

# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO



FENICE S.p.A.  
Capogruppo Mandataria  
  
Responsabile di progetto  
(Ing. M. Scarrone)

STRETTO DI MESSINA  
  
Direttore Generale e  
RUP Validazione  
(Ing. G. Fiammenghi)

STRETTO DI MESSINA  
  
Amministratore Delegato  
(Dott. P. Ciucci)

## MONITORAGGIO AMBIENTALE GENERALE

MA0101

AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO DI SETTORE E DEL CONNESSO MONITORAGGIO  
ANTE OPERAM RELATIVO AI FLUSSI MIGRATORI DEI CETACEI  
ATTRAVERSO LO STRETTO DI MESSINA

CODICE

MA0000PSDDGMA0101 F0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	F. FLORIO	R. GRECO	M. SCARRONE

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<i>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</i> <i>CETACEI – Relazione Tecnica</i>	<i>Codice documento</i> <i>MA0000PSDDGMA0101</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Il presente documento è il risultato delle attività di studio e di analisi svolte sotto il coordinamento e la supervisione dei seguenti esperti:

Prof. Notarbartolo di Sciara (Supervisore)

Dott. Simone Panigada (Coordinatore)

Dott. Nino Pierantonio (Supervisore attività di campo)

Dott. Arianna Azzellino (Elaborazione e restituzione dati)

Lo studio consta delle seguenti parti:

- Relazione Tecnica
- Allegato 1 - Carte Tematiche
- Allegato 2 - Catalogo Fotografico Tursiopi

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

## INDICE

INDICE .....		2
1 Premessa .....		3
1.1 Cetacei Costieri .....		4
1.2 Cetacei pelagici .....		5
2 Attività di campo 2010-2011.....		6
2.1 Area di studio .....		6
2.2 Metodi .....		7
2.2.1 Sforzo di osservazione .....		10
2.2.2 Monitoraggio visivo .....		17
2.2.3 Monitoraggio acustico.....		18
2.2.4 Analisi spaziale.....		24
3 Risultati.....		26
3.1 Considerazioni generali sugli avvistamenti .....		26
3.2 Stenella striata.....		33
3.3 Capodoglio .....		35
3.4 Tursiope .....		38
3.4.1 Foto-identificazione del tursiope .....		40
3.5 Condivisione dell'habitat tra le specie tursiope e stenella striata.....		47
4 Conclusioni e raccomandazioni.....		54
5 Riferimenti bibliografici.....		57

**- Allegato 1 È Carte Tematiche**

**- Allegato 2 È Catalogo Fotografico Tursiopi**

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b>  <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<b>Codice documento</b> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<b>Rev</b> <b>F0</b>	<b>Data</b> <b>20/06/2011</b>

## 1 Premessa

Il primo anno di monitoraggio *ante operam* (2005-2006) nelle acque dello Stretto di Messina ha consentito la raccolta di informazioni di base sulla presenza, abbondanza relativa, distribuzione e uso dell'habitat delle tre principali specie di cetacei presenti nell'area dello Stretto: stenella striata *Stenella coeruleoalba*, capodoglio *Physeter macrocephalus*, e tursiopo *Tursiops truncatus*. Di queste, le prime due si sono confermate come specie pelagiche e di scarpata nelle acque profonde immediatamente prospicienti lo Stretto, mentre è emersa la regolare frequentazione da parte di una comunità di tursiopi delle acque dello Stretto vero e proprio, nelle quali sono presumibilmente residenti.

Nel corso di quelle prime campagne di ricerca sono state anche occasionalmente avvistate tre altre specie di cetacei: il grampo *Grampus griseus*, lo zifio *Ziphius cavirostris*, e il delfino comune *Delphinus delphis*. La balenottera comune *Balaenoptera physalus*, di cui è nota la saltuaria presenza nelle acque dello Stretto, non è mai stata osservata nel corso del monitoraggio.

Lo studio recentemente terminato si è proposto di rafforzare le conoscenze raccolte nel periodo giugno 2005 - maggio 2006 con supplementi di indagine sul campo volti a verificare la persistenza di trend temporali e rendere più robuste le conclusioni tratte nel 2006 mediante l'acquisizione di nuovi dati. Tali indagini - seppur per il momento limitate ad un periodo di soli sei mesi sui 12 originariamente previsti - permettono ora di fornire informazioni ecologiche e comportamentali più dettagliate sulle comunità dei cetacei presenti nello Stretto e nelle acque limitrofe, consentendo in tal modo una più accurata valutazione dell'entità dei potenziali effetti su questi animali dovuti alla costruzione e al futuro esercizio del ponte.

Le attività portate a termine in questi primi sei mesi di raccolta dati (luglio 2010 - marzo 2011) hanno previsto una ricerca dedicata ai tursiopi nelle acque dello Stretto (Sezione 1.1), e una serie di *survey* di superficie - acustici e visivi - su un'area più ampia (Sezione 1.2), identica a quella oggetto dello studio precedente (2005-2006), dedicata soprattutto alla stenella striata, al capodoglio e ad altre specie pelagiche e di scarpata (e.g., balenottera comune, grampo, zifio, delfino comune).

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

## 1.1 Cetacei Costieri

Il tursiopo si è confermato essere l'unica specie di cetaceo costiero regolarmente presente nelle acque dello Stretto. I dati sulla socio-ecologia della specie forniscono importanti indicazioni sul suo uso dell'habitat. Pertanto, lo studio proposto ha come scopo la descrizione in dettaglio (per quanto consentito dal tempo a disposizione, in un'area caratterizzata da condizioni meteorologiche spesso avverse) della situazione attuale, ante operam, della presenza ed ecologia del tursiopo nell'area di studio. Tali conoscenze, se basate su una quantità di dati sufficientemente robusta, consentiranno in un secondo tempo di valutare eventuali modifiche nell'ecologia degli animali studiati, sia nel corso dei lavori, sia nella fase di esercizio, fornendo allo stesso tempo le indicazioni necessarie a mettere in atto eventuali misure mitigative durante la fase di cantiere.

Gli obiettivi della ricerca comprendono la descrizione delle caratteristiche ecologiche (individuazione spaziale su scala fine dell'habitat principale, del suo uso da parte degli animali, e del loro home range; distribuzione e dimensioni della popolazione), biologiche (riproduzione e alimentazione) e comportamentali (dimensioni e struttura dei gruppi, interazioni con attività antropiche) della comunità di tursiopi oggetto dello studio, e di eventuale stagionalità degli stessi.

Ogni mese sono stati organizzati survey visivi, effettuati mediante imbarcazione dedicata. Le tecniche utilizzate nel corso delle uscite in mare comprendono la foto-identificazione individuale, il campionamento comportamentale, e la raccolta di dati ambientali. Il protocollo di raccolta dei dati ha previsto un minimo di due giornate di survey al mese, eventualmente da raggruppare in due periodi di maggiore durata, così da aumentare la consistenza del campione. Per ogni gruppo di cetacei avvistati sono stati raccolti i seguenti elementi: data, ora, posizione, specie, fotografie atte al riconoscimento individuale e alla creazione di un catalogo, dimensioni e composizione del gruppo e comportamento.

La ricerca ha prodotto una descrizione preliminare della distribuzione e dell'abbondanza dei tursiopi presenti nella zona mediante: a) costruzione di catalogo fotografico degli individui presenti e b) predisposizione di carte tematiche (Allegato 1). Per quanto riguarda invece: c) identificazione di eventuali habitat critici in base alle variabili analizzate e selezionate dai modelli, e d) valutazione di eventuali trend stagionali, si prevede che il supplemento di indagine semestrale sopra menzionato consentirà la raccolta di dati aggiuntivi tali da rendere statisticamente più robusto il campione, fornendo maggiori indicazioni su questi due punti.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

## 1.2 Cetacei pelagici

Lo studio consiste nella descrizione degli aspetti rilevanti dell'ecologia dei cetacei pelagici della zona limitrofa allo Stretto, aumentando la significatività e la robustezza dei dati raccolti tra giugno 2005 e maggio 2006, e integrandoli con nuovi dati.

Gli obiettivi della ricerca prevedono l'arricchimento dei dati di distribuzione, abbondanza assoluta e relativa, uso dell'habitat delle specie che si trovano nelle acque dello Stretto e in una zona limitrofa, sia a nord che a sud dello Stretto stesso.

Il protocollo di raccolta dei dati prevede 12 giornate di *survey* al mese per 6 mesi. La scelta dei transetti è avvenuta in base alle condizioni meteo-marine e allo sforzo di ricerca effettuato nelle uscite precedenti. Per ogni gruppo di cetacei avvistati sono stati raccolti i seguenti elementi: data, ora, posizione, specie, dimensioni e composizione del gruppo, e comportamento. La raccolta dei dati è stata eseguita in maniera semiautomatica, mediante l'utilizzo di software dedicato interfacciato con GPS.

La ricerca ha prodotto una descrizione della distribuzione e dell'abbondanza relativa dei cetacei pelagici avvistati durante le campagne mediante la predisposizione di carte tematiche (Allegato 1). L'identificazione di eventuali habitat critici in base alle variabili analizzate e selezionate dai modelli spaziali e la valutazione di eventuali trend stagionali verranno trattati dettagliatamente alla fine delle ulteriori campagne di monitoraggio attualmente in corso, che consentiranno la raccolta di un campione di dati dotati di più alta significatività.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

## 2 Attività di campo 2010-2011

Allo scopo di raccogliere dati originali sulla presenza, distribuzione, consistenza numerica e uso dell'habitat da parte dei cetacei nello Stretto di Messina, a partire dal mese di luglio 2010 è stato organizzato un regolare programma di crociere di ricerca, comprendente sei campagne concluse nel mese di marzo 2011. Il presente documento fornisce una sintesi dei dati raccolti durante le sei campagne di ricerca (luglio 2010 - marzo 2011).

### 2.1 Area di studio

L'area di studio (Fig. 1) è rappresentata da un rettangolo dalla superficie marina di circa 2300 km<sup>2</sup>. La zona è suddivisa in due sotto-aree (nord e sud) di superficie equivalente (circa 1.150 km<sup>2</sup> ciascuna). Le due sotto-aree sono divise da una linea congiungente Capo Peloro, sulla costa siciliana, con Scilla, sulla costa calabrese.

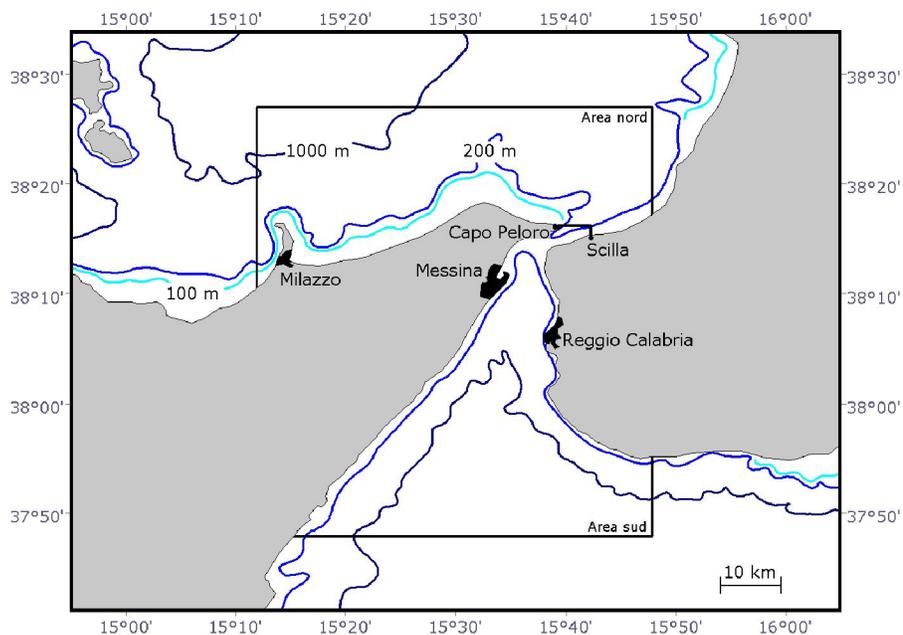


Fig. 1 - L'area di studio

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

## 2.2 Metodi

Le imbarcazioni utilizzate per questo studio comprendevano una barca a motore di 15 metri di lunghezza, di nome "The President" (Fig. 2), di proprietà della Cooperativa Nautilus, utilizzata per le crociere pelagiche, e un gommone a chiglia rigida di 5 metri di lunghezza equipaggiato con un motore a 4 tempi da 60 hp, utilizzato per le crociere costiere.



Fig. 2 - L'imbarcazione "The President" utilizzata per le crociere di ricerca

Per la raccolta dei dati sono stati utilizzati due metodi differenti: (a) crociere giornaliere . in misura di 12 uscite al mese, lungo nove transetti progettati per consentire la copertura omogenea dell'intera area di studio (Fig. 3) - finalizzate allo studio della diversità specifica, distribuzione, uso dell'habitat e movimenti (Cañadas et al., 2005; Panigada et al., 2005); e (b) crociere costiere per la foto-identificazione del tursiopo, nelle zone antistanti lo Stretto di Messina (Fig. 4). Nel primo caso di campionamento i cetacei venivano rilevati sia visivamente, sia acusticamente mediante l'uso di una cortina idrofonica trainata, nel secondo caso solo visivamente. La raccolta sistematica di dati quantitativi sui cetacei sulla base di osservazioni visive è resa possibile dalla necessità di queste specie di venire frequentemente in superficie per respirare. Il mezzo acustico offre un supporto complementare per quelle specie (in modo particolare il capodoglio) che sono in grado di immergersi per periodi prolungati (a volte superiori all'ora), il che rende più difficile la raccolta di dati quantitativi su base unicamente visiva.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

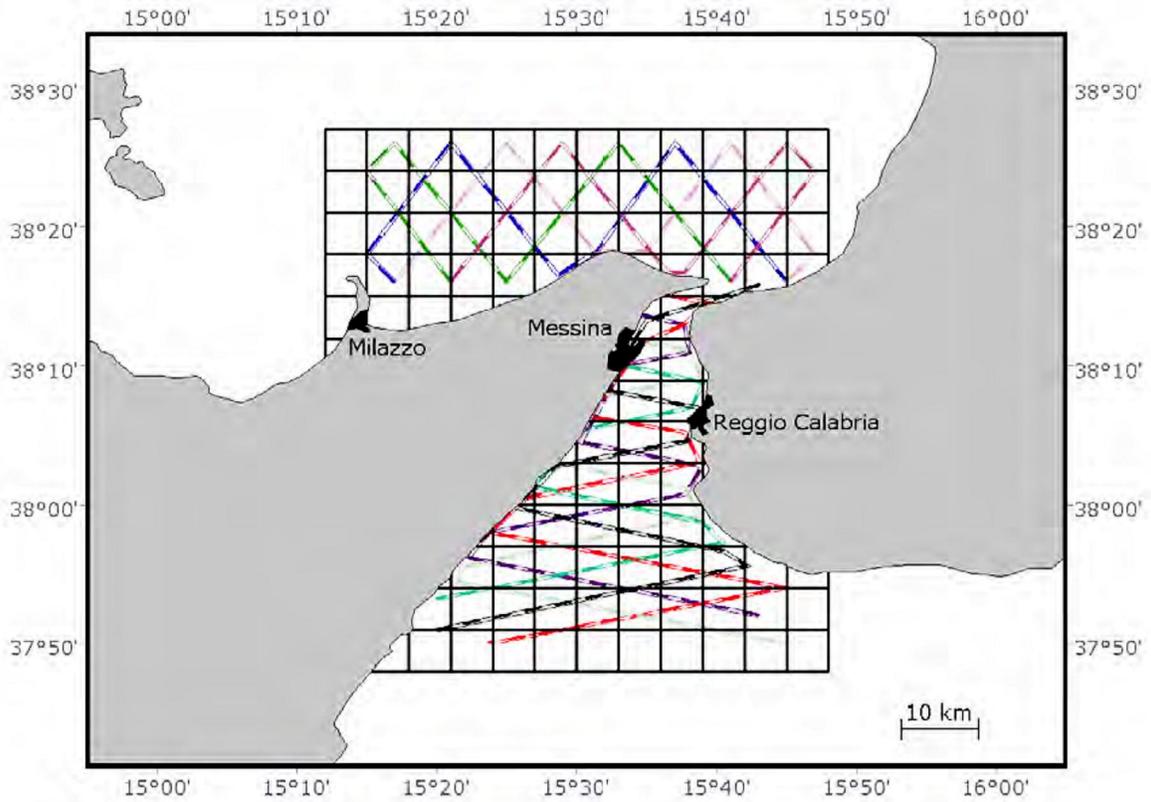


Fig. 3 - Transetti utilizzati nel corso delle crociere. I differenti transetti utilizzati volta per volta sono rappresentati da differenti colori

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<b>Codice documento</b> MA0000PSDDGMA0101	<b>Rev</b> F0	<b>Data</b> 20/06/2011

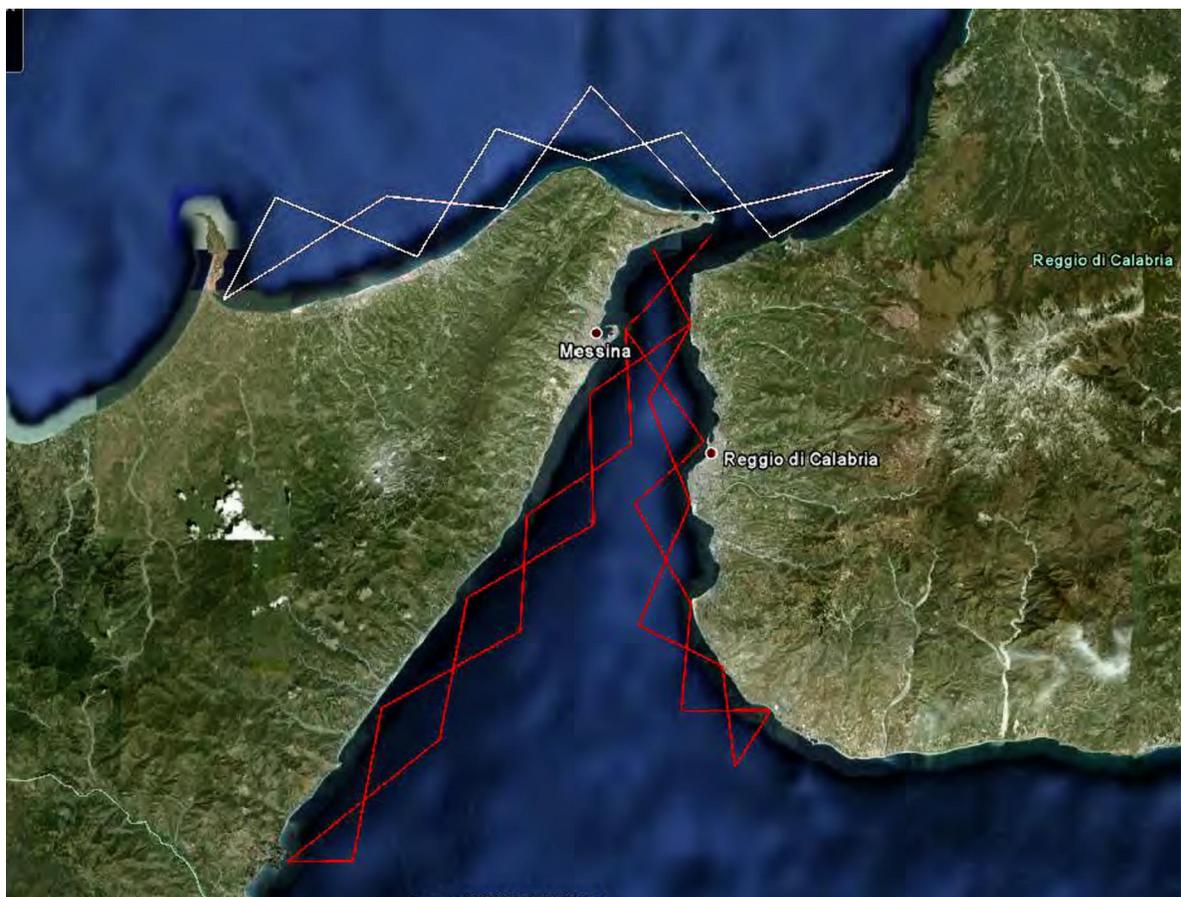


Fig. 4 – L'area di studio e i transetti costieri programmati (in rosso il settore sud e in bianco il settore nord)

La scelta dei transetti veniva determinata volta per volta in modo da garantire una copertura dell'area di studio tale da consentire l'analisi statistica dei dati e l'applicazione di modelli di analisi spaziale (Gregg e Trites, 2001; Redfern et al., 2006).

