



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

**SVILUPPO DI METODI PER IL MONITORAGGIO DEI
CETACEI: USO DEI TRAGHETTI DI LINEA COME
PIATTAFORME DI OPPORTUNITÀ.**

Dr.ssa Ilaria Campana

Tutor: Dr.ssa Antonella Arcangeli

Data

Firma Stagista

Firma Tutor

Firma Responsabile
Servizio

ABSTRACT

Nel presente studio vengono mostrati i risultati del monitoraggio delle popolazioni di cetacei nel Tirreno centrale durante l'estate 2009, compiuto attraverso l'uso di traghetti di linea come piattaforme di osservazione. Tale protocollo è contemporaneamente utilizzato in altre aree del Mar Tirreno, all'interno di un progetto coordinato dall'ISPRA.

Il monitoraggio delle specie a larga scala temporale e spaziale fornisce numerose informazioni che, messe in relazione ai parametri ambientali, permettono di valutare lo stato di habitat e specie. I dati ottenuti in questa ricerca confermano la ricchezza di fauna nel bacino studiato, e la presenza di un'area di estrema importanza per i cetacei che ad oggi è priva di tutela. Tali risultati, da approfondire e prolungare nel tempo, potranno fornire un supporto per l'indicazione di azioni di conservazione e gestione degli ecosistemi marini.

PREFAZIONE

Il Dipartimento Difesa della Natura ha attivato da diversi anni progetti relativi ai cetacei concepiti allo scopo di contribuire a fornire risposte ai vincoli di normative di carattere nazionale ed internazionale sulla materia dei Cetacei (Direttiva Habitat, Convenzione di Bonn, CITES, Convenzione di Barcellona protocollo ASPIM, Direttiva Mare, l'accordo ACCOBAMS ed il Santuario Pèlagos). Scopo finale è quindi fornire un apporto per mantenere lo stato ottimale di conservazione delle popolazioni di cetacei e ad effettuare i monitoraggi necessari al controllo dello stato di conservazione delle specie.

Oltre ad un Workshop su metodi di monitoraggio cetacei realizzato a marzo 2007 dal Dipartimento Difesa della Natura (ex APAT) in collaborazione con gli altri enti preposti (ICRAM, CONISMA e con il patrocinio del MATTM) il Dipartimento si è fatto promotore di azioni volte alla creazione di reti volontarie di collaborazione fra Enti impegnati nella ricerca sui cetacei. Da questo impegno sono scaturite tre linee di attività, fra le quali una rete di monitoraggio cetacei che utilizza i traghetti di linea come piattaforma da cui compiere le osservazioni.

Della rete di monitoraggio cetacei che utilizza i traghetti di linea della Sardinia-Corsica ferries, che sponsorizza il progetto, fanno parte l'Università di Genova, l'Università di Pisa, l'Università di Roma "La Sapienza", l'Accademia del Leviatano_onlus, il Centro Ricerche Ambientali e Biologiche s.r.l.. La rete compie monitoraggi lungo quattro tratte che comprendono le aree del Mar Ligure e Tirreno settentrionale, interne al Santuario dei cetacei Pèlagos, e del Tirreno centrale, esterna al Santuario. Il monitoraggio viene svolto in maniera continuativa da maggio ad ottobre nelle tratte del Tirreno centrale e Mar Ligure e nel corso di tutto l'anno per la tratta del Tirreno settentrionale.

L'attività è stata attivata in via sperimentale da maggio 2007 e, ad oggi, sta fornendo importanti risultati sia per la possibilità di confronto con dati "storici" del Tirreno centrale, forniti attraverso convenzione non onerosa con l'Accademia del Leviatano – onlus, sia per il confronto di larga scala spaziale che coinvolge l'importante area del Santuario dei cetacei e le aree subito prossime che tagliano il corridoio migratorio della Balenottera.

L'attività di stage portata avanti dalla dott.ssa Ilaria Campana rientra nelle azioni previste dalla rete e raggiunge due importanti risultati: indagare i parametri che potrebbero comportare dei *bias* all'interno del protocollo di raccolta dati ed indagare nel dettaglio dell'estate 2009 l'importante area del Tirreno centrale, ad oggi individuata come *hot spot* di presenza di cetacei.

Il primo obiettivo ha permesso di mettere a punto con maggiore precisione di dettagli il protocollo comune di raccolta dati, mentre il secondo ha fornito ulteriori importantissimi conferme sulla necessità di realizzare azioni di conservazione in un'area ad oggi esterna carente di specifiche protezioni ed esterna al Santuario Pèlagos.

La dott.ssa Campana ha svolto le attività di stage con particolare interesse ed entusiasmo, dimostrando non solo grande volontà di acquisire il massimo dall'esperienza ma anche apportando nel lavoro svolto molti utili spunti di carattere personale.

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1.	Il progetto di monitoraggio da traghetto.....	4
1.2.	Scopo del lavoro.....	4
2	METODOLOGIA	5
2.1.	Area di studio.....	5
2.2.	Metodi di raccolta dati.....	7
2.2.1.	Raccolta dati sulle specie.....	8
2.2.2.	Raccolta dati oceanografici.....	8
2.3.	Metodi di analisi.....	9
2.3.1.	Analisi della metodologia di monitoraggio.....	9
2.3.2.	Analisi sulle specie di cetacei avvistate.....	9
3	IL MONITORAGGIO DELL’ESTATE 2009 NEL TIRRENO CENTRALE	10
3.1.	Risultati generali.....	10
3.2.	Risultati dell’analisi sulle caratteristiche di metodo e strumenti utilizzati.....	10
	• L’osservatore.....	10
	• Gli angoli di avvistamento.....	11
	• Le distanze di avvistamento.....	13
	• I dati di temperatura superficiale dell’acqua.....	16
3.3.	Risultati relativi alle specie di cetacei.....	18
	• Frequenza di avvistamento.....	20
	• Distribuzione spaziale e relazione con i parametri oceanografici.....	21
4	CONCLUSIONI	27
5	BIBLIOGRAFIA	30

1. INTRODUZIONE

Molte specie di cetacei presenti nel Mar Mediterraneo sono inserite in Direttive e Convenzioni di carattere internazionale per la protezione degli habitat, delle specie e della biodiversità (Direttiva Habitat, Convenzione di Bonn, Convenzione di Barcellona) ed inserite nelle liste rosse dell'International Union for Conservation of Nature in categorie a rischio o con trend sconosciuti (IUCN, 2009). Si sta rendendo quindi sempre più importante valutare lo stato delle popolazioni di questi mammiferi in Mediterraneo; otto specie sono regolari nei mari italiani e monitorare la loro presenza, abbondanza relativa, distribuzione e migrazione, serve a fornire informazioni di base per programmi di gestione e conservazione.

1.1 Il progetto di monitoraggio da traghetti

Dal 2007 è stato ripreso nel Tirreno centrale un monitoraggio dei cetacei che utilizza i traghetti di linea come piattaforma da cui compiere le osservazioni. Il protocollo, sperimentato tra il 1989 e il 1991 tra Civitavecchia-G.Aranci (Marini *et al.*, 1991), è stato adottato da una rete di rilevatori che oggi monitorano diverse tratte del Mar Ligure, Tirreno settentrionale e Tirreno centrale, interne ed esterne al Santuario Pèlagos.

Il progetto, coordinato dall'ISPRA, si propone di usare in modo sistematico e standardizzato tale metodologia per poter monitorare su vasta scala e a lungo termine le popolazioni di cetacei: in questo modo infatti, si può valutare e confrontare lo stato degli habitat, l'effetto della pressione antropica e dei cambiamenti ambientali sulle specie.

1.2 Scopo del lavoro

Nel presente studio si considerano i dati della campagna di monitoraggio svolta nei mesi estivi del 2009 lungo la tratta Civitavecchia-G.Aranci, nella porzione di Tirreno centrale appena al di sotto dei limiti del Santuario Pèlagos.

Si intende da una parte valutare l'efficacia del metodo, analizzando la variabilità di alcuni dati raccolti, in funzione dell'imbarcazione, dell'operatore, del lato e della distanza di osservazione; dall'altra, vengono riportati i risultati relativi agli animali avvistati ed indagate, anche se solo in maniera qualitativa, le relazioni esistenti fra la loro presenza e distribuzione ed alcuni parametri oceanografici che caratterizzano il Mar Tirreno centrale.

2. METODOLOGIA

2.1 Area di studio

Il Mar Tirreno è un piccolo oceano in formazione, il più giovane oceano del mondo, il più giovane mare del Mediterraneo; alla sua base è presente crosta oceanica sottile da cui il bacino è in progressivo ampliamento.

Questo mare è caratterizzato nella parte centrale da una piana abissale, in cui raggiunge la massima profondità a circa 3.600 metri, che mostra la presenza di imponenti *seamounts* di origine vulcanica, più o meno isolati. Nella parte nord-orientale della zona coperta dalla nostra ricerca si elevano rilievi sommersi, dai 1.000 ai 500 metri di profondità. Di particolare interesse appare inoltre la cresta che, distaccandosi dalla soglia dell'Arcipelago toscano, si spinge in direzione nord-sud verso il centro del bacino. La sommità di tale cresta raggiunge circa i 560 metri nella parte più meridionale (Marini *et al.*, 1991).

La piattaforma continentale presenta estensioni diverse lungo le coste tirreniche: il transetto effettuato in questa ricerca (118,5 miglia nautiche) attraversa la piattaforma lungo la costa laziale per circa 10 MN, mentre presso la costa sarda per circa 9 MN, incontrando poi una scarpata piuttosto acclive che raggiunge i 1.000 metri di profondità a circa 26 MN dal litorale.

La temperatura delle acque tirreniche è abbastanza costante negli strati intermedio e di fondo mentre presenta variazioni stagionali nello strato superficiale, dovuto anche alla forte interazione con il vento che caratterizza la circolazione generale delle acque nel bacino (Fig. 1 e 2).

Un elemento interessante è per il Mar Tirreno la presenza di un vortice freddo ad est delle bocche di Bonifacio che genera, congiuntamente ai venti prevalenti da SW e NW, una zona di *upwelling* a nord e una regione di *downwelling* a sud (Astraldi e Gasparini, 1994). Tale situazione varia in dimensione, forma e velocità nell'arco dell'anno ed è determinante nel miscelamento della colonna d'acqua e dei nutrienti, influenzando quindi sullo sviluppo delle popolazioni di fitoplancton e conseguentemente sulle catene trofiche marine.

