



MARITTIMO - IT FR - MARETIME
TOSCANIA - SICILIA - SARDEGNA - CORSICA

GIONHA

GOVERNANCE AND INTEGRATED OBSERVATION
OF MARINE NATURAL HABITAT

FASE. 4.2 "Raccolta e l'elaborazione dati sulle fonti di inquinamento acustico e la loro interazione con i cetacei nell'area marino costiera toscana"

Servizio affidato all'Università degli Studi di PAVIA – CIBRA

Linee guida per la riduzione dell'impatto del rumore di origine antropica sull'ambiente marino e sui mammiferi marini in particolare





Università degli Studi di Pavia

CENTRO INTERDISCIPLINARE DI BIOACUSTICA

E RICERCHE AMBIENTALI

Via Taramelli, 24 - 27100 PAVIA (I)

Tel/Fax +39-0382-987874

Gianni Pavan gianni.pavan@unipv.it

<http://www.unipv.it/cibra>
<http://mammiferimarini.unipv.it>

Linee guida per la riduzione dell'impatto del rumore di origine antropica sull'ambiente marino e sui mammiferi marini in particolare.

Rapporto redatto da

Gianni Pavan

Claudio Fossati

Giovanni Caltavuturo

La comunità scientifica è ormai unanime nel ritenere che il rumore prodotto dalle attività umane può avere un pesante impatto sulla qualità di un ambiente naturale, e in taluni casi provocare danni fisici o la morte degli animali nelle vicinanze di sorgenti acustiche di elevata potenza. Questo è particolarmente vero per l'ambiente subacqueo (Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino - 2008/56/CE; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:IT:PDF>).

In acqua, infatti, il suono si propaga molto meglio che in aria, sia in termini di intensità che di distanza; il rumore prodotto da alcune attività umane avrà quindi un forte impatto in una vasta area circostante. Inoltre, molti animali acquatici, in special modo i cetacei, hanno sviluppato una particolare sensibilità al suono, essendo l'udito il loro senso principale. Innumerevoli esperimenti scientifici e diversi incidenti, anche mortali, come ampiamente riportato dalla bibliografia scientifica, hanno evidenziato una relazione conflittuale fra attività umane rumorose e i cetacei. A questo scopo si rende necessaria l'applicazione di una serie di azioni volte a eliminare, o minimizzare, il rischio di disturbo arrecato alla fauna marina e sicuramente a evitare danni fisici diretti. Si ricorda che i Mammiferi Marini sono inclusi in Appendice I delle liste CITES (massima protezione; <http://www3.corpoforestale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/1659>). Ogni volta ci si appresti a svolgere attività che producono rumore in mare, è necessario attivare una serie di procedure che includano lo studio preliminare dell'ambiente interessato e dei mammiferi marini presenti, il monitoraggio della loro presenza e comportamento durante l'emissione di rumore, e le conseguenze a lungo termine sulla popolazione anche dopo la cessazione dell'inquinamento acustico.

Inoltre, durante lo svolgimento delle attività rumorose, è fondamentale monitorare l'area interessata da livelli di rumore ritenuti dannosi in modo da bloccarne l'emissione in caso uno o più animali entrino in tale raggio. In particolare, in queste linee guida, il limite di pericolosità è stabilito in 180db re 1 μ Pa per i Cetacei e 190db re 1 μ Pa per i Pinnipedi, sulla base delle norme già riconosciute e applicate dal National Marine Fishery Service del Governo Americano (NMFS, 2000). Norme più restrittive (160db re 1 μ Pa) possono

essere di volta in volta richieste in casi specifici (criticità relative a situazioni, habitat o specie particolarmente vulnerabili). In linea generale, è necessario basare procedure e protocolli su un approccio conservativo che rifletta i livelli di incertezza (*best practices*, Richardson, 1995), ovvero sia agire applicando il principio di precauzione.

Le tecniche di monitoraggio dei cetacei devono prevedere sia l'avvistamento che la detezione acustica. Essendo queste, in special modo l'acustica, attività estremamente specializzate, si dovrà aver cura che tali operazioni vengano svolte da personale con chiara competenza nel settore, e dotato di adeguati mezzi tecnici. La serietà e completezza dell'output scientifico di ogni operazione di mitigazione è altresì importante per incrementare il set di dati necessario agli scienziati per meglio definire ed evolvere le tecniche stesse e i livelli di protezione. A tale scopo i protocolli di raccolta dati e i formati dei file devono essere il più standardizzati possibile e facilmente consultabili ed esportabili. Le seguenti linee guida, basate sui protocolli già implementati da NMFS e sulla diretta esperienza dei compilatori in anni di implementazione delle stesse per LDEO, Columbia University, NY, USA, si propongono di individuare le fondamentali e necessarie misure atte a garantire un accettabile livello di protezione. Di seguito viene riportata una legenda per i termini tecnici utilizzati e loro abbreviazioni.