Per quanto concerne la raccolta dati di foto-identificazione a bordo di gommone dedicato, utilizzato per avvicinare gli animali ad una distanza utile per l'acquisizione di fotografie di qualità sufficiente, sono state utilizzate due macchine fotografiche reflex digitali, una *Canon EOS 500D* ed una *Canon EOS Digital Rebel XT* dotate, rispettivamente, di teleobiettivo *Canon EF 70-200mm f/2.8L IS USM* e *Canon EF 70-200mm f/4L USM*.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

### 2.2.1 Sforzo di osservazione

La sistematicità delle uscite in mare e il disegno di campionamento previsto hanno consentito, nel corso delle prime sei crociere, una copertura omogenea dell'area di studio, come si evince dalla seguente Figura 5.

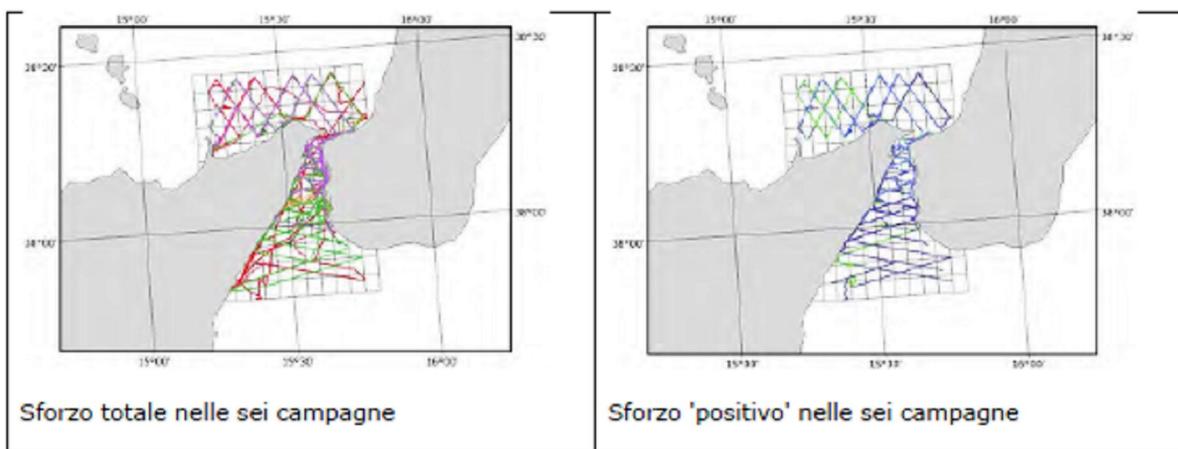


Fig. 5 - Rotte percorse nell'area di studio nel corso delle crociere condotte tra luglio 2010 e marzo 2011

(per dettagli sulla definizione di sforzo 'positivo', v. Sez. 2.2.2.)

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

La seguente tabella (Tab. 1) mostra i giorni effettivi di monitoraggio effettuati in relazione a quelli totali, oltre ai giorni costretti in porto per cattivo tempo.

<b>CAMPAGNA</b>	<b>PERIODO DI ESECUZIONE</b>	<b>GIORNI TOTALI (operativi+stdby meteo)</b>	<b>GIORNI EFFETTIVI DI NAVIGAZIONE</b>
1	25/07/2010-05/08/2010	12	12
2	06/09/2010-16/09/2010	11	8
3	18/10/2010-03/11/2010	17	6
4	18/11/2010-11/12/2010	24	10
5	10/01/2011-22/01/2011	13	11
6	14/02/2011 . 12/03/2011	26	9
<b>TOT</b>		<b>103</b>	<b>56</b>

Tab. 1 – Dettaglio dei giorni di monitoraggio

La distribuzione complessiva dello sforzo di osservazione è rappresentata in Fig. 6a, successivamente scomposta nelle sei campagne di ricerca in Fig. 6b.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

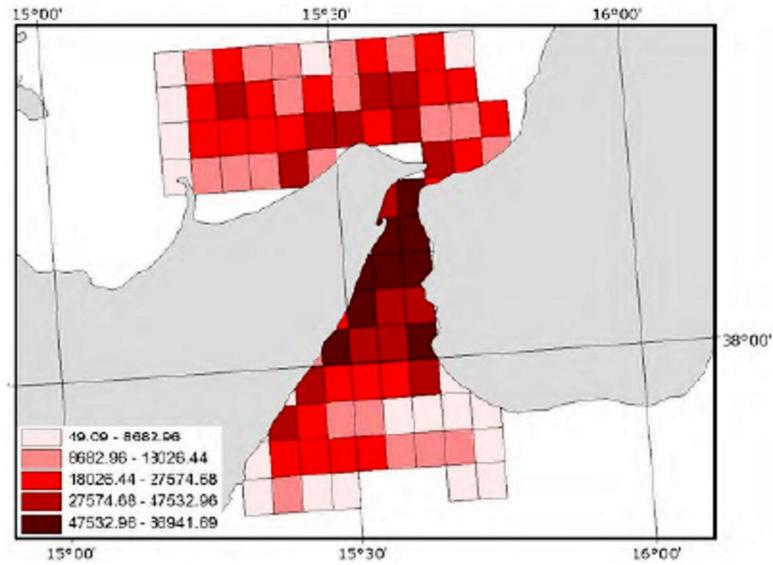


Fig. 6 a – Distribuzione complessiva dello sforzo di osservazione nell’area di studio, luglio 2010 – marzo 2011. I valori delle celle rappresentano la lunghezza del percorso per cella, espressa in metri

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<b>Codice documento</b> MA0000PSDDGMA0101	<b>Rev</b> F0	<b>Data</b> 20/06/2011

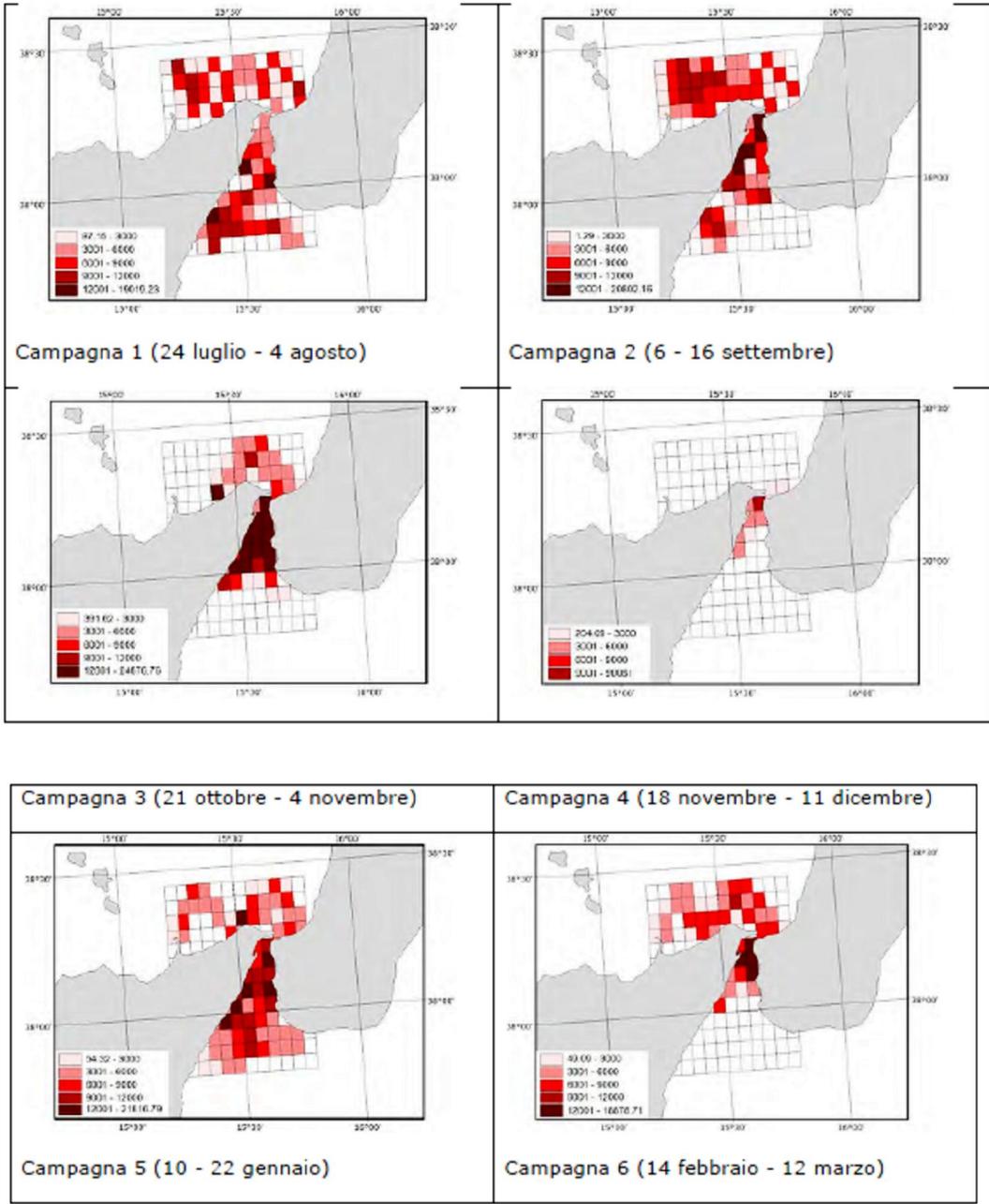
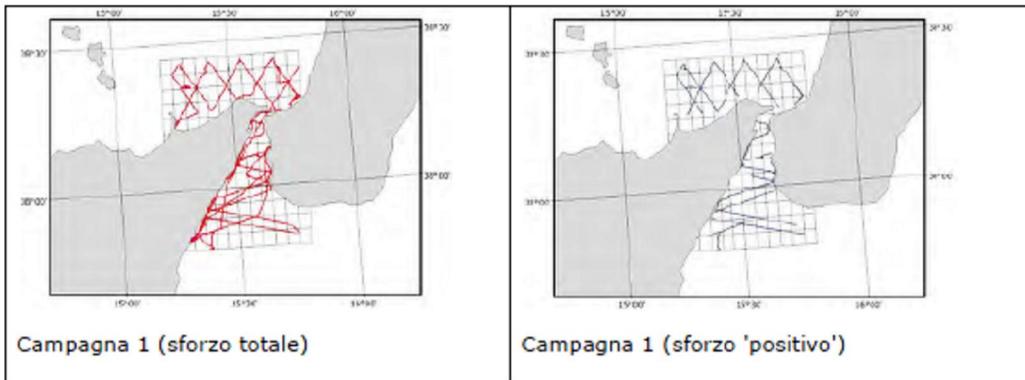


Fig. 6 b - Distribuzione dello sforzo di osservazione nelle sei campagne

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

La figura successiva (Fig. 7) mostra le rotte totali percorse durante le singole campagne, in confronto con le rotte percorse in condizioni 'positive'. La differenza tra le mappe evidenzia come in molte occasioni si sia cercato di rimanere in mare anche in situazioni non ottimali, al fine di aumentare la copertura dell'area di studio e di percorrere almeno una volta i transetti previsti per campagna di raccolta dati.





# Ponte sullo Stretto di Messina

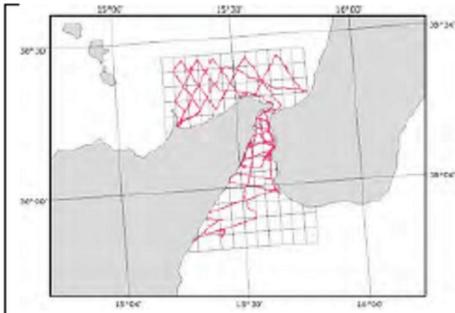
## Progetto definitivo

AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE  
CETACEI . Relazione Tecnica

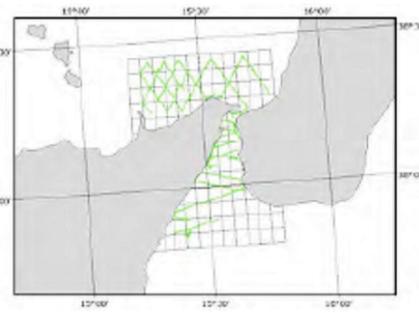
Codice documento  
MA0000PSDDGMA0101

Rev  
F0

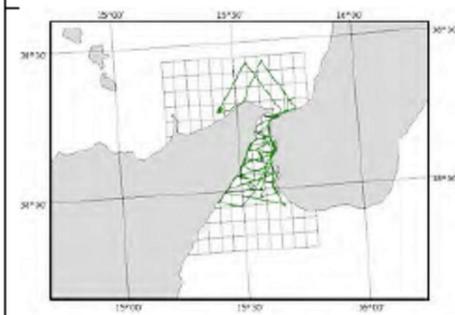
Data  
20/06/2011



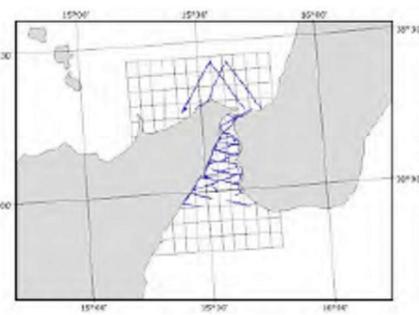
Campagna 2 (sforzo totale)



Campagna 2 (sforzo 'positivo')



Campagna 3 (sforzo totale)



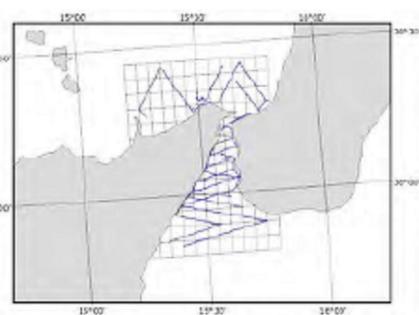
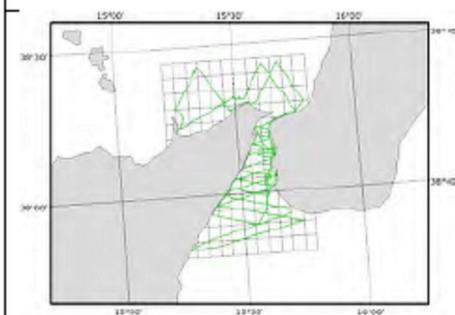
Campagna 3 (sforzo 'positivo')



Campagna 4 (sforzo totale)



Campagna 4 (sforzo 'positivo')



	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

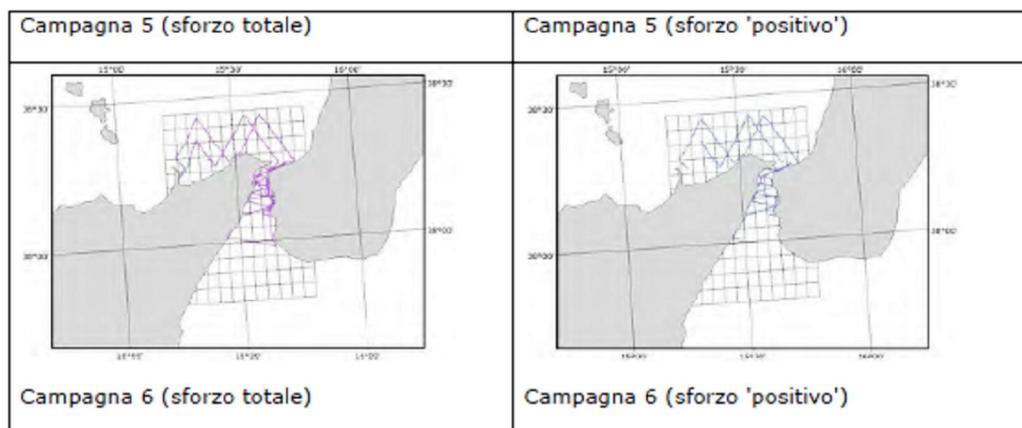


Fig. 7 - Confronto tra lo sforzo di osservazione complessivo e quello in condizioni 'positive' nelle sei campagne (per dettagli sulla definizione di sforzo 'positivo', v. Sez. 2.2.2.)

La tabella seguente (Tab. 2) riassume infine lo sforzo impegnato sul campo da luglio 2010 a marzo 2011 nella raccolta dei dati, suddiviso per tipologia di attività.

	<b>Tipologia di attività</b>	<b>Miglia</b>	<b>Chilometri</b>	<b>Durata (h:m:s)</b>
<b>1° campagna</b>	Navigazione/Trasferimento	211.3	391.3	34:54:06
	Ricerca Visiva e Acustica	178.6	330.8	23:15:49
	Ricerca solo Visiva	41.9	77.6	06:21:32
	Ricerca solo Acustica	4.2	7.8	42:06:00
	Osservazioni in presenza degli animali	17.6	32.6	03:19:27
	<b>Totale</b>	<b>453.6</b>	<b>840.1</b>	<b>68:33:10</b>
<b>2° campagna</b>	Navigazione/Trasferimento	159.8	295.9	27:40:44
	Ricerca Visiva e Acustica	141.1	261.4	20:36:20
	Ricerca solo Visiva	95.1	176.2	14:05:24
	Ricerca solo Acustica	6.1	11.3	01:39:18
	Osservazioni in presenza degli animali	5.8	10.7	02:20:24
	<b>Totale</b>	<b>407.9</b>	<b>755.4</b>	<b>66:22:37</b>
<b>3° campagna</b>	Navigazione/Trasferimento	100.3	185.8	15:21:41
	Ricerca Visiva e Acustica	0	0	0
	Ricerca solo Visiva	209.2	387.5	27:10:00
	Ricerca solo Acustica	0	0	0
	Osservazioni in presenza degli animali	14.07.00	27.2	04:51:02
	<b>Totale</b>	<b>324.4</b>	<b>600.7</b>	<b>47:23:44</b>
<b>4° campagna</b>	Navigazione/Trasferimento	17.7	32.78	2:49:00
	Ricerca Visiva e Acustica	10.3	19.07	1:43.17
	Ricerca solo Visiva	25.9	47.97	4:27:15
	Ricerca solo Acustica	0.0	0	0:00:00
	Osservazioni in presenza degli animali	1.6	2.96	1:17:00
	<b>Totale</b>	<b>55.6</b>	<b>102.97</b>	<b>10:10:32</b>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>		<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>
<b>5° campagna</b>	Navigazione/Trasferimento	83.6	154.8	13:32:25
	Ricerca Visiva e Acustica	223.8	414.4	28:48:24
	Ricerca solo Visiva	40.4	74.8	5:23:48
	Ricerca solo Acustica	14.7	27.2	2:03:02
	Osservazioni in presenza degli animali	11.9	23.1	4:03:39
	<b>Totale</b>	<b>374.3</b>	<b>693.03</b>	<b>53:52:18</b>
<b>6° campagna</b>	Navigazione/Trasferimento	60.9	112.6	9:58:10
	Ricerca Visiva e Acustica	116.9	216.5	14:55:38
	Ricerca solo Visiva	36.1	66.8	4:44:02
	Ricerca solo Acustica	1.9	3.5	15:54
	Osservazioni in presenza degli animali	4.2	7.9	47:23
	<b>Totale</b>	<b>219.9</b>	<b>407.3</b>	<b>30:40:50</b>
<b>totale</b>	Navigazione/Trasferimento	633.6	1173.18	104.16.06
	Ricerca Visiva e Acustica	670.7	1242.17	89.19.28
	Ricerca solo Visiva	448.6	830.87	62.12.01
	Ricerca solo Acustica	26.9	49.8	61.42.20
	Osservazioni in presenza degli animali	41.6882	104.46	63.14.32
	<b>Totale</b>	<b>1821.49</b>	<b>3400.48</b>	<b>277.03.11</b>

Tab. 2 – Dettaglio dello sforzo impegnato sul campo da luglio 2010 a marzo 2011

## 2.2.2 Monitoraggio visivo

Durante i turni di avvistamento due osservatori esperti erano posizionati sul ponte superiore a circa 4 metri di elevazione sul livello dell'acqua, con il compito di osservare il mare da ciascun lato dell'imbarcazione. Le condizioni nelle quali è possibile effettuare le osservazioni - complessivamente definite come "condizioni positive" - sono caratterizzate da una serie di parametri ambientali quali ad esempio la forza del vento, lo stato del mare, la velocità dell'imbarcazione, la visibilità, le condizioni meteorologiche (pioggia, nebbia), che devono necessariamente rimanere costanti durante le osservazioni, anche al fine di poter confrontare i dati raccolti durante le campagne pregresse con quelli raccolti durante questo campionamento. Le osservazioni sono state effettuate con mare calmo e bel tempo, e sono state interrotte quando la forza del vento superava Beaufort 4 (velocità del vento = 5,5 - 7,9 m s<sup>-1</sup>) o lo stato del mare superava Douglas 3 (altezza delle onde = 0,10 - 0,50 m, mare poco mosso), oppure in caso di insufficiente visibilità causata da pioggia o nebbia.

