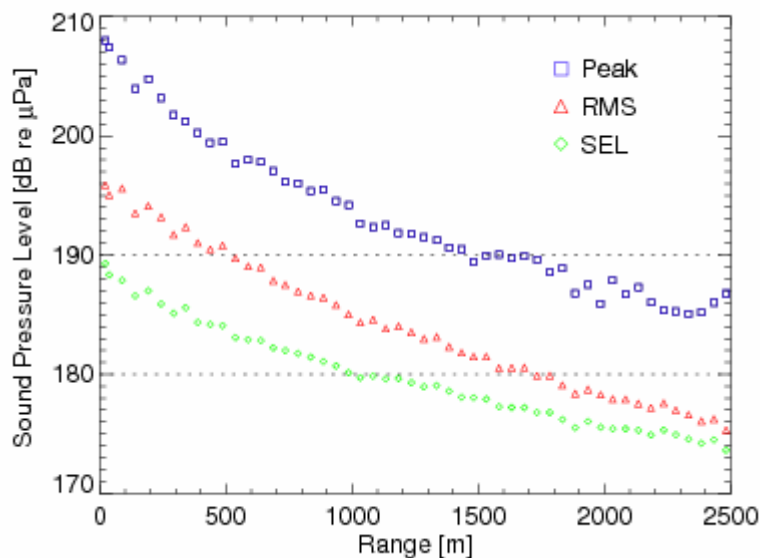


Figura 5.b – Livelli di picco, RMS e SEL del segnale acustico generato da un array di airgun da 3320 c.in., misurato nel mare di Beaufort – particolare 0-2500m (Austin, Laurinolli, Hannay, JASCO Research Ltd, 2006)

SPL	Forward Endfire Range (m)
120 dB rms	55000
130 dB rms	37700
140 dB rms	23500
150 dB rms	14500
160 dB rms	8080
170 dB rms	3740
180 dB rms	1730
190 dB rms	537

Figura 5.c – Livelli attesi di SPL (Sound Pressure Level) del segnale acustico generato da un array di airgun da 3320 c.in., sulla base di misure effettuate nel mare di Beaufort – (Austin, Laurinolli, Hannay, JASCO Research Ltd, 2006)

3.3. Parametri operativi di progetto per acquisizione sismica con Air-gun

Il rilievo sismico che si andrà ad effettuare nell’ambito del presente permesso di ricerca sarà caratterizzato dai seguenti parametri (Fig. 4):

- Volume totale Air-gun: 2500 – 3000 in³ (~40-50 lt)
- Pressione di esercizio Air-gun: 2000 – 2500 psi (~140-170 atm)
- Volume singolo Air-gun: 50 – 250 in³ (~0.80 - 4 lt)
- Numero di sub-array: 2
- Distanza tra sub-array: 10m
- Profondità array: 8m
- Lunghezza sub-array: 16.8m
- Larghezza array: 10m

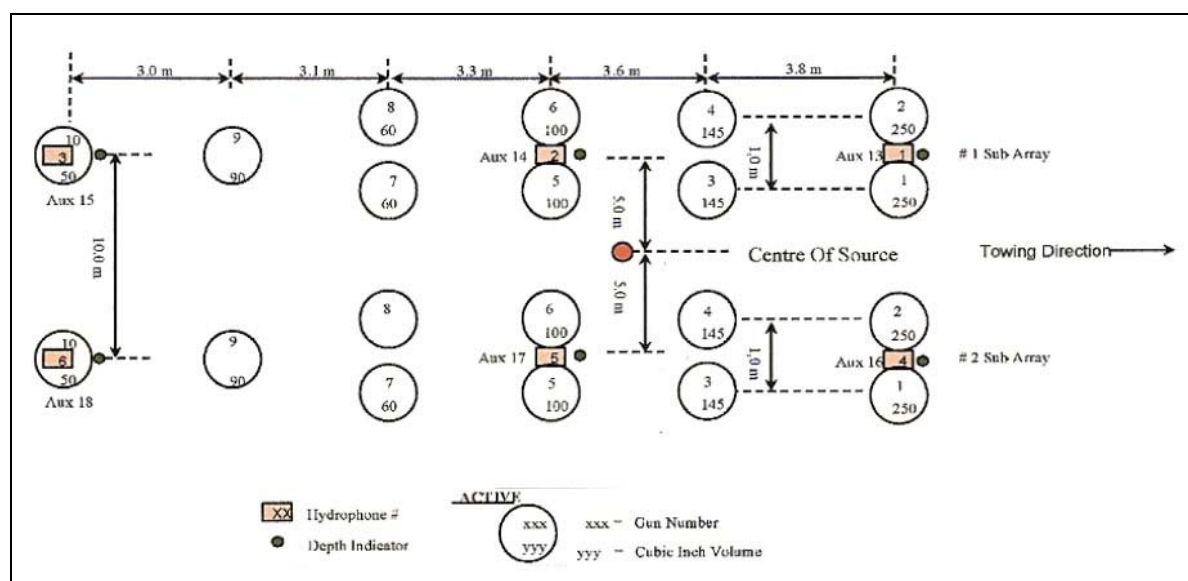


Figura 6 – Layout dell’array di air-gun previsto

3.4. Impatto delle operazioni geofisiche sulle specie ittiche

I metodi di energizzazione che non fanno uso di esplosivi hanno attenuato notevolmente gli effetti sugli ecosistemi marini. Studi sull'utilizzo dei sistemi ad aria compressa (Air-Gun) hanno permesso di evidenziare l'assenza di mortalità nella fauna marina e di effetti collaterali connessi con la immissione di onde elastiche, anche a pressioni dell'ordine di 200 atm. Le onde generate hanno un rapido decadimento con la distanza ed è improbabile che vengano percepite al di fuori della zona di operazione. L'aria scaricata dall'Air-Gun crea un'onda elastica che si propaga in un mezzo continuo formato dalla massa d'acqua e dal sottofondo roccioso. A livello del fondo marino si produce una riflessione, come nel caso di ogni discontinuità, e una vibrazione, ma non si ha effetto di urto. Anche in fondali con profondità di qualche decina di metri non sono previsti effetti di rilievo sul benthos.