Tabella di principali acronimi utilizzati nel testo

Array	serie di idrofoni; sistema di rilevazione acustica passiva generalmente a 2 o più canali trainato da un'imbarcazione.
Bottom recorder	sistemi di registrazione acustica autonomi posizionati sul fondo marino o su strutture fisse.
Deep divers	Mammiferi marini che compiono lunghe e profonde immersioni (es. capodogli, zifi, mesoplodonti)
EZ	Exclusion Zone Zone (in alcuni documenti in bibliografia Safety Radii); l'area di mare entro la quale i Mammiferi Marini non dovrebbero entrare (180db re 1 μ Pa per i Cetacei, 190db re 1 μ Pa per i Pinnipedi; può essere di 160db re 1 μ Pa in casi specifici); i valori della EZ sono calcolati sulla potenza massima utilizzata durante l'esperimento; quando applicabile (es. airgun, sonar ecc.) deve essere calcolata anche la EZ relativa al valore minimo iniziale (conseguente a un PD)
Logging	registrazione dati
Mitigation	operazioni di mitigazione; tutte le pratiche e azioni volte alla detezione e protezione dei mammiferi marini in relazione alle tematiche trattate.
MMO	Marine Mammals Observer; gli operatori che svolgono monitoraggio visivo e/o acustico in relazione alle operazioni di mitigazione.
PAM	Passive Acoustic Monitoring; tutte le operazioni concernenti la detezione acustica subacquea passiva dei Mammiferi Marini.
PD	Power Down: operazione che prevede la riduzione della potenza della sorgente al livello minimo iniziale
RU	Ramp Up (anche Soft Start): procedura che prevede il graduale incremento (non più di 6db ogni 5 minuti) della potenza della sorgente fino al raggiungimento della piena potenza
SD	Shut Down: operazione che prevede lo spegnimento totale della sorgente acustica
Survey	campagna di ricerca; generalmente condotta da imbarcazioni, aerei, elicotteri.

Linee guida per la gestione dell'impatto di rumore antropogenico sui Cetacei nell'area ACCOBAMS

Il presente documento deriva da

Guidelines to address the issue of the impact of anthropogenic noise on marine mammals in the ACCOBAMS area. Document prepared by Gianni Pavan for the ACCOBAMS Secretariat, SC4/2006.

Ogni citazione o uso di questo documento deve riportare l'indicazione dell'Autore e dell'Ente per il quale è stato preparato.

Linee guida generali

La sezione generale si applica a tutte le attività che prevedono l'utilizzo di sorgenti acustiche attive (airguns, sonar, pingers, echosounders...). Queste tecnologie permettono infatti una serie di azioni di mitigazione che non sono praticabili in casi tipo generatori eolici, piattaforme petrolifere, o traffico navale. Per queste categorie le azioni di mitigazione sono descritte nella parte speciale a esse dedicata.

Le procedure di *mitigation* devono essere efficaci e applicabili, concepite tenendo conto sia delle esigenze degli MMO che dell'attività che essi vanno a monitorare. Gli MMO devono essere messi in grado di raccogliere con facilità e precisione i dati relativi alla presenza dei cetacei, utilizzando mezzi idonei, e devono essere inseriti nel flusso delle informazioni concernenti le operazioni di bordo, per poter adattare il livello di attenzione e comunicare prontamente con gli operatori dei sistemi. Uno di essi deve sempre essere designato come responsabile dell'applicazione della Mitigation e consultato dal Responsabile dell'esperimento e dal Comandante prima di ogni inizio o variazione delle operazioni/emissioni.

Le presenti linee guida vanno applicate da personale competente in relazione alle specifiche attività per cui sono state pensate, ma dovrebbero esserlo anche ogni qual volta siano svolte attività che comportano un significativo inquinamento acustico. Il monitoraggio acustico va considerato come supporto all'osservazione visiva, per allertare gli osservatori durante il giorno, e per monitorare la presenza di animali durante le ore notturne. Con gli attuali strumenti, infatti, è ancora difficile ottenere univoche localizzazioni spaziali che permettano di collocare con precisione un animale all'interno o all'esterno della EZ.

E' importante sottolineare che per quanto professionalmente vengano svolte le osservazioni, è attualmente impossibile garantire il 100% delle detezioni di mammiferi marini (es. animali in immersione che non vocalizzano). Si invitano quindi i soggetti che le implementano a comunicare all'Ente gestore eventuali note migliorative.

Le componenti necessarie all'attuazione di una completa strategia di mitigazione coprono tutto l'iter di sviluppo di un progetto, dalla definizione iniziale, all'attuazione, alla fase di termine o dismissione:

- a) Consultare banche dati e bibliografia sulla distribuzione spaziale e stagionale di Cetacei in modo da pianificare e condurre le attività quando e dove è meno probabile incontrare animali e in maniera tale da evitare stagioni o habitat critici. Consultare dati e pubblicazioni relative a precedenti esperienze di mitigation per uniformare protocolli e formato dati.
- b) In mancanza o insufficienza di dati, organizzare *surveys* dedicati e preventivi (da imbarcazioni e/o aeromobili, secondo il caso) e/o attività di monitoraggio attraverso l'uso di strumentazione di rilevazione acustica fissa (boe, *bottom recorders*, ecc.) per valutare la densità delle popolazioni nell'area prescelta per le operazioni. Survey pre e post esperimento sono comunque

sempre da incoraggiare data la loro estrema valenza scientifica in questa fase di sviluppo e ricerca sull'impatto del rumore. La durata e modalità dei survey va stabilita da personale scientifico competente in materia.

c) Evitare aree chiave per i cetacei, aree marine protette e aree chiuse (es. baie, golfi), definire appropriate zone cuscinetto intorno ad esse; considerare possibili impatti di propagazioni a lungo raggio o lungo termine.

d) Durante la fase di pianificazione dell'evento, tenere conto dell'eventuale concomitanza di altre attività umane potenzialmente rumorose, sia connesse all'evento stesso (es. traffico navale di servizio), sia indipendenti (es. altri eventi, incremento della navigazione da diporto durante la stagione turistica).

e) Sviluppare banche dati/GIS fra di loro compatibili per costruire in prospettiva un documento di pianificazione completo e condivisibile.

f) Modellare il campo acustico generato in relazione alle condizioni oceanografiche (profilo di profondità/temperatura, canali acustici, profondità e caratteristiche del fondale, propagazione sferica o cilindrica) e alle caratteristiche della sorgente (frequenza dominante, intensità e direzionalità), per stabilire le distanze di propagazione, e quindi le EZ, per le seguenti intensità: 160db re 1 μ Pa, 180db re 1 μ Pa, 190db re 1 μ Pa. In caso di *Power Down* (vedi sezione pratica lettera e), stabilire anche i raggi di propagazione di 180db re 1 μ Pa e 190db re 1 μ Pa relativi alla potenza ridotta. Ad esempio, un array di *X* airguns può essere ridotto a 1 solo airgun attivo a seguito di un *Power Down*, in modo da ridurre la potenza emessa (e il relativo raggio di pericolosità) senza spegnere la sorgente

g) Utilizzare sempre la minima potenza della sorgente (es. airguns, sonar) utile al conseguimento degli obiettivi.