L'inizio e la fine dello sforzo di ricerca venivano determinati dalla partenza e dall'arrivo in porto, dall'inizio e dalla fine di un avvistamento, dall'alba e dal tramonto, e/o dal peggioramento delle

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

condizioni atmosferiche.

I cetacei venivano avvistati a occhio nudo mentre la conferma dell'avvistamento e la determinazione della specie venivano effettuate con un binocolo. Gli animali erano quindi avvicinati a breve distanza per confermare la specie, le dimensioni e la composizione del gruppo, per valutare la presenza o assenza di piccoli/giovani, e . soprattutto per quanto concerne il tursiopo - per il riconoscimento individuale basato sul metodo della foto-identificazione.

Per ogni gruppo di cetacei avvistati sono state raccolte le seguenti informazioni: data, ora, posizione, specie, taglia e composizione del gruppo. La raccolta dei dati viene eseguita in maniera semi-automatica, mediante l'utilizzo di un apposito software, Logger 2000, programmato dall'International Fund for Animal Welfare (IFAW). Tale software, caricato su un computer portatile e interfacciato con un GPS (Global Positioning System), consente la registrazione della posizione dell'imbarcazione a intervalli regolari, ogni 10 secondi, e l'archiviazione di tutti i dati, permettendo a posteriori il calcolo delle miglia percorse e la visualizzazione delle rotte e degli avvistamenti. I dati ambientali, quali la visibilità, la forza del vento (scala Beaufort) e lo stato del mare (scala Douglas), sono stati registrati a intervalli regolari, e ogni qualvolta si verificavano cambiamenti nelle condizioni meteo o modificazioni della rotta percorsa.

I dati raccolti sono stati quindi elaborati con il sistema geografico informativo (GIS) ArcView 3.2 per la generazione di carte tematiche.

### 2.2.3 Monitoraggio acustico

*Specifiche tecniche.* Il monitoraggio acustico passivo (PAM) della presenza di cetacei nell'area di studio è stato effettuato sia parallelamente al monitoraggio visivo sia indipendentemente da esso, in funzione delle condizioni meteo-marine e, soprattutto, in funzione del traffico navale nell'area monitorata. Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, particolare attenzione è stata fatta nel settore di mare compreso tra Faro e Tremestieri (costa orientale della Sicilia) e tra Pellaro e Cannitello (costa occidentale calabrese), in cui non sono mai stati effettuati monitoraggi acustici a causa dell'elevato traffico navale che avrebbe potuto causare problemi alla navigazione con l'idrofono trainato. L'utilizzo combinato di monitoraggio visivo ed acustico aumenta notevolmente la possibilità di trovare gli animali quando non sono, ad esempio, in superficie, in condizioni meteo-marine sfavorevoli o in aree difficilmente accessibili (Au et al., 1974, 1986, 1987, 2002, 2006;

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

Thode et al., 2002; Wahlberg, 2002; Au e Benoit-Bird, 2003; Au e Herzing, 2003; Johnson et al., 2004; Rasmussen et al., 2004; Zimmer et al., 2005; Madsen e Wahlberg, 2007; Stimpert et al., 2007). Il PAM (e.g. Leaper et al., 1992; McDonald et al., 1995; Stafford et al., 1998; Au et al., 2000; VanParijs et al., 2002) è stato effettuato per mezzo di una cortina idrofonica a trascinamento orizzontale costituita da due trasduttori piezoelettrici a banda larga del modello Benthos AQ-4, ognuno dotato di pre-amplificatore del modello Magrec HP/ 02 High Quality Broadband Preamplifier. I due idrofoni, insieme ai pre-amplificatori e ad un sensore di pressione, utilizzato per la misurazione della profondità della cortina idrofonica durante la navigazione, sono allocati all'interno di un tubo di poliuretano della lunghezza di 5 metri e riempito di olio minerale inerte. La distanza di 1 metro tra i due trasduttori all'interno del suddetto tubo viene utilizzata dal software dedicato RainbowClick (International Fund for Animal Welfare - IFAW) per valutare la posizione, rispetto alla barca, della sorgente sonora dei suoni che raggiungono l'idrofono grazie alla misurazione del cosiddetto Time Difference of Arrival (TOAD; Figura 8) (Johnson e DeGraaf, 1982; Leaper et al., 1992; Gillespie, 1997; Barlow e Taylor, 2005), e quindi, in presenza di cetacei, in particolare del capodoglio, di effettuare il tracking passivo degli animali durante la loro immersione.

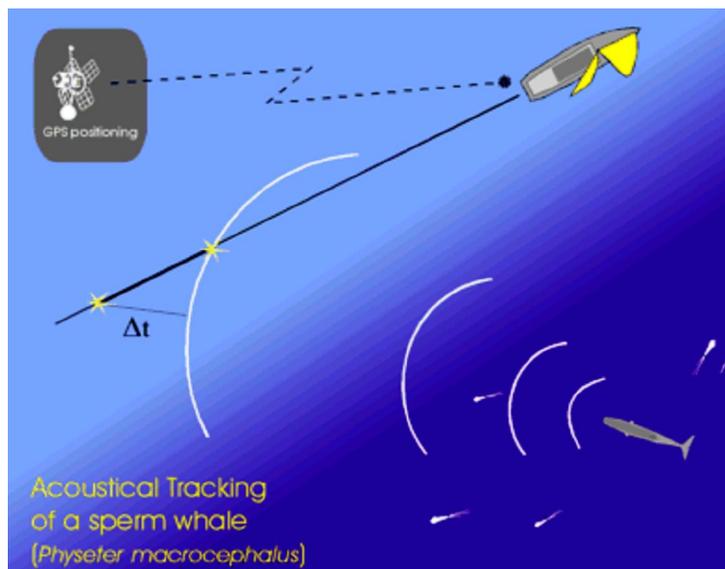


Fig. 8 - Rappresentazione schematica del funzionamento della cortina idrofonica

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

La cortina idrofonica è completata da una cima piombata apicale per la stabilizzazione orizzontale della cortina stessa durante la navigazione e da un cavo della lunghezza di 200 m e dello spessore di 10,5 mm che collega i sensori all'imbarcazione. Questo cavo, oltre a contenere i conduttori elettrici, è dotato anche di una struttura in Kevlar della resistenza nominale di 530 kg. La cortina idrofonica così costituita e trascinata a poppa dell' imbarcazione, è collegata ad un finale di potenza stereo del modello Magrec HP/27ST, a sua volta connesso ad una scheda audio esterna RME Fireface 400 con una frequenza di campionamento di 96 kHz ed una risultante frequenza di banda campionata di 48 kHz. La scheda audio era infine collegata al computer dedicato alla raccolta dati. Le specifiche tecniche della cortina idrofonica e dei singoli componenti e uno schema generale della cortina idrofonica vengono riportati rispettivamente in Tabella 3 e in Figura 9.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

---

#### **Cortina Idrofonica**

Elements	2 x Benthos AQ4. -201 dBV re 1mPa (+/- 1.5 dB 10Hz-15kHz) effective sensitivity to >40kHz
Preamplifiers	2 x Custom built Magrec. 30dB gain. LF cut - 3dB @ 100Hz
Channels	2
Depth Sensor	Yes
Streamlined housing	10m 3 cm diameter polyurethane tube. Filled with Isopar M hydrophone oil. Hydrophone separation of 3m.
Cable	200m screened 1twisted pair with strain member.
Connectors	19 pin Ceep IP68 waterproof

---

#### **Sensori piezoelettrici**

Acoustic Sensitivity dBV re 1 $\mu$ Pa $\pm$ 1dB	201 dB
Acceleration Sensitivity dBV/G	-70 dB A; -60 dB T
Frequency Response $\pm$ 1.5 dB	1 Hz - 15 kHz
Directivity $\pm$ 1 d3 on axis	15 kHz
Sensitivity vs. Depth loss (a) 1,732 meters	0.8 dB
Depth - meters rated/destruct	3,300/6,600
Size - cm diameter/length	1.30/3.30
Weight - grams air/water	4.0/2.9
Capacitance - pF $\pm$ 25%	2,400

---

#### **Amplificatore di potenza**

Supply Voltage	10-35 V DC
Supply current	200mA at 12 V
Input	Balanced input
Gain	0,10,20,30,40,50 dB
High Pass Filter	-6db/octave selectable 0, 40, 80, 400,1.6k, 3.2k
Output Tape	Balanced output via 3 pin XLR
Tans output	Isolated transformer output for computer via 3 pin XLR
Headphone	Dual output via 1/4" jack

---

Tab. 3 – Specifiche tecniche della cortina idrofonica e dei singoli componenti

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<b>Codice documento</b> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<b>Rev</b> <b>F0</b>	<b>Data</b> <b>20/06/2011</b>

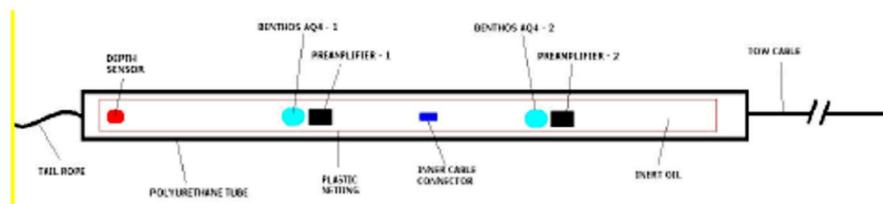


Fig. 9 – Schema generale della cortina idrofonica

**Raccolta dati.** La raccolta di dati acustici è stata effettuata sia durante la fase di ricerca degli animali, sia in presenza degli animali. Nel primo caso la visualizzazione in tempo reale e in continuo degli spettrogrammi dei suoni, sia di natura antropica che biologica, è stata ottenuta grazie all'utilizzo del software dedicato SeaPro, sviluppato dal Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali (CIBRA) dell'Università di Pavia e, contemporaneamente, registrazioni sistematiche della durata di 60 secondi ogni 10 minuti sono state effettuate utilizzando il software Tape Recorder (IFAW). In caso di rilevamento acustico di cetacei, è stato utilizzato il software dedicato RainbowClick (IFAW) (Kandia e Stylianos, 2006, 2008) per effettuare, quando possibile, il tracking passivo dei cetacei in fase di immersione. Durante le osservazioni in presenza degli animali, le registrazioni dei suoni prodotti e la loro visualizzazione grafica in tempo reale sono state effettuate con il software SeaPro (CIBRA).

Durante le 6 campagne di monitoraggio nelle acque nello Stretto di Messina sono state effettuate 707 registrazioni sistematiche della durata di 1 minuto per un totale di 11h47' e circa 20GB di dati.

Registrazioni specifiche in presenza dei cetacei sono state effettuate durante un avvistamento di stenella striata e un avvistamento di capodoglio. In quest'ultimo caso un gruppo di almeno 5 individui è stato registrato per circa 2h4' nelle vicinanze degli animali stessi e subito dopo l'immersione di due di loro; sono stati registrati esclusivamente cosiddetti "click regolari" (Figura 10). Non sono state registrate le tipiche vocalizzazioni denominate "reaks" prodotte durante la ricerca di cibo o suoni caratteristici dei gruppi sociali (Watkins e Schevill, 1977; Gordon, 1987, Weilgart e Whitehead, 1988, 1993; Møhl et al., 2000, Pavan et al., 2000; Teloni, 2000; Whitehead, 2003). È stata registrata però una serie di 7 "boda 6R" considerata non comune nel Mediterraneo (Pavan et al., 2000; Whitehead, 2003). La Figura 11 mostra invece lo spettrogramma di alcuni fischi e click registrati durante un avvistamento di stenella striata (Ostwald et al., 2003; Gitter, 2009).

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

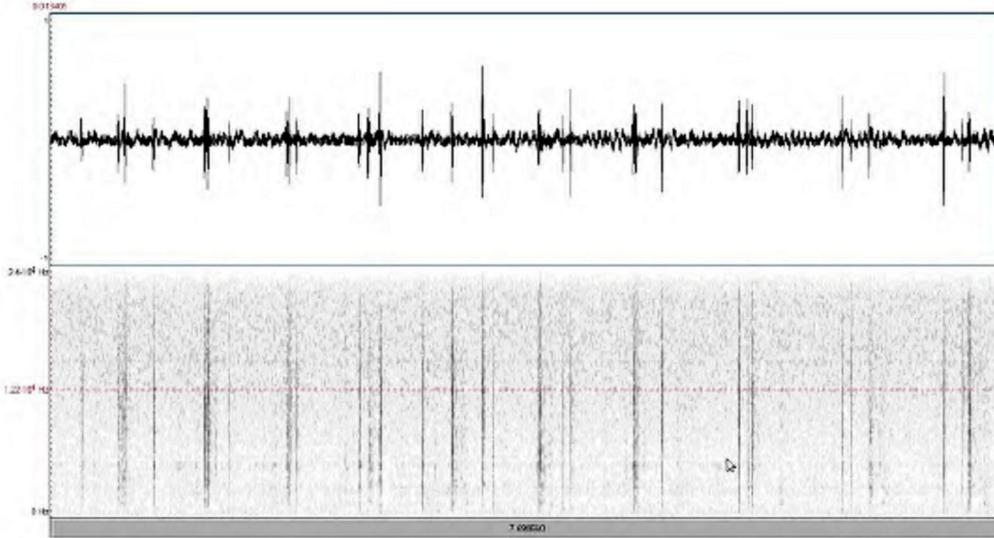


Fig. 10 – Click regolari prodotti da tre capodogli; il riquadro superiore mostra la forma d'onda, mentre il riquadro inferiore mostra lo spettrogramma

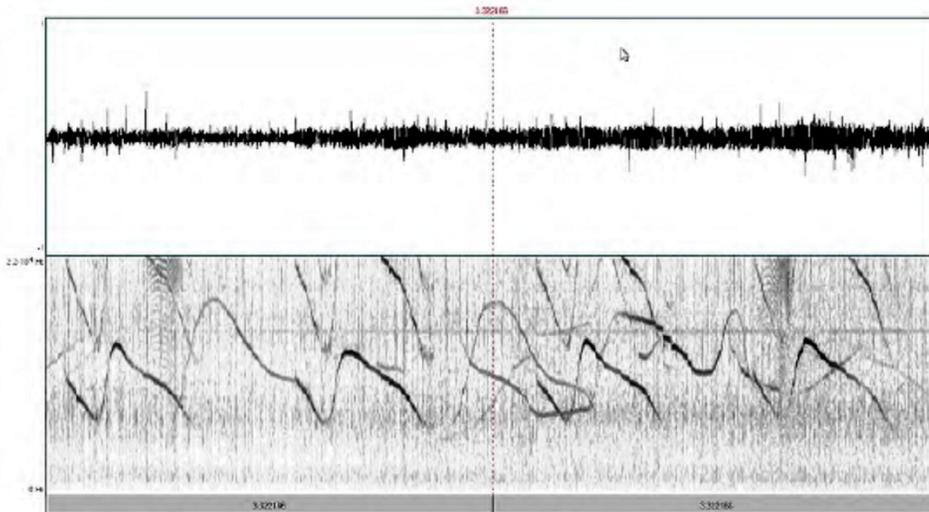


Fig. 11 – Click e fischi prodotti da un gruppo di stenelle striate; il riquadro superiore mostra la forma d'onda, mentre il riquadro inferiore mostra lo spettrogramma

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

## 2.2.4 Analisi spaziale

In questo paragrafo la distribuzione spaziale delle diverse specie viene analizzata e correlata alle variabili fisiografiche e ai parametri ambientali disponibili attraverso le reti di rilevamento remoto (*remote sensing*). Le analisi qui presentate sono state effettuate attraverso un'analisi di regressione logistica (Afifi e Clark, 1996).

In questo particolare tipo di regressione la variabile dipendente  $y$  è di tipo dicotomico e assume i valori 0 (assenza della specie in una particolare cella) e 1 (presenza della specie in una particolare cella). Il modello logistico, in pratica, calcola la probabilità  $p$  che la variabile  $y$  assuma valore 1 correlandola con un set di variabili indipendenti (predittori) secondo la formula:

$$p = \frac{e^{X\beta}}{1 + e^{X\beta}}$$

Il modello logistico viene linearizzato attraverso la cosiddetta trasformazione *logit*:

$$\log \text{it}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$$

ovvero il rapporto logaritmico tra la probabilità di presenza  $p$  e la probabilità di assenza  $1-p$ . Questa trasformazione rende la regressione logistica un caso particolare di modello lineare generalizzato (GLM) avente come funzione link la funzione *logit*.

$$\log \text{it}(p) = \beta_0 + \beta_1 \chi_1 + \beta_2 \chi_2 + \beta_3 \chi_3 + \dots + \beta_k \chi_k = X\beta$$

La stima della probabilità di  $p$  avviene quindi effettuando la stima dei parametri del GLM (che si ottiene utilizzando il metodo di massima verosimiglianza) ed effettuando successivamente la trasformazione inversa dell'operatore *logit*. Per via della trasformazione *logit*, l'interpretazione dei coefficienti della regressione viene in genere presentata in base all'*odds ratio*, ovvero la loro trasformazione esponenziale  $\text{Exp}(\ )$ . L'*odds ratio* rappresenta l'incremento, nella scala delle

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

probabilità *logit*, determinato dall'incremento di ciascun predittore. Maggiore è il suo *odds ratio*, maggiore è l'importanza del predittore.

