



**RAPPORTI TECNICI  
SULLA COMPATIBILITA' AMBIENTALE  
DELLE ATTIVITA' OFFSHORE ENI DIV. AGIP  
IN RELAZIONE A  
ROTTE MIGRATORIE DI SPECIE ITTICHE DI RILEVANTE  
INTERESSE  
E  
CETACEI**

**Novembre 1999**

# **RAPPORTI TECNICI RELATIVI ALLA COMPATIBILITA' AMBIENTALE DELLE ATTIVITA' OFFSHORE ENI DIV. AGIP IN RELAZIONE A ROTTE MIGRATORIE DI SPECIE ITTICHE DI RILEVANTE INTERESSE E CETACEI**

## **Indice**

### **PARTE PRIMA - Specie ittiche**

- 1. Area tra Ancona e Civitanova Marche**
- 2. Area di S.Benedetto del Tronto**
- 3. Area tra Giulianova ed Ortona**
- 4. Area tra Termoli e le Tremiti**
- 5. Adriatico Meridionale**
- 6. Ionio Settentrionale (Golfo di Taranto)**

### **PARTE SECONDA - Cetacei Mar Adriatico**

### **PARTE TERZA - Giudizio di compatibilità ambientale per singolo Permesso di Ricerca**

#### **Autori:**

- M. Azzali - CNR, Istituto Ricerche sulla Pesca Marittima, ANCONA**  
**G. Marano - Lab. Provinciale di Biologia Marina, BARI**  
**C. Piccinetti - Univ. di Bologna, Lab. Biologia Marina e Pesca, FANO**  
**A. Tursi - Università di Bari, Dipartimento di Zoologia, BARI**

**CEOM (Palermo) ha svolto la funzione di coordinamento generale**

# **PARTE SECONDA**

**Cetacei**

**Mar Adriatico**





- C. N. R. -

ISTITUTO DI RICERCHE SULLA PESCA MARITTIMA

( I. R. P. E. M. )

60125 ANCONA .....  
LARGO FIERA DELLA PESCA  
TEL.: (+39) 071/207881  
FAX: (+39) 071/55313  
P.I.: IT. 02118311006

PROT...../.....

## Attività petrolifera e rotte migratorie di specie di cetacei in alcune aree del Medio Adriatico.

**Riassunto.** Le attività umane come il traffico marittimo e le attività petrolifere, che producono in mare rumori di varia intensità e frequenza, costituiscono la causa principale dell'inquinamento acustico e possono avere delle influenze sulla fauna marina e in particolare sui cetacei. I rumori prodotti dall'uomo causano due tipologie di effetto: la prima, acuta, provoca traumi meccanici all'apparato acustico dei cetacei. La seconda, subacuta, più difficile da definire, causa: 1) disturbi ed interruzioni nelle comunicazioni acustiche, fondamentali per la vita sociale dei cetacei; 2) alterazioni delle rotte di migrazione; 3) disgregazione dei banchi dei piccoli pelagici, abituali prede dei delfini.

Scopo della presente ricerca consiste nell'indicare quali aree dell'Adriatico si presentano a maggiore sensibilità per i cetacei, se sottoposte ad attività che provocano rumori, e in particolare nello stimare i livelli di rischio di quelle sei aree situate in medio Adriatico e chiamate qui permessi di ricerca, che saranno interessate da attività petrolifere nel prossimo futuro. Il livello di pericolosità di queste aree (Alto, Medio e Basso) è stato stimato, relativamente alle popolazioni dei cetacei dell'Adriatico ed è stato stabilito in base ai seguenti parametri riguardanti tali popolazioni: 1) distribuzione geografica degli avvistamenti; 2) numero di individui per avvistamento; 3) spostamenti interannuali; 4) specie.

Sono state utilizzate tre diverse fonti di dati: 1) echosurvey effettuati dalla nave di ricerca S. Lo Bianco (1988-1998); 2) compagnia di navigazione Adriatica (1988-1998); 3) Fondazione Cetacea di Riccione-WWF (Progetto di ricerca "Onde dal Mare" 1993-1996).

Nei vari permessi di ricerca si è valutata la pericolosità annuale e stagionale, tenendo conto, nel secondo caso, degli avvistamenti rilevati nel periodo estivo ed invernale. Particolare riguardo è stato dato sia al rischio medio annuale (senza tenere conto degli spostamenti) sia agli spostamenti interannuali. Si è trovato che i permessi di ricerca presentano un livello di rischio Medio, relativamente alle altre aree dell'Adriatico, con delle variazioni su arco stagionale, proprio in base agli spostamenti. Tenendo conto del numero di avvistamenti e del numero di individui per avvistamento tra le sei aree, quelle a rischio più elevato sembrano essere le due situate a sud di Ancona (indicate con le sigle 485 e 478). Gli avvistamenti di specie di cetacei particolari per l'Adriatico (grampi, capodogli e balenottere) in queste due aree, anche se costituiscono eventi rari, consigliano di guardarle con particolare attenzione.