h) Verificare in campo, quando possibile, i reali livelli e distanze di propagazione, modificando eventualmente il raggio della Exclusion Zone. Per fare ciò eseguire una serie di rilevazioni con strumentazione calibrata. Le misure andrebbero ripetute al cambiamento delle condizioni di propagazione. In caso di impossibilità, fare sempre riferimento al modello più conservativo.

i) Considerare la possibilità di espandere la zona EZ anche oltre il limite dei 180db re 1 μ Pa adottando quella relativa ai 160db re 1 μ Pa nel caso si osservino variazioni comportamentali degli animali presenti al di fuori di essa.

j) Prevedere un sistema automatico di *logging* dell'attività della sorgente per documentare l'ammontare di energia acustica prodotta e rendere disponibili queste informazioni agli organi deputati a regolamentare le emissioni acustiche, alla comunità scientifica e al pubblico

k) Prevedere l'utilizzo di un software di raccolta e registrazione dei dati di navigazione, condizioni meteo, avvistamenti e contatti acustici. Tale software deve essere il più automatizzato possibile per non distogliere gli MMO dai loro compiti di monitoraggio. Il software dovrebbe inoltre essere in grado di visualizzare geograficamente in tempo reale gli avvistamenti e i contatti acustici inseriti.

l) Prevedere quale parte integrante delle misure di *mitigation* la produzione di report per fornire informazioni sulle procedure applicate, sulla loro efficacia, e per fornire dati di presenza animali da utilizzarsi per alimentare i database già esistenti. Incoraggiare la pubblicazione dei report sulle riviste specializzate.

m) Allertare, durante le operazioni, le reti per gli spiaggiamenti dell'area di interesse; pianificare, se necessario, attività di monitoraggio addizionale delle coste più vicine

n) In caso di spiaggiamenti o avvistamenti di carcasse potenzialmente legati alle operazioni (secondo il giudizio del Responsabile MMO a bordo),

interrompere ogni emissione acustica, avvertire le autorità competenti e dedicare ogni possibile sforzo alla comprensione delle cause di morte

o) In caso di comportamenti anomali degli animali osservati nelle vicinanze delle operazioni, è facoltà degli MMO di richiedere la cessazione di ogni emissione acustica per determinare la causa del comportamento osservato ed evitare il suo protrarsi

p) Oltre che al monitoraggio visivo e acustico, gli MMO sono tenuti a sorvegliare l'applicazione delle regole di Mitigation e la conformità dell'esperimento (es. potenza della sorgente, zona di operazioni) alla Richiesta e relativa Autorizzazione vigente.

q) Gli MMO fanno riferimento al Referente Nazionale che informa il segretariato ACCOBAMS attraverso *report* compilati su protocolli standardizzati. Discutere tempestivamente di ogni inaspettato cambiamento e condizione nei protocolli applicati con il Segretariato in collaborazione con il comitato scientifico

r) Le linee guida di *mitigation* e le relative operazioni di implementazione adottate dovrebbero essere di volta in volta rese pubbliche da tutti i soggetti che si apprestino a svolgere attività rumorose in mare: Pubblici, Privati, Militari

s) Gli MMO devono essere personale competente e provvisto di adeguato background in materia. In caso di impossibilità a reperire tutto il personale con comprovata esperienza, assicurarsi che almeno la maggior parte di esso lo sia. Per operazioni che coprano le 24h per più giorni consecutivi, il numero minimo di MMO non deve essere inferiore a 5.

Sezione pratica: Procedure di applicazione

Le molteplici e variabili condizioni operative e le situazioni che si possono creare in mare durante lo svolgimento delle Mitigation non possono essere esaurite in nessun documento. Il criterio da adottare nella gestione di queste situazioni deve essere bilanciato fra lo spirito conservativo delle procedure di Mitigazione e le esigenze pratiche dell'esperimento in corso. Ad esempio, in condizioni di buona visibilità ma con Beaufort superiore a 4 (presenza di onde con cresta), le condizioni di avvistabilità di mammiferi marini si riducono drasticamente. Per l'acustica, condizioni di propagazione particolarmente sfavorevoli possono limitare severamente il raggio di detezione degli idrofoni. Gli MMO devono registrare e comunicare al Comandante e al Responsabile Scientifico (PI, Principal Investigator o SIC, Scientist In Charge) il verificarsi di situazioni che rendono il loro lavoro meno efficace. Questi ultimi hanno facoltà di proseguire l'esperimento, assumendosi però la responsabilità di eventuali incidenti.

a) Assicurare monitoraggio visivo e acustico passivo (*PAM Passive Acoustic Monitoring*) con team specializzati di osservatori e bioacustici al fine di assicurare che non siano presenti cetacei nella EZ almeno per 30 minuti prima di avviare le sorgenti acustiche (Ramp Up, lettera b di questa sezione). L'intera EZ deve essere chiaramente visibile agli osservatori per tutti i 30 minuti. Le osservazioni, acustiche e visive, devono proseguire durante tutta l'attività di emissione (avvistamento durante le ore diurne e acustica 24h)

b) Nel caso di prima accensione della sorgente (Ramp up), essa deve essere attivata alla potenza minima e successivamente incrementata di non più di 6db ogni 5 minuti fino al raggiungimento della potenza desiderata (NMFS, 2000; NURC, 2009). La EZ (calcolata sul valore massimo operativo della sorgente) deve essere libera da mammiferi marini per almeno 30 minuti precedenti.