L'analisi spaziale della distribuzione delle diverse specie utilizza quale unità di analisi le celle della griglia 1.5 x 1.8 km. Una caratteristica di questo approccio analitico è la necessità di un bilanciamento delle celle ~~assenza~~(in genere molto più numerose) rispetto alle celle ~~presenza~~di modo che il gran numero di zeri presenti nell'analisi non ~~distorca~~ le stime dei modelli. Per questo studio le matrici di analisi di presenza/assenza sono state quindi bilanciate estraendo per ciascuna specie un campione casuale di zeri (celle di assenza) corrispondente al numero delle celle di presenza.

Le matrici di presenza/assenza così prodotte sono state analizzate *in primis* in base a descrittori fisiografici (profondità e pendenza analizzati attraverso le statistiche descrittive di cella) e, secondariamente in base a predittori ambientali ricavati da dati telerilevati (clorofilla-a e temperatura superficiale). La selezione del miglior set di predittori è stata effettuata attraverso una procedura di analisi *stepwise* basata sulla statistica di *Wald* (Hosmer e Lemeshow, 2000). La bontà di ciascun modello viene valutata mediante la matrice di confusione che incrocia le previsioni del modello con i dati osservati di presenza/assenza. In questo tipo di matrici le celle vengono classificate come presenza o assenza in base alla previsione di probabilità: se la probabilità è superiore a 0,5 la cella è classificata come ~~presenza~~ viene invece classifica come ~~assenza~~ quando inferiore. I risultati dell'analisi spaziale vengono di seguito riportati specie per specie.

Per concludere, nelle sezioni seguenti del documento, i dati di avvistamento sono stati utilizzati per calibrare i modelli spaziali qui sopra descritti e generare delle previsioni sull'uso dell'habitat di stenella striata (3.2), capodoglio (3.3) e tursiope (3.4). Tali modelli potranno successivamente servire nella pianificazione del monitoraggio in corso e *post operam*, e per comparare le attuali (= *ante operam*) distribuzioni e scelta dell'habitat da parte di queste specie con quelle delle fasi successive.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

### 3 Risultati

#### 3.1 Considerazioni generali sugli avvistamenti

Nel corso delle sei campagne di ricerca sono stati effettuati 34 avvistamenti di cetacei (Tab. 4), appartenenti a quattro specie: stenella striata, tursiope, capodoglio e grampo.

specie	numero di avvistamenti	%
stenella striata	16	47,06
tursiope	15	44,12
capodoglio	2	5,88
grampo	1	2,94
<b>Totale</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

Tab. 4. Sommario degli avvistamenti di cetacei.

La localizzazione degli avvistamenti è riportata in Fig. 12. Gli avvistamenti sono avvenuti sia durante le campagne pelagiche, rappresentati con cerchi nella cartina di seguito, sia nelle campagne costiere, rappresentati con quadrati.

			<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>			<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

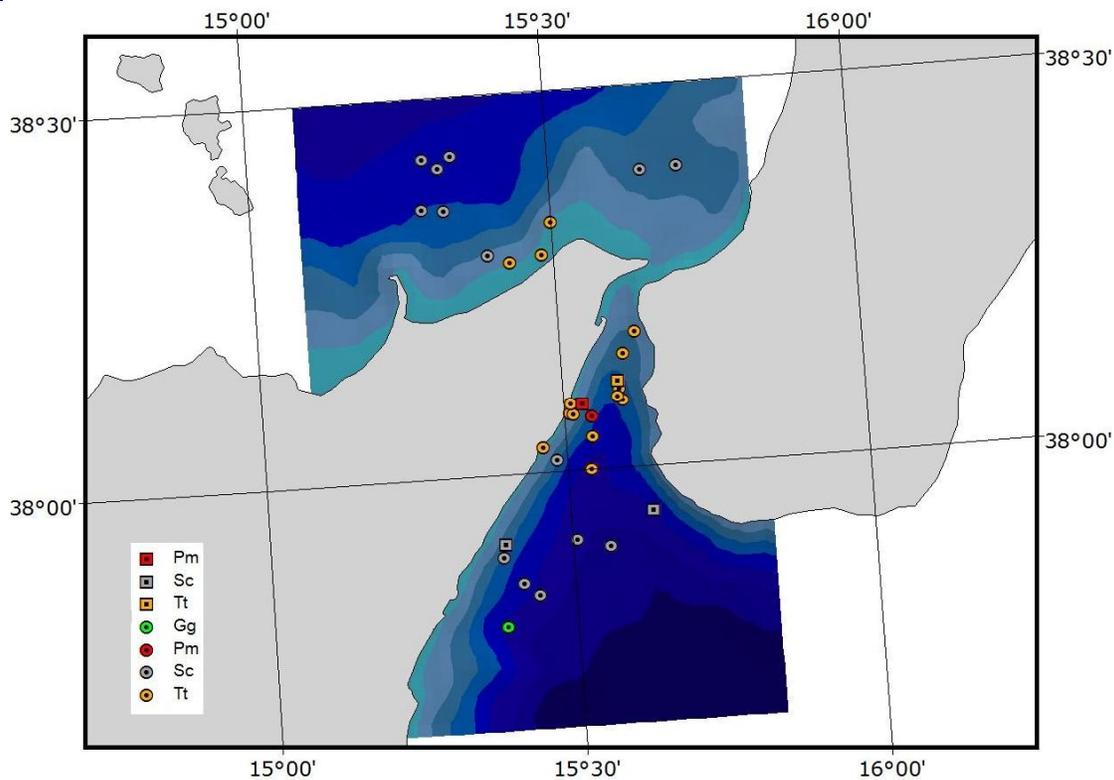


Fig. 12 – Distribuzione geografica degli avvistamenti di cetacei (Pm: capodoglio; Sc: stenella striata; Tt: tursiope; Gg: grampo. Gli avvistamenti costieri sono rappresentati da quadrati, quelli pelagici da circoletti)

Il 68% degli avvistamenti sono avvenuti nell'area sud (Mar Ionio) e il rimanente 32% nell'area nord (Mare Tirreno). Gli avvistamenti sono elencati nella tabella seguente (Tab. 5), suddivisi per specie, area (nord e sud), transetto e data di osservazione.

Data	Settore	Transetto	# Avvistamento	Specie
			Totale/Specie	
28/07/2010	N	H	001/Sc001	Stenella striata
28/07/2010	N	H	002/Sc002	Stenella striata
29/07/2010	S	B	003/Tt001	Tursiope



## Ponte sullo Stretto di Messina

### Progetto definitivo

**AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE**  
**CETACEI . Relazione Tecnica**

Codice documento  
MA0000PSDDGMA0101

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

Data	Settore	Transetto	# Avvistamento	Specie
			Totale/Specie	
30/07/2010	S	C	004/Tt002	Tursiope
02/08/2010	S	E	005/Gg001	Grampo
03/08/2010	S	D	006/Tt003	Tursiope
06/09/2010	N	G	007/Sc003	Stenella striata
07/09/2010	N	F	008/Sc004	Stenella striata
10/09/2010	S	B	009/Tt004	Tursiope
11/09/2010	S	A	010/Tt005	Tursiope
13/09/2010	S	D	011/Sc005	Stenella striata
14/09/2010	S	E	012/Sc006	Stenella striata
21/10/2010	S	E	013/Tt006	Tursiope
22/10/2010	S	B	014/Tt007	Tursiope
27/10/2010	S	C	015/Tt008	Tursiope
29/10/2010	N	H	016/Tt009	Tursiope
02/12/2010	S	E	017/Pm001	Capodoglio
08/12/2010	S	S2	018/Sc007	Stenella striata
10/01/2011	S	D	019/Sc008	Stenella striata
17/01/2011	N	F	020/Tt010	Tursiope
18/01/2011	N	F	021/Sc009	Stenella striata
18/01/2011	N	F	022/Sc010	Stenella striata
18/01/2011	N	F	023/Tt011	Tursiope
19/01/2011	S	S3	024/Pm002	Capodoglio
19/01/2011	S	A	025/Sc011	Stenella striata
20/01/2011	S	B	026/Sc012	Stenella striata

				<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>				<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

Data	Settore	Transetto	# Avvistamento	Specie
			Totale/Specie	
20/01/2011	S	B	027/Sc013	Stenella striata
20/01/2011	S	B	028/Tt012	Tursiope
21/01/2011	S	S3	029/Tt013	Tursiope
14/02/2011	S	D	030/Tt014	Tursiope
18/02/2011	S	S3	031/Sc014	Stenella striata
03/03/2011	S	D	032/Tt015	Tursiope
10/03/2011	N	H	033/Sc015	Stenella striata
11/03/2011	N	F	034/Sc016	Stenella striata

Tab. 5 . Elenco dettagliato degli avvistamenti di cetacei.

La tabella seguente (Tab. 6) riporta invece la dimensione e composizione dei gruppi dei cetacei avvistati.

Avvistamento Totale/Specie	Specie	Totale animali	Adulti	Giovani	Piccoli	Neonati
001/Sc001	Stenella striata	30	25	0	5	0
002/Sc002	Stenella striata	-	-	-	-	-
003/Tt001	Tursiope	10	9	0	1	0
004/Tt002	Tursiope	2	2	0	0	0
005/Gg001	Grampo	13	7	2	3	1
006/Tt003	Tursiope	7	7	0	0	0
007/Sc003	Stenella striata	12	12	0	0	0
008/Sc004	Stenella striata	4	4	0	0	0
009/Tt004	Tursiope	25	20	0	5	0

**Ponte sullo Stretto di Messina****Progetto definitivo**

**AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE**  
**CETACEI . Relazione Tecnica**

Codice documento  
**MA0000PSDDGMA0101**

Rev  
**F0**

Data  
**20/06/2011**

<b>Avvistamento</b>						
<b>Totale/Specie</b>	<b>Specie</b>	<b>Totale animali</b>	<b>Adulti</b>	<b>Giovani</b>	<b>Piccoli</b>	<b>Neonati</b>
010/Tt005	Tursiope	4	3	1	0	0
011/Sc005	Stenella striata	11	11	0	0	0
012/Sc006	Stenella striata	24	22	0	2	0
013/Tt006	Tursiope	12	10	0	2	0
014/Tt007	Tursiope	12	8	2	2	0
015/Tt008	Tursiope	-	-	-	-	-
016/Tt009	Tursiope	8	6	2	0	0
017/Pm001	Capodoglio	5	5	0	0	0
018/Sc007	Stenella striata	12	10	0	2	0
019/Sc008	Stenella striata	10	8	0	2	0
020/Tt010	Tursiope	15	15	0	0	0
021/Sc009	Stenella striata	4	4	0	0	0
022/Sc010	Stenella striata	4	4	0	0	0
023/Tt011	Tursiope	-	-	-	-	-
024/Pm002	Capodoglio	1	1	0	0	0
025/Sc011	Stenella striata	2	2	0	0	0
026/Sc012	Stenella striata	3	3	0	0	0
027/Sc013	Stenella striata	15	11	0	4	0
028/Tt012	Tursiope	7	7	0	0	0
029/Tt013	Tursiope	-	-	-	-	-
030/Tt014	Tursiope	-	-	-	-	-
031/Sc014	Stenella striata	15	13	0	2	0
032/Tt015	Tursiope	6	6	0	0	0

				<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>				<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>
<b>Avvistamento</b>						
<b>Totale/Specie</b>	<b>Specie</b>	<b>Totale animali</b>	<b>Adulti</b>	<b>Giovani</b>	<b>Piccoli</b>	<b>Neonati</b>
033/Sc015	Stenella striata	3	3	0	0	0
034/Sc016	Stenella striata	7	7	0	0	0

Tab. 6 – Composizione dei gruppi di cetacei avvistati

Gli avvistamenti effettuati nel corso delle sei crociere eseguite nel 2010-2011 evidenziano la continuata presenza di tursiopi nelle acque dello Stretto e lungo la piattaforma continentale tirrenica, la presenza di stenelle striate in acque pelagiche e di scarpata sia in Tirreno che nello Ionio, oltre alla presenza di grampo e capodoglio nelle acque di scarpata ioniche. Un dato interessante da sottolineare è la differenza rilevata nella composizione media dei gruppi della specie stenella striata. Infatti, come mostrato nel grafico di Fig. 13, le dimensioni dei gruppi di stenella striata sono risultate significativamente inferiori (Test Mann-Whitney: U: 6, P: 0,039) nei mesi di campagna relativi al 2011 (invernali) rispetto a quelli del 2010 (estivi). Non si riscontra invece alcuna differenza significativa nella dimensione estiva e invernale dei gruppi di tursiope (Test Mann-Whitney: U: 6,5, P: 0,517).

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

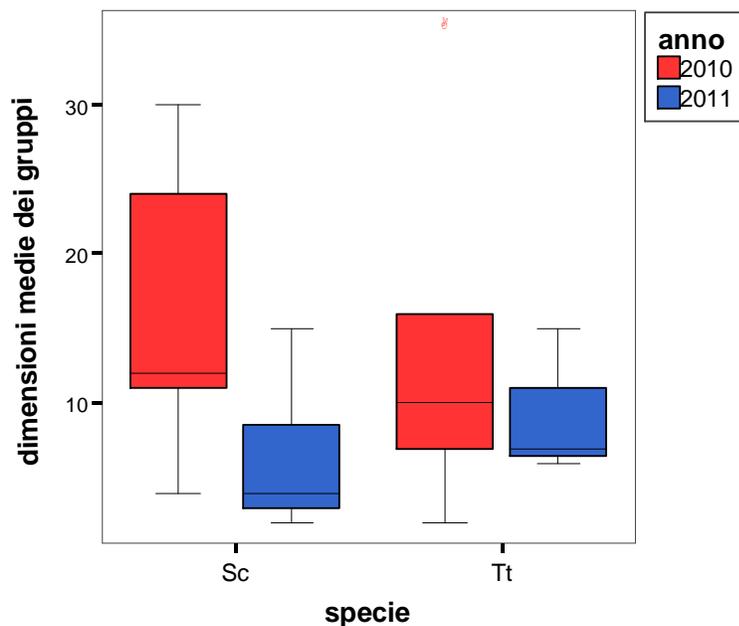


Fig. 13 – Confronto delle dimensioni medie dei gruppi per cella tra i mesi di campagna del 2010 (estivi) e i mesi del 2011 (invernali) e tra le specie tursiope (Tt) e stenella striata (Sc)

I dati degli avvistamenti effettuati nel 2010-2011, non si discostano significativamente dai dati raccolti nel 2005-06 e non configurano un quadro differente da quello precedentemente riscontrato.

Pertanto, ai fini di questa relazione, relativa ai primi sei mesi di campagna, si è scelto di confrontare i dati del 2010-11 con quelli del 2005-06, offrendo in tal modo un quadro più completo e pluriennale della distribuzione delle varie specie. L'insieme degli avvistamenti è raffigurato in Fig. 14.

				<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>		<b>Codice documento</b> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<b>Rev</b> <b>F0</b>	<b>Data</b> <b>20/06/2011</b>		

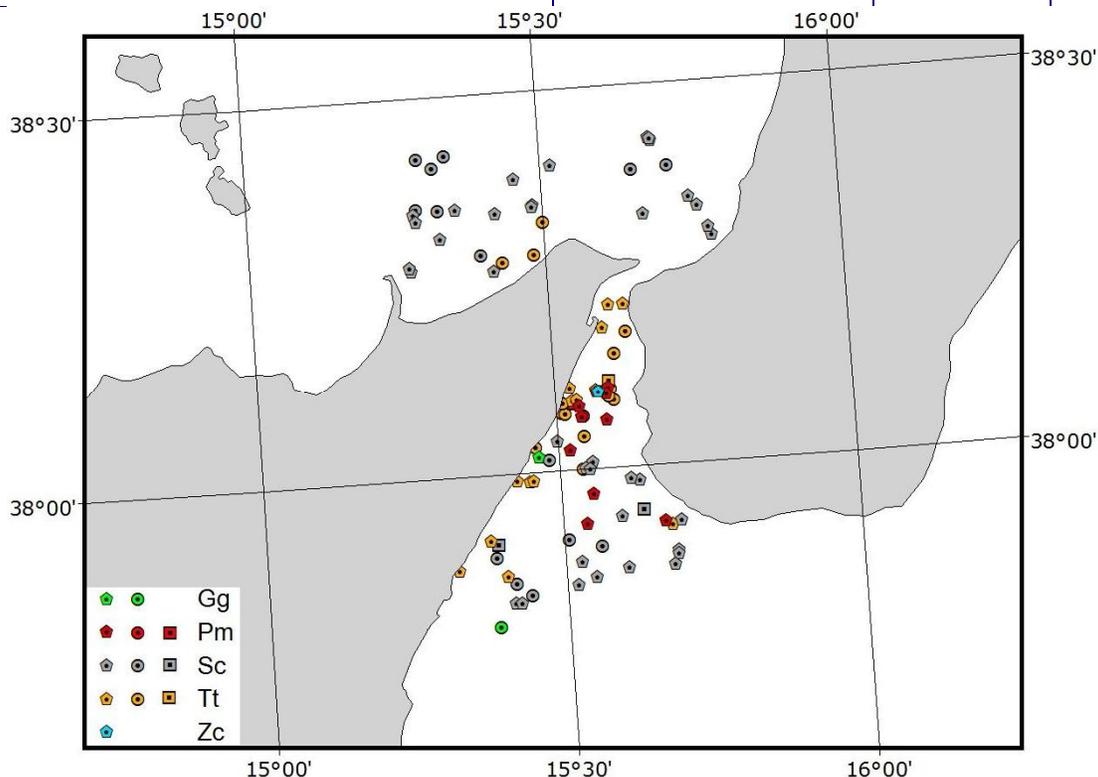


Fig. 14 - Avvistamenti di cetacei (tutte le specie) relativi alla campagna 2005-06 (pentagoni) e 2010-11 (quadrati e cerchi)

Le carte tematiche della distribuzione dell'habitat delle due specie, la stenella striata e il tursiope, sono riportate in maggiore dettaglio nell'Allegato 1.

### 3.2 Stenella striata

Questo piccolo delphinide pelagico rappresenta in genere la specie più frequentemente avvistata in Mediterraneo (Notarbartolo di Sciara e Demma, 2004). In questa particolare area e nel periodo relativo a questo monitoraggio, tuttavia, la stenella striata si è incontrata con la stessa frequenza del tursiope.

La localizzazione degli avvistamenti di stenella striata nell'area di studio, pur confermando le note abitudini pelagiche della specie, evidenzia la tendenza della specie in quest'area a frequentare anche acque poco profonde, forse anche per attraversare lo Stretto. Malgrado infatti nel corso dello studio qui descritto la stenella striata non sia mai stata osservata nella zona di massima prossimità tra la Sicilia e il continente, la presenza della specie nelle acque a nord e a sud dello

				<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>				<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

Stretto vero e proprio è ben documentata (Romeo et al., 2003).

I modelli applicati per l'analisi spaziale hanno selezionato la deviazione standard della pendenza del fondale (Slpstd) come miglior predittore della presenza di questa specie (Tabella 7). La relazione con il predittore è inversa, il che evidenzia una maggiore presenza della specie nelle aree in cui la variabilità della pendenza di fondale è minore. L'odds ratio, Exp(B), di molto inferiore a 1 suggerisce una certa forza della correlazione inversa.

		B	S.E.	Wald	df	P	Exp(B)	95% C.I.per EXP(B)	
								Inferiore	Superiore
Step 1	Slpstd	-2.192	0.951	5.310	1	0.021	0.112	0.017	0.721
	Costante	1.435	0.717	4.001	1	0.045	4.199		

Tab. 7 – Modello predittivo di presenza della specie stenella striata. In tabella sono riportati i coefficienti del modello (B) e i rispettivi errori standard (S.E.), la statistica di riferimento (Wald) con i relativi gradi di libertà (df) e livello di significatività (P). In tabella è anche riportato l'odds ratio (Exp(B)) e il corrispondente intervallo di confidenza (95% C.I.)