Numerosi studi condotti in Europa e nel continente americano hanno contribuito all'approfondimento degli effetti ambientali di tali attività, sotto l'impulso della necessità di chiarire le implicazioni delle operazioni sismiche nei riguardi della pesca commerciale.

Studi e ricerche sono stati intrapresi con una molteplicità di intenti: effetti dell'airgun nei vari ambienti marini e nei confronti delle diverse specie, di tipo acuto, sub-acuto o sul comportamento dalle specie più semplici come su quelle più complesse.

Gli studi prevedono in genere una importante attività di campo, consistente nella conduzione di test sul comportamento della fauna ittica atti a determinare la soglia alla quale il segnale acustico di un air-gun provoca una risposta di allarme, di panico, o altri cambiamenti nel comportamento delle specie di interesse, eventualmente in cattività. Inoltre vengono condotte osservazioni preliminari sulle eventuali modifiche che il pesce presenta nell'interesse per le esche durante e dopo l'esposizione all'air-gun.

Altri esperimenti cercano di determinare gli effetti del suono, prodotto durante lo svolgimento di una linea sismica, sulla pesca, usando ad esempio come indicatore il numero di catture per unità di sforzo di pesca. Poiché molte specie di pesci si riuniscono in banchi composti da molti individui, vengono anche valutati gli effetti sulle caratteristiche spaziali di queste aggregazioni e sui rapporti tra queste e le catture relative.

La natura e la soglia della risposta di allarme varia con le specie: per quelle della colonna d'acqua, sono stati osservati cambiamenti nel comportamento all'arrivo del suono e all'aumentare della pressione sonora. Per le specie demersali le reazioni al suono hanno carattere invece più individuale.

La risposta di panico non è mai stata osservata al di sotto dei 200 dB re; sebbene la natura della risposta di allarme e il livello della sua comparsa varii con le specie, questa soglia non è mai scesa sotto i 180 dB re, mentre alcuni cambiamenti nel comportamento sono risultati evidenti già a 161 dB re.

La risposta di panico che si manifesta all'arrivo delle onde sonore, non è mai stata mantenuta per tutto il periodo di avvertimento del disturbo; inoltre i pesci sono tornati al modello di comportamento precedente al suono, nel giro di alcuni minuti dopo la fine dell'emissione, evidenziando una tendenza ad abituarsi, alle condizioni dell'esperimento, al rumore dell'airgun.

Dalle misure effettuate con l'ecoscandaglio, (cioè con un sistema elettroacustico che individua aggregazioni di pesce sfruttandone le caratteristiche di riflettività), non si sono in generale evidenziate grandi differenze tra il controllo e le risposte spaziali delle aggregazioni di specie alle emissioni dell'airgun; inoltre, la differenza fra gli spessori delle aggregazioni nelle fasi pre e post operazioni, è risultata essere funzione solo alla composizione specifica delle aggregazioni stesse.

Anche in Italia sono state compiute indagini sperimentali per rilevare l'effetto dell'uso dell'airgun su specie marine, in particolare quelle di interesse per la pesca.

Queste indagini, attivate da ENI Agip, sono state condotte dall'IRPEM (Istituto di Ricerca sulla Pesca Marittima) del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), con la collaborazione dell'OGS (Osservatorio Geofisico Sperimentale) di Trieste e il coordinamento del CEOM (Centro Oceanologico Mediterraneo) di Palermo.

Alcune prove svolte nel Mar Adriatico (a sud di S.Benedetto del Tronto) (*Azzali et al.*) hanno indagato gli effetti della prospezione sismica con airgun sulla fauna pelagica di interesse commerciale come sardine, acciughe, suri e sgombri e sulla distribuzione della loro biomassa in una area di 198 miglia nautiche, tra le batimetriche dei 30m e 110m. La ricerca è stata effettuata tra febbraio e marzo 1996, tramite 5 echosurvey di 24 ore circa di durata ciascuno, due effettuati prima delle prospezioni sismiche, due durante e una dopo 48 ore dalla fine delle operazioni.

I risultati hanno evidenziato che:

- la composizione verticale della biomassa rimane quasi invariata nei vari survey (strato superficiale 1÷9%, strato intermedio 41÷64%, fondo 31÷50%)
- la densità media di biomassa, molto variabile prima dell'attività sismica (da 12 a 32 t/mil²), sembra stabilizzarsi durante e dopo gli spari a valori in linea con i minimi riscontrati prima degli spari (11-16 t/mil²)
- il survey sismico ha provocato solo una breve e temporanea diminuzione delle forme di aggregazione a banchi, registrando un minimo di 14% durante il primo giorno di survey contro una media degli altri quattro survey di 27%-48%

Un altro esperimento è stato condotto in Adriatico centrale, nei pressi di Ancona, durante l'estate del 1995 (*La Bella et al., 1996*). L'array di airgun utilizzato aveva un volume complessivo di 2500 in³ ad una pressione operativa di 2000 psi.

L'influenza dell'airgun è stata valutata attraverso tre test: il primo su un'area a 75 miglia dalla costa, con profondità tra 70m e 75m, attraverso la misura delle catture con reti a strascico ed echosurvey (8 campionamenti effettuati prima del survey sismico e ripetuti subito dopo); il secondo su un'area a circa 3 miglia dal promontorio del Conero a profondità di circa 15 con fondo limoso con alta densità di *Paphia aurea* (vongole), attraverso campionamenti con rete da posta e draga; il terzo ha studiato il comportamento di spigole (*D. labrax*) mantenute in gabbia sul fondo marino a circa 12m di profondità, all'avvicinarsi della sorgente airgun da circa 3 miglia fino ad un minimo di 150m e osservate tramite telecamera.