c) In caso un animale o un gruppo di essi sia presente o entri nella EZ durante i 30 min di osservazione precedenti all'attivazione della sorgente, attendere nuovamente 30 minuti ricalcolandoli come segue:

- 30 minuti da quando l'animale è stato visto lasciare la EZ
 - dopo 15 minuti in caso gli animali (piccoli cetacei) spariscano dalla vista e l'ultimo avvistamento sia avvenuto all'interno della EZ (totale 45 minuti dall'ultimo contatto visivo)
 - dopo 30 minuti in caso gli animali (grandi cetacei) spariscano dalla vista e l'ultimo avvistamento sia avvenuto all'interno della EZ (totale 60 minuti dall'ultimo contatto visivo)
 - d) In caso un animale o un gruppo di essi entri o stia per entrare nella EZ di 180db re 1 μ Pa, l'MMO deve tempestivamente richiedere la diminuzione (*Power Down*; di seguito PD, alla lettera e) dell'intensità della sorgente o la cessazione (*Shut Down*; di seguito SD) della stessa, secondo quanto al punto al punto e)
 - e) Il Power Down comporta la riduzione della potenza della sorgente al livello minimo iniziale. In caso di airgun, per esempio, si mantiene attivo 1 solo GI gun. Diminuendo la potenza emessa a livello minimo, la EZ di 180db re 1 μ Pa si riduce di conseguenza. Se gli animali continuano ad avvicinarsi fino a entrare nella nuova EZ, gli MMO richiedono un Shut Down.
 - f) Lo Shut Down comporta lo spegnimento completo della sorgente acustica
 - g) Dopo un avvistamento con relativo PD o SD, la sorgente può essere riattivata secondo le seguenti procedure:
 - quando l'animale è stato visto lasciare la EZ;
 - in caso l'animale non sia stato visto lasciare la EZ, dopo 15 minuti dall'ultimo contatto visivo nel caso di piccoli cetacei e pinnipedi;
 - dopo 30 minuti nel caso di cetacei di grandi dimensioni.
- Le procedure di riattivazione della sorgente sono descritte al punto seguente
- h) Dopo un PD, uno SD o una qualsiasi interruzione dovuta a ragioni tecniche, la sorgente può essere riattivata direttamente a piena potenza se la sospensione/riduzione sia durata meno di 8 minuti. In tutti gli altri casi, deve essere ripetuto il Rump Up. Non sono richiesti i 30 minuti di osservazione preventiva nel caso il monitoraggio degli MMO sia proseguito senza interruzione o nel caso la sorgente sia stata mantenuta attiva al livello di intensità iniziale minima dopo un PD
 - i) I Rump Up durante le ore notturne sono fortemente sconsigliati, date le oggettive difficoltà di deteazione visiva degli animali. Possono comunque avvenire solo in caso la sorgente non sia mai stata spenta per più di 8 minuti consecutivi
 - j) Prevedere che l'equipaggiamento per il monitoraggio visivo includa idonei binocoli (7x50, almeno uno per operatore in servizio), compresi *big eyes* (25x150, uno in caso di visione a 360 gradi, due, uno per lato, in caso di visione laterale limitata), da utilizzare secondo il protocollo di monitoraggio, che deve tenere in considerazione la rotazione degli operatori (secondo gli schemi solitamente adottati e accettati)
 - k) Registrare ogni avvistamento e contatto acustico con le informazioni geografiche e temporali sia in un file con funzione di archivio che nel programma di log e visualizzazione geografica (vedi Appendice 1 come esempio). Si suggerisce di utilizzare un solo programma che svolga entrambe le funzioni per evitare un doppio carico di lavoro per gli MMO.
 - l) Registrare una linea di log ogni mezz'ora riportando i dati geografici, temporali e meteorologici (vedi Appendice 1) e ogni qual volta si verifichi una variazione delle stesse o un evento degno di nota
 - m) Effettuare il monitoraggio acustico per tutta la durata delle emissioni acustiche attive e in generale per il maggior tempo possibile anche quando la sorgente è spenta
 - n) Le registrazioni acustiche andrebbero effettuate per tutto il periodo in cui la sorgente è attiva e comunque per tutto il periodo in cui l'array è in mare e operativo. Le stesse andrebbero conservate per almeno un anno dopo il termine dell'esperimento
 - o) Anche per il monitoraggio acustico, prevedere un software che assista

l'operatore nella descrizione del contenuto delle stesse (vedi Appendice 2 come esempio) e compilare una linea di log ogni 30 minuti e ogni qual volta si verifichi un evento degno di nota

p) Effettuare il monitoraggio acustico con l'ausilio congiunto di cuffie (per la banda audio) e rappresentazione spettrografica full band per le bande infra e ultra soniche

q) L'operatore acustico deve essere in contatto sia con il team visual che con i tecnici della sorgente per assicurare la piena sincronia delle operazioni

r) Adattare la sequenza di linee di survey tenendo conto di ogni predicibile movimento degli animali all'interno dell'area delle operazioni ed evitando di bloccare rotte di fuga. Nel caso di operazioni in prossimità di golfi e insenature, procedere sempre dall'interno verso l'esterno e mai viceversa

s) Le sorgenti ad alta potenza dovrebbero possibilmente essere interrotte durante la notte, durante altri periodi con scarsa visibilità e durante condizioni di trasmissione in superficie favorevole, in quanto il monitoraggio delle EZ risulta compromesso

t) Il monitoraggio acustico passivo (*PAM*) deve essere effettuato con cortine di idrofoni trainati (*hydrophone arrays*) o con altra idonea tecnologia con larghezza di banda e sensibilità sufficienti a captare le vocalizzazioni nell'intera gamma di frequenze utilizzate dai Cetacei attesi nell'area

u) Assicurare almeno due osservatori visual durante le ore diurne e un acustico 24h durante la fase di trasmissione su ogni nave sorgente, nel rispetto dei normali turni di attività/riposo

v) Cessare le emissioni ogni volta che all'interno dell'area monitorata siano osservate aggregazioni di specie vulnerabili (quali capodogli o zifidi).