Il modello presenta una buona capacità predittiva complessiva (78.6%), e un'ottima capacità revisionale sulla presenza (ca. 86%), come testimoniato dalla matrice di confusione rappresentata in Tabella 8.

Osservati		Previsti		
		Stenella striata		Percentuali Corrette
		Assenza	Presenza	
Stenella striata	Assenza	10	4	71.4
	Presenza	2	12	85.7
Percentuale totale				78.6

Tab. 8 – Matrice di confusione per valutare la capacità predittiva del modello di presenza/assenza della stenella striata

È bene peraltro sottolineare come i predittori fisiografici siano a loro volta correlati fra loro. La deviazione standard della pendenza risulta infatti correlata con la profondità media ( $r: 0.411, P < 0.01$ ) e con la deviazione standard della profondità ( $r: 0.700, P < 0.01$ ). Alla luce di queste correlazioni, è ragionevole aspettarsi che anche le statistiche di profondità siano potenzialmente dei predittori per la stenella striata e che la presenza della specie sia associata alle aree di maggiore profondità. La probabilità di avvistamento della specie nell'area di studio, stimata sulla base di modelli predittivi, è evidenziata nella Fig. 15.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

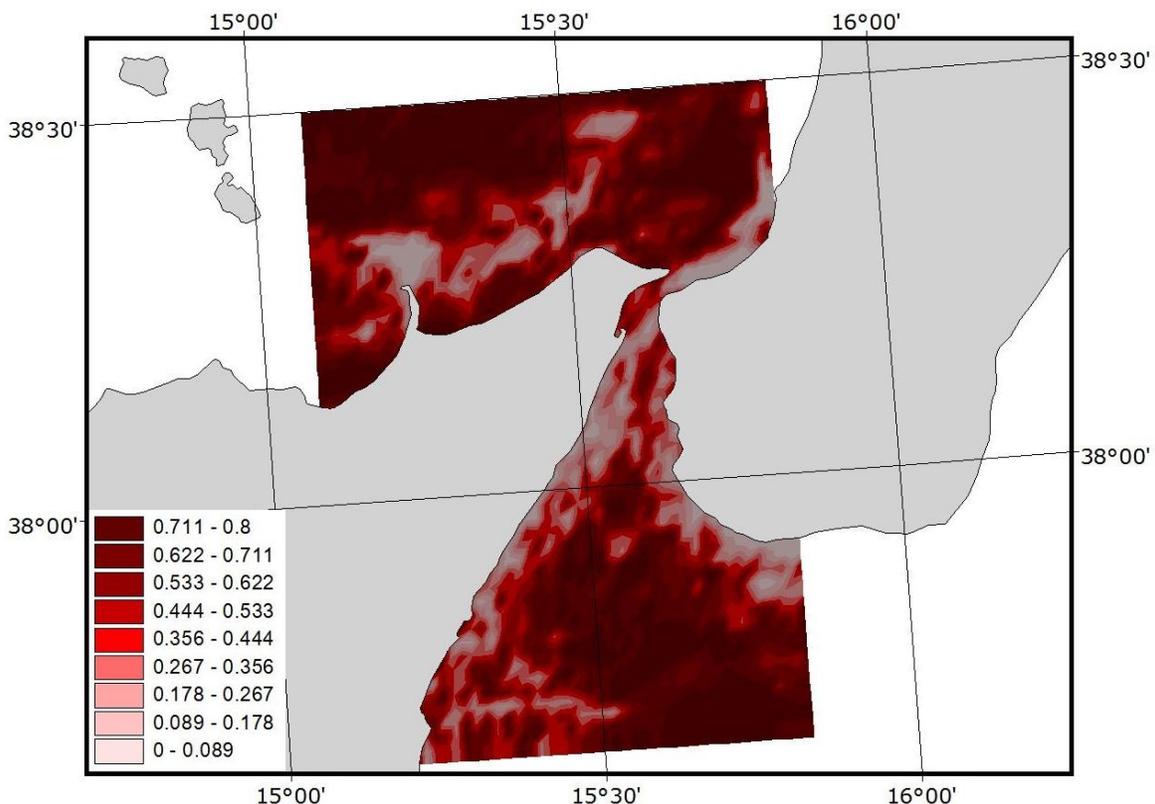


Fig. 15 - Previsione della distribuzione di stenella striata sulla base dei modelli applicati. I valori numerici corrispondenti ai diversi colori rappresentano una misura della probabilità di presenza della specie nella zona corrispondente

Le caratteristiche dell'habitat riscontrate nelle acque dello Stretto sono in accordo con quanto precedentemente descritto per questa specie in altre zone.

### 3.3 Capodoglio

Questo grande odontoceto, la cui presenza è storicamente ben nota nelle acque dello Stretto, nel 2005-2006 è stato osservato con maggiore frequenza nei mesi più freddi. Tale tendenza appare confermata, dalle osservazioni nel 2010-2011, che comprendono avvistamenti in dicembre e gennaio. Le preferenze dell'habitat del capodoglio confermano la predilezione di questa specie per le acque di scarpata profonda, a profondità comprese in genere tra i 500 e i 1.000 m. Gran parte degli avvistamenti si sono verificati a breve distanza dalla costa (per lo più inferiore ai 5 km),

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

probabilmente per via della particolare batimetria della porzione ionica della area di studio, con fondali profondi fin quasi dentro lo Stretto.

I modelli applicati per la distribuzione del capodoglio (distribuzione QuasiPoisson e funzione log-link) hanno selezionato la profondità, la pendenza del fondale e la minore temperatura superficiale media (indicativa di fenomeni di risalita di acque profonde) come le variabili più importanti nella caratterizzazione dell'habitat per questa specie. I modelli prevedono una maggior concentrazione di animali nella zona di scarpata continentale nella porzione meridionale dello Stretto, prevalentemente tra la batimetria dei 200 m e dei 1.000 m (Fig. 16). Questa differenza (da validare su campo) potrebbe essere dovuta alla minor profondità delle acque e alla maggior temperatura superficiale nella area tirrenica.

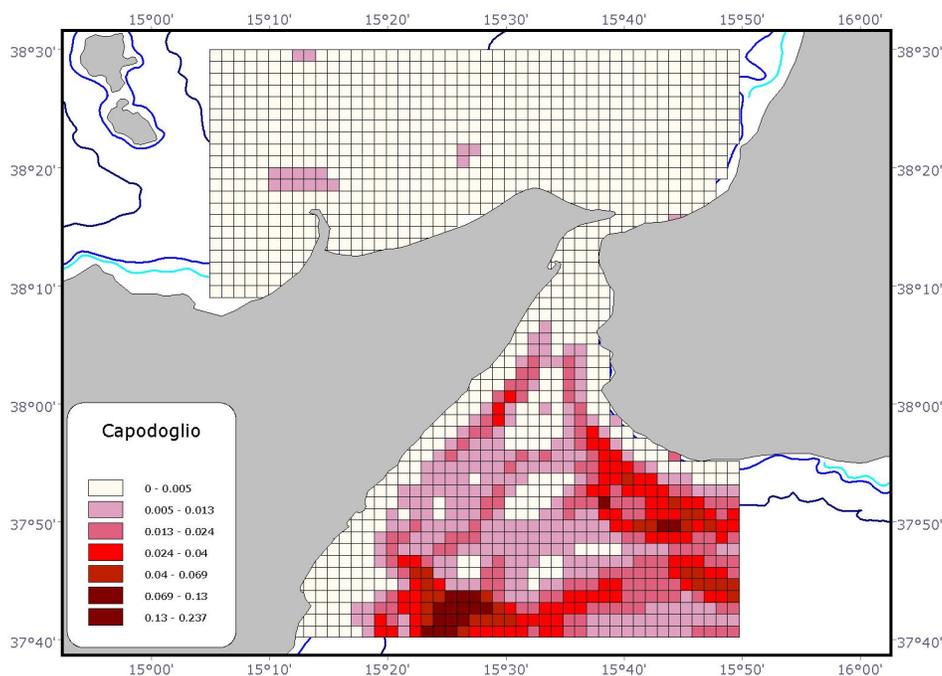


Fig. 16 - Previsione della distribuzione di capodoglio sulla base dei modelli applicati

Nel corso del monitoraggio tra luglio 2010 e marzo 2011 sono stati effettuati 2 avvistamenti di capodoglio, entrambi nel settore meridionale dell'area di studio. La tecnica della foto identificazione è stata applicata per 3 dei circa 7 animali individuati acusticamente. Da un'analisi delle immagini risultano identificati 2 esemplari, uno dei quali è stato riavvistato a distanza di circa un mese dal precedente avvistamento. Un confronto con le immagini dei capodoglii ottenute durante il

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

precedente monitoraggio (2005-06) non ha evidenziato nessuna 'ricattura' fotografica. Le immagini ottenute durante il presente monitoraggio sono state inoltre confrontate con la porzione Mediterranea del database del progetto NAMSC (North Atlantic and Mediterranean Sperm Whale Catalogue1) e non si sono riscontrate 'ricatture' fotografiche con il settore orientale del bacino Mediterraneo, aspetto già evidenziato nel precedente progetto di monitoraggio. La Figura 17 mostra le foto relative al capodoglio riavvistato nel settore meridionale dell'area di studio durante il presente monitoraggio.



Individuo: Pm001

Settore: Sud

Avvistamento: 017/Pm001

Data: 21/12/2010

Individuo: Pm001

Settore: Sud

Avvistamento: 024/Pm002

Data: 19/01/2011

Fig. 17 – Capodoglio identificato e riavvistato nel settore meridionale dell'area di studio nel corso del monitoraggio tra luglio 2010 e marzo 2011

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

### 3.4 Tursiope

Si tratta della seconda specie di cetaceo più abbondante nei mari italiani (Notarbartolo di Sciarra e Demma, 2004), e l'unica specie regolarmente avvistata durante i campionamenti effettuati nelle acque più prossime allo Stretto vero e proprio. Le preferenze dell'habitat del tursiope mostrano una predilezione per le acque costiere, già nota dalla letteratura. Malgrado ciò, i dati indicano una flessibilità ecologica del tursiope nella zona, con svariati avvistamenti effettuati in acque di profondità relativamente elevate. Questo fatto potrebbe dipendere dalle peculiarità batimetriche dello Stretto, dove acque relativamente profonde si trovano a breve distanza dalla costa. I risultati dell'analisi spaziale e dei modelli predittivi applicati riflettono la preferenza di questa specie per le acque costiere, in particolare nella porzione meridionale dello Stretto di Messina.

Il predittore selezionato dal modello statistico è la profondità media (Depthmean) come mostrato dalla Tabella 9, che riporta le statistiche del modello. In questo caso la correlazione con la profondità è inversa, anche se il valore dell'odds ratio,  $\text{Exp}(B)$ , molto prossimo a 1, suggerisce una correlazione inversa piuttosto blanda.

		B	S.E.	Wald	df	P	Exp(B)	95% C.I. per EXP(B)	
								Inferiore	Superiore
Step 1	Depthmean	-0.003	0.001	4.703	1	0.030	0.997	0.995	0.9997
	Costante	1.529	0.846	3.271	1	0.071	4.614		

Tab. 9 – Modello predittivo di presenza della specie tursiope. In tabella sono riportati i coefficienti del modello (B) e i rispettivi errori standard (S.E.), la statistica di riferimento (Wald) con i relativi gradi di libertà (df) e livello di significatività (P). In tabella è anche riportato l'odds ratio ( $\text{Exp}(B)$ ) e il corrispondente intervallo di confidenza (95% C.I.)

Il modello presenta complessivamente una discreta capacità predittiva (ca. 71%) anche se è caratterizzato da una maggior accuratezza per le previsioni di assenza rispetto a quelle di presenza (75% vs 67%), come testimoniato dalla matrice di confusione rappresentata in Tabella 10. La minor accuratezza sulle previsioni di presenza è un'ulteriore conferma della flessibilità dell'habitat della specie in questa area, per la quale le acque costiere non costituiscono l'unico habitat.

<sup>1</sup> [http://www.ifaw.org/ifaw\\_southern\\_africa/join\\_campaigns/protecting\\_whales\\_around\\_the\\_world/come\\_aboard\\_the\\_song\\_of\\_the\\_whale/download\\_cetacean\\_research\\_software/namsr\\_home\\_page/index.php](http://www.ifaw.org/ifaw_southern_africa/join_campaigns/protecting_whales_around_the_world/come_aboard_the_song_of_the_whale/download_cetacean_research_software/namsr_home_page/index.php)

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

Osservati		Previsti		
		Tursiope		Percentuali Corrette
		Assenza	Presenza	
Tursiope	Assenza	9	3	75.0
	Presenza	4	8	66.7
Percentuale totale				70.8

Tab. 10 – Matrice di confusione per valutare la capacità predittiva del modello di presenza/assenza del tursiope

In base alle previsioni del modello, mostrate in Fig. 18, la zona di maggior interesse per questa specie sarebbe quella relativa alle aree costiere. Anche se nel corso delle uscite effettuate nel 2005-06 i tursiopi erano stati avvistati unicamente nell'area ionica dello Stretto (Fig. 14), la loro presenza anche nell'area tirrenica, prevista dal modello, risulta confermata dagli avvistamenti effettuati durante le uscite del 2010.

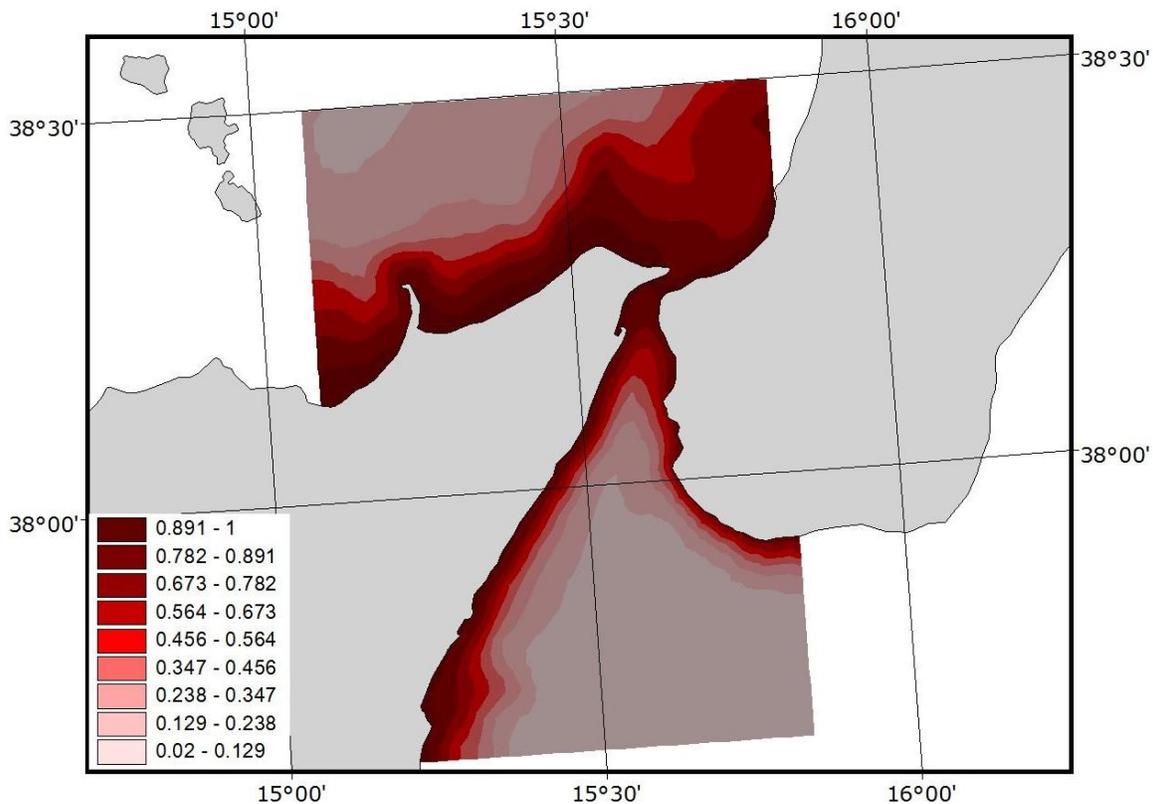


Fig. 18 - Previsione della distribuzione di tursiope sulla base dei modelli applicati

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

### 3.4.1 Foto-identificazione del tursiope

Nel corso del monitoraggio sono stati effettuati 15 avvistamenti di tursiope. Durante 9 di questi è stata applicata la tecnica della foto-identificazione (Würsig e Würsig, 1977) che permette il riconoscimento individuale dei singoli animali, grazie alla presenza sul corpo - principalmente sulla pinna dorsale - di caratteri e segni distintivi permanenti, sia di origine naturale che antropica. Per 6 dei 15 avvistamenti di tursiope non è stato invece possibile utilizzare questa tecnica, a causa della presenza di altre imbarcazioni (traghetti, navi petroliere e navi porta container) che spingevano i tursiopi ad allontanarsi dall'area e ad immergersi per tempi prolungati, non permettendo agli osservatori di seguirli in superficie.