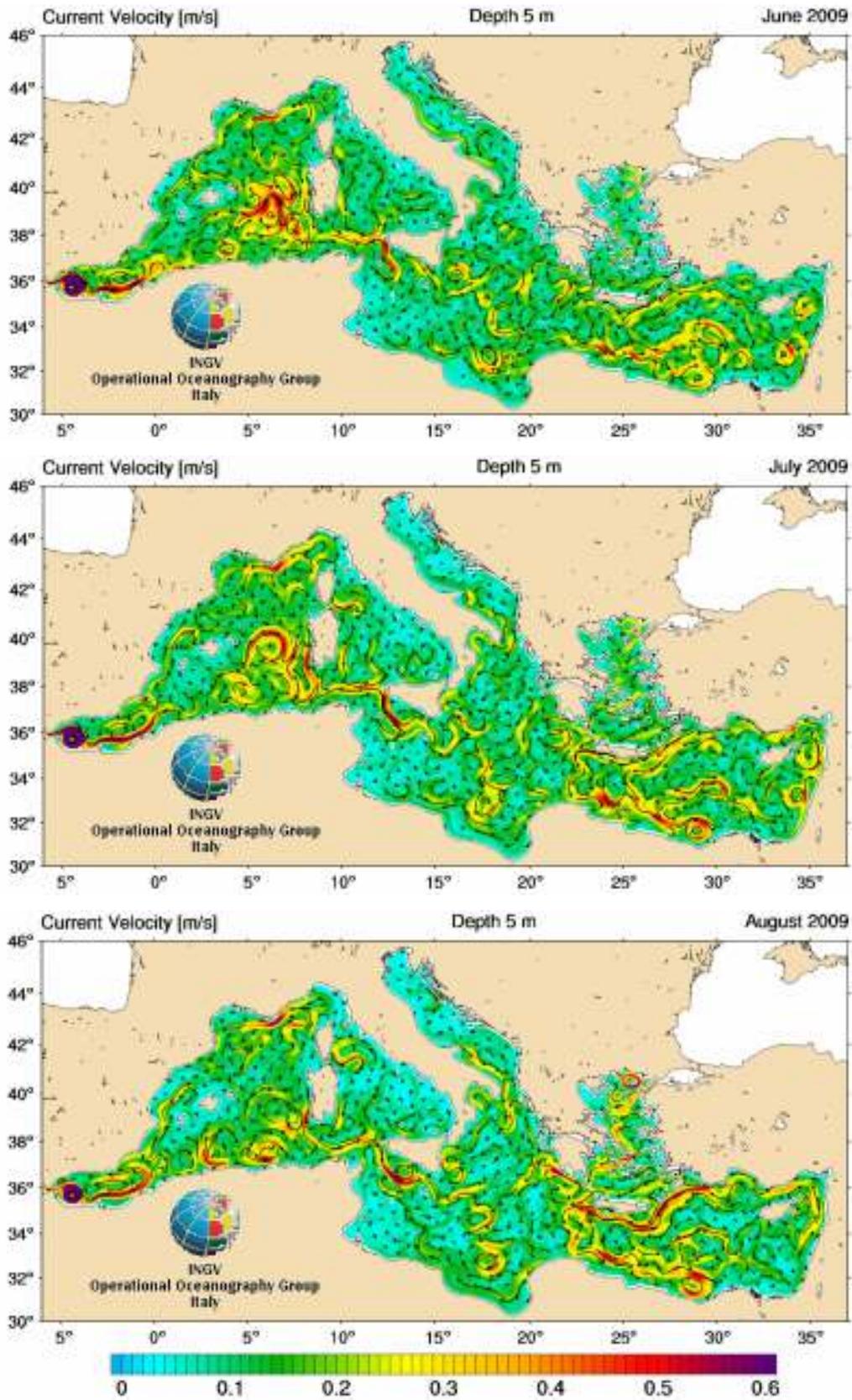


Fig. 1: Andamento mensile della velocità delle correnti nel Mar Mediterraneo da Giugno ad Agosto (da <http://gnoo.bo.ingv.it/mfs/>)

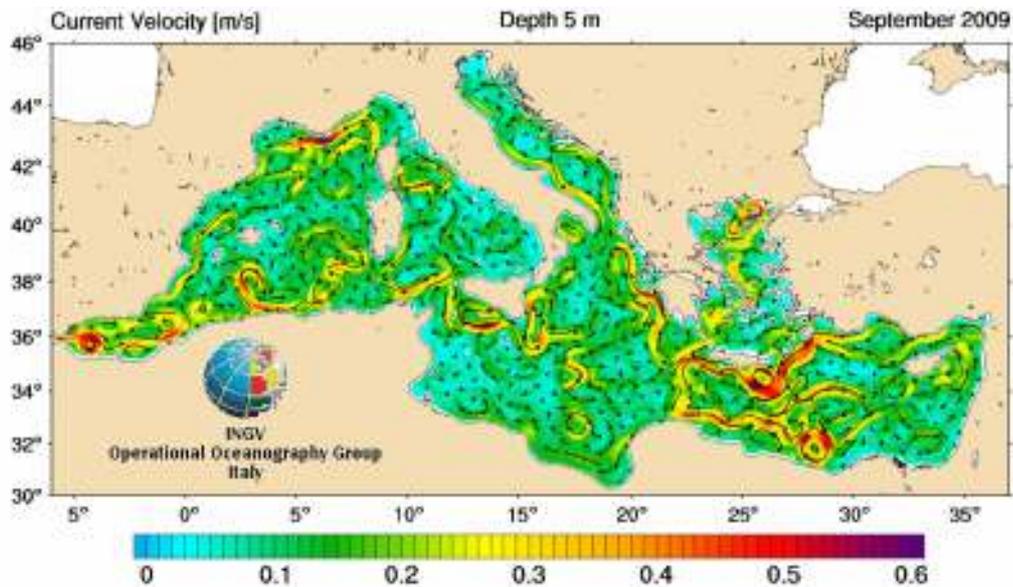


Fig. 2: Andamento mensile della velocità delle correnti nel Mar Mediterraneo nel mese di Settembre (da <http://gnoo.bo.ingv.it/mfs/>)

2.2 Metodi di raccolta dati

Il monitoraggio spaziale e temporale per l'abbondanza di cetacei comprende una varietà di approcci che dipendono dal tipo di specie studiata e dalle risorse disponibili, con metodi spesso studiati *ad hoc* data la particolarità delle situazioni e degli ambienti in cui opera. (Evans & Hammond, 2004).

L'utilizzo dei traghetti di linea come piattaforma di opportunità per effettuare transetti lineari è un metodo molto conosciuto e diffuso, il quale, avendo diversi parametri fissi (rotta, velocità, l'altezza dell'osservatore, orari di partenza) può essere facilmente replicato in diverse aree a bassi costi, permettendo monitoraggi a lungo termine e omogenei.

In questa ricerca sono state effettuate osservazioni dirette degli animali da due traghetti di linea della compagnia Corsica-Sardinia Ferries (Mega Express e Mega Express III), che da Maggio a Ottobre percorrono nelle ore diurne la tratta Civitavecchia-Golfo Aranci.

Una coppia di operatori esperti, posizionati a destra e a sinistra sul ponte comando delle navi, alti circa 24 metri, effettua le osservazioni lungo l'intera traversata, ispezionando attorno all'imbarcazione fino a una distanza di circa 1 MN. Il transetto viene compiuto in situazioni di mare favorevoli, ovvero con condizioni di vento pari od inferiore a 3 nella scala Beaufort, che rendono affidabili le osservazioni.

2.2.1 Raccolta dati sulle specie

Le osservazioni vengono effettuate ad occhio nudo e confermate con binocoli 8X42. Al momento dell'avvistamento, viene registrata la posizione tramite GPS e poi si procede con la compilazione di apposite schede, dove si indicano la specie, il numero di individui, la presenza di giovani ed il comportamento.

Vengono inoltre presi dati sulla distanza degli animali avvistati rispetto all'imbarcazione (ad occhio e con il metodo del measuring stick) e l'angolo della direzione di avvistamento rispetto alla prua della nave (con un goniometro).

2.2.2 Raccolta dati oceanografici

I dati oceanografici sono stati reperiti da siti specializzati e durante le traversate.

In particolare, il sito della NASA <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/> fornisce dati giornalieri o composti per la concentrazione di clorofilla e la SST (*Sea Surface Temperature*), con una risoluzione spaziale di celle di 4 km. Tali dati vengono misurati dal sensore MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) a bordo del satellite Aqua e le immagini prodotte sono state georeferenziate in ambiente GIS, attraverso il software *QGis 1.4.0*.

La temperatura del mare è stata inoltre misurata durante ogni traversata tramite i sensori dei traghetti, in modo da poter confrontare il dato con quello satellitare.

Infine, per avere un'informazione di tipo qualitativo sull'andamento delle correnti marine sono state utilizzate le immagini mensili distribuite dal MFS (*Mediterranean Ocean Forecasting System Bulletin*) del Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, disponibili sul sito <http://gnoo.bo.ingv.it/mfs/>.

2.3 Metodi di analisi

2.3.1 Analisi della metodologia di monitoraggio

Diversi fattori potrebbero influire sull'omogeneità dei dati raccolti nelle traversate, e quindi nell'affidabilità del metodo e dei risultati. Per valutare alcuni eventuali *bias* della metodologia, sono stati analizzati:

- il tasso di incontro o *Encounter rate* (Er), dato dal numero di avvistamenti su ore di osservazione con meteo favorevole effettuate da ciascun operatore, per stimare l'effetto dello stesso sui dati raccolti;
- gli angoli di avvistamento, per verificare se gli animali siano allo stesso modo individuabili da entrambe le navi e da qualunque lato di osservazione;
- le classi di distanza di avvistamento, per valutare l'efficacia del metodo di osservazione sulle diverse specie;
- i dati di temperatura misurata dai traghetti, per confrontarli con quelli satellitari.

2.3.2 Analisi sulle specie di cetacei avvistate

Ogni transetto è stato considerato come unità statistica indipendente e per ciascuna specie rilevata sono state analizzate:

- l'abbondanza percentuale;
- l' *Encounter rate* calcolato mensilmente per ogni specie;
- la dimensione media mensile dei gruppi (per le specie più frequenti);
- la distribuzione spaziale tramite GIS, anche in relazione ai parametri oceanografici, per l'individuazione delle aree maggiormente frequentate.

3. IL MONITORAGGIO DELL'ESTATE 2009 NEL TIRRENO CENTRALE

3.1 Risultati generali

La stagione di monitoraggio del 2009 si è conclusa con 36 transetti, circa uno a settimana, effettuati lungo la tratta Civitavecchia-Golfo Aranci, per un totale di 151,11 ore di osservazione e 4.266 miglia nautiche percorse, ad una velocità media di 26 nodi.

Durante tutto il periodo, si sono alternati sui traghetti cinque operatori, i quali hanno rilevato cinque specie di cetacei in 172 avvistamenti: *Balaenoptera sp.*, per l'impossibilità di determinare con precisione le due specie *B. acutorostrata* e *B. physalus* da traghetto, *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, *Grampus griseus* e *Ziphius cavirostris*.

3.2 Risultati dell'analisi sulle caratteristiche di metodo e strumenti utilizzati

- **L'osservatore**

Per stimare l'effetto dell'osservatore sui dati raccolti, è stato calcolato l'*Encounter rate*, dato dal numero di avvistamenti su ore di osservazione effettuate da ciascun operatore; il tasso medio risulta essere di 0,58 avvistamenti all'ora.

Nel grafico n.1 si vede come non ci siano grandi differenze tra i singoli rilevatori. Infatti, coloro che hanno avvistato con maggiore frequenza (C e D) presentano anche un errore standard maggiore, dovuto al minor numero di viaggi effettuati. Gli osservatori invece che hanno svolto più ore di monitoraggio (A e B) mostrano un Er più vicino alla media.

Per minimizzare ulteriormente l'effetto derivato dalle differenze di Er degli operatori, viene sempre effettuato uno scambio del lato di perlustrazione a metà di ogni traversata.