Sezione speciale

Linee guida per l'utilizzo di sonar ad alta potenza (militari e civili)

Per le operazioni sonar applicare le seguenti linee guida e concetti chiave in aggiunta alle linee guida generali e alla sezione pratica:

- a) Pianificare *surveys* sonar in modo da evitare habitat chiave per i Cetacei e aree ad alta densità di animali, in modo da non occupare interi habitat o rotte migratorie, limitando la quantità di suoni prodotti da sonar all'interno di una particolare area ed evitando l'uso di più unità nella stessa area o in aree adiacenti
- b) Utilizzare la più bassa potenza di sorgente possibile, tenendo in particolare considerazione che sono state documentate risposte di comportamentali e decessi di animali a livelli ben inferiori a quelli generalmente accettati come dannosi
- c) Applicare misure di mitigation aggiuntive in aree di acque profonde nel caso di precedenti osservazioni di *beaked whales* in zona di operazioni o in caso di avvicinamento ad habitat elettivi per *beaked whales* (MacLeod *et al*, 2006): in questi casi prolungare le osservazioni preventive (alla lettera a) della sezione pratica) a 120 minuti in maniera da aumentare la probabilità di detezione di specie *deep-diver*. La situazione ideale vorrebbe, tuttavia, che esercitazioni sonar non venissero condotte in aree di accertata frequentazione da parte di zifidi

Linee guida per *surveys* sismici (Oil and Gas, Mineral and Geophysical exploration) e uso di *airguns*

Le linee guida per la mitigazione degli effetti di campagne sismiche sono state per la

maggior parte sperimentate durante crociere di ricerca accademica condotte secondo le direttive contenute nei permessi rilasciati dal NMFS (National Marine Fishery Service, USA). La gran parte delle seguenti linee guida è equivalente a quelle richieste per operazioni sonar e sono da intendersi in aggiunta alle linee guida generali e alla sezione pratica:

- a) Limitare la propagazione orizzontale adottando idonee configurazioni di *arrays* e sincronizzazione degli impulsi ed eliminando le componenti in alta frequenza non necessarie
- b) Applicare misure di mitigation aggiuntive in aree di acque profonde nel caso di precedenti osservazioni di *beaked whales* in zona di operazioni o in caso di avvicinamento ad habitat elettivi per *beaked whales* (MacLeod *et al*, 2006): in questi casi prolungare le osservazioni preventive (alla lettera a) della sezione pratica) a 120 minuti in maniera da aumentare la probabilità di detezione di specie *deep-diver*. La situazione ideale vorrebbe, tuttavia, che esercitazioni sonar non venissero condotte in aree di accertata frequentazione da parte di Zifidi
- c) Incoraggiare lo scambio di dati tra gli operatori in modo da minimizzare la duplicazione di campagne. Incoraggiare, ove possibile, il riutilizzo di vecchi dati da rianalizzare usando nuove tecnologie di *signal processing* o nuove tecniche di analisi.

Linee guida per lavori di costruzione costieri e offshore

Lavori di costruzione costieri e offshore, inclusa la demolizione di strutture esistenti, possono produrre elevati livelli di rumore, anche per periodi prolungati, a seconda delle tecnologie utilizzate e delle caratteristiche locali di propagazione inclusa la propagazione attraverso il substrato. Lavori di costruzione sulla costa, porti inclusi, possono diffondere rumore (ad esempio pianta pali (Pile drivers) o martelli pneumatici) su una vasta area specialmente in caso di substrato roccioso. I tradizionali pianta pali a percussione producono vibrazioni che ben si propagano e sono in grado di insonificare ampie aree di mare a distanze superiori ai 100Km; prevedere, ove possibile, l'uso di tecniche di costruzione alternative o l'uso di schermi acustici che attenuino il suono emesso dalla sorgente. In caso di prolungate attività, quali costruzioni di grandi strutture, considerare la pianificazione della delle attività di emissione acustica come misura per evitare esposizioni continue specialmente durante periodi critici per le specie di Cetacei che vivono o attraversano l'area; valutare come misure per minimizzare l'impatto acustico la concentrazione delle attività rumorose in ristretti periodi di tempo, tecniche alternative di costruzione e tecniche di abbattimento dello stesso.

- a) Eseguire la modellizzazione del campo sonoro generato in relazione alle condizioni geologiche e oceanografiche (temperatura/profondità, profondità, caratteristiche del fondo oceanico e della costa) ed effettuare rilevazioni in mare di verifica
- b) Le attività che generano rumore, se limitate temporalmente (settimane o pochi mesi) devono essere pianificate secondo dati di presenza stagionale dei cetacei, ove disponibili
- c) Nel caso esistessero tecnologie alternative non rumorose, il loro utilizzo deve essere preferito. Se ciò non risultasse possibile, tecniche di abbattimento dell'impatto sonoro devono essere messe in atto (es. cortine di bolle)

E' inoltre importante notare che molte strutture continuano ad emettere rumore anche una volta terminata la realizzazione. I ponti (stradali o ferroviari) generano rumore a bassa frequenza in relazione al traffico che li interessa; generatori eolici off-shore e piattaforme petrolifere per l'estrazione e/o il pompaggio producono rumore costantemente e il relativo

impatto ambientale andrebbe attentamente valutato e ridotto o evitato con una serie di regole dedicate.

Linee guida per piattaforme off-shore.