Le fotografie ottenute sono state editate e rinominate seguendo uno specifico protocollo. Al fine di facilitare la catalogazione dei singoli individui avvistati, così da poterli confrontare con individui avvistati durante le campagne precedenti, è stato creato un database con le fotografie digitali della pinna dorsale degli animali foto-identificati; questo è stato successivamente confrontato ed unito al catalogo ottenuto durante il precedente monitoraggio svoltosi tra il 2005 e il 2006. Alcune delle immagini relative ai delfini foto-identificati vengono mostrate a titolo esemplificativo in Figura 19.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>



	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>



Fig. 19 – Alcuni degli individui di tursiopo identificati nel corso del presente monitoraggio

L'analisi delle immagini relative al presente monitoraggio ha permesso di riconoscere un totale di 25 individui diversi; 3 altri animali non presentano segni distintivi utili alla loro identificazione individuale. Un confronto delle immagini ottenute tra luglio 2010 e marzo 2011 ha permesso di riscontrare la presenza di alcuni individui che sono stati osservati più volte. Alcuni tursiopi sono stati avvistati in giorni diversi e 'ricatturati' fotograficamente sia nel settore meridionale che nel settore settentrionale dell'area di studio, evidenziando spostamenti lineari di circa 80 km, effettuati nell'arco di 4-5 giorni, attraverso il settore dello Stretto di Messina. La Figura 20 mostra gli esempi di due individui incontrati in giorni diversi in entrambi i settori dell'area interessata dal monitoraggio, mentre le mappe in Figura 21 mostrano le posizioni degli avvistamenti in cui i due individui sono stati incontrati. La tabella 11 mostra in sintesi le informazioni relative agli avvistamenti e ai riavvistamenti effettuati durante il monitoraggio.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>



Individuo: Tt013  
Settore: Sud  
Avvistamento: 009/Tt004  
Data: 10/09/2010



Individuo: Tt013  
Settore: Nord  
Avvistamento: 014/Tt007  
Data: 22/10/2010  
(20a)



Individuo: Tt009  
Settore: Sud  
Avvistamento: 013/Tt006  
Data: 21/10/2010



Individuo: Tt009  
Settore: Sud  
Avvistamento: 014/Tt007  
Data: 22/10/2010  
(20b)



Individuo: Tt009  
Settore: Nord  
Avvistamento: 016/Tt009  
Data: 29/10/2010

Fig. 20 – Due individui di tursiope osservati sia nel settore meridionale che in quello settentrionale dell'area di studio

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

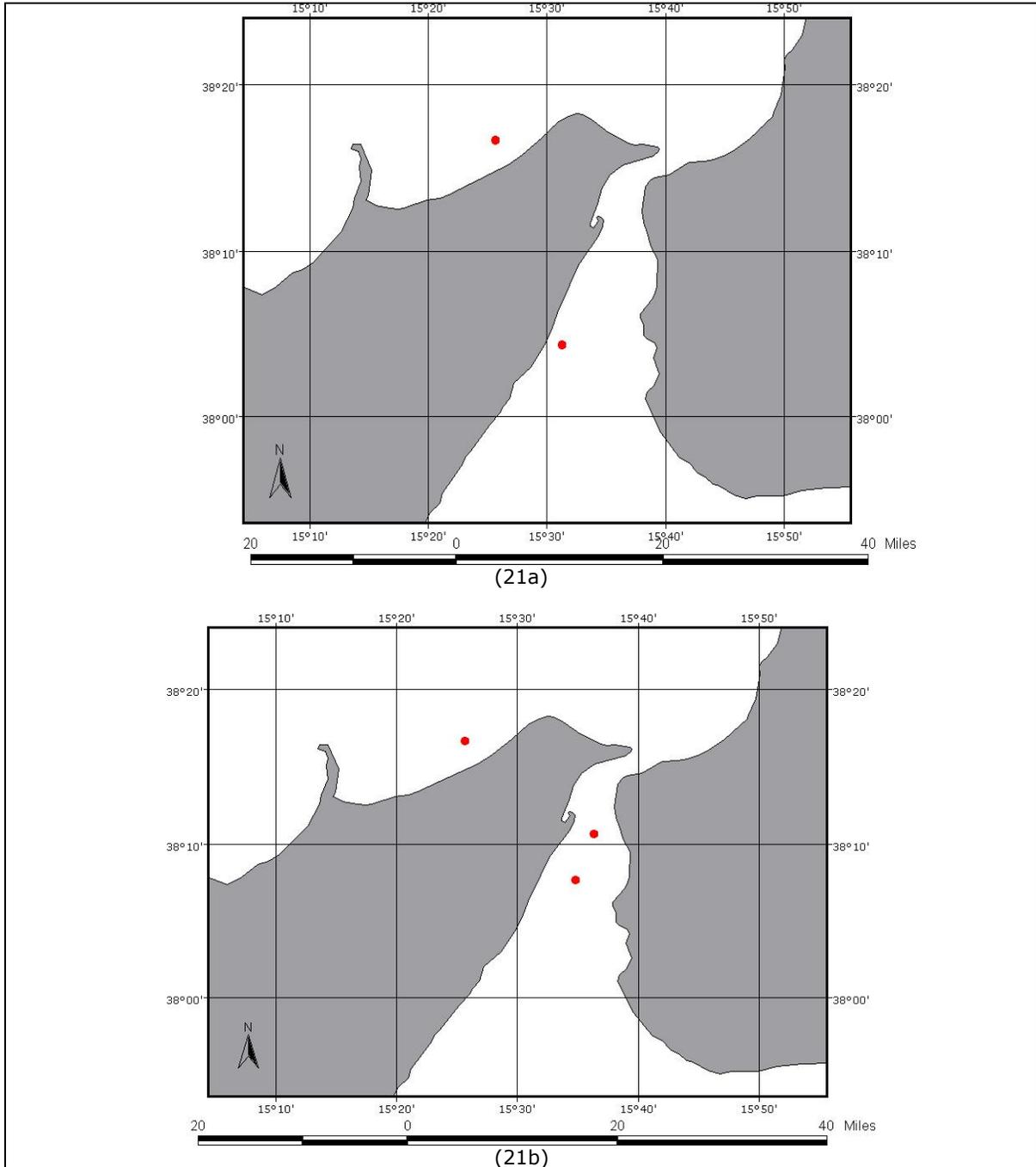


Fig. 21 – Le posizioni degli avvistamenti degli animali mostrati in Figura 20 a,b (la Figura 21a corrisponde all'animale Tt013 mentre la Figura 21b corrisponde all'animale Tt009)

				<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>Progetto definitivo</b>			
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>				<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>		<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

		Numero avvistamento														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Codice individuale</b>	Tt 001															
	Tt 002															
	Tt 003															
	Tt 004															
	Tt 005															
	Tt 006															
	Tt 007															
	Tt 008															
	Tt 009															
	Tt 010															
	Tt 011															
	Tt 012															
	Tt 013															
	Tt 014															
	Tt 015															
	Tt 016															
	Tt 017															
	Tt 018															
	Tt 019															
	Tt 020															
	Tt 021															
	Tt 022															
	Tt 023															

					<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>										
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>					<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>			<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>						
<b>Numero avvistamento</b>															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tt 024															
Tt 025															
Tt 026															

Tab. 11 - Avvistamenti e riavvistamenti dei singoli individui foto-identificati (Nero = foto-identificazione non effettuata; Rosso = animale avvistato/riavvistato; Grigio = animale non avvistato)

Un confronto effettuato invece tra gli animali osservati nel corso del presente monitoraggio con gli individui già foto-identificati e presenti nel precedente catalogo, ha permesso di riscontrare la presenza di individui ricatturati fotograficamente a distanza di 5 anni, e di evidenziare un certo grado di residenza della specie nell'area di studio. La Figura 22 mostra due esempi di animali 'ricatturati' nei due monitoraggi; come si può vedere, l'individuo Tt013 (Figura 22b) oltre ad essere stato riavvistato più volte nel corso del presente monitoraggio, era già stato avvistato nel precedente monitoraggio effettuato tra il 2005 e il 2006.

Nell'allegato 2 è riportato il catalogo completo dei tursiopi foto-identificati, contenente le informazioni relative a ciascun avvistamento, nonché la denominazione dell'individuo fotografato.



Data: 08/07/2005



Data: 10/09/2010  
(22a)

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>



Data: 13/09/2005



Data: 22/10/2010  
(22b)

Fig. 22 – Due esempi di animali incontrati nei due monitoraggi a distanza di 5 anni

### 3.5 Condivisione dell'habitat tra le specie tursiope e stenella striata

Il risultato della modellistica spaziale suggerisce una certa sovrapposizione di habitat tra le specie tursiope e stenella striata. L'analisi delle frequenze di avvistamento, espresse in termini di *encounter rate* (numero di avvistamenti/km percorsi in condizioni di avvistamento positive) conferma questa ipotesi (Fig. 23), mostrando per le due specie frequenze di incontro dello stesso ordine di grandezza relativamente alla campagna di monitoraggio 2010-2011. L'omogeneità dei valori di *encounter rate* delle due specie risulta peraltro confermata dai risultati di un test di Mann-Whitney (U: 61, P:0.23). Questo risultato ci porta a concludere che le due specie mostrassero un certo grado di simpatria nell'area di studio, per lo meno nei 6 mesi relativi alla campagna 2010-2011.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

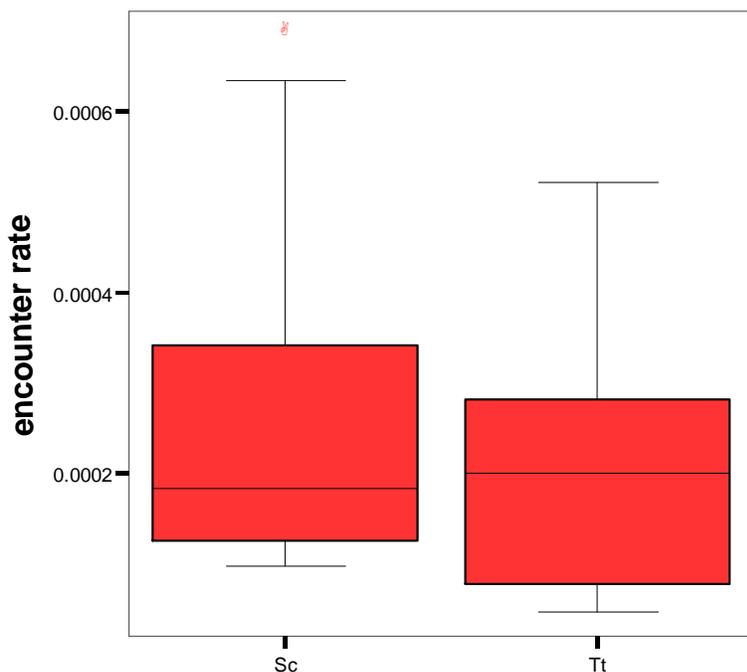


Fig. 23 – Distribuzione dei valori di encounter rate (numero di avvistamenti/km di effort positivo) valutati per cella, per le specie tursiope (Tt) e stenella striata (Sc)

Questa considerazione ha portato ad effettuare degli approfondimenti relativamente alla sovrapposizione degli habitat delle due specie. Per semplificare l'analisi di separazione delle nicchie ecologiche delle due specie, si è ragionato in termini di profondità media (*Depthmean*). La preferenza di habitat è stata quindi valutata attraverso degli indici di idoneità (*Suitability Index, S.I.*) così definiti:

$$S.I.: (\text{Encounter rate} / \text{Disponibilità di Habitat})_{\text{normalizzato ad 1}}$$

Dove l'encounter rate rappresenta un indice di utilizzo del particolare range di profondità da parte della specie, e la Disponibilità di Habitat è definita dalla frequenza dei diversi range di profondità nell'area di studio.

				<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>		<b>Codice documento</b> MA0000PSDDGMA0101	<b>Rev</b> F0	<b>Data</b> 20/06/2011		

La Fig. 24 mostra gli indici di idoneità d'habitat (S.I.) per le due specie relativamente a 9 classi di profondità. Come si evince da questo grafico, a fronte di classi di profondità mediamente equirappresentate nell'area dello Stretto, la stenella presenta una chiara preferenza per fondali >700 m mentre il tursiope presenta 3 distinti picchi di S.I. a 100 m, 500-700 m e come per la stenella tra i 1100-1300 m.

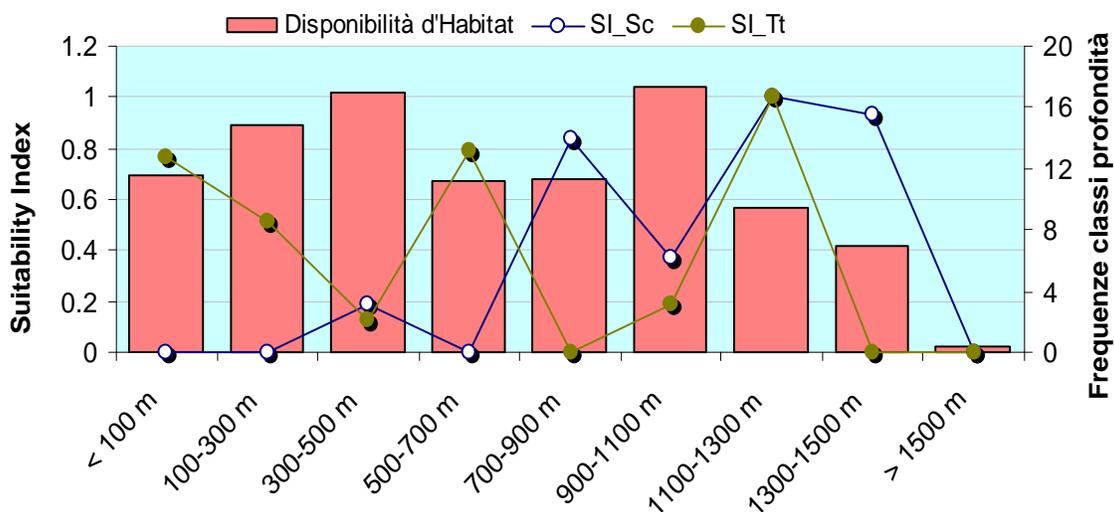


Fig. 24 - Indici di idoneità d'habitat (SI) per le specie stenella striata (SI\_Sc) e tursiope (SI\_Tt) relativi a 9 classi di profondità le cui frequenze nell'area di studio sono riportate sull'asse Y secondario. Si evidenzia la preferenza per l'ambiente pelagico della stenella e l'esistenza di più picchi di preferenza per il tursiope

Occorre tuttavia menzionare come il picco di idoneità di habitat mostrato da entrambe le specie per il range di profondità 1300-1550 m e probabilmente almeno in parte anche il crollo dell'idoneità d'habitat sulle profondità superiori ai 1500 m siano essenzialmente dovuti all'effetto dell'effort, che si riduce sensibilmente sulle ultime due classi di profondità e che per questo motivo rende molto elevato i valore di *encounter rate* e di conseguenza l'idoneità di habitat (Fig. 25).

				<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>				<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

### km di survey coperti in condizioni positive

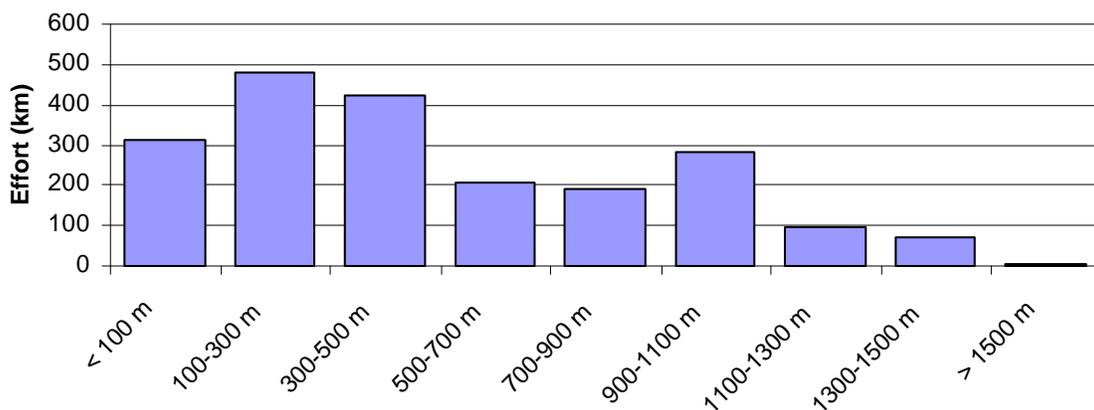


Fig. 25 – Sintesi della copertura di effort (km) relativa alle 9 classi di profondità utilizzate per la definizione dell'habitat

La diversa copertura delle classi maggiori di profondità, l'habitat preferito della stenella, potrebbe aver determinato un minor numero di avvistamenti di stenella striata rispetto a quelli di tursiopo e quindi aver falsato il confronto tra i due *encounter rate*.

Al fine di verificare questa ipotesi, il confronto degli *encounter rate* delle due specie è stato ulteriormente analizzato per mezzo di un modello GLM (*Generalised Linear Model*) che ha consentito di correggere l'analisi degli *encounter rate* per l'effetto di distorsione potenzialmente introdotto dall'effort. A tal fine, i valori di *encounter rate* delle due specie sono stati log-trasformati e i km di effort (*sum\_clengt*) sono stati inseriti nel modello come covariata (Fig.26). Con questo tipo di disegno, l'analisi che il GLM consente di effettuare corrisponde al confrontare la pendenza dell'approssimazione lineare della relazione *effort-encounter rate* nelle due specie..

				<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>		<b>Codice documento</b> MA0000PSDDGMA0101	<b>Rev</b> F0	<b>Data</b> 20/06/2011		

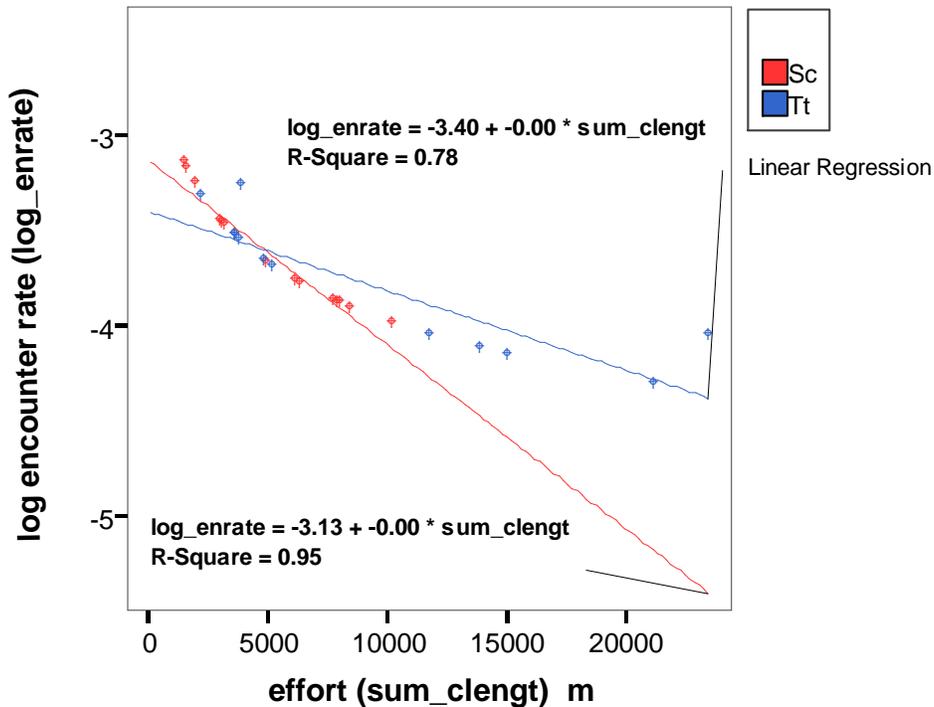


Fig. 26 – Relazione tra gli encounter rate log-trasformati delle due specie (Sc: stenella striata, Tt: tursiope) e i m di effort percorsi per cella

La Tabella 12 mostra i risultati di questa analisi ed evidenzia la non significatività del fattore specie e di conseguenza conferma l'omogeneità degli encounter rate.

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
Effort (Covariata)	1.819	1	1.819	65.373	.000
Specie (Fattore)	.018	1	.018	.650	.428
Errore	.640	23	.028		
Total	360.280	26			

Tab. 12 – Tabella degli effetti relativi all'analisi della variabile log\_enrate (encounter rate log-trasformati) rispetto alla covariata effort e alla specie (fattore). E' possibile osservare la significatività della covariata (P < 0.001) e la non significatività della specie. Sum of Squares: Devianze, df: gradi di libertà, Mean Square: Varianze, F: statistica F di Fisher, P: livello di significatività

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

Accertata la presenza simpatica delle due specie, un'analisi del Discriminante, DA (Afifi e Clark, 1996) ha permesso di evidenziare la caratteristica di habitat che meglio separa l'habitat delle due specie. Non sorprendentemente l'analisi DA seleziona la profondità media come caratteristica che meglio discrimina le nicchie delle due specie. La matrice di confusione (Tabella 13) relativa alla funzione discriminante mostra come sia possibile ottenere un'ottima classificazione degli avvistamenti delle due specie (78% Sc; 75% Tt) utilizzando appunto la sola profondità media. Come la Tabella mostra chiaramente, la capacità di classificazione in base alla profondità è piuttosto efficace, consentendo di classificare correttamente 11 (ovvero il 78.6 %) dei 14 avvistamenti di stenella striata e 9 (ovvero il 75%) dei 12 avvistamenti di tursiope. La tabella riporta anche i risultati della cross-validazione rispetto alla quale ciascun avvistamento viene classificato in base a un modello DA calibrato sui medesimi dati, con l'esclusione volta per volta dell'avvistamento classificato. Complessivamente, la funzione che usa la profondità come discriminante consente di classificare correttamente il 76.9% del set di dati originale e il 73.1% del set di cross-validazione.

Il fatto che le percentuali di correttezza rimangano circa le stesse tra il set originale e il set di cross-validazione conferma la bontà del potere discriminante della profondità, tanto maggiore per la stenella (la specie con le preferenze d'habitat più nette) rispetto al tursiope (la specie con le preferenze d'habitat apparentemente più flessibili).