## 1. Introduzione

Alcune attività dell'uomo come quelle legate al traffico marittimo, alla pesca ed alla ricerca e sfruttamento petrolifero, che producono nel mare rumori di diversa natura per intensità e frequenza, possono avere delle influenze sulla fauna marina ed in particolare sui cetacei. Al momento non ci sono dati sperimentali sui livelli di energia a varie frequenze che potrebbero causare danni fisici ai mammiferi marini. Tuttavia si sa che l'apparato acustico dei mammiferi marini, pur essendosi evoluto rispetto a quello dei mammiferi terrestri così da essere sensibile a una gamma di frequenze e di pressione decine di volte superiore, ha mantenuto fondamentalmente la fragilità anatomica di quello dei mammiferi terrestri (Ketten, 1992 and 1993). I traumi prodotti sui mammiferi terrestri da picchi di pressione o dall'esposizione prolungata ad alti livelli di pressione sono stati suddivisi nella letteratura in tre categorie:

- a) Modesti (con recupero totale). Paura, vertigini, perdita temporanea dell'udito.
- b) Moderati (perdita parziale dell'udito). Otiti, rottura della membrana timpanica, sanguinamento dell'orecchio medio.
- c) Gravi (perdita permanente dell'udito o morte). Frattura degli ossicini, della finestra ovale e danni alla coclea.

In particolare nell'uomo (Lehnard, 1986; Liberman, 1990) sovrappressioni che producono la rottura del 50% della membrana timpanica, possono variare a seconda dei soggetti da 57 a 345 kPa. In genere per i mammiferi terrestri con anatomia dell'orecchio più simile a quella dei cetacei (pecore e suini) la sovrappressione in aria che provoca traumi del tipo b) o c) è maggiore di 70kPa. I pochi dati disponibili indicano che questi mammiferi terrestri, quando sono immersi in acqua, sono soggetti agli stessi traumi (b o c) a pressioni più basse che in aria (55kPa) (Richmond et al., 1989). Si può supporre che per i cetacei le sovrappressioni capaci di avere conseguenze, siano dello stesso ordine di grandezza (ad esempio tra 30 e 50 kPa; Ketten, 1995). Tuttavia la perdita anche parziale dell'udito nei cetacei e soprattutto nei delfini può portare alla morte nel giro di qualche mese per l'impossibilità di cacciare e di mantenere rapporti sociali. Nei mammiferi terrestri, che utilizzano la vista come senso principale, la perdita dell'udito ha conseguenze meno drammatiche.

I rumori prodotti dall'uomo potrebbero avere effetti più difficili da valutare come disturbi o interruzioni nelle comunicazioni acustiche, essenziali per la vita sociale e di gruppo dei delfini, alterazioni nel comportamento riproduttivo, alterazioni nelle rotte di migrazione (Ketten, 1995), rarefazione delle aree di foraggiamento: infatti certi suoni a bassa frequenza (<3kHz) hanno un effetto disgregante sui banchi dei piccoli pelagici, che sono le prede abituali dei delfini (ma anche dell'uomo) (Azzali *et al.*, 1998).

Sfortunatamente ci sono al momento pochissimi dati, sporadici e talvolta contraddittori (Thomas *et al.*, 1990), per supportare queste ipotesi. Di conseguenza l'impatto del livello e frequenza del rumore sulla fauna marina e in particolare sui delfini rimane in gran parte sconosciuto. In tale ottica il presente studio non si propone di indagare sul tipo di attività acustica che può provocare danni diretti o indiretti sulle popolazioni di cetacei in Adriatico, ma piuttosto di indicare quali zone dell'Adriatico presenterebbero, se fossero oggetto di tali attività, un pericolo più o meno elevato in base a certi parametri (avvistamenti, numero di individui per avvistamento, spostamenti interannuali, specie) raccolti sulle popolazioni di cetacei in Adriatico dal 1988 al 1998.

Gli avvistamenti, ripetuti per un considerevole numero di anni (10 anni nel nostro caso), sono il parametro più attendibile per valutare la presenza dei cetacei in una certa area di mare e quindi per dare un indice di pericolosità dell'area rispetto ad attività che producono rumori.

Il secondo parametro preso in considerazione è il numero di individui di ciascun avvistamento. Tale parametro però è soggetto ad errori notevoli e quindi poco affidabile. Esso è stato usato solo a verifica dei risultati ricavati dagli avvistamenti.

Il terzo parametro preso in considerazione è costituito dalla specie avvistata (tursiopi, stenelle, delfini comuni, altri delfinidi e cetacei). Anche questo parametro presenta incertezze e quindi è stato usato come dato di supporto alla definizione del livello di pericolosità. Nel caso specifico il livello di pericolosità è stato valutato esclusivamente in base al numero di avvistamenti.

Gli avvistamenti di cetacei in Adriatico presentano una distribuzione geografica "a macchie" di diversa grandezza e densità. Il numero di individui per avvistamento, ovvero la consistenza dei branchi, varia da qualche unità a qualche centinaio di individui. Distribuzioni con caratteristiche simili sono state rilevate, durante i survey acustici, sulle popolazioni di piccoli pelagici. Come necessaria continuazione del presente studio ci si propone di valutare se esiste una significativa

correlazione tra la distribuzione geografica dei delfini e quella delle loro prede (piccoli pelagici). Le eventuali aree in cui la correlazione tra la presenza dei delfini e quella delle loro prede è elevata, possono certamente essere considerate aree di pascolo in cui l'attività umana può causare delle interferenze.

## **2. Materiali e metodi**

### **2.1 I dati sui delfini**

I dati sui delfini si riferiscono al periodo 1988-1998 e sono stati acquisiti da tre fonti:

a) Dati acquisiti dalla nave Salvatore Lo Bianco durante gli echosurvey.