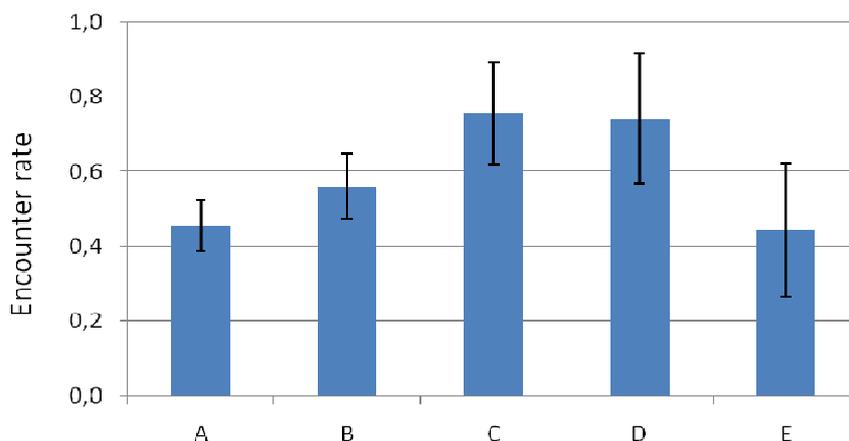


Grafico n.1: Frequenza di avvistamento (*Encounter rate*) per osservatore

- **Gli angoli di avvistamento**

Durante le osservazioni, sono state annotate le direzioni di avvistamento degli animali rispetto al traghetto e sono state analizzate in relazione alle due imbarcazioni e al tipo di viaggio (andata o ritorno). E' stato precedentemente dimostrato che la distribuzione degli avvistamenti non è correlata con la direzione del vento, per cui questa variabile può essere trascurata nell'analisi (Marini *et al.*, 1991).

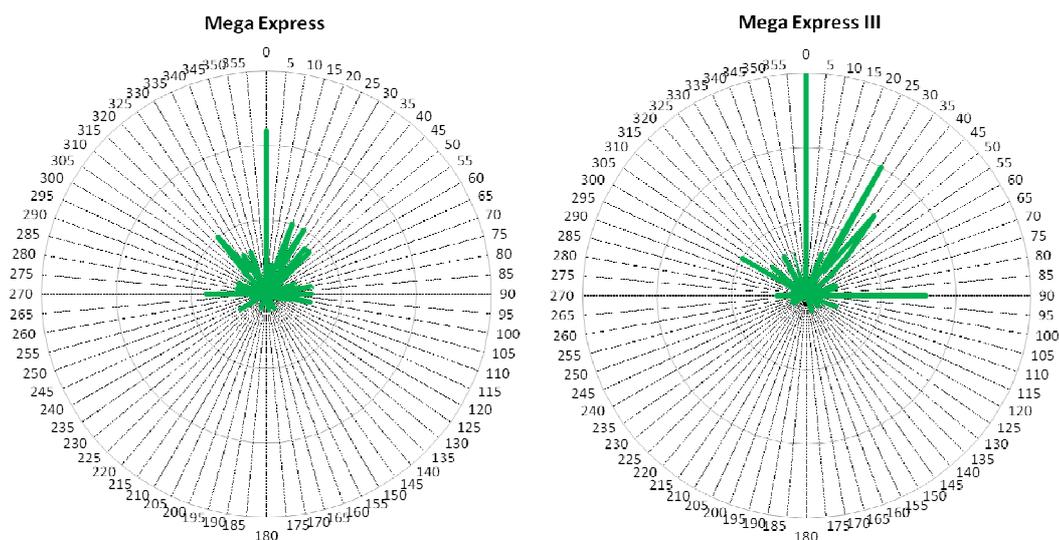


Grafico n.2: Distribuzione degli angoli di avvistamento relativi ai due traghetti

In generale, il 13-18% degli avvistamenti cade ad un angolo 0° , cioè a prua.

Nell'estate 2009, dalla Mega Express sono state effettuate 85 osservazioni in 19 viaggi, di cui 3 privi di avvistamenti; l'altra imbarcazione ha compiuto 17 traversate, registrando 87 incontri con i cetacei. Sulla prima però, le localizzazioni appaiono distribuite uniformemente in tutte le direzioni, mentre sulla seconda c'è una prevalenza sul lato destro (grafico n.2).

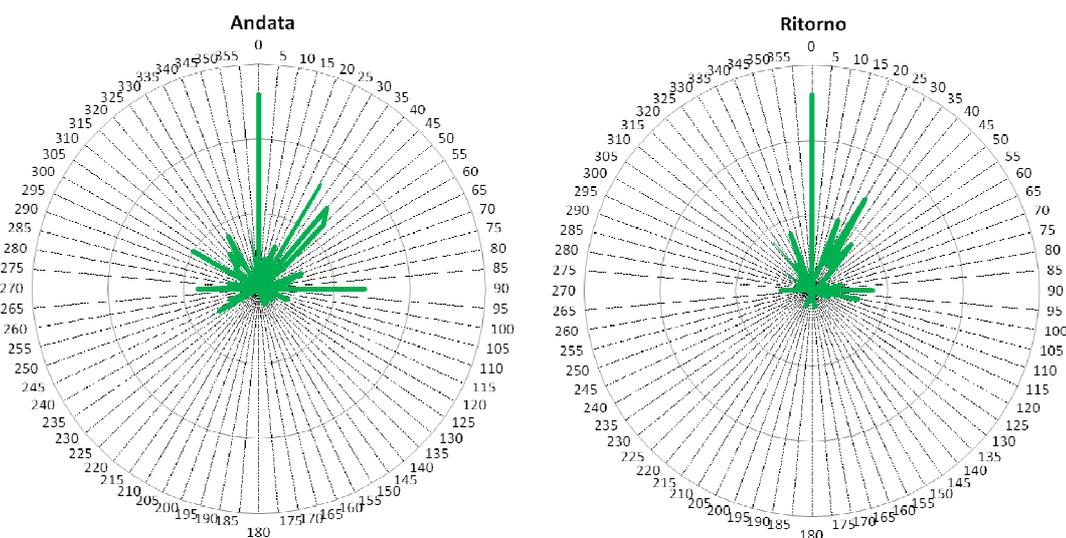


Grafico n.3: Distribuzione degli angoli di avvistamento relativi al tipo di viaggio

Considerando invece il tipo di viaggio, bisogna precisare che la traversata di andata viene compiuta di pomeriggio, mentre il rientro da Golfo Aranci a Civitavecchia si effettua in mattinata.

In entrambe le tratte, è stata riscontrata una prevalenza di osservazioni in direzione $0-90^\circ$, più accentuato nei viaggi di ritorno, in cui però si sono verificati solo 70 incontri con cetacei, rispetto ai 102 dell'andata (grafico n.3). Considerando gli orari di partenza dei traghetti, il lato destro risulta essere sempre quello più esposto al sole, verso ovest all'andata e ad est nel viaggio di ritorno.

Tali avvistamenti, che costituiscono il 67% del totale (grafico n.4), ricadono inoltre sul lato esterno della tratta monitorata, essendo la rotta di rientro più meridionale di quella dell'andata.

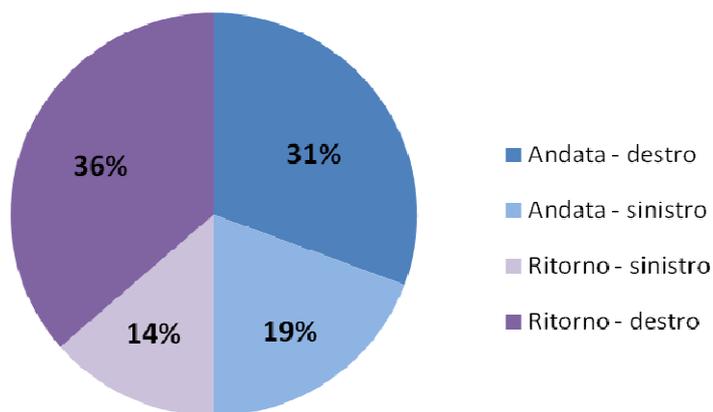


Grafico n.4: Distribuzione degli avvistamenti rispetto al lato di osservazione e al viaggio

- **Le distanze di avvistamento**

Per ogni avvistamento è stata annotata la distanza stimata dell'animale rispetto alla nave. Il grafico 5 mostra la distribuzione di frequenza degli avvistamenti di cetacei rispetto alla distanza stimata dalla nave.

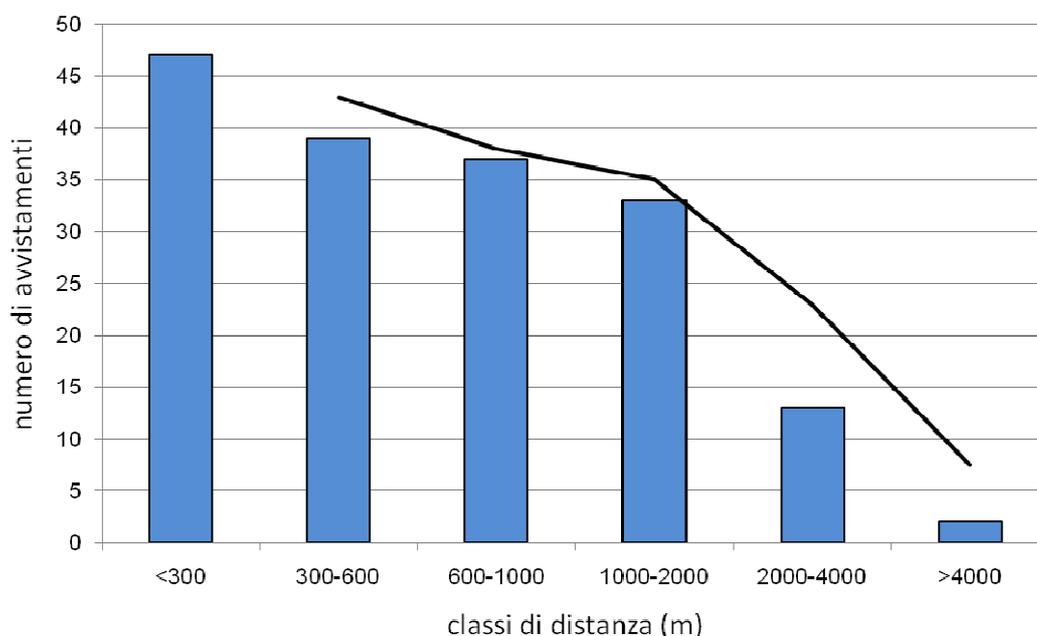


Grafico n.5: Distribuzione di frequenza degli avvistamenti totali rispetto alla distanza dalla nave

In generale, nel 91% delle osservazioni, gli individui si trovano entro 2.000 metri dall'imbarcazione, superati i quali il numero di avvistamenti subisce una forte diminuzione, essendo possibile notare a grandi distanze solamente soffi di grandi cetacei o salti completi di delfinidi (grafico n.5).

Tabella A: Distanze di avvistamento delle diverse specie

Distanze medie (m)	
Balenottera	1268
min	20
max	4.500
Stenella	406
min	5
max	2000
Tursiope	702
min	10
max	1800
Grampo	633
min	300
max	1000
Zifio	208
min	10
max	600

Le distanze medie registrate variano secondo le specie, presumibilmente in relazione alla differenza di dimensioni, comportamento e abitudini degli stessi (tabella A).

