

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA DI VITERBO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOLOGICHE ED ECOLOGICHE (DEB)

Corso di Dottorato di Ricerca in

Ecologia e gestione delle risorse biologiche - XXVI Ciclo

**Gestione e attività di ricerca del Centro di Recupero del Sinis:
implicazioni per la conservazione di *Caretta caretta***

Tesi di dottorato di:

Dott. **Andrea Camedda**

Coordinatore del corso

Prof. **Giuseppe Nascetti**

Tutor

Dott. **Giuseppe Andrea de Lucia**

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA DI VITERBO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOLOGICHE ED ECOLOGICHE (DEB)

Corso di Dottorato di Ricerca in

Ecologia e gestione delle risorse biologiche - XXVI Ciclo

**Gestione e attività di ricerca del Centro di Recupero del Sinis:
implicazioni per la conservazione di *Caretta caretta***

BIO/07

Tesi di dottorato di:

Dott. Andrea Camedda



Coordinatore del corso

Prof. Giuseppe Nascetti



Tutor

Dott. Giuseppe Andrea de Lucia



Data della discussione

10 giugno 2014

RINGRAZIAMENTI

I ringraziamenti per la realizzazione di questa tesi di Dottorato sono rivolti a tutti coloro che mi hanno dato la possibilità di raggiungere un traguardo così importante dei miei studi e che in questi tre anni di lavoro non mi hanno mai abbandonato, neppure nelle situazioni più complesse e delicate.

Perciò ringrazio innanzitutto lo staff dell'IAMC di Oristano per la grande opportunità di lavorare in un istituto di pregio qual è il CNR e in particolare rivolgo il ringraziamento a Massimiliano Di Bitetto, Andrea de Lucia e Angelo Perilli per aver creduto in me, fornendomi tutti i mezzi e gli strumenti disponibili che mi hanno permesso di portare avanti le attività di studio e ricerca sulle tartarughe marine.

Ringrazio la commissione interna dell'Università della Tuscia di Viterbo: Prof. Giuseppe Nascetti, Prof. Marco Marcelli, dott.ssa Roberta Cimmaruta, dott. Fabrizio Scialanca per gli utili consigli durante i tre anni.

Allo stesso modo, intendo ringraziare coloro che mi hanno aiutato dal punto di vista professionale, hanno speso il loro tempo a qualsiasi ora del giorno e in ogni condizione, soprattutto nelle ultime fasi del lavoro, mi hanno trasmesso tutta la loro passione per la scienza e l'ambiente marino. Un enorme grazie, quindi, ad Andrea, Stefania, Giorgio e Stefano che con il loro supporto hanno coadiuvato al meglio le attività in campo, in laboratorio, le analisi e la redazione del lavoro scritto.

Un vero ringraziamento a Nicole per tutta la pazienza dimostrata in questi anni, i sacrifici e i consigli sempre giusti ed efficaci.

Vorrei ringraziare tutti coloro che mi hanno supportato durante la programmazione e realizzazione delle attività e le fasi di analisi in laboratorio:

La Dott.ssa Flegra Bentivegna e tutto lo staff della Stazione Zoologica "Anton Dohrn" di Napoli: Sandra Hochscheid, Fulvio Maffucci, Andrea Travaglini, Raffaella Bova, Mariapia Ciampa, Giovanni de Martino, Gianluca Treglia;

Il Dott. Angelo Rui e lo staff dell'Istituto Zooprofilattico di Oristano;

Il dott. Paolo Briguglio e lo staff della Clinica Veterinaria "due mari" di Oristano: Monica, Stefano, Carolina;

Il dott. Marco Matiddi per il prezioso supporto durante le necroscopie;

Teodato, Mario, Antonio, Gianni, Francesco per l'impagabile disponibilità degli spazi, delle vasche e dei preziosi consigli tecnici;

I F.lli Manca per la disponibilità di poter utilizzare i propri spazi, in particolare le grandi vasche per la riabilitazione delle tartarughe;

Un prezioso ringraziamento ad Alessandra Marra per il supporto nella revisione dei testi in inglese della tesi e degli articoli scientifici.

Ringrazio tutti i miei amici che mi hanno sempre incoraggiato: Marc Tail, Paolo Spud, Laura e Fabio, Julie e Gianni, Elisa e Roller, Francesca e Tore, MiniManu, Paoletta, Elisa e Willy, Rachele, il Wrachien, Maria, Chicca, Francesca e Lorenzo, Erica e Luca, Daniela, Alessia, Mariella, Valentina, Clara e Peppino, Giulia e Piero, Modesto, Cinzia e Giancarlo, Rina e Michele, Emanuela e François, Nadia e Armando, Matteo, Claudia.

Ultimo ma non per importanza è l'enorme ringraziamento rivolto ai miei genitori Anna e Antonio per aver sostenuto tutti i miei studi, aver pazientato e atteso questo obiettivo finalmente raggiunto.

...ai miei genitori e alle tartarughe marine

Sommario

Riassunto/Abstract	1
Introduzione generale	7
1. Conservazione delle specie protette	7
2. Le tartarughe marine	8
2.1. <i>Caretta caretta</i> : areale di distribuzione, biologia, ecologia e protezione	9
3. Accordi e convenzioni internazionali.....	13
3.1. Convenzione di Washington	13
3.2. Convenzione di Barcellona	14
3.3. Convenzione di Bonn	14
3.4. Convenzione di Berna	15
3.5. Convenzione di Rio de Janeiro	15
3.6. Direttiva Habitat	16
3.7. Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino	16
4. Ruolo e importanza dei Centri di Recupero	17
4.1. Il CReS	18
5. Obiettivi della tesi	21
Capitolo 1. Le Linee Guida per i Centri di Recupero: uno strumento per la gestione delle attività di conservazione nell'ambito della Rete Regionale Sarda.	22
6. Introduzione	22
6.1. Costituzione della Rete Regionale Sarda	22
6.2. Il Progetto GIONHA	26
6.3. Conservazione e monitoraggio delle tartarughe marine e dei cetacei in Sardegna	28
6.4. Funzionamento e sviluppo della Rete	30
6.5. Le linee guida	31
6.5.1. Linee guida per la conservazione delle tartarughe marine.....	32
7. Obiettivi.....	33
8. Materiali e Metodi.....	34
8.1. Il ruolo del CReS nel Progetto GIONHA	34
8.2. Tavoli tecnici	35
8.2.1. Tavolo tecnico-amministrativo	36

8.2.1.1.	Definizione degli ambiti di competenza.....	37
8.2.1.2.	Scheda monitoraggio-recuperi.....	37
8.2.1.3.	Database INTERCET	38
8.2.1.4.	Suggerimenti per l'attuazione di programmi sull'educazione ambientale.	39
8.2.1.5.	Metodologie per l'attuazione dei seminari di sensibilizzazione, informazione e aggiornamento.....	39
8.2.2.	Tavolo tecnico-scientifico.....	39
8.2.2.1.	Metodologie per il monitoraggio degli avvistamenti di cetacei e tartarughe con relative schede di avvistamento	40
8.2.2.2.	Protocollo d'intervento per la gestione degli esemplari morti e in difficoltà	40
8.2.2.3.	Protocolli veterinari	43
9.	Risultati	43
9.1.	Linee Guida regionali	44
9.1.1.	Ambiti di competenza	45
9.1.2.	Protocollo operativo d'intervento standardizzato	52
9.1.2.1.	Segnalazione.....	53
9.1.2.2.	Primo Intervento.....	53
9.1.2.3.	Recupero e Trasporto	54
9.1.2.4.	Ospedalizzazione, riabilitazione e mantenimento	55
9.1.2.5.	Marcatura e liberazione	57
9.1.2.6.	Necropsia	57
9.1.2.7.	Smaltimento e musealizzazione	59
9.1.3.	Registrazione e gestione dei dati: la scheda monitoraggio recuperi	59
9.1.4.	Archiviazione dei dati nella piattaforma INTERCET.....	60
9.1.5.	Indicazioni metodologiche per l'attuazione dei seminari di sensibilizzazione, informazione e aggiornamento	61
9.1.6.	Sviluppo e implementazione di progetti di Educazione Ambientale	62
9.1.7.	Metodologia e schede per il monitoraggio degli avvistamenti	63
9.1.8.	Linee Guida per la gestione veterinaria delle tartarughe marine e dei cetacei.....	64
10.	Discussioni	65
11.	Conclusioni e suggerimenti gestionali	68
Capitolo 2. Effetti della riabilitazione e studio comportamentale di <i>Caretta caretta</i>		
	nella fase post-rilascio in ambiente naturale	70
12.	Introduzione	70

12.1.	Ruolo della Rete della Sardegna	71
12.2.	Studio dell'ecologia di <i>Caretta caretta</i>	72
12.3.	Procedure di pre-liberazione e monitoraggio post-rilascio	74
12.4.	Fisiologia dell'immersione	76
12.5.	Strumentazione per il monitoraggio dei profili d'immersione	77
13.	Obiettivi.....	80
14.	Materiali e Metodi	81
14.1.	Area di studio	81
14.2.	Monitoraggio nelle vasche	82
14.3.	Strumentazione impiegata nel monitoraggio dell'attività subacquea	83
14.4.	Monitoraggio degli esemplari	87
14.4.1.	Esemplari monitorati in vasca	88
14.4.2.	Monitoraggio degli esemplari in ambiente naturale.....	89
14.4.2.1.	Studio preliminare di fattibilità	89
14.4.2.2.	Monitoraggio degli esemplari in natura	90
14.5.	Recupero degli strumenti	92
14.6.	Analisi dei dati	93
15.	Risultati	96
15.1.	Esemplari monitorati in cattività	97
15.2.	Monitoraggio in ambiente marino naturale	100
15.2.1.	Studio di fattibilità.....	100
15.2.2.	Tartarughe rilasciate in natura	101
15.2.3.	Immersioni sul fondo: <i>U dives</i>	103
16.	Discussioni	108
17.	Conclusioni.....	111
Capitolo 3. Studio dell'interazione tra la tartaruga comune (<i>Caretta caretta</i>) e il		
	“Marine Litter” in Sardegna	113
18.	Introduzione	113
18.1.	Perturbazione dell'habitat e accumulo del <i>Marine Litter</i>	113
18.2.	Convenzioni e direttive per l'inquinamento	116
18.2.1.	Marine Strategy Framework Directive.....	117
18.2.2.	Interazioni con il biota	118
18.3.	Ruolo del CReS all'interno del <i>task group</i> sul <i>Marine Litter</i>	119
19.	Obiettivi.....	121
20.	Materiali e Metodi	122
20.1.	Monitoraggio del <i>litter</i> nelle tartarughe marine	122

20.2. Analisi dei dati	126
21. Risultati	127
22. Discussioni	131
23. Conclusioni.....	137
Conclusioni generali.....	139
Bibliografia:	143
Allegato I	164
Allegato II.....	170
Allegato III	172

Riassunto/Abstract

Il lavoro è incentrato su aspetti di conservazione di *Caretta caretta* nell'area Centro - Occidentale del Mediterraneo, in particolare nella regione Sardegna, sviluppati in tematiche di carattere sia scientifico che gestionale. Molteplici sono i punti proposti dalla comunità scientifica che i Paesi mediterranei, attraverso la firma di convenzioni e direttive, si sono impegnati ad adottare per mitigare gli impatti e arrestare il declino delle popolazioni di questa specie, dichiarata "in pericolo di estinzione" dalla IUCN. In genere la pesca, la perturbazione degli habitat e l'inquinamento marino sono tra le principali cause di perdita di biodiversità e risultano quelle che, sia direttamente che indirettamente, creano i danni maggiori alle popolazioni di *C. caretta*. Proprio per questi motivi tali tematiche sono state considerate ed esaminate nel presente lavoro, hanno coinciso con gli obiettivi istitutivi del Centro di Recupero del Sinis (CRoS), attraverso la cui attività è stato quindi possibile realizzare le azioni trattate.

La Rete Regionale, durante il progetto transfrontaliero GIONHA, si è impegnata attivamente nella realizzazione e pubblicazione delle Linee Guida Regionali, un documento condiviso da tutti gli Enti coinvolti, in cui sono state sintetizzate le procedure e i protocolli standardizzati a cui tutti gli operatori implicati nelle attività della Rete devono attenersi. Le Linee Guida permettono ai soggetti coinvolti di operare in maniera coordinata ed efficace durante gli interventi di salvaguardia e recupero, rappresentando un punto di riferimento per le operazioni di trasporto, per le modalità di ospedalizzazione e per le procedure di rilascio degli esemplari ritrovati. La realizzazione delle Linee Guida Regionali, in linea con quelle precedentemente redatte dal RAC/SPA, anticipano quelle pubblicate recentemente dal Ministero dell'Ambiente, e sono in perfetta sintonia con gli obiettivi di conservazione delle tartarughe marine in Mediterraneo suggerite dalla Convenzione di Barcellona.

Proprio il monitoraggio degli esemplari rilasciati ha rappresentato un importante punto da approfondire, in considerazione delle poche informazioni presenti nel panorama internazionale su questi aspetti, come in generale su quelli legati al comportamento di immersione. Con l'applicazione dei *Time Depth Recorder* (TDR), strumenti in grado di acquisire informazioni sul comportamento degli animali in continuo, è stato possibile studiarne l'attività per alcuni giorni attraverso l'analisi dei profili d'immersione. Delle diverse tipologie di immersioni descritte in letteratura, le immersioni a U, in cui l'animale permane sul fondo per un tempo prolungato, sono state considerate come indicatore per lo studio dell'attività. L'analisi dei profili ha fornito un quadro generale dello stato di salute degli esemplari rilasciati, attestando

l'efficacia delle cure e della riabilitazione svolte al CReS. Inoltre, l'analisi di particolari immersioni a U (caratterizzate da movimenti oscillatori in prossimità del fondale, *wiggles*), denominate *Activity U dives*, hanno descritto l'esistenza di forme d'interazione delle tartarughe con il fondale, riconducibili alla ricerca di cibo, restituendoci informazioni di carattere ecologico su scala locale per quanto riguarda le abitudini alimentari di *C. caretta*. In particolare, considerando le profondità mediamente utilizzate dagli individui durante le immersioni è stato mostrato come esse ricadano proprio all'interno delle batimetrie costiere, specificatamente quelle del Golfo di Oristano comprese nei 25 metri di profondità, facendo presupporre un utilizzo dell'area, caratterizzata da un vasto posidonieto, a fini alimentari. Questa fase della tesi risulta in linea con gli obiettivi del Piano d'Azione del RAC/SPA (*Action Plan*) per lo studio e la definizione delle *feeding areas* di *C. caretta*, che hanno lo scopo di sottoporre a tutela queste aree così come già accaduto per quelle di nidificazione.

Gli esemplari recuperati lungo le coste della Sardegna dal CReS negli ultimi anni, sia vivi che morti, sono stati monitorati in relazione alla presenza di plastica all'interno del tratto gastro-intestinale. Il *marine litter*, come vengono definiti generalmente i rifiuti di origine antropica presenti in ambiente marino, è considerato uno dei maggiori fattori d'impatto per gli organismi, dal plancton ai grandi vertebrati, includendo quindi le tartarughe marine che possono ingerire le plastiche flottanti in colonna d'acqua scambiandole per cibo. Gli esemplari rinvenuti morti sono stati dissezionati in sala di necropsia e l'intero tratto digerente, dall'esofago all'intestino è stato analizzato accuratamente, separando i resti alimentari dai materiali antropogenici. Le tartarughe recuperate in difficoltà ancora vive sono state monitorate in vasca di degenza ed il residuo fecale (*fecal pellet*) espulso è stato analizzato. Questa attività, si inserisce pienamente nell'ambito della Direttiva Quadro sulla Strategia Marina, è focalizzata proprio sul monitoraggio del "descrittore" 10 (*marine litter*) e la Sardegna, come area di studio, è compresa nella sottoregione "Mediterraneo Occidentale". Seguendo le Linee Guida Europee per il monitoraggio dell'interazione tra *marine litter* e biota, gli elementi plastici rinvenuti sono stati classificati e quantificati così che lo studio risultasse comparabile con quelli eseguiti nelle altre regioni Mediterranee. L'interazione degli esemplari monitorati (n=121) con il *litter* è stata caratterizzata dalla prevalenza di frammenti di plastica laminare (*sheet*) di colore chiaro, dato riconducibile all'abitudine delle tartarughe di scambiare le buste di plastica per meduse, di cui normalmente si cibano, a conferma della presenza di rifiuti potenzialmente dannosi anche nelle acque della Sardegna. Il monitoraggio dell'ingestione di plastica nelle tartarughe marine in Sardegna ha contribuito, da un lato, a testare l'efficacia di *C. caretta* come indicatore della presenza di *litter* nell'ambiente marino, dall'altro a fornire nuovi dati sull'interazione della specie con le plastiche. I

risultati ottenuti mostrano come la frequenza d'ingestione di *litter* in Sardegna si la più bassa in Mediterraneo, attestando l'elevata qualità ambientale dell'area, in cui non sono mai stati riscontrati esemplari direttamente deceduti per l'ingestione di rifiuti marini.

L'intero lavoro ha concorso ad apportare un contributo significativo alla conservazione di *C. caretta*, aggiungendo, per la prima volta, informazioni e dati scientifici utili alla gestione e salvaguardia della specie e degli habitat frequentati in Sardegna, con una evidente ricaduta sulle popolazioni mediterranee.

The work dealt with conservation aspects of the endangered species Caretta caretta, in Sardinian Island (Central - Western Mediterranean Sea), expounding both scientific and management themes. There are several points proposed by the scientific community that the Mediterranean countries, through the signing of international conventions and directives, have pledged to mitigate the impacts and halt the decline of populations of C. caretta. Fishing, habitats perturbation and marine pollution are some of the main causes that, directly or indirectly, constitute the major threats for C. caretta population. These aspects have been considered and examined in the present work, which was carried out in collaboration with the Sinis Rescue Centre (CReS), that is part of the Sardinian Regional Network for the conservation of sea turtles. The Network, throughout the international project GIONHA, has been actively involved in the creation and publication of the Regional Guidelines, a document shared by all the organizations included, to which all operators implicated in the activities of the Network must adhere to. The Guidelines allow stakeholders to operate in a coordinated and effective way to the rescue actions and during animals recovery, representing a reference point for operations of transport, hospitalization and release of the specimens rescued. The implementation of the Regional Guidelines, in line with those previously prepared by RAC/SPA, anticipate those recently published by the Ministry of Environment, and are consistent with the objectives of conservation of sea turtles in the Mediterranean suggested by the Barcelona Convention.

An important point of the present study was the monitoring of released individuals and the analysis of their diving pattern, that permit to fill the lacking in the scientific literature about behavior of post-hospitalized animals. With the application of Time Depth Recorders (TDR), devices able to record and store information on animal behavior, it was possible to study the diving activity for a few days through the analysis of dive profiles. The U-type dives, in which the animal remains on the bottom for an extended time, were considered as indicator for the study of turtles activity. Analysis of dive profiles has provided an overview of the health state of the released individuals and attest the effectiveness of rehabilitation treatments carried out at CReS.

Ecological information on a local scale about the feeding habits of C. caretta were collected with the analysis of particular U dives, called Activity U dives (characterized by wiggling movements near the bottom, "wiggles"). These diving patterns evidence the existence of interaction between sea turtles and the sea bottom, attributable to searching for food.

The average depths used by individuals during their dives was ascribable to the coastal bathymetry, specifically those of the Gulf of Oristano included in the 25 meters depth. This information highlighted the possible utilization of the area (characterized by a large Posidonia oceanica meadow) by sea turtles for foraging activities.

This part of the thesis is in line with the objectives of the RAC/SPA Action Plan for the study and definition of the C. caretta feeding areas that deserve protection of as well as the nesting areas.

Both living and dead specimens recovered along the coasts of Sardinia by CReS in recent years were monitored for the presence of plastic in their gastro-intestinal tract. Marine litter is considered one of the major impact factors for organisms like plankton and large vertebrates, including sea turtles. C. caretta ingests plastic objects floating in water column mistaking them for food. The dead specimens were dissected in necropsy room and the entire digestive tract (esophagus, stomach and intestine) was carefully analyzed, separating food remains from anthropogenic materials. The injured turtles recovered at CReS were monitored in the rescue centre tanks and the expelled fecal residuals (fecal pellets) were analyzed.

This activity is fully embedded in the Marine Strategy Framework Directive because it is focused on the monitoring of the "descriptor" 10 (marine litter) in the sub-region "Western Mediterranean" (that include the study area of Sardinia). The plastic elements found were classified and quantified following the European Guidelines for the monitoring of the interaction between marine litter and biota, in order to make the study comparable with those performed in other Mediterranean regions.

The litter founded in the monitored specimens was characterized by the predominance of sheet plastic and light colored fragments. The reason is probably attributable to the habit of the turtles to mistake plastic bags for jellyfish, that are part of their diet, confirming the presence of potentially harmful waste also in the Sardinian waters.

The monitoring of plastic ingestion by sea turtles in Sardinia has contributed to test the efficacy of C. caretta as an indicator of the presence of litter in the marine environment and provided new data on the interaction of species with plastics.

The results show that the frequency of ingestion of litter in Sardinia is the lowest reported in the Mediterranean, attesting to the high environmental quality of the area, where no one specimen has ever been observed died directly from ingestion of marine debris.

The entire work has significantly contributed to the conservation of C. caretta adding, for the first time, data and information useful for the management and conservation of this species and of the habitats that it frequents in Sardinia, with an important effect on Mediterranean populations.

Introduzione generale

1. Conservazione delle specie protette

La conservazione della biodiversità rappresenta un importante obiettivo da raggiungere a livello mondiale e molti sono i Paesi impegnati su questo fronte. Sono diverse le convenzioni che sanciscono i principi della gestione sostenibile, della conservazione degli habitat e del mantenimento della biodiversità, non solo in Europa. La crescente pressione antropica degli ultimi decenni ha portato cambiamenti negli ambienti terrestri e marini, provocando spesso il degrado e la distruzione degli habitat come la scomparsa di un gran numero di specie. Questo processo sta mettendo in serio pericolo interi ecosistemi marini dove numerose specie evidenziano un continuo declino, con un aumento esponenziale dei tassi di mortalità (Burak et al., 2004; Lloret, 2010; Micheli & Niccolini, 2013). Lo sviluppo turistico, la pesca, l'industria, la cantieristica, il traffico navale, sono le attività che maggiormente influiscono sull'ambiente marino, determinando molteplici impatti, in particolar modo nella fascia costiera, dove la pressione antropica è maggiore. Proprio per questi motivi il Mar Mediterraneo è considerato un bacino ad alto rischio ambientale (Lloret, 2010). Specifiche convenzioni, come ad esempio quella di Barcellona, si concentrano proprio nella promozione di una gestione sostenibile e si prefiggono di tutelare e conservare questo mare semichiuso. L'*International Union for Conservation of Nature* (IUCN), in collaborazione con diversi istituti di ricerca, identifica e aggiorna periodicamente la lista delle specie in pericolo di estinzione (*IUCN Red List of threatened Species*, www.iucnredlist.org). Diverse sono infatti le specie di invertebrati e vertebrati marini considerate ad alto rischio nel bacino mediterraneo, fra queste particolare attenzione viene riservata alle tartarughe marine (IUCN, 2013; UNEP/MAP - RAC/SPA, 2009). Per queste ultime, le interazioni con le attività umane sono sia dirette che indirette e gli effetti sono evidenti in tutti gli ambienti che esse frequentano, da quello marino (neritico ed oceanico) a quello terrestre (siti di nidificazione).

La protezione degli habitat dall'inquinamento e dal depauperamento delle risorse naturali, assieme ad interventi specifici che mirino a neutralizzare le minacce nei confronti delle specie in via d'estinzione, costituiscono imprescindibili necessità per fermare ed invertire i preoccupanti trend negativi osservati.

Famiglia	Specie	Nome comune inglese	Nome comune italiano	Presenza in Mediterraneo
Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	Loggerhead turtle	Tartaruga comune	SI
Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i>	Green turtle	Tartaruga verde	SI
Cheloniidae	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Hawksbill turtle	Tartaruga embricata	NO
Cheloniidae	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Olive ridley	Tartaruga olivacea	NO
Cheloniidae	<i>Lepidochelys kempii</i>	Kemp's ridley	Tartaruga di Kemp	NO
Cheloniidae	<i>Natator depressus</i>	Flatback turtle	Tartaruga a dorso piatto	NO
Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	Leatherback turtle	Tartaruga liuto	SI

Tabella 1. Elenco delle 7 specie di tartarughe marine esistenti e loro presenza in Mediterraneo

2. Le tartarughe marine

Le tartarughe marine, appartenenti alla classe dei rettili, sono organismi adattati alla vita acquatica, popolano le zone temperate e calde di tutto il mondo, in particolare le aree tropicali e sub-tropicali degli oceani Atlantico, Pacifico e Indiano in un *range* di latitudine tra 60°N - 40°S (Márquez, 1990). Delle sette specie di tartarughe marine esistenti, due di esse, la tartaruga comune (*Caretta caretta*, Linnaeus, 1758) e la tartaruga verde (*Chelonia mydas*, Linnaeus, 1758), vivono stabilmente in Mediterraneo, mentre la tartaruga liuto (*Dermochelys coriacea*, Vandelli 1761) lo frequenta stagionalmente, probabilmente alla ricerca di cibo (Casale et al., 2003). Le altre specie attualmente viventi sono la tartaruga embricata (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus 1766), la tartaruga di Kemp (*Lepidochelys kempii*, Garman 1880), la tartaruga olivacea (*Lepidochelys olivacea*, Eschscholtz, 1829) e la tartaruga a dorso piatto (*Natator depressus*, Garman, 1880) (Tab. 1). Tutte queste specie sono sottoposte a tutela e risultano minacciate da simili fattori d'impatto (Tab. 2). Le convenzioni e le direttive emanate a livello mediterraneo, che hanno per oggetto la gestione, la tutela e la salvaguardia delle tartarughe marine sono riportate in tabella 3.

Minaccia	Impatto
Edilizia costiera	Distruzione e perturbazione degli areali di nidificazione lungo la costa
Raccolta intenzionale di uova a scopo alimentare	
Attività turistiche non sostenibili	
Calpestamento spiagge con mezzi meccanici e pesanti	
Distruzione dune	
Inquinamento luminoso	Catture accidentali negli strumenti da pesca
Palangari di superficie	
Palangari da fondo	
Reti da posta	
Reti a strascico	
Reti derivanti	Inquinamento marino
Intrappolamento in rifiuti di plastica e <i>ghost fishing</i>	
Imbrattamento in catrame e petrolio	
Ingestione plastiche	
Traffico nautico	
	Collisioni con imbarcazioni

Tabella 2. Minacce e impatti a livello globale relativi alle tartarughe marine

2.1. *Caretta caretta*: areale di distribuzione, biologia, ecologia e protezione

Caretta caretta (Fig. 1) rappresenta la specie più diffusa nel Mar Mediterraneo e la sua distribuzione è relazionata alle condizioni ambientali, alla stagionalità e alle temperature dell'acqua (Broderick et al., 2002; Margaritoulis et al., 2003) che variano tra i diversi settori del bacino, inoltre a seconda dello stadio di maturità raggiunto e della fase del ciclo riproduttivo tende a privilegiare siti particolari (Broderick et al., 2002; Plotkin, 1989; Plotkin et al., 1993). La specie è in grado di raggiungere, da adulta, dimensioni notevoli, 120 cm (mediamente 100 cm di lunghezza curvilinea del carapace, CCL) e un peso variabile tra 90 e 120 kg (in relazione sia all'età dell'individuo che alla popolazione di origine). La maturità sessuale, caratteristica che la rende particolarmente vulnerabile, è raggiunta molto tardi (circa 30 anni), quando gli individui misurano circa 70 cm (CCL) di carapace.

Specie	Inclusione in Direttive, Regolamenti comunitari, Convenzioni Internazionali							
	Be 2	Cms 1	Cms 2	Cit I	Ha II	Ha IV	Spa II	R.1967
<i>Caretta caretta</i>	*	*	*	*A	*	*	*	*
<i>Chelonia mydas</i>	*	*	*	*A	*	*	*	*
<i>Dermochelys coriacea</i>	*	*	*	*A		*	*	*

Tabella 3. Inclusione delle tartarughe marine presenti in Mediterraneo negli allegati delle direttive, Convenzioni Internazionali e Regolamenti comunitari. Be 2: Convenzione di Berna, Allegato 2; Cms 1: Convenzione di Bonn, Appendice 1; Cms 2: Convenzione di Bonn, Appendice 2; Cit I: Convenzione di Washington, Appendice 1; la lettera A indica l'inclusione della specie nell'Appendice A, stabilita dai regolamenti CE sulla CITES; Ha II: Direttiva Habitat, Allegato 2; Ha IV: Direttiva Habitat, Allegato 4; Spa II: Protocollo SPA/BIO, Annesso 2; R.1967: Regolamento CE n°1967/2006

C. caretta presenta un ciclo vitale complesso (Fig. 2): trascorre quasi tutta la vita in mare, ad eccezione, per le femmine, del momento di deposizione, in cui utilizzano le spiagge come siti di nidificazione (Bolten, 2003a). Dopo circa 60 giorni di incubazione, i nidiacei (*hatchling*) fuoriescono dal nido tutti insieme (circa un centinaio) per sfuggire ai predatori. I piccoli (4-5 cm circa) che raggiungono il mare iniziano a nuotare allontanandosi dalla costa, intraprendendo uno stadio di vita pelagico, di cui poco ancora si conosce (*lost-years*), nutrendosi perlopiù di macroplankton e altri organismi flottanti nella colonna d'acqua (Bjorndal et al., 2000; Carr, 1986, 197b). Durante la fase giovanile (fino a circa 5 anni di età) e dallo stadio di sub-adulti gli individui compiono migrazioni nelle stagioni calde verso gli ambienti neritici e di piattaforma del settore occidentale, percorrendo ogni anno, migliaia di chilometri alla ricerca di aree di foraggiamento (Bjorndal et al., 2000), per poi far ritorno, d'inverno, nelle aree più calde.

In Mediterraneo, i siti di nidificazione sono localizzati generalmente nel versante più orientale (Grecia, Turchia, Cipro, Libano, Libia), e negli ultimi anni si sono verificati regolari eventi di deposizione anche nel bacino occidentale e lungo le coste italiane (Bentivegna et al., 2005; Bentivegna et al., 2010). In passato il settore occidentale è stato associato alle migrazioni estive, solo recentemente studi e monitoraggi stanno evidenziando una situazione più complessa anche nella definizione della mappatura delle aree di alimentazione (Fig. 3, Gerosa & Casale, 1999), a conferma del fatto che è necessario continuare ad approfondire tali importanti aspetti, legati alla conservazione oltre che alla biologia della specie. Infine studi genetici hanno mostrato la presenza di elementi atlantici nel bacino occidentale (Clusa et al., 2014), ed in particolare anche in Sardegna (de Lucia et al., 2011a), evidenziando come l'area svolga un importante ruolo non solo per le popolazioni mediterranee (Bowen et al., 1994; Revelles et al., 2007).



Figura 1. Esemplare di *C. caretta* in natura

La Tartaruga comune risulta inclusa nella *Red List* delle specie a rischio di estinzione e classificata come "*endangered*" dalla *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2013), inoltre è inclusa nell'appendice II e IV della Direttiva Habitat (1992) come specie "prioritaria" la cui conservazione nel Mediterraneo richiede speciali misure di protezione. Il primo Piano d'Azione specifico per la conservazione delle tartarughe marine in Mediterraneo è stato sviluppato dall'UNEP (*United Nations Environmental Programme*) (UNEP/OCA, 1999). Gli studi e i programmi di conservazione attualmente in atto a livello Mediterraneo coinvolgono non solo la Comunità Europea, ma anche i paesi dell'Africa e del Medio Oriente. Tali programmi sono coordinati dal RAC/SPA (*Regional Activity Center for Specially Protected Areas*), con sede a Tunisi, in cui periodicamente vengono aggiornati i Piani d'Azione (UNEP/MAP RAC/SPA, 2007), e i protocolli relativi alla protezione e gestione delle tartarughe marine. Questi documenti hanno lo scopo di fornire gli strumenti necessari ai paesi costieri Mediterranei per poter intervenire sulla limitazione degli impatti e contrastare la rarefazione della specie.

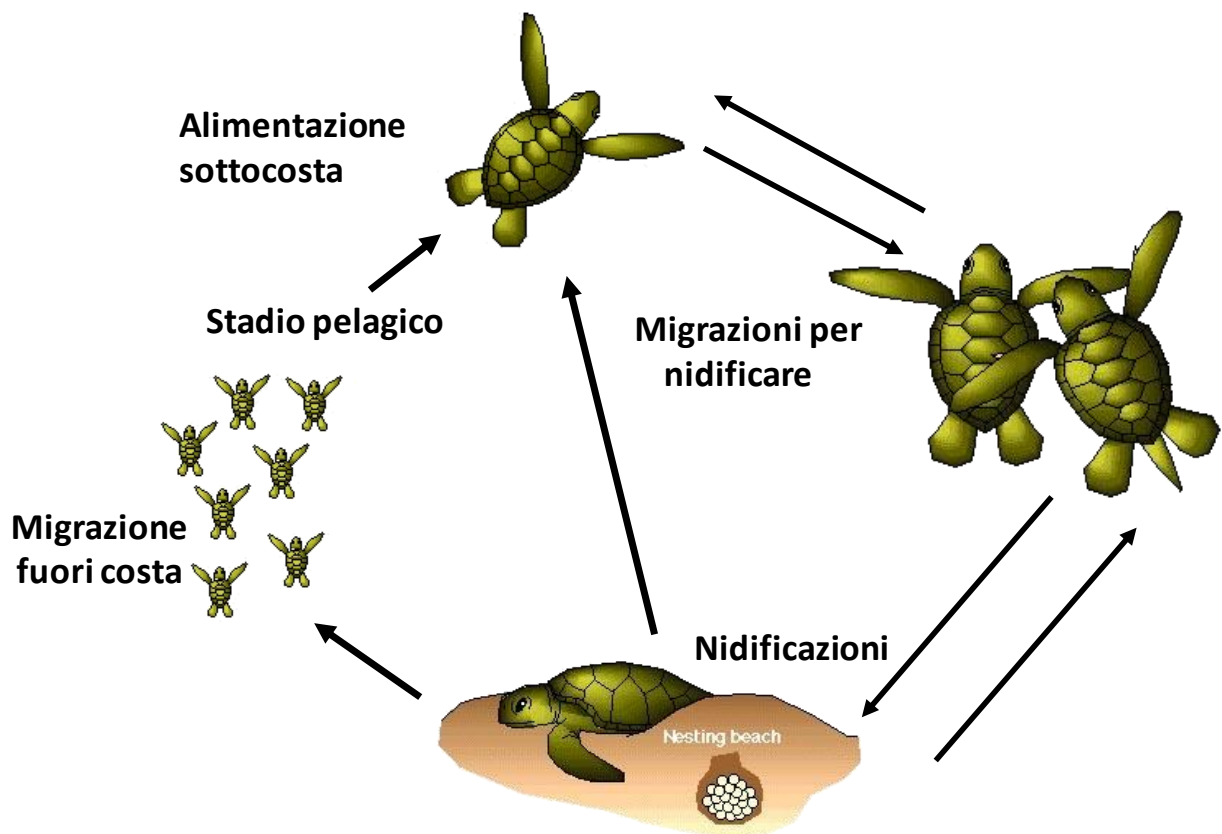


Figura 2. Rappresentazione schematica del ciclo vitale di *C. caretta*

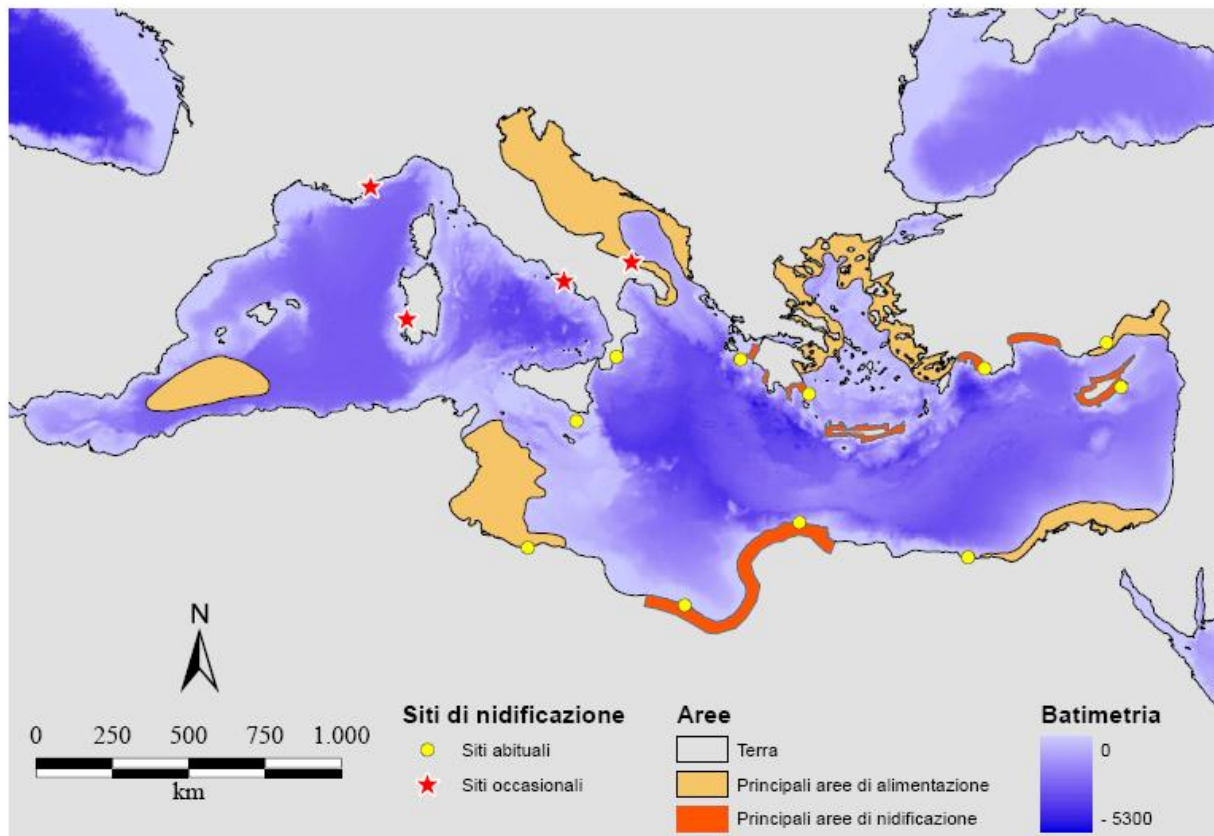


Figura 3. Mappa del Mar Mediterraneo che include i siti di nidificazione abituali e occasionali e le principali aree di nidificazione e di alimentazione per la *C. caretta* (Gerosa & Casale, 1999)

3. Accordi e convenzioni internazionali

Gli accordi e le convenzioni internazionali in materia ambientale hanno l'obiettivo di promuovere i rapporti tra gli stati firmatari ponendo particolare attenzione allo sfruttamento sostenibile delle risorse rinnovabili. Sin dagli anni '70 si sono tenuti incontri a livello mondiale in occasione dei quali sono stati siglati documenti, finalizzati alla condivisione degli strumenti più idonei per una corretta gestione della fauna selvatica, con particolare attenzione per le specie in via d'estinzione.