L'Adriatico da Trieste a Brindisi e dalla costa italiana alla "Mid-line" è stato campionato ogni anno dal 1988 al 1998 nella stagione estiva in Luglio (basso Adriatico) e in Settembre/Ottobre (alto e medio Adriatico). Il campionamento acustico (echosurvey), che segue una traiettoria a zig-zag ininterrotta nello spazio e nel tempo (Fig.1A), si propone di stimare la biomassa e la distribuzione spaziale dei piccoli pelagici (sardine, acciughe, spratti ecc.) e contemporaneamente di rilevare la presenza dei cetacei. Le osservazioni sono state condotte da due persone dal punto più alto della nave con un angolo di visuale di 360° dal sorgere al tramontare del sole. Per ogni avvistamento sono stati annotati su schede appositamente preparate:

- Posizione geografica della nave (latitudine, longitudine) e distanza della nave dai cetacei;
- Data ed ora;
- Dimensione del gruppo (numero di individui);
- Specie e composizione del gruppo (adulti/piccoli);
- Commento sul comportamento del gruppo (caccia, navigazione, socializzazione ecc.).

Gli avvistamenti rilevati con il S. Lo Bianco sono stati 37 (~12% del totale).

b) Dati acquisiti dalla compagnia di navigazione "Adriatica".

Dal 1988 il C.N.R. di Ancona e la compagnia di navigazione Adriatica hanno stipulato un accordo che prevede che gli ufficiali di guardia sulle navi in transito in Adriatico rilevino la presenza di cetacei su moduli identici a quelli usati sul Salvatore Lo Bianco. Le rotte, i porti di partenza e di

arrivo delle navi sono rappresentati in Figura 1B. Gli avvistamenti sono stati effettuati dalle navi di durante tutti i mesi dell'anno, anche se la frequenza dei collegamenti è diversa tra l'estate e l'inverno, senza tenere conto delle acque territoriali. Tali avvistamenti, a differenza di quelli fatti dal Salvatore Lo Bianco non sono associati con le misure di biomassa delle prede dei cetacei.

Gli avvistamenti rilevati dalle navi di linea sono stati 164 (~54% del totale)

c) Dati acquisiti dalla fondazione "Cetacea" di Riccione.

Altri dati sull'avvistamento di cetacei sono stati raccolti grazie al progetto "Onde dal mare", promosso dalla fondazione Cetacea di Riccione e dal WWF-Italia. Questi dati riguardano il periodo Agosto 1993-Agosto 1996. Gli avvistamenti sono stati effettuati da persone che frequentano quotidianamente il mare (pescatori, militari e forze di polizia) e sono trasmessi tramite un canale radio VHF installato negli uffici della fondazione Cetacea presso il delfinario di Riccione.

Gli avvistamenti della fondazione Cetacea sono stati 100 (~34% del totale).

Si può dire che gli avvistamenti acquisiti nei modi sopradescritti rappresentano un campionamento casuale (anche se quantitativamente limitato e decisamente non esaustivo) dell'Adriatico.

## 2.2 Elaborazione dei dati sui delfini

I dati sui cetacei sono stati elaborati nel contesto geografico rappresentato in Figura 2. Le coordinate geografiche Latitudine e Longitudine sono state trasformate in coordinate cartesiane X,Y. Una cella elementare è uguale ad 1 miglio nautico quadrato. L'Adriatico esaminato in questa ricerca è racchiuso in una finestra (o carta elettronica) di dimensioni 360x150 miglia nautiche. La finestra è stata ruotata di 53° in senso orario, così che l'asse X ha una direzione rispetto al Nord di 53° e l'asse Y di 143°.

Gli avvistamenti dei cetacei sono stati riferiti a quadrati aventi 30 miglia nautiche di lato. Le dimensioni del quadrato sono state scelte in modo da avere la maggior parte dei quadrati con qualche avvistamento.

### 2.3 Livello di rischio stimato in base agli avvistamenti annuali.

Chiamiamo configurazione di riferimento un vettore le cui componenti  $k$  rappresentano gli avvistamenti che si avrebbero in ciascun quadrato  $A_k$  se i delfini fossero distribuiti uniformemente in tutta l'area:

$$C_r = N_t \left( \frac{A_1}{A_t}, \frac{A_2}{A_t}, \dots, \frac{A_n}{A_t} \right)$$

dove  $N_t$  rappresenta il numero totale degli avvistamenti dei cetacei,  $A_t$  l'area totale presa in esame e  $A_k$  ( $k=1,2 \dots n$ ) l'area di ogni quadrato che in genere è 900 miglia quadrate, salvo in quelle aree che confinano con la terra.

In realtà la configurazione effettiva è data da:

$$C = N_t \left( \frac{N_1}{N_t}, \frac{N_2}{N_t}, \dots, \frac{N_n}{N_t} \right)$$

dove  $N_k$  ( $k=1,2, \dots n$ ) rappresenta il numero di avvistamenti fatti nel quadrato  $k$ .

Lo spostamento della configurazione effettiva da quella di riferimento è data da:

$$S = C - C_r = N_t \left( \left( \frac{N_1}{N_t} - \frac{A_1}{A_t} \right), \left( \frac{N_2}{N_t} - \frac{A_2}{A_t} \right), \dots, \left( \frac{N_n}{N_t} - \frac{A_n}{A_t} \right) \right)$$

Le componenti del vettore  $S$  possono essere positive, nulle o negative; in ogni caso la loro somma è uguale a zero.