Ad esempio, il soffio di una balenottera è riconoscibile e visibile anche in lontananza, mentre è possibile identificare uno zifio o un grampo solo entro distanze limitate, data l'assenza di comportamenti evidenti.

Sono state quindi definite 6 classi di distanza in cui calcolare la frequenza di avvistamento e confrontarla al livello di specie.

Nello specifico, sono state esaminate solamente la distribuzione di distanza di avvistamento di *Balaenoptera sp.* e *S. coeruleoalba* visto il maggior numero di dati disponibili per queste due specie.

La balenottera è stata avvistata più spesso tra 1.000 e 2.000 m di distanza, presentando anche situazioni di incontro prossime all'imbarcazione (grafico n.6).

La stenella invece, è stata registrata nel 50% dei casi entro soli 300 m dal traghetto, presentando anche comportamenti molto socievoli e giocosi rispetto alla nave; il numero delle osservazioni poi decresce regolarmente all'aumentare della distanza, come riscontrato anche per i tursiopi, vista inoltre la difficoltà di identificare correttamente le specie in lontananza (grafico n.7).

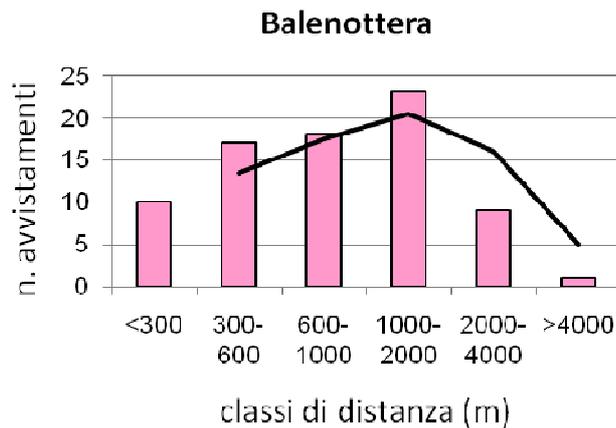


Grafico n.6: Distribuzione di frequenza degli avvistamenti di Balenottera rispetto alla distanza dalla nave

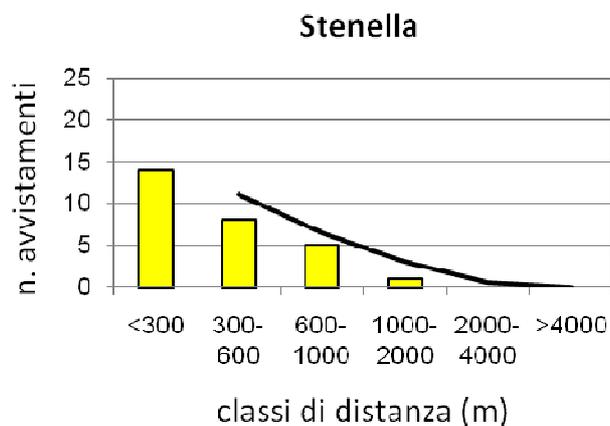


Grafico n.7: Distribuzione di frequenza degli avvistamenti di Stenella rispetto alla distanza dalla nave

In diversi casi, gli animali si sono trovati anche a distanze minime dal traghetto, rappresentando evidentemente una situazione di rischio date le alte velocità delle imbarcazioni: le collisioni con navi passeggeri sono infatti riportate tra le prime cause di mortalità per i mysticeti (Panigada *et al.*, 2006). Ciononostante, nel corso del presente studio non sono stati rilevati casi diretti di collisione fra cetacei e traghetto.

- **I dati di temperatura superficiale dell'acqua**

Le temperature misurate dai traghetti sono state confrontate quelle fornite dal sensore MODIS del satellite Aqua della NASA, rilevate negli stessi giorni e punti geografici, sebbene le traversate avvengano in ore diurne mentre il satellite ricava i dati di notte.

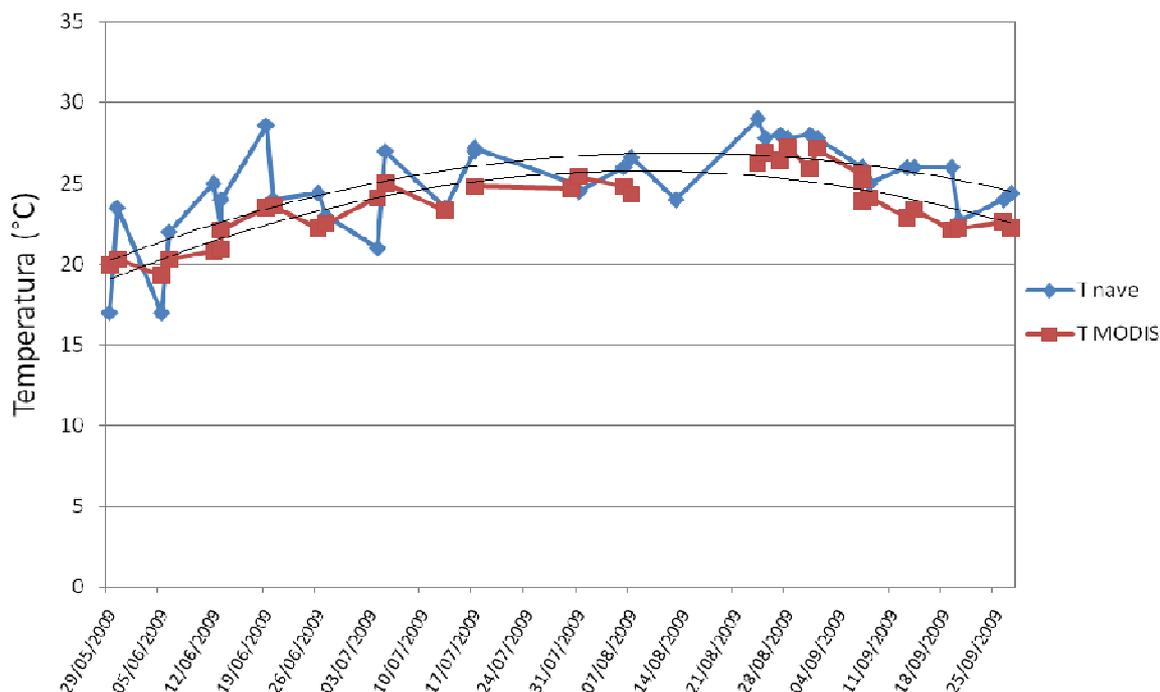


Grafico n.8: Andamento dei valori della temperatura superficiale dell'acqua, misurati da traghetto e da satellite

I valori ottenuti dai sensori delle navi risultano molto più variabili rispetto a quelli dal satellite, anche se entrambi seguono lo stesso andamento durante la stagione, raggiungendo le temperature massime alla fine del mese di Agosto, superiori ai 26 °C (grafico n.8).

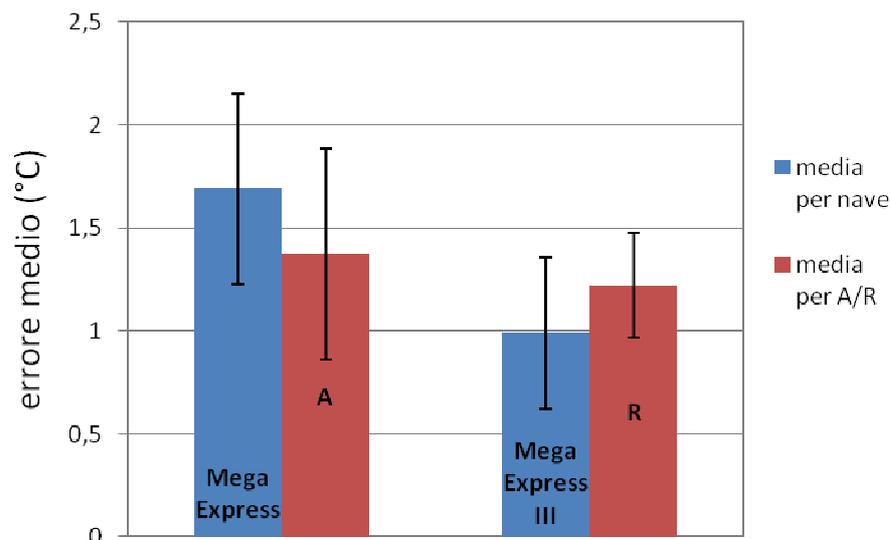


Grafico n.9: Errore medio presentato nei valori della temperatura superficiale dell'acqua misurati da traghetto e da satellite, calcolato per nave e tipo di viaggio

Sono state calcolate le differenze con i valori da satellite analizzando i dati ottenuti dalle due imbarcazioni e nei viaggi di andata e ritorno (grafico n.9).

Non sono disponibili informazioni sul tipo di dispositivi in dotazione sui traghetti, ma sono probabilmente di diversa tipologia. Infatti, la Mega Express presenta un errore medio di +1,69 °C rispetto al satellite, maggiore di quello della Mega Express III; quest'ultima ha fornito i dati più precisi, con una discrepanza di solo +1 °C circa, compatibile con l'orario di misurazione diverso tra nave e satellite.

E' stata riscontrata anche una differenza tra le SST rilevate nei viaggi di andata e ritorno, con un errore minore in questi ultimi.

3.3 Risultati relativi alle specie di cetacei

Delle cinque specie di cetacei avvistate, quelle incontrate con maggiore frequenza sono state *Balaenoptera sp.* (78 avvistamenti) e *Stenella coeruleoalba* (28 avvistamenti); *Tursiops truncatus*, *Ziphius cavirostris* e *Grampus griseus* rappresentano una percentuale minore degli incontri, mentre nel 31% dei casi non è stato possibile l'identificazione degli animali (grafico n.10).

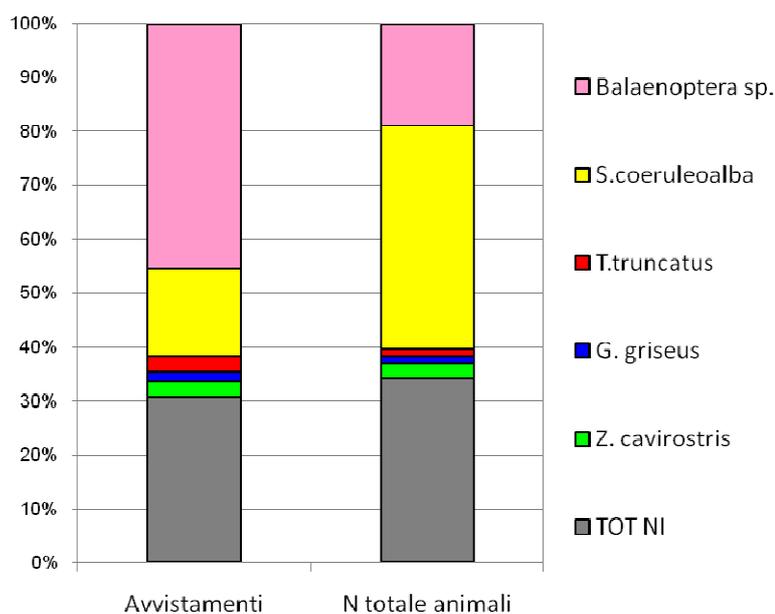


Grafico n.10: Abbondanza percentuale delle specie di cetacei avvistate

Il numero di individui invece risulta essere maggiore per la stenella, con circa 245 animali conteggiati: per i delfinidi infatti, sono stati registrati gruppi più numerosi, specialmente nei mesi di Giugno e Luglio, rispetto alla balenottera (111 individui) che generalmente è stata avvistata singolarmente (grafici n.11 e 12).