			Previsioni da DA		Totale
			Sc	Tt	
Originale	Freq.	Sc	11	3	14
		Tt	3	9	12
	%	Sc	<b>78.6</b>	21.4	100.0
		Tt	25.0	<b>75.0</b>	100.0
Cross-validazione	Freq.	Sc	11	3	14
		Tt	4	8	12
	%	Sc	<b>78.6</b>	21.4	100.0
		Tt	33.3	<b>66.7</b>	100.0

Tab. 13 – Matrice di confusione relativa alla Funzione Discriminante che utilizza la profondità media per discriminare l'habitat di stenella striata e tursiope. In grassetto sono evidenziate le % di previsione corretta per il set di dati originale e per la cross-validazione

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

La figura 27 mostra più chiaramente la relazione tra la profondità e le abbondanze relative (*encounter rates*) delle due specie e come i 650 m rappresentino la profondità che meglio separa le nicchie delle due specie.

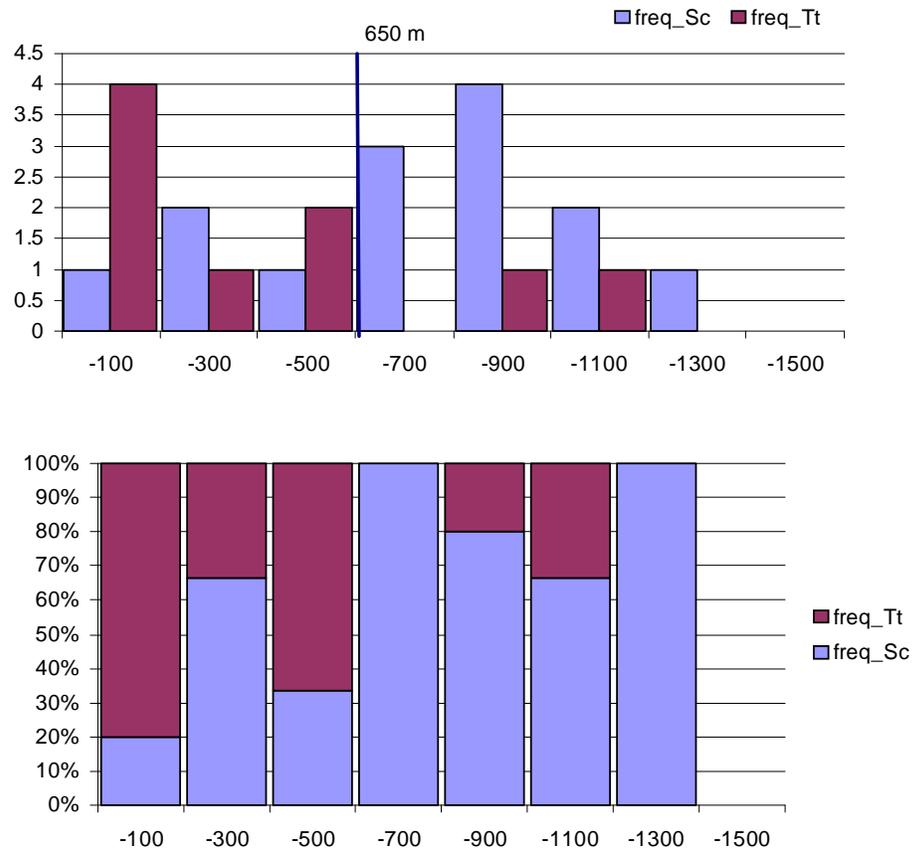


Fig. 27 – Relazione tra profondità e abbondanza relativa (Frequenze Assolute nell'istogramma in alto, Frequenze relative in quello in basso) nelle diverse classi di profondità delle due specie (Freq\_Sc: stenella striata, Freq\_Tt: tursiopo)

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

## 4 Conclusioni e raccomandazioni

Le informazioni raccolte nel corso della campagna 2010-2011, consentono di confermare, rafforzandoli, i risultati della campagna 2005-2006, per lo meno per quanto riguarda stenella striata e tursiope: la prima osservata con frequenza nelle acque pelagiche sia a nord che a sud dello Stretto, e il secondo residente nelle acque dello Stretto vero e proprio. Dai dati forniti dalla più recente campagna, tuttavia, emerge una maggiore importanza delle acque dello Stretto per la stenella striata di quanto non risultasse dalla campagna precedente (come si evince dal modello predittivo in Fig. 15 e nell'Allegato 1). La scarsità di avvistamenti di capodoglio nei mesi invernali della campagna 2010-2011 non consente di confermare la stagionalità invernale di questa specie nell'area di studio, che tuttavia si può, a questo punto, ipotizzare combinando i dati pregressi con quelli attuali. Allo stato delle conoscenze oggi disponibili, le acque dello Stretto di Messina rivestono importanza per le specie di cetacei sopra menzionate per due distinte condizioni: residenza e passaggio. Nel considerare le azioni da intraprendere per mitigare o evitare possibili pressioni sui cetacei della zona converrà distinguere tra tali differenti condizioni.

Lo Stretto di Messina viene ritenuto comunemente un corridoio utilizzato, oltre che da molte specie di pesci pelagici, anche da numerosi cetacei (ad esempio, capodoglio, stenella striata, balenottera comune) per transitare da Tirreno a Ionio o viceversa. Tuttavia a tutt'oggi non esistono dati scientifici sull'importanza di tale corridoio per le specie citate, come nemmeno esiste certezza oggettiva che tale corridoio venga effettivamente utilizzato o meno da cetacei. Infatti non esiste documentazione riguardante individui seguiti, direttamente oppure mediante telemetria satellitare, nel corso di un completo trasferimento da un bacino all'altro attraverso lo Stretto. Mancano, infine, informazioni sulla struttura genetica delle popolazioni della stessa specie da una parte all'altra dello Stretto, necessarie per estrarre indicazioni su esistenza o assenza di possibili movimenti tra bacini. Tuttavia, è estremamente probabile che specie di cetacei che prediligono le acque profonde utilizzino lo Stretto per i loro spostamenti all'interno del Mediterraneo. Recentemente, per esempio, è stata per la prima volta dimostrata l'esistenza di spostamenti di capodogli tra il bacino occidentale e quello orientale del Mediterraneo (Frantzis et al. 2011), che con molta probabilità avvengono attraverso lo Stretto di Messina vista la rarità della presenza della specie nel Canale di Sicilia. Pertanto, seppure in assenza di informazioni specifiche riguardo all'importanza dello Stretto come corridoio per gli spostamenti di cetacei pelagici all'interno del Mediterraneo, è consigliabile l'adozione di un approccio precauzionale presumendo che tale corridoio venga comunemente utilizzato.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b>  <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

Per quanto riguarda gli aspetti concernenti i cetacei residenti nelle acque dello Stretto . i tursiopi - si ribadisce che nel corso delle successive campagne, su questa specie dovranno concentrarsi maggiori attenzioni in quanto specie maggiormente sensibili alle pressioni attese. Se un gruppo di animali risiede regolarmente in una data area significa che quell'area contiene habitat essenziale per tali animali, ove questi vi svolgono le funzioni di base della loro esistenza, tra cui la ricerca del cibo, la riproduzione, il riposo, la protezione dai predatori, e le interazioni sociali. Si rammenta che il tursiope è specie elencata dell'Allegato II (Specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione) della Direttiva Habitat (92/43/CEE), e che quindi la conservazione sua e del suo habitat riveste anche una questione di particolare rilievo giuridico.

Dai dati della fotoidentificazione raccolti risulta evidente la permanenza nel lungo periodo di alcuni individui (e verosimilmente di gran parte della popolazione) nelle acque antistanti messina e Villa San Giovanni; sono stati infatti riavvistati nella zona alcuni esemplari a distanza di cinque anni. Avvistamenti degli stessi esemplari sia nell'Area Nord che in quella Sud, a distanze lineari fino a 80 km uno dall'altro, sono indicativi della presenza di estesi spostamenti di questi animali nella zona, e del fatto che la stessa popolazione copra per lo meno l'intera area di studio, pertanto presumibilmente transitando con continuità nella zona dello Stretto.

Nel corso della campagna 2010-2011 sono emersi dettagli sulla ecologia di tursiope e stenella striata che non erano così evidenti nella campagna precedente. In particolare, è stata trovata evidenza di una condivisione dell'habitat tra le due specie, anche in acque alquanto più profonde di quelle che in altre località mediterranee rappresentano le condizioni ideali per il tursiope, noto per prediligere la zona della piattaforma continentale (fino a circa 200-300 m di profondità). Nelle acque dello Stretto e zone limitrofe il tursiope sembra avere delle preferenze molto più flessibili in termini di profondità (presenza in area costiera ma anche pelagica), con una separazione virtuale tra la propria nicchia e quella della stenella striata intorno ai 650 m. È stata inoltre riscontrata una differenza nelle dimensioni dei gruppi di stenelle striate, significativamente più piccoli in inverno che in estate (Fig. 13). Sei mesi di ulteriore campagna permetteranno di valutare meglio se quanto osservato . e.g., in termini di suddivisione dell'habitat tra le due specie, e in termini di riduzione delle dimensioni dei gruppi di stenelle striate nei mesi invernali . faccia parte di fenomeni stagionali nella norma oppure se qualcosa stia cambiando nella distribuzione di queste due specie nell'area dello Stretto. Sarebbe opportuno infatti valutare approfonditamente se il tursiope stia scalzando+ la stenella striata dallo Stretto, se ci sia una variazione comportamentale nelle

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b>  <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

aggregazioni di stenella in inverno, o infine se il 2011 sia un anno particolare.

In conclusione, il supplemento di indagine consentito dalla campagna 2010-2011 ha contribuito significativamente all'acquisizione di ulteriori conoscenze dell'ecologia dei cetacei nelle acque dello Stretto. Tuttavia, considerando che il campionamento effettuato nelle recenti crociere non ha potuto coprire l'intera sequenza delle stagioni, questo sarà garantito con le ulteriori sei campagne previste. Inoltre, tenendo conto della chiara rilevanza delle acque dello Stretto per l'ecologia del tursiopo, si raccomanda che in successive campagne venga dedicata una maggior attenzione allo sforzo di raccolta dati su questa specie, riconsiderando l'allocazione del tempo nave per le crociere costiere rispetto a quelle pelagiche.

Al termine del supplemento di indagine semestrale sopra menzionato sarà possibile provvedere all'individuazione e alla presentazione di eventuali habitat critici, per lo meno per quanto concerne tursiopo e stenella striata, e a una discussione su base statistica (previa verifica della significatività dei dati disponibili) della presenza di eventuali trend stagionali nella presenza delle varie specie nell'area di studio.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	RT-FE-AO-11- 02_rev02	<i>Data</i> 11/05/2011

## 5 Riferimenti bibliografici

- Afifi A., Clark V. 1996. Computer-Aided Multivariate Analysis. Texts in Statistical Science. Chapman and Hall.
- Au W.W.L., Benoit-Bird K.J. 2003. Automatic gain control in the echolocation system of dolphins. *Nature* 423, 861-863.
- Au W.W.L., Floyd R.W., Penner R.H., Murchison A.E. 1974. Measurement of echolocation signals of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, Montagu in open waters. *J. Acoust. Soc. Am.* 56(4), 1280-1290.
- Au W.W.L., Ford J.K.B., Allman K.A. 2002. Echolocation signals of foraging killer whales (*Orcinus orca*). *J. Acoust. Soc. Am.* 111, 2343-2344.
- Au W.W.L., Herzing D.L. 2003. Echolocation signals of wild Atlantic spotted dolphin (*Stenella frontalis*). *J. Acoust. Soc. Am.* 113, 598-604.
- Au W.W.L., Mobley J., Burgess W.C., Lammers M.O. 2000. Seasonal and diurnal trends of chorusing humpback whales wintering in waters off western Maui. *Mar. Mamm. Sci.* 16(3):530-544.
- Au W.W.L., Moore P.W.B., Pawloski D. 1986. Echolocation transmitting beam of the Atlantic bottlenose dolphin. *J. Acoust. Soc. Am.* 80(2), 688-691.
- Au W.W.L., Pack A.A., Lammers M.O., Herman L.H., Deakos M.H., Andrews K. 2006. Acoustic properties of humpback whale song. *J. Acoust. Soc. Am.* 120(2), 1103-1110.
- Au W.W.L., Penner R.H., Turl C.W. 1987. Propagation of beluga echolocation signals. *J. Acoust. Soc. Am.* 82(3), 807-813.
- Barlow J., Taylor B.L. 2005. Estimates of sperm whale abundance in the northeastern temperate Pacific from a combined acoustic and visual survey. *Mar. Mamm. Sci.* 21(3):429-445.
- Cañadas A., Sagarminaga R., de Stephanis R., Urquiola E., Hammond P.S. 2005. Habitat preference modelling as a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15:495-521.
- Frantzis A., Airoidi S., Notarbartolo di Sciara G., Johnson C., Mazzariol S. 2011. Inter-basin movements of Mediterranean sperm whales provide insight into their population structure and conservation. *Deep Sea Research Part I* 58:454-459. doi:10.1016/j.dsr.2011.02.005
- Gillespie D. 1997. An acoustic survey for sperm whales in the Southern Ocean Sanctuary conducted from the RSV *Aurora Australis*. *Rep. Int. Whal. Comm.* 47:897-907.
- Gitter S.J. 2009. Whistle repertoire and geographic variation of striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) in the Ligurian Sea of the Mediterranean. M.S., Western Illinois University, 2009, 50 pp.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

- Gregg E.J., Trites A.W. 2001. Predictions of critical habitat for five whale species in the waters of coastal British Columbia, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 58:1265. 1285.
- Gordon J. C. 1987. The behaviour and ecology of sperm whales off Sri Lanka. PhD thesis, Darwin College, Cambridge, UK.
- Hosmer D.W., Lemeshow S. 2000. Applied logistic regression, 2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley & Sons, New York: 280 pp.
- Johnson H.J., DeGraaf S.R. 1982. Improving the resolution of bearing in passive sonar arrays by eigenvector analysis. IEEE Trans. Acoust. Speech Sig. Process. 30:638-647.
- Kandia V., Stylianou Y. 2006. Detection of sperm whale clicks based on the Teager-Kaiser energy operator. Applied Acoustics, 67(11-12):1144. 1163.
- Kandia V., Stylianou Y. 2008. Detection of clicks based on group delay. Canadian Acoust. 36(1).48. 54.
- Leaper R., Chappell O., and Gordon J. 1992. The development of practical techniques for surveying sperm whale populations acoustically. Rep. Int. Whal. Comm. 42, 549. 560.
- Madsen P.T., Wahlberg M. 2007. Recording and quantification of ultrasonic echolocation clicks from free-ranging toothed whales. Deep-Sea Res. I 54, 1421-1444.
- McDonald M.A., Hildebrand J.A., Webb S.C. 1995. Blue and fin whales observed on a seafloor array in the Northeast Pacific. J. Acoust. Soc. Am. 98:712-721.
- Notarbartolo di Sciarra G., Demma M. 1994. Guida dei mammiferi marini del Mediterraneo. Franco Muzzio Editore, Padova.
- Notarbartolo di Sciarra G., Panigada S., Zanardelli M. 2006. Studio di settore e del connesso monitoraggio ante operam relative ai flussi migratori dei cetacei attraverso lo Stretto di Messina. Rapporto finale. Commissionato da Stretto di Messina S.p.A. 174 p.
- Møhl B., Wahlberg M., Madsen P.T., Miller L.A., Surlykke A. 2000. Sperm whale clicks: Directionality and source level revisited. J. Acoust. Soc. Am. 107:638. 648.
- Panigada S., Notarbartolo di Sciarra G., Zanardelli Panigada M., Airoidi S., Borsani J.F., Jahoda M. 2005. Fin whales (*Balaenoptera physalus*) summering in the Ligurian Sea: distribution, encounter rate, mean group size and relation to physiographic variables. Journal of Cetacean Research and Management 7(2):137-145.
- Pavan G., Hayward T., Borsani J.F.B., Priano M., Manghi M., Fossati C., Gordon G. 2000. Time Pattern of Sperm Whale Cods Recorded in the Mediterranean Sea 1985. 1996. J. Acoust.Soc.Am. 107(6):3487-3495.
- Rasmussen M.H., Wahlberg M., Miller L.A. 2004. Estimated transmission beam pattern of clicks recorded from free-ranging white-beaked dolphins (*Lagenorhynchus albirostris*). J. Acoust. Soc. Am. 116(3), 1826-1831.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI . Relazione Tecnica</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

- Redfern J.V., Ferguson M.C., Becker E.A., Hyrenbach K.D., Good C., Barlow J., Kaschner K., Baumgartner M.F., Forney K.A., Ballance L.T., Fauchald P., Halpin P., Hamazaki T., Pershing A.J., Qian S.S., Read A., Reilly S.B., Torres L., Werner F. 2006. Techniques for cetacean-habitat modeling. *Marine Ecology Progress Series* 310:271-295.
- Romeo T., Consoli P., Florio G., Andaloro F., Fortuna C.M., Fossi M.C., Lauriano G., Notarbartolo di Sciarra G. 2003. The feluca boat of the Strait of Messina: a platform of opportunity for cetacean sightings. *European Research on Cetaceans 17. Proceedings of the 17<sup>th</sup> Annual Conference of the European Cetacean Society, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 9-13 March 2003.*
- Stafford K.M., Fox C.G., Clark D.S. 1998. Long-range acoustic detection and localization of blue whale calls in the northeast Pacific Ocean. *J. Acoust. Soc. Am.* 104:3616-3625.
- Stimpert A., Wiley D.N., Au W.W.L., Johnson M.P., Arsenault R. 2007. Megapclicks acoustic click trains and buzzes produced during night-time foraging of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Bio. Lett.* Online Aug 8, 2007, 1-4.
- Teloni V. 2000. Patterns of sound production in diving sperm whales in the northwestern Mediterranean. *Marine Mammal Science* 21(3):446. 457.
- Thode A., Mellinger D.K., Stienessen S., Martinez S., Mullin K. 2002. Depth-dependent acoustic features of diving sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in the Gulf of Mexico. *J. Acoust. Soc. Am.* 112(1), 308-321.
- VanParijs S.M., Smith J., Corkeron P.J. 2002. Using calls to estimate the abundance of inshore dolphins: A case study with Pacific humpback dolphins *Sousa chinensis*. *J. Appl. Scol.* 39:853-864.
- Wahlberg M. 2002. The acoustic behaviour of diving sperm whales observed with a hydrophone array. *J. Exp. Mar. Bio. and Ecol.* 281, 53-62.
- Watkins W.A., Schevill W.E. 1977. Sperm whale codas. *J. Acoust. Soc. Am.* 62:1485. 1490.
- Weilgart L., Whitehead H. (1988). Distinctive vocalizations from mature male sperm whales (*Physeter macrocephalus*). *Can. J. Zool.* 66:1931. 1937.
- Weilgart L., Whitehead H. 1993. Coda vocalizations in sperm whales off the Galapagos Islands. *Can. J. Zool.* 71, 744. 752.
- Whitehead H. 2003. Sperm whale societies; social evolution in the ocean. University of Chicago Press. 431pp.
- Wursig B., Wursig M. 1977. The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). *Science* 198:755. 756.
- Zimmer W.M.X., Tyack P.T., Johnson M.P., Madsen P.T. 2005. Three-dimensional beam pattern of regular sperm whale clicks confirms bent-horn hypothesis. *J. Acoust. Soc. Am.* 117(3), 1473-1485.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI – Allegato 1</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

## Allegato 1

### Carte tematiche

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI – Allegato 1</b>	<b>Codice documento</b> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<b>Rev</b> <b>F0</b>	<b>Data</b> <b>20/06/2011</b>

Questo allegato presenta carte tematiche relative alle due specie di cetaceo più frequentemente avvistate durante la campagna di ricerca condotta tra luglio 2010 e marzo 2011. Come dettagliatamente approfondito nel testo del rapporto (pag. 21-22), la distribuzione spaziale delle diverse specie è stata analizzata e correlata sia a variabili fisiografiche che a parametri ambientali, resi disponibili attraverso le reti di rilevamento remoto (*remote sensing*). Le analisi sono state effettuate attraverso un'analisi di regressione logistica.