I segni + identificano i quadrati della regione che offrono "comfort" superiori alla media ai delfini (zone ricche di preda o con condizioni ambientali favorevoli), viceversa i segni - identificano quadrati che offrono minori "comfort" rispetto alla media. In base a questo approccio, che tiene

conto del solo parametro "avvistamento" durante l'intero anno, sono state classificate le aree in tre categorie:

- Aree ad elevato rischio, dove il numero di avvistamenti superava del 50% quelli ipotetici di riferimento

$$\left( \frac{N_k}{N_t} > \frac{A_k}{A_t} (1 + 0.50) \right)$$

Si tratta di aree che presentano condizioni ambientali particolarmente favorevoli alla presenza di cetacei.

- Aree a basso rischio, dove il numero di avvistamenti è inferiore del 50% a quelli ipotetici di riferimento. Si tratta di aree con condizioni ambientali piuttosto ostili ai cetacei.
- Aree a medio rischio, dove il numero di avvistamenti è intermedio tra i due precedenti. Si tratta di aree che presentano un livello di "comfort" buono per i cetacei.

I permessi di ricerca sono classificati allo stesso modo, a seconda dei quadrati in cui ricadono. Tale classificazione può essere fatta prendendo come riferimento l'intero Adriatico, o una parte di esso (da Pesaro al Gargano). Nel primo caso si suppone che le popolazioni di cetacei possano spostarsi in tutto l'Adriatico, nel secondo che le popolazioni del Nord, del Medio (da Pesaro al Gargano) e del Sud rimangano separate.

#### 2.4 Livello di rischio stimato sugli avvistamenti inverno/estate.

Lo stesso procedimento descritto in 2.1 è stato usato per gli avvistamenti rilevati nel periodo estivo (qui considerato da Maggio ad Ottobre) e per quello invernale (Novembre-Aprile). In questo caso si ricavano due spostamenti rispetto alla configurazione di riferimento  $S_e$  e  $S_i$ ; il cui confronto dà approssimativamente un'idea delle rotte di migrazione dei cetacei che presumibilmente sono anche quelle delle loro prede (piccoli pelagici). In questo caso ogni quadrato può assumere uno dei tre livelli di rischio (alto, medio, basso) nel periodo estivo, invernale o in tutto l'anno (calcolato come in 2.3). Si è dato un peso a tali livelli (alto=3;

medio=2; basso=1) e si è calcolato il livello di rischio di ogni quadrato sommando i livelli di rischio estivi, invernali e annuali. In questa stima, che tiene conto anche dei movimenti a largo raggio dei cetacei, si hanno sette livelli di rischio (molto alto, alto, medio alto, medio, medio basso, basso, molto basso). Le aree contenenti i permessi di ricerca assumono il livello di rischio dei quadrati che le contengono.

### 2.5 Livello di rischio stimato in base al numero di individui avvistato.

Ogni avvistamento  $i$  è stato rappresentato dalla posizione  $(x_i, y_i)$  e dal numero di individui che componevano il gruppo  $(n_i)$ . Si è calcolato il baricentro geografico degli avvistamenti per riga e per colonna, prendendo il numero di individui di ogni avvistamento come peso:

$$X_r = \frac{\sum x_i \cdot n_i}{n_r}, \quad Y_r = \frac{\sum y_i \cdot n_i}{n_r} \quad r = 1, 2, \dots, 12 \text{ numero delle righe}$$

dove:  $X_r, Y_r$  rappresentano il baricentro per riga.

$$X_c = \frac{\sum x_i \cdot n_i}{n_c}, \quad Y_c = \frac{\sum y_i \cdot n_i}{n_c} \quad c = 1, 2, \dots, 5 \text{ numero delle colonne}$$

dove:  $X_c, Y_c$  rappresentano il baricentro per colonna.

In tal modo sono state ricavate due linee baricentriche una per riga e l'altra per colonna. Il peso di ogni baricentro è stato suddiviso in tre livelli di pericolosità :

- livello di pericolosità alto (peso del baricentro tra 302 e 776 individui), colore rosso;
- Livello di pericolosità medio (peso del baricentro tra 172 e 301 individui), colore giallo;
- Livello di pericolosità basso (peso del baricentro tra 121 e 171 individui), colore verde.

I quadrati a rischio maggiore sono quelli attraversati dalle linee baricentriche con livelli di pericolosità determinati dal peso del baricentro. La pericolosità dei quadrati non attraversati dalle linee baricentriche è stato valutato tenendo conto della loro distanza da queste linee.

### 2.6 Livello di rischio stimato sulla base delle specie avvistate.

Le specie di delfini avvistate sono state aggregate per quadrato col seguente criterio:

- Quadrati con avvistamenti di tursiopi e delfinidi non identificati (colore azzurro e lettera A). A tali quadrati, quasi monospecifici, è stato attribuito un livello di rischio basso;
- Quadrati contenenti, oltre a tursiopi e delfinidi non identificati, anche le stenelle (colore fuxia e lettera B). A tali quadrati è stato attribuito un livello di rischio medio;
- Quadrati contenenti tutte le specie di delfini che abitano l'Adriatico (tursiopi, stenelle e delfini comuni). A tali quadrati (colore grigio e lettera C) è stato attribuito il livello di rischio più elevato.