Le piattaforme off-shore possono essere utilizzate per differenti attività quali perforazione di pozzi petroliferi o di gas naturale, loro estrazione, o per la produzione di energia elettrica tramite generatori eolici. Ognuna di queste attività determina un impatto ambientale sull'ambiente marino. Il loro posizionamento andrebbe attentamente pianificato. Quando la loro costruzione e/o utilizzo comporta la produzione di rumore, andrebbe richiesta l'implementazione di attività di monitoraggio e mitigazione dell'inquinamento sonoro generato, definendone le relative specifiche caso per caso. In generale, comunque, valgono i principi esposti nella sezione generale. Il crescente numero di installazioni di generatori eolici in acque costiere potrebbe avere importanti conseguenze per le popolazioni di cetacei residenti a causa del rumore ad esse associato. A tal proposito, fare riferimento alla numerosa bibliografia in materia (Mari del Nord Europa)

Linee guida per esperimenti di playback ed esposizione a sorgenti acustiche

Gli esperimenti CEE (Controlled Exposure Experiment, Esperimenti a Esposizione Controllata), recentemente denominati BRS (Behavioral Response Study; Studi di Risposta Comportamentale) studiano la risposta comportamentale e/o fisiologica degli animali esposti a livelli controllati di suoni generati ad hoc, mentre quelli di esposizioni a sorgenti reali si propongono di studiare l'effetto di sorgenti acustiche già operanti.

Nel primo caso gli esperimenti, detti di playback, possono utilizzare sia segnali del tutto simili a quelli il cui effetto si vuol misurare, sia segnali artificiali che tendono a verificare quale componente del suono evoca la risposta negli animali. Questi segnali sono sempre emessi senza eccedere i limiti considerati dannosi e anzi, nella maggior parte dei casi, viene emessa solo la quantità minima di suono necessaria ad evocare la risposta da parte degli animali. In genere gli esperimenti prevedono il playback quando uno o più individui di una determinata specie sono presenti. Non va però trascurata l'eventuale presenza di altri animali nelle vicinanze, che potrebbero reagire diversamente ai segnali emessi. Questa eventualità va attentamente presa in considerazione e questi esperimenti vanno accuratamente pianificati sulla base di un principio precauzionistico, valutando la dose di rischio rispetto al vantaggio scientifico che l'esperimento stesso si propone di conseguire.

Nel secondo caso invece, si studia il comportamento degli animali in prossimità di quelle attività umane di cui si vuol stabilire il livello di impatto ambientale. Se da una parte questo contesto è decisamente più realistico, è anche vero che la mancanza di un controllo sperimentale sulla sorgente e sugli animali può limitare l'accuratezza delle osservazioni e la portata delle conclusioni. La parte di monitoraggio della presenza e osservazione del comportamento degli animali va quindi pianificata e applicata attentamente. Questa delicata e fondamentale fase, inoltre, può contribuire ad accrescere l'efficienza delle tecniche di monitoraggio durante operazione di mitigazione.

In entrambi i casi, comunque, gli esperimenti vanno preparati e analizzati con riferimento alla bibliografia in materia di comportamento e fisiologia della comunicazione acustica. In questo modo i risultati potranno essere correttamente interpretati. Una costante e trasparente comunicazione dei protocolli, dei fini e dei risultati degli esperimenti fra gli scienziati e gli Enti governativi sarebbe auspicabile per massimizzare la consapevolezza anche a livello politico-amministrativo delle problematiche relative alla materia.

Date le considerazioni sopra esposte, è importante che tutti gli esperimenti di BRS siano accuratamente pianificati e che i relativi rischi siano individuati e definiti. Al fine di massimizzare sia i risultati scientifici che le norme di protezione, è fondamentale che i soggetti coinvolti nella realizzazione, pianificazione e finanziamento di BRS considerino collaborazioni internazionali e cooperazioni con soggetti già operanti nel settore al fine di evitare duplicazioni o sovrapposizioni di esperimenti.

In conclusione, entrambi gli approcci (playback ed esposizione diretta) possono fornire dati estremamente interessanti e complementari.

Le linee guida generali per esperimenti di playback:

- a) minimizzare livelli e tempi di esposizione sulle dosi minime necessarie ad evocare la risposta da parte degli animali
- b) modellizzare la propagazione del suono dalla sorgente al bersaglio in base alle condizioni oceanografiche presenti e rispetto al rumore di fondo
- c) utilizzare le migliori tecnologie disponibili per monitorare sia gli animali "bersaglio" che eventuali altre specie presenti nell'area, in quanto potrebbero avere risposte diverse ma anche fornire ulteriori dati
- d) progettare l'esperimento per assicurarsi che solo le specie target vengano esposte ai livelli di intensità più alti
- e) fermare immediatamente l'esperimento nel caso in cui cambiamenti comportamentali o reazioni di avversione alla sorgente siano osservati, sia nelle specie target che in eventuali altre specie presenti
- f) limitare o evitare esposizioni ripetute su un singolo animale o su un singolo gruppo di animali (a meno che non previsto dall'esperimento)
- g) evitare zone "chiuse" quali baie, insenature, ed evitare di bloccare possibili vie di fuga
- h) evitare di inseguire gli animali durante il playback in caso essi modifichino la loro rotta per sfuggire alla sorgente
- i) nel caso vengano trasmessi suoni che potrebbero evocare particolari comportamenti (richiami di predatori, conspecifici, ecc.) prevedere uno specifico protocollo di monitoraggio e mitigazione. Questo suoni potrebbero infatti suscitare risposte indipendentemente dalla intensità o durata della loro emissione