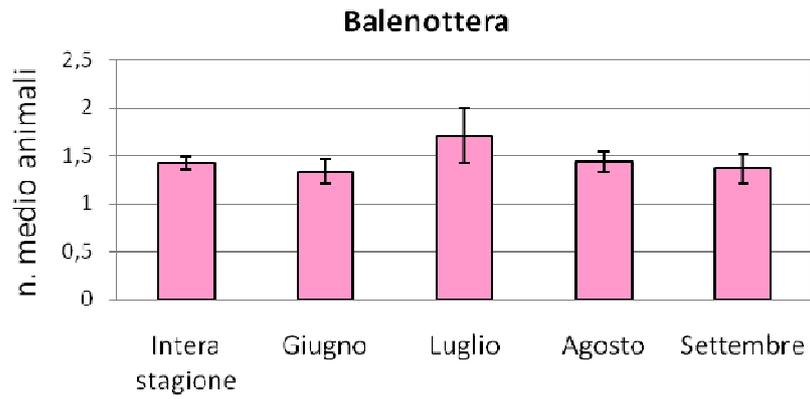


Grafico n.11: Grandezza media dei gruppi per Balenottera

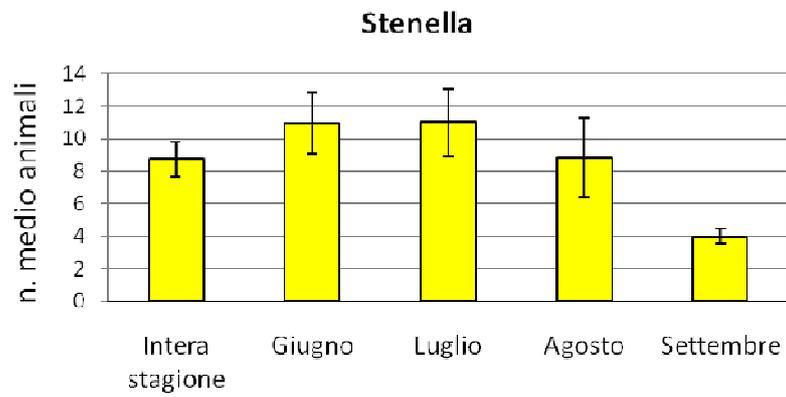


Grafico n.12: Grandezza media dei gruppi per Stenella

- **Frequenze di avvistamento**

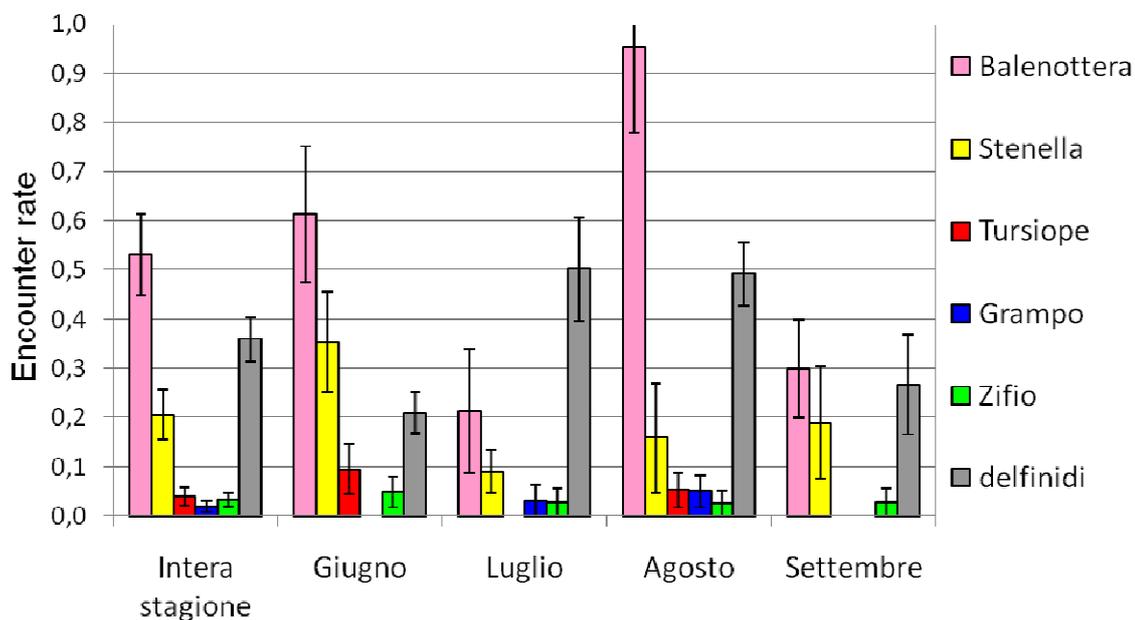


Grafico n.13: Frequenza di avvistamento (*Encounter rate*) mensile per specie

I tassi di incontro medi, ovvero il numero di avvistamenti di una specie su ore di osservazione con meteo favorevole, sono particolarmente alti per la balenottera ($Er = 0,53 \pm 0,083$) seguita dalla stenella ($Er = 0,20 \pm 0,05$). Per le altre tre specie identificate, i tassi di incontro sono sempre inferiori a 0,05. Le frequenze di avvistamento maggiori sono state rilevate nei mesi di Giugno e Agosto, presentando invece una forte diminuzione per tutte le specie nel mese di Luglio (grafico n.13).

- **Distribuzione spaziale e relazione con i parametri oceanografici**

Durante l'estate 2009 i cetacei sono stati avvistati lungo tutta la tratta Civitavecchia-Golfo Aranci, anche se con diverse concentrazioni: questa distribuzione risulta evidente in particolare per la balenottera e la stenella, mentre tursiope e grampo sono stati avvistati solo in prossimità della costa sarda. Gli avvistamenti di zifio, benché non numerosi, sono stati distribuiti lungo tutto il tratto pelagico del transetto (Fig. 3).

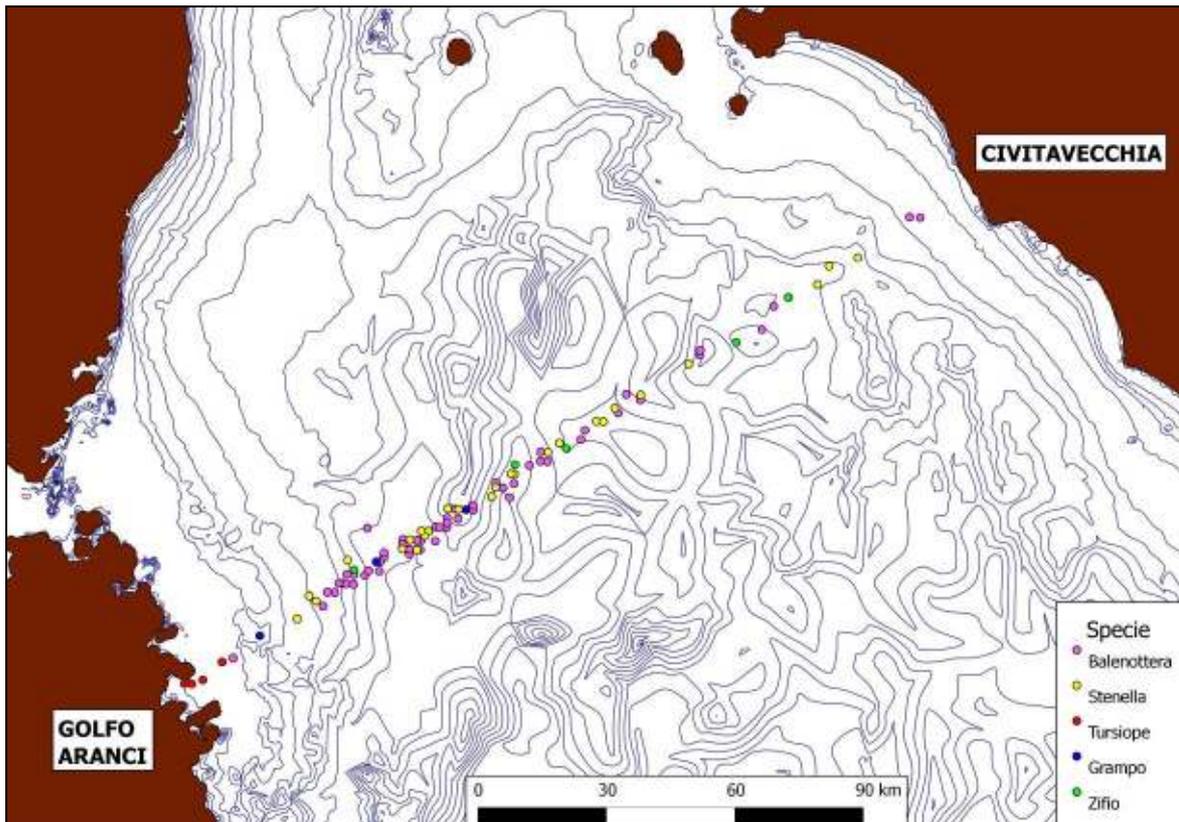


Fig. 3: Distribuzione degli avvistamenti totali lungo il transetto

Un'analisi mensile mostra come gli avvistamenti siano avvenuti lungo tutto il percorso durante Giugno, mentre, nei mesi di Luglio e Agosto, la distribuzione si è concentrata tra le 18 e le 50 miglia nautiche dalla costa sarda. A Settembre si è assistito nuovamente ad una graduale dispersione degli avvistamenti lungo l'area di studio.

Questa variazione della distribuzione spaziale dei mammiferi può essere compresa meglio se messa in relazione con l'andamento dei parametri ambientali negli stessi mesi. Pertanto, sono state fatte, tramite GIS, delle sovrapposizioni tra i dati mensili degli avvistamenti e le immagini satellitari relative alla temperatura superficiale dell'acqua e alla concentrazione di clorofilla.