I risultati di tale esperimenti sono:

- l'analisi delle catture con pesca a strascico non evidenziano significativi cambiamenti prima e dopo il survey sismico
- la stima della biomassa tramite echosurvey, effettuato in contemporanea con il campionamento a strascico, non ha evidenziato nessun cambiamento significativo nella biomassa pelagica a seguito del survey sismico;
- campionamenti tramite draga hanno mostrato simili densità di vongole prima e dopo il survey sismico, senza registrare morte o danneggiamenti;
- il video mostra che i pesci in gabbia hanno mostrato una risposta comportamentale all'avvicinarsi della sorgente acustica, senza registrare alcun evento letale: in particolare prime lievi modifiche comportamentali si sono registrate con la sorgente acustica alla distanza di 1 nm; quando la distanza era tra 0.5 nm e 150 i pesci si sono concentrati al centro della gabbia con orientazione casuale; una volta passata la sorgente acustica il comportamento è ritornato normale in circa un'ora di tempo;
- analisi biochimiche su vongole e spigole mostrano che i valori indicatori di stress ritornano a valori normali in circa 72 ore;

Un altro esperimento (*Modica et al.*) è stato condotto, sempre nel mare Adriatico, con lo scopo di valutare gli effetti acuti, sub-acuti e quelli sul comportamento di alcuni organismi adulti (*D. labrax*, *P. flexus*, *S. officinalis*, *C. gallina*, *P. aurea*, *M. galloprovincialis*, *Chlamis spp.*, *P. jacobus*, *M. crispata*), e di uova (*Spigola*, *Calamaro*, *Seppia*, *Granceola*) e larve (*Spigola*, *Orata*).

Gli esemplari adulti sono stati esposti allo scoppio di un array di due airgun da 3 lt ciascuno a distanze variabili tra 7-10m. L'esposizione all'air-gun non ha mai causato mortalità, anche di singoli individui, in nessuna delle specie considerate, neanche a seguito delle operazioni di recupero e trasferimento degli organismi in vasca; effetti sul comportamento si sono manifestati per alcune ore dopo l'effettuazione delle prove per ridursi poi gradualmente.

Le uova e le larve sono state esposte a volumi pari a 3-1.5-0.3 lt alle distanze di 1-3-5m dalla sorgente. Uova e larve della maggior parte delle specie utilizzate mostrano una scarsa o assente relazione tra perturbazione indotta dallo scoppio dei 3 volumi di airgun e induzione di mortalità

immediata o presenza di danni o alterazioni al normale sviluppo, durante la successiva fase di monitoraggio. Solo nel caso dell'Orata e del Calamaro sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra campione e controllo ($P > 0.05$) nel tasso di schiusa e nel corretto sviluppo di organi a seguito dell'esposizione alla distanza minore (1-3m, con airgun da 3 lt)

Dai dati precedentemente esposti e da altre ricerche affini sembra potersi concludere che la porzione sfruttabile delle popolazioni oggetto di pesca commerciale e comunque l'adulto delle varie specie risenta poco delle prospezioni sismiche: gli studi condotti hanno indicato la scarsità di effetti traumatici acuti e sub-acuti e l'ovvia insorgenza di risposte comportamentali tali però da lasciare presupporre un recupero completo e rapido delle condizioni di pre-esposizione.

3.5. Impatto delle operazioni geofisiche sui mammiferi marini

Per quanto riguarda gli effetti sui mammiferi marini, studi sugli effetti delle esplorazioni sismiche su tali specie sono state condotte in Nord America e hanno stabilito che sia i Mysticeti (balene), che gli Odontoceti (delfini, orche, narvali, capodogli, focene, ecc.), mostrano comportamenti diretti ad evitare le navi che conducono le indagini sismiche, indagini che possono quindi disturbare la struttura delle popolazioni residenti nelle aree teatro delle operazioni disgregando in modo duraturo l'home range dei singoli individui.

I Mysticeti sono usualmente considerati particolarmente a rischio perchè essi, per comunicare, si affidano, a differenza degli Odontoceti, a suoni di bassa frequenza, nello stesso range di quelli usati nelle indagini sismiche.

In particolare, i Mysticeti sembrano tollerare un moderato o basso livello di rumore generato da rilievi sismici distanti; nelle balene grigie, il comportamento di fuga viene messo in atto quando il livello di potenza sonora ricevuto è intorno ai 150-180 dB: questo, per le caratteristiche elastiche del mezzo "acqua", si verifica anche a diversi chilometri da un array e a volte costringe i Mysticeti a nuotare e ad allontanarsi di chilometri, interrompendo le normali attività anche per ore.

Per quanto riguarda gli Odontoceti, è stato notato che la maggior parte dell'energia prodotta dall'airgun, è di frequenza inferiore ai 100 Hz, al di sotto di quella usata per il richiamo o a quella dell'ottimo ascolto nei piccoli Odontoceti, quindi questi potrebbero essere poco sensibili a questi impulsi sonori.

È noto che a volte i delfini si avvicinano alle navi sismiche durante le operazioni: sebbene questo comportamento sia stato considerato da alcuni la dimostrazione che gli impulsi sismici non ostituiscono una minaccia per questi mammiferi marini, non si può escludere che esso sia da attribuire ad altre risposte comportamentali in relazione al disturbo dell'area di residenza dei delfini stessi.

Gli effetti dei test sismici sui mammiferi marini non possono essere limitati al disturbo: nei mammiferi marini il rumore può influenzare non solo il sistema uditivo, ma anche la risposta fisiologica in stato di stress indirizzandola verso un abbassamento della resistenza alle malattie o promuovendo l'ipertensione e la comparsa di squilibri endocrini.

Le conclusioni di un recente rapporto UKOOA sugli effetti delle indagini sismiche sui cetacei hanno valutato il caso di una delle popolazioni di delfini più grandi del Regno Unito, nel Moray Firth; questo nucleo è rimasto nell'area a dispetto dell'esposizione, negli ultimi 30 anni, ad intensive campagne sismiche condotte con l'uso di airgun.

Le conoscenze sulle conseguenze del rumore prodotto dall'uomo sui mammiferi marini sono ancora incomplete, sia a causa del numero insufficiente di studi sia della difficoltà di isolare gli effetti del disturbo acustico da quelli derivanti da altre minacce. Si ritiene, tuttavia, che esso possa causare danni che vanno dal locale e temporaneo disturbo, alla riduzione della fitness a livello dell'individuo, della popolazione e della specie (Erwan Roussel 2002).