Tale suddivisione e classificazione del rischio è stata operata sia per gli avvistamenti annuali, sia per quelli estivi e invernali.

Gli avvistamenti di specie eccezionali per l'Adriatico (grampi, capodogli e balenottere) sono stati considerati a parte.

Anche riguardo alle specie, il livello di rischio delle aree contenenti i permessi di ricerca è stato valutato in base a quello dei quadrati che le contengono.

### 3. Risultati

#### 3.1 Gli avvistamenti annuali.

La distribuzione di tutti gli avvistamenti è riportata in Figura 3. In Figura 4A è riportato il numero di avvistamenti per ciascun quadrato in cui è stata suddivisa l'area e in Figura 4B sono indicate le estensioni di ciascun quadrato (in genere  $900 \text{ nm}^2$ , salvo che al contorno). L'elaborazione di tali dati, secondo la tecnica descritta in 2.1, porta ai risultati rappresentati in forma numerica nella Figura 5 e come livelli di rischio in Figura 6. Nelle Figure 5A e 6A le stime sono state fatte prendendo come area di riferimento l'intero Adriatico. Questo presuppone che i delfini (tursiopi, stenelle e delfini comuni) possano spostarsi in tutto l'Adriatico, a seconda delle condizioni ambientali ed alimentari. Nelle Figure 5B e 6B l'Adriatico è stato suddiviso in tre zone (Alto, Medio e Basso Adriatico) e le stime sono state fatte solo relativamente al Medio Adriatico in cui cadono i permessi di ricerca. In questo caso si suppone che i delfini del Medio Adriatico costituiscano una popolazione separata da quelle dell'Alto e del Basso Adriatico. Questa seconda ipotesi, che porta ad un aumento del livello di rischio delle aree contenenti i permessi di ricerca, è meno credibile della prima ed è stata sviluppata, da un punto di vista metodologico, esclusivamente per stimare il livello massimo teorico di rischio delle aree sotto esame.

#### 3.2 Livelli di rischio dei permessi di ricerca valutati in base agli avvistamenti annuali.

Prendendo come riferimento (territorio di distribuzione dei delfini) l'intero Adriatico, risulta che (Fig. 6A):

- Il permesso di ricerca 485 è contenuto in due quadrati (16 e 17, vedi Fig. 2) che presentano un livello di rischio Medio, secondo la definizione data in 2.1. Inoltre tali quadrati confinano a Nord e a Sud con quadrati allo stesso livello di rischio e questo accresce l'attendibilità della stima;

- Lo stesso livello di rischio (Medio) presenta il permesso di ricerca 478, contenuto nel quadrato 20 anch'esso circondato da quadrati a livello di rischio Medio;
- I permessi 481, 482 e 487 sono contenuti in gran parte nel quadrato 24 e in piccola parte nei quadrati 20 e 28. Il quadrato 24 ha un livello di rischio Medio, ma confina ad Est col quadrato 25, a rischio Molto Basso. Nel quadrato 25 non sono mai stati avvistati cetacei (vedi Fig. 4A). Questo fatto rende meno pericolosi i permessi 481, 482 e 487 rispetto ai due precedenti, che pur si trovano allo stesso livello di rischio.
- Il permesso 483 è contenuto per la maggior parte in un quadrato a livello di rischio Medio (28) e in un quadrato a rischio Basso (29), in piccola parte in un quadrato a rischio Molto Basso (33), dove non sono mai stati avvistati mammiferi marini (vedi Fig. 4A).

Se le stime nei permessi di ricerca sono fatte usando lo stesso procedimento, ma prendendo come riferimento solo il Medio Adriatico (vedi Fig. 5B e 6B), allora il livello di rischio aumenta per i permessi 485 (Medio Alto) e 478 (Alto), mentre rimane immutato (Medio) per i permessi 481, 482, 487 e per il permesso 483. Bisogna tuttavia ripetere quanto detto sopra, e cioè che tale ipotesi non è realistica e serve solo a mostrare i livelli di rischio teorico massimo. In seguito non sarà presa in considerazione (l'area di riferimento sarà considerata l'intero Mare Adriatico).

3.3 Livello di rischio dei permessi di ricerca in base agli avvistamenti annuali e al numero di cetacei per avvistamento.

In Figura 7 sono riportate le linee baricentriche degli avvistamenti, prendendo come peso di ogni avvistamento il numero dei cetacei, come illustrato in 2.5.

La linea baricentrica, calcolata per righe, indica che il permesso 485 è a rischio Medio Alto, perché il baricentro della quinta riga cade nel quadrato 17, che è uno dei due contenenti il 485, e il peso di tale baricentro appartiene al secondo livello (colore giallo).

Il permesso 478 si trova a un livello di rischio Medio. Il baricentro della sesta riga cade nel quadrato adiacente (21) a quello contenente l'area (20) e il peso di tale baricentro appartiene al primo livello (colore rosso).

I permessi 481, 482 e 487 sono a un livello di rischio Basso. Il baricentro della settima riga cade in un quadrato (26) lontano da quello contenente l'area (24) e il peso di tale baricentro appartiene al terzo livello (colore verde).

Il permesso 483 si trova a un livello di rischio Medio Basso. Il baricentro della ottava riga cade in uno dei due quadrati (29) contenenti l'area e il peso di tale baricentro appartiene al terzo livello (colore verde).