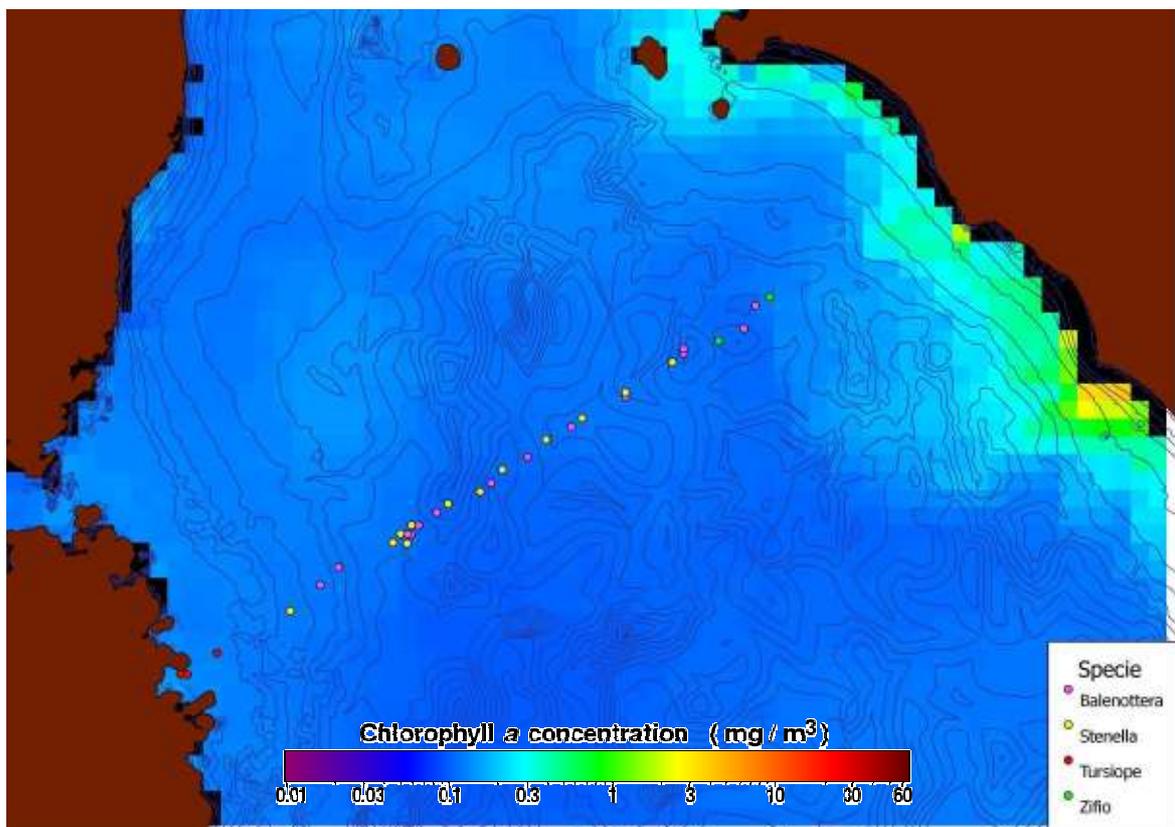
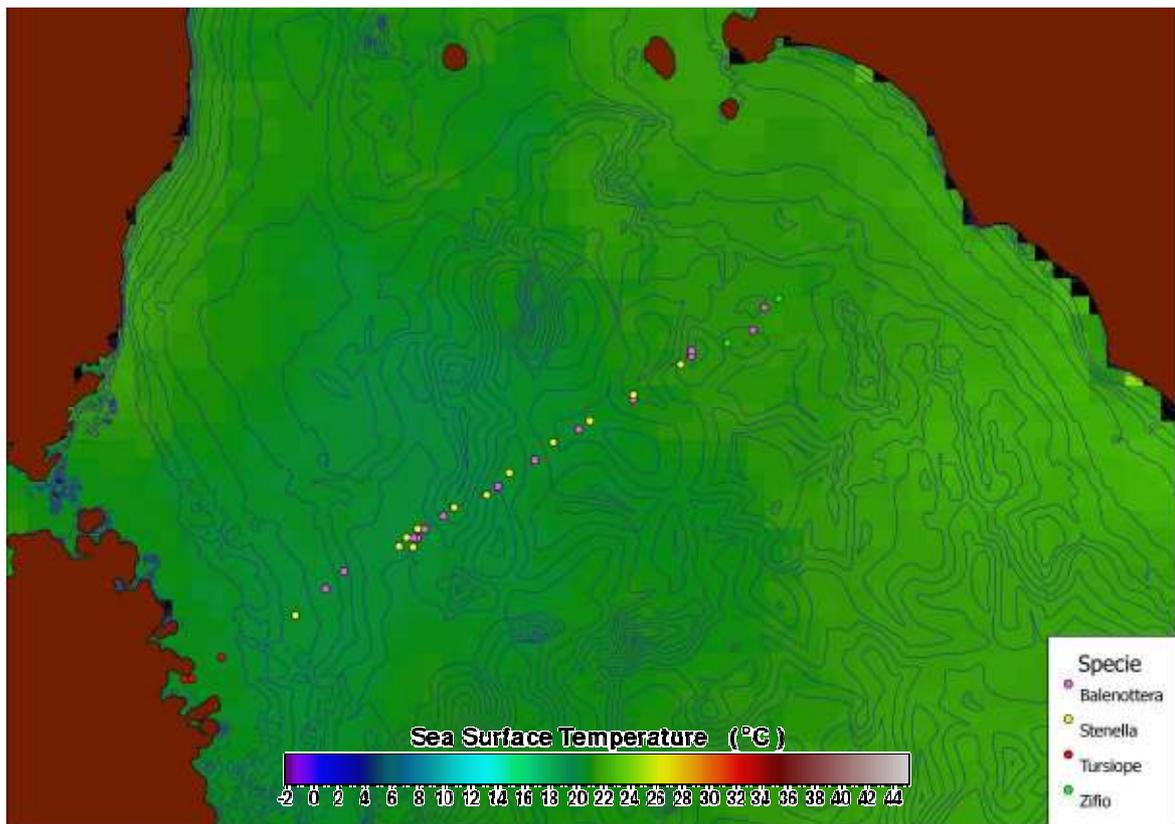


Fig. 4: Giugno 2009: distribuzione degli avvistamenti e SST, in alto, e concentrazione di clorofilla, in basso

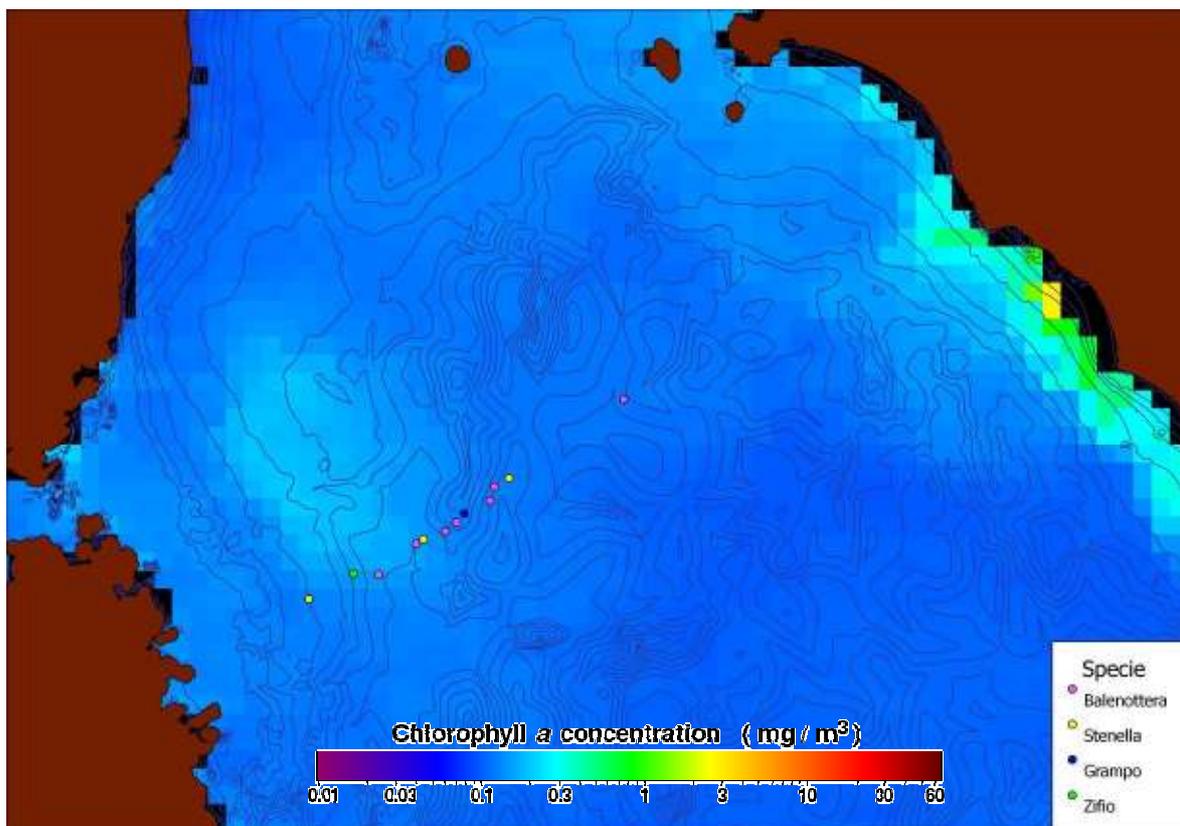
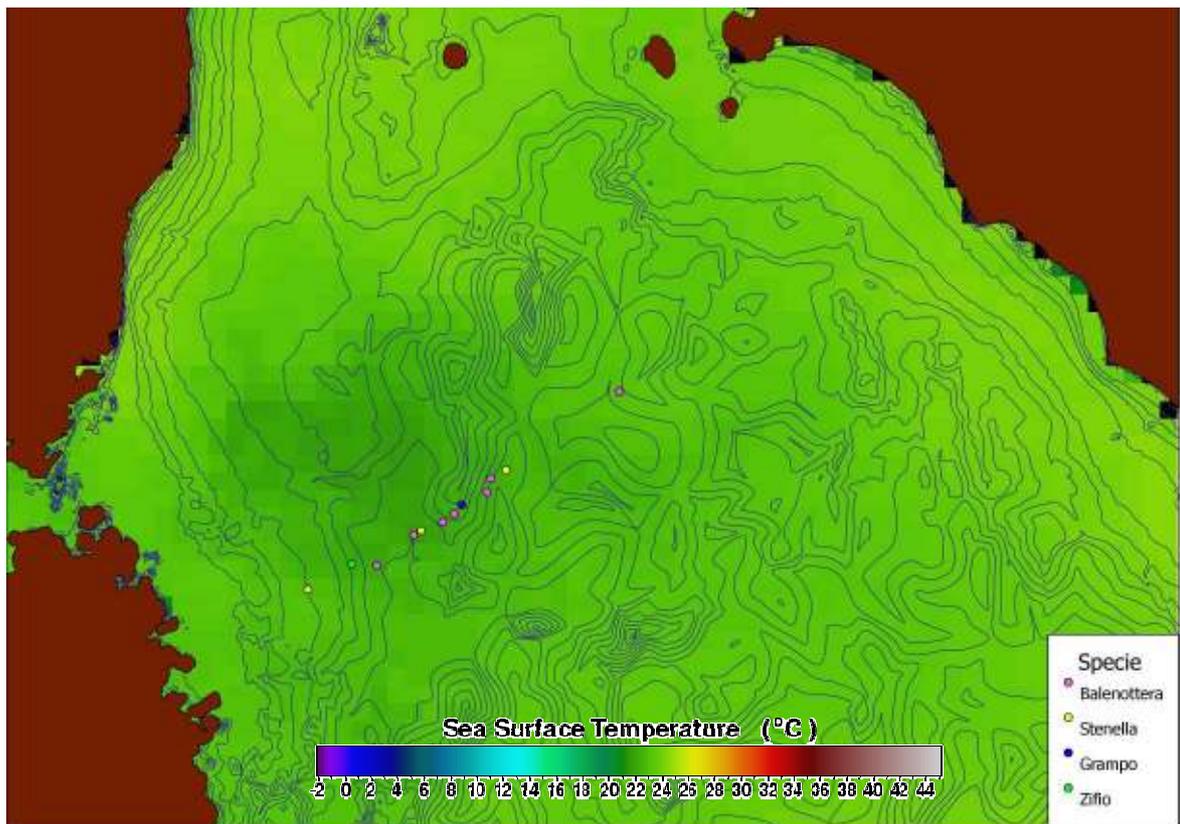