Più in dettaglio, l'inquinamento acustico può:

- danneggiare fisicamente l'apparato uditivo o altri organi;
- causare riduzione o perdita temporanea dell'udito (Gordon et al. 2004);
- coprire le vocalizzazioni e i rumori ambientali, obbligando ad una variazione dei livelli degli impulsi d'ecolocalizzazione (Au 1993) e delle loro frequenze;
- ridurre o azzerare le vocalizzazioni e conseguentemente ostacolare la comunicazione tra gli individui (Watkins 1986);
- ridurre la quantità di habitat idoneo disponibile per la specie, soprattutto quando questo è concentrato in un'area limitata (Richardson 1995);
- determinare alterazioni comportamentali, quali cessazione del resting, vale a dire del riposo, del feeding, cioè dell'alimentazione, o del socializing, cioè delle attività di socializzazione tra conspecifici, nonché all'allontanamento dall'area, per periodi di tempo variabili tra pochi minuti ad ore o giorni (Richardson 1995);

Tali effetti sono influenzati dalla durata dell'evento, inteso come esposizione dell'animale alla fonte di disturbo, e dalla sua capacità di abituarsi.

L'air-gun è un dispositivo progettato per generare un impulso in una direzione desiderata, in particolare verso il basso. La percezione del suono da parte di organismi presenti nell'area dipende da diversi fattori tra cui la profondità dell'acqua e la posizione degli stessi nella colonna d'acqua. I cetacei, come molti organismi marini, possono trovarsi in una varietà di posizione diverse rispetto alla sorgente energizzante quando essa è attiva (incluso direttamente sotto di essa) e per tale motivo la sua percezione e gli effetti da essa causati risultano essere complicati e variabili.

Per specie che non vivono in ambiente controllato risulta quindi non semplice valutare eventuali danni fisiologici causati direttamente dall'esposizione a questa tipologia di disturbi.

Molti degli studi effettuati interessano per lo più risposte comportamentali a seguito di sperimentazioni con l'utilizzo di air-gun o simili in aree dove è stata registrata la presenza di mammiferi marini. Le risposte sono comunque variabili e in alcuni casi contraddittorie.

Good (1996) ha monitorato un gruppo di delfini comuni (*Delphinus delphis*) prima, durante e dopo l'attività di survey sismico nella parte meridionale del Mare d'Irlanda ed ha registrato un allontanamento della specie oggetto di studio dall'area monitorata (1-2 Km dalla sorgente).

Anche Evans et al. (1993) hanno effettuato studi di questo tipo su piccoli cetacei nel Mare d'Irlanda, prima, durante e dopo l'esplorazione sismica. Anche se le esigue dimensioni del campione non hanno consentito un'analisi statistica, è stato comunque registrato un calo significativo del numero di tursiopi *Tursiops truncatus*, suggerendo che una parte della popolazione aveva abbandonato l'area nel corso della sperimentazione. Non è però noto se questo movimento rifletteva una risposta alle attività sismica o era semplice conseguenza di movimenti stagionali.

Mate et al 1994 hanno effettuato studi sui capodogli *Physeter macrocephalus* del Golfo del Messico dove si stavano effettuando dei survey sismici. Con l'inizio del campionamento sismico è stata registrata una riduzione di circa 1/3 di individui di capodoglio nell'area dopo 2 giorni e la completa assenza dopo 5 giorni dall'inizio delle sperimentazioni. Sono stati inoltre registrati interruzioni nelle vocalizzazioni di capodogli in risposta ad impulsi sismici generati a una distanza di 370 km (Bowles et al., 1994). Sempre nel Golfo del Messico in contrasto con questi rapporti di estrema sensibilità, altre osservazioni suggeriscono che i capodogli non si sono allontanati dall'area dove si stavano svolgendo indagini sismiche (Rankin & Evans 1998; Swift 1998).

Di seguito viene riportato uno schema che riassume i lavori effettuati in questi anni:

Species	Location	Observation	Source	Received level	Range	Behaviour	Water depth	Prop. Model	Reference
Common dolphin	Irish Sea	Operating seismic	2D Seismic 2,120 cu. In.		>1 km	Reduced vocalisation rate within vocal range and/or exclusion within 1 km.	50-100 m		Goold (1996)
Bottlenose dolphin	Captivity		1 sec 20 kHz pulse	- 178 (75 kHz) dB-186 (3 kHz dB)		Behavioural avoidance responses at 178 dB			Ridgeway et al. (1996)
Sperm whales	Southern Ocean	Opportunistic	Seismic 8x16l (263 dB re. 1 μ Pa -m)	- 112 dB	>300 km	Cessation of vocalisation in response to some instances of air gun activity	>500 m 50-100 m		Bowles et al. (1994)
Gray whales	California	Experimental playback	Seismic array	- 180 dB - 170 dB - 164 dB	1.2 km 2.5 km c.3.6 km	90% avoidance 50% avoidance 10 % avoidance by migrating whales			Malme et al. (1983, 1984)
Gray whales	Bering Sea	Experimental playback	Seismic array 1.64l, 226 dB	- 173 dB - 163 dB		50% avoidance 10% avoidance by summering whales			Malme et al. (1986, 1988)
Gray whales (western)	Sakhalin Island, Russia	Operating seismic		- <163db		Whales abandoned foraging site close to survey area and moved to main foraging area			Johnson (2002)
Bowhead whale	Beaufort Sea	Operating seismic	Seismic array	- 142-157	8.2 km	Behavioural changes. Changes in blow rates and dive patterns.			Various studies in Richardson et al. (1995)
Bowhead whale	Beaufort Sea	Operating seismic		- 152-178		Active avoidance. Swimming away from the guns and behaviour disrupted for 1-2 hrs.	30-60 m		"
Bowhead whale	Beaufort Sea	Operating seismic		- 125-133 dB	54-73 km	No avoidance behaviour but significantly shorter dives and surfacing periods.			"
Bowhead whale	Beaufort Sea	Operating seismic	560-1500 cu. in	- 120-130db	20-30km	Avoidance			
Humpback whale	S.E. Alaska	Experimental playback	Seismic gun 1.64L (226 dB)	- 150-169	<3.2 km	Short-term startle response. No clear avoidance at levels up to 172 dB re. 1m Pa effective pulse pressure level.			Malme et al. (1985)
Humpback whale	North West Cape, W. Australia	Operating seismic	Seismic array 44l (258 dB re. 1 μ Pa ² -m p-p)	- 170 dB P-P - 162 dB P-P - 157 dB P-P	3- 4 km 5 km 8 km	Stand-off (General avoidance) Avoidance manoeuvres Avoidance manoeuvres	100-120 m	25 logR	McCauley et al. (1998)
Humpback whale	Exmouth Gulf, W. Australia	Experimental playback	Seismic gun 0.33L (227 dB re. 1 μ Pa ² -m p-p)	- 168 dB P-P - 159 dB P-P	1 km 2 km	General avoidance Course alterations begin	10-20 m		McCauley et al. (1998)
Blue whale	North Pacific Ocean	Operating seismic	Seismic source 1,600 cu. in. (215 dB re. 1 μ Pa 1-m p-p).	- 143 dB P-P	10 km	Closest approach 10 km? Cessation of vocalisations for c.1 hr. Resumption of vocalisations and movement away from source.	2,400 m		Macdonald et al. (1995)
Grey seal	Scotland and Sweden	Experimental playback. 1 hr exposure	Single gun or small array (215-224 dB re. 1 μ Pa-1 m)			Avoidance. Change from feeding to transiting behaviour. Haulout. Apparent recovery c 20 mins after trial.	20-100 m		Thompson et al. (1998)
Common seal	Scotland and Norway	Experimental playback 1 hr exposure	Single gun or small array (215-224 dB re. 1 μ Pa-1 m)			Initial fright reaction. Bradycardia. Strong avoidance behaviour Cessation of feeding	20-100 m		Thompson et al. (1998)
Ringed Seal	Prudhoe Bay, Alaska	Operating Seismic	Array, 21.6L (236 dB re. 1 μ Pa- 1 m p-p horizontal)	200 dB rms 190 dB rms 180 dB rms 160 dB rms	.03 km .24 km .96 km 3.6 km	Partial avoidance at <150m More seals seen swimming away while guns firing	3-17m		Harris et al. (2001)