3.1. Convenzione di Washington

La Convenzione di Washington sul Commercio Internazionale delle Specie di Fauna e Flora Minacciate di Estinzione del 3.03.1973, ratificata in Italia nel 1975, è stata recepita dalla Comunità Europea con Regolamento (CE) n. 3626/82, sostituito con Regolamento (CE) 338/97 del 9.12.1996 che ne fornisce una più completa e precisa attuazione. La CITES (*Convention on International Trade in Endangered species of Wild Fauna and Flora*) è nata dall'esigenza di controllare il commercio di esemplari di fauna e flora (vivi, morti o parti e prodotti derivati), in quanto lo sfruttamento commerciale è, assieme alla distruzione degli ambienti naturali, una delle principali cause di estinzione e rarefazione di numerose specie. La Convenzione elenca alcune specie animali e vegetali in tre appendici, secondo il loro grado di rischio di estinzione:

- l'Appendice I, "*Specie minacciate d'estinzione*", comprende quelle specie per le quali è rigorosamente vietato il commercio;
- l'Appendice II, "*Specie il cui commercio è regolamentato*", riguarda le specie il cui sfruttamento deve essere compatibile con la loro sopravvivenza;
- l'Appendice III invece comprende specie protette da singoli stati per regolamentare le esportazioni dai loro territori.

In Italia l'attuazione della Convenzione di Washington è affidata al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) con il supporto del Ministero del Commercio Internazionale e del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF). Tutte le tartarughe marine presenti nei mari italiani, sono elencate in Appendice I e nell'Allegato A e ricevono dunque la massima protezione: ne è vietato l'acquisto, l'offerta per l'acquisto, l'acquisizione ai fini commerciali, l'esposizione ai fini commerciali, l'uso ai fini commerciali, l'offerta e il trasporto ai fini dell'alienazione (rif. Art. 1, Reg. CE 338/97).

3.2. Convenzione di Barcellona

La Convenzione di Barcellona, per la Protezione del Mar Mediterraneo dai Rischi dell'Inquinamento, è lo strumento giuridico e operativo del Piano d'azione delle Nazioni Unite (MAP, *Mediterranean Action Plan*). È stata siglata a Barcellona il 16.02.1976 e ratificata in Italia il 3.02.1979 il 25.01.1979.

Il RAC/SPA, che rappresenta l'organo di riferimento istituito dalla Convenzione di Barcellona per lo studio e la valutazione del patrimonio naturale, ha il compito di assistere i paesi contraenti per l'applicazione e l'implementazione del protocollo SPA/BD (*Specially Protected Areas/Bio Diversity*) entrato in vigore nel 1999, soprattutto per quanto riguarda lo sviluppo e la promozione di zone particolarmente protette (ZPS) e per ridurre la perdita di biodiversità marina e costiera. I paesi che aderiscono si impegnano a mantenere in buono stato di conservazione la flora e la fauna marina e a garantire massima protezione alle specie elencate negli annessi del protocollo e a sviluppare Piani d'Azione Nazionali per la conservazione delle specie protette. Per le specie in Appendice 2, "*Lista di specie in pericolo o minacciate*", il protocollo prevede che i paesi garantiscano misure di protezione e di conservazione per le specie vietandone l'uccisione ed il commercio, nonché il disturbo durante i periodi di riproduzione, migrazione, svernamento ed altri periodi in cui gli animali sono sottoposti a stress fisiologici.

3.3. Convenzione di Bonn

La Convenzione per la Conservazione delle Specie Migratrici di Animali Selvatici nota anche come CMS (*Convention on Migratory Species*) o Convenzione di Bonn, intende conservare le specie migratrici terrestri, acquatiche e volatili in tutto il loro areale di distribuzione. È un trattato intergovernativo concluso il 23 giugno 1979 sotto l'egida dell'ONU, fra 88 paesi di Africa, America Centrale e Meridionale, Asia, Oceania ed Europa (tra cui l'Italia che l'ha ratificato con la Legge 25 gennaio 1983, n. 42, pubblicata sul Supp. ord. G.U. 18 febb.1983, n. 48).

Le specie migratrici minacciate di estinzione sono elencate nell'Appendice I e le parti contraenti si impegnano per una loro stretta protezione anche attraverso la conservazione degli habitat ed eliminando tutti i fattori di rischio. Le specie migratrici che potrebbero significativamente beneficiare di una maggior cooperazione internazionale sono elencate

nell'Appendice II. Diverse convenzioni specifiche sono state successivamente firmate per la tutela di specie particolari, quali ad esempio le popolazioni europee di pipistrelli (EUROBATS), i cetacei nel Mediterraneo (ACCOBAMS), gli uccelli acquatici migranti tra Europa ed Africa (AEWA).

3.4. Convenzione di Berna

La Convenzione di Berna per la Conservazione della Vita Selvatica e dei suoi Biotopi in Europa, è stata formulata il 10 settembre 1979, e ratificata in Italia con la legge n. 503 del 5 agosto 1981. Tale convenzione prevede che gli stati firmatari si impegnino ad attuare politiche nazionali per la conservazione della flora e della fauna selvatiche e degli habitat naturali, integrare la conservazione della flora e della fauna selvatiche nelle politiche nazionali di pianificazione, di sviluppo e dell'ambiente; promuovere l'educazione nonché la divulgazione di informazioni sulla necessità di conservare le specie e i loro habitat.

3.5. Convenzione di Rio de Janeiro

La Convenzione sulla Diversità Biologica o CBD (*Convention on Biological Diversity*) è un trattato internazionale adottato nel 1992 al fine di tutelare la diversità biologica, l'utilizzazione durevole dei suoi elementi e la ripartizione giusta dei vantaggi derivanti dallo sfruttamento delle risorse genetiche. L'elaborazione di una Strategia Nazionale per la Biodiversità si colloca nell'ambito degli impegni assunti dall'Italia (Legge n. 124 del 14 febbraio 1994) con la ratifica della Convenzione, riassunta nei seguenti punti:

- la conservazione della diversità biologica (genetica, di specie ed ecosistemica);
- l'utilizzazione durevole, o sostenibile, dei suoi elementi;
- la giusta ed equa ripartizione dei vantaggi che derivano dallo sfruttamento delle risorse genetiche e dal trasferimento delle tecnologie ad esso collegate.

A seguito della sigla della Convenzione ha assunto particolare importanza la comunicazione della Commissione Europea: "Arrestare la perdita di biodiversità entro il 2010 e oltre", riconoscendo il 2010, appunto, come Anno Internazionale della Biodiversità.

La predisposizione, l'attuazione e l'aggiornamento della Strategia Nazionale per la Biodiversità richiedono un approccio multidisciplinare ed una forte condivisione e collaborazione tra i decisori politici e le Amministrazioni centrali e regionali, con il supporto del

mondo accademico e scientifico, raccogliendo le istanze dei portatori di interesse, in modo da favorire lo sviluppo sociale culturale ed economico, conseguendo al tempo stesso gli obiettivi di conservazione della biodiversità.

3.6. Direttiva Habitat

La Direttiva Habitat (Direttiva n. 91/43/CEE), relativa alla Conservazione degli Habitat Naturali e Semi Naturali e della Flora e della Fauna Selvatiche, è stata approvata il 21.05.1992 dalla Commissione Europea con l'obiettivo di promuovere il mantenimento della biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali nel territorio europeo. È stata ratificata in Italia nel 1997 e rappresenta la risposta dei paesi comunitari ai temi della Conferenza di Rio de Janeiro (1992). A tale scopo è stata creata una rete ecologica di zone speciali protette, denominata "Natura 2000". La Rete Natura 2000 è la più grande rete ecologica del mondo ed è costituita da zone speciali di conservazione designate dagli Stati membri a titolo della presente direttiva. Gli allegati I e II della direttiva contengono i tipi di habitat e le specie la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione. Alcuni di essi sono definiti come tipi di habitat o di specie "prioritari" (che rischiano di scomparire). L'allegato IV elenca le specie animali e vegetali che richiedono una protezione rigorosa.

3.7. Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino

Il 17 giugno 2008 il Parlamento Europeo ed il Consiglio dell'UE hanno emanato la Direttiva Quadro 2008/56/CE sulla Strategia per l'Ambiente Marino (*Marine Strategy Framework Directive*, MSFD), recepita in Italia con il d.lgs. n.190 del 13 ottobre 2010. La Direttiva si basa su un approccio integrato e si propone di diventare il riferimento della futura politica marittima dell'UE. La Direttiva ha suddiviso le acque marine europee in 4 regioni: Mar Baltico, Oceano Atlantico nord-orientale, Mar Mediterraneo e Mar Nero, e per alcune di queste ha provveduto ad un'ulteriore suddivisione individuando delle sotto-regioni. Nel Mediterraneo sono state individuate quattro sotto-regioni: Mediterraneo occidentale, Mar Adriatico, Mar Ionio e Mediterraneo centrale, Mar Egeo Orientale.

La MSFD pone come obiettivo agli Stati membri il raggiungimento, entro il 2020, di un buono stato ambientale (GES, "*Good Environmental Status*") per le acque marine del proprio territorio di competenza. Per buono stato ambientale delle acque marine si intende la capacità di

preservare la diversità ecologica, la vitalità dei mari e degli oceani affinché siano sani e produttivi mantenendo l'utilizzo dell'ambiente marino ad un livello sostenibile e salvaguardando il potenziale per gli usi e le attività delle generazioni presenti e future.

Le acque italiane sono comprese in tre delle quattro sotto-regioni identificate. Data la natura transfrontaliera dell'ambiente marino, gli Stati membri sono chiamati a cooperare per garantire che le relative strategie siano elaborate in modo coordinato per ogni regione o sotto-regione marina. La Direttiva Quadro stabilisce che gli stati membri elaborino una strategia marina che si basi su una valutazione iniziale, sulla definizione del GES, sull'individuazione dei traguardi ambientali e sull'istituzione di programmi di monitoraggio. Per consentire agli Stati membri di raggiungere gli obiettivi prefissati, la direttiva ha sviluppato 11 descrittori, utilizzati per monitorare l'andamento delle azioni intraprese e il conseguimento di un buono stato ambientale.

4. Ruolo e importanza dei Centri di Recupero

I Centri di Recupero (CR) forniscono un contributo alla conservazione delle specie protette e in via d'estinzione incluse negli allegati delle convenzioni internazionali suddette. Nello specifico per le tartarughe marine i CR sono stati creati in tutto il mondo per limitare il tasso di mortalità indotto dalle catture accidentali, con l'obiettivo di mitigare gli effetti prodotti dalle attività umane. La cura e la riabilitazione degli animali ricoverati tendono a ripristinare le funzioni indispensabili alla vita degli esemplari riconsegnati al loro ambiente naturale (*National Research Council*, 1990) aumentando il tasso di sopravvivenza.

Per migliorare e uniformare la gestione dei CR realizzati nei paesi dell'area Mediterranea, nel 2004 l'UNEP - RAC/SPA ha elaborato le "Linee Guida per i Centri di Recupero in Mediterraneo (*Guidelines to improve the involvement of Marine Rescue Centres for Marine Turtles*", RAC/SPA, 2004) specifici per le tartarughe marine. Le Linee Guida del RAC/SPA, oltre aver delineato le metodologie e i sistemi di mantenimento degli esemplari, hanno proposto l'organizzazione di una Rete Mediterranea di Centri di Recupero e Centri di Primo Soccorso per le tartarughe marine (Fig. 4).

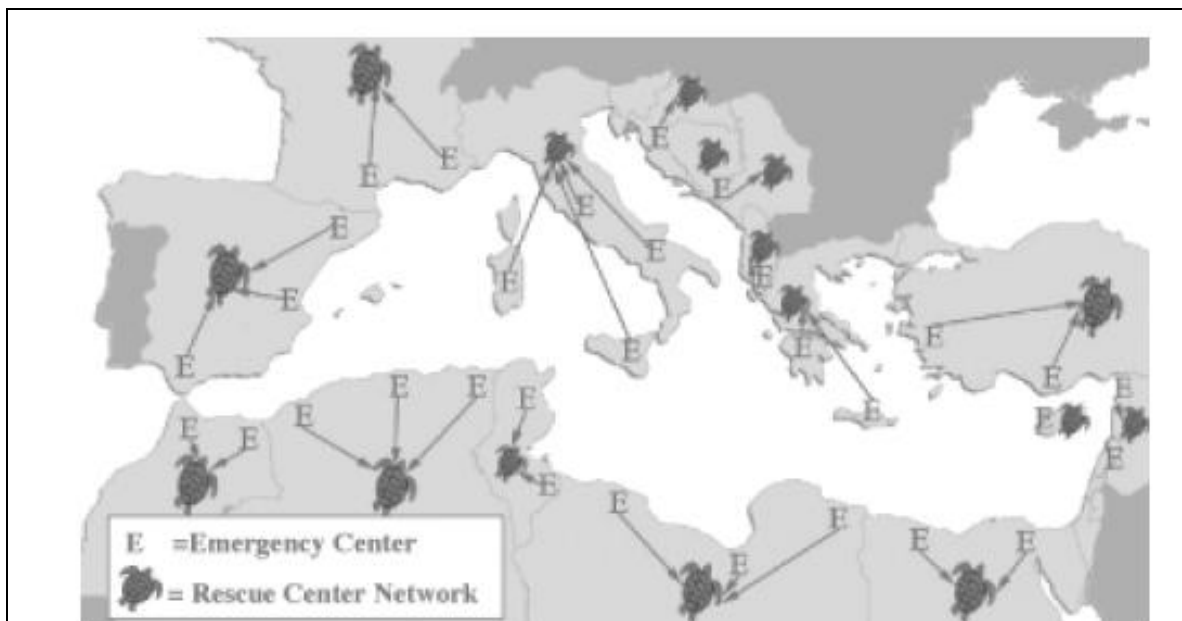


Figura 4. Ipotesica distribuzione dei Centri di Recupero e di Primo Soccorso nei paesi mediterranei (RAC/SPA, 2004)

In seguito agli indirizzi dettati a livello Mediterraneo, anche l'Italia ha prodotto le Linee Guida Nazionali specifiche sulla gestione delle tartarughe marine, che includono le regole alle quali i Centri di Recupero Nazionali devono attenersi rispetto alla manipolazione degli esemplari rinvenuti, alle attrezzature da utilizzare e al personale qualificato da impiegare (MATTM, 2013).

Gli aspetti tecnici in cui sono coinvolti i CR sono molteplici e riguardano l'accertamento del totale recupero delle funzioni motorie in seguito ad un trauma o ad un intervento chirurgico, della capacità di alimentarsi autonomamente, valutando il grado di sopravvivenza di un esemplare al momento della sua reintroduzione in natura.

Infine i CR possono svolgere anche attività di monitoraggio lungo la fascia costiera (spiaggiamenti, siti di nidificazione), in mare (avvistamenti, *distance sampling*) e sui singoli individui, come ad esempio quelli rilasciati (*tracking* satellitare, monitoraggio del *diving behaviour*), per la valutazione del loro stato di salute.

4.1. Il CReS

In Sardegna, da oltre 10 anni, l'Area Marina Protetta "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre" (AMP del Sinis) e l'Istituto per l'Ambiente Marino e Costiero del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IAMC-CNR) di Oristano cooperano per la gestione di una struttura organizzata per il recupero di tartarughe e cetacei, mettendo a disposizione e in compartecipazione i mezzi, i laboratori e l'esperienza professionale di ricercatori e collaboratori.

L'esigenza di costituire un nucleo per il soccorso della fauna marina in difficoltà nasce dalle frequenti segnalazioni di tartarughe e cetacei effettuate dai frequentatori del mare. La tartaruga comune (*C. caretta*) è la specie prevalentemente recuperata ed il numero crescente di esemplari rinvenuti ha richiesto un impegno sempre maggiore sia in termini di personale che di locali a disposizione (Fig. 5).

Tale attività ha portato ad un proficuo dialogo tra le AMP sarde e l'Assessorato Ambiente della Regione Sardegna, con l'istituzione della Rete Regionale Sarda. L'AMP del Sinis, per l'esperienza acquisita negli anni, valorizzata dal supporto scientifico e operativo del CNR, nonché per la sua posizione geografica strategica, è stata identificata come il punto di riferimento per gli altri Nodi della Sardegna assumendo il coordinamento delle azioni di recupero. La collaborazione con la Stazione Zoologica "Anton Dohrn" di Napoli (SZN), come di altri importanti CR consente di portare avanti diverse linee di ricerca.

Lo schema del Protocollo d'Intesa tra il Comune di Cabras (ente gestore dell'AMP) e l'IAMC-CNR per l'istituzione del Centro di Recupero del Sinis (CReS, Fig. 6) è stato approvato con deliberazione del Consiglio Comunale N. 21 del 21.04.2010. È stato quindi sottoscritto un accordo di collaborazione scientifica (Rep. N. 70 del 13 ottobre 2010) tra il Comune di Cabras e l'IAMC-CNR con il quale vengono stabiliti l'organizzazione e la gestione delle attività del Centro di Recupero.



Figura 5. Apparecchio radiografico (sx) presso la clinica veterinaria del CReS e locali con vasche di degenza (dx)



Figura 6. Logo ufficiale del CReS

Gli aspetti amministrativi sono curati dall'AMP mentre l'attività di recupero, riabilitazione e monitoraggio scientifico degli animali è coordinata dall' IAMC-CNR, che rappresenta anche la sede operativa del CReS, situata nella marina di Torregrande (OR). Il Centro di Recupero si è dotato di una struttura nella spiaggia di San Giovanni di Sinis, in cui vengono programmati i rilasci degli esemplari ricoverati, denominata "Osservatorio dell'Area Marina" munita di vasche di pre-liberazione.

Il CReS, per svolgere le attività di riabilitazione degli esemplari degenti, si avvale della disponibilità di diverse attrezzature:

- 1 vasca circolare in vetroresina da 14.000 l presso i laboratori dell'IAMC-CNR;
- 2 vasche circolari in vetroresina da 30.000 l presso un'ittica privata adiacente alla laguna di Cabras;
- 3 vasche rettangolari in cemento interrato e delimitate da paratie da 600.000 l circa presso l'ittica privata adiacente alla laguna di Mistras;
- 1 gabbia a mare da 200.000 l circa presso l'allevamento ittico nel Golfo di Oristano.

5. Obiettivi della tesi

L'obiettivo generale di questa tesi è lo studio su scala locale della biologia, dell'ecologia comportamentale e degli impatti antropici relativi alla *C. caretta*, con l'intento di apportare un contributo alla conservazione delle popolazioni di questa specie che abitualmente frequenta le coste della Sardegna.

Il lavoro è articolato in tre attività di cui la prima, di carattere gestionale (*Governance*), riguarda il Network delle Aree Marine Protette della Sardegna per la protezione e gestione della fauna marina selvatica, in particolar modo delle tartarughe marine, attività questa, inserita a pieno titolo all'interno del progetto transfrontaliero GIONHA (*Governance and Integrated Observation of Marine Natural Habitat*). Il progetto ha visto la realizzazione delle Linee Guida Regionali della Sardegna in cui sono state riportate le metodologie di gestione più appropriate per tartarughe marine e cetacei e il coordinamento dei Centri di Recupero della Rete Regionale della Sardegna.

La seconda attività riguarda il comportamento in immersione post rilascio (*Diving behaviour*) degli esemplari di *C. caretta* recuperati lungo le coste della Sardegna e curati al CReS. Il comportamento degli esemplari rilasciati rispecchia lo stato di salute raggiunto e quindi l'efficacia delle cure e delle terapie seguite nel Centro di Recupero. L'analisi del comportamento in immersione relazionato alla distribuzione di *C. caretta* fornisce importanti elementi sull'utilizzo dell'habitat, potendo definire potenziali aree di alimentazione.

La terza attività è incentrata sull'interazione tra la *C. caretta* e i rifiuti antropici (*Marine Litter*) che vengono accidentalmente ingeriti, rappresentando un serio problema per le popolazioni mediterranee. L'attività, che si inserisce all'interno della MSFD, ha concorso alla realizzazione di un protocollo specifico sul *Marine Litter*, applicato per la prima volta alla *C. caretta* in Mediterraneo.

Capitolo 1. Le Linee Guida per i Centri di Recupero: uno strumento per la gestione delle attività di conservazione nell'ambito della Rete Regionale Sarda.

6. Introduzione

Le politiche di carattere ambientale sono indirizzate a livello nazionale ed internazionale (convenzioni, direttive) e vengono attuate e recepite a livello Regionale. La Sardegna, situata al centro del Mediterraneo occidentale, dal punto di vista amministrativo è una regione a statuto speciale (RAS).

Negli ultimi decenni l'istituzione delle Aree Protette ha rappresentato un importante risultato per la conservazione e il ripristino degli habitat marini e costieri e delle risorse marine (Agardy, 1997; Lubchenco et al., 2003). In Sardegna sono presenti cinque AMP e due Parchi Nazionali (PN) situati lungo il perimetro dell'isola e che costituiscono dei presidi ambientali volti alla tutela e al monitoraggio delle coste. I numerosi spiaggiamenti di tartarughe e cetacei, negli anni, hanno delineato sempre più un reale problema a cui far fronte e le AMP sono state chiamate spesso ad intervenire. L'AMP del Sinis, ad esempio, già nei primi anni dalla sua istituzione, è stata coinvolta nella gestione di ritrovamenti di tartarughe marine della specie *C. caretta*. Il recupero e l'ospedalizzazione di questi primi esemplari ha chiaramente evidenziato la difficoltà di affrontare correttamente il problema visto che in Sardegna, fino a quel momento, non era mai stato organizzato alcun Centro di Recupero. Il confronto con le altre AMP sarde ha avviato un lento percorso finalizzato alla risoluzione di questo problema anche dal punto di vista procedurale ed organizzativo. Il dialogo tra le AMP e le istituzioni ha fatto sì che la questione relativa alla conservazione della fauna marina selvatica assumesse maggiore importanza e venisse affrontata a diversi livelli in considerazione delle rispettive competenze.

6.1. Costituzione della Rete Regionale Sarda

Nel 2002, alcune AMP della Sardegna (AMP "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre", AMP "Capo Carbonara", AMP "Tavolara - Punta Coda Cavallo"), hanno consolidato le esigenze di "fare rete" attraverso l'istituzione di MARINET. Obiettivi rilevanti di questo progetto hanno riguardato la definizione di metodologie e azioni condivise per la conservazione di habitat e specie marine, attraverso la condivisione delle attività comuni. Da questa prima esperienza di collaborazione è partito l'input rivolto alle AMP ed ai PN dell'isola al fine di salvaguardare

tartarughe e mammiferi marini. In seguito, le stesse AMP hanno sollecitato la RAS affinché venisse formalizzato un accordo di collaborazione tra tutte le AMP, coinvolgendo i soggetti istituzionali operanti in Sardegna e sensibili alla problematica della conservazione e del monitoraggio dell'ambiente marino. Così, nel 2004, è stato siglato un protocollo d'intesa tra RAS e AMP, Corpo Forestale (CF), Capitanerie di Porto (CP) e SZN per la formalizzazione della Rete Regionale per la conservazione della fauna marina: Tartarughe marine e Cetacei" (Rete Regionale, Fig. 7) (RAS, 2004).



Figura 7. Logo ufficiale della Rete Regionale della Sardegna

La Sardegna è stata la prima regione italiana ad aver attivato una rete per il recupero delle tartarughe marine e dei cetacei. Il Sinis, promotore dell'iniziativa, è stato riconosciuto dall'Assessorato per la Difesa Ambiente della RAS come coordinatore della Rete (Centro di Coordinamento Regionale) con il compito di supervisionare il soccorso, la cura, la riabilitazione e la raccolta dei dati relativi a tutti gli animali rinvenuti.

L'accordo ha raggiunto gli obiettivi proposti utilizzando il sistema già efficacemente consolidato delle AMP e dei PN, sfruttando quanto esistente a livello sia logistico che di capitale umano, a cui si sono aggiunte le esigue risorse regionali. Il protocollo ha previsto 6 Centri di Primo Soccorso (CPS) ed un CR attivi tutto l'anno, con personale, mezzi terrestri e nautici dislocati nei diversi territori, direttamente gestiti dai rispettivi Enti Gestori. Entrambe le tipologie (CPS e CR) svolgono attività di recupero e ospedalizzazione ma i CR, grazie alla organizzazione delle proprie strutture, hanno la capacità di mantenere gli esemplari per degenze lunghe (RAC/SPA, 2004).

La Rete Regionale della Sardegna, in riferimento al Protocollo d'Intesa stipulato, è attualmente composta da:

- Assessorato Regionale - Servizio Tutela della Natura della Direzione Generale dell'Ambiente che coordina e partecipa alle attività della Rete;
- Centri di Primo Soccorso e Centri di Recupero:

- l'Area Marina Protetta "Penisola del Sinis – Isola di Mal di Ventre" con sede a Cabras;
- l'Area Marina Protetta "Capo Caccia - Isola Piana" con sede ad Alghero;
- l'Area Marina Protetta / Parco Nazionale "Isola dell'Asinara" con sede a Porto Torres;
- l'Area Marina Protetta "Tavolara - Punta Coda Cavallo" con sede a Olbia;
- l'Area Marina Protetta "Capo Carbonara" con sede a Villasimius;
- il Parco Nazionale "Arcipelago La Maddalena" con sede a La Maddalena;
- il Comune di S. Margherita di Pula, con sede presso "Laguna di Nora";
- Stazione Zoologica "Anton Dohrn" di Napoli (SZN) che fornisce la supervisione scientifica alla Rete;
- Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale (CFVA) tramite le Basi Logistico-Operative Navali (B.L.O.N.) e le Stazioni Forestali, impegnati nel supporto alle attività della Rete;
- Direzione Marittima di Cagliari e Direzione Marittima di Olbia della Capitaneria di Porto (CP) impegnate nelle attività della Rete.

Sono inoltre coinvolti regolarmente anche altri soggetti quali: Vigili del Fuoco, Carabinieri, Polizia di Stato, Guardia di Finanza, Polizia Municipale, Protezione Civile, Istituti Zooprofilattici Sperimentali della Sardegna, IAMC-CNR, Università di Cagliari, Università di Sassari, Clinica Veterinaria "due mari", CRIMM Onlus, UNCI Pesca, Lega Pesca, Federcoopescas (Fig. 8).



Figura 8. Partner e collaboratori della Rete Regionale della Sardegna

La Rete Regionale ha il compito di intervenire, nei casi di segnalazione e ritrovamento di tartarughe marine e cetacei in difficoltà, lungo tutta la costa della Sardegna. Inoltre la RAS si impegna, in qualità di ufficio regionale predisposto alla tutela della natura, a perseguire ulteriori obiettivi correlati alle attività della Rete, e nello specifico a promuovere:

- la gestione e il potenziamento dei Centri di Recupero dislocati sul territorio regionale;
- le attività di studio e monitoraggio della fauna marina;
- i progetti di ricerca finalizzati alla conservazione delle specie protette;
- l'attivazione di una banca dati regionale;
- la formazione del personale coinvolto nelle attività della Rete;
- la divulgazione delle azioni e delle attività condotte dalla Rete;
- il coinvolgimento degli operatori del mare (es. diportisti, pescatori);
- le collaborazioni sia a livello nazionale che internazionale;
- l'organizzazione e la partecipazione a workshop, seminari, congressi nazionali e internazionali.

Con un'apposita determinazione della Direzione Generale dell'Ambiente è stato istituito un Comitato di Pilotaggio, coordinato da un funzionario tecnico del Servizio Tutela della Natura, e composto da un referente individuato per ciascun partner della Rete (Tab. 4).

Partner	Referenti
Regione Autonoma della Sardegna	Servizio Tutela della Natura (Coordinamento)
Nodi	AMP Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre - CReS
	AMP Capo Caccia - Isola Piana
	PN Asinara
	PN Arcipelago di La Maddalena
	AMP Tavolara - Punta Coda Cavallo
	AMP Capo Carbonara
	Comune di Pula – Centro di Recupero Laguna di Nora
Supervisore	Stazione Zoologica "Anton Dohm" di Napoli
Corpi di vigilanza	Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale
	Guardia Costiera

Tabella 4. Struttura del "comitato di pilotaggio" della Rete Regionale

La Rete svolge le suddette attività con elevati standard di professionalità, in piena sintonia con i principi istitutivi per le quali le AMP e i PN sono nati, enfatizzando e realizzando la costituzione di un “Network Operativo”. Proprio per questi motivi il MATTM ha riconosciuto alla Sardegna il merito di aver risolto in maniera efficace la gestione e il recupero delle tartarughe e dei cetacei. Inoltre ha riconosciuto alla Sardegna il ruolo di "Regione Capofila" con il compito di esportare anche alle altre regioni costiere tale modello organizzativo.

Il progetto GIONHA, sviluppato per l'area del Santuario dei Cetacei, ha creato l'opportunità per la Sardegna di esportare il proprio modello organizzativo della Rete Regionale in un progetto pilota in collaborazione con la Regione Toscana e la Regione Liguria, al fine di stilare un documento unico che sarà adottato da tutti i partner del progetto.

Nella realizzazione dei progetti comunitari transfrontalieri si richiedono, quali elementi fondamentali, la condivisione di esperienze, il coinvolgimento dei portatori d'interesse (*stakeholder*) e l'educazione e sensibilizzazione dell'opinione pubblica, la mitigazione degli impatti antropici, lo studio e il monitoraggio degli ecosistemi marini.

6.2. Il Progetto GIONHA

Il progetto GIONHA, finanziato dal Programma di Cooperazione Transfrontaliera Italia-Francia “Marittimo” 2007-2013, è stato realizzato da diversi Enti Istituzionali tra i quali: l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), *l'Office de l'Environnement de la Corse* (OEC), la Regione Liguria, la Regione Autonoma della Sardegna, la Provincia di Livorno. Il progetto è stato approvato sull'Asse 3, Risorse ambientali e culturali del Programma "Marittimo" ed ha avuto durata triennale (www.gionha.it). L'area di pertinenza del progetto è il “Santuario Pelagos” situato nell'Alto Tirreno che ricopre una superficie di circa 87.500 km² (Fig. 9). Il Santuario, istituito nel 1991 da un Accordo Internazionale tra Italia, Francia e Principato di Monaco, si pone come obiettivo la salvaguardia dei mammiferi marini minacciati dalle attività antropiche (inquinamento, pesca, traffico marittimo navale). Il Pelagos nel 2001 è stato dichiarato “Area Specialmente Protetta di Interesse Mediterraneo” (ASPIM) ai sensi della Convenzione di Barcellona sulla protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento (UNEP/MAP - RAC/SPA, 2010). La vasta Area Protetta pelagica, istituita per preservare gli habitat di particolare pregio naturalistico e la rilevante presenza di cetacei (es. *Stenella coeruleoalba*, *Delphinus delphis*, *Balaenoptera physalus*, *Physeter macrocephalus*, *Grampus griseus*) rappresenta una interessante zona anche per la tutela e il monitoraggio delle tartarughe marine.



Figura 9. Locandina del progetto in cui è evidenziata l'area del Santuario Pelagos

La Sardegna, attraverso le attività della Rete Regionale ha proposto di estendere l'area di pertinenza del GIONHA oltre i confini del santuario, comprendendo tutta l'isola. Il progetto GIONHA ha incentrato le proprie attività nei seguenti obiettivi:

- studio e monitoraggio degli habitat con particolare riferimento alle praterie di *Posidonia oceanica* e alla presenza di cetacei nell'area di studio;
- sviluppo di azioni pilota volte alla diminuzione degli impatti antropici sugli ecosistemi marini, nonché lo studio delle interazioni tra le attività antropiche (pesca, attività marittime/commerciali, inquinamento acustico e da rifiuti) e i cetacei e le tartarughe marine.
- programmi di sensibilizzazione e valorizzazione degli habitat naturali marini rivolti agli *stakeholder* locali attraverso l'organizzazione di *workshop* tematici rivolti al grande pubblico e la valorizzazione didattico/museale dei reperti cetologici;
- progetti didattici e divulgativi di educazione ambientale, rivolti alle scuole, per promuovere la conoscenza degli habitat studiati;
- diffusione degli obiettivi, contenuti e risultati del progetto attraverso un piano di comunicazione.

All'interno di questi punti, si inserisce il programma d'implementazione della Rete Regionale per il soccorso e il recupero degli esemplari in difficoltà in cui è incentrato il seguente lavoro.

6.3. Conservazione e monitoraggio delle tartarughe marine e dei cetacei in Sardegna

Diverse sono le direttive che identificano nella tutela degli habitat e delle specie protette gli obiettivi principali da raggiungere per gli Stati firmatari. Le tartarughe marine, così come i cetacei, risultano inseriti in diversi accordi quali la Direttiva Habitat, la convenzione di Bonn e di Berna, e sono state recentemente incluse anche nella Strategia Marina. A livello regionale, attraverso specifici decreti vengono tutelati e protetti gli habitat e le specie in pericolo, inoltre vengono predisposti piani di monitoraggio per la valutazione delle misure attuate. Il controllo del territorio costiero rappresenta quindi una fonte di informazioni di cui tenere conto nella redazione di specifici programmi di gestione.

Gli animali recuperati, vivi o morti, forniscono elementi sia per gli aspetti di tutela e conservazione, sia utili informazioni sulla biologia ed ecologia delle specie. Lo spiaggiamento delle carcasse (Fig. 10), come quello degli esemplari in difficoltà, oltre a rappresentare un'importante attività di recupero o smaltimento, evidenzia la presenza di determinate specie lungo le coste.



Figura 10. Spiaggiamento di un esemplare di *Stenella coeruleoalba* (sx) e di una *Caretta caretta* (dx) nell'area del Sinis

Questa attività si integra ai censimenti operati dalle Università e i Centri di Ricerca, che risultano più concentrati sulle popolazioni di cetacei. Tra le più comuni tecniche di censimento, possiamo citare la foto identificazione (Bearzi et al., 2008; 2010) e l'aerial-survey (Cardona et al., 2005; Lauriano et al., 2011), che operano a diverse scale spaziali. La valutazione delle

attività antropiche, nella fattispecie quelle legate alla pesca, mostra, attraverso la stima delle catture accidentali, il danno prodotto sulle popolazioni di cetacei e di tartarughe marine nell'area mediterranea (Fig. 11). La scelta delle aree da proteggere, come degli habitat su cui incentrare programmi di gestione appare piuttosto complessa. Basti pensare alle potenziali aree di nidificazione delle tartarughe che rappresentano un ambiente naturale prioritario su cui porre particolare attenzione.



Figura 11. Cattura e recupero di *C. caretta* nelle reti da posta nella laguna di Marceddì (sx) e in un palamito di superficie a Buggerru (dx)

Anche la Sardegna negli ultimi anni è stata interessata da alcuni eventi di deposizione (Fig. 12). Se da un lato la gestione di questi eventi ha rappresentato un'importante attività della Rete, dall'altro fa emergere la necessità di attuare specifici programmi di salvaguardia delle spiagge sino ad ora interessate dal fenomeno.



Figura 12. Evento di deposizione di *C. caretta* (sx) e protezione del nido (dx) in Sardegna

Il monitoraggio del territorio, punto di partenza per qualsiasi attività, avviene contestualmente da parte di diversi soggetti, a volte con obiettivi specifici differenti. Il controllo

delle coste da parte dei Corpi di Vigilanza produce la gran parte delle segnalazioni, cui spesso segue l'intervento degli operatori della Rete per effettuare rilievi morfometrici, identificare l'esemplare e a volte per raccogliere campioni a seconda dei casi. Il personale del Servizio Sanitario Regionale interviene con il compito di monitorare le condizioni igienico-sanitarie ed evitare problemi alla salute pubblica.

Nel panorama Nazionale diversi soggetti (es. Enti di Ricerca e Associazioni ambientaliste) intervengono in maniera autonoma ed indipendente, con il rischio concreto di disperdere un gran numero di informazioni. Il ruolo della regione come quello della Rete dovrebbe essere quello di coordinare i diversi soggetti al fine di far convergere tutti i risultati delle attività condotte con l'obiettivo di ottenere una visione ampia ed integrata dello stato di conservazione delle specie.

6.4. Funzionamento e sviluppo della Rete

Cetacei e tartarughe marine in Sardegna, per quanto concerne gli spiaggiamenti, non sono mai stati monitorati in maniera sistematica. Gli Istituti di Ricerca, le Università, le Associazioni Ambientaliste hanno raccolto negli anni numerose informazioni con tecniche e metodologie proprie, spesso riferite ad aree particolari. Solo con la costituzione della Rete Regionale si è iniziato a monitorare tutte le coste della Sardegna secondo uno schema condiviso. Le AMP hanno recepito positivamente l'idea di collaborare assieme per il raggiungimento di obiettivi comuni. Fin dall'istituzione della Rete i diversi Nodi si sono resi operativi anche sapendo che molto doveva essere ancora discusso e concordato per uniformare e standardizzare le procedure di recupero e di intervento. Le azioni di sensibilizzazione e informazione (rilascio di tartarughe marine in pubblico e diffusione degli eventi tramite le emittenti televisive, campagne informative) rivolte a pescatori e frequentatori del mare in genere, hanno determinato un sensibile miglioramento in termini di collaborazione con i CR e i Corpi di Vigilanza.

L'esperienza maturata negli anni ha evidenziato i punti sui quali si è cominciato, lentamente, a porre l'attenzione. I principali aspetti su cui ci si è dovuti accordare riguardano le procedure d'intervento e le modalità di mantenimento e trasporto degli animali (Fig. 13), l'organizzazione delle aree di competenza, la carenza di attrezzature per CR e CPS e la omogeneità nella raccolta dei dati.

Le procedure operative, a partire dalla ricezione di una segnalazione, sono state organizzate nel dettaglio, al fine di ottimizzare gli sforzi e di coordinarsi tra i diversi soggetti; inizialmente erano infatti legate esclusivamente alla semplice conoscenza personale tra gli operatori della Rete. Le aree di competenza sono state definite con chiarezza al fine di evitare

interventi contemporanei tra più Nodi, o addirittura la mancanza di intervento a seguito di una segnalazione. Le strutture utilizzate per l'ospedalizzazione degli esemplari recuperati sono state adeguate agli standard ministeriali, e non lasciate all'iniziativa del singolo, come inizialmente è avvenuto.



Figura 13. Modalità di mantenimento (sx) e di trasporto (dx) degli esemplari di tartaruga marina prima della applicazione di metodologie standardizzate.

La condivisione di metodologie comuni ha avuto come obiettivo principale quello di standardizzare le attività, di operare confronti tra le diverse aree e di raccogliere le informazioni e i dati in modo univoco, creando un database a livello regionale. Per il raggiungimento di questi traguardi, fin dall'istituzione della Rete sono stati organizzati momenti di discussione volti alla formazione e alla condivisione di procedure comuni. Il progetto GIONHA ha contribuito a migliorare questo processo con la definizione di un documento comune contenente quanto sino ad allora prodotto. Generalmente la raccolta delle procedure adottate converge all'interno di Linee Guida (LG), documenti a carattere consultivo, che definiscono nel dettaglio ruoli e compiti da seguire nelle diverse situazioni.

6.5. Le linee guida

Esistono molteplici situazioni in cui l'applicazione delle LG trova largo utilizzo come in campo medico, in ambito ingegneristico, letterario, informatico, ambientale, archeologico, rappresentando un prezioso supporto ai professionisti dei diversi settori. In genere, in ambito scientifico, le linee guida sono definite come un insieme di indicazioni procedurali, realizzate attraverso un processo sistematico, finalizzate ad assistere gli operatori nel decidere quali siano le modalità procedurali più adeguate in specifiche circostanze (Institute of Medicine, 1992).

Così le LG sono impiegate anche in Italia, sulla scia di modelli internazionali, per supportare le istituzioni in modo standardizzato sia dal punto di vista tecnico-operativo che amministrativo.

In ambito marino, molti testi di riferimento sono stati prodotti a seguito delle direttive Europee. Nello specifico del Mediterraneo, la Convenzione di Barcellona ha prodotto una serie di LG che rappresentano punti di riferimento sia per gli stati comunitari che per tutti quei paesi che si affacciano sulle sponde meridionali. Il RAC/SPA, negli anni ha pubblicato diverse tipologie di LG per la conservazione di habitat e specie protette, con riferimenti e indirizzi riguardo l'elaborazione di piani di gestione relativi al Mediterraneo:

- *“Guidelines for the establishment and management of marine protected areas for cetaceans”* (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2011);
- *“Guide for risk analysis assessing the impact of the introduction of non-indigenous species”* (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2008);
- *“Guidelines for reducing the presence of sensitive chondrichthyan species within by-catch”* (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2006);
- *“Guidelines for the establishment and management of Mediterranean Marine and coastal protected areas”* (Lopez Ornat, 2006);
- *“Guidelines for the elaboration of National Action plans for the conservation of marine and coastal birds”* (RAC/SPA, 2002);
- *“Guidelines for impact assessment on sea-grass meadows”* (Pergent-Martini et al., 2001).

6.5.1. Linee guida per la conservazione delle tartarughe marine

In seguito alle Direttive emanate nelle convenzioni Internazionali, gli Stati stanno recependo e attuando le normative per la protezione della fauna marina selvatica in tutti i mari e gli oceani. Realizzare e gestire i piani di salvaguardia per regolamentare gli impatti antropici per la protezione delle tartarughe marine è cosa tutt'altro che semplice, a causa della loro biologia ed ecologia comportamentale (Casale et al., 2013; Casale & Margaritoulis, 2010). Il fatto stesso che siano animali migratori e che frequentino le zone costiere e le spiagge, fa sì che interferiscano inevitabilmente con le attività dell'uomo (Lutcavage et al., 1997).

Le Linee Guida fino ad ora prodotte in tutto il mondo hanno la funzione di predisporre strategie conservazionistiche al fine di attenuare il trend negativo subito negli ultimi decenni dalle popolazioni di tartarughe marine e contribuendo, in parte, alla conservazione delle specie a rischio.

Molte di esse sono incentrate sulla gestione delle aree di nidificazione e sulla protezione degli habitat. Inoltre si incentiva l'istituzione di CR, intesi come misura di mitigazione, soprattutto nelle aree dove risultano elevate le interazioni antropiche. Nello specifico si sono predisposte diverse azioni per diminuire l'impatto prodotto dalle catture accidentali. Documenti inerenti queste problematiche pubblicati di recente sono i seguenti:

- “*Guidelines for setting up and management of specially protected areas for marine turtles in the Mediterranean*” (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2009);
- “*Guidelines to reduce sea turtle mortality in fishing operations*” (FAO, 2009);
- “*Marine turtle conservation guidelines*” (FWC, 2007);
- “*Guidelines to improve the involvement of marine rescue centres for marine turtles*” (RAC/SPA, 2004);
- “*Guidelines to design legislation and regulations relative to the conservation and management of marine turtles populations and their habitats*” (RAC/SPA, 2003);
- “*Research and management techniques for the conservation of sea turtles*”. (Eckert et al., 1999).

7. Obiettivi

Nell'ambito della Rete Regionale della Sardegna le molteplici figure istituzionali che vi prendono parte rendono la struttura organizzativa eterogenea e complessa. Il *Network* delle AMP e dei PN della Sardegna è una realtà esclusiva in tutto il territorio Nazionale e, sebbene siano stati già raggiunti importanti traguardi, vi è la necessità di ottimizzare il meccanismo di collaborazione tra i vari enti coinvolti. Gli Enti che collaborano all'interno della Rete Regionale per la conservazione delle specie protette devono avere ruoli specifici e intervenire secondo una organizzazione metodica, coordinata e sinergica.

L'obiettivo di questo capitolo è contribuire alla stesura delle Linee Guida Regionali, uno strumento condiviso con tutti i Nodi della Rete che avrà la funzione di standardizzare e sintetizzare le procedure d'intervento sui cetacei e le tartarughe marine per i Centri di Recupero e di Primo Soccorso. Uniformare le metodologie e l'utilizzo di determinate strumentazioni renderà la complessa struttura organizzativa della Rete più dinamica e ordinata, schematizzando chiaramente tutte le fasi delle attività operative.

8. Materiali e Metodi

La Rete Regionale della Sardegna ha il compito di far fronte alle molteplici problematiche legate alla conservazione delle specie protette, anche migliorando le attività già avviate da diversi anni. Da tempo ogni Nodo si occupa di un'attività specifica, ed è responsabile di alcune tematiche che condivide con la Rete all'interno di gruppi di lavoro, così da riuscire ad affrontare contestualmente diversi argomenti. Questa organizzazione rappresenta una strategia perseguita dalla Rete fin dall'inizio della sua attività. La stesura delle LG ha visto partecipare attivamente i Nodi della Rete e i vari argomenti trattati sono stati portati avanti attraverso l'istituzione di tavoli *ad-hoc*, con il compito di affrontare e discutere le metodologie da seguire per il monitoraggio e il recupero di tartarughe e cetacei. Gli esperti coinvolti all'interno di questi gruppi hanno lavorato su argomenti di carattere tecnico, scientifico e legislativo. La stesura e la revisione delle Linee Guida rappresenta un momento importante per la definizione di un sistema efficace di gestione della fauna marina in Sardegna. Quando necessario la Rete si avvale anche di figure esterne appartenenti a Università, Istituti di Ricerca, Corpi di Vigilanza ed altri Enti pubblici e privati. La partecipazione al progetto GIONHA si inserisce pienamente in queste attività, creando, una preziosa opportunità per lo sviluppo di diverse tematiche e la fornitura di attrezzatura e strumentazione per ogni Nodo della Rete.

8.1. Il ruolo del CReS nel Progetto GIONHA

Nell'ambito del progetto GIONHA il CReS si è impegnato nel consolidamento della Rete e nell'integrazione delle attività a livello regionale e transfrontaliero attraverso l'aggiornamento del Protocollo Operativo e delle Linee Guida relative a tartarughe e mammiferi marini. Per l'attuazione delle attività sono stati istituiti degli appositi tavoli tecnici (TT) in cui il CReS si è occupato specificatamente delle seguenti tematiche:

- metodologie per il monitoraggio degli esemplari spiaggiati (revisione delle “Schede monitoraggio recuperi”, ridefinizione puntuale della metodologia per il monitoraggio degli interventi di recupero);
- modifica ed aggiornamento del database relativo al monitoraggio dei recuperi;
- valutazione dello stato di salute delle popolazioni in accordo con gli altri partner della Rete;
- Redazione finale delle Linee Guida in seguito ai contributi da parte di tutti gli altri Nodi coinvolti.

8.2. Tavoli tecnici

Ogni tavolo tecnico è supervisionato dalla RAS, ha un referente con mansioni di coordinamento e un gruppo di lavoro attivo funzionale alla tematica di riferimento (Fig. 14).



Figura 14. Due momenti di concertazione delle metodologie ed esposizione delle attività in corso di realizzazione da parte dei Nodi e del Coordinamento Regionale

Nello specifico i gruppi di lavoro sono composti dal coordinamento regionale (Assessorato Difesa Ambiente della RAS) e dai responsabili delle attività (biologi, veterinari, direttori AMP/PN) (Fig. 15). Lo schema di lavoro si articola in alcuni passaggi fondamentali:

- riunione del tavolo tecnico;
- raccolta del materiale e delle esperienze dei singoli Nodi;
- valutazione critica del materiale e della tipologia di attività svolte;
- individuazione di un responsabile che ha il compito di raccogliere i suggerimenti dei partecipanti ed integrarli in un unico documento;
- trasmissione del nuovo prodotto a tutti i Nodi;
- *feedback* delle integrazioni con tutti i partecipanti al TT;
- approvazione di quanto prodotto dai partecipanti al TT;
- attuazione da parte della RAS.

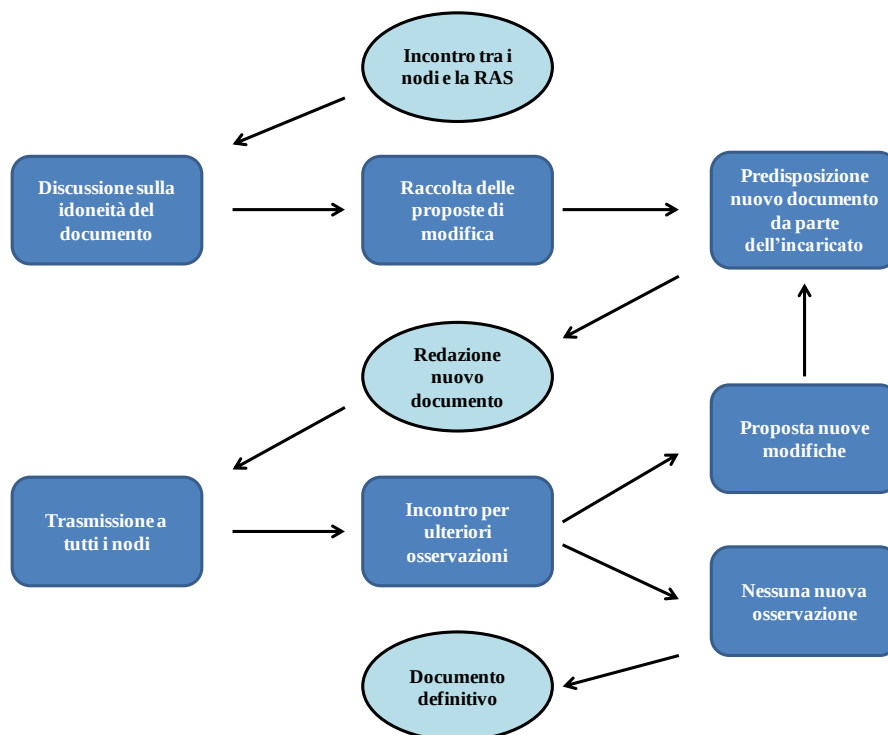


Figura 15. Diagramma procedurale utilizzato nei tavoli tecnici durante il progetto GIONHA

Per funzionalizzare il lavoro e semplificarne l'organizzazione, le attività sono state raggruppate in relazione agli argomenti quindi suddivise in due grandi filoni tematici:

1. aspetti logistici, organizzativi e legislativi sviluppati dal tavolo tecnico – amministrativo;
2. aspetti di carattere scientifico e sanitario sviluppati dal tavolo tecnico – scientifico.

Con questo assetto sia gli specialisti del settore (referenti tecnici) sia gli esperti dei vari Nodi possono confrontarsi ed esprimere le proprie osservazioni da differenti punti di vista durante lo stesso incontro.

8.2.1. Tavolo tecnico-amministrativo

Il tavolo tecnico-amministrativo è composto dai collaboratori e dai direttori delle AMP e PN appartenenti ai Nodi della Rete. Per sviluppare le tematiche relative alla legislazione della fascia costiera ed avere maggior chiarezza in materia, sono stati coinvolti alcuni rappresentanti dei Corpi di Vigilanza. Le Forze dell'Ordine, infatti, hanno il compito di supportare i Nodi della Rete soprattutto in occasione di spiaggiamenti ed eventi eccezionali, per cui il loro contributo risulta fondamentale. Le tematiche trattate sono state sviluppate dai diversi attori della Rete come riportato nella tabella 5.

Tematica	Coordinamento	Funzione
Ambiti di competenza	AMP Sinis / RAS	Nodo Rete / Coordinamento regionale
Scheda Monitoraggio - Recupero	AMP Sinis	Nodo Rete
Database INTERCET	AMP Tavolara	Nodo Rete
Metodologie Educazione Ambientale	AMP Capo Caccia	Nodo Rete
Metodologie seminari	AMP Capo Carbonara	Nodo Rete

Tabella 5. Sintesi delle attività del GIONHA sviluppate dal tavolo tecnico-amministrativo e relativo referente

8.2.1.1. Definizione degli ambiti di competenza

Si intende per ambito di competenza l'area in cui il singolo Nodo ha il compito di intervenire o coordinare le operazioni per supportare le attività della Rete. La necessità di definire precisi ambiti di competenza per ciascun Nodo risulta fondamentale per poter intervenire in modo funzionale ed efficace su tutto il territorio costiero regionale. Per soddisfare l'esigenza di avere una copertura capillare in tutta la costa della Sardegna è indispensabile:

- estendere le proprie aree di intervento oltre il perimetro di ciascuna AMP o PN;
- valutare le arterie stradali più rapide, la loro percorribilità e il tempo di raggiungimento delle località costiere, sia per l'intervento urgente in loco che per il trasporto agevole degli animali da un Centro all'altro;
- stabilire un dialogo con i comuni costieri limitrofi in cui intervenire durante le emergenze;
- incrementare i presidi lungo la costa;
- avere la costante disponibilità di mezzi nautici e terrestri e risorse finanziarie adeguate;
- avere il supporto dei Corpi di Vigilanza.

8.2.1.2. Scheda monitoraggio-recupero

Con l'obiettivo di standardizzare le modalità d'intervento, è indispensabile che tutti gli operatori della Rete raccolgano i dati in modo omogeneo. Per agevolare tale compito, spesso si utilizza un *format* a compilazione guidata. La realizzazione della scheda di monitoraggio è stata affidata al CReS e presenta le seguenti caratteristiche:

- dimensioni contenute per poter essere utilizzata agevolmente in campo;
- rispetta i contenuti generali delle schede Ministeriali;
- grafica intuitiva e sezioni chiare per la compilazione nelle varie fasi degli interventi;
- presenta sezioni sufficientemente spaziose per le informazioni relative ai casi più ricorrenti in Sardegna.

8.2.1.3. Database INTERCET

INTERCET (Fig. 16) è uno strumento applicativo ideato per favorire la cooperazione tra ricercatori impegnati nello studio di cetacei e tartarughe marine nell'Alto Tirreno. La piattaforma INTERCET è stata realizzata utilizzando il *Software ArcGIS Server* e mette assieme la tecnologia dei sistemi informativi territoriali o GIS (*Geographic Information System*) con la logica di condivisione di informazioni tipica del *Web*. I GIS sono sistemi informativi computerizzati che permettono l'acquisizione, la registrazione, l'analisi e la visualizzazione di informazioni derivanti da dati spazialmente riferiti alla superficie terrestre (geo-riferiti).

Il Nodo di Tavolara, incaricato dell'implementazione della piattaforma *web*-GIS, nell'ambito del progetto GIONHA, deve raccogliere e trasmettere tutti i dati, compresi quelli storici, attinenti agli animali rinvenuti e avvistati nell'Isola, dall'inizio dell'attività della Rete sarda, tenendo in considerazione precise stringhe di dati (Fig. 17).

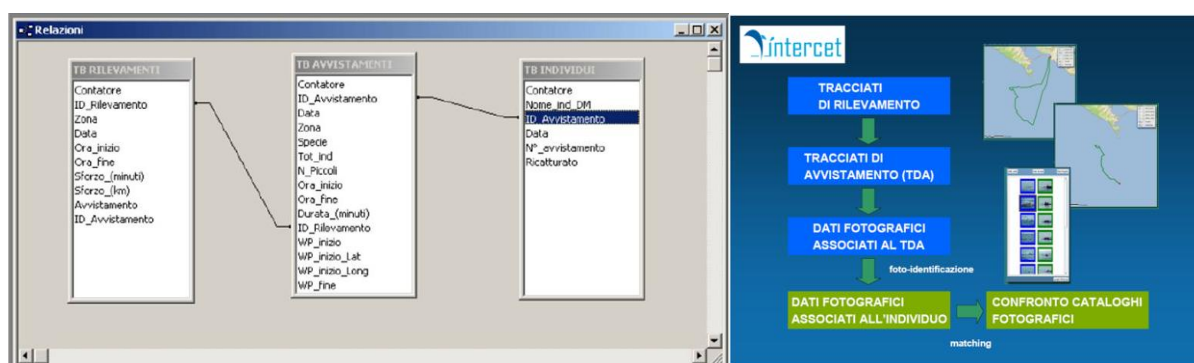


Figura 16. Schermata del database INTERCET su cui sono stati imputati i dati on-line

Contatore	ID_Avvistamento	Data	Zona	Specie	Tot_ind	N_Giovani	Ora_inizio	Ora_fine	Durata (minuti)	ID_Rilevamento	WP_inizio	WP_inizio_Lat	WP_inizio_Long	WP_fine
212	A112	13/05/2008	B	T. t.	8	1	17.05	18.48	103	R128	508	44,336	9,144	509

Figura 17. Esempio di stringa di dati relativo ad un evento di avvistamento del database INTERCET

8.2.1.4. *Suggerimenti per l'attuazione di programmi sull'educazione ambientale.*

Il Nodo di Capo Caccia ha curato la redazione del protocollo per la realizzazione delle attività di educazione ambientale. L'obiettivo sarà quello di descrivere, per la prima volta, le modalità per pianificare e attuare specifici programmi di educazione ambientale sulle tartarughe e sui cetacei in Sardegna. In questo modo tutti i Nodi della Rete sarda devono attenersi a regole precise e standardizzate, portando avanti proposte di sensibilizzazione unificate e con un filo conduttore comune.

8.2.1.5. *Metodologie per l'attuazione dei seminari di sensibilizzazione, informazione e aggiornamento*

Il Nodo di Capo Carbonara è stato incaricato della realizzazione di un manuale di attuazione dei seminari di sensibilizzazione e contestualmente della organizzazione dei seminari formativi per i collaboratori della Rete, nello specifico le associazioni di Pesca e i Corpi di Vigilanza.

La conservazione delle specie di fauna selvatica marina in Sardegna deve essere il tema cardine dei momenti di sensibilizzazione e nel protocollo saranno descritte determinate caratteristiche di natura logistica e funzionale:

- scelta delle località in cui organizzare i seminari;
- tipologia dei locali da utilizzare e disposizione dei destinatari rispetto ai relatori;
- lista delle attrezzature tecniche indispensabili;
- argomenti da trattare;
- tipologia di linguaggio da utilizzare durante le presentazioni e i dibattiti;
- tipologia di materiale informativo di supporto.

8.2.2. Tavolo tecnico-scientifico

Il tavolo tecnico-scientifico, composto essenzialmente dai biologi e veterinari della Rete, è stato costituito per realizzare e condividere specifici protocolli per le azioni pratiche di conservazione ed intervento (Tab. 6). L'aspetto fondamentale di cui si è tenuto conto è la realizzazione di attività che risultino efficaci ma allo stesso tempo di facile intuizione e utilizzo per tutti i collaboratori della Rete.

Tematica	Coordinamento	Funzione
Protocolli e schede avvistamento	AMP Tavolara	Nodo Rete
Protocollo d'intervento	AMP Sinis	Nodo Rete
Protocolli veterinari	Fac. Med. Veterinaria Sassari	Incaricato estemo

Tabella 6. Sintesi delle attività del GIONHA sviluppate dal tavolo tecnico-scientifico e relativo referente

8.2.2.1. Metodologie per il monitoraggio degli avvistamenti di cetacei e tartarughe con relative schede di avvistamento

È stata proposta la definizione di metodologie e la redazione di schede di avvistamento sia per i Cetacei che per le tartarughe marine. La realizzazione ha interessato in particolare i biologi del Nodo di Tavolara che già da tempo svolgevano campagne di avvistamento nella Sardegna Nord-Orientale. Nello specifico il personale del Centro Ricerca Mammiferi Marini (CRIMM), incaricato della redazione, ha sfruttato come base di partenza un protocollo e una tipologia di scheda già utilizzati per le campagne di foto identificazione e monitoraggio nell'AMP di Tavolara.

8.2.2.2. Protocollo d'intervento per la gestione degli esemplari morti e in difficoltà

Il Nodo del Sinis ha portato avanti la redazione di metodologie di intervento e i protocolli per la gestione dei Centri di Recupero e di Primo Soccorso. L'importanza di stabilire procedure d'intervento chiare e specifiche consiste nel dettare linee d'azione a tutti i professionisti coinvolti nel Network. La definizione delle procedure d'intervento, infatti, è stata discussa principalmente tra i biologi e responsabili dei Centri di Recupero, per alcuni aspetti direttamente con i Corpi di Vigilanza coinvolti con lo scopo di rendere gli interventi dinamici, veloci ed efficienti.

Le procedure d'intervento riportate nelle Linee Guida Ministeriali (Fig. 18) sono state declinate secondo le esigenze della Sardegna, con l'obiettivo di contestualizzarle sia per le esigenze territoriali che per la corretta procedura da seguire da parte dei soggetti coinvolti.

Segnalazione – Un esemplare di Cetaceo o Tartaruga marina che viene rinvenuto vivo in difficoltà o già deceduto deve essere sempre segnalato alle autorità competenti. È stata valutata con i Corpi di Vigilanza, la migliore modalità di coordinamento di queste prime operazioni. Le

segnalazioni dovranno essere convogliate ad una unità centrale che nel minor tempo possibile abbia la capacità di allertare direttamente la periferia. Il numero gratuito 1530 della Capitaneria di Porto è già stato indicato nelle Linee Guida del MATTM come riferimento per le emergenze a livello nazionale anche per il soccorso della fauna marina selvatica.

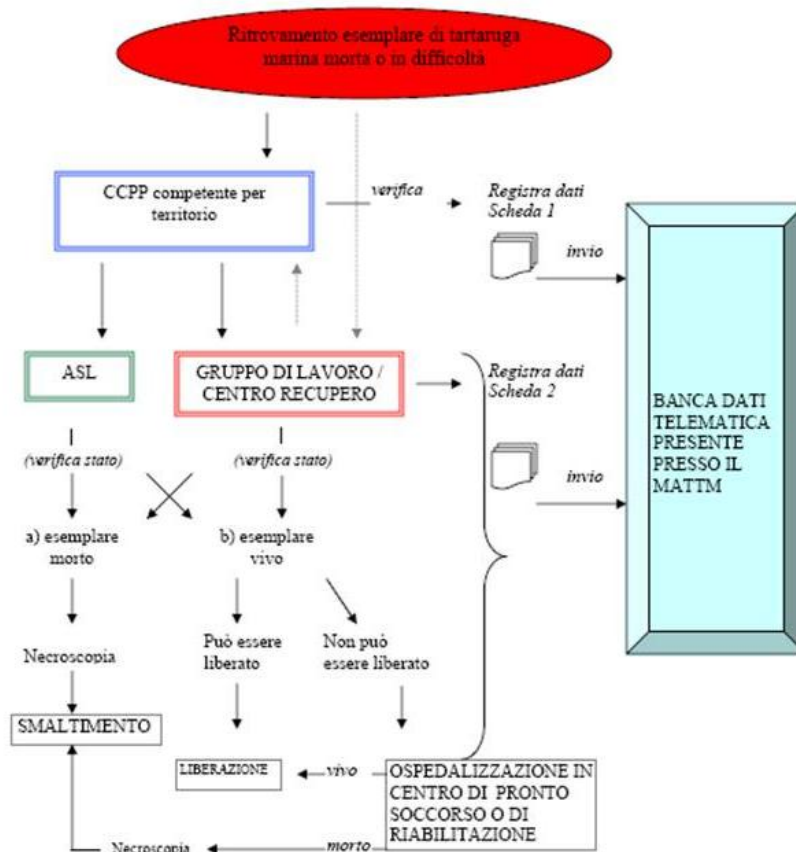


Figura 18. Schema di intervento proposto nelle Linee Guida Ministeriali utilizzato come base di partenza per le Linee Guida della Regione Sardegna

Primo intervento – È stato più volte discusso il modo più efficace per intervenire nelle situazioni di emergenza in Sardegna analizzando sia le potenzialità della Rete (personale e competenze a disposizione) che le problematiche di natura logistica e legislativa. È stato fondamentale indicare gli enti, le autorità o le professionalità chiamate ad intervenire per le diverse situazioni di emergenza, per non dar luogo ad operazioni confuse ed inefficaci. Contestualmente è stato valutato il coinvolgimento dei Corpi di Vigilanza anche in questa fase del protocollo per l'eventuale supporto logistico e di messa in sicurezza delle aree di rinvenimento di cetacei e tartarughe marine. I comportamenti da adottare in ogni circostanza sono alla base del successo o meno di questa fase.

Recupero e trasporto – Gli esemplari recuperati, devono essere soccorsi nel modo meno traumatico possibile, soprattutto per non peggiorarne le condizioni di salute e provocare ulteriore dolore. Per questo è stato importantissimo valutare:

- tipologia di attrezzature da impiegare nel recupero e trasporto;
- mezzi nautici e terrestri più idonei (es. gommone, motoscafo, *pick-up*, furgone);
- arterie stradali da utilizzare e modalità per ridurre i tempi di trasporto al Centro di Recupero.

Ospedalizzazione e riabilitazione – Il tavolo tecnico ha individuato le problematiche esistenti nel sistema di ospedalizzazione delle tartarughe nei Centri di Recupero attivi in Sardegna. Nelle Linee Guida Regionali sono state riportate informazioni dettagliate sulle modalità di ricovero e riabilitazione delle tartarughe, tenendo conto delle specie più frequenti, dei parametri chimico-fisici dell'acqua di stabulazione e delle terapie utilizzabili e consigliate nelle Linee Guida Ministeriali. Le procedure veterinarie relative alle operazioni chirurgiche ed ai trattamenti sanitari di primo soccorso devono essere approfonditi in protocolli veterinari specifici.

Marcatura e rilascio – I sistemi di marcatura per gli esemplari da reinserire in natura vanno discussi facendo riferimento in modo particolare alle indicazioni contenute nelle Linee Guida del RAC/SPA e in quelle del Ministero dell'Ambiente. I *tag* più utilizzati sono in plastica o in metallo e sono di diverse tipologie (rotanti, fissi). È necessario predisporre una lista di parametri sulle condizioni degli animali da liberare da valutare, per non incorrere in imprevisti al momento del rilascio e per garantire una reintroduzione in libertà senza traumi o problemi legati ad una insufficiente valutazione delle modalità e circostanze della liberazione stessa.

Necroscopia – Le carcasse dovranno essere preferibilmente in buono stato di conservazione se si vogliono trarre il maggior numero di dati e informazioni sulle cause di morte. Tuttavia alcune analisi potranno essere condotte anche su esemplari in avanzato stadio di decomposizione. Al fine di migliorare l'organizzazione in ambito regionale, è stato opportuno definire alcuni punti riguardanti:

- personale idoneo ad eseguire la necroscopia;
- tipologia di locali idonei alle operazioni;
- analisi e prelievi da effettuare.

Smaltimento e musealizzazione – Gli animali rinvenuti morti, se non adeguatamente e prontamente rimossi dalla costa e smaltiti, possono costituire un problema sanitario di particolare importanza, soprattutto nei periodi estivi (per il caldo e la presenza di bagnanti e turisti). È stato opportuno verificare possibilità e modalità d'intervento da parte della Rete cercando di non

disperdere informazioni utili nel pieno rispetto delle leggi vigenti in materia. Inoltre è stata valutata la possibilità di musealizzare gli esemplari o parti di essi, considerata l'importanza che rivestono a livello divulgativo e scientifico.

8.2.2.3. Protocolli veterinari

Gli aspetti veterinari in un Centro di Recupero sono fondamentali. L'allestimento di sale operatorie, l'organizzazione dello staff veterinario e la somministrazione di farmaci risultano attività impegnative e costose, che non possono essere decise autonomamente dai diversi soggetti che gestiscono i Centri. È stato necessario caratterizzare in modo preciso e dettagliato le diverse attività svolte e le attrezzature di minima da considerare. Al fine di ottimizzare scelta delle attrezzature e metodologie da seguire per la Sardegna, è stata considerata la casistica riscontrata negli ultimi anni nelle tartarughe e nei cetacei recuperati. La RAS ha dato in carico alla Facoltà di Veterinaria dell'Università di Sassari il coordinamento degli aspetti veterinari da condividere con tutti i Nodi al fine di creare un preciso protocollo d'intervento che la Rete si impegnerà a rispettare.

Nello specifico, nell'ambito del progetto GIONHA, sono stati delineati importanti traguardi da raggiungere inerenti lo sviluppo dei seguenti protocolli:

- gestione veterinaria;
- necroscopie ed esami di laboratorio;
- rilevamento sostanze tossiche;
- analisi su malattie infettive.

9. Risultati

Il principale risultato ottenuto in questo lavoro è stato la stesura e pubblicazione delle Linee Guida della Regione Sardegna, fanno comunque parte dei risultati anche le procedure di confronto fra Enti che hanno portato alla stesura delle LG stesse. Nei risultati di seguito riportati sono stati scelti in particolare gli argomenti in cui il CReS è intervenuto direttamente, in cui ho avuto un ruolo attivo, tralasciando o accennando agli altri prodotti.

9.1. Linee Guida regionali

Le LG sono rivolte sia agli operatori del *Network*, ma anche a quanti, in vario modo, collaborano per il raggiungimento degli obiettivi della Rete Regionale (Fig. 19). Infatti nei primi capitoli vengono trattate la biologia ed ecologia delle tartarughe e dei cetacei al fine di evidenziare le criticità e le azioni volte al recupero e alla conservazione delle suddette specie, aspetti di carattere generale che inquadrano la problematica. È stato inoltre riportato il quadro normativo internazionale, nazionale e regionale che si occupa di fauna marina selvatica.



Figura 19. Copertina del documento finale della Fase 3 del progetto GIONHA contenente le Linee Guida Regionali

Vista l'organizzazione in Sardegna per quanto concerne il recupero delle tartarughe e dei cetacei in difficoltà, grande importanza è stata riservata alla classificazione delle strutture di soccorso per le tartarughe marine a livello Regionale. Nello specifico viene dettagliata l'organizzazione dei Nuclei di Primo Intervento, dei Centri di Primo Soccorso e dei Centri di Recupero, evidenziando le caratteristiche e i requisiti obbligatori per essere considerati tali.

L'insieme dei protocolli stilati dai Nodi della Rete è stato portato a termine nell'ambito del progetto GIONHA e ha riguardato anche attività ordinarie della stessa. Per migliorare la

funzionalità della Rete sono state individuate e applicate strategie di potenziamento degli interventi su scala regionale con l'obiettivo principale di uniformare le procedure relativamente a tutte le attività della Rete.

In tabella 7 sono rappresentate sinteticamente le modifiche apportate al modello di gestione e funzionamento della Rete Regionale in seguito alla produzione delle Linee Guida.

Argomento	Prima	Dopo
Aree di competenza	Limitate alle AMP/PN o non ben definite	Copertura dell'intera regione, limiti ben definite per ogni centro
Registrazione dati	Format differenti / livelli di dettaglio non condivisi	Unico format condiviso
Condivisione dati	Limitata	Unico DB finale
Educazione Ambientale, Comunicazione e Formazione	<i>Ad libitum</i>	Procedure condivise per l'organizzazione di programmi educativi, seminari e workshop
Foto identificazione	Metodologie differenti	Unica procedura standardizzata per i progetti di avvistamento e foto-identificazione
Interventi di recupero	Procedure a volte confuse e non sempre efficaci	Utilizzo di un unico protocollo di intervento in tutto il territorio regionale
Ambito veterinario	Procedure differenti tra i diversi Centri di Recupero della Sardegna	Interventi standardizzati condivisi

Tabella 7. Specchietto riassuntivo delle attività della Rete prima e dopo la realizzazione delle Linee Guida

9.1.1. Ambiti di competenza

Grazie ai risultati ottenuti dai Tavoli tecnico-amministrativi sono stati definiti precisi territori costieri, per cui la Sardegna risulta suddivisa in aree di intervento denominate "Ambiti di competenza" (Fig. 20) per ognuna delle quali ogni Nodo è chiamato a rispondere. I Nodi della Rete si impegnano non solo a monitorare l'intera area di competenza assegnata, ma ad intervenire per il recupero della fauna marina spiaggiata o segnalata in difficoltà. Gli ambiti di competenza risultanti sono 7:

- PN dell'Arcipelago di "La Maddalena";
- AMP "Tavolara – Punta Coda Cavallo";
- AMP "Capo Carbonara";
- Centro di Recupero "Laguna di Nora";
- CReS/ AMP "Penisola Sinis – Isola di Mal di Ventre";

- AMP “Capo Caccia – Isola Piana”;
- PN/AMP “Isola dell’Asinara”.



Figura 20. Cartina della Regione Sardegna in cui sono evidenziate le diverse Aree di Competenza relative ai Nodi della Rete

Le Aree Marine Protette ed i Parchi Nazionali, i presidi del Corpo Forestale della Sardegna e della Capitaneria di Porto attraverso una collaborazione strategica e coordinata riescono a coprire capillarmente tutta la fascia costiera sarda (Tab. 8). Ogni Nodo mette a disposizione della Rete sia il personale tecnico-scientifico, come anche le strutture ed i locali, i mezzi nautici e terrestri, al fine di ridurre i costi di gestione per la RAS.

Partendo dal presupposto che ogni Nodo si è reso disponibile a contribuire direttamente al raggiungimento degli obiettivi del progetto, durante gli incontri sono stati valutati gli aspetti geografici e logistici, includendo anche quelli legati alla viabilità stradale, per identificare la corretta distribuzione dei CR e dei CPS. La dislocazione delle AMP/PN lungo le coste della Sardegna non risulta omogenea. Infatti si contano 4 Nodi a Nord, 1 Nodo nella parte centrale e 2 Nodi in quella meridionale, sbilanciando il quadro d’azione. Un altro punto critico è il fatto che due Nodi si trovano in località particolari che non agevolano le attività di trasporto e recupero (Isole di Asinara e de La Maddalena). Proprio per affrontare in dettaglio questa situazione è stato

importante considerare strade e percorsi che collegano i differenti Nodi. In Sardegna non esistono autostrade, ma solo poche strade statali (SS), e provinciali (SP), spesso in condizioni non ottimali.

Nodo	da	a
PN La Maddalena	Badesi (Badesi, OT) 4537344 N 488786 E	Portisco (Olbia, OT) 4544944 N 544225 E
AMP Tavolara	Portisco (Olbia, OT) 4544944 N 544225 E	Bidderosa (Orosei, NU) 4480591 N 568625 E
AMP Capo Carbonara	Portu Santoru (Tertenià, OG) 4384793 N 556202 E	Capo S. Elia (Cagliari, CA) 4337145 N 512647 E
Centro di Nora	Capo S. Elia (Cagliari, CA) 4337145 N 512647 E	Portixeddu (Fluminimaggiore, CI) 4365043 N 449182 E
CReS	Portixeddu (Fluminimaggiore, CI) 4365043 N 449182 E	Porto Alabe (Tresnuraghes, OR) 4456200 N 455471 E
	Bidderosa (Orosei, NU) 4480591 N 568625 E	Portu Santoru (Tertenià, OG) 4384793 N 556202 E
AMP Capo Caccia	Porto Alabe (Tresnuraghes, OR) 4456200 m N 455471 E	Porto Ferro (Sassari, SS) 4502796 N 432308 E
AMP Asinara	Porto Ferro (Sassari, SS) 4502796 m N 432308 E	Badesi (Badesi, OT) 4537344 N 488786 E

Tabella 8. Tabella relativa al punto d'inizio e di fine delle aree di competenza per ogni Nodo identificati con il nome delle località costiere

Le principali arterie esistenti sono la SS 131 che collega Cagliari a Sassari e la SS 131 d.c.n. (diramazione centrale nuorese) che da Abbasanta (Oristano) arriva fino ad Olbia (Fig. 21). La qualità delle strade ricopre notevole importanza per il trasporto di esemplari feriti. Tempi di percorrenza e strade tortuose incidono sulla salute degli animali trasportati, in modo particolare durante le fasi di recupero. Velocità nel trasporto e massima attenzione durante il viaggio sono elementi riportati in tutte le LG riguardanti le movimentazioni di fauna selvatica, sia marina che terrestre.

L'analisi delle distanze che separano i diversi Nodi della Rete ha evidenziato che il Sinis risulta nella posizione più strategica in quanto collegato ad ogni altro Nodo con una distanza massima di 222 Km e un tempo medio di percorrenza inferiore alle 4 ore. Da una prima analisi svolta dal tavolo tecnico relativamente ai chilometri che separano i diversi Nodi della Rete, emerge che le distanze maggiori dividono alcuni Nodi a Nord da quelli a Sud (346 Km tra La Maddalena e Nora, ad esempio) con chiari limiti a quanto già precedentemente riportato e senza considerare i tempi di percorrenza. La situazione cambia quando ragioniamo sui Nodi presenti a Nord dell'isola (Asinara, Capo Caccia, la Maddalena e Tavolara), dove si è osservato che le distanze risultano tutte inferiori ai 200 Km. La stessa situazione si ha se si considerano le distanze tra i due Nodi a Sud (Nora e Capo Carbonara) separati da 100 Km. Il Sinis, situato nella parte centrale, dista al massimo 222 Km da La Maddalena, il Nodo più lontano.

Effettuare viaggi maggiori di 4 ore, prevede particolari attenzioni e protocolli da seguire, e per quanto possibile andrebbero minimizzati al massimo, soprattutto se consideriamo animali marini che, come le tartarughe, soffrono anche di problemi legati alla disidratazione e ai cambiamenti di temperatura.

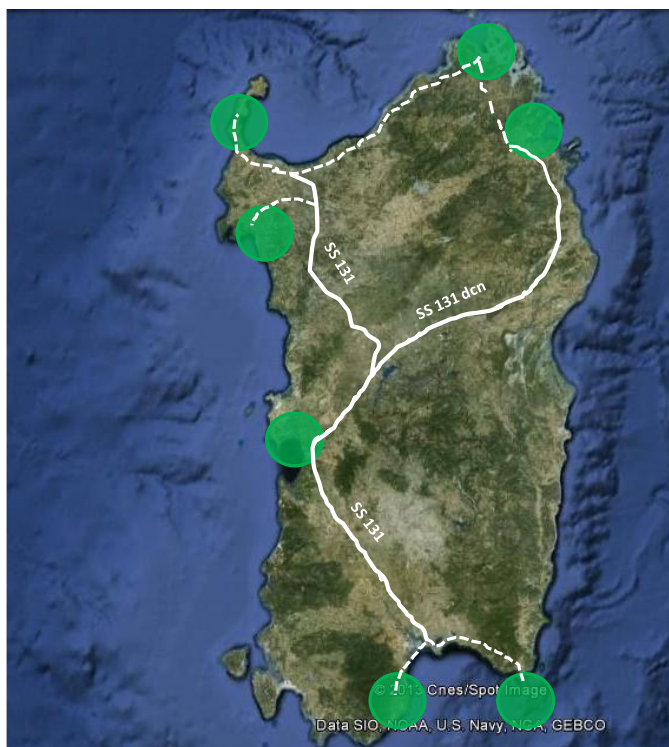


Figura 21. Mappa che evidenzia le Strade Statali (linee unite) e Provinciali (linee tratteggiate) che collegano i vari Nodi della Rete (cerchi in verde)

Tra l'Asinara e Capo Carbonara il tempo di viaggio medio è di 6:14 ore, il più alto riscontrato per la Rete Regionale. Ma la situazione non cambia di molto se pensiamo ai possibili collegamenti tra Nord e Sud dell'isola dove registriamo i seguenti tempi di percorrenza (Tab. 9): tra l'Asinara e Nora (5:52 ore), tra La Maddalena e Capo Carbonara (5:43 ore) e tra la Maddalena e Nora (5:26).

Al fine di approfondire meglio la relazione tra chilometri da percorrere e tempi previsti di impiego, proponiamo, a titolo esemplificativo, il caso di un esemplare da trasportare dal Parco della Maddalena verso un Nodo presente a Nord della Sardegna (Asinara), quindi più vicino, e quello del Sinis situato nel settore centrale. Le distanze esistenti tra la Maddalena e l'Asinara e tra la Maddalena e il Sinis, sono rispettivamente di 162 Km e 222 Km, distanze dello stesso ordine di grandezza. Andando a confrontare i tempi di percorrenza, otteniamo però una situazione opposta, cioè si impiega meno tempo per raggiungere il Sinis che per raggiungere il

Parco dell'Asinara partendo dalla Maddalena. Nel dettaglio si impiegherebbero 4:55 ore per raggiungere Asinara e 3:36 ore, quindi circa un'ora e mezzo in meno, per raggiungere il Sinis.

NODO PARTENZA	NODO ARRIVO	DISTANZA (Km)	DISTANZA MEDIA (Km)	TEMPO (h)	TEMPO MEDIO (h)
Capo Caccia (Alghero)	Asinara (Fornelli)	61		02:48:00	
Capo Caccia (Alghero)	La Maddalena	160		03:16:00	
Capo Caccia (Alghero)	Tavolara (Olbia)	135	172	02:07:00	03:10:30
Capo Caccia (Alghero)	Capo Carbonara (Villasimus)	280		04:30:00	
Capo Caccia (Alghero)	Laguna di Nora (Nora)	261		04:06:00	
Capo Caccia (Alghero)	CRoS (Oristano)	137		02:16:00	
Asinara (Fornelli)	La Maddalena	162		04:55:00	
Asinara (Fornelli)	Tavolara (Olbia)	152		03:51:00	
Asinara (Fornelli)	Capo Carbonara (Villasimus)	320	194	06:14:00	04:37:00
Asinara (Fornelli)	Laguna di Nora (Nora)	298		05:52:00	
Asinara (Fornelli)	CRoS (Oristano)	173		04:02:00	
Asinara (Fornelli)	Capo Caccia (Alghero)	61		02:48:00	
La Maddalena	Tavolara (Olbia)	48		01:06:00	
La Maddalena	Capo Carbonara (Villasimus)	318		05:43:00	
La Maddalena	Laguna di Nora (Nora)	346	209	05:26:00	04:00:20
La Maddalena	CRoS (Oristano)	222		03:36:00	
La Maddalena	Capo Caccia (Alghero)	160		03:16:00	
La Maddalena	Asinara (Fornelli)	162		04:55:00	
Tavolara (Olbia)	Capo Carbonara (Villasimus)	269		04:33:00	
Tavolara (Olbia)	Laguna di Nora (Nora)	297		04:18:00	
Tavolara (Olbia)	CRoS (Oristano)	173	179	02:28:00	03:03:50
Tavolara (Olbia)	Capo Caccia (Alghero)	135		02:07:00	
Tavolara (Olbia)	Asinara (Fornelli)	152		03:51:00	
Tavolara (Olbia)	La Maddalena	48		01:06:00	
Capo Carbonara (Villasimus)	Laguna di Nora (Nora)	100		02:11:00	
Capo Carbonara (Villasimus)	CRoS (Oristano)	148		02:26:00	
Capo Carbonara (Villasimus)	Capo Caccia (Alghero)	280	239	04:30:00	04:16:10
Capo Carbonara (Villasimus)	Asinara (Fornelli)	320		06:14:00	
Capo Carbonara (Villasimus)	La Maddalena	318		05:43:00	
Capo Carbonara (Villasimus)	Tavolara (Olbia)	269		04:33:00	
CRoS (Oristano)	Capo Caccia (Alghero)	137		02:16:00	
CRoS (Oristano)	Asinara (Fornelli)	173		04:02:00	
CRoS (Oristano)	La Maddalena	222	164	03:36:00	02:48:10
CRoS (Oristano)	Tavolara (Olbia)	173		02:28:00	
CRoS (Oristano)	Capo Carbonara (Villasimus)	148		02:26:00	
CRoS (Oristano)	Laguna di Nora (Nora)	130		02:01:00	
Laguna di Nora (Nora)	CRoS (Oristano)	130		02:01:00	
Laguna di Nora (Nora)	Capo Caccia (Alghero)	261		04:06:00	
Laguna di Nora (Nora)	Asinara (Fornelli)	298	239	05:52:00	03:59:00
Laguna di Nora (Nora)	La Maddalena	346		05:26:00	
Laguna di Nora (Nora)	Tavolara (Olbia)	297		04:18:00	
Laguna di Nora (Nora)	Capo Carbonara (Villasimus)	100		02:11:00	

Tabella 9. Rappresentazione delle distanze e dei tempi di percorrenza tra i Nodi della Rete

Tuttavia la presenza della SS 131 che attraversa la Sardegna da Nord a Sud con una viabilità molto più scorrevole rispetto alle strade provinciali costiere, favorisce il Sinis come CR principale. Ragionando singolarmente tra Nodi emerge chiaramente una situazione piuttosto varia, difatti uno stesso Nodo risulta ben collegato con quelli più vicini e contemporaneamente distante dagli altri. Per ovviare a questa situazione, col proposito di comprendere quale tra i diversi Nodi risulti il più conveniente, ammettendo la presenza di un solo CR, si sono stimate le distanze medie tra ogni singolo Nodo e tutti gli altri. Questi valori, riportati in tabella 6, mostrano come le distanze medie decrescano partendo da Capo Carbonara (239 Km), Laguna di

Nora (239 Km), La Maddalena (209 Km), Asinara (194 Km), Tavolara (179 Km), Capo Caccia (172 Km), Sinis (164 Km) ponendo quest'ultimo nella condizione più favorevole, anche considerata la sua centralità rispetto agli altri.

Analogamente lo stesso discorso è stato stimato per i tempi di percorrenza, dove i tempi medi, sempre in ordine decrescente, riguardano Asinara (4:37:00 h), Capo Carbonara (4:16:10 h), La Maddalena (4:00:20 h), Nora (3:59:00 h), Capo Caccia (3:10:30 h), Tavolara (3:03:50 h) e il Sinis (2:48:10 h), che risulta, anche in questo caso, il sito più favorevole. Quanto detto sin'ora ha rappresentato un importante elemento nella scelta e composizione della Rete Regionale tra CR e CPS. L'idea di minimizzare lo stress del viaggio per gli animali ha portato alla opzione di mantenere un CR per ogni area (Nord, Centro, Sud) della Sardegna, e nello specifico i tre CR sono Asinara, Sinis e Nora, tutti gli altri sono Centri di Primo Soccorso.

Come precedentemente mostrato in figura 19 il CReS è referente per due diverse aree di competenza, una sul versante centro-occidentale e una su quello centro-orientale dell'isola. La prima corrisponde alla propria sede operativa presso il Nodo dell'AMP Sinis - Mal di Ventre mentre la seconda è situata sul lato opposto dell'isola in accordo con il Nucleo di Pronto Intervento della Stazione Forestale di Tortoli/Arbatax, per l'assenza di AMP o PN di riferimento. Questo assetto è stato ritenuto idoneo sulla base della buona fruibilità della strada che collega Oristano ad Arbatax e permette di intervenire in un minor tempo rispetto ad altri Nodi della Rete. Sia dal Nodo di Tavolara, a Nord-Est, sia da Capo Carbonara, a Sud-Est, il tempo di percorribilità risulterebbe sempre maggiore e le strade più tortuose creerebbero più difficoltà al sistema di intervento.

È stata data facoltà ad ogni singolo CPS di rapportarsi ad un CR di riferimento, in particolare per i casi gravi e per le lungodegenze. Proprio per questo motivo i CPS hanno stipulato accordi specifici con uno dei tre CR. Fanno riferimento al CReS (Sinis) il PN della Maddalena, l'AMP di Tavolara, l'AMP di Capo Carbonara, mentre afferisce al CR di Asinara l'AMP di Capo Caccia; Nora non è stata scelta come CR di riferimento da alcun Nodo della rete (Fig. 22).

La Rete Regionale, al fine di supportare al meglio l'assetto precedentemente descritto ha inserito, con formale coinvolgimento, i Corpi di Vigilanza e le loro sedi costiere, come indicato in figura 23, dove sono riportati i presidi delle stazioni Forestali e delle Capitanerie di Porto dislocati lungo tutta la costa, rendendo più efficace il monitoraggio dei litorali, e incrementando il numero di informazioni sugli spiaggiamenti di animali vivi e morti.

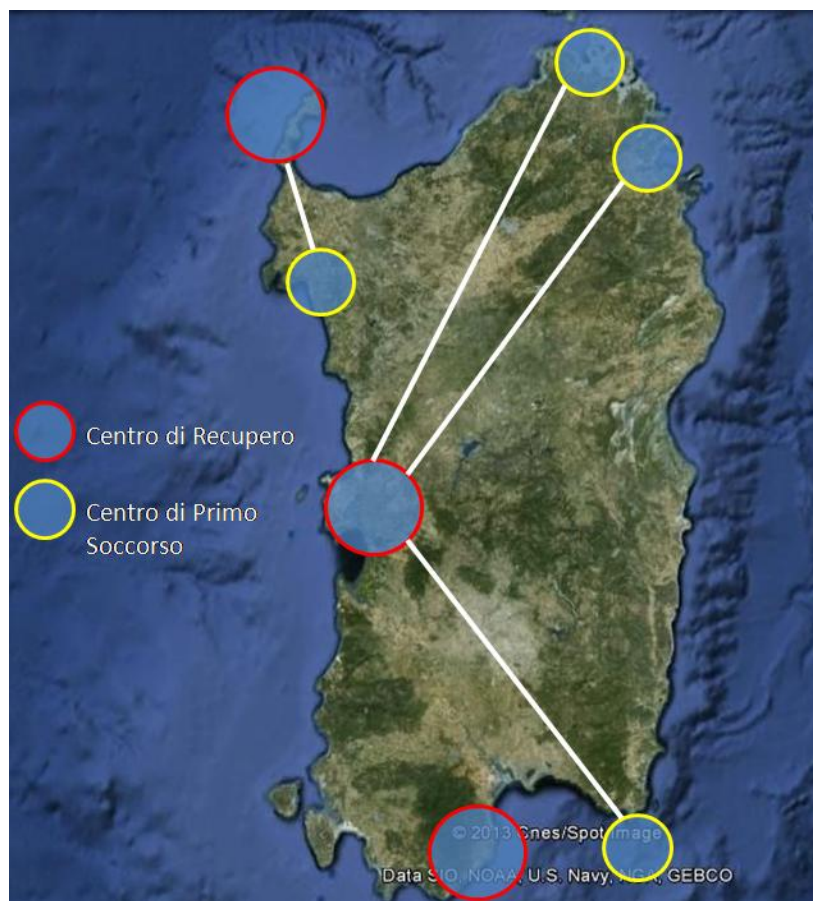


Figura 22. La cartina mostra l'attuale assetto dei tre Centri di Recupero connessi ai Centri di Primo Soccorso

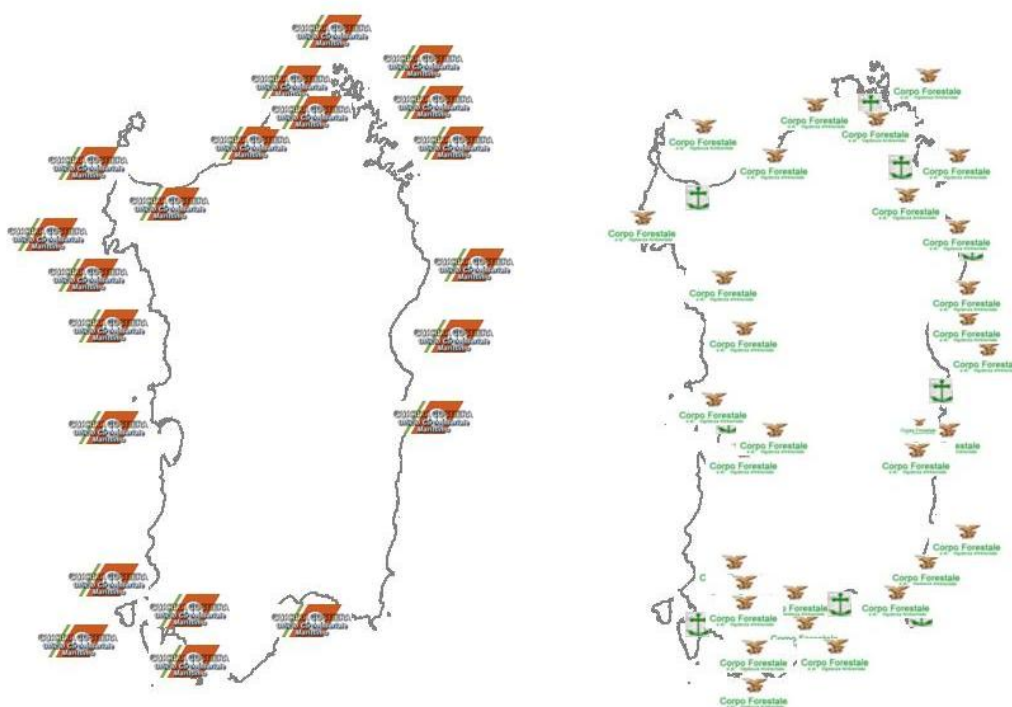


Figura 23. Distribuzione dei presidi delle Capitanerie di Porto (sx) e del Corpo Forestale (dx) in Sardegna

9.1.2. Protocollo operativo d'intervento standardizzato

Uno dei risultati raggiunti dalla Rete è stata la definizione di una precisa procedura d'intervento condivisa e standardizzata in cui sono definiti i compiti di ognuno.

Il tavolo tecnico-scientifico si è riferito a quanto contenuto nelle Linee Guida Ministeriali, lo ha adeguato alla realtà della Sardegna, valutandone gli aspetti logistici, le figure professionali e gli enti coinvolti, in sintonia con le leggi regionali, predisponendo un protocollo di dettaglio. All'interno delle LG sono state riassunte e illustrate le fasi del protocollo operativo che coinvolgono tutti i Nuclei di Pronto Intervento, Centri di Primo Soccorso e Centri di Recupero. I Corpi di Vigilanza Ambientale e la Guardia Costiera hanno il compito di coordinare e quindi supportare i CR e i CPS.

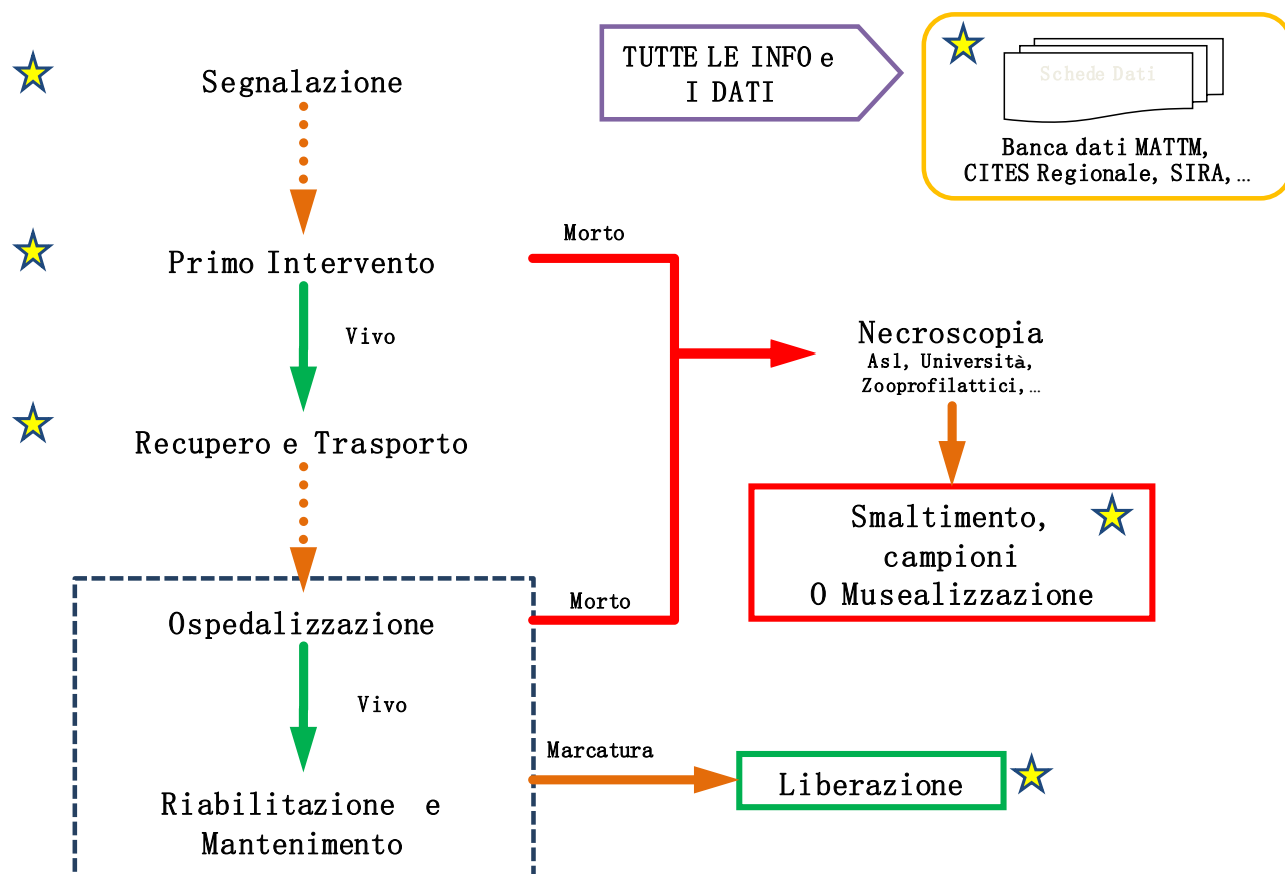


Figura 24. Schematizzazione del protocollo d'intervento sviluppato dalla Rete Regionale. Le stelle indicano le fasi a cui partecipano attivamente i Corpi di Vigilanza

Le procedure redatte per la gestione degli esemplari in difficoltà sono organizzate in concerto con i Nodi della Rete, i medici ASL e i Corpi di Vigilanza. Ogni volta che nelle coste sarde si verifica uno spiaggiamento vengono attivati specifici interventi:

- attivazione della procedura tramite le autorità locali (Capitaneria di Porto e Corpo Forestale), a seguito della segnalazione;

- inoltro della comunicazione al Coordinamento Regionale e al Nodo di Competenza dell'area in cui è avvenuta la segnalazione;
- attivazione del gruppo d'intervento contestualmente alle Autorità competenti.

Il protocollo è stato suddiviso, per comodità, in 7 fasi principali che ricalcano quelle già previste nelle Linee Guida del MATTM (Fig. 24). Di seguito verranno dettagliate una per una evidenziando principalmente le novità o i risultati inerenti alla Rete Regionale Sarda.

9.1.2.1. Segnalazione

La segnalazione è l'evento iniziale attraverso il quale la Rete acquisisce l'informazione del rinvenimento di un cetaceo o una tartaruga marina nel territorio regionale. Per incentivare chiunque ritrovi un esemplare a chiamare i soccorsi, è stata concordata, in aggiunta al 1530 della Guardia Costiera, la disponibilità del numero verde 1515 a cui risponde direttamente la centrale operativa del Corpo Forestale della Sardegna. A differenza delle altre Regioni, la Sardegna, conta su un proprio CFVA e quindi le segnalazioni sono trasferite direttamente alla Sala Operativa Regionale della Direzione Centrale di Cagliari. Almeno due sono le novità di maggior interesse: la prima è che da Cagliari, grazie alla conoscenza del territorio regionale da parte dei forestali, è facile associare alla località della segnalazione il Nodo competente; la seconda è la presenza di una lista continuamente aggiornata dei referenti che garantiscono h24 il servizio di intervento e del successivo coordinamento.

I Corpi di Vigilanza Ambientale supportano le attività con il coinvolgimento delle 7 Unità Operative Territoriali denominate Servizi Territoriali Ispettorati Ripartimentali (S.T.I.R.) che coordinano le 82 Stazioni Forestali e le 10 Basi Logistico-Operative Navali (B.L.O.N.). Al momento della ricezione della segnalazione è fondamentale verificare la fonte e raccogliere il maggior numero di informazioni relative al ritrovamento prima di predisporre l'intervento (es. se si tratta di cetaceo o tartaruga, se vivo o morto, dimensioni, località, etc.). Previ accordi telefonici con i responsabili dei Nodi, in base alla tipologia di evento, i Corpi di Vigilanza possono intervenire congiuntamente ai CR/CPS sia per dare supporto operativo che per garantire l'ordine pubblico e la sicurezza, quando necessario.

9.1.2.2. Primo Intervento

In seguito alla segnalazione, i Corpi di Vigilanza e i Nodi della Rete si raccordano per l'intervento. L'assetto organizzativo della Rete della Sardegna prevede che l'intervento venga

coordinato dal responsabile tecnico-scientifico del Nodo di competenza per la zona in cui è stato segnalato l'evento.

L'intervento della Rete, in virtù della presenza di personale altamente qualificato, è richiesto in moltissime occasioni (spiaggiamenti, emergenze ambientali, etc..) e risulta quindi un ottimo supporto a livello territoriale. L'intervento del referente del Nodo avviene di comune accordo con gli altri Nodi e con i diversi soggetti istituzionalmente coinvolti (Comuni, Assessorato, ASL, Zooprofilattici, Istituti di Ricerca) al fine di operare con la massima funzionalità e limitando al massimo la dispersione di utili informazioni sia a livello biologico che sanitario. Il ricovero, la necropsia come lo smaltimento della carcassa o la musealizzazione sono tutte azioni che si svolgono seguendo protocolli condivisi, creando di fatto una virtuosa collaborazione tra enti e istituti pubblici. Nella maggioranza delle occasioni si tratta di interventi a carattere ordinario, ma negli anni diversi sono stati i casi eccezionali (spiaggiamento di grandi balene, nidificazioni di *C. caretta*) a cui si è fatto fronte.

9.1.2.3. *Recupero e Trasporto*

I Nodi devono fare riferimento al CR di afferenza, dove l'esemplare verrà trasportato per essere sottoposto agli accertamenti e ai controlli di routine (lastra, operazione chirurgica, cure veterinarie) ed eventualmente al ricovero. Le fasi del trasporto, in maniera concordata, sono organizzate secondo il metodo della staffetta (Fig. 25), sia per suddividere i tragitti da percorrere come anche per il personale e i mezzi impiegati.



Figura 25. Fasi del recupero e trasporto di esemplari feriti di *C. caretta* dai Centri di Primo Soccorso agli operatori del Centro di Recupero in cui avviene il passaggio e l'affidamento dell'animale secondo il metodo della staffetta

Ogni fase del trasporto è documentata in apposite schede precompilate in cui sono inserite le informazioni inerenti il trasporto, la manipolazione e il registro CITES. I Corpi di Vigilanza,

coinvolti per supportare le operazioni di trasporto, hanno messo a disposizione sia i mezzi nautici che terrestri (Fig. 26). Le ceste utilizzate hanno forma e dimensioni standard, al fine di agevolare le azioni di scambio durante le varie fasi del trasporto. Queste hanno due misure differenti, per ospitare sia tartarughe di piccole che di grandi dimensioni permettendo, nel contempo, di essere comodamente alloggiate nei mezzi in dotazione ai Nodi ed ai Corpi di Vigilanza (*pick-up*/furgone, gommone/motoscafo) della Sardegna.



Figura 26. Fasi del trasporto degli esemplari con il supporto dei Corpi di Vigilanza a terra (sx) e a mare (dx)

9.1.2.4. Ospedalizzazione, riabilitazione e mantenimento

La *C. caretta* è la specie di tartaruga marina più comunemente ricoverata nei CR della Sardegna. L'attività di ospedalizzazione è stata organizzata in maniera standardizzata anche grazie alla fornitura di attrezzature e strumentazioni comuni. Il tavolo di lavoro, seguendo le indicazioni riportate nelle LG ministeriali, ha deciso di utilizzare vasche in vetroresina di forma circolare e di colorazione bianca, fornendole direttamente ad ogni singolo Nodo. Inoltre ogni CPS ha ricevuto una piscina amovibile per far fronte alle più disparate esigenze, come ad esempio per il soccorso di cetacei vivi. In considerazione del numero di esemplari ricoverati e provenienti da tutte le coste dell'isola, è stato deciso di investire in uno strumento radiografico digitale a disposizione della Rete (limitando così l'utilizzo di sostanze tossiche per lo sviluppo delle lastre), attualmente presso il Nodo del Sinis (Fig. 27).

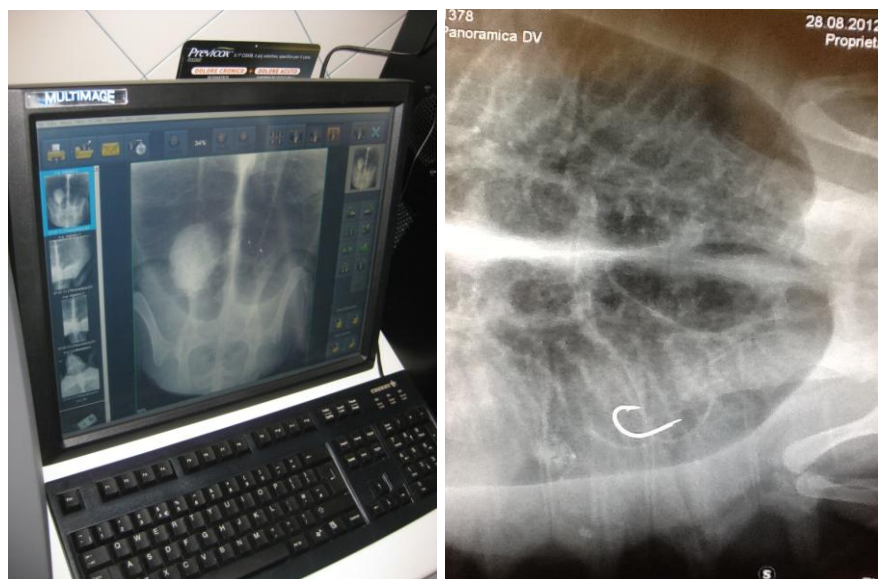


Figura 27. Acquisizione immagine con lo strumento radiografico digitale (sx) e radiografia di *C. caretta* con amo rilevato in evidenza (dx)

L'attività quotidiana svolta da personale specializzato si suddivide in aspetti di carattere ordinario e straordinario. Ogni singolo esemplare deve avere una propria cartella clinica tenuta sempre aggiornata e dove registrare i trattamenti e le cure a cui è sottoposto. Inoltre ogni giorno devono essere riportati in apposite schede i parametri fisico-chimici dell'acqua, quantità (in grammi) di cibo somministrato ad ogni singolo esemplare ricoverato, controllando che rientrino nei *range* prefissati. È stata concordata la procedura di pesare e misurare le tartarughe, di documentare con fotografie, al fine di verificarne il recupero fisico e lo stato di salute nel tempo, inoltre devono essere annotati comportamenti particolari tenuti in cattività (Fig. 28).

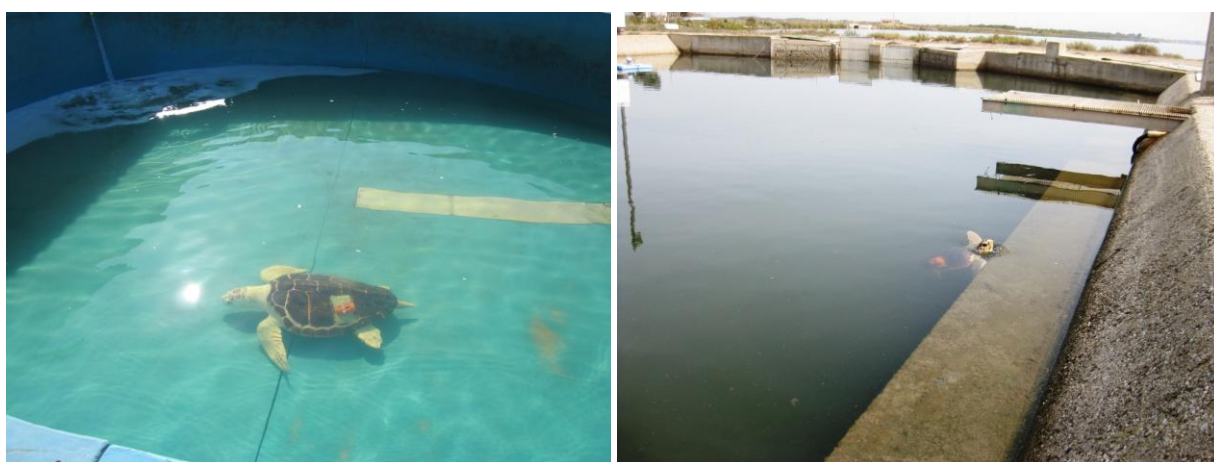


Figura 28. Vasche di riabilitazione utilizzate dal CREs; sono riportati due esemplari di *C. caretta*, di cui uno in vasca circolare in vetroresina da 30.000 litri (sx) e l'altro nel vascone da 600.000 litri presso l'allevamento ittico a Mistras (dx)

Per casi particolari il CReS si è impegnato ad approfondire alcune situazioni con l'utilizzo di strumentazione avanzata per il monitoraggio e il controllo di alcuni indicatori comportamentali.

9.1.2.5. *Marcatura e liberazione*

Le tartarughe che hanno ultimato le fasi di cura e riabilitazione e risultano idonee al rilascio possono essere liberate sia dalla spiaggia che dall'imbarcazione (Fig. 29). Nelle linee guida sono state riportate le regole da rispettare ed i parametri da monitorare (es. temperatura dell'acqua di mare, condizioni meteo-marine, stagione di pesca, traffico nautico) prima di effettuare il rilascio in natura delle tartarughe marine.

Tali regole contribuiscono a minimizzare lo stress prodotto agli animali senza rinunciare al coinvolgimento della cittadinanza per rafforzare la coscienza ambientale riguardo la gestione di specie protette. Anche in questo caso le Aree Protette hanno rappresentato un valore aggiunto per organizzare e programmare queste attività. Non meno importante è l'aspetto del monitoraggio degli esemplari al termine delle cure che prevedono la marcatura, per poterli seguire negli anni a venire. Proprio su questo aspetto bisogna aggiungere che diversi individui, grazie al lavoro dei centri di recupero, sono stati monitorati anche con strumentazione scientifica (es. satellitari, *Pop-up*, etc...), portando ad interessanti risultati (vedi capitolo 2).



Figura 29. Liberazione di *C. caretta* da spiaggia (sx) e da imbarcazione con il supporto di un subacqueo (dx)

9.1.2.6. *Necroscopia*

Con la premessa che anche gli esemplari rinvenuti morti rappresentano una importante fonte di informazione, il gruppo di lavoro ha organizzato un protocollo di dettaglio per l'esecuzione delle necroscopie. Le dissezioni devono essere eseguite da personale specializzato,

utilizzando le corrette metodologie e in condizioni idonee (Fig. 30). I risultati raggiunti hanno tenuto conto delle diverse esigenze dei soggetti coinvolti dando uguale importanza alle informazioni di carattere biologico e conservazionistico come anche di quelle più specificatamente sanitarie. È stato previsto di eseguire le necroskopie in gruppi misti di lavoro con biologi e veterinari sfruttando, quando possibile, i locali delle Università e degli Istituti Zooprofilattici. Compito degli Enti di Ricerca, invece, è di coordinare ed informare la Rete circa i progetti e le ricerche in cui inserirsi, al fine di ottimizzare e armonizzare gli sforzi svolti dai diversi Nodi.

Solo per i casi eccezionali sarà direttamente la Regione, con il supporto delle Forze dell'Ordine, a coordinare e disporre le procedure da eseguire (Fig. 31). Le operazioni devono essere sempre documentate da filmati e fotografie da allegare ai rapporti di attività dei Centri di Recupero e della Rete.



Figura 30. Fasi di dissezione e analisi necroscopica di *C. caretta* (sx) e di *D. coriacea* (dx) presso l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Oristano



Figura 31. Esemplare di *T. truncatus* spiaggiato sotto ad una scogliera inaccessibile da terra (sx) e *P. macrocephalus* spiaggiato in una località senza possibilità di accesso con i mezzi da terra

9.1.2.7. *Smaltimento e musealizzazione*

L'esemplare di cetaceo o di tartaruga marina deceduto può essere smaltito o musealizzato secondo le modalità indicate dal veterinario ASL competente. Le specie incluse nella convenzione di Washington devono essere annotate nel registro CITES, rilasciato dal Corpo Forestale della Sardegna per i Centri di Recupero dell'isola. Ogni trasferimento, consegna e smaltimento degli esemplari deve essere regolarmente documentato nel rispetto delle regole previste dagli uffici preposti al controllo delle procedure CITES (n° registro, n° carico e scarico).

Lo smaltimento è autorizzato anche con le modalità di seppellimento o affondamento (deroga Reg. CE 1774, art. 24), nel caso il veterinario ASL non riscontri o sospetti la presenza di malattie infettive e le operazioni avvengano in accordo con il comune della località di rinvenimento della carcassa. Ogni Nodo deve tenere aggiornata la lista dei centri abilitati allo smaltimento per poter operare con efficienza nei casi più complicati. La RAS si impegna a supportare i Nodi per i casi più urgenti o complessi.

9.1.3. Registrazione e gestione dei dati: la scheda monitoraggio recuperi

È fondamentale che i dati relativi ai rinvenimenti siano registrati nelle apposite schede monitoraggio-recuperi (MR) e inoltrati agli Enti competenti di riferimento (MATTM, CITES, ASL). Per la realizzazione delle schede MR, è stato utilizzato il *format* precedentemente adoperato nelle schede del CReS, utilizzato da tempo nella propria attività. La scheda è stata curata e riadattata in base alle esigenze del *Network*, presenta una impaginazione strutturata su due pagine (Fig. 32), includendo una sezione dedicata alla raccolta delle informazioni generali sul ritrovamento e altre riguardanti specifici temi.

e può essere interrogato, dando la possibilità di visualizzare i dati geografici e fotografici archiviati ed eseguire delle analisi preliminari sui dati raccolti (Fig. 33).



Figura 33. Area di studio del Santuario Pelagos visualizzata nel sito web di INTERCET in cui sono indicati i punti georeferenziati relativi agli esemplari registrati

INTERCET ha delle sezioni liberamente accessibili da chiunque via web relative alla biologia e allo stato di conservazione delle tartarughe e dei cetacei in Mediterraneo. La condivisione dei dati *on-line* sulla piattaforma INTERCET permette di ottenere informazioni sull'habitat, l'*home range* e l'abbondanza delle popolazioni nell'area di studio.

9.1.5. Indicazioni metodologiche per l'attuazione dei seminari di sensibilizzazione, informazione e aggiornamento

Il protocollo per la realizzazione dei seminari è stato redatto per fornire direttive nella predisposizione di incontri formativi, di sensibilizzazione e di aggiornamento tenendo in considerazione gli utenti finali. Queste metodologie sono state redatte per l'attuazione di alcuni seminari durante le fasi del progetto GIONHA ma il manuale sarà utile alla Rete anche in occasione di seminari di aggiornamento periodici. Gli accorgimenti trattati e definiti dal tavolo tecnico-amministrativo a cui gli operatori devono attenersi riguardano principalmente l'allestimento della sala e la disposizione dei partecipanti in modo da evitare un eccessivo distacco tra relatori e ascoltatori, ricreando dei momenti che favoriscano il dibattito. È stata sviluppata una differenziazione nell'approccio comunicativo e nei principali contenuti delle presentazioni in base ai soggetti a cui sono rivolte le azioni, adattando i contenuti delle presentazioni in relazione ai soggetti destinatari, seguendo una sequenza logica definita dei contenuti dell'azione info-comunicativa.



Figura 34. Fasi di svolgimento dei seminari rivolti agli operatori della pesca

Nell'ambito del progetto GIONHA sono stati realizzati, da ogni Nodo, 3 seminari di formazione e sensibilizzazione rivolti agli operatori della pesca (Fig. 34) nei diversi ambiti Regionali per facilitare la massima partecipazione di questa categoria di *stakeholder* e 4 seminari indirizzati principalmente alla Guardia Costiera e al CFVA (Fig. 35) come partner della Rete che operano attivamente in ambito regionale.



Figura 35. Fasi di svolgimento dei seminari rivolti alle Forze dell'Ordine

9.1.6. Sviluppo e implementazione di progetti di Educazione Ambientale

Il Nodo dell'AMP di Capo Caccia – Isola Piana ha realizzato un protocollo in cui sono descritte le finalità per l'attuazione di progetti di educazione ambientale rivolti alle scuole di ogni ordine e grado. Per attenersi agli obiettivi del progetto GIONHA, l'attenzione è stata posta sui cetacei e le tartarughe marine, ma potrà applicarsi anche ad altri argomenti.

I punti espressi riguardano l'attualizzazione dei contenuti, dove è stato necessario esporre le problematiche esistenti per cetacei e tartarughe, analizzando le interazioni con le attività

antropiche e facendo riferimento alle politiche di conservazione e alle norme che tutelano le specie protette.

È stato importante considerare alcuni accorgimenti per tenere alta l'attenzione degli alunni, per trasmettere in modo interessante la cultura scientifica, utilizzando un linguaggio semplice e diretto adatto all'età degli studenti. È stato proficuo coinvolgere precedentemente l'insegnante per anticipare alcuni argomenti trattati, prevedendo almeno un'uscita sul campo, possibilmente con la visita al Centro di Recupero o di Primo Soccorso, al fine di rendere produttivo il tempo dedicato al dibattito.

9.1.7. Metodologia e schede per il monitoraggio degli avvistamenti

Specifiche metodologie per la foto-identificazione dei cetacei e l'avvistamento delle tartarughe marine sono state elaborate dal Nodo di Tavolara, che ha curato la realizzazione delle schede utilizzate in campo (Fig. 36). Sia nella scheda riguardante i Cetacei che in quelle per le Tartarughe marine sono riportate 3 sezioni per l'inserimento dei dati relativi al compilatore, le informazioni sulla data, località, condizioni meteo-marine, orario e coordinate nautiche dall'inizio alla fine dell'avvistamento. Per praticità ogni scheda ha occupato al massimo un foglio, così da gestire al meglio la compilazione anche su un gommone.

 CONTINUANCE AND INTEGRATED OBSERVATION OF MARINE NATURAL HABITAT SCHEDA AVVISTAMENTO CETACEI		 CONTINUANCE AND INTEGRATED OBSERVATION OF MARINE NATURAL HABITAT SCHEDA AVVISTAMENTO TARTARUGHE MARINE	
ENTE APPARTENENZA:		ENTE APPARTENENZA:	
COMPILATORE SCHEDA (Nome/Cognome):		COMPILATORE SCHEDA (Nome/Cognome):	
CONTATTO (e-mail/telefono/fax):		CONTATTO (e-mail/telefono/fax):	
DATA AVVISTAMENTO:	LOCALITÀ:	DATA AVVISTAMENTO:	LOCALITÀ:
IMBARCAZIONE:		IMBARCAZIONE:	
COBERTURA CIELO (0-100%):	MARE :	COBERTURA CIELO (0-100%):	MARE :
VENTO:	DIREZIONE:	VENTO:	DIREZIONE:
ORA CONTATTO:	COORDINATE INIZIO AVVISTAMENTO:	ORA CONTATTO:	COORDINATE INIZIO AVVISTAMENTO:
ORA TERMINE:	COORDINATE FINE AVVISTAMENTO:	ORA TERMINE:	COORDINATE FINE AVVISTAMENTO:
SPECIE AVVISTATA:	TOT ESEMPLARI OSSERVATI:	SPECIE AVVISTATA:	TOT ESEMPLARI OSSERVATI:
PRESENZA DI PICCOLI: SI/NO	NUMERO PICCOLI OSSERVATI:	PRESENZA DI PICCOLI: SI/NO	NUMERO PICCOLI OSSERVATI:
COMPORTAMENTO:		COMPORTAMENTO:	
SPONTANEO (emersioni ad intervalli costanti, secondo una direzione abbastanza precisa, caratterizzata da una serie più veloce di respirazioni intervallate da un'immersione più lunga) ALIMENTAZIONE SU RETTI DA POSTA ALIMENTAZIONE DENTRO PESCHERESCO A STRASCICO (gli esemplari seguono il peschereccio a strascico a circa 100-300 m di distanza stando sulla verticale della rete, immersioni anche prolungate intervallate da emersioni con numerosi atti respiratori legati all'alimentazione) ALTRO (indicare altri tipi di comportamento)		GALLEGGIAMENTO IN SUPERFICIE (basking): l'esemplare effettua un "bagno di sole" in superficie in cui è visibile anche la parte superiore del carapace che fuoriesce dall'acqua. SPONTANEO: l'esemplare si sposta secondo una direzione abbastanza precisa. ACCOPPIAMENTO: sono visibili 2 esemplari; il maschio sorregge la femmina agganciandosi al suo carapace. ALTRO (indicare altri tipi di comportamento)	
INTERAZIONE CON IMBARCAZIONI: SI/NO	QUALI: (la propria/altra imbarcazioni)		
DESCRIZIONE:			
INTERAZIONE CON ALTRE SPECIE: SI/NO	QUALI: (inserire nome specie)		
DESCRIZIONE:			
NOTE:		NOTE:	
DOC. FOTOGRAFICA: SI/NO		DOC. FOTOGRAFICA: SI/NO	
CONTATTO AUTORE:		CONTATTO AUTORE:	
12		11	

Figura 36. Schede per l'avvistamento dei cetacei (sx) e delle tartarughe marine (dx)

Per quanto riguarda la scheda sui cetacei è stata realizzata una sezione per i dati sulla foto-identificazione e sul comportamento in branco dei delfini, nello specifico sull'interazione di essi con le imbarcazioni e gli attrezzi da pesca, tipica situazione che si verifica lungo le coste della Sardegna. Nella scheda relativa alle tartarughe invece la stessa sezione riporta le caratteristiche più facilmente osservabili e di maggior interesse scientifico come il comportamento degli esemplari avvistati, in particolare situazioni (*basking*, spostamento e accoppiamento).

9.1.8. Linee Guida per la gestione veterinaria delle tartarughe marine e dei cetacei

I protocolli veterinari hanno lo scopo di dotare la Rete Regionale di uno strumento specifico di carattere sanitario. Prima della loro stesura si è resa necessaria l'organizzazione di workshop tematici che hanno permesso di informare e aprire una discussione tra i diversi soggetti coinvolti, anche attraverso sessioni pratiche in sala di necropsia (Fig. 37).



Figura 37. Immagini relative ai seminari svolti presso la Facoltà di Medicina Veterinaria di Sassari suddivisi in sessioni con presentazioni orali (sx) e attività pratiche in sala di necropsia (dx)

Le attività, rivolte a tutti i soggetti coinvolti nella Rete (veterinari, biologi, Corpi di Vigilanza) hanno riguardato gli aspetti sanitari più ricorrenti e di maggiore rilevanza (anestesia, chirurgia, dissezione, parassitologia, conservazione campioni biologici, somministrazione farmaci). Le metodologie veterinarie sono state suddivise in protocolli specifici strettamente legati agli argomenti sanitari. Tutti i capitoli di seguito citati sono parte degli allegati contenuti nelle Linee Guida Regionali della Sardegna, realizzati per garantire un supporto tecnico-sanitario ai collaboratori della Rete:

- Linee Guida e protocolli per la gestione veterinaria delle tartarughe marine;
- protocollo necroscopie ed esami di laboratorio sui cetacei morti in buono stato di conservazione;
- protocollo standard per il rilievo delle principali sostanze tossiche ed esecuzione dei test sui cetacei;
- protocollo standardizzato per il rilievo delle principali malattie infettive e infestive dei cetacei e per l'esecuzione dei test su campioni biologici inviati dai veterinari della rete.

10. Discussioni

Il presente lavoro è il risultato della decennale collaborazione tra gli Enti Istituzionali che portano avanti azioni di conservazione sulla fauna marina protetta in Sardegna (aspetti normativi, monitoraggio, ricerca, etc.). L'isola, attraverso la Rete Regionale, ha assunto un ruolo fondamentale per la conservazione della fauna marina selvatica. Cetacei e tartarughe marine rappresentano indicatori dello stato di salute dell'ambiente marino e quindi meritano particolare attenzione, soprattutto in quest'area del bacino Mediterraneo (Sardegna e Santuario Pelagos) per cui le azioni di tutela e monitoraggio devono essere continuamente tenute sotto controllo.

La redazione delle Linee Guida Regionali non rappresenta solo lo sforzo messo in campo per la costruzione del documento, ma soprattutto l'impegno di adottarle, rispettarle e migliorarle nel tempo. Forse è proprio questa visione a lungo termine, la lungimiranza sia dei funzionari regionali, come dei direttori delle Aree Marine, il vero risultato ottenuto in questi anni di attività. Già da diversi anni sono stati redatti documenti sulla gestione delle tartarughe marine con l'intento di stimolare e, al tempo stesso, uniformare procedure e obiettivi riguardo queste tematiche. Come spesso avviene, molti di questi documenti non vengono recepiti e gli stati firmatari delle convenzioni procedono con lentezza nella loro attuazione. La costituzione della Rete Sarda ha di fatto accelerato questo processo ed il progetto GIONHA ha rappresentato un'ottima opportunità per raggiungere entro tempi certi gli obiettivi prefissati. Oggi le LG prodotte dalla Rete sono adottate a livello regionale e soprattutto rappresentano un punto di partenza per le altre regioni costiere che vogliano dotarsene, in considerazione del fatto che risultano le prime nel panorama nazionale. Nello specifico il CReS ed in particolare il CNR di Oristano, considerata l'esperienza acquisita nel tempo, risultano inseriti anche nei tavoli di lavoro ministeriali per la redazione delle LG Nazionali, che sono state pubblicate recentemente (Luglio 2013). Anche grazie alla pluriennale collaborazione della Rete con la SZN, che ha prodotto le

LG per il RAC/SPA, è stato possibile costruire e contestualizzare le LG regionali, mantenendo gli obiettivi e gli indirizzi dettati a livello generale.

Tutti i soggetti coinvolti nella Rete si adoperano per concorrere al raggiungimento degli obiettivi specifici, ognuno ha un ruolo ben definito che non si sovrappone con quello degli altri. Questo è un risultato molto importante, che prevede delle competenze di ogni soggetto, per giungere alla suddivisione dei compiti che spesso coincidono con i principi istitutivi dei vari enti. Di fatto AMP e PN costituiscono dei veri e propri osservatori permanenti sulla costa, oltre che dei punti di riferimento da parte dei cittadini su tutte le problematiche di carattere ambientale che riguardano i territori costieri. La Rete Sarda risulta quindi perfettamente allineata con i principi espressi durante la Convenzione sulla Biodiversità, in cui si è prospettata la realizzazione di una Rete di Osservatori e/o Uffici Regionali per la Biodiversità con il fine di favorire il necessario coordinamento delle attività di conservazione e di monitoraggio degli elementi della biodiversità e degli habitat.

La salvaguardia e la tutela degli animali marini, come di quelli migratori in genere, deve essere impostata non considerando i confini giuridici e amministrativi dei singoli paesi. Una tartaruga marina trascorre la propria vita non conoscendo e non valutando se le spiagge o le acque che frequenta appartengano ad uno stato o ad un altro quindi chi elabora le politiche di salvaguardia di questi animali, deve riuscire a ragionare in modo analogo. La suddivisione del territorio sardo in precisi ambiti di competenza, ben più ampi dei confini di ogni singola AMP o PN, ha significato una copertura capillare dell'intero territorio regionale, non rispettando i confini imposti dal Ministero. Analogamente il Santuario Pelagos rappresenta una vasta area dove Italia, Francia e Principato di Monaco risultano uniti per la protezione di un unico specchio di mare, il tirreno settentrionale. Il GIONHA, che ha nel Santuario Pelagos la propria area di studio, ha permesso a regioni differenti di dialogare in modo costruttivo ed accordarsi su procedure e metodologie nell'ambito delle principali emergenze ambientali. La Rete, i diversi partner, i vari soggetti coinvolti, hanno contribuito efficacemente al raggiungimento degli obiettivi specifici del progetto, senza mai distogliere l'attenzione dagli obiettivi generali di salvaguardia e conservazione degli habitat marini. Inoltre il progetto ha permesso a tutti i partecipanti di essere direttamente coinvolti nelle varie azioni, di conoscersi, di scambiare esperienze, ed ancora oggi, a più di anno dal termine del progetto questi proficui scambi di idee continuano, a conferma della volontà di perseguire comuni obiettivi in un'ottica sovranazionale.

La piattaforma INTERCET, sviluppata nell'ambito del progetto GIONHA si è rivelata da subito un mezzo particolarmente interessante ed efficace, uno strumento funzionale per l'archivio e la condivisione dei dati sia a livello Regionale che Mediterraneo. Molteplici sono i

risultati ottenuti nel corso degli anni da questo approccio metodologico. Infatti il coordinamento regionale ed il forte supporto da parte di ogni Nodo hanno creato una rete virtuosa in cui diverse attività sono state realizzate. Pur non entrando nello specifico di ogni singolo argomento, valutando l'elevato numero di animali monitorati, le numerose campagne di monitoraggio, la raccolta di campioni in maniera uniforme, il monitoraggio di nuove aree di nidificazione di *C. caretta*, possiamo solo affermare che sempre più numerosi sono gli indicatori che decretano il successo della Rete sarda.

Dalla nascita della Rete si evidenzia chiaramente che la distribuzione dei rinvenimenti appare piuttosto omogenea lungo tutto il territorio regionale. L'areale di nidificazione di *C. caretta* nel territorio nazionale non comprendeva la Sardegna. Negli ultimi sei anni però sono stati segnalati e seguiti sei differenti nidi, che anche se non rappresentano dati rilevanti rispetto alle centinaia di deposizioni di alcune spiagge greche, fanno intendere un possibile ampliamento delle aree interessate da eventi di deposizione. Questa osservazione potrebbe essere spiegata dal *climate change* ma potrebbe anche essere il risultato dell'attuazione di un più efficiente e capillare sistema di monitoraggio (Bentivegna et al., 2010). Con questo si vuole ribadire l'importanza della Rete e del coordinamento regionale, e la necessità di continuare ad investire le risorse (oggi sempre più esigue) su questi importanti aspetti. Il tema delle risorse non deve mai essere sottovalutato, ed anche la Rete, ha permesso di ottimizzare tempi e costi per viaggi e spostamenti. Diverse sono state le riunioni e gli incontri che si sono tenuti presso il Nodo del Sinis, principale promotore della nascita della Rete.

Il CReS negli anni ha instaurato un dialogo costruttivo, nell'ottica della sensibilizzazione e informazione, con le diverse categorie di *stakeholder* che frequentano costantemente il mare e che forniscono gran parte delle informazioni sugli avvistamenti. Negli anni si è assistito ad una sempre maggiore collaborazione da parte della cittadinanza, e l'AMP del Sinis ha assunto un ruolo di riferimento per i frequentatori del mare. Sono numerosi gli esempi di segnalazioni di spiaggiamenti di meduse, di squali, di crolli di falesia, di cattura di specie "aliene" e altro ancora, delineando il ruolo dell'AMP come di un osservatorio attivo sulla costa. Anche in virtù di ciò, come peraltro presente nella prima scheda monitoraggi proposta, l'idea di estendere almeno agli squaliformi la scheda ci appare ancora di interesse per il ruolo che la Rete è tenuta a svolgere. Il monitoraggio degli spiaggiamenti e delle catture accidentali di squaliformi (*Mobula mobular*, *Carcharhinus plumbeus*, *Prionace glauca*, *Cetorhinus maximus*, etc) è, infatti, materia d'interesse scientifico per le AMP, Istituti di Ricerca, oltre che per i comuni costieri (e dovrebbe esserlo anche per la Regione Sardegna).

La scheda realizzata per il monitoraggio di tartarughe e cetacei risulta, tuttavia, particolarmente funzionale per alcune caratteristiche fondamentali curate in fase di redazione. Tre sono le proprietà che ne fanno un prodotto valido: è “intuitiva” perché corredata di figure esemplificative e gli spazi tra le sezioni sono ordinati e ben distribuiti sul foglio; è “pratica” perché condensata in un unico foglio con due pagine fronte e retro, per l’utilizzo in campo; è “completa” perché contiene tutte le informazioni necessarie dalla fase di segnalazione a quella del rilascio degli esemplari. Poco spazio è stato dedicato alla sezione riguardante le nidificazioni, proprio perché la Sardegna è una *nesting area* occasionale per le tartarughe marine ma è stato dato maggior rilievo alle informazioni sulla tipologia di cattura accidentale e spiaggiamento, sulle fasi di cura e riabilitazione. La recente problematica delle nidificazioni di *C. caretta* in diverse coste dell'isola, sia sul versante orientale che su quello occidentale, ha messo in allarme la Rete Regionale per la predisposizione di metodologie di monitoraggio di questi eventi che in Sardegna sono ancora definiti "straordinari".

In virtù di questi eventi sarebbe opportuno programmare dei sopralluoghi nelle aree meno frequentate, ma soprattutto nelle spiagge in cui le nidificazioni sono state registrate ripetutamente anche negli ultimi 3 anni, coinvolgendo tutti i Nodi e gli operatori della Rete. In quest'ottica, alcuni Nodi (Sinis, C. Carbonara) stanno realizzando un programma di monitoraggio, a partire dal 2014 (nei mesi da giugno ad agosto), dei potenziali litorali in cui si sono già verificate delle deposizioni (Castiadas, Costa Rei, Cala Sinzias).

Il programma consiste nella creazione di squadre (Corpi di Vigilanza, volontari, ricercatori, biologi, etc.) che nelle prime ore del mattino, prima dell'arrivo dei bagnanti, percorrano l'intero litorale oggetto di monitoraggio alla ricerca di eventuali impronte lasciate durante la notte dalle tartarughe. Questo monitoraggio sarà utile alla precisa identificazione della eventuale area di nidificazione e aiutare gli esperti a trovare e delimitare la camera del nido per preservarne e mandare a buon fine la schiusa delle uova.

11. Conclusioni e suggerimenti gestionali

Il progetto della creazione di un Network a livello Mediterraneo potrebbe concorrere in maniera efficace a ridurre il trend negativo delle tartarughe marine. Certo è che, ancora nel 2012, sono documentati sia in ambito Internazionale che nella stessa area mediterranea casi di totale mancanza di rispetto delle direttive emanate a livello globale sulla tutela di *Caretta caretta* e delle altre tartarughe marine minacciate di estinzione. Si conoscono esempi di vere e proprie stragi di nidi in Costa Rica in cui le uova vengono prelevate subito dopo la deposizione per

essere vendute, o direttamente utilizzate, a scopo alimentare. Rimanendo in ambito Mediterraneo, è stato documentato con delle immagini scattate all'interno di un mercato del pesce in Tunisia, il massacro di decine di tartarughe marine sfruttate per scopi alimentari. Tutto ciò deve invitare a riflettere su quanto lavoro di sensibilizzazione, controllo e provvedimenti sanzionatori, debbano ancora esser apportati per non incorrere in situazioni di collasso delle popolazioni di tartarughe. Il rispetto delle regole deve essere comune a tutti gli Stati per non vanificare gli sforzi che si compiono per poter restituire alla natura ogni singolo esemplare in buono stato di salute in seguito ai traumi subiti, spesso, a causa dell'uomo.

Ad ora la Rete Regionale della Sardegna può definirsi in grado di gestire le situazioni di emergenza e le attività ordinarie in maniera adeguata. Certo è che molto lavoro dovrà essere ancora svolto per poter adeguare il complesso sistema agli standard internazionali.

Le linee guida dovranno essere perfezionate sulla base delle nuove situazioni ed esperienze riscontrate negli anni dalla Rete, per cui sarà fondamentale apportare degli aggiornamenti al documento entro pochi anni, in modo da raggiungere standard organizzativi sempre più elevati. I Centri di Recupero e di Primo Soccorso dovranno essere potenziati, attraverso opere di manutenzione ordinarie alle strutture, ai mezzi, alle attrezzature ed alle strumentazioni e garantendo sempre più personale specializzato e in numero sufficiente per svolgere le molteplici attività. Sarà opportuno sviluppare delle strategie di gestione e conservazione come monitoraggi, individuazione di aree vulnerabili e la valutazione dell'impatto antropico, cercando di mitigare sempre più gli effetti negativi sulle tartarughe marine.

Risulta prioritaria l'importanza di predisporre e attivare nuovi progetti specifici, partecipare in particolare a quelli di livello Internazionale per proseguire le azioni di tutela della fauna marina in Mediterraneo. In ultimo, ma non per importanza, sarà sempre proficuo rafforzare i rapporti con le istituzioni, le associazioni di categoria e di volontariato per focalizzare e aumentare l'attenzione sui temi della conservazione.

Capitolo 2. Effetti della riabilitazione e studio comportamentale di *Caretta caretta* nella fase post-rilascio in ambiente naturale

12. Introduzione

È stato osservato come la tartaruga comune *C. caretta* frequenti le coste della Sardegna tutto l'anno, soprattutto nel periodo estivo (de Lucia et al., 2011a). Negli ultimi anni sono stati segnalati diversi eventi di nidificazione (Geremeas, CA, luglio 2006; Funtanazza, VS, agosto 2009; Santa Giusta - Muravera, CA, ottobre 2011; Santa Giusta - Muravera, CA, agosto 2013; Cala Sinzias - Castiadas, CA, ottobre 2013) nonostante la Sardegna non venga annoverata fra le più comuni aree di nidificazione (Bentivegna et al., 2010).

Il monitoraggio delle popolazioni di *C. caretta* risulta complicato soprattutto a causa delle particolari abitudini comportamentali della specie. Negli ultimi anni, anche per la presenza della Rete Regionale, numerosi sono gli esemplari con cui è stato possibile entrare in contatto, spesso recuperati in difficoltà a causa delle interazioni con l'uomo o anche per cause naturali.

La Rete per il recupero delle tartarughe marine operante in Sardegna risulta uno strumento importante per il monitoraggio dei numerosi animali catturati accidentalmente o spiaggiati in difficoltà lungo tutte le coste dell'isola (de Lucia et al., 2011b, c). Il monitoraggio durante le fasi di recupero e riabilitazione degli animali vivi, come anche le numerose informazioni dedotte dalle analisi condotte su quelli trovati morti, non sono sufficienti a rappresentare un quadro completo sull'attività comportamentale della specie, ma costituiscono una preziosa fonte di dati per approfondirne l'ecologia. Per l'abitudine di trascorrere in immersione la quasi totalità del tempo, le tartarughe risultano relativamente difficili da avvicinare e da studiare se non in particolari circostanze (durante la nidificazione, durante il *basking*, attraverso l'*aerial survey*). Gli studi volti ad aggiungere informazioni sul comportamento degli individui e sull'utilizzo dell'habitat da parte delle popolazioni nelle diverse fasi del ciclo vitale risultano pochi e frammentari. In particolare ci sono alcuni argomenti di maggiore interesse legati alla conservazione di questa specie che focalizzano l'attenzione sul mantenimento o il recupero degli habitat utili alla riproduzione, alla migrazione e alle aree di alimentazione. La convenzione di Barcellona, per quanto concerne il bacino del Mediterraneo, pone la massima attenzione verso le aree di nidificazione e quelle di alimentazione (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2009). In tutto il bacino gli studi sono insufficienti, in particolar modo in Sardegna.

C. caretta è una specie onnivora le cui abitudini alimentari e lo sviluppo delle capacità di immersione variano con la crescita (Bjorndal, 1985; Musick and Limpus, 1997). Dopo un lungo periodo (anche un decennio) di vita epipelagica, nella quale si alimenta prevalentemente di organismi gelatinosi (meduse, ctenofori, etc.), inizia una fase di sviluppo neritico in cui si avvicina alla costa per alimentarsi anche di prede bentoniche (Bolten, 2003b). Questi dati sono supportati perlopiù da lavori di analisi dei contenuti stomacali e non da lavori di osservazione diretta in natura. Gli individui sub-adulti migrano annualmente anche per migliaia di chilometri alla ricerca di aree con disponibilità di cibo (*feeding areas*), come emerso da lavori di *tracking* satellitare (Carr, 1965; Papi & Luschi, 1996). In questa fase della vita si nutrono di numerose prede che comprendono spugne, cnidari, molluschi, crostacei, echinodermi e pesci (Bjorndal, 1985; Casale et al., 2008; Lazar et al., 2010; Tomás et al., 2001). Gli studi svolti fin ora sugli animali morti evidenziano chiaramente la composizione in specie delle prede di *C. caretta* dando indicazioni degli areali frequentati (Tomás et al., 2001). Questi dati fanno presupporre alcuni habitat preferenziali utilizzati dalla specie nell'alimentazione ma non danno alcuna informazione circa le modalità di utilizzo dell'habitat nello spazio e nel tempo. Proprio queste importanti informazioni sarebbero preziose nella comprensione delle performance di nuoto della *C. caretta*, utilizzabili, di rimando, nel monitoraggio delle fasi di riabilitazione degli esemplari ospedalizzati.

12.1. Ruolo della Rete della Sardegna

La Rete dei Centri di Recupero lungo le coste del Mediterraneo rappresenta un'ottima occasione per il monitoraggio delle tartarughe marine e nello specifico per l'analisi dei maggiori impatti indotti dall'uomo. Le tartarughe marine sono monitorate in Sardegna da oltre 10 anni e la mole di dati suggerisce una frequentazione abituale delle coste dell'isola dove ogni anno vengono registrati centinaia di casi di animali in difficoltà (de Lucia et al., 2011c).

Dal 2005, la Rete Regionale della Sardegna contribuisce attivamente alla conservazione delle tartarughe marine, per il ruolo di mitigazione degli impatti nei confronti degli individui in difficoltà. In Sardegna, le tartarughe marine incappano in strumenti da pesca come palangari, reti da posta, reti a strascico o rimangono intrappolate in rifiuti di plastica (de Lucia et al., 2011c), raramente vengono colpite da imbarcazioni.

I casi di catture accidentali di *C. caretta* in strumenti da pesca sono frequenti in tutte le coste dell'isola, come dimostrato per l'area del Golfo di Oristano, sia da parte di pescatori professionisti che sportivi, principalmente nel periodo estivo (Cambiè, 2011). La flotta

peschereccia della provincia di Oristano conta oltre 300 imbarcazioni da pesca registrate ed è una delle più grandi marinerie della Sardegna, per lo più concentrata presso il porticciolo di Torregrande. La flotta è prevalentemente costituita da imbarcazioni che praticano la piccola pesca artigianale sia all'interno del Golfo di Oristano che in mare aperto, la maggior parte delle segnalazioni di esemplari da recuperare provengono proprio dai pescatori. Il CReS, oltre alla primaria attività di recupero e rimessa in libertà degli esemplari, si fa promotore attivo di studi volti ad approfondire la biologia della specie e le capacità di recupero degli individui ospedalizzati.

12.2. Studio dell'ecologia di *Caretta caretta*

Lo studio del comportamento e dell'ecologia di molte specie marine è stato rivoluzionato dall'avvento e lo sviluppo di nuove tecnologie di telemetria (Rupert-Coudert et al., 2009; Wilson et al., 2008) che, attraverso l'applicazione di dispositivi elettronici sugli animali, trasmettono i dati a distanza (Rutz & Hays, 2009; Shillinger et al., 2012). L'utilizzo di strumentazioni sempre più avanzate che si possono applicare in maniera poco invasiva sulle tartarughe permette di trarre un gran numero di informazioni sull'attività svolta nel loro ambiente naturale. Lo studio comportamentale delle tartarughe marine viene eseguito da diversi anni in tutto il mondo con il monitoraggio degli spostamenti attraverso il *tracking* satellitare e dell'attività svolta in immersione con l'uso di TDR (*Time Depth Recorder*, registratori di tempo e profondità), spesso accostati ad accelerometri, altri sensori di movimento e telecamere (Hochsheid, 2013).

Nonostante le moderne tecnologie per lo studio dell'ecologia delle tartarughe marine si riscontrano una serie di limiti metodologici. In primo luogo va considerato il fatto che si tratta di specie protette, per cui ne è vietata la cattura intenzionale, e la loro manipolazione è possibile solo in presenza di specifiche deroghe a leggi e regolamenti. A ciò si aggiunge la difficoltà nel poter reperire gli esemplari vivi che può avvenire solo in particolari situazioni: durante gli eventi di nidificazione (in cui le tartarughe stanno sulla terraferma e sono facilmente avvicinabili) o grazie all'attività di ospedalizzazione dei Centri di Recupero.

Pur considerando le difficoltà logistiche per l'applicazione degli strumenti sugli animali selvatici, anche in Mediterraneo sono stati condotti diversi studi, sia per monitorare le rotte migratorie delle tartarughe, sia per identificare le aree di stazionamento, riconducibili a quelle di foraggiamento (Casale et al., 2008; Bentivegna, 2002; Bentivegna et al., 2007).

Le migrazioni compiute da un versante all'altro del bacino, prevalentemente in ambiente pelagico, interessano aree di transito definite "corridoio". Queste vengono percorse all'arrivo

della primavera, presumibilmente per la ricerca di aree di alimentazione, e alla fine dell'estate, per il rientro nelle aree con maggiori temperature idonee allo svernamento. Gli esemplari da liberare devono essere in condizioni fisiche tali da poter far fronte anche a questi faticosi spostamenti, ed infatti è preferibile rilasciare gli esemplari in estate piuttosto che in autunno. La combinazione dei punti forniti dal *tracking* è in grado di definire un quadro generale dell'area in cui l'esemplare ha stazionato, delle profondità raggiungibili e del tempo trascorso in immersione. Solo un'analisi dei profili d'immersione, ricavati dal diagramma spazio-tempo fornito dal TDR, permette di capire in che modo le tartarughe abbiano utilizzato l'habitat nel quale sono state monitorate (Schofield et al., 2007; Walcott et al., 2013). Proprio questi dati sono utilissimi per considerare e parametrizzare i valori dei principali *pattern* d'immersione da confrontare a quelli poi osservati nei periodi post-rilascio.

Ben poco si sa sul comportamento alimentare dei neonati (*hatchling*) i quali conducono i primi anni di vita (*lost years*) presumibilmente in ambiente pelagico, ma appare più chiaro come lo *shift* graduale degli individui giovanili in sub-adulti (CCL > 40cm) e allo stesso tempo verso un'alimentazione preferibilmente bentonica, si attui su aree di piattaforma poco profonde (Casale et al., 2008; Lazar et al., 2010).

Fino ad ora numerosi studi sono stati eseguiti su tartarughe di sesso femminile durante il cosiddetto *internesting period* (periodo tra una deposizione e l'altra), per la facilità nel riuscire a reperire gli esemplari, applicare senza problemi i TDR e recuperare i dispositivi dopo 15 gg circa quando le tartarughe tornano a nidificare nella stessa spiaggia. Sugli esemplari sub-adulti recuperati in difficoltà, curati e poi rilasciati, le informazioni sono frammentarie e sono pochi i lavori svolti specificatamente su queste categorie di tartarughe. Uno dei maggiori problemi è legato al recupero degli strumenti che dovranno essere programmati per sganciarsi dall'animale ed essere successivamente recuperati (Hochscheid, 2013). L'analisi delle registrazioni dei TDR hanno come finalità lo studio del comportamento e quindi dell'utilizzo dell'habitat da parte della specie. In Mediterraneo, diversi progetti si propongono di individuare le aree di foraggiamento di *C. caretta* con l'obiettivo di sottoporle a tutela (UNEP-MAP RAC/SPA, 2009). Gli studi comportamentali di *C. caretta* trovano largo utilizzo proprio in questo ambito, e l'impiego di strumentazioni come i dispositivi satellitari e i TDR hanno mostrato chiaramente le diverse forme di utilizzo degli habitat da parte delle tartarughe per la ricerca di cibo, evidenziando l'importante ruolo della tecnologia per lo studio e la conservazione delle specie protette.

12.3. Procedure di pre-liberazione e monitoraggio post-rilascio

Il rilascio delle tartarughe marine dopo il periodo di ospedalizzazione rappresenta la fase finale di tutto il processo di cure e riabilitazione svolto dai CR. Il successo ottenuto dalle cure somministrate è legato al ripristino di tutte le funzioni vitali (movimento, vista, apnea, assetto, capacità di cibarsi autonomamente) senza le quali non è garantita la sopravvivenza degli esemplari in ambiente naturale (Bentivegna, 2001).

I CR hanno l'obbligo di effettuare tutti gli *step* di riabilitazione e di accertarsi del soddisfacente stato di salute raggiunto dall'esemplare prima che venga rilasciato, così da poter fornire un reale contributo alla conservazione della specie (Jacobson et al, 1999). È data facoltà a chi detiene questi animali di effettuare monitoraggi di carattere sanitario o comportamentale, purché finalizzati al recupero e alla reintroduzione degli esemplari in natura. I CR, infatti, oltre la cura e il mantenimento degli animali feriti possono svolgere anche il monitoraggio scientifico sia nelle fasi di pre-liberazione come anche successivamente al rilascio (MATTM, 2013). Il monitoraggio delle tartarughe marine può avvenire sia all'interno delle vasche di mantenimento e di riabilitazione, sia a distanza, dopo il rilascio, con l'utilizzo di strumentazioni elettroniche *ad hoc* (Eckert et al., 1999). Durante la riabilitazione, atteggiamenti anomali come gli atti respiratori troppo frequenti seguiti da apnee troppo brevi o addirittura assenti, il nuoto scoordinato, il permanente stato di galleggiamento e lo stato d'affanno sono dei chiari sintomi di un esemplare che non è pronto per essere rilasciato e che ha evidentemente bisogno di ulteriori cure e cicli di riabilitazione. Le Linee Guida sulla gestione delle tartarughe marine, citate nel primo capitolo del lavoro, espongono le procedure di mantenimento e riabilitazione che i Centri di Recupero dovrebbero adottare. Molteplici sono i parametri che possono definire le condizioni di salute fisica e fisiologica degli esemplari durante la degenza e la risposta positiva agli stimoli rappresenta un primo indice del loro stato di recupero. Tutti gli esemplari devono essere in grado reagire positivamente a differenti stimoli, ed in particolare alla presenza di prede (granchi e pesci), riuscendo a predarli e mostrando un efficiente coordinamento motorio. Sia nelle fasi di alimentazione, sia in quelle di riposo sul fondo della vasca stessa, le tartarughe devono essere in grado di compiere apnee prolungate e mantenere un assetto corretto.

Come riportato nelle Linee Guida Ministeriali (MATTM, 2013), gli operatori dei CR devono monitorare visivamente gli esemplari per il primo periodo di tempo (almeno 10-15 minuti) dalla liberazione, verificando la regolarità del comportamento. Tuttavia, non sempre questo sistema può essere sufficiente a stabilire le reali condizioni di salute degli individui inficiando, di fatto, la riprova di un buon recupero.

Certo è che senza altri mezzi non si può trarre alcuna informazione riguardo l'attività subacquea durante le ore successive alla liberazione. Il monitoraggio post-rilascio può confermare il pieno recupero solo se protratto per alcuni giorni a seguito della liberazione. Poter seguire le tartarughe marine valutandone il comportamento in immersione rappresenta l'unico modo per ottenere utili informazioni circa l'avvenuto recupero. L'impiego del *tracking* satellitare e di altre metodologie di monitoraggio sono state condotte su alcune tipologie di individui nei diversi stadi del ciclo vitale, considerando che molte situazioni non sono ancora state approfondite a sufficienza. Inoltre queste informazioni potrebbero contribuire a definire con maggior dettaglio l'utilizzo dell'habitat da parte degli esemplari monitorati. Sono stati studiati fino ad ora:

- esemplari adulti di sesso femminile negli habitat neritici, durante il periodo tra una nidificazione e la successiva nell'arco della stessa stagione (*inter-nesting period*);
- esemplari giovanili nella fase di sviluppo verso gli habitat neritici;
- esemplari adulti nelle aree di foraggiamento neritiche;
- esemplari adulti di sesso femminile in habitat oceanico, durante il periodo tra una deposizione e l'altra.

Nonostante negli ultimi anni siano state ottenute informazioni sul comportamento di immersione delle tartarughe marine, ben poco si conosce circa quelle rilasciate in natura dopo un periodo di mantenimento in cattività per scopi curativi e riabilitativi. Quasi nulla si conosce riguardo gli individui sub-adulti in genere, proprio per la difficoltà ad essere reperiti, come anche per i maschi adulti a differenza delle femmine nidificanti. La tipologia di esemplari ricoverati presso il Centro di Recupero nell'area sarda non solo annovera un elevato numero di sub-adulti ma sono riferibili ad un'area distante dai noti luoghi di riproduzione, rappresentando una porzione estremamente interessante da monitorare. Il monitoraggio delle capacità d'immersione per gli animali marini dotati di polmoni rappresenta un ottimo indicatore delle capacità fisiche e motorie (Jacobson et al., 1999). Parametrizzare e considerare questi aspetti aiuterebbe di certo la gestione degli esemplari ricoverati, ma andrebbe relazionato alle potenziali *performance* osservate per *C. caretta*. Nel capitolo seguente saranno riassunte alcune informazioni che raramente sono riferibili esclusivamente alla specie in questione, ma rappresentano, al momento, il riferimento principale.

12.4. Fisiologia dell'immersione

Gli animali con polmoni che compiono immersioni (Kramer, 1988; Hochscheid et al., 1999) vengono generalmente suddivisi in due categorie:

- *Divers* (animali che spendono la maggior parte del tempo in superficie) (uccelli e pinnipedi);
- *Surfacers* (animali che spendono la maggior parte del tempo sott'acqua ed eseguono degli atti respiratori per il solo scambio di gas (cetacei e tartarughe).

Il volume polmonare risulta maggiore in superficie e diminuisce con l'immersione al crescere della pressione idrostatica. L'assetto delle tartarughe in mare è relazionato ad esso e la loro galleggiabilità è maggiore in superficie, diminuendo man mano che aumenta la profondità d'immersione (Minamikawa et al., 1997). Regolando l'ammontare di aria inspirata fino alla profondità dove intende immergersi, una tartaruga può equilibrare il suo assetto e restare a tale profondità per lunghi periodi con il minimo dispendio energetico (Hays et al., 2000, 2004). Infatti, in numerosi studi, è stato dimostrato il duplice ruolo dei polmoni come organo di accumulo di ossigeno e di controllo dell'assetto durante l'immersione (Minamikawa et al., 2000; Hays et al., 2004). La distribuzione delle prede influenza la profondità di immersione preferita dagli animali (Eckert et al., 1989), inoltre i parametri d'immersione sono influenzati dalla taglia, dall'habitat e dalle temperature dell'ambiente in cui le tartarughe si trovano.

La temperatura ha importanti effetti sulla fisiologia delle tartarughe marine (Hochscheid et al., 2002, 2004; Kraus and Jackson, 1980; Moon et al., 1997; Penick et al., 1996; Southwood et al., 2003) per quanto riguarda diversi aspetti:

- tasso metabolico;
- respirazione;
- circolazione;
- attività enzimatica.

Uccelli e mammiferi in grado di compiere immersioni, generalmente immagazzinano ossigeno nel sangue e nei tessuti (Kooyman, 1989) ed essendo animali endotermi hanno un alto tasso metabolico. Al contrario, le tartarughe marine che sono animali ectotermi, hanno un basso tasso metabolico e possono utilizzare il volume d'aria nei polmoni per controllare il proprio assetto (Minamikawa et al., 1997). Nel lungo termine, particolarmente in relazione all'alternanza delle stagioni, la durata delle immersioni è influenzata negativamente dalla temperatura (Bentivegna et al., 2003; Broderick et al., 2007; Godley et al., 2002; Hatase et al., 2007; Hazel et al., 2009; Hochscheid et al., 2005; Thomson et al., 2012). Nel *range* inferiore delle temperature

tollerate dalle tartarughe marine, a causa dell'abbassamento del metabolismo, le riserve di ossigeno vengono consumate molto più lentamente rispetto a valori di temperatura maggiori e ciò permette una durata dell'immersione per periodi più lunghi (Davenport et al., 1982; Hochscheid et al., 2004; Lutz et al., 1989; Southwood et al., 2006). È stato osservato che femmine di tartaruga nel periodo che precede la deposizione prediligono acque più calde, presumibilmente per favorire la maturazione delle uova (Sato et al., 1998; Schofield et al., 2009).

A determinare modalità e parametri di un'immersione non sono solo i parametri fisiologici. Infatti è vero che capacità di immagazzinare ossigeno, tipologia di metabolismo e temperatura dell'acqua influenzano le condizioni e le performance di nuoto, ma i parametri ecologici giocano il ruolo principale. È facile correlare le profondità mediamente utilizzate dai *surfacers* con quelle di massima concentrazione delle loro prede preferenziali per quell'area e quella stagione come evidenziato da alcuni autori che hanno osservato una coincidenza a livello batimetrico tra presenza di prede e predatori (Hochscheid, 2013).

12.5. Strumentazione per il monitoraggio dei profili d'immersione

Lo studio dell'attività e del comportamento in immersione degli animali marini è complesso sia dal punto di vista logistico (Hochscheid & Wilson, 1999) che da quello metodologico, soprattutto per la difficoltà di comunicare direttamente con lo strumento. Gli strumenti per il monitoraggio degli animali si suddividono in:

- *Archival tags* - apparecchi di memorizzazione dati:
 - TDR (*Time Depth Recorder*) con la possibilità di integrare altri sensori:
 - accelerometro;
 - bussola 3D - activity sensor;
 - sensore intensità luminosa;
 - TSDR (*Time swimming distance recorder*);
 - video-camere subacquee;
- *Satellite tags* - apparecchi satellitari di trasmissione dati (Sistema ARGOS e GSM):
 - sistemi che trasmettono i dati di spostamento dell'animale in tempo reale per lungo tempo (in base alla durata della batteria);
 - sistemi che trasmettono i dati relativi alle immersioni registrate grazie a sensori di pressione integrati;
- *Pop up tags* - sistemi *Pop up*:

- *Pop up satellite archival tags* - dispositivi integrati che possono registrare ed inviare dati sintetici di posizione/movimento, profondità, sono programmati per staccarsi automaticamente dall'animale entro un periodo prestabilito e possono essere ritrovati grazie al segnale GPS/GSM in modo da recuperare e scaricare l'intero set di dati;
- *Pop up archival tags* - dispositivi che possono immagazzinare dati ma che devono essere ritrovati una volta sganciati automaticamente dall'animale per il recupero delle informazioni memorizzate.

Molti di questi strumenti oltre a dare informazioni circa il comportamento delle tartarughe sono stati utilizzati per lo studio dei parametri fondamentali delle immersioni (durata, profondità). Per dare una risposta ai quesiti riguardanti il comportamento durante l'immersione da circa 20 anni, vengono utilizzati i *data loggers*, registratori specifici detti TDR (*Time-Depth Recorders*) precedentemente menzionati.

Ripercorrendo gli studi eseguiti con i *data loggers*, vediamo come i primi TDR siano stati applicati sulle foche nel 1963 (Kooyman, 2004) mentre per la prima volta nel 1984 un TDR è stato applicato su una tartaruga liuto (Eckert et al., 1986; Kooyman, 2004). Le prime *C. caretta* monitorate con *data logger* risalgono invece agli anni '90, per la prima volta nelle acque del Giappone (Sakamoto et al., 1990a; 1990b; 1993).

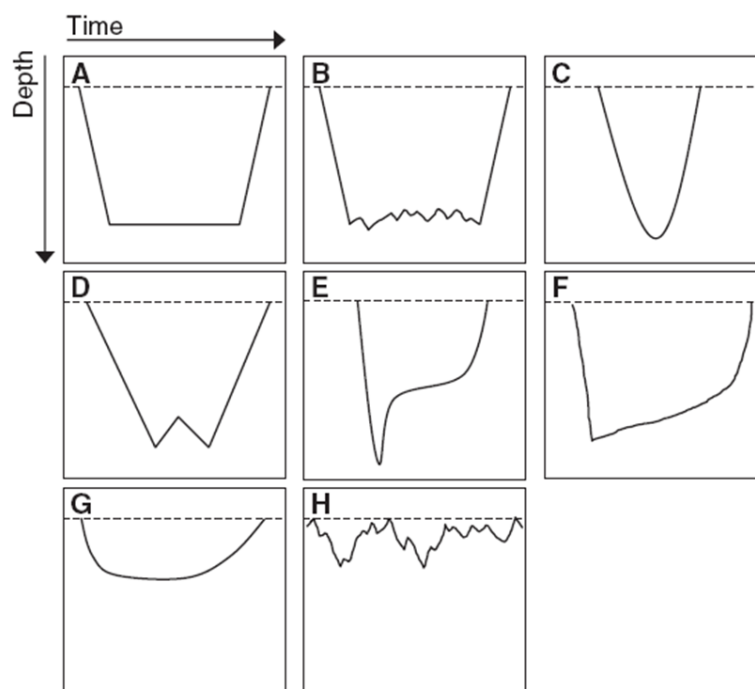


Figura 38. Rappresentazione generalizzata dei profili d'immersione descritti in letteratura per le tartarughe marine. Tutti i profili indicano immersioni svolte in profondità dalle tartarughe: A e B: U dive; C: V dive; D: W dive; E: S dive; F: U dive; G e H rappresentano immersioni poco profonde svolte sotto la superficie (< 5m) (Hochscheid, 2013)

Studi sul comportamento attraverso l'analisi dei profili d'immersione sono stati successivamente eseguiti su diverse specie di chelonidi: *C. caretta* (Houghton et al., 2002), *Chelonia mydas* (Seminoff et. al, 2006) ed *Eretmochelys imbricata* (van Dam e Diez, 1996). Ultimamente i dati dei TDR sono stati integrati dall'utilizzo del video digitale attraverso l'applicazione di microcamere (Seminoff et. al, 2006; Thomson et al., 2011). I profili d'immersione (*dive patterns*) possono essere distinti per la loro forma e, nei diversi lavori fino ad ora svolti, sono stati così classificati e inclusi all'interno di diverse categorie: U, V, W, S (Fedak & Thompson, 1993; Hochscheid et al., 1999; Wilson et al., 1996).

In seguito agli studi di Houghton et al. (2002) il profilo a U è stato suddiviso in due sotto categorie: il profilo riportato nel riquadro A della figura 38 ad esempio è stato ricondotto a un comportamento in cui l'animale riposa a contatto con il fondale. Le femmine di *C. caretta*, durante i periodi di *internesting* possono effettuare immersioni ad U, preservando le energie, come osservato per quelle nidificanti a Cipro (Houghton et al., 2002). La seconda tipologia in figura 38 B è caratterizzata dalla presenza di *wiggles* (oscillazioni verticali in prossimità del fondo) ed è associata a comportamenti di predazione o comunque relazionata ad attività di alimentazione (ricerca, selezione del cibo) (Fossette et al., 2007). I movimenti a piccola scala durante le fasi di permanenza sul fondo, potrebbero essere facilmente persi se la risoluzione del sensore (metri) non fosse impostata ad un numero di *bit* sufficientemente alta e avesse un *rate* (intervallo di registrazione) troppo lungo.

Infatti, nei primi studi, Hochscheid et al. (1999), utilizzando un intervallo di 15 secondi ed una risoluzione della pressione di 0.1 metri, hanno registrato profili ad U apparentemente simili fra loro. Successive rilevazioni effettuate con un sensore di attività dotato di bussola integrata (*hall sensor-3D compass system*), hanno mostrato che le tartarughe risultavano molto attive durante le fasi sul fondo di alcune immersioni, mentre in altre rimanevano immobili in *resting* (riposo).

Gli altri profili mostrati in figura 38 C, D, F, sono considerati come "multi funzionali" perché non indicano un'attività specifica ma sono relazionabili a diverse attività subacquee come l'esplorazione, l'orientamento, la predazione e il nuoto ad esempio durante lo spostamento da una zona ad un'altra. Anche il profilo in figura 38 E, associato ad una forma ad "S", è particolare perché rappresenta comportamenti completamente opposti l'uno dall'altro, come il riposo a mezz'acqua (Minamikawa et al., 2000), lo spostamento ma anche la predazione, come riscontrato per le *C. caretta* del Giappone (Minamikawa et al., 2000), per le *Chelonia mydas* dell'Isola di Ascensione (Hays et al., 1999; 2000) e per quelle di Cipro (Hochscheid et al., 1999).

Inoltre sono stati categorizzati anche i profili in figura 38 G, H che sono stati descritti solo per immersioni poco profonde (<5m) e che quindi rappresentano attività di nuoto sotto la superficie. La validazione dei profili è stata comunque confermata dalla sincronizzazione dei TDR con videocamere applicate simultaneamente agli individui monitorati, ROV o attraverso delle osservazioni dirette degli operatori (Seminoff et. al, 2006; Thomson et al., 2011; Smolowitz & Weeks, 2009; Franke et al., 2013).

13. Obiettivi

L'attività di recupero di esemplari di tartaruga marina presso il CReS si inserisce all'interno di un più ampio programma di conservazione della specie, che risulta ad ora tra le più minacciate nel bacino del Mediterraneo.

Numerose sono le direttive e le convenzioni per la protezione di *C. caretta* che rivolgono particolare attenzione alla tutela delle aree di nidificazione e alla mitigazione dell'impatto prodotto dalle attività antropiche e non ultimo alla identificazione e protezione delle aree di alimentazione.

La cattura accidentale e l'intrappolamento in strumenti da pesca come anche l'impatto con le imbarcazioni producono ferite spesso mortali agli individui che, proprio grazie all'attività dei Centri di Recupero, riescono a superare con successo il trauma. Il recupero di ogni singolo individuo rappresenta un'importante attività di conservazione che ha lo scopo di minimizzare i tassi di mortalità prodotti dalle attività antropiche. Aspetto fondamentale non è solo il raggiungimento dello stato di salute dell'esemplare (rimozione amo, assenza di infezioni) ma soprattutto il ripristino, a livello comportamentale, di tutte quelle funzioni che gli permetteranno di sopravvivere, di predare e di difendersi in ambiente naturale.

Il successo delle attività del CR non è facilmente dimostrabile senza un monitoraggio delle attività comportamentali degli esemplari nel periodo di post rilascio. Questo studio si pone come obiettivo principale proprio il monitoraggio del comportamento della tartaruga nei primi giorni dopo la liberazione attraverso l'utilizzo dei TDR. Il monitoraggio dei profili d'immersione ci darà la possibilità di verificare se l'attività di recupero e riabilitazione del singolo esemplare sono state condotte con successo mostrando, dalla lettura dei dati, *performance* raggiunte e *pattern* d'immersione. L'analisi approfondita dei dati rilevati, inoltre, potrà aggiungere interessanti informazioni sull'utilizzo dell'habitat da parte di ogni singolo esemplare nelle aree prossime alla zona di rilascio. Tutte queste informazioni forniranno un quadro d'insieme del possibile utilizzo dell'area del Golfo di Oristano da parte della specie. Infine, sarà importante delineare

l'importanza che le coste della Sardegna Occidentale hanno per la biologia e l'ecologia delle popolazioni sia Mediterranee che Atlantiche.

14. Materiali e Metodi

14.1. Area di studio

Il Golfo di Oristano, situato nel versante centro-occidentale della Sardegna è delimitato a Nord da Capo San Marco e a Sud da Capo Frasca e si estende per una superficie di oltre 150 Km². Nell'ampia insenatura che si affaccia sul Mar di Sardegna sfocia il Tirso, il più lungo fiume dell'isola e una serie di lagune costiere di importante interesse naturalistico ed economico per il territorio. L'ambiente marino sommerso è caratterizzato da una vasta prateria di *Posidonia oceanica* che interessa la quasi totalità del Golfo (De Falco et al., 2008) (Fig. 39) e contraddistingue un habitat ricco di specie prioritarie per la conservazione (Coppa et al., 2010).

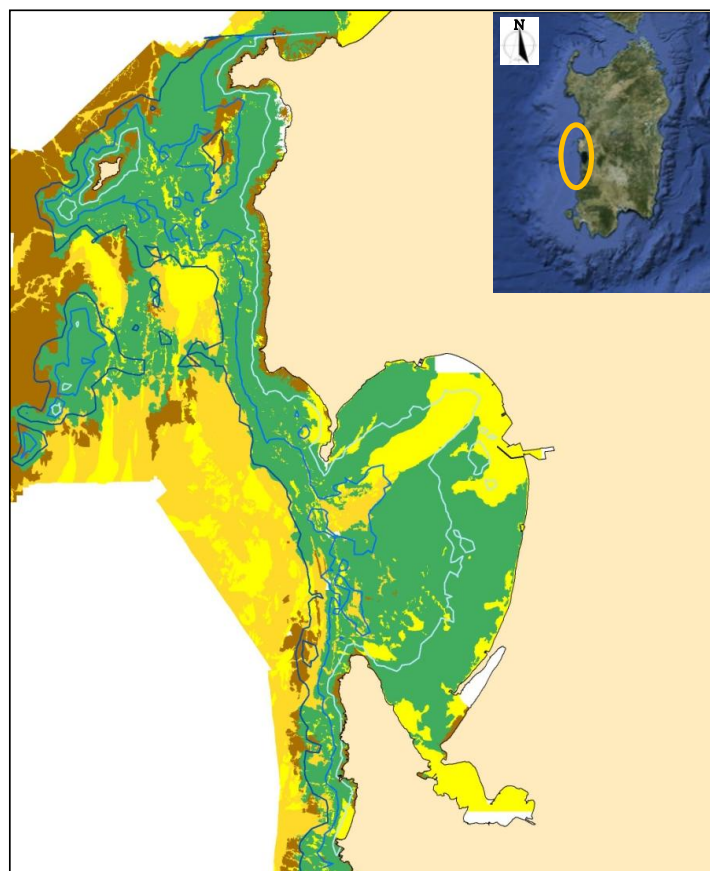


Figura 39. Cartina del Golfo di Oristano in cui sono evidenziate le aree con substrato sabbioso (giallo), roccioso (marrone) e con la copertura di *Posidonia oceanica* (verde)

La profondità media del Golfo di Oristano è di circa 15 metri mentre la profondità massima si ha in linea con i due capi e raggiunge circa 25 metri. In generale il fondale risulta abbastanza omogeneo per profondità e le praterie di posidonia sono intervallate da chiazze di sabbia, canali intermatte e ampie zone di matte morta (Coppa et al., 2010). L'area del Sinis è interessata e influenzata dalla predominanza dei venti di maestrale (NW) e il Golfo di Oristano risulta in una posizione ridossata. La piattaforma continentale sommersa della Sardegna, inclusa nel blocco granitico Sardo-Corso, si estende per diverse miglia dalla costa, fino a circa 15 miglia nel settore orientale e fino a circa 35 miglia in quello occidentale. Gli avvistamenti di tartarughe marine segnalate all'interno del Golfo sono frequenti, sia in prossimità delle aree portuali (porticciolo di Torregrande, Porto di Oristano) sia all'interno dei canali in prossimità delle lagune (canale di Pesaria, Marceddi) dove spesso rimangono intrappolate nelle reti da posta e consegnate al CReS. È stato osservato come i periodi di spiaggiamento o avvicinamento in massa di meduse (*Pelagia noctiluca*, *Cotyloriza tuberculata*, *Rhizostoma pulmo*) fino alla costa coincidano con la cattura accidentale di esemplari di *C. caretta* nel Golfo. Durante la propria attività, il CReS ha avuto modo di rilasciare numerosi esemplari nelle zone integrali dell'AMP del Sinis, localizzate a diverse miglia dalla costa, per evitare il più possibile l'interazione con le attività antropiche (nautica, pesca, etc.) nelle prime ore dal rilascio, quelle in cui l'esemplare è potenzialmente più vulnerabile (*basking*, immersioni brevi e ripetute). Nonostante queste precauzioni, ci sono stati alcuni casi di ricattura all'interno del Golfo di esemplari precedentemente liberati a distanza di qualche giorno dal rilascio.

14.2. Monitoraggio nelle vasche

Il CReS lavora da oltre dieci anni sul recupero e la conservazione della fauna marina protetta in Sardegna, si è avuta la possibilità di impiegare alcuni degli esemplari di *Caretta caretta* ricoverati per poter eseguire lo studio. Le tartarughe ospedalizzate sono normalmente mantenute e monitorate all'interno di due tipologie di vasche circolari in vetroresina da 1500 litri e da 3000 litri (Fig. 40). Il CReS dispone anche di altre tipologie di vasche per la riabilitazione motoria e il graduale reinserimento in natura degli esemplari curati. Oltre le vasche di degenza infatti vengono costantemente utilizzate 2 vasche circolari di riabilitazione da 30.000 litri posizionate all'esterno presso l'ittica "Coop. Pescatori del Tirso" che da sempre collabora con il CReS.



Figura 40. Vasca di degenza (sx) e vasca di riabilitazione (dx) presso il CReS

Le due grandi vasche di riabilitazione sono utilizzabili durante il periodo caldo (estate, autunno) e, trovandosi all'esterno, le tartarughe sono direttamente interessate dalla naturale alternanza giorno/notte e dall'irradiazione solare diretta. Le vasche consentono di tenere per certi periodi le tartarughe in uno spazio più ampio delle vasche di mantenimento, in cui possono nuotare, sviluppare il tono muscolare ed essere costantemente monitorate.

Gli esemplari recuperati in gravi condizioni e che necessitano di un particolare percorso riabilitativo, prima della liberazione sono trasferiti dalla propria vasca di degenza in una delle grandi vasche circolari dove vengono tenuti sotto controllo per circa 4 settimane. Non bisogna dimenticare che gli esemplari vengono tenuti in vasche individuali, per non generare comportamenti aggressivi o comunque anomali tra di essi durante le cure e il monitoraggio. La riabilitazione, in particolare, consiste in alcuni aspetti:

- monitoraggio visivo del nuoto e delle apnee, somministrazione di prede vive (granchi, pesci);
- applicazione TDR per lo studio del comportamento nei diversi ambienti.

14.3. Strumentazione impiegata nel monitoraggio dell'attività subacquea

La metodologia di indagine ha previsto l'utilizzo dei TDR (CTL - *Cefas Technology Limited*; CEFAS - *Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science*) (www.cefastechnology.co.uk) del modello G5 Standard (Fig. 41), muniti di 2 sensori in grado di acquisire dati sulla temperatura e profondità delle immersioni, entrambi riferiti all'unità di tempo. Ogni TDR, di forma cilindrica, ha una base di 0.7 mm di diametro e un'altezza di 30 mm, un peso fuori dall'acqua di 2.67 g e di 1 g in acqua di mare. L'uso dei dispositivi fornisce

informazioni da cui possono essere determinati i profili di immersione (*dive patterns*) (Sakamoto et al., 1990).

I dispositivi sono alimentati da batterie interne della durata di circa 2 anni (tenendo il sistema in modalità "*deep sleep mode*" per il risparmio dell'energia durante il periodo di non utilizzo), possono essere programmati per registrare fino ad una capacità massima di 1 MB di dati ad ogni applicazione, sono tarati per poter funzionare fino a 10 bar di pressione (circa 100 metri) e immagazzinare i dati per circa 10 mesi. I TDR utilizzati sono stati programmati utilizzando il software G5 Host (*version 6.5.0, Lowestoft laboratory*) per registrare i dati di pressione (profondità in metri) con un *rate* di 2 secondi a 16 bit di risoluzione e quelli di temperatura con un *rate* di 5 secondi a 8 bit. La programmazione è possibile attraverso una interfaccia USB/porta seriale fornita dallo stesso produttore. Le impostazioni effettuate permettono un'alta risoluzione e precisione nell'acquisizione dei dati anche per le piccole differenze dei movimenti orizzontali e verticali delle tartarughe, quindi una elevata sensibilità dello strumento, in grado di identificare variazioni di profondità anche di pochi centimetri.

Per programmare il *data logger*, come per scaricare i dati registrati, il TDR viene alloggiato all'interno del proprio lettore e si può avviare il *download* dei dati dal programma G5 Host al PC (Fig. 42).

Nel nostro studio i *data logger* (TDR) sono stati inclusi all'interno di strutture galleggianti chiamate *Pop up*, anche in previsione del monitoraggio di esemplari in natura. Questi involucri sono stati costruiti utilizzando uno stampo in gomma siliconica, resina poliestere e microsfere di vetro sono state amalgamate accuratamente e versate nello stampo (resina: 70 g; microsfere: 30 g; catalizzatore: 2 g). Le proporzioni sono state studiate preventivamente in modo che ogni *Pop Up* avesse assetto positivo in acqua di mare senza però creare scompensi/problemi idrostatici in immersione alle tartarughe sulle quali è stato applicato. Il *Pop Up* ha la forma di un involucro idrodinamico molto simile, anche per dimensione (10 x 6,5 x 3cm), ad un mouse per PC ed ha principalmente lo scopo di proteggere il delicato *data logger* contenuto e di essere visibile in ambiente marino.

I *Pop Up* sono stati colorati con una vernice spray arancione fosforescente proprio per poter essere facilmente identificabili durante la loro ricerca una volta sganciati dal carapace e spiaggiati lungo la costa. Nella parte inferiore del *Pop Up* è stata inclusa, con la resina decorativa, anche una etichetta con i recapiti telefonici degli operatori del CReS da contattare in caso di ritrovamento dello strumento.

All'esterno del *Pop Up* è stata inoltre riportata la dicitura "strumento scientifico", scritta con un marcatore indelebile e protetta da una resina *flat* trasparente, per meglio far capire a chi

avesse rinvenuto lo strumento spiaggiato che non si trattasse di un semplice "rifiuto" portato dal mare.

Il sistema *Pop Up* è quindi costituito dalla struttura galleggiante e da una anella composta da due metalli dissimili (in lega di magnesio) chiamata GTR (*Galvanic Timed Release*) che tiene il sistema saldo al carapace della tartaruga, si degrada in acqua di mare e si rompe secondo un tempo prestabilito liberando così lo strumento. I GTR sono stati acquistati negli Stati Uniti (www.neptunemarineproducts.com), e tra i vari modelli esistenti sono stati scelti quelli con la sigla GTR – 5 Day – E7, una tipologia di anelli della durata di 5 giorni e adatti alle temperature dell'acqua di mare che oscillano tra i 19° e i 22° circa. Una striscia di *kevlar* di dimensione 20 x 5 cm, viene incollata preventivamente (almeno 4 ore prima) al carapace della tartaruga (solitamente sulla terza o quarta scaglia centrale o laterale) con della colla epossidica bi-componente (*Pattex Mixer/Bostik Araldite Instant Clear*) e tenuta in asciutto per circa 2 ore, fino al completo disseccamento dell'incollaggio.

Quando tutto il sistema è pronto, il TDR, già programmato per la registrazione, viene incassato all'interno del *Pop Up* dopo esser stato infilato parzialmente per le estremità in due spezzoni di tubo di gomma che devono essere incollati con la colla *Loctite Super Attak* alla parte interna del *Pop Up* con la funzione di proteggere il *data logger* da urti sulle rocce anche durante l'eventuale spiaggiamento. Per sicurezza, una retina (zanzariera di plastica rigida) è stata inclusa con della resina decorativa (Pavideco) ai bordi inferiori del *Pop Up* per meglio assicurare che il TDR non venisse perduto in seguito al suo accidentale distacco dalla parte interna del *Pop Up* stesso (Fig. 43).



Figura 41. TDR fotografato su un foglio di quaderno a quadretti (5 mm) che ne evidenzia la ridotta dimensione

Durante l'applicazione del *kevlar* devono essere tenuti liberi 4 buchi laterali accanto alla posizione del *Pop Up* per il passaggio di 2/4 fascette passanti a loro volta per le due estremità del GTR alloggiato in coincidenza di una apposita scanalatura del *Pop Up*. Una volta che il *Pop Up* viene messo in posizione, le fascette possono essere strette ai due anelli del GTR ed il dispositivo rimane saldamente fissato e adeso al carapace della tartaruga (Fig. 44).



Figura 42. Lettore in cui viene alloggiato il TDR (sx) e download dei dati registrati sul PC (dx)



Figura 43. *Pop up* ultimato e visto dall'alto (sx) e visione inferiore dove si nota la retina che protegge il TDR, la targhetta con i recapiti del CReS e il numero identificativo del *Pop up* (dx)



Figura 44. Applicazione dello strumento su una placca laterale del carapace (sx) e ultima fase in cui il *Pop up* viene fissato al Kevlar (dx)

14.4. Monitoraggio degli esemplari

Tra il 2012 e il 2013, 7 differenti esemplari di *Caretta caretta* sono stati equipaggiati con i TDR e, tra questi, 4 durante il periodo di mantenimento al CReS e 5 dopo il rilascio in ambiente marino naturale, tenendo conto che in due casi gli animali sono stati monitorati in più di un ambiente (vasca e natura; vasca degenza e vasca riabilitazione). Gli esemplari monitorati sono stati recuperati in seguito al loro ritrovamento in difficoltà per cause varie, soprattutto di natura antropica, tra cui la cattura accidentale in strumenti da pesca, l'interazione con rifiuti antropici e l'impatto con imbarcazioni (Tab. 10).

Per standardizzare la metodologia su tartarughe della stessa classe di età, sia in cattività che in natura, sono stati monitorati esemplari sub-adulti e adulti (CCL > 40cm), la lunghezza degli individui impiegati era compresa infatti, fra 65 (S_289) e 73 (S_285) cm di carapace (CCL), con una lunghezza media di 69 ± 0.97 cm (media $\pm$ ES).

ID tartaruga	Causa difficoltà/recupero	Vasca degenza	Vasca riabilitazione	Mare
S_301	cattura con reti da posta			X
S_289	intrappolamento cordame e pedagno di cemento			X
S_288	cattura palamito di superficie	X		X
S_285	impatto elica imbarcazione			X
S_323	ingestione rifiuti plastica			X
S_284	affidamento per sequestro da Aquarium Alghero		X	
S_326	affidamento per sequestro da Aquarium Alghero	X	X	

Tabella 10. Elenco delle tartarughe utilizzate nello studio in cui sono contrassegnati gli ambienti di monitoraggio

14.4.1. Esempari monitorati in vasca

Degli animali monitorati con i TDR durante il periodo di mantenimento al CReS (Tab. 11), 2 sono stati studiati nelle vasche di degenza presso i laboratori dell'IAMC-CNR (S_288 ed S_326; Fig. 45) e 2 nelle vasche di riabilitazione esterne dell'ittica di Sa Mardini (S_284 ed S_326; Fig. 46).

Gli animali tenuti in ambiente controllato durante lo studio erano ricatturabili in qualsiasi momento perciò il *Pop Up* è stato fissato al *Kevlar* con le sole fascette di plastica, evitando l'utilizzo del GTR. Il tempo di monitoraggio è stato molto variabile, da 2 ore a 12gg.

ID tartaruga	CCL (cm)	CCW (cm)	Peso (g)	Sex	ID TDR	Ambiente di monitoraggio	Data inizio	Data fine
S_326	70	61	45.3	F	A09096	VASCA DI DEGENZA	31/10/13	12/11/13
S_288	68	65	45	M	A09093	VASCA DI DEGENZA	01/08/12	06/08/12
S_284	71	64	38.9	M	A09096	VASCA DI RIABILITAZIONE	18/10/13	28/10/13
S_326	70	61	45.3	F	A09096	VASCA DI RIABILITAZIONE	30/10/13	31/10/13

Tabella 11. Elenco delle tartarughe monitorate in vasca di degenza e riabilitazione in cui sono riportate oltre l'ID identificativo degli esemplari, la CCL cm (*Curve Carapace Length*, lunghezza curva del carapace in centimetri); CCW (*Curve Carapace Width*, larghezza curva del carapace in centimetri); Peso in grammi, Sex: sesso dell'individuo; ID TDR: numero identificativo del TDR utilizzato



Figura 45. Esempari S_288 (sx) ed S_326 (dx) monitorati in vasca di degenza



Figura 46. Esemplari S_326 (sx) ed S_284 (dx) monitorati in vasca di riabilitazione

14.4.2. Monitoraggio degli esemplari in ambiente naturale

14.4.2.1. Studio preliminare di fattibilità

Nella programmazione del monitoraggio degli esemplari in ambiente naturale con il *Pop Up* "a perdere", nell'estate del 2011 è stata svolta una indagine preliminare per valutare la possibilità di recuperare un buon numero di strumenti. La percentuale di recuperi in questa fase, infatti, avrebbe indicato quale potesse essere il numero minimo di esemplari equipaggiati con il dispositivo da liberare per ottenere una buona probabilità di recuperi proveniente dagli esemplari monitorati in natura. L'attività ha previsto l'utilizzo di *Pop Up* con finti TDR (Fig. 47), gettati in punti ben precisi e georeferenziati dell'area del Golfo di Oristano (Fig. 48) che, una volta spiaggiati lungo la costa, si sarebbero dovuti recuperare sia con mezzi propri da terra o da mare, sia grazie all'aiuto delle persone che frequentano i litorali dell'oristanese.



Figura 47. *Pop up* "fake" realizzati con un finto TDR all'interno (sx) e dispositivo rilasciato in mare aperto, in stato di galleggiamento (dx)

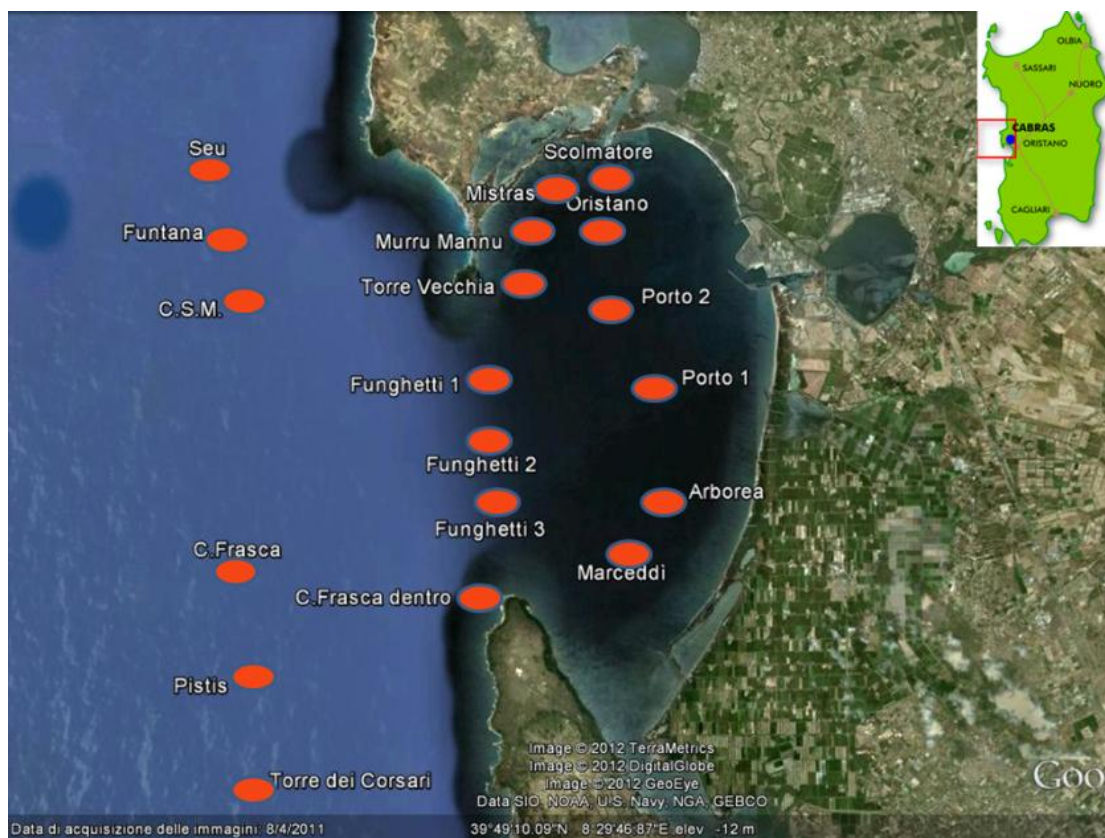


Figura 48. Mappa con la distribuzione dei *Pop Up* finti rilasciati nel Golfo di Oristano

Prima del rilascio sono state monitorate le condizioni meteo-marine, in particolarità la direzione del vento. L'ipotesi prevedeva il rilascio degli strumenti in coincidenza dell'arrivo dei venti di Maestrale che avrebbero spinto con più probabilità i *Pop up* verso la costa dell'Oristanese, in prossimità del Golfo.

È stata effettuata un'uscita in gommone dopo 5 giorni dal rilascio degli strumenti, in cui 2 operatori del CReS hanno percorso l'intero perimetro interno del Golfo (23 miglia nautiche / 43 Km circa) ad una distanza di circa 5 m dalle spiagge e dalle scogliere, mantenendo comunque costantemente le condizioni di sicurezza.

14.4.2.2. Monitoraggio degli esemplari in natura

Nell'estate del 2012, e in quella del 2013, tra il mese di luglio e quello di agosto, sono stati rilasciati 5 esemplari di *Caretta caretta* dalla spiaggia, in presenza di un numeroso pubblico di curiosi, giornalisti, amministratori, che hanno spontaneamente aderito agli eventi richiamati dalla pubblicità fatta attraverso diversi siti *web*, *facebook* e quotidiani locali (Fig. 49). Tra gli

esemplari equipaggiati con i *Pop Up* e i TDR, nel 2012 sono stati rilasciati 4 esemplari di *Caretta caretta* (S_301, S_288, S_289, S_285), tutti di lunghezza compresa tra 65 e 73 cm. Il periodo in cui gli animali sono stati rilasciati era compreso tra il 14 luglio ed il 23 agosto 2012 mentre nel 2013 è stato rilasciato un solo esemplare (S_323) con il *Pop Up* (Tharros, 22 agosto), della lunghezza di 68 cm CCL (Tab. 12).



Figura 49. Fasi della reintroduzione in natura di un esemplare di *C. caretta*. Trasporto verso il punto di liberazione all'interno della cesta (sx) e momento del rilascio in mare (dx) in presenza di un numeroso pubblico

ID tartaruga	CCL (cm)	CCW (cm)	Peso (g)	SEX	ID TDR	ID POP UP	Data rilascio	Località rilascio
S301	68	64	43.3	M	A09094	1	14-lug-12	Torregrande (Oristano)
S289	65	62	33.6	M	A09093	2	27-lug-12	Arborea
S288	68	65	45	M	A09093	3	07-ago-12	Tharros (Cabras)
S285	73	66	57.6	F	A09095	4	23-ago-12	Tharros (Cabras)
S323	68	62	39.7	M	A09093	5	22-ago-13	Tharros (Cabras)

Tabella 12. Elenco delle tartarughe rilasciate in natura con *Pop Up*. l'ID identificativo degli esemplari, la CCL cm (*Curve Carapace Length*, lunghezza curva del carapace in centimetri); CCW (*Curve Carapace Width*, larghezza curva del carapace in centimetri); Peso in grammi, Sex: sesso dell'individuo; ID TDR: numero identificativo del TDR utilizzato

Tutte le tartarughe rilasciate in natura equipaggiate con il *Pop Up* sono state liberate all'interno del Golfo di Oristano ma in 3 località differenti: 1 ad Arborea (Ar), 1 a Torregrande (Tg) e 3 a Tharros (Th) (Fig. 50).

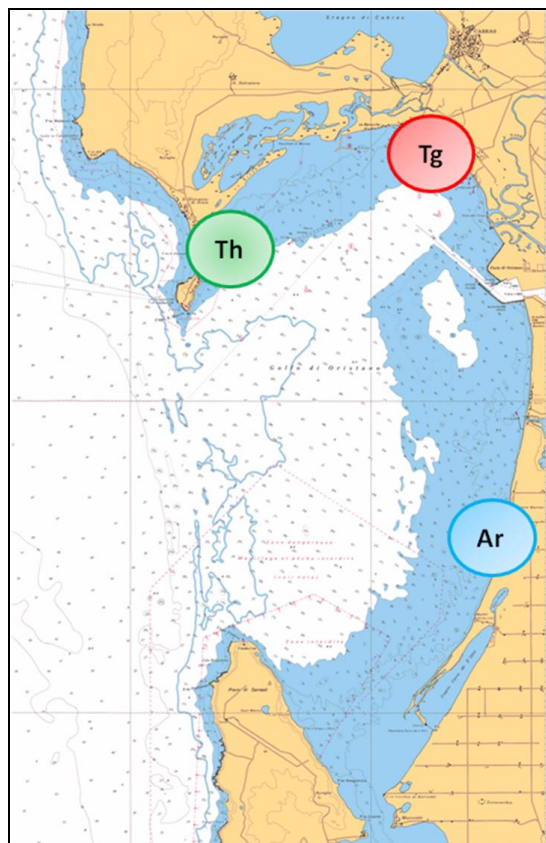


Figura 50. Mappa del Golfo di Oristano in cui sono contrassegnati i tre punti di rilascio di *C. caretta*. Th: Tharros; Tg: Torregrande; Ar: Arborea

Il Golfo è un luogo strategico dove effettuare il rilascio degli animali in sicurezza per via delle molte zone ridossate naturalmente dal maestrale, inoltre le località di rilascio sono particolarmente accessibili ai cittadini che frequentano tutto il litorale. Il coinvolgimento di turisti e della cittadinanza è stato promosso sia per sensibilizzare le persone stesse alla problematica della conservazione delle tartarughe marine, che per far conoscere e mostrare a tutti lo strumento che si stava adoperando nello studio, spiegandone anche il funzionamento.

14.5. Recupero degli strumenti

Nei mesi di maggio, giugno e luglio del 2011, 2012 e del 2013, in tutti i locali (chioschi, ristoranti, pizzerie, alberghi, centri *diving*, stabilimenti balneari, etc) della costa oristanese (da Piscinas a S'Archittu) sono stati distribuiti dei manifesti in formato A4 con riportata in evidenza la dicitura "Strumenti scientifici nella zona del Golfo di Oristano - Aiutateci a ritrovarli" e i recapiti telefonici degli operatori del CReS (Fig. 51).



Figura 51. Locandina relativa alla campagna "Strumenti scientifici nel Golfo di Oristano - Aiutateci a ritrovarli" distribuiti lungo tutta la costa della provincia oristanese

I *Pop up*, sia quelli rilasciati direttamente in mare, sia quelli sganciati dal carapace delle tartarughe, dopo i 5 giorni previsti di durata del GTR, si sarebbero dovuti spiaggiare per le onde provenienti principalmente dal settore occidentale, o galleggiare in mare aperto, per poi poter essere ritrovati da parte di bagnanti, diportisti o pescatori, con la speranza che questi li avessero riconsegnati all'indirizzo riportato nella parte inferiore del dispositivo, o avessero telefonato per comunicarne il ritrovamento. Per incentivare la restituzione dello strumento ci si è impegnati a garantire la consegna di un premio per l'importante contributo, informazione anche questa riportata sia nelle targhette dei *Pop Up* che nei manifesti distribuiti in tutta la zona.

14.6. Analisi dei dati

Dopo il ritrovamento, o il periodo di monitoraggio in vasca, il TDR deve essere estratto delicatamente dal *Pop Up* anche con l'aiuto di un bisturi per tagliare precisamente la retina di sicurezza e i tubicini in cui è stato inserito lo stesso *data logger*.

I dati scaricati dai TDR con il software G5 Host sono stati trasformati da formato Excel (.xls), a file di testo (.txt) per poter essere importati nel software di analisi specifico MT Dive (*Multi Trace Dive, Jensen Software Systems*). Il file Excel generato dal software G5 è stato preventivamente "ripulito" da informazioni superflue e che non potevano essere codificate da MT Dive, mantenendo unicamente i dati di tempo (data e ora di ogni evento d'immersione),

pressione e temperatura. Il software MT Dive è in grado di analizzare sia automaticamente che manualmente i singoli profili d'immersione (Fig. 52) previa impostazione di alcuni parametri, riuscendo a distinguere tra i vari *pattern*: U, V, W, Y, L, P (Fig. 53).

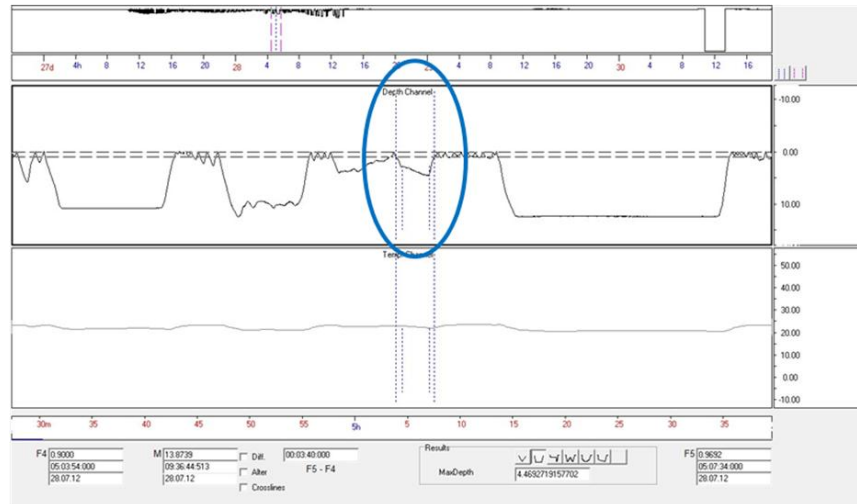


Figura 52. Schermata della *time-line* in cui viene evidenziato, nel cerchio blu, un profilo identificato dal programma MT Dive

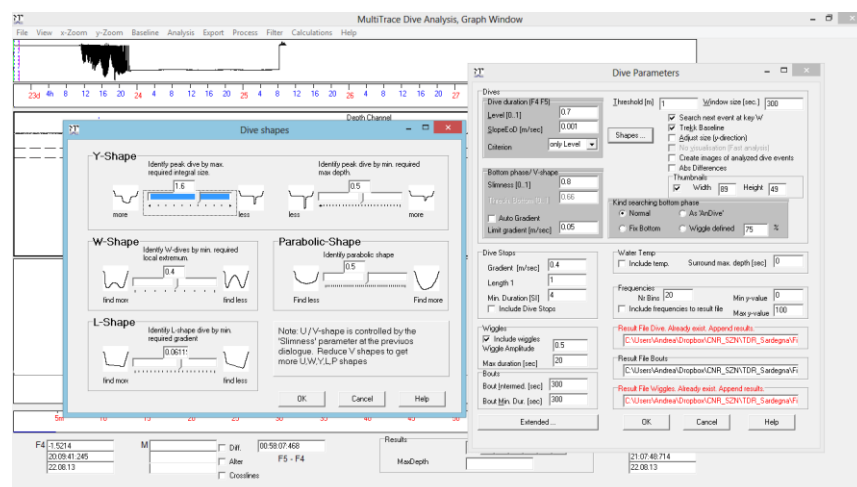


Figura 53. Schermata del programma MT Dive in cui sono stati impostati i parametri per l'analisi dei singoli profili d'immersione

In seguito al settaggio dei parametri è stata impostata l'analisi automatica di tutti i profili, ma una verifica manuale, confrontando i profili all'interno della *time-line* del software con il relativo database Excel, è stata comunque svolta per accertarsi che non fossero stati commessi errori o fossero state tralasciate delle analisi. Nello specifico sono state analizzate le curve di immersione descritte in letteratura (Houghton et al., 2002; Seminoff et al., 2006; Hochscheid, 2013) riscontrate per gli animali analizzati in vasca e in ambiente naturale. In questo studio l'attività comportamentale è stata testata attraverso il numero e la durata delle immersioni a U sul

fondo delle vasche per gli esemplari monitorati in cattività, e del mare per quelli rilasciati in natura.

Sono stati impostati dei parametri di profondità e tempo specifici in modo che il software fosse in grado di identificare delle differenze particolari all'interno dei profili a U, distinguendo chiaramente i *resting dive* (immersione di riposo sul fondo della vasca o in natura, fig. 54), da quei profili che presentavano, al loro interno, differenze di profondità come gli *wiggles* (oscillazioni su e giù di ampiezza non superiore a 50 cm e di 20 secondi di durata, in riferimento alla massima profondità della singola immersione). Grazie alla alta risoluzione impostata e quindi alla sensibilità dello strumento infatti, è stato possibile identificare gli *wiggles*, i quali forniscono ulteriori informazioni e dettagli sull'attività svolta sul fondo da una tartaruga durante questo genere di immersioni (Fig. 55). L'analisi comportamentale è stata svolta principalmente sulla categoria dei profili a U che è stata a sua volta suddivisa in due tipologie: U *resting* e U *activity*, rispettivamente "immersioni a U di riposo" e "immersioni a U di attività". Per testare statisticamente il comportamento delle tartarughe marine nei diversi ambienti è stato eseguito il T test attraverso l'applicazione integrata di Excel.



Figura 54. Profilo a U (nel cerchio rosa), che rappresenta una fase di *resting*, evidenziato nella *time-line* di MT Dive

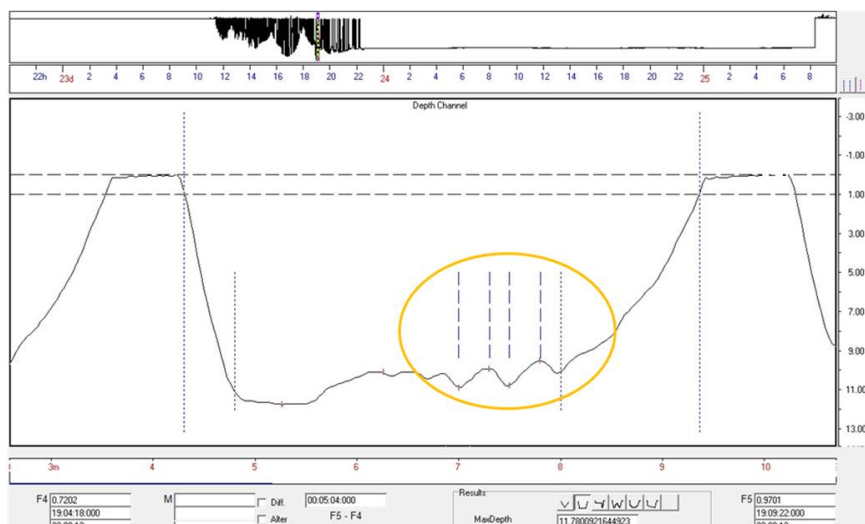


Figura 55. Profilo a U, con gli wiggles (nel cerchio giallo), che rappresenta una fase di activity, evidenziato nella time-line di MT Dive

15. Risultati

I pattern d'immersione osservati, evidenziati dal software MT Dive sono principalmente di 3 categorie: U, V, P. Nello specifico, nei profili a U considerati (>3 minuti), si nota una fase di discesa seguita da una sul fondo piuttosto lunga e successivamente da una fase di risalita; i profili a V sono caratterizzati da una fase di discesa e subito una risalita (Fig. 56); i profili a P (di forma parabolica) vengono svolti sotto la superficie e sono effettuati durante gli spostamenti orizzontali dell'animale (Fig. 57).

Differenze importanti nell'attività sono state osservate tra le tartarughe mantenute in vasca di degenza al CREC e quelle nella vasca di riabilitazione esterna, rispetto a quelle rilasciate in ambiente naturale. Differenze giorno/notte nei profili a U sono evidenti sia per gli esemplari monitorati in vasca di riabilitazione che per quelli rilasciati in natura.

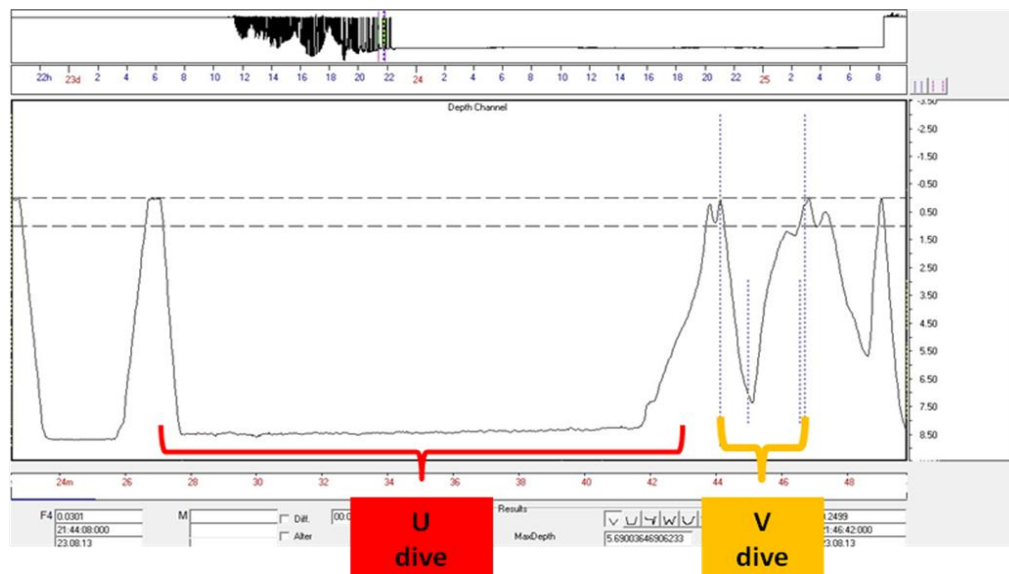


Figura 56. Time-line in cui è evidenziato un profilo a U (nella parentesi rossa) e un profilo a V (nella parentesi gialla)

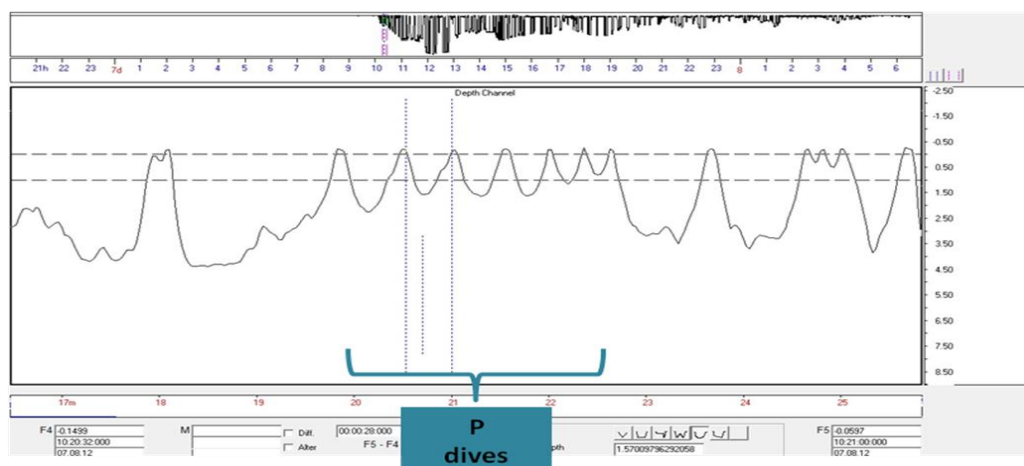


Figura 57. Time-line in cui è mostrato un profilo a P di forma parabolica (nella parentesi blu)

15.1. Esemplari monitorati in cattività

Gli esemplari monitorati in vasca di degenza hanno mostrato un comportamento sempre regolare, in cui hanno trascorso la maggior parte del tempo a riposare sul fondo, con poca attività di nuoto in superficie, escludendo i periodi di alimentazione. In questa fase di monitoraggio non si sono notate differenze tra la notte e il giorno (Fig. 58).

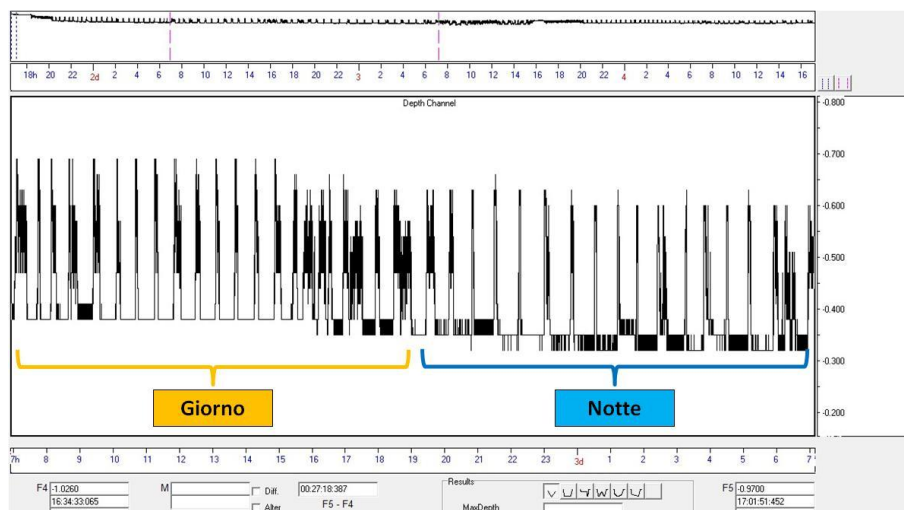


Figura 58. Comportamento delle tartarughe in vasca di degenza in cui è distinta la fase diurna (Giorno, in rosa) da quella notturna (Notte, in celeste)

Gli esemplari monitorati nella vasca di riabilitazione presso l'allevamento ittico hanno mostrato delle differenze comportamentali rispetto a quelli testati nelle vasche all'interno dei laboratori. In particolare è stata evidenziata una continua attività motoria durante le ore diurne rispetto alle fasi di riposo regolari osservate quasi esclusivamente durante la notte (Fig. 59).

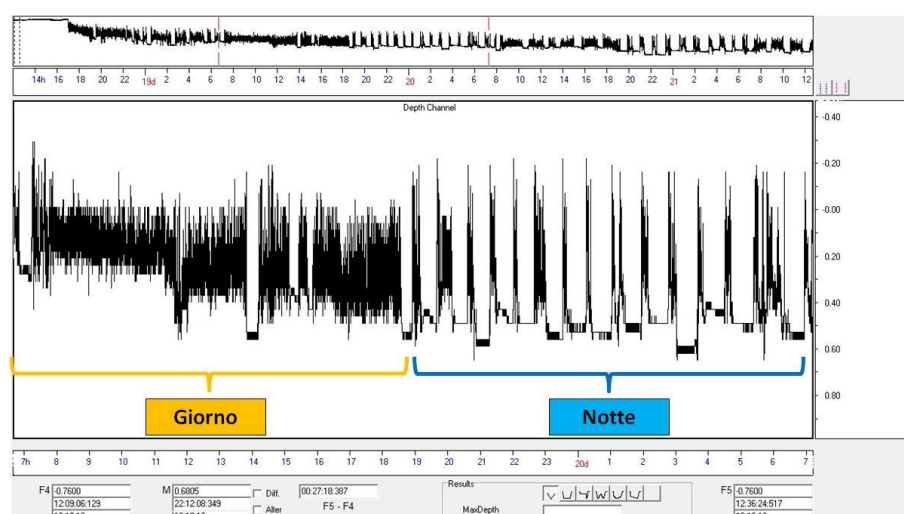


Figura 59. Comportamento delle tartarughe in vasca di riabilitazione in cui è distinta la fase diurna (Giorno, in giallo) da quella notturna (Notte, in celeste)

Mettendo a confronto i due ambienti, differenze significative ($t=4.302$; $p=0.044$) sono state osservate tra il numero delle immersioni a U totali giornaliere effettuate nella vasca di degenza (51 ± 4 immersioni) e quello relativo alla vasca di riabilitazione esterna (29.5 ± 2.5 immersioni) (Fig. 60).

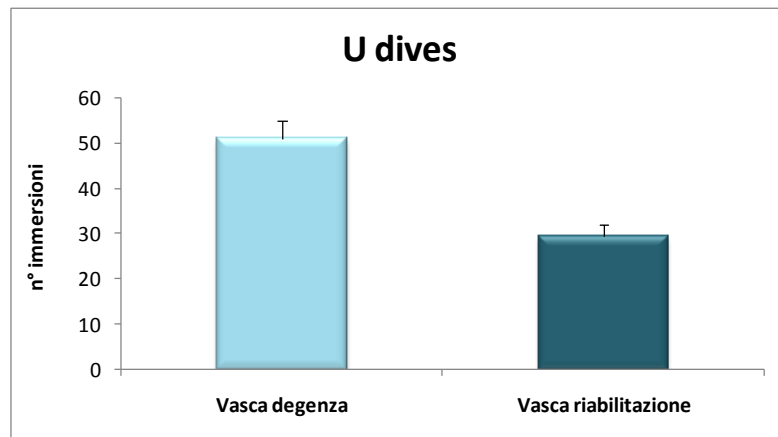


Figura 60. Grafico in cui sono riportate le immersioni a U totali in vasca di degenza e in vasca di riabilitazione

Considerando il numero medio di immersioni a U effettuate durante il giorno (28.5 ± 0.5) e la notte (22.5 ± 3.5), non sono state osservate differenze sostanziali, mentre differenze significative ($t=4.302$; $p=0.015$) sono mostrate dal comportamento in vasca di riabilitazione dove di giorno sono state osservate una media di 6.5 ± 0.5 immersioni e di notte 23 ± 2 immersioni di riposo (Fig. 61). La differenza maggiore ($t=4.302$; $p=0.001$) è data dal comportamento svolto durante il giorno nella vasca di degenza rispetto a quello svolto in vasca di riabilitazione.

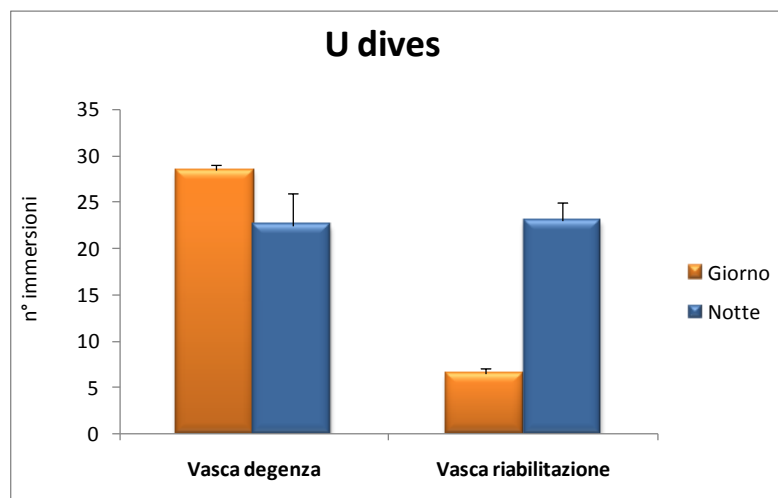


Figura 61. Grafico rappresentante il numero delle immersioni a U in vasca di degenza e in vasca di riabilitazione tra il giorno e la notte

In generale, non sono state osservate differenze per quanto riguarda la durata media delle immersioni nei due ambienti, rispettivamente di 22.04 ± 0.96 e 31.20 ± 1.69 minuti (Fig. 62).

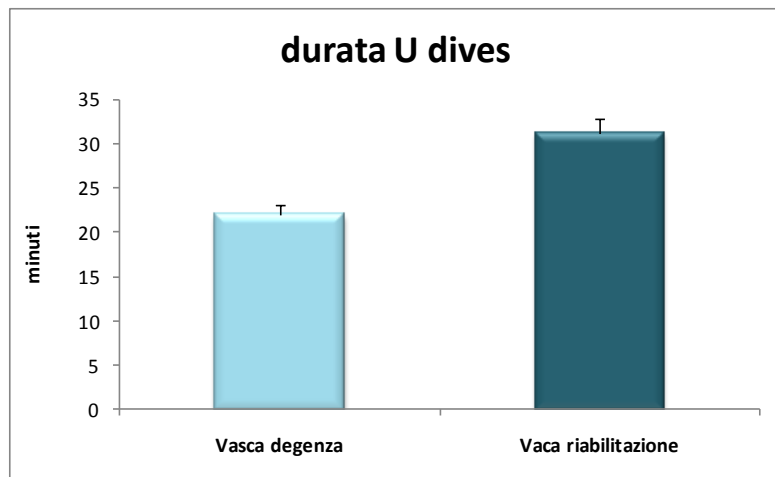


Figura 62. Grafico in cui sono riportate le durate medie delle immersioni a U in vasca di degenza e di riabilitazione

Confrontando la durata delle immersioni di riposo durante la notte, sono state riscontrate differenze significative ($t=1.986$; $p<0.001$) tra gli esemplari monitorati nella vasca di degenza (23.87 ± 1.62 minuti) e in quella di riabilitazione (33.03 ± 1.98 minuti) oltre che tra il giorno (24.72 ± 2.48 minuti) e la notte (33.03 ± 1.98 minuti) nella vasca di riabilitazione ($t=2.045$; $p=0.014$) (Fig. 63).

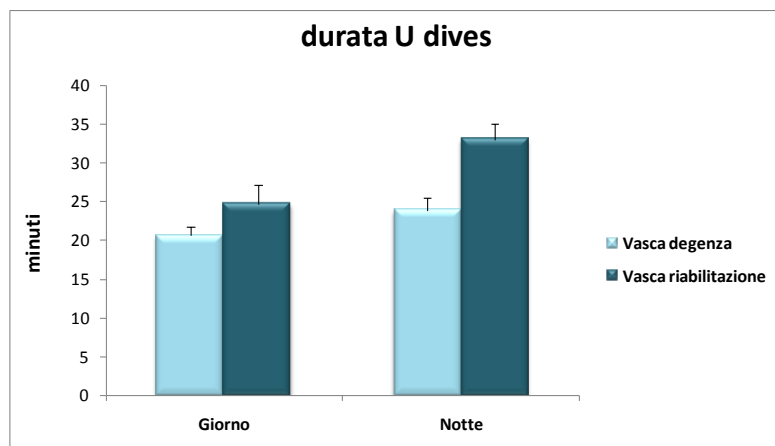


Figura 63. Grafico che riporta le durate delle immersioni a U in vasca di degenza e di riabilitazione, tra il giorno e la notte

15.2. Monitoraggio in ambiente marino naturale

15.2.1. Studio di fattibilità

Come si evince dalla tabella 13, dei 19 *Pop Up* totali gettati in mare aperto come prova, 13 di essi (68%) sono stati recuperati dai frequentatori delle spiagge della costa Oristanese. Dei 13 *Pop Up* rilasciati più in prossimità del Golfo, ben 11 di essi (84%) sono stati ritrovati, e 2 sono le

aree in cui si è avuto il maggior numero di recuperi: 4 Pop Up nei pressi della marina di Arborea, nella parte più a Sud del Golfo, e 7 nei pressi di San Giovanni di Sinis, nella zona più a Nord, entrambe evidenziate da rettangoli verdi (Fig. 64). Dei 6 *Pop Up* rilasciati al largo del Golfo (circa 3 miglia nautiche dalla costa), solo 2 sono stati recuperati, uno dei quali all'Isola di S. Antioco, nel Sud della Sardegna.

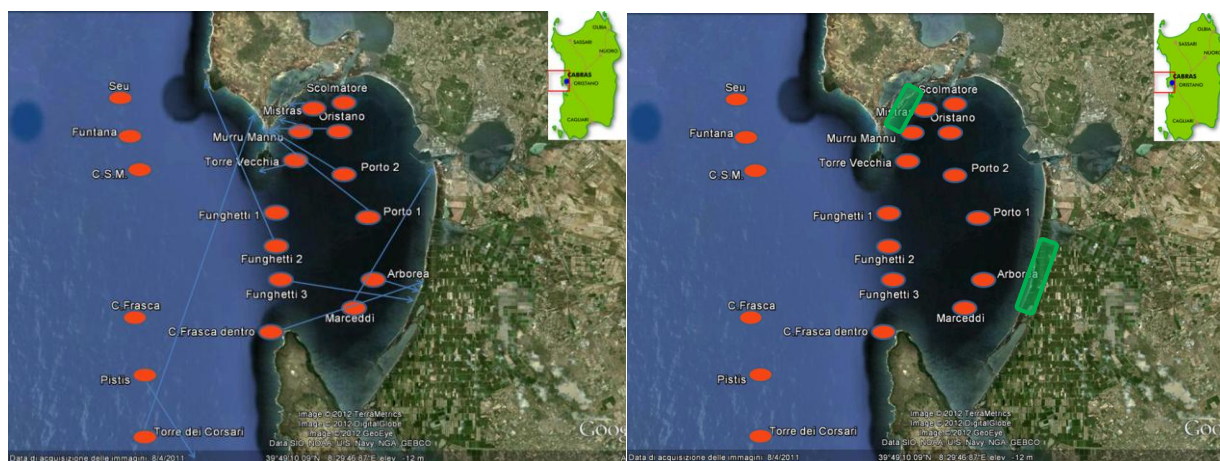


Figura 64. Mappe relative allo spiaggiamento dei *Pop Up* finti. Le frecce blu indicano il punto di spiaggiamento di ogni dispositivo (sx) e le aree rettangolari verdi mostrano le zone maggiormente interessate dal ritrovamento (dx)

Zona	N° rilasciati	N° recuperati	%
Mare aperto	6	2	33%
Golfo	13	11	84%
TOT	19	13	68%

Tabella 13. Schematizzazione dei *Pop Up* rilasciati in mare e recuperati spiaggiati lungo la costa dell'oristane

15.2.2. Tartarughe rilasciate in natura

Dei 5 *Pop Up* applicati alle tartarughe ne sono stati recuperati 4 (80%), nello specifico 3 su 4 (75 %) nel 2012 ed 1 su 1 (100%) nel 2013. Solo il *Pop Up* n° 1, applicato alla S_301, la prima tartaruga dello studio, liberata dalla spiaggia di Torregrande, non è mai stato ritrovato (o riconsegnato (Tab. 14).

ID tartaruga	CCL (cm)	CCW (cm)	Peso (g)	Sex	ID TDR	ID POP UP	Data rilascio	Località rilascio	Data recupero	Località recupero
S301	68	64	43.3	M	A09094	1	14-lug-12	Torregrande	<u>NO</u>	<u>NO</u>
S289	65	62	33.6	M	A09093	2	27-lug-12	Arborea	29-lug-12	Arborea 18°
S288	68	65	45	M	A09093	3	07-ago-12	Tharros	18-set-12	Arborea 10°
S285	73	66	57.6	F	A09095	4	23-ago-12	Tharros	01-nov-12	Sassu/P.to OR
S323	68	62	39.7	M	A09093	5	22-ago-13	Tharros	07-set-13	T. dei Corsari

Tabella 14. Elenco delle tartarughe rilasciate in natura con *Pop Up*. l'ID identificativo degli esemplari, la CCL cm (*Curve Carapace Lenght*, lunghezza curva del carapace in centimetri); CCW (*Curve Carapace Width*, larghezza curva del carapace in centimetri); Peso in grammi, Sex: sesso dell'individuo; ID TDR: numero identificativo del TDR utilizzato. Il *Pop up* relativo alla S_301 non è mai stato rinvenuto (NO)

Il periodo di tempo trascorso prima della riconsegna dei *Pop Up* ritrovati è stato molto variabile, ma con una media di 17 ± 8.49 giorni. Nello specifico, nel caso della tartaruga S_289, il Pop Up n° 2 è stato ritrovato e riconsegnato dopo soli 2 giorni, per il n° 3 relativo alla S_288 ci sono voluti 41 giorni, per il n° 4 della S_285 sono trascorsi 9 giorni e per il n° 5 della S_323 16 giorni.

Gli esemplari rilasciati sono stati ospedalizzati per un periodo compreso tra 110 (S_323) e 377 giorni (S_285) e monitorati in natura per una media di 2.32 ± 1.53 giorni. I tre individui rilasciati nel 2012 (S_289, S_288, S_285) sono stati monitorati rispettivamente per 1.12, 0.84, 0.45 giorni (1613, 1208, 643 min) mentre l'esemplare S_323 rilasciato nel 2013 è stato monitorato per 6.89 giorni (9925 min), per un totale di 9.30 giorni (13389 min).

Sono state registrate totalmente 2137 immersioni di cui 53.21 ore (3193 minuti) rappresentano il tempo trascorso in superficie, mentre 212.36 ore (12718 minuti) quello trascorso in immersione.

Negli esemplari monitorati in mare sono state registrate molteplici immersioni appartenenti ai vari profili descritti in letteratura (P, L, Y, W, V, U), e tra questi, il profilo a U è risultato quello più frequente. Nello specifico è stato registrato per l'esemplare S_289 con valori pari al 63.87%, nella S_288 con il 78.97%, nella S_285 con l'87.01% e nella S_323 con il 69.12%. Negli esemplari monitorati in natura, la profondità massima raggiunta è stata di 115.59 m nella tartaruga S_323, di 24.25 m nella S_289, di 17.69 m nella S_289 e di 11.78 m nella S_285 (Fig. 65). Il tempo totale trascorso sul fondo durante le immersioni è stato di 173.37 ore (10378 minuti) in cui sono state compiute 1506 immersioni a U (Tab. 15).

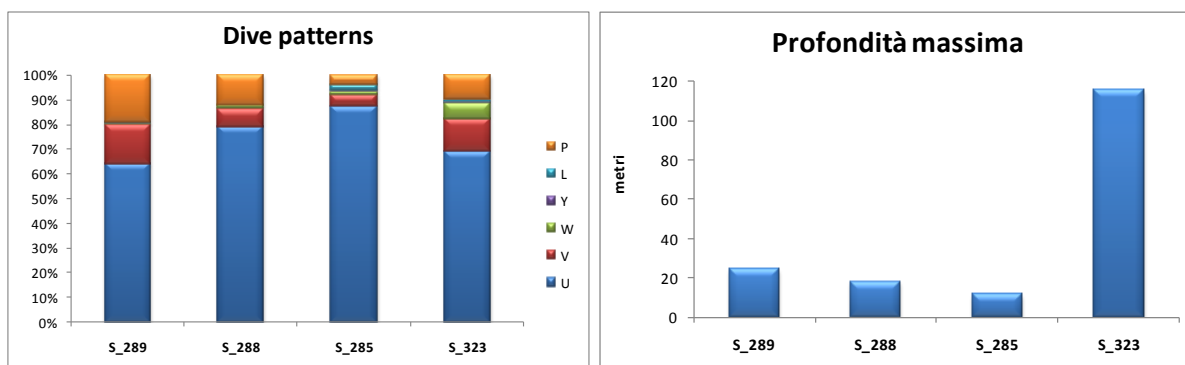


Figura 65. Il grafico mostra la percentuale dei profili riscontrati nelle 4 tartarughe monitorate in natura (sx) e la massima profondità raggiunta da ognuna di esse (dx)

ID tartaruga	Minuti monitoraggio	Ore monitoraggio (hh:mm:ss)	Giorni monitoraggio	max profondità (mt)	Minuti in superficie	Minuti in immersione	Minuti sul fondo	Tot immersioni	TOT U dives
S_289	1613	26:52:56	1.12	24.25	360	1343	913	655	419
S_288	1208	20:07:36	0.84	17.69	731	488	348	194	154
S_285	643	10:43:28	0.45	11.78	114	553	372	230	201
S_323	9925	165:24:48	6.89	115.59	1988	10334	8745	1058	732
TOT	13389	223:08:48	9.30	\	3193	12718	10378	2137	1506

Tabella 15. Rappresentazione dettagliata del tempo di monitoraggio (superficie e immersione) per ogni tartaruga rilasciata in natura

15.2.3. Immersioni sul fondo: U dives

Gli esemplari rilasciati hanno mostrato un'attività motoria continua e caratterizzata da profili differenti, soprattutto nelle prime ore dalla liberazione.

Focalizzandoci sulle immersioni in cui gli esemplari hanno interagito con il fondo, bisogna differenziare le immersioni a U di riposo (*resting dives*) in cui la tartaruga rimane immobile (la fase di fondo risulta omogenea e rappresentata da una linea retta), rispetto alle immersioni a U in cui si osserva l'attività caratterizzata da oscillazioni verticali (*wiggles*) all'interno della fase di fondo. Altre immersioni a U sono state categorizzate come "Altro" perché non rientravano in nessuna delle due categorie. Sono state osservate le prime immersioni a U prolungate (probabilmente di riposo) dopo alcune ore dal rilascio; la S_289 ha compiuto la prima U dive di

resting dopo 3.15 ore dal rilascio, la S_288 dopo 1.13 ore, la S_285 dopo 4.25 ore e la S_323 dopo 1.31 ore. La durata di queste immersioni è stata rispettivamente di 14:54, 8:12, 4:14 e 4:15 minuti (Tab. 16), e mediamente di 7.53 ± 0.10 minuti.

Le U *dives* di riposo (*resting*) sono state osservate con la più alta percentuale nella tartaruga S_323 (30.60%), seguita dalla S_288 (25.97%), dalla S_289 (15.99%) e dalla S_285 (13.43%).

Le U *dives* caratterizzate da *wiggles* sono state osservate con i più elevati valori nella S_323 (20.90%) seguita dalla S_285 (6.97%), dalla S_289 (6.44%) e dalla S_288 (5.19 %) e la profondità media riscontrata è stata di 8.26 ± 0.46 metri.

Id tartaruga	Tot u dives	1° resting dive		U dives - resting		U dives - activity		U dives - altro	
		Ore dal rilascio	durata (min)	N	%	N	%	N	%
S_289	419	03:15	14:54	67	15.99	27	6.44	325	77.57
S_288	154	01:13	08:12	40	25.97	8	5.19	106	68.83
S_285	201	04:25	04:14	27	13.43	14	6.97	160	79.60
S_323	732	01:31	04:15	224	30.60	153	20.90	355	48.50

Tabella 16. Dettaglio delle U *dives* riscontrate nei 4 esemplari rilasciati in mare in cui viene riportato, per ognuno di essi, il numero totale delle U *dives* generiche e anche nello specifico, quelle di riposo (*resting*), di attività (*activity*), e di altre tipologie (altro), sia in numero (N) che in percentuale (%)

Le U *dives* "generiche" (altro) sono state osservate nelle tartarughe S_285 (79.60%), S_289 (77.57%), S_288 (68.83%) e S_323 (48.50%) (Fig. 66).

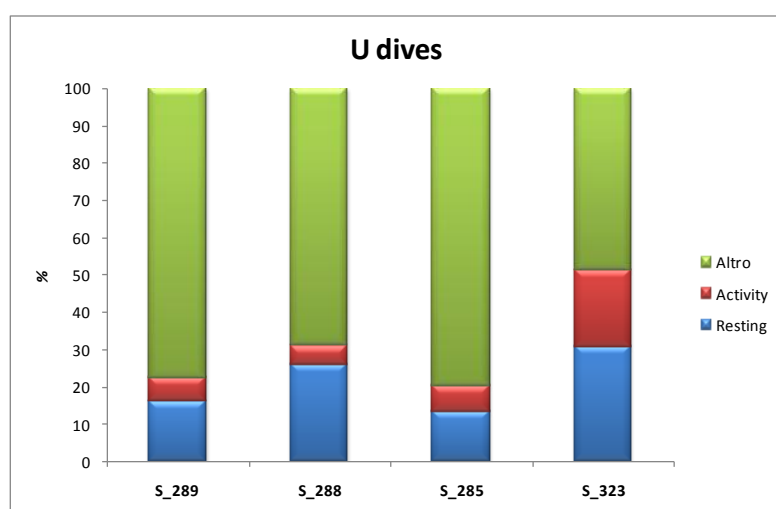


Figura 66. Grafico rappresentante la ripartizione percentuale delle diverse tipologie di immersioni a U (Altro, Activity, Resting)

La più lunga immersione a U riscontrata è stata osservata nell'esemplare S_323, della durata di 26.36 minuti, a seguire la S_289 con 22.00 minuti, la S_285 con 15.29 minuti e la S_288 con 09.40 minuti (Fig. 67).

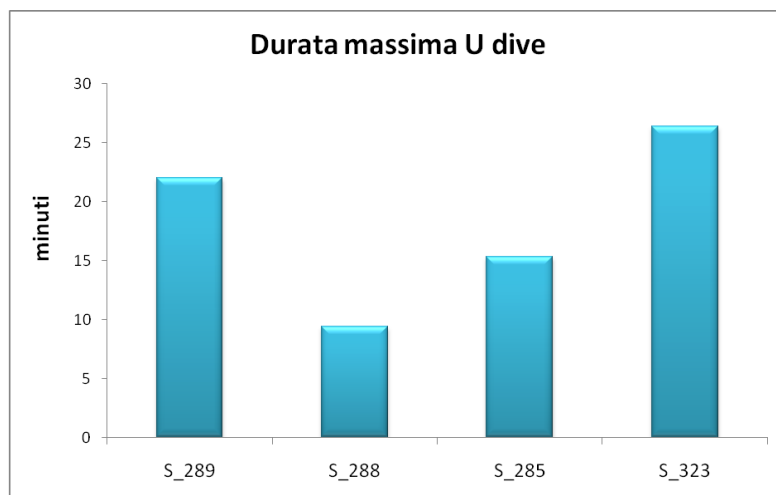


Figura 67. Rappresentazione della durata massima in minuti del tempo trascorso in immersione relativo ai 4 individui monitorati in natura

Per quanto riguarda le *Activity U Dives*, le profondità medie osservate nei quattro esemplari monitorati in natura sono comprese tra 0 e 10 metri. Nello specifico la tartaruga S_285 ha interagito attivamente con il substrato ad una profondità media di 7.58 ± 0.58 metri, la S_288 a 8.17 ± 0.85 metri, la S_289 a 10.28 ± 1.08 metri e la S_323 a 8 ± 0.57 metri (Fig. 68)

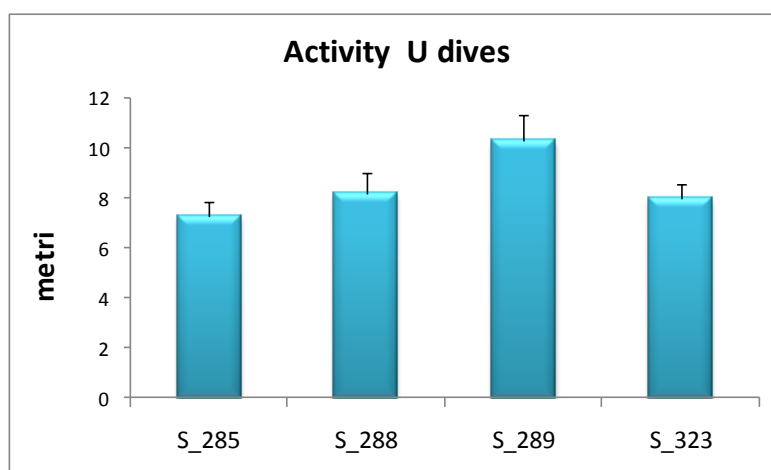


Figura 68. Rappresentazione delle profondità medie utilizzate dagli esemplari monitorati in natura nei profili relativi alle U dives con attività sul fondo

L'esemplare S_323, l'unico monitorato per un lungo periodo (sette giorni) rispetto agli altri tre, ha mostrato una consistente attività di interazione con il fondale, sia di giorno che di notte,

determinato dalle U dives con un tempo di stazionamento sul fondo di almeno 180 sec (3 minuti). Non sono state riscontrate differenze significative tra le immersioni effettuate di giorno e di notte nell'arco dei sette giorni (Fig. 69).

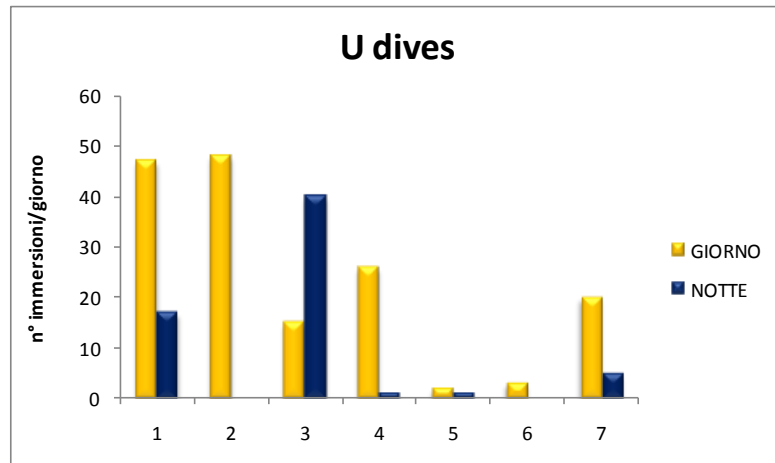


Figura 69. Il grafico rappresenta il numero di immersioni a U giornaliere nell'esemplare S_323, suddivise tra giorno e notte nell'arco dei 7 giorni di monitoraggio

Analizzando separatamente le due diverse tipologie di U dives rilevate, per quanto riguarda le immersioni con *wiggles*, quelle che caratterizzano l'attività svolta sul fondale, sono state osservate differenze significative nella fase diurna rispetto a quella notturna. La predominanza delle immersioni con *wiggles* di giorno è stata osservata con valori medi giornalieri di 12.42 ± 3.35 immersioni rispetto alle 1.42 ± 0.94 immersioni svolte di notte ($t=2.364$; $p=0.016$) (Fig. 70).

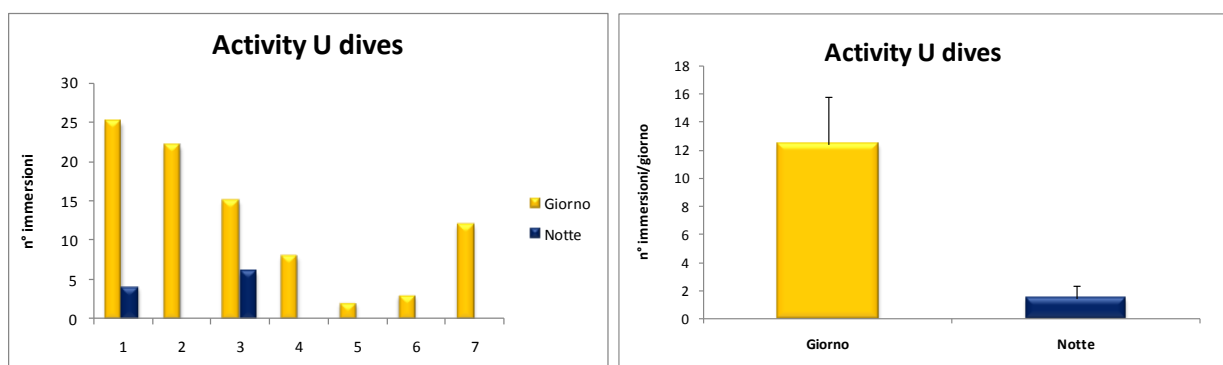


Figura 70. Numero di immersioni a U della tipologia *Activity* mostrate nell'esemplare S_323 tra il giorno e la notte (sx) e numero medio giornaliero suddivise tra giorno e notte (dx)

Per quanto concerne l'altra tipologia di U dives, (*resting*), la distribuzione risulta omogenea tra il giorno e la notte con un numero medio di 12 ± 3.88 immersioni nelle ore diurne e di 6.14 ± 4.06 immersioni in quelle notturne (Fig. 71).

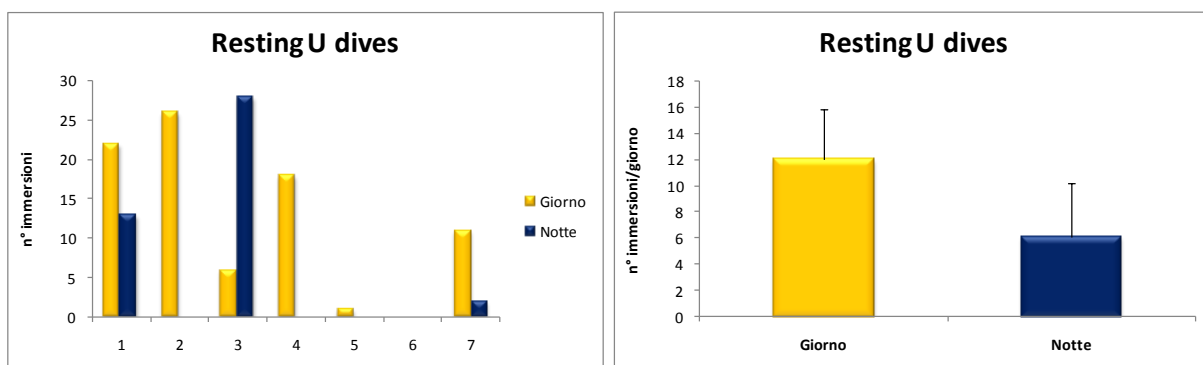


Figura 71. Numero di immersioni a U della tipologia *Resting* mostrate nell'esemplare S_323 tra il giorno e la notte (sx) e numero medio giornaliero suddivise tra giorno e notte (dx)

La tartaruga S_323, nei 7 giorni di monitoraggio, ha interagito attivamente con il fondale eseguendo immersioni a U in un range compreso fra 0 e 13 metri. In particolare, le *Activity U Dives* svolte durante il primo giorno sono state osservate mediamente a 13.11 ± 1 metri, durante il secondo a 7.68 ± 0.88 metri, durante il terzo a 3.90 ± 0.30 metri, nel quarto giorno a 5.42 ± 0.68 metri, nel quinto a 8.86 ± 0.04 metri, nel sesto a 7.31 ± 0.34 metri e nel settimo giorno a 7.57 ± 2.32 metri (Fig. 72).

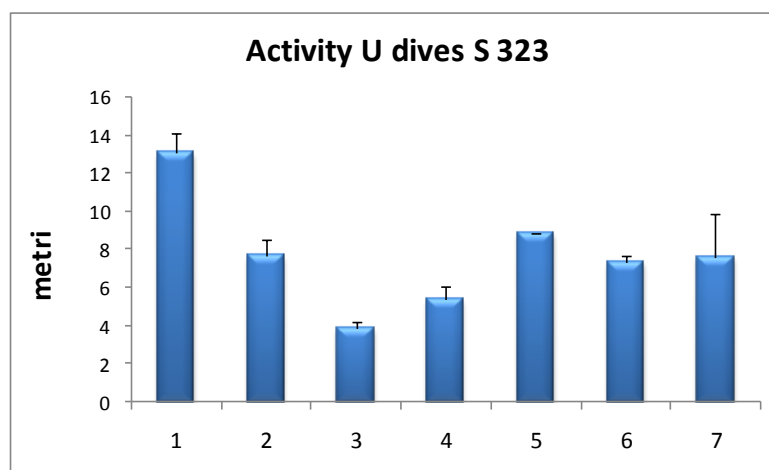


Figura 72. Rappresentazione della profondità media relativa alle *Activity U Dives* effettuate dalla tartaruga S_323 per ognuno dei sette giorni di monitoraggio

16. Discussioni

Il lavoro sul monitoraggio dello stato di salute degli esemplari rilasciati in natura dopo un periodo di cure ha avuto l'obiettivo di valutare l'importanza e il ruolo dei Centri di Recupero. L'utilizzo di questa metodologia ha dato luogo ad importanti risultati, primo fra tutti l'osservazione del comportamento delle tartarughe attraverso l'analisi dei *pattern* d'immersione, considerando le differenze tra la vasca di degenza, la vasca di riabilitazione e l'ambiente naturale.

I risultati ottenuti nel presente studio mostrano chiaramente che gli esemplari rilasciati, evidenziano una vasta gamma di tipologie di immersione già dalle prime ore dalla liberazione, ad attestare la ripresa delle normali funzioni comportamentali.

L'obiettivo principale dei Centri di Recupero è la reintroduzione in natura di ogni singolo esemplare, ovviamente quando vengono ristabilite le condizioni sufficienti per poter sopravvivere e svolgere le funzioni basilari (FWC, 2007; Jacobson et al., 1999; RAC/SPA, 2004).

L'utilizzo dei *pattern* d'immersione in questo lavoro si è rivelata una scelta corretta ed efficace nel valutare lo stato di salute delle tartarughe reintrodotte in natura. Il comportamento della maggior parte delle specie marine dotate di polmoni che compiono apnee (*surfacers*), è relazionato alle modalità in cui "utilizzano" la colonna d'acqua e alle tipologie di immersioni effettuate. Dalla varietà di tipologie di immersione registrate nel nostro studio emerge la presenza di tutti i *pattern* d'immersione già precedentemente descritti dalla letteratura (Hochscheid, 2013), a dimostrazione di come gli esemplari monitorati abbiano avuto un comportamento nella norma. I quattro esemplari rilasciati nel Golfo hanno mostrato, ad esempio, profili a "U", corrispondenti a situazioni di riposo o di alimentazione (Sakamoto et al., 1993; Minamikawa et al., 1997; Houghton et al., 2002), a "V" relazionati all'esplorazione della colonna d'acqua o del fondo, all'orientamento e al nuoto (Minamikawa et al., 1997; Houghton et al., 2002), a "W" utilizzati nell'alimentazione in colonna d'acqua (Salmon et al., 2004), a "P" (parabola) che evidenziano attività di nuoto sotto la superficie (Houghton et al., 2002; Seminoff et al., 2006). Nello specifico i profili a "U" sono stati quelli utilizzati come indicatori nel lavoro di monitoraggio post-rilascio. Questa tipologia di profilo evidenzia immersioni in colonna d'acqua e immersioni sul fondo, distinguibili tra loro per forma, durata e profondità raggiunta.

La presenza di questa tipologia di immersione evidenzia un corretto utilizzo dell'assetto idrostatico degli individui monitorati, forse tra le principali evidenze dello stato di salute delle tartarughe marine. La capacità di permanere sul fondo è relazionata al corretto utilizzo dei polmoni come organo idrostatico, all'assenza di infezioni e di anomalie motorie e comportamentali, e permette agli animali di effettuare immersioni di riposo (*resting*). Al

contrario, individui ancora affetti da patologie, parassitosi, ferite agli arti, lesioni agli occhi, infezioni polmonari (Jacobson, 1997; Lutcavage & Lutz, 1997), permangono in superficie mostrando evidenti difficoltà comportamentali, faticando a riposare sul fondo delle vasche di degenza.

La permanenza degli individui sul fondo è relazionata a due principali categorie comportamentali facilmente distinguibili dai dati raccolti dal TDR: la prima che definiamo di riposo (*resting*), e l'altra che chiameremo genericamente di attività (*activity*), in cui si susseguono continue oscillazioni verticali nei dati di profondità (*wiggles*), riconducibili a differenti attività sul fondo.

Il riposo è presente in tutte le condizioni monitorate (vasche di degenza, di riabilitazione e in natura), ma con importanti peculiarità riconducibili probabilmente ai differenti volumi d'acqua (vasche e mare aperto) e altri fattori. Ma oltre queste considerazioni, di tutti i parametri monitorati, le U di *resting* risultano sicuramente le più importanti, rappresentando l'indicatore comportamentale più semplice da verificare e il più significativo dello stato di salute per le tartarughe ospedalizzate. La durata media delle apnee (22.04 ± 0.96 minuti) conferma le buone capacità di regolare l'assetto idrostatico da parte delle tartarughe (Minamikawa et al., 2000; Hochscheid et al., 2003; Hays et al., 2004) già nelle vasche di degenza. Interessante è il fatto che a differenza di quanto riscontrato in natura la periodicità delle fasi di riposo risulta molto più regolare nelle vasche del CReS, e nello specifico in quelle di degenza, non mostrando differenze tra il giorno e la notte. Già nelle condizioni di riabilitazione si contano un numero di immersioni di riposo significativamente maggiori di notte, analogamente a quanto riscontrato in natura. Nel primo caso si alternano solamente a momenti di attività di nuoto di superficie, mentre in natura si alternano a differenti profili che si presentano regolarmente nelle diverse fasi della giornata a dimostrare una serie di comportamenti relazionati probabilmente alle differenze giorno/notte. Si intuisce come le tartarughe in natura abbiano ristabilito e perfezionato, da subito, i ritmi circadiani, svolgendo una attività di immersione intensa e continua durante il giorno e riposando sul fondo durante la notte; l'aspetto interessante, contrariamente a quanto spesso descritto in letteratura, è l'osservazione di fasi di riposo dopo poche ore dal rilascio, altro sintomo di un basso livello di stress nonostante i traumi subiti e i periodi di degenza relativamente lunghi. Da un'attenta analisi dei dati si evince che a differenziare le modalità di riposo è essenzialmente la complessità dell'ambiente e che al semplice aumentare delle dimensioni della vasca, come al naturale alternarsi del giorno e della notte equivalgono modalità differenti di "permanenza sul fondo". Infatti le fasi di riposo sono state identificate grazie all'alta risoluzione impostata nella programmazione dei TDR, e si sono potute distinguere dalle fasi di *wiggles* (Fossette et al.,

2007). Differenziando le immersioni a U di riposo da quelle in cui si è osservata maggiore attività in prossimità del substrato, si può affermare che le quattro tartarughe rilasciate in natura abbiano tutte interagito in vario modo con il fondale, come descritto da Houghton et al. (2002), e tale tipologia comportamentale potrebbe essere legata sia all'esplorazione dell'ambiente o anche alla ricerca di cibo o ad attività di predazione (Hochscheid, 2013; Eckert et al., 1989).

Le "U" che mostrano *wiggles* sono esclusive degli animali monitorati in natura. Gli *wiggles*, che sono spesso associati ad un comportamento di attività da parte degli animali mostrano una frequenza significativamente maggiore nelle ore diurne (12.42 ± 3.35 immersioni) rispetto a quelle notturne (1.42 ± 0.94 immersioni) (Fig. 70). La ricorrenza di questa tipologia di comportamento è stata mostrata in diversi studi che evidenziano come le ore diurne, in particolare alba e tramonto, siano quelle di maggiore attività delle tartarughe e probabilmente siano direttamente correlate alla presenza di prede vagili (Hochscheid et al., 2013; Makowsky et al., 2006). Considerando che nei primi giorni di monitoraggio, la profondità mediamente sfruttata con immersioni di attività (*U dives* + *wiggles*) in prossimità del fondo è stata di 8.26 ± 0.46 metri, si può ipotizzare che le tartarughe abbiano stazionato nel Golfo di Oristano, o comunque nelle aree costiere adiacenti.

Inoltre il raggiungimento di profondità considerevoli, effettuate soprattutto nella fase diurna, può comprovare sicuramente la condizione fisica degli animali ma ci spinge a ipotizzare anche altre possibilità. Le profondità registrate in immersione mediamente si attestano attorno ai 25 metri ma hanno raggiunto valori fino a 115 metri di profondità (come nell'esemplare S_323), e questo aspetto ci fa scartare l'idea di associare attività di riposo a quelle profondità, rispetto ad attività di esplorazione o di orientamento (Hatase et al., 2007; Polovina et al., 2003).

Gli aspetti relativi all'utilizzo specifico dell'habitat potranno comunque essere approfonditi una volta che si avrà un set di dati più completo e quindi attraverso il monitoraggio di un maggior numero di esemplari in natura, considerando che la metodologia è risultata particolarmente appropriata in quest'area della Sardegna.

L'utilizzo del Golfo di Oristano come area di studio in cui rilasciare gli individui ha sicuramente permesso un più semplice rinvenimento degli strumenti, che come descritto da Hochscheid (2013) rappresenta uno dei limiti metodologici di questa applicazione scientifica. I *Pop Up* sono stati recuperati tutti lungo il litorale del Golfo, sia grazie al vento di Maestrale che ha spinto gli strumenti galleggianti verso la costa, sia per il fatto che, durante il periodo estivo, le spiagge dell'Oristanese siano continuamente frequentate da bagnanti, pescatori e turisti.

Il Golfo di Oristano, per le sue caratteristiche geografiche, morfologiche ed ecologiche si è mostrata una zona strategica in cui liberare gli esemplari curati. Il fondale caratterizzato dal vasto

posidonieto, potrebbe risultare un fattore d'interesse per la ricerca di cibo sul fondo da parte delle tartarughe, considerando le numerose specie di organismi bentonici presenti.

I dati dei TDR hanno mostrato profili riconducibili alla esplorazione del fondale da parte di tutti gli animali rilasciati e questo fa supporre un probabile utilizzo dell'habitat del Golfo di Oristano, considerando anche la permanenza all'interno della fascia batimetrica dei 25 metri per diverso tempo. Sarà fondamentale continuare a raccogliere i dati sugli esemplari rilasciati in Sardegna nei prossimi anni, per poter avere una mappa dettagliata relativa alla fascia batimetrica sfruttata a cui sovrapporre delle carte biocenotiche, e ottenere così una rappresentazione grafica di utilizzo dell'habitat da parte delle tartarughe.

Per avere un riscontro più preciso della tipologia di organismi ingeriti dalle tartarughe che frequentano l'area, i dati cartografici saranno integrati da quelli relativi all'analisi delle prede nei contenuti gastro-intestinali degli esemplari rinvenuti morti nel corso degli anni.

In considerazione delle varie strumentazioni attualmente esistenti, e degli importanti risultati ottenuti nel presente lavoro, si può affermare che il TDR rappresenti uno strumento idoneo per studiare il comportamento in immersione nelle tartarughe nelle fasi di post-rilascio, portandoci a suggerirne l'utilizzo a tutti i Centri di recupero dell'area mediterranea.

17. Conclusioni

I dati forniti attraverso il *bio-logging* (bio-registrazione) possono migliorare la nostra comprensione del comportamento e della biologia delle specie di interesse conservazionistico ed in tal modo, fornire i parametri chiave fondamentali per la gestione di queste specie (Evans et al., 2013).

Per la prima volta in Sardegna, il monitoraggio del comportamento delle tartarughe marine è stato eseguito con i TDR, i quali hanno consentito di tradurre l'attività svolta in immersione nella condizione fisica degli esemplari degenti e rilasciati in mare.

La possibilità di eseguire il lavoro si è avuta grazie all'organizzazione della Rete Regionale della Sardegna, nell'ambito della quale il CReS cura, ospedalizza e rilascia gran parte delle tartarughe rinvenute lungo le coste dell'isola. Bisogna ricordare che le tartarughe marine possono essere studiate solo ai fini del monitoraggio delle condizioni di salute e la loro manipolazione non invasiva è consentita esclusivamente agli operatori specializzati afferenti ai Centri di Recupero con il supporto degli Istituti di Ricerca autorizzati.

Il solo monitoraggio visivo del comportamento delle tartarughe in vasca durante il ricovero e quello in mare dopo il rilascio per i primi minuti, forniscono solo informazioni parziali.

Il monitoraggio delle condizioni di salute delle tartarughe al Centro di Recupero consente un rilascio in maggiore sicurezza. Ogni esemplare restituito al suo ambiente naturale dopo un periodo in cattività deve riacquisire la capacità di nuotare in maniera coordinata, compiere immersioni lunghe e profonde, cibarsi autonomamente, riposare sul fondo e sfuggire o difendersi da eventuali predatori.

Sarebbe opportuno, quindi, che tutti i Centri di Recupero monitorassero con queste metodologie, gli esemplari degenti prima e dopo il rilascio, sia per verificarne lo stato di salute, sia per implementare le conoscenze di carattere ecologico e comportamentale in tutte le aree frequentate dalla *C. caretta* in Mediterraneo.

L'isola, che in effetti si trova al centro del Mediterraneo, rappresenta un'area in cui la piattaforma continentale è particolarmente ampia, soprattutto in corrispondenza del settore centro - occidentale e del Golfo, dove si estende la prateria di *Posidonia oceanica* (De Falco et al, 2008), area in cui le tartarughe marine potrebbero trovare fonte di alimentazione in tutti i periodi, sui diversi organismi bentonici presenti, anche a basse profondità, particolarmente accessibili dagli individui di tutte le classi di età.

Caratterizzare la fauna bentonica, capire in che modo le tartarughe marine utilizzano gli habitat e descrivere le eventuali interazioni con le attività antropiche potrà servire ad apportare specifiche azioni di tutela (Bjorndal, 1997).

In Sardegna non sono stati eseguiti studi sul comportamento alimentare di *C. caretta* prima d'ora, quindi l'approfondimento di questo studio potrà avere una ricaduta a livello gestionale e conservazionistico per le popolazioni di tartarughe che frequentano l'isola.

Il Golfo di Oristano, potrebbe essere incluso tra le aree di foraggiamento da salvaguardare per la *C. caretta*, e non essere considerato un semplice "corridoio di transito".

Capitolo 3. Studio dell'interazione tra la tartaruga comune (*Caretta caretta*) e il “Marine Litter” in Sardegna

18. Introduzione

La tartaruga comune, come emerso nei precedenti capitoli, è il chelonide più diffuso in Mediterraneo e frequenta aree differenti con densità variabili in relazione alla stagionalità e alla località geografica (Broderick et al., 2002; Casale & Margaritoulis, 2010; Margaritoulis et al., 2003). È una specie migratrice (Bentivegna, 2002; Bentivegna et al., 2007; Papi & Luschi, 1996) che spinta dalle temperature stagionali si sposta dal bacino orientale a quello occidentale sia per l'alimentazione che per la riproduzione. Le tartarughe marine hanno un complesso ciclo vitale per cui frequentano differenti ambienti marini, comprese le spiagge, l'ambiente pelagico e l'ambiente neritico, il che le rende particolarmente vulnerabili alle attività antropiche in ogni fase della loro vita. La tarda età in cui raggiungono la maturità sessuale (Bjorndal et al., 2000), l'elevata mortalità naturale degli *hatchling* oltre che la riduzione dei siti di nidificazione disponibili sono fattori che compromettono il successo riproduttivo in questa specie (Kraemer & Bell., 1980; Matsuzawa et al., 2002).

La tartaruga comune è considerata a rischio di estinzione (Appendice I della CITES e *red list* della IUCN) e specie "prioritaria" in Direttiva Habitat. In Mediterraneo l'impatto con strumenti da pesca e con le imbarcazioni è particolarmente elevato e in continua crescita in conseguenza dell'aumento demografico degli ultimi decenni (Casale & Margaritoulis, 2010). Tra le cause di disturbo delle popolazioni di *C. caretta*, anche l'inquinamento sta assumendo notevole importanza. Numerosi sono i lavori che evidenziano l'interazione tra le tartarughe e i rifiuti antropici (Derraik, 2002; Lazar & Gračan, 2011; Ilgaz et al., 2007), e che riguardano sia l'ingestione che l'intrappolamento in cordame, buste di plastica e reti fantasma (Carr, 1987a; Gregory, 2009). In Italia la situazione non differisce da quanto appena descritto e le segnalazioni e i rinvenimenti di animali in difficoltà confermano la gravità del problema.

18.1. Perturbazione dell'habitat e accumulo del *Marine Litter*

L'inquinamento, nelle sue diverse forme, influenza negativamente l'ambiente e le specie animali e vegetali presenti. Gli stati che si affacciano sul bacino Mediterraneo determinano delle

fonti d'impatto sulla fascia costiera, in particolare nelle aree fortemente antropizzate (Burak et al., 2004). Il rilascio in mare dei residui chimici e oli derivanti dalla pulizia della sentina delle navi, nonché lo sversamento involontario di combustibili e materiale trasportato in mare, gli scarichi urbani e l'immissione di rifiuti di vario tipo rappresentano le principali categorie di inquinanti degli ambienti marini mediterranei (Galil, 2006).

Il degrado ambientale che ne consegue non costituisce solo un problema estetico ma ha ripercussioni anche sulla salute umana (Bossart, 2006; Bowen et al., 2006; Fleming et al., 2006). La quantificazione e il controllo del fenomeno risultano complicati.

Come definito dall'UNEP, i rifiuti antropici in ambiente marino sono chiamati "*Marine Litter*", termine questo che include e descrive tutti i materiali artificiali solidi e persistenti che vengono volontariamente e involontariamente rilasciati, gettati o abbandonati nell'ambiente marino e costiero (Cheshire et al., 2009).

Gran parte dei rifiuti solidi gettati sono accumulati in mare e provengono dalla terraferma (Galgani et al., 2013; Law et al., 2010; MEDPOL, 2010). Basti pensare a quelli che vengono abbandonati o persi sulle spiagge (mozziconi di sigarette, residui degli incarti di cibo, bicchieri e piatti di plastica, buste, etc.), riversati nei fiumi dalle fogne, trasportati con il vento dalle discariche e dalle zone di accumulo, quelli persi durante le attività di trasbordo delle merci in prossimità dei porti (es. *industrial pellet*). Altri rifiuti solidi sono scaricati intenzionalmente o perduti involontariamente in mare da parte di pescatori, diportisti, turisti (bidoni, cassette di polistirolo, incarti, buste, oggetti di plastica, etc) (Fig. 73). Parte di questo materiale rimane in mare e parte viene spiaggiato dalle mareggiate e dalle correnti, in particolare nelle zone esposte ai venti dominanti (Fig. 74). Fino all'80% dei rifiuti riversati sulla terraferma, sulla costa, sulla superficie del mare e sul fondale è costituito da plastica (Barnes et al., 2009).



Figura 73. Lettino da spiaggia alla deriva (sx) e bidone di carburante spiaggiato in un litorale del Sinis (dx)



Figura 74. Vari rifiuti antropici spiaggiati tra le rocce in una spiaggia (sx) e resti di cordame e nylon impigliati in una roccia (dx)

Le plastiche sono composti organici sintetici, derivati dalla polimerizzazione di monomeri estratti da oli o gas e miscelati con degli additivi (es. antiossidanti, coloranti, lubrificanti), talvolta anche particolarmente tossici (es. ftalati), che conferiscono loro caratteristiche specifiche (Rios et al., 2007). Uno degli aspetti più gravi riguarda il fatto che le plastiche in ambiente marino richiedono secoli e talvolta millenni perché si degradino totalmente (Arthur et al., 2009; Barnes et al., 2009; Derraik, 2002; Goldberg, 1997; Gorman, 1993). Il destino della gran parte dei rifiuti, sottoposti all'azione del vento, delle onde e della irradiazione solare, è quello di frammentarsi in particelle sempre più piccole (Fig. 75).



Figura 75. Materiale plastico, in particolare pellet industriale (*industrial pellet*) spiaggiato (sx) e micro plastiche galleggianti (dx)

La dimensione dei frammenti rappresenta una prima importante classificazione con cui suddividere i rifiuti solidi: mega (>10 cm); macro (2-10 cm); meso (2 cm-5 mm) e microplastiche (<5mm) (Barnes et al., 2009). Altra importante suddivisione è legata al comportamento che le plastiche hanno negli ambienti marini: una parte si distribuisce nel fondale marino mentre

una parte rimane nella colonna d'acqua e sulla superficie (Aliani et al., 2003; Galgani et al., 2000). Le particelle galleggianti in superficie sono trasportate dalle correnti oceaniche (Martinez et al., 2009) ed è noto il fenomeno di accumulo in particolari aree dell'oceano, dove si formano delle vere e proprie isole di plastica (es. *Great Pacific Garbage Patch*) (Moore, 2008) (Fig. 76). Negli anni sempre maggiore attenzione è stata rivolta all'inquinamento in mare da rifiuti solidi ma solo negli ultimi anni si sta indagando circa il suo effetto sulla salute degli organismi.



Figura 76. Mappa che rappresenta le aree di convergenza in cui si trovano le "Great Pacific Garbage Patches" (sx) e rifiuti galleggianti all'interno delle grandi aree di accumulo di rifiuti (dx)

18.2. Convenzioni e direttive per l'inquinamento

In tutto il mondo sono state emanate Convenzioni e Direttive incentrate sulla protezione e al ripristino degli ecosistemi marino-costieri (Borja et al., 2010) e due in particolare sono dedicate alla protezione degli habitat e delle specie marine in Mediterraneo:

- La Convenzione di Barcellona (1976), per la Protezione del Mar Mediterraneo dai Rischi dell'Inquinamento.
- La Direttiva Quadro per la Strategia Marina, MSFD (2008), per il raggiungimento di un buono stato ambientale degli ecosistemi marini.

La conservazione e la protezione degli ecosistemi prevedono azioni mirate al mantenimento delle condizioni di naturalità degli ambienti marini e costieri e azioni volte alla mitigazione degli impatti di natura antropica.

La convenzione di Barcellona per la protezione del Mar Mediterraneo dai rischi dell'inquinamento pone l'attenzione sulla movimentazione di carichi navali pericolosi, sulle sostanze dannose provenienti dalla terraferma, e alle attività derivanti dallo sfruttamento della piattaforma continentale, finalizzati al mantenimento della biodiversità. La riduzione degli impatti antropici che determinano l'inquinamento rappresenta l'obiettivo primario indicato nella

Convenzione per l'area mediterranea, considerando le caratteristiche idrogeografiche ed ecologiche e l'elevata vulnerabilità di un bacino semi-chiuso alle alterazioni da parte dell'uomo.

18.2.1. Marine Strategy Framework Directive

La Comunità Europea (CE) ha emanato la Direttiva quadro per la Strategia Marina (*Marine Strategy Framework Directive* - MSFD, 2008/56/CE), recepita dall'Italia nel 2010, con lo scopo di raggiungere un "Buono Stato Ambientale" (GES, *Good Environmental Status*) entro il 2020. Gli Stati firmatari hanno il compito di attuare una efficace gestione delle risorse naturali marine (Borja et al., 2010, 2011, 2013; Cardoso et al., 2010; Claussen et al., 2011; Galgani et al., 2013; Mee et al., 2008; Suarez de Vivero et al., 2012). Il GES è determinato a scala di *sub-region* (sotto-regione) per ognuno degli 11 descrittori (Tab. 17) e per ciascuno di essi sono stati definiti uno o più indicatori suggeriti considerando dei criteri che li accomunano.

N°	DESCRITTORE
1	Biodiversità
2	Specie alloctone
3	Popolazioni di pesci e molluschi sfruttati a fini commerciali
4	Elementi della rete trofica marina
5	Eutrofizzazione
6	Integrità del fondo marino
7	Modifica permanente delle condizioni idrogeografiche
8	Contaminanti
9	Contaminanti presenti nei pesci e in altri frutti di mare destinati al consumo umano
10	Rifiuti marini
11	Introduzione di energia comprese le fonti sonore sottomarine

Tabella 17. Tabella con gli 11 descrittori della *Marine Strategy*

La regione mediterranea è stata suddivisa in 4 *sub-region* (Mar Mediterraneo Occidentale, Mare Adriatico, Mar Ionio e Mediterraneo Centrale, Mar Egeo Orientale) e ognuna di esse deve indicare almeno una *assessment area* (area test) per ogni descrittore (MSFD 2008/56/CE). Il "*Marine Litter*" è il decimo descrittore della MSFD ma esistono ancora pochi dati sull'abbondanza, distribuzione e impatto dei rifiuti antropici sulle specie marine, soprattutto riguardo all'area del Mediterraneo. Per questo descrittore, il GES si può definire raggiunto

quando “caratteristiche e quantità di rifiuti marini non causano pericoli per l’ambiente marino costiero” (Cardoso et al., 2010; European Commission, 2008; Galgani et al., 2010).

18.2.2. Interazioni con il biota

Come precedentemente accennato, di recente è stato mostrato che le materie plastiche presenti in acqua, in seguito all’azione delle onde, del vento e del sole, si frammentano in pezzi sempre più piccoli. In tutte queste fasi molti organismi marini interagiscono con le varie tipologie di plastiche ingerendole involontariamente (scambiandole per cibo) oppure rimanendo impigliati in esse (Wright et al., 2013) (Fig.77). Le plastiche, nelle varie dimensioni, forme e colorazioni in cui si vengono a trovare, interferiscono inevitabilmente con tanti organismi marini, compresi i grandi vertebrati (Derraik, 2002; Galgani et al., 2013; Gregory, 2009; Laist, 1997). Molti di questi, infatti, ingeriscono spesso plastiche di vari tipi, lenze di nylon, frammenti di gomma ma anche ami da pesca, fogli di alluminio e catrame (Bjorndal et al., 1994; Derraik, 2002). Regolarmente, pesci (Boerger et al., 2010), uccelli (van Franeker et al., 2011), cetacei (de Stephanis et al., 2013) e tartarughe marine (Campani et al., 2013; Carr, 1987b; Lazar & Gračan, 2011; Tourinho et al., 2010) ingoiano accidentalmente micro e macro-plastiche (Fig. 78). In particolare gli animali filtratori interagiscono con la porzione più minuta, siano essi grandi cetacei (misticeti) o organismi bentonici (mitili, spugne, etc.). Negli ultimi anni la presenza delle micro-plastiche (< 5mm) è stata riscontrata sia nella colonna d'acqua che nel tratto digerente di molti planctivori, con conseguente accumulo di sostanze tossiche già nei primi livelli trofici (de Lucia et al., in press).

Proprio quest’ultimo aspetto è stato evidenziato all’interno del descrittore 10 “*Marine Litter*” della *Marine Strategy* che, oltre a monitorare la presenza di plastica nell'ambiente, incentiva lo studio delle interazioni del biota con il *litter*, in considerazione delle ripercussioni che ciò potrebbe avere anche sulla salute umana.

È ormai noto come la dieta delle tartarughe marine sia particolarmente influenzata dalla presenza di buste e altri oggetti di plastica, i quali vengono ritrovati all’interno del loro tratto digerente (Bugoni et al., 2001; Campani et al., 2013; Lazar & Gračan, 2011). Generalmente le tartarughe ingeriscono buste di plastica scambiandole per meduse (Mrosovsky, 1981; Mrosovsky et al., 2009; Plotkin et al., 1993) sia quando si nutrono in ambiente neritico che in ambiente oceanico. Frammenti (*items*) di plastica e altri materiali possono, talvolta, determinare l’ostruzione del tratto digerente (Bugoni et al., 2001; Di Bello et al., 2006) con conseguente morte delle tartarughe marine (Bjorndal et al., 1994). Le plastiche, attaccate dagli acidi digestivi, hanno la capacità di rilasciare composti chimici tossici assorbiti nel tratto intestinale come ad

esempio ftalati od organoclorine (PCB) che possono agire come "distruttori endocrini" e compromettere la *fitness* degli individui (Teuten et al., 2009). Le varie forme di inquinamento, pressione antropica sulle spiagge e impatto della pesca possono perturbare gravemente gli habitat in cui le tartarughe svolgono il proprio ciclo vitale (Komoroske et al., 2011; Santos et al., 2011).