Fig. 5: Luglio 2009: distribuzione degli avvistamenti e SST, in alto, e concentrazione di clorofilla, in basso

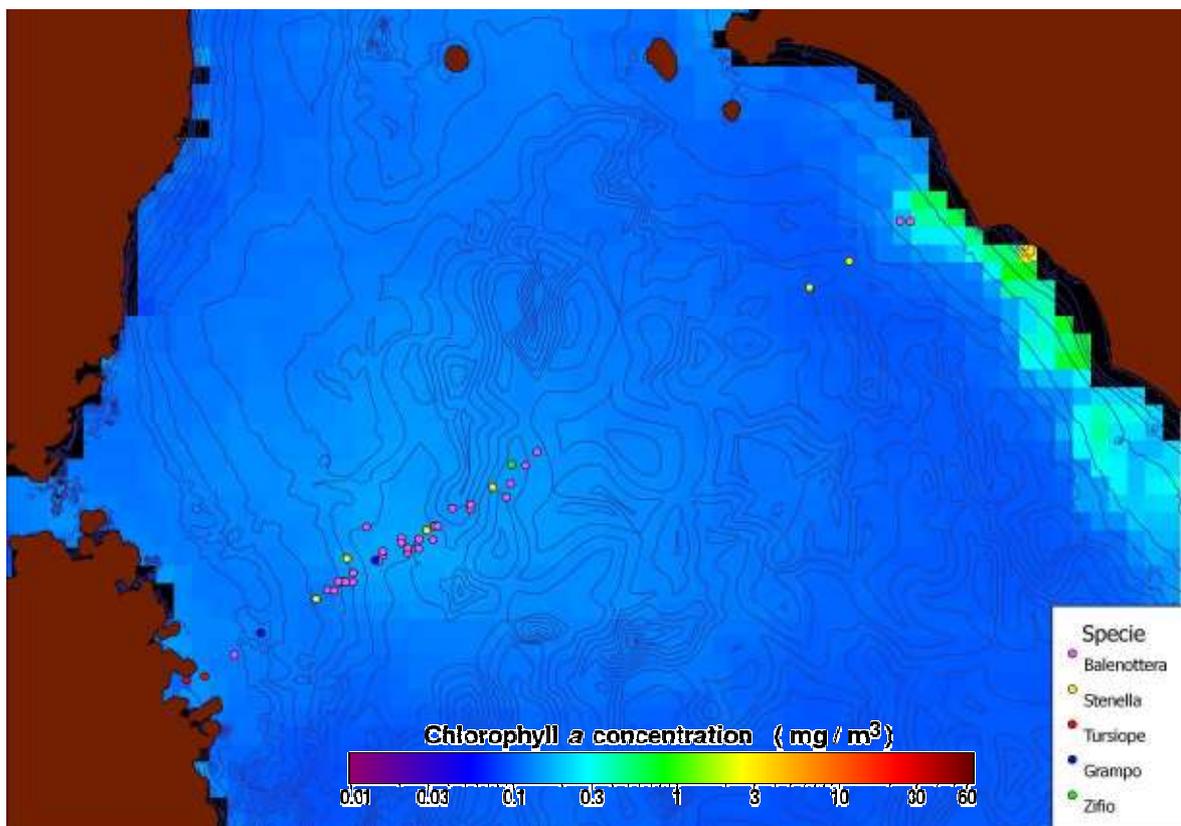
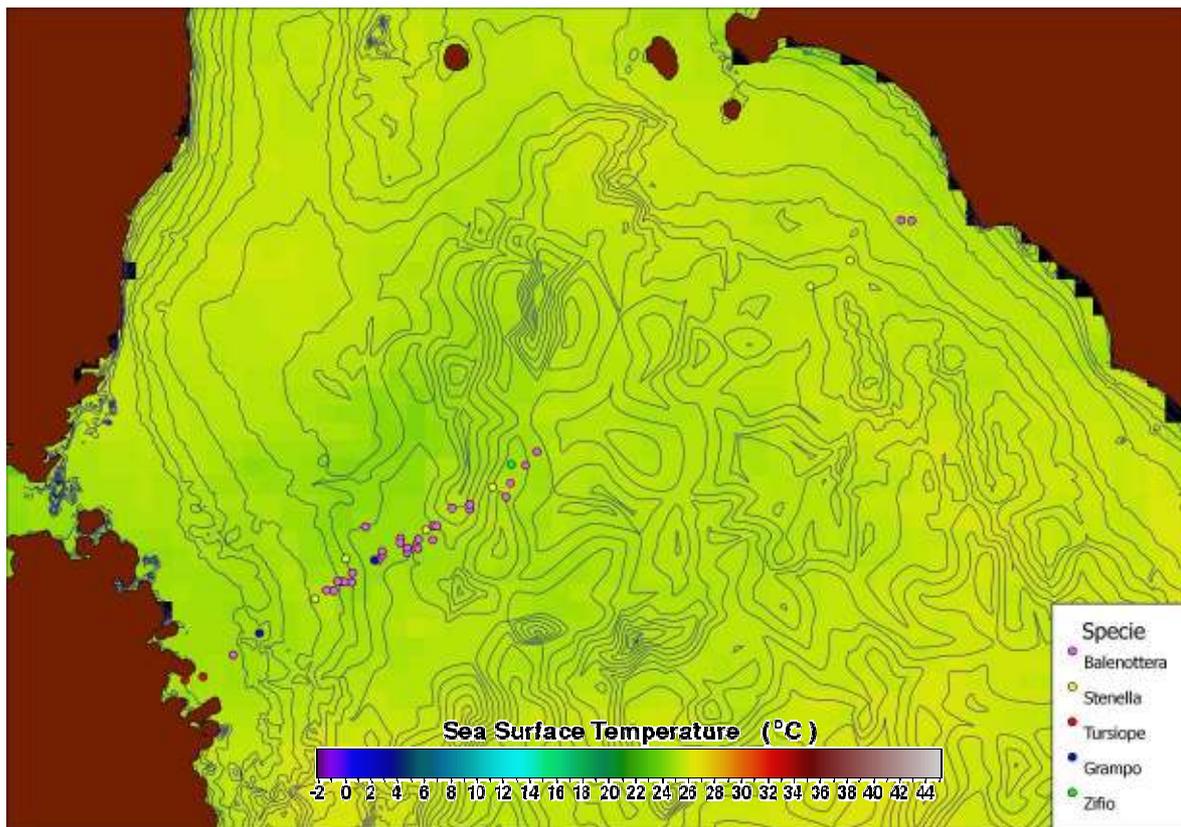


Fig. 6: Agosto 2009: distribuzione degli avvistamenti e SST, in alto, e concentrazione di clorofilla, in basso

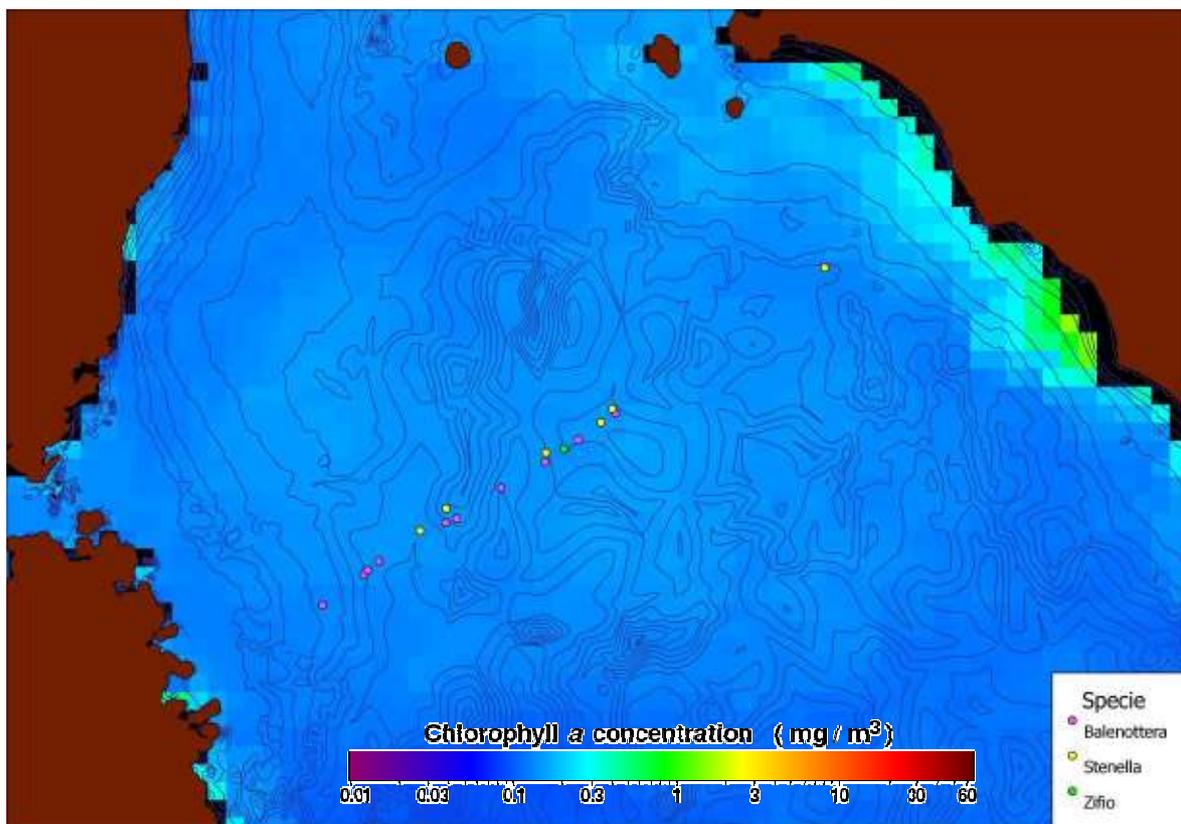
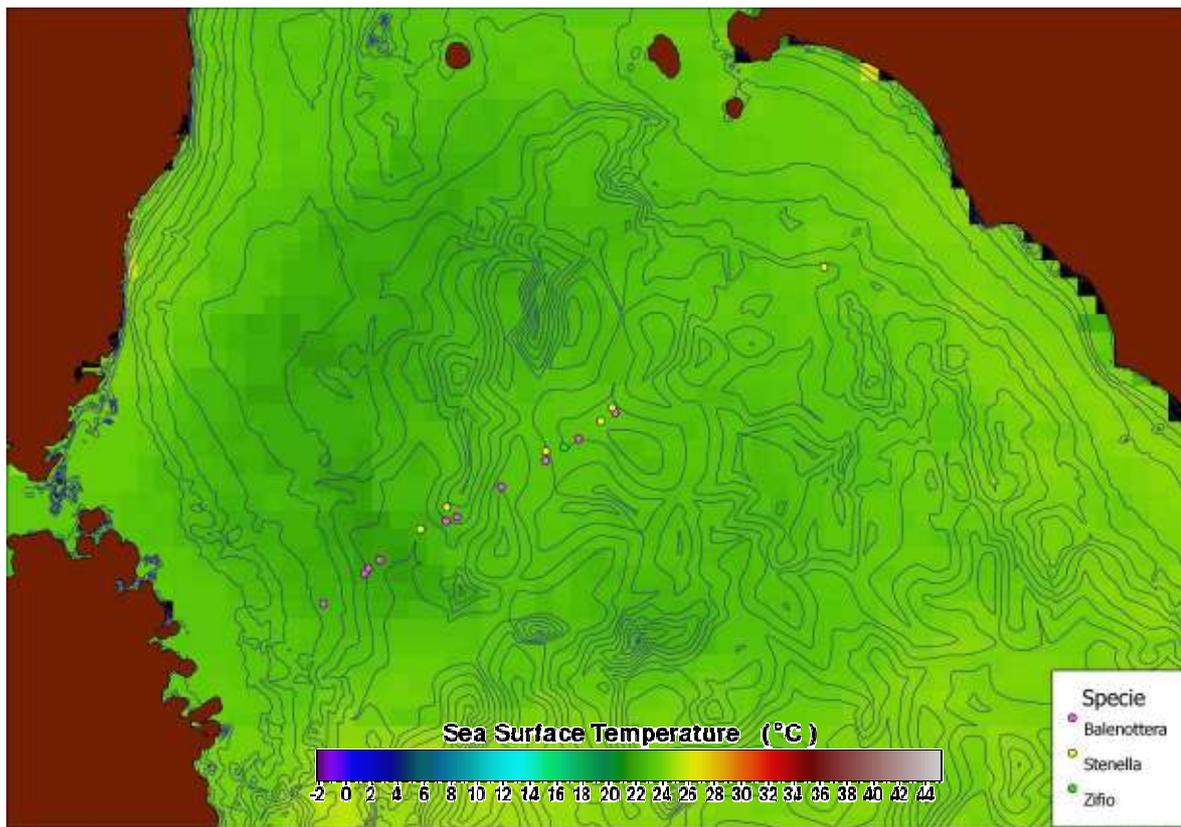