Figura 7 – Tabella riassuntiva delle risposte comportamentali riscontrate nei mammiferi marini durante varie campagne di osservazione durante survey sismici (Gordon et al. 2003)

3.6. Misure di salvaguardia da adottare durante il survey sismico

Ci sono principalmente tre misure correntemente usate per mitigare il potenziale impatto sui mammiferi marini nei survey sismici:

- implementazione di procedure operative, ad esempio il Soft Start, in cui il livello acustico sale gradualmente in un determinato intervallo temporale a condizione che non siano presenti mammiferi all'interno di una predefinita zona di esclusione
- implementazione di misure di immediata mitigazione, come ad esempio interruzione delle attività quando viene rilevata tramite osservazione la presenza di mammiferi marini all'interno della zona di esclusione
- pianificazione temporale delle attività

Esistono molti regolamenti regionali, che sono stati esaminati sin otticamente da Weir e Dolman (2007)

La zona di esclusione è generalmente definita dal raggio entro il quale, nel caso mammiferi marini siano avvistati, vengono intraprese delle misure di mitigazione (soft start, sospensione attività).

- Nel Regno Unito, Golfo del Messico e Canada tale distanza è fissata in 500m per ogni tipo di mitigazione;
- In Australia la distanza viene fissata pari a 3000m, la più alta di tutte quelle esaminate, ma è valida solo per le balene, mentre delfini, focene e pinnepedi non sono considerati;
- In Brasile la distanza di 500m è usata per l'interruzione degli spari dell'air-gun, mentre la distanza di 1000m è considerata per l'avvio del soft start;
- In Nuova Zelanda la distanza è fissata in 200m per la maggior parte dei mammiferi marini; per le specie protette la distanza di avvio del soft-start cresce fino a 1500m, mentre il limite per la sospensione degli spari è 1000m;
- Nell'isola di Sachalin (Pacifico settentrionale) la distanza è fissata in 250m per i pinnipedi, mentre 1000m per i cetacei;
- In California la distanza è fissata in funzione della curva di decadimento del segnale, tale da avere un segnale con livello di 180 dB re 1 μ Pa (rms), in considerazione che tale sia la soglia di potenziale temporaneo indebolimento dell'udito.

Nelle pagine seguenti viene riportata una tabella comparativa delle varie indicazioni in merito alla tutela dei mammiferi marini nei vari regolamenti regionali

La capacità di avvistare visivamente i cetacei è strettamente legata alle condizioni meteo marine e dall'osservatore che sta effettuando il monitoraggio. In assenza di vento e di onda lunga è difficile che un buon osservatore non si accorga della presenza di un mammifero marino nel raggio di un

miglio (Notarbartolo e Demma, 1994). Sono individuate come condizioni meteomarine standard quelle con intensità del vento inferiore al “3” della scala Beaufort o con stato del mare inferiore al “3” della scala Douglas (le scale sono riportate di seguito).

Il monitoraggio visivo è realizzato durante le ore diurne in condizioni idonee attraverso scan dell’orizzonte effettuato sia ad occhio nudo che con l’ausilio di binocolo (ingrandimento 7x50). L’utilizzo di binocoli e la piattaforma di osservazione posta tra 2.5m e 12 m sopra il livello del mare consente di estendere la visibilità fino a 3 nm (5,6 Km) (Canadas 2002).

Differente è rilevare la presenza dei mammiferi marini grazie ad un campionamento acustico attraverso l’utilizzo di un idrofono array che in funzione delle sue caratteristiche tecniche consente di monitorare un’area sicuramente maggiore rispetto a quella coperta dall’osservatore dalla sua postazione.

scala Douglas		
stato del mare vivo		
	denominazione	altezza onde (m)
0	calmo	0
1	quasi calmo	< 0.1
2	poco mosso	0.1 - 0.5
3	mosso	0.5 - 1.3
4	molto mosso	1.3 - 2.5
5	agitato	2.5 - 4
6	molto agitato	4 - 6
7	grosso	6 - 9
8	molto grosso	9 - 14
9	tempestoso	> 14