Linee guida per la navigazione mercantile

Il rumore associato alla navigazione mercantile è il principale responsabile dell'innalzamento del rumore di fondo di tutti gli oceani (Abdulla, 2008). Questo tipo di inquinamento acustico, anche se non sembra provocare danni fisiologici diretti nei confronti del singolo animale (es. barotraumi), costituisce indubbiamente un importante ostacolo alla comunicazione acustica in special modo dei grandi cetacei. Tecniche di mitigation diretta come quelle descritte per attività sonar o airgun non sono praticabili. Sarebbe però opportuno iniziare una campagna sistematica di registrazione e analisi del rumore subacqueo generato dalle navi mercantili sia in prossimità della singola nave, per stabilirne i livelli di picco e il relativo grado di intensità e pericolosità, che a distanza, per determinarne il contributo in bassa frequenza al rumore di fondo. Nonostante le difficoltà che ancora esistono nella misurazione dei livelli di rumore a distanza, sarebbe opportuno iniziare la costituzione di un database preliminare (sulla base di quelli militari) per indirizzare e gestire le tematiche di riduzione del rumore associato alla navigazione. Questa operazione sarebbe in linea con l'implementazione della "Marine Strategy" e in

sinergia con le recenti proposte internazionali di stabilire uno standard ISO per la misurazione del rumore prodotto dal naviglio mercantile.

Per le misure del rumore irradiato da una nave al momento esiste solo uno standard proposto dall'ASA nel dicembre 2009 (ANSI-ASA S12.64-2009/Part1).

Linee guida per altri casi di mitigazione

Ogni attività umana che produce rumore può costituire un rischio per i cetacei, e richiede dunque attenzione con eventuali conseguenti azioni di monitoraggio e mitigazione. Alcuni dei casi riportati in questa sezione (navigazione da diporto, whale watching) probabilmente non sono direttamente pericolosi per il singolo animale (danno fisico all'apparato uditivo), ma certamente contribuiscono all'innalzamento del rumore ambiente e possono avere un impatto significativo sul comportamento e la salute degli animali determinando effetti negativi e a lungo termine sulle popolazioni. Questo tipo di attività dovrebbero perlomeno essere valutate e regolamentate in zone cruciali per la sopravvivenza degli animali.

Navigazione da diporto

La navigazione da diporto, per quanto stagionale, raggiunge concentrazioni molto elevate e può costituire una seria minaccia in quanto il rumore generato da motori ed eliche è un'importante fonte di disturbo acustico per gli animali. Attualmente non esiste alcuna normativa relativa all'emissione di rumore in acqua (esistono normative con precisi limiti di emissione solo in aria) pertanto il potenziale disturbo alla fauna marina è estremamente variabile e al di fuori di ogni controllo.

Le imbarcazioni turistiche dovrebbero evitare di avvicinare eccessivamente e ripetutamente gli animali o gruppi di essi, in particolare in presenza di esemplari giovani. Esistono specifiche norme di comportamento già pubblicate. La loro diffusione andrebbe attivamente supportata.

Nel caso di aree particolarmente critiche per la sopravvivenza dei cetacei e di Aree Marine Protette (AMP), le autorità competenti dovrebbero regolamentare l'utilizzo di imbarcazioni a motore per evitare un eccessivo disturbo dei cetacei presenti. A tal proposito si rimanda a quanto già detto riguardo alla necessità di norme ISO per ottenere una "certificazione" acustica nella sezione dedicata alla navigazione mercantile.

Essendo comunque difficile proibire la navigazione nelle Aree Marine Protette, andrebbero introdotti e fatti rispettare rigidi limiti di velocità. Il rumore generato da un'imbarcazione è infatti direttamente proporzionale alla sua velocità. Tale limitazione, inoltre, ridurrebbe il rischio di collisione fra imbarcazioni e animali.

Misure di rumore in acqua andrebbero eseguite prima di ogni stagione turistica e confrontate con altre effettuate nel periodo di massimo traffico. In tal modo sarebbe possibile ottenere un database di dati sul quale meglio basare eventuali norme di regolamentazione, in special modo all'interno di Aree Marine Protette.

Whale watching

L'industria del whale watching è in continua espansione. Al fine di limitare i possibili danni nei confronti di individui e popolazioni, in molti paesi sono già applicate regole e rilasciati relativi permessi. Ma l'aspetto legato al rumore irradiato dai motori delle imbarcazioni, che costituisce un elemento importante del disturbo, è raramente preso in considerazione, e andrebbe valutato e inserito nei relativi disciplinari.

Come per la navigazione da diporto, pur in mancanza di una normativa in materia, andrebbe incoraggiato lo studio e utilizzo di imbarcazioni con ridotte emissioni acustiche.

Operazioni di brillamento di residuati bellici, uso di esplosivi per test militari o per lo smantellamento di strutture

In molte aree del Mediterraneo è ricorrente la pratica del brillamento in mare di residuati bellici. Gli esplosivi sono altresì impiegati in esercitazioni militari e per il decommissionamento di piattaforme e installazioni off-shore. Queste operazioni che prevedono l'esplosione di cariche sotto la superficie del mare richiedono particolari attenzioni, al fine di evitare possibili barotraumi agli animali eventualmente presenti, dovute all'intensità e caratteristiche delle onde di pressione generate. Valgono naturalmente i criteri già riportati nella sezione generale.

In tutti questi casi è indispensabile definire una EZ (Zona di Esclusione) basata sulla potenza prevista di ogni singola esplosione e in relazione alle caratteristiche di propagazione acustica dell'area. Di conseguenza, la EZ deve essere attentamente monitorata per escludere la presenza di mammiferi marini al suo interno. Il monitoraggio va iniziato almeno 30 minuti prima dell'esplosione e, nel caso di acque con profondità superiore ai 200mt, 120min, per escludere la presenza di deep divers. Misure di riduzione del rumore generato andrebbero messe in pratica (materiali assorbenti, cortine di bolle o altre tecniche atte a diminuire l'onda di pressione).

L'utilizzo di dispositivi acustici dissuadenti per allontanare gli animali dall'area può essere una tecnica promettente, ma ulteriori studi sullo sviluppo e test di questi sistemi a fini di mitigazione sono ancora da condurre.