Fig. 7: Settembre 2009: distribuzione degli avvistamenti e SST, in alto, e concentrazione di clorofilla, in basso

Nel mese di Luglio, ad est dalla costa sarda, si incontra una zona con temperature più basse rispetto alla media del Tirreno centrale, dovute al vortice freddo proveniente dalle Bocche di Bonifacio; a queste, si associa anche una maggiore concentrazione di clorofilla (Fig. 5). Gli avvistamenti di cetacei, avvenuti lungo tutto il transetto nel mese di Giugno (Fig. 4), si sono andati concentrando proprio in prossimità di quest'area, anche se con un numero di eventi molto basso. Il fenomeno si è reso più evidente nel mese di Agosto, il più ricco di avvistamenti della stagione: gli animali mostrano infatti una distribuzione piuttosto limitata a questa zona del bacino, caratterizzata da basse temperature ed alta produttività, che si rivela quindi di grande importanza per gli animali (Fig. 6). A Settembre infine, si assiste ad una più omogenea distribuzione della clorofilla nel Tirreno centrale, che presenta temperature mediamente più fredde, a cui corrisponde una graduale dispersione delle osservazioni lungo l'area di studio (Fig. 7).

Risulta evidente che l'andamento dei valori di clorofilla è piuttosto concorde con quello di presenza di cetacei, che non sembra invece chiaramente correlata con la temperatura superficiale. Lo sviluppo di organismi fotosintetici, essendo alla base delle catene trofiche marine, e le correnti che li distribuiscono nelle acque, compongono quindi in parte il quadro ecologico necessario per comprendere gli spostamenti ed individuare le aree maggiormente frequentate dai mammiferi marini. Pertanto, condurre ulteriori ricerche quantitative riguardanti questi ed altri parametri, quali la salinità, le batimetrie e le pendenze, può certamente essere utile per completarlo.

4. CONCLUSIONI

Il monitoraggio di cetacei compiuto da piattaforme di opportunità quali i traghetti di linea si rivela efficace per indagare presenza e distribuzione delle specie su vasta scala temporale e spaziale. Il metodo infatti risulta omogeneo e affidabile, non essendo particolarmente influenzato da molte variabili, e può essere in tal modo facilmente ripetuto ed applicato in altre aree di studio, permettendo un confronto diretto dei risultati.

Non è stata riscontrata un'influenza sul metodo da parte dell'osservatore, mentre potrebbe esistere un *bias* relativo agli avvistamenti. Il maggior numero di incontri registrati a prua potrebbe dipendere dal fatto che la porzione di mare viene ispezionata più spesso, sia dagli operatori che dagli equipaggi, oppure che gli animali vengono avvistati mano a mano che la nave avanza entrando in un nuovo campo visivo. L'elevato numero di casi di osservazioni sul lato destro delle rotte invece, potrebbe essere causato dall'effetto della luce del sole che, provocando evidenti riflessi all'emersione, aumenterebbe la possibilità di avvistamento dei cetacei in queste direzioni, rendendosi più evidente nei viaggi di ritorno che presentano un numero minore di casi. I transetti inoltre, distano tra loro alcune miglia nautiche, con la rotta di andata più settentrionale rispetto a quella di ritorno; il lato destro in entrambe corrisponde quindi al lato esterno della striscia compresa tra le due, e la prevalenza di avvistamenti in questa parte sembrerebbe indicare che gli animali tendano a mantenersi più spesso nelle aree esterne alle rotte. Queste vengono presumibilmente percorse, oltre che da traghetti di linea, anche da molti mercantili, determinando un elevato traffico navale specialmente in estate.

Le differenze specifiche individuate nella distribuzione di frequenza degli avvistamenti in relazione alla distanza dall'imbarcazione indicano che il metodo di monitoraggio compiuto da traghetto copre aree più o meno estese, dipendendo dalla specie in considerazione. Per la balenottera, e comunque per le specie di grandi dimensioni, si può dire che con transetti lineari di questo tipo viene campionata una striscia di circa 9 km di larghezza, che si riduce a 4 km per specie di delfinidi. Pertanto, anche il numero di avvistamenti andrebbe riferito a questi valori per stime numeriche dell'abbondanza relativa di ogni specie.

Dati di monitoraggio puntuali forniscono inoltre una base importante di informazioni su cui verificare i fattori ambientali che maggiormente influenzano la presenza dei cetacei.

Le analisi delle temperature superficiali mostrano la variabilità dei dati ottenuti dalle imbarcazioni, essendo diversi i dispositivi e gli orari di misurazione, rispetto a quelli satellitari; gli errori minori sono stati registrati nei viaggi di ritorno, probabilmente perché le misurazioni vengono effettuate nelle ore mattutine, quando l'acqua non ha ancora subito un riscaldamento superficiale per insolazione, avvicinandosi di più ai valori notturni satellitari. Si evince che, in ricerche di questo tipo, sia comunque preferibile utilizzare i parametri oceanografici ottenuti da satellite, poiché assicurano misurazioni continue ed omogenee durante tutta la stagione, non essendo soggette alle differenze tra le strumentazioni di bordo. In tale modo, risulta inoltre possibile ricavare dati in caso di assenza di strumenti appositi, e confrontarli tra aree di studio diverse, indipendentemente dalle modalità di misurazione sul campo.

Nell'area di studio si è evidenziata la ricchezza di specie di cetacei, che presentano variazioni nella loro distribuzione nel bacino nell'arco della stagione. Le indagini relative ai parametri oceanografici considerati in questa ricerca hanno descritto in parte le condizioni ambientali di questo tratto di mare, mostrando la presenza di un'area di grande importanza per gli animali, che si concentrano nei mesi di Luglio e Agosto tra le 18 e le 50 miglia nautiche dalla costa sarda. L'andamento dei valori di clorofilla risulta concorde con quello di presenza di cetacei, che non sembra invece chiaramente correlato con la temperatura superficiale. Lo sviluppo di organismi fotosintetici, essendo alla base delle catene trofiche marine, e le correnti che li distribuiscono nelle acque, compongono quindi in parte il quadro ecologico necessario per capire gli spostamenti ed individuare le aree maggiormente frequentate dai mammiferi marini. Può essere quindi certamente utile condurre ulteriori ricerche quantitative riguardanti questi ed altri parametri, quali la salinità, le batimetrie e le pendenze, per completare il quadro di conoscenza delle relazioni esistenti fra la presenza degli animali ed i fattori ambientali.

Comprendere i meccanismi di uso dell'habitat da parte delle specie marine permette inoltre di elaborare carte dinamiche di presenza delle stesse, strumento utile per prevederne i movimenti e la distribuzione. In contesti di elevato transito navale e privi di tutela come nella zona di ricerca qui presentata, queste informazioni sono un supporto importante per poter attivare programmi mirati di conservazione e mitigazione degli impatti, ad esempio attraverso un "codice volontario di condotta" da parte dell'industria navale per ridurre la

velocità di navigazione nelle aree e nei periodi con maggiore tasso d'incontro (Arcangeli *et al.*, 2008).

Questi risultati mostrano in maniera preliminare la complessità di interazione delle specie con i diversi fattori ambientali e antropici, dimostrando la necessità di ulteriori studi per determinarne gli effetti e le variazioni a lungo termine e su larga scala geografica. L'uso dei traghetti come piattaforme di opportunità può essere quindi considerato un metodo efficace ed economico proprio per effettuare questo tipo di monitoraggi.

5. BIBLIOGRAFIA

- Arcangeli, A., Crosti, R., Marini, L., Poggi, A., Poldi, A., Pulcini, M., Safontas, C., Sdringola, S., Ukmar E., 2008. Monitoring cetacean populations over 15 years in Central Tyrrhenian Sea using a non-dedicated ferry as a observation platform. European Research on Cetaceans P.G.H. Evans (*in press*).
- Arcangeli, A., Marini, L., 2009. I cetacei: stato locale delle conoscenze. In: Amori, G., Battisti, C., De Felici, S. (a cura di): I Mammiferi della Provincia di Roma. Dallo stato delle conoscenze alla gestione e conservazione delle specie, 209-215. Provincia di Roma, Assessorato alle politiche dell'Agricoltura.
- Astraldi, M., Gasparini, G.P., 1994. The seasonal characteristics of the circulation in the Tyrrhenian Sea. Coastal and Estuarine Studies, 46: 115-134.
- Cerioli, N., 2009. Monitoraggio dei cetacei nel Mar Tirreno Centrale: valutazione delle correlazioni esistenti fra la presenza dei mammiferi e le caratteristiche del bacino. Tesi di Laurea Specialistica in Scienze Ambientali Marine, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo.
- Evans, P.G.H., Hammond, P.S., 2004. Monitoring cetaceans in European waters. Mammal Review, 34-1: 131-156.
- IUCN, 2009: IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. www.iucnredlist.org, 1/12/ 2009.
- Marini, L., Consiglio, C., Angradi, A.M., Finoia, M.G., Sanna, A., 1991. I cetacei nel Mar Tirreno centrale: risultati della Campagna d'Avvistamento 1989-1991. Università degli Studi di Roma "La Sapienza". Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo. Pp 107.
- <http://gnoo.bo.ingv.it/mfs/>, 2/12/2009.
- <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>, 4/11/2009.
- Panigada, S., Pesante, G., Zanardelli, M., Capoulade, F., Gannier, A., & Weinrich, M. T., 2006. Mediterranean fin whales at risk from fatal ship strikes. Marine Pollution Bulletin, 52: 1287–1298.