scala BEAUFORT					
velocità del vento ad una altezza di 10 m su terreno piatto					
grado	velocità (km/h)	tipo di vento	velocità (nodi)	caratteri	velocità (m/s)
0	0 - 1	calma	0 - 1	il fumo ascende verticalmente; il mare è uno specchio.	< 0.3
1	01-mag	bava di vento	01-mar	il vento devia il fumo; increspature dell'acqua.	0.3 - 1.5
2	06-nov	brezza leggera	04-giu	le foglie si muovono; onde piccole ma evidenti.	1.6 - 3.3
3	dic-19	brezza	07-ott	foglie e rametti costantemente agitati; piccole onde, creste che cominciano ad infrangersi.	3.4 - 5.4
4	20 - 28	brezza vivace	nov-16	il vento solleva polvere, foglie secche, i rami sono agitati; piccole onde che diventano più lunghe.	5.5 - 7.9
5	29 - 38	brezza tesa	17 - 21	oscillano gli arbusti con foglie; si tormanano piccole onde nelle acque interne; onde moderate allungate.	8 - 10.7
6	39 - 49	vento fresco	22 - 27	grandi rami agitati, sibili tra i fili telegrafici; si tormanano marosi con creste di schiuma bianca, e spruzzi.	10.8 - 13.8
7	50 - 61	vento forte	28 - 33	interi alberi agitati, difficile camminare contro vento; il mare è grosso, la schiuma comincia ad essere sfilacciata in scie.	13.9 - 17.1
8	62 - 74	burrasca moderata	34 - 40	rami spezzati, camminare contro vento è impossibile; marosi di altezza media e più allungati, dalle creste si distaccano turbini di spruzzi.	17.2 - 20.7
9	75 - 88	burrasca forte	41 - 47	cammini e tegole asportati; grosse ondate; spesse scie di schiuma e spruzzi, sollevate dal vento, riducono la visibilità.	20.8 - 24.4
10	89 - 102	tempesta	48 - 55	rara in terraferma, alberi stradicati, gravi danni alle abitazioni; enormi ondate con lunghe creste a pennacchio.	24.5 - 28.4
11	103 - 117	fortunale	56 - 63	raro, gravissime devastazioni, onde enormi ed alte, che possono nascondere navi di media stazza; ridotta visibilità.	28.5 - 32.6
12	oltre 118	uragano	64 +	distruzione di edifici, manufatti, ecc.; in mare la schiuma e gli spruzzi riducono assai la visibilità.	32.7 +

Al fine di rimanere all'interno di una soglia di sicurezza, e a modifica di quanto indicato nel Rapporto Ambientale originario, si prenderà come riferimento quello adottato dalla Nuova Zelanda dove **l'area idonea al campionamento è quella all'interno della quale non si riscontri la presenza di mammiferi marini nel raggio di 1.500 m, con un tempo di pre-survey di 30 min; l'immediata interruzione attività viene effettuata quando i mammiferi si avvicinano fino una distanza di 1.000 m.** L'eventuale presenza di mammiferi marini nell'area sarà rilevata sia con monitoraggi acustici che visivi.

Inoltre le **attività di prospezione sismica verranno eseguite nel periodo tardo-autunnale e invernale.**

TABLE 1. Statutory Marine Mammal Mitigation Measures Currently Used During Seismic Surveys Worldwide (Industrial Surveys Only, Not Including Site, Borehole or VSP Surveys)⁶¹

Location	Species included	Observer requirement	Required observation technique	Soft start / ramp-up	Source exclusion zone (EZ)	Duration of pre-shoot watch	Soft start delay for animal(s) within EZ	Airgun shut-down for animal(s) within EZ	Night-time airgun use	Airgun use during line changes	Use of passive acoustics	Time/area closed zones?
UK ⁶²	All marine mammal species	1-2 dedicated and trained MMOs (can be crew) Experienced in sensitive areas	All 30 min pre-shoot watches Other data collection optional	Compulsory. 20-40 min	500 m	30 min	At least 20 min delay after animal last seen	No	Permitted without monitoring	Discouraged. Shut-down completely between lines	Recommended in some sensitive areas	Seasonal limitations in some licence blocks
California ⁶³	All marine mammal species	Two dedicated and NMFS certified MMOs (Three MMOs for surveys > 7 days)	One MMO on watch 24 hr (night and day) Max. 4 hr watch	Compulsory. Time not provided. Increase by 6dB per min	180-dB radius (defined by transmission loss modelling) Survey dependent	At least 30 min	Not stated	Yes for all marine mammals No details provided	Permitted (with visual watches) MMO can abort operations if visibility insufficient	Continue during turns but at lower level (in Appendix 5)	Not generally recommended unless sperm whales in area	Some prohibited areas, e.g., Channel Islands National Marine Sanctuary Closed area in Great Australian Bight for southern right whales and Australian fur seals ¹¹
Australia ⁶⁴	All whale species (except <i>Kogia</i>), plus pilot and killer whales	MMO should be trained, dedicated and preferably independent (compulsory in sensitive areas)	All 30 min pre-shoot watches. 10 min every hour or continual in sensitive areas	Compulsory. At least 20 min	3000 m	90 min	30 min delay or until whale(s) seen outside EZ	Yes for whales Soft start after 20 min delay or whale(s) depart EZ	Watches using Infra-Red / night-vision binoculars	Either leave small guns running, or shut-down completely and use soft start again.	Recognised as back-up to visual, but not required	Closed area in Great Australian Bight for southern right whales and Australian fur seals ¹¹
Gulf of Mexico ⁶⁵	Whale species only	Two dedicated MMOs on watch (can be crew) MMO must be trained	All daylight hours (max. 4 hr on watch)	Compulsory. 20-40 min	500 m	30 min	Delay of at least 30 min after the whale(s) have been seen	Yes for whales Soft start after 30 min 'all clear' delay	Permitted only if small gun (160 dB re 1 µPa-m) firing in line change	Daylight shut-down. Soft start at night permitted only if small gun kept active.	Encouraged Use of PAM allows ramp-up during darkness (adverse weather)	No
Brazil ⁶⁶	All marine mammals (turtles included)	Min. of three professional and dedicated—either experienced or trained	Two on watch continuously throughout daylight hours	20-40 min	1000 m for soft start 500 m for shut-down	30 min	30 min delay after animal seen outside EZ	Yes for all mammals / turtles 30 min delay after animal seen outside EZ, then soft start	Not allowed to start airguns at night unless a small gun (160 dB re 1 µPa-m) is kept active	Shut-down during daylight Small gun can be kept active at night / poor visibility.	Not required Trials encouraged	Seasonal closed areas for breeding humpback and right whales, turtle nesting season and manatee areas