La linea baricentrica calcolata per colonne, conferma che il permesso 485 è quello a rischio più elevato. La linea baricentrica attraversa il quadrato 17 contenente l'area e i baricentri della prima e seconda colonna cadono in due quadrati (12 e 13) adiacenti a quelli contenenti il permesso 485 (16 e 17). I pesi di tali baricentri appartengono entrambi al primo livello (colore rosso).

I rimanenti permessi (478; 481,482 ,487; 483) si trovano lontani dalla linea baricentrica per colonne e presentano un livello di rischio Basso.

3.4 Livello di rischio dei permessi di ricerca stimato in base agli spostamenti dei cetacei tra il periodo estivo e quello invernale.

In Figura 8 sono riportati gli avvistamenti estivi (232) ed invernali (69).

La notevole differenza nel numero degli avvistamenti effettuati nei due periodi (circa 3.3:1) dipende innanzi tutto dalle diverse condizioni meteo-ambientali (in estate ci sono più ore di luce e la visibilità è in genere migliore), in secondo luogo dal numero dei campionamenti (le campagne di echosurvey sono fatte solo in estate e la frequenza dei collegamenti delle navi di linea diminuisce in inverno). Il numero di delfini avvistati d'estate (2494) è maggiore del numero dei delfini avvistati in inverno (1260), ma in proporzione inferiore (circa 2:1) rispetto agli avvistamenti (vedi Tav.1). Ciò può essere spiegato dalla constatazione che d'inverno i branchi di cetacei siano composti da più individui che non in estate.

In Figura 8 è riportata la distribuzione geografica degli avvistamenti estivi (colore rosso) e invernali (colore blu). Il confronto tra le due distribuzioni sembra indicare che i delfini in inverno tendano a spostarsi verso Sud, muovendosi parallelamente alle coste italiane e jugoslave ed evitando la zona centrale dell'Adriatico con profondità oltre i 100 m. Nella Figura 9 sono riportati

gli avvistamenti rilevati in estate (A) e in inverno (B), che , elaborati con la tecnica descritta in 2.3, producono i livelli di rischio rappresentati in figura 10A (estate) e 10B (inverno). Confrontando le due distribuzioni degli avvistamenti (vedi Fig. 11) si vede che:

- I quadrati 16 e 17, che contengono il permesso di ricerca 485 sono attraversati da un flusso Medio(estate)/Basso (inverno) di delfini;
- Il quadrato 20, che contiene il permesso di ricerca 478, è attraversato da un flusso Medio(estate)/Medio (inverno) di delfini;
- Il quadrato 24, che contiene i permessi di ricerca 481,482 e 487 è attraversato da un flusso Medio (estate)/Medio (inverno) di delfini;
- Il quadrato 28, che contiene il permesso di ricerca 483, è attraversato da un flusso Basso (estate)/Alto (inverno) di delfini.

Nella Figura 12 la pericolosità in base agli avvistamenti annuali, estivi e invernali, è stata classificata in una scala a sette livelli, assegnando un punteggio di 3 al rosso, 2 al giallo e 1 al verde sommando i punteggi estivo, invernale e annuale. In base a tale valutazione, che tiene conto oltre che della distribuzione annuale degli avvistamenti anche dei loro spostamenti interannuali, si hanno i seguenti livelli di rischio per ogni permesso di ricerca:

- Il permesso di ricerca 485 ha un livello di pericolosità 3 (Medio basso);
- Il permesso di ricerca 478 ha un livello di pericolosità 4 (Medio);
- I permessi di ricerca 481, 482e 487 hanno un livello di pericolosità 4 (Medio);
- Il permesso di ricerca 483 ha un livello di pericolosità 4 (Medio).

### 3.5 Livello di rischio dei permessi di ricerca in base al tipo e numero di specie avvistate.

La classificazione degli avvistamenti in base alle specie di delfini presenta un notevole margine di incertezza. In Tavola 1 sono riportate le specie avvistate sia su base annuale sia stagionale. Il numero di avvistamenti in cui non è stato possibile identificare la specie (delfinidi) costituisce il 38% del totale annuale (in estate la percentuale sale al 45 e in inverno scende al 15). In Figura 13 è riportata la distribuzione geografica degli avvistamenti suddivisa per specie col seguente criterio:

Azzurro con la lettera A = tursiopi e delfinidi;

Fuxia con lettera B= A+stenelle;

Grigio con lettera C=B+delfini comuni.

Le aree interessate da più specie (C) sono considerate a rischio Alto, quelle interessate da due specie (B) a rischio Medio e quelle interessate da una sola specie (A) a rischio Basso. In base a tale criterio il livello di rischio delle aree contenenti i permessi di ricerca, valutato su base annuale, risulta il seguente:

- L'area in cui ricade il permesso 485 (quadrati 16 e 17) è abitata da almeno due specie di delfini (A quadrato 16 e B quadrato 17) e quindi può considerarsi a rischio Medio;
- L'area in cui ricade il permesso 478 (quadrato 20) è abitata da tre specie di delfini e quindi a rischio Alto;
- Le aree in cui ricadono i permessi di ricerca 481, 482 e 487 sono abitate almeno da due specie di delfini (B quadrato 24) e quindi possono essere classificate a rischio Medio;
- L'area in cui ricade il permesso 483 è abitata soprattutto da una specie di delfini (A quadrato 28) e solo marginalmente da due specie (B quadrato 29) e quindi può ritenersi a rischio Basso/Medio (o Basso+).