Sistemi acustici attivi subacquei

Il campo dell'acustica subacquea è in continua e rapida evoluzione. Nuovi dispositivi sono costantemente inventati, testati e impiegati per gli usi più diversi (ricerca e monitoraggio di risorse minerarie, ricerca scientifica, pesca, attività militari). Esempi di attività che dovrebbero richiedere un permesso sono: esplorazioni oceanografiche che utilizzano sorgenti acustiche molto potenti e/o sistemi acustici di posizionamento; sistemi acustici di deterrenza (pingers per le reti da pesca e altri sistemi deterrenti per proteggere allevamenti di pesce o prese a mare di impianti industriali)

In tutti i casi dove ci si aspettino livelli di rumore elevati in aree frequentate da cetacei, applicare le linee generali e quelle nella sezione pratica.

Bibliografia

Abdulla A., London O. (editors), 2008. Maritime traffic effects on biodiversity in the Mediterranean Sea: Review of impacts, priority areas and mitigation measures. Malaga, Spain: IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Report 2008-042. 184 pp.

Agardy T., Aguilar N., Cañadas A., Engel M., Frantzis A., Hatch L., Hoyt E., Kaschner K., LaBrecque E., Martin V., Notarbartolo di Sciara G., Pavan G., Servidio A., Smith B., Wang J., Weilgart L., Wintle B. and Wright A.. 2007. A Global Scientific Workshop on Spatio-Temporal Management of Noise. Report of the Scientific Workshop. 51+vii pages.

Balcomb, K.C., III and D.E. Claridge. 2001. A mass stranding of cetaceans caused by Naval SONAR in the Bahamas. Bahamas J. Sci. 8(2):2-12.

MacLeod and Mitchell. Key areas for beaked whales worldwide. J. Cetacean Res. Manage. (2006) vol. 7 (3) pp. 309-322.

NMFS. 2000. Small takes of marine mammals incidental to specified activities; marine seismic reflection data collection in southern California/Notice of reception of application. Fed. Regist. 65(60, 28Mar.):16374-16379.

NURC, 2009. Marine Mammals Risk Mitigation Rules and Procedures. <http://www.nurc.nato.int/publications/pubs/2009/NURC-SP-2009-002.pdf>

PAVAN G., 2002. Effects of underwater noise on marine mammals. Les effets des bruits sous-marins sur les mammifères marins. Bulletin ACCOBAMS, 4 (February 2002): 11-14.

Pavan G., 2007. Acoustic Risk Mitigation in the Mediterranean Sea. Proc. Underwater Defence Technology (UDT 2007). Published on CDROM.

Pavan G., 2007. Guidelines to address the issue of the impact of anthropogenic noise on marine mammals in the ACCOBAMS area. Report prepared for the 4th ACCOBAMS Scientific Committee. ACCOBAMS SC4 Doc 18.

Richardson, W. J., C. R. Green, Jr., C. I. Malme, and D. H. Thomson. 1995. Marine Mammals and noise. Academic Press, San Diego, 576 p.

S. Bräger, K. Brensing, R. Caddell, K. C. Detloff, S. Dolman, P. Evans, V. Frank, J. Haelters, R. Kless, K. Lucke, L. Nunny, G. Pavan, M. Simmonds (Convenor), H. Westerberg, 2009. Report of the Intersessional Working Group on the Assessment of Acoustic Disturbance. ASCOBANS.

Appendice 1
 Esempi di Spreadsheet XLS con campi descrittivi per la registrazione dei dati di avvistamento

2	3	4	5	Date				Observer(s)	Time			Vessel Position		Seismic Activity			Environmental Conditions														
				Obs. Loc	Day	Month	Year		Line #	WS or VE	#1	#2	#3	#4	H	Min	Sec	Lat Deg	Min	Sec	Long Deg	Min	Sec	Activity	# Guns	Array Volume	Array Depth	Wind Force	Visibility #km	Light or Dark	Glare Amount
940	TO	23	7	2009	MGL0908_24		BD	JN				13	32	37	18	50	27	120	32	16	LS	27	4950	8	5	8	L	MO	11/2	3343	NO
941	TO	23	7	2009	MGL0908_24		JB	DA	JN			14	01	04	18	50	06	120	30	31	LS	27	4950	8	5	8	L	MO	12/1	3376	NO
942	TO	23	7	2009	MGL0908_24		JB	DA	JN			14	11	03	18	50	04	120	29	64	SD	0	0	X	5	8	L	MO	11/2	3381	NO

2	3	4	5	Marine Mammals/Turtles												13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Sighting ID	Species	Number	Movement	Behav #1	Behav #2	Where A1	Where T1	Initial Distance	# Pericles	# Eyeball	# Meters	Sighting Cue	ID	Reliability	Face	Comments																																																																																							
940																																																																																																							
941																																																																																																							
942																FINISHED WITH SEISMIC PORTION OF THE CRUISE																																																																																							
943																PAM OUT OF THE WATER																																																																																							

Appendice 2
Esempio di maschera inserimento dati acustici.

Log Panel

Latitude	Longitude	Speed	Depth	Line	Activity	Guns	Sound	Species	Quality	Quantity	Rec	Visual ID / Species
1055.3977	08640.5516	003.6	423.8	38	LS	3						

Date: 131204 Time: 230946 GMT Heading: 212.9 PAM ID: Description: NO SIG

Observer: GP Effort:

Get Ship Data First!

Clear NMEA Data Clear Seismic Data Clear Acoustic Data

SAVE

Create Qzi WayPoint

Center Map Help

UDP NMEA
Read Port: 11116 \$GPRMC,230958,A,1055.3872,N,08640.5586,W,003.6,208.5,131204,001.0,E*64

23:09:58

Min/Max Form
Initialize Excel
ExcelSheet1
Saved Row 192 at 230032
Last PAM ID A175 at 153732
Help.html