**Stenella striata.** I modelli applicati per l'analisi spaziale hanno selezionato la deviazione standard della pendenza del fondale (*Slpstd*) come miglior 'predittore' della presenza di questa specie. La relazione con il 'predittore' è inversa, il che evidenzia una maggiore presenza della specie nelle aree in cui la variabilità della pendenza di fondale è minore. È bene peraltro sottolineare come i 'predittori' fisiografici siano a loro volta correlati fra loro. La deviazione standard della pendenza risulta infatti correlata con la profondità media e con la deviazione standard della profondità. Alla luce di queste correlazioni, è quindi ragionevole considerare la profondità quale 'predittore' per la stenella striata; ne consegue che la presenza della specie risulti associata alle aree di maggiore profondità.

Alla luce di queste considerazioni, viene presentata nella figura 1-1 la previsione della presenza di stenella striata con riferimento alle linee batimetriche dell'area di studio, onde meglio caratterizzare il previsto areale di questa specie. Dalla mappa si evince chiaramente la marcata preferenza da parte della stenella striata per le acque di alta profondità, anche se il modello evidenzia alcune zone più costiere con elevata probabilità di presenza. Queste aree sono con buona probabilità caratterizzate da minime pendenze del fondale, come infatti selezionato dal modello logistico.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI – Allegato 1</b>	<b>Codice documento</b> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<b>Rev</b> <b>F0</b>	<b>Data</b> <b>20/06/2011</b>

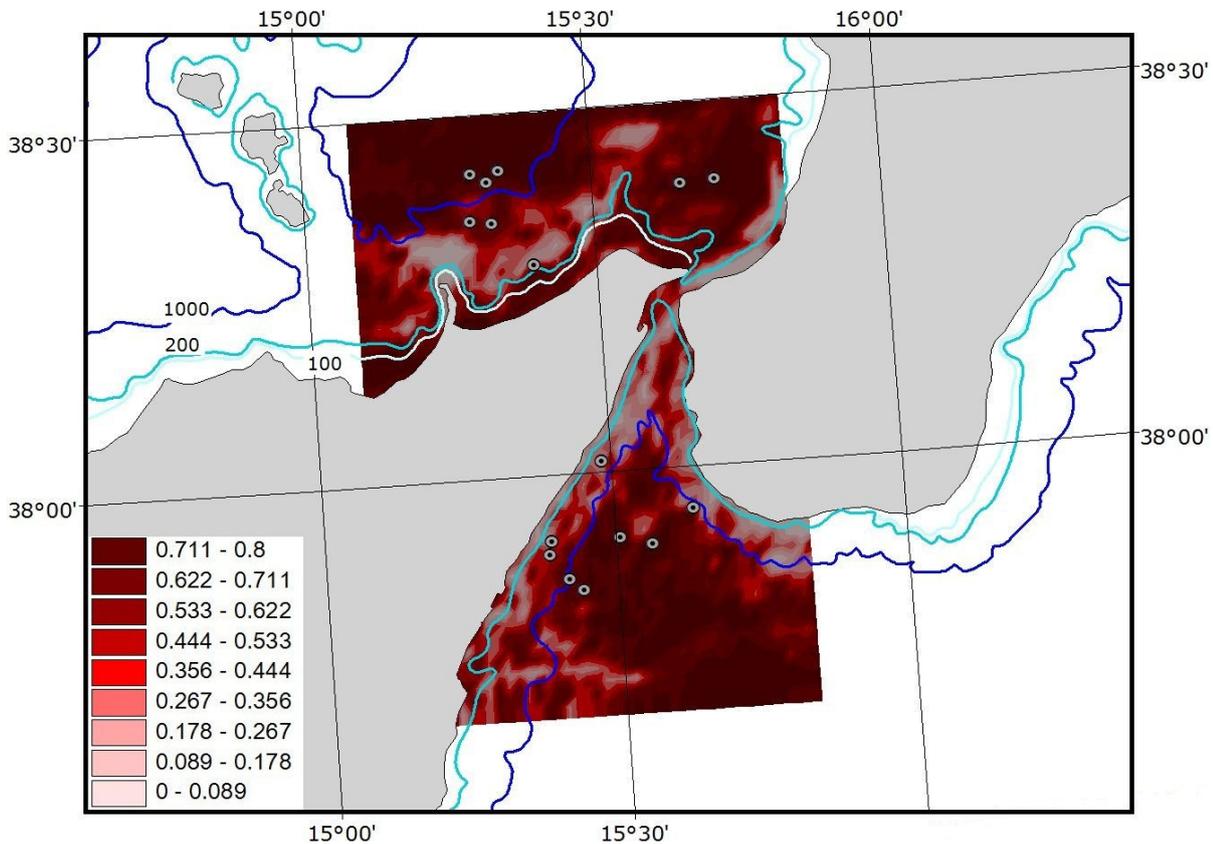


Fig. 1-1 - Mappa predittiva della distribuzione della stenella striata in relazione alla profondità dell'area di studio. In grigio sono marcati gli avvistamenti effettuati.

**Tursiope.** I risultati dell'analisi spaziale e dei modelli predittivi applicati riflettono la preferenza di questa specie per le acque costiere, in particolare nella porzione meridionale dello Stretto di Messina. Il 'predittore' selezionato dal modello statistico è la profondità media (*Depthmean*), con una correlazione inversa, suggerendo quindi una preferenza per le acque poco profonde.

E' necessario tuttavia sottolineare che nel caso del tursiope si è riscontrata una minor accuratezza nella previsione di presenza, a ulteriore conferma della flessibilità d'habitat della specie in quest'area, per la quale le acque costiere non costituiscono l'unico habitat, come descritto nel rapporto stesso.

La figura 1-2 mostra la previsione della presenza di tursiope con riferimento alle linee batimetriche dell'area di studio. Dalla mappa si evince chiaramente la marcata preferenza del tursiope per le

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI – Allegato 1</b>	<b>Codice documento</b> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<b>Rev</b> <b>F0</b>	<b>Data</b> <b>20/06/2011</b>

acque costiere e dello Stretto di Messina vero e proprio, anche se durante le uscite in mare sono stati avvistati tursiopi in acque più profonde, in particolare nella zone a sud dello Stretto, sottolineando la maggiore flessibilità di habitat riscontrata.

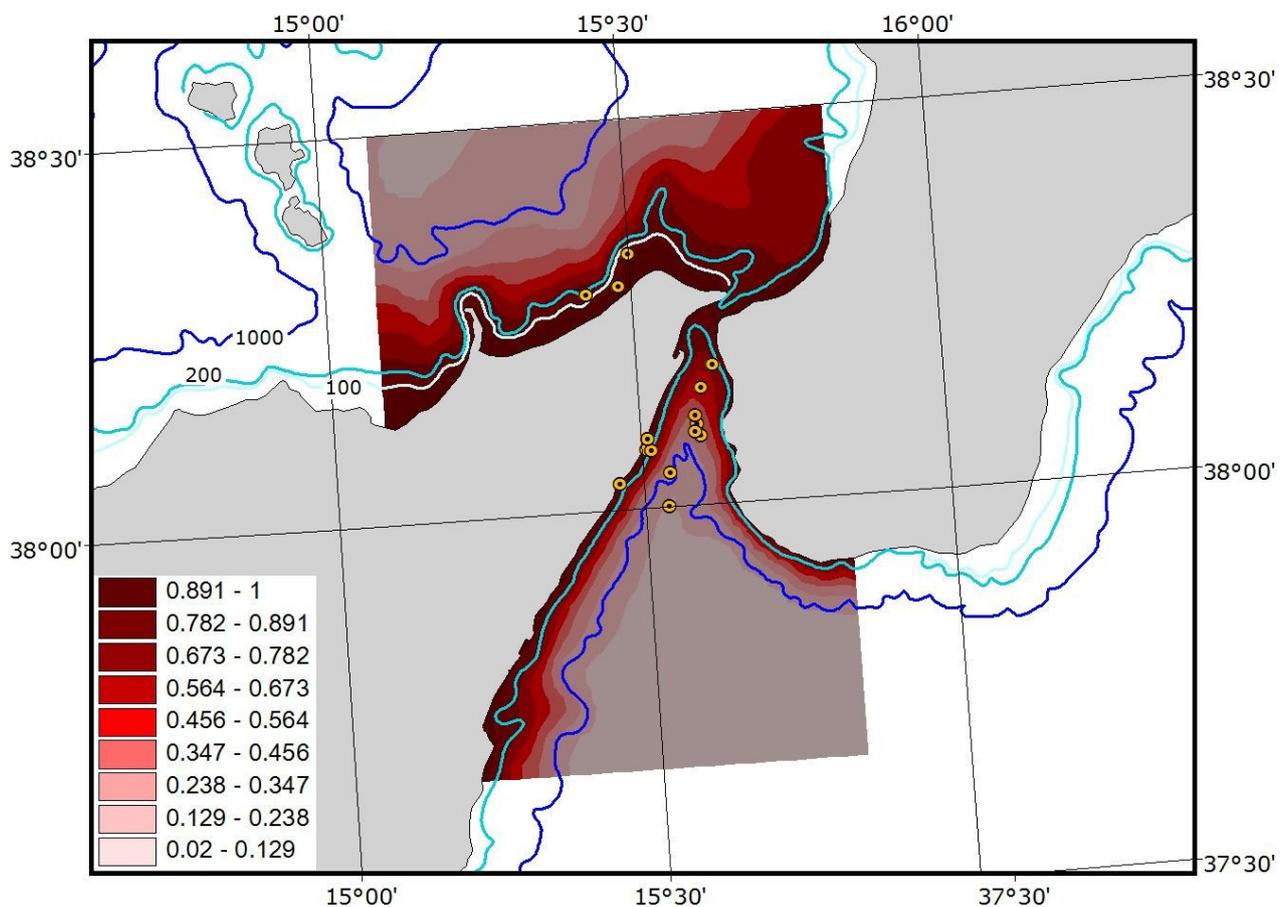


Fig. 1-2 - Mappa predittiva della distribuzione del tursiopo in relazione alla profondità dell'area di studio. In giallo sono marcati gli avvistamenti effettuati.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI – Allegato 2</b>	<i>Codice documento</i> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<i>Rev</i> <b>F0</b>	<i>Data</i> <b>20/06/2011</b>

## Allegato 2

### Catalogo Fotografico Tursiopi

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI – Allegato 2</b>	<b>Codice documento</b> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<b>Rev</b> <b>F0</b>	<b>Data</b> <b>20/06/2011</b>

Questo allegato presenta il catalogo fotografico degli individui foto-identificati durante le uscite in mare (Tab. 2-1), completo di una legenda acorredo di ciascuna foto in cui vengono date le informazioni relative all'avvistamento (data, posizione, sigla individuo, numero di avvistamento) e ai riavvistamenti nel corso delle campagne in mare. In base ai dati di foto-identificazione, riassunti nella tabella 2-2, si può ipotizzare un certo grado di stanzialità da parte di alcuni individui, ma ogni ulteriore indicazione sulla probabilità di avvistamento in quella determinata area, specificando se un individuo sia da considerarsi stanziale o di passaggio, sarebbe puramente speculativa e non supportata da adeguata evidenza scientifica. L'assenza dal catalogo, dunque la non-cattura fotografica, non può essere, infatti, intesa come assenza dall'area, ma può essere dovuta a una quantità di fattori sia casuali che comportamentali.

Individuo	Avvistamento		Immagine Individuale	
	Tot/Specie	Posizione	Lato Destro	Lato Sinistro
Tt 001	003/Tt001	38,07518N; 15,50609E		
	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
	016/Tt009	38,27758N; 15,42807E		
Tt 002	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
	013/Tt006	38,12742N; 15,58115E		
	016/Tt009	38,27758N; 15,42807E		



Nautilus  
Società Cooperativa  
Servizi per l'Oceanografia  
e la Gestione delle Risorse Ambientali

**Ponte sullo Stretto di Messina  
Progetto definitivo**

**AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE  
CETACEI – Allegato 2**

Codice documento  
MA0000PSDDGMA0101

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

Individuo	Avvistamento		Immagine Individuale	
	Tot/Specie	Posizione	Lato Destro	Lato Sinistro
Tt 003	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
	020/Tt010	38,31865N; 15,51912E		
Tt 004	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
	013/Tt006	38,12742N; 15,58115E		
	014/Tt007	38,17683N; 15,60744E		
Tt 005	016/Tt009	38,27758N; 15,42807E		
Tt 006	014/Tt007	38,17683N; 15,60744E		
	016/Tt009	38,27758N; 15,42807E		



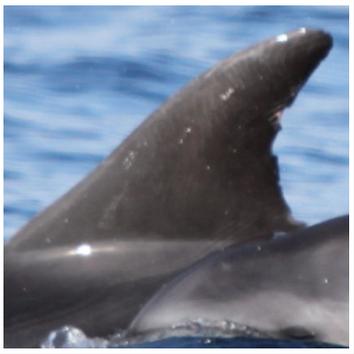
**Ponte sullo Stretto di Messina  
Progetto definitivo**

**AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE  
CETACEI – Allegato 2**

Codice documento  
MA0000PSDDGMA0101

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

Individuo	Avvistamento		Immagine Individuale	
	Tot/Specie	Posizione	Lato Destro	Lato Sinistro
Tt 007	013/Tt006	38,12742N; 15,58115E		
	014/Tt007	38,17683N; 15,60744E		
	016/Tt009	38,27758N; 15,42807E		
Tt 008	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
Tt 009	013/Tt006	38,12742N; 15,58115E		
	014/Tt007	38,17683N; 15,60744E		
	016/Tt009	38,27758N; 15,42807E		
Tt 010	013/Tt006	38,12742N; 15,58115E		
	014/Tt007	38,17683N; 15,60744E		
	016/Tt009	38,27758N; 15,42807E		



AGRICONSULTING



GfK



EURISKO

Nautilus  
Società Cooperativa  
Servizi per l'Oceano e la  
Gestione delle Risorse Ambientali**Ponte sullo Stretto di Messina  
Progetto definitivo****AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE  
CETACEI – Allegato 2**Codice documento  
MA0000PSDDGMA0101Rev  
F0Data  
20/06/2011

Individuo	Avvistamento		Immagine Individuale	
	Tot/Specie	Posizione	Lato Destro	Lato Sinistro
Tt 011	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
	016/Tt009	38,27758N; 15,42807E		
Tt 012	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
Tt 013	003/Tt001	38,07518N; 15,50609E		
	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
	013/Tt006	38,12742N; 15,58115E		
	014/Tt007	38,17683N; 15,60744E		
	016/Tt009	38,27758N; 15,42807E		
	032/Tt015	38,15547N; 15,61027E		



Nautilus  
Società Cooperativa  
Servizi per l'Oceanografia  
e la Gestione delle Risorse Ambientali

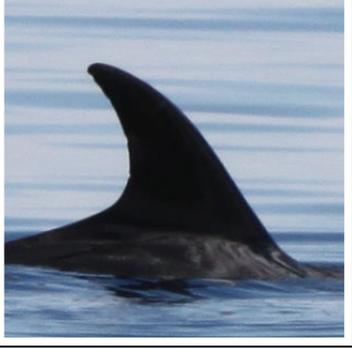
**Ponte sullo Stretto di Messina  
Progetto definitivo**

**AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE  
CETACEI – Allegato 2**

Codice documento  
MA0000PSDDGMA0101

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

Individuo	Avvistamento		Immagine Individuale	
	Tot/Specie	Posizione	Lato Destro	Lato Sinistro
Tt 014	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
	014/Tt007	38,17683N; 15,60744E		
Tt 015	003/Tt001	38,07518N; 15,50609E		
Tt 016	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
Tt 017	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
	020/Tt010	38,31865N; 15,51912E		



AGRICONSULTING



GfK EURISKO

Nautilus  
Società Cooperativa  
Servizi per l'Oceanografia  
e la Gestione delle Risorse Ambientali**Ponte sullo Stretto di Messina  
Progetto definitivo****AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE  
CETACEI – Allegato 2**Codice documento  
MA0000PSDDGMA0101Rev  
F0Data  
20/06/2011

Individuo	Avvistamento		Immagine Individuale	
	Tot/Specie	Posizione	Lato Destro	Lato Sinistro
Tt 018	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
	028/Tt012	38,08791N; 15,51031E		
	013/Tt006	38,12742N; 15,58115E		
Tt 019	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
	013/Tt006	38,12742N; 15,58115E		
	028/Tt012	38,08791N; 15,51031E		
Tt 020	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
Tt 021	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		



**Ponte sullo Stretto di Messina  
Progetto definitivo**

**AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE  
CETACEI – Allegato 2**

Codice documento  
MA0000PSDDGMA0101

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

Individuo	Avvistamento		Immagine Individuale	
	Tot/Specie	Posizione	Lato Destro	Lato Sinistro
Tt 022	009/Tt004	38,07114N; 15,52207E		
Tt 023	014/Tt007	38,17683N; 15,60744E		
Tt 024	020/Tt010	38,31865N; 15,51912E		
Tt 025	020/Tt010	38,31865N; 15,51912E		

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI – Allegato 2</b>	<b>Codice documento</b> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<b>Rev</b> <b>F0</b>	<b>Data</b> <b>20/06/2011</b>

<b>Individuo</b>	<b>Avvistamento</b>		<b>Immagine Individuale</b>	
	<b>Tot/Specie</b>	<b>Posizione</b>	<b>Lato Destro</b>	<b>Lato Sinistro</b>
Tt 026	020/Tt010	38,31865N; 15,51912E		
	023/Tt011	38,28855N; 15,47642E		

Tab. 2-1. Catalogo fotografico dei tursiopi avvistati e foto-identificati nel corso delle uscite in mare.

	<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>AGGIORNAMENTO STUDIO DI SETTORE</b> <b>CETACEI – Allegato 2</b>	<b>Codice documento</b> <b>MA0000PSDDGMA0101</b>	<b>Rev</b> <b>F0</b>	<b>Data</b> <b>20/06/2011</b>

<b>N° avvistamento</b>	1	4	6	7	9	10	11	12	15
<b>Data avvistamento</b>	29-07-10	10-09-10	21-10-10	22-10-10	29-10-10	17-01-11	18-01-11	20-01-11	03-03-11
Tt 001	•	•			•				
Tt 002		•	•		•				
Tt 003		•				•			
Tt 004		•	•	•					
Tt 005					•				
Tt 006				•	•				
Tt 007			•	•	•				
Tt 008									
Tt 009			•	•	•				
Tt 010			•	•	•				
Tt 011		•			•				
Tt 012		•							
Tt 013	•	•	•	•	•				•
Tt 014		•		•					
Tt 015	•								
Tt 016		•							
Tt 017		•				•			
Tt 018		•						•	
Tt 019		•	•					•	
Tt 020		•							
Tt 021		•							
Tt 022		•							
Tt 023				•					
Tt 024						•			
Tt 025						•			
Tt 026						•	•		

Tab. 2-2. Avvistamenti e riavvistamenti di tursiopi effettuati nel corso delle uscite in mare