I livelli di rischio, valutati su base annuale, subiscono delle variazioni a causa degli spostamenti interannuali dei delfini. In Tavola 1 sono riportati gli avvistamenti per specie nel periodo estivo e invernale e in Figura 14A e B la distribuzione geografica di tali avvistamenti rispettivamente in estate e in inverno. Dal confronto delle due distribuzioni risulta che:

- L'area in cui ricade il permesso 485 (quadrati 16 e 17) in estate è popolata soprattutto da tursiopi, mentre in inverno solo il quadrato 17 è popolato da delfini, che appartengono almeno a due specie (tursiopi e stenelle);
- L'area in cui ricade il permesso 478 (quadrato 20) in estate sembra abitata da tre specie di delfini (tursiopi, stenelle e delfini comuni), mentre in inverno sembra popolata solo da due specie (tursiopi e stenelle);
- Nelle aree in cui ricadono i permessi 481, 482 e 487 (quadrato 24) in estate sono stati avvistati solo tursiopi mentre in inverno sono state avvistate anche stenelle;

- Nell'area in cui ricade il permesso di ricerca 483 (quadrato 28 e 29) in estate sono stati avvistati solo tursiopi, mentre in inverno, nel quadrato più esterno (29), sono state avvistate anche stenelle.

In genere sembra che le stenelle siano la specie più mobile, che in inverno si sposta verso Sud attraversando le aree contenenti i permessi di ricerca 485, 481, 482 e 487 e 483, abitate in estate solo da tursiopi. Nell'area 478 in estate c'è più varietà di specie che in inverno.

### 3.6 Avvistamenti di specie di cetacei particolari per l'Adriatico.

In Tavola 2 e in Figura 16 sono riportati avvistamenti di specie particolari per l'Adriatico (grampi, capodogli e balenottere). La maggior parte di tali avvistamenti riguarda il Basso Adriatico. Tuttavia un avvistamento di balenottere è occorso nel quadrato 17, che interessa il permesso di ricerca 485; un avvistamento di capodogli e uno di grampi sono stati effettuati nei quadrati 20 e 21 che interessano il permesso di ricerca 478. La presenza, anche se occasionale, di specie rare per l'Adriatico ci induce a guardare tali aree con particolare attenzione, nonché alla necessità di approfondire la problematica con delle indagini mirate.

### 3 Livello di rischio totale di ciascuno dei permessi di ricerca.

I livelli di rischio delle aree in cui ricadono i permessi di ricerca, rispetto ai cetacei e in particolare ai delfini sono state studiate da diversi punti di vista, in genere prendendo come riferimento l'intero Mare Adriatico.

I risultati sono sintetizzati in Tavola 3, dove ad ogni livello di rischio stimato nei paragrafi precedenti è stato assegnato un punteggio da 1 (Molto Basso) a 7 (Molto Alto), secondo la scala di Figura 12. Inoltre ad ogni tipo di stima è stato assegnato un peso che rappresenta la sua affidabilità (1=Bassa, 2=Media, 3=Alta). In base a questo criterio è stato calcolato un livello di rischio sintetico per ciascun permesso di ricerca, come è riportato in Tavola 3. Da tale tavola riassuntiva si vede che le aree contenenti i permessi di ricerca si presentano in modo omogeneo e costante rispetto al livello di rischio, che può valutarsi MEDIO, con riferimento alle popolazioni

di cetacei di tutto l'Adriatico. Un rischio leggermente superiore presenta il permesso di ricerca 478, seguito dal 485 e quindi dagli altri.

Dal momento che le attività umane che provocano un impatto sull'ambiente hanno conseguenze ancora in gran parte sconosciute sui cetacei, per prevenire danni di vario tipo (da quelli traumatici a quelli comportamentali) su tali animali e nello stesso tempo per approfondire la ricerca in questo campo si ritiene essenziale organizzare un programma di monitoraggio sui cetacei all'interno delle aree in cui ricadono i permessi di ricerca. Tale programma di monitoraggio andrebbe organizzato ed espletato funzionalmente alle operazioni di ricerca e perforazione esplorativa da condursi da parte ENI- divisione AGIP.

#### **Riferimenti bibliografici.**

Azzali, M. (1981) - A mathematical model useful to interpretate the electroacoustic data of sardines stocks in the Upper and Middle Adriatic. *In: International Workshop (. Magazzù G. e Guglielmo L Eds.)* : 71-103.

Ketten, D.R. (1992) - The marine mammal ear: Specializations for aquatic audition and echolocation. *In: The Evolutionary Biology of Hearing (. Webster, D. Fay, R. Popper, A. Eds)*, Springer-Verlang, New York, N.Y.: 717-754.

Ketten, D.R. (1993) - The cetacean ear: Form, frequency and evolution. *In: Marine Mammals Sensory Systems (Thomas, J.A., Kastelein, R.A. and Supin, A.Y. Eds.)*, Plenum Press, New York, N.Y.: 53-75.

Ketten, D.R. (1995) - Estimates of blast injury and acoustic trauma zones for marine mammals from Underwater explosions. *In: Sensory Systems of Aquatic Mammals (Kastelein R.A., Thomas J.A., Nachligall P.E. Eds.)* De Spil Publisher, Woerden, The Netherlands.