Canada ⁶⁷	Whale species only (turtles included)	Use of a qualified and DFO approved MMO (qualification not stated)	All 30 min pre-shoot watches Other data collection optional	20–40 min	500 m	30 min	30 min delay or until animal seen outside EZ	Yes for some whale/turtles of concern 30 min delay or until animal seen outside EZ. Soft start if shut-down > 30 min	Not allowed to start the airguns at night / low visibility (can keep small gun active)	Either full shut-down or use of a single energy source	Strongly encouraged If vocalising whales are heard, soft start cannot commence for 30 min	Recommendations planning surveys to avoid sensitive areas/times
New Zealand ⁶⁸	All marine mammals Extra measures for Species of Concern (SoC) ⁶⁹	Use of dedicated MMO (can be crew). Experienced and trained MMO in sensitive areas	Continuous throughout daylight hours	20–45 min	1500 m for SoC 200 m for other marine mammals	30 min	30 min delay or until animal seen outside EZ	Yes for SoC within 1000 m EZ (1500 m for calves) 30 min delay or until SoC seen outside EZ, then soft start	Small gun kept firing during night time line changes	Continued use of small guns during all line changes required	Recommended for poor visibility	Plan surveys to avoid sensitive areas/times Extra measures in sensitive areas
Sakhalin ⁷⁰	All marine mammals	2–3 trained and dedicated MMOs	Two on watch continuously throughout daylight hours	20 min	250 m pinnipeds 1000 m cetaceans (6–7 km for gray whales in feeding areas)	Not reported	Yes—suspension of airgun activity until animals depart EZ. No details reported	Yes—suspension of airgun activity until animals depart EZ. Details not reported	Not allowed to start the airguns at night / low visibility. Details not reported.	Not reported	Not reported	Seismic prohibited within two gray whale feeding area 'protection zones'
Guidance for best practice	All marine mammals	2–3 trained, experienced and dedicated MMOs	At least one (preferably two) on watch continuously 24 hr	Duration proportional to total airgun volume	160-4B radius (defined by modelling) Survey dependent	30 min, or 60 min in waters deeper than 200 m	Yes—30 min delay after last sighting / departure of animals from EZ	Yes for all species 30 min delay after animal seen outside EZ (or after last sighting), then full soft start	Permitted with visual watches (using night vision aids) and PAM.	Discouraged. Shut-down completely between lines	Required, especially in deep water areas. Implement mitigation measures based on acoustic detections	Required for breeding, feeding, migratory or other key habitats

⁶¹ Presented data are based on the best information available.

⁶² JNCC 1998, 2004 *supra* note 6, 13.

⁶³ HESS, *supra* note 12.

⁶⁴ Environment Australia, *supra* note 7.

⁶⁵ MMS, *supra* note 17; MMS, *Implementation of Seismic Survey Mitigation Measures and Protected Species Observer Program*, United States Department of the Interior, Minerals Management Service (2003).

⁶⁶ IBAMA, *supra* note 22.

⁶⁷ DFO, *supra* note 27.

⁶⁸ DOC, *supra* note 16.

⁶⁹ Species of Concern refers to all whale species, pilot *Globicephala* sp. and killer whales *Orcinus orca*, Hector's *Cephalorhynchus hectori*, and Maui's dolphins *C. h. maui*.

⁷⁰ SEIC, *supra* note 11.

3.7. Aree in cui non sarà effettuata attività sismica per rispetto vincoli ambientali

Al momento attuale non è possibile definire con precisione il numero e l'ubicazione dei transetti relativi all'eventuale campagna di acquisizione sismica, in quanto necessariamente frutto di un progetto di dettaglio che terrà conto della futura rielaborazione dei dati già esistenti.

Si vogliono in ogni caso mettere bene in evidenza le **aree che verranno sicuramente escluse da future attività di prospezione**, in quanto prossime ad aree sensibili.

I criteri seguiti per la definizione delle aree di esclusione sono i seguenti:

- esclusione di aree con batimetria inferiore a 50m
- distanza dalla linea di costa di almeno 3 miglia nautiche
- distanza dal limite delle aree protette / di ripopolamento di almeno 1 miglio nautico

Nella allegata Tav.1 sono rappresentate con apposita campitura le aree che saranno sicuramente escluse dalle attività di prospezione.

4. Aree di ripopolamento

All'interno dell'area relativa all'istanza di permesso è presente una zona di ripopolamento della aragosta (*Palinurus elephas*), istituita con Decreto dell'Assessore pro tempore dell'Assessorato Difesa dell'Ambiente del 6 maggio 1998, n.776 “Istituzione di una zona di tutela delle risorse biologiche della fascia costiera centro occidentale della Sardegna – Golfo di Oristano”

La gestione dell'area e delle relative attività di ripopolamento è affidata al Consorzio Mediterraneo con sede a Roma, che vi provvede attraverso la Cooperativa di pescatori Su Pallosu.

Lo scopo è favorire l'accrescimento dell'aragosta e di verificare l'andamento sulla riproduzione e crescita della risorsa medesima.

L'area è delimitata a nord dal parallelo 40° 06,20' N, a sud dal parallelo 40° 04,90' N, ad ovest dal meridiano 08° 19,18' E e ad est dal meridiano 08° 20,30'E.

Nella zona di mare individuata è vietata qualsiasi attività di pesca sia professionale che sportiva.

E' consentita la cattura degli individui immessi nell'area, appositamente marcati, per gli obiettivi della ricerca. Gli stessi individui devono essere rimessi in acqua dopo gli accertamenti.

La durata dell'area di ripopolamento è stata inizialmente fissata in 2 anni. Con decreti n.12/911 del 1/8/2000, n.11/VI del 20/4/2004, n.6 del 25/5/2007 la durata è stata successivamente estesa: attualmente, in base all'ultimo decreto, l'area è stata prolungata per un ulteriore biennio.

Al fine di tutelare l'area di ripopolamento nei confronti della eventuale futura acquisizione sismica, è stato considerata una fascia di rispetto di 1 miglio nautico all'interno della quale non verrà effettuata alcuna attività di prospezione.

5. Conclusioni

Lo studio di approfondimento effettuato ha riguardato la descrizione della tipologia di array di air-gun che si andrà ad impiegare, una descrizione del sistema di energizzazione e dell'effetto che l'attività di prospezione ha nell'ambiente marino.

Sono state analizzate le caratteristiche delle aree protette nelle vicinanze, ma mai comprese neanche parzialmente, delle aree in istanza.

Si ritiene complessivamente che l'eventuale acquisizione sismica effettuata con air-gun, come descritta nei Rapporti Ambientali e come integrata dalla presente Integrazione, sia compatibile con il contesto ambientale di riferimento. Come già riportato nei Rapporti Ambientali, saranno usati i seguenti accorgimenti, oltre quelli che le autorità competenti vorranno eventualmente prescrivere:

- *Adozione del soft start (rampa acustica in assenza di cetacei entro 1500m per 30 minuti; interruzione attività in presenza di cetacei entro 1000m)*
- *Esclusione di aree con batimetria inferiore a 50m*
- *Esclusione di aree entro una distanza dalla costa di 3 miglia nautiche*
- *Esclusione di aree entro una distanza di 1miglio nautico dai limiti di aree protette*
- *Programmazione temporale delle attività in periodo tardo autunnale e invernale*

Nella tavola allegata sono rappresentate, per maggior chiarezza, le zone, ricadenti all'interno del perimetro dell'istanza di permesso, che verranno escluse dall'eventuale futura campagna di acquisizione sismica.

6. Bibliografia

- Assomineraria, Prospezione, ricerca e produzione di idrocarburi, Manuale VIA
Au, 1993. The sonar of dolphins. Springer-Verlag New York, 277 pp.
- Austin Melanie, Laurinolle Marjo, Hannay David, Preliminary acoustic measurements of Airgun sources from GX Technology Corporation's 2006 – Jasco – Canada
- Azzali M. – Caratterizzazione quantitativa mediante echosurvey sulle possibili interazioni tra fauna pelagica e attività di prospezione CNR IRPEM - CEOM Palermo (1996)
- Azzali M. - Valutazione degli effetti acuti (prove di mortalità) e subacuti (analisi delle risposte comportamentali) dell'Air-Gun su pesci fisostomi (sardine e/o acciughe) e caratterizzazione dell'impulso emesso dalla sorgente di air-Gun CNR IRPEM - CEOM Palermo (1996)
- Azzali M., Rivas G., Cannata S., Ceffa L., Assesment of behaviour responses of small pelagic fish elicited by airgun
- Bowles, A.E., Smultea, M., Wursig, B., Demaster, D.P., & Palka, D. 1994. Relative abundance and behavior of marine mammals exposed to transmission from the Heard Island feasibility test. J Acoust Soc Am. 96:2469-2484.
- Canadas, R. Sagarminaga, S. Garcia-Tiscar (2002), Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. Deep-Sea Research I 49 (2002) 2053–2073
- Dalen, J., Ona, E., Soldal, A.V. and Sætre, R. 1996. Seismic investigations at sea; an evaluation of consequences for fish and fisheries. (in Norwegian, English summary). Fisker og Havet, IMR, No. 9. 1996
- Evans, P.G.H., & Nice, H. 1996. Review of the effects of underwater sounds generated by seismic survey on cetaceans. Sea Watch Foundation, Oxford.
- Goold, J.C. 1996. Acoustic assessment of populations of common dolphin (*Delphinus delphis*) in conjunction with seismic surveying. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 76:811-820.
- Gordon J. C.D., Gillespie D., Potter J., Frantzis A., Simmonds M. P. and Swift R. (2003) The effects of seismic surveys on marine mammals Marine Technology Society Journal Volume 37, Number 4 pp 16-34
- Hassel, A.; t. Knutsen, J. Dalen, S. Løkkeborg, K. Skaar, O. Østensen, E.K. Haugland, M. Fonn, A. Høines e O. A. Misund. 2003. Reaction of sandeel to seismic shooting: A field experiment and fishery statistics study. Fisker og Havet 4. 62 p.
- La Bella G., Cannata S., Froglija C., Modica A, Ratti S., Rivas G. First assesment of effects of airgun seismic shooting on marine resources in the central Adriatic see, 1996 Society of Petroleum Engineers
- MacGillivray Alexander O., Chapman Ross N. – Results from an acoustic modelling study of seismic airgun survey noise in Queen Charlotte Basin – School of Earth and Oceans Sciences Victoria – Canada – dec. 2005
- Mate, B.R., Stafford, K.M., & Ljungblad, D.K. 1994. A change in sperm whale (*Physeter macrocephalus*) distribution correlated to seismic surveys in the Gulf of Mexico. J Acoust Soc Am. 96:3268-3269.
- Modica et Alii - Valutazione degli effetti acuti e subacuti indotti dalle attività di prospezione sismica su adulti e larve di organismi marini (dati preliminari) XXIX Congresso SIBM – Ustica (Pa) (1998)

-
- Rankin, S., & Evans, W.E. 1998. Effects of low frequency seismic exploration sounds on the distribution of cetaceans in the northern Gulf of Mexico. In: Abstracts of the World Marine Mammal Conference, Monaco, 110.
- Richardson W.J., Greene C.R. Jr, Malme C.I., Thompson D.H. 1995. Marine mammals and noise. Academic Press, San Diego, 576 p.
- Roussel, E. 2002. Disturbance to Mediterranean cetaceans caused by noise. In G. Notarbartolo Di Sciara (Ed.), Cetaceans of the Mediterranean and Black sea: state of the knowledge and conservation strategies. A report to the ACCOBAMS Secretariat, Monaco. Section 13: 18 pp.
- Schoolmeesters, J. 2002. Signatures from Marine Airgun Source Library. NUCLEUS - Marine Source Modelling 3.9.2. PGS project no 2002078. PGS AS, October 2002. pp. 10.
- Swift, R. 1998. The effects of array noise on cetacean distribution and behavior. MSc Thesis, University of Southampton, Department of Oceanography.
- Watkins, W.A. 1986. Whale reactions to human activities in Cape Cod waters. *Marine Mammal Science* 2:251-262.
- Weir Caroline R, Dolman Sarah J. (2007) Comparative Review of the Regional Marine Mammal Mitigation Guidelines Implemented during Industrial Seismic Surveys, and Guidance Towards a Worldwide Standard *Journal of International Wildlife Law and Policy*, 10:1–27.