Lehnard, E. (1986) - *Clinical Aspects of Inner Ear Deafness*- Springer-Verlang, New York, N.Y.

Liberman, M.C. (1990) - Quantitative assessment of inner ear pathology following ototoxic drugs or acoustic trauma. *Toxicologic Pathology*, **18** (1, pt2): 138-148.

Richmond, D., Fletcher, E., Yewerton, J. and Phillips, Y. (1989) - Physical correlates of eardrum Rupture. *Ann.Otol.Rhinol.Laryngol*; **98**, (5, pt2, S120): 35-41.

Thomas, J.A., Kastelein, R.A. and Awbrey, F.T. (1990) - Behavior and Blood Catecholamines of captive Belugas During Playbacks of Noise From an Oil Drilling Platform - *Zoo Biology* **9**: 393-402.

## Elenco figure

**Figura 1:** Rotte utilizzate per gli avvistamenti dei cetacei:

A: Rotte dell'echosurvey (Salvatore Lo Bianco)

B: Rotte delle navi della compagnia di navigazione "Adriatica"

**Figura 2:** Contesto geografico in cui sono stati elaborati i dati. Le aree in cui ricadono i permessi di ricerca sono evidenziate in rosso.

**Figura 3:** Distribuzione geografica degli avvistamenti dei Cetacei in Adriatico.

**Figura 4:** (A) Numero di avvistamenti per quadrato. Conteggio totale degli avvistamenti su tutta l'area.  
(B) Area di ciascun quadrato. Area totale campionata.  
I quadrati che comprendono le aree in cui ricadono i permessi di ricerca sono evidenziati.

**Figura 5:** Differenza tra gli avvistamenti calcolati e aspettati nei quadrati. La differenza può essere positiva, zero o negativa. La loro somma è sempre uguale a zero. I quadrati che comprendono i permessi di ricerca sono evidenziati.  
(A) Calcolo effettuato per tutto l'Adriatico  
(B) Calcolo effettuato esclusivamente per la zona dell'Adriatico in cui ricadono i permessi di ricerca.

**Figura 6:** Divisione dell'Adriatico in aree di rischio (rosso=rischio elevato; giallo=rischio medio; verde=rischio basso).  
(A) Aree di rischio stimate per l'intero Adriatico.  
(B) Aree di rischio stimate esclusivamente nella zona dell'Adriatico in cui ricadono i permessi di ricerca.

**Figura 7:** Andamento dei baricentri del numero dei cetacei avvistati.  
(A): baricentri calcolati per riga. (B): baricentri calcolati per colonna.

**Figura 8:** Distribuzione geografica degli avvistamenti dei Cetacei in Adriatico nel periodo estivo ed invernale.

**Figura 9:** (A) Numero di avvistamenti per quadrato. Periodo estivo (Mag.-Ott.)  
(B) Numero di avvistamenti per quadrato. Periodo invernale (Nov.-Apr.).  
I quadrati che comprendono le aree in cui ricadono i permessi di ricerca sono evidenziati.

**Figura 10:** Divisione dell'Adriatico in aree di rischio (rosso=rischio elevato; giallo=rischio medio; verde=rischio basso).  
(A) Aree di rischio stimate per il periodo estivo (Mag.-Ott.)  
(B) Aree di rischio stimate per il periodo invernale (Nov.-Apr.)

Tavola 3: Livelli di rischio valutati nelle aree in cui ricadono i permessi di ricerca in base agli avvistamenti, al numero di individui per avvistamento, agli spostamenti stagionali e alle specie.

<b>PERMESSI DI RICERCA (LIVELLO DI RISCHIO)</b>					
Parametro	485 (quadri 16 e 17)	478 (quadro 20)	481,482,487 (quadro 24)	483 (quadri 29,30,33)	Affidabilità dati
Avvistamenti annuali	MEDIO: 4	MEDIO: 4	MEDIO: 4	MEDIO: 4	ALTA (3)
Numero individui per avvistamento	MEDIO-ALTO: 5	MEDIO: 4	BASSO: 4	MEDIO-BASSO: 3	BASSA (1)
Spostamento avvist. Estate/Inverno	MEDIO-BASSO: 3	MEDIO: 4	MEDIO: 4	MEDIO: 4	MEDIA (2)
Avvistamenti annuali, estivi e invernali	MEDIO-BASSO: 3	MEDIO: 4	MEDIO: 4	MEDIO: 4	MEDIA (2)
Specie di delfini coinvolti negli avvistamenti annuali	MEDIO: 4	ALTO: 6	MEDIO: 4	BASSO: 3	BASSA (1)
Specie di delfini coinvolti negli avvistamenti estivi ed invernali	MEDIO: 4	MEDIO-ALTO: 5	MEDIO-BASSO: 3	MEDIO: 4	BASSA (1)
Punteggio totale	3.7	4.3	3.7	3.8	
<b>Livello di rischio totale</b>	<b>MEDIO (-)</b>	<b>MEDIO (+)</b>	<b>MEDIO (-)</b>	<b>MEDIO (-)</b>	
<b>Altri segnali di pericolo</b>	<b>Nel quadrato 17 sono state avvistate balenottere</b>	<b>Nel quadrato 20 sono stati avvistati capodogli e nel quadrato 21 grampi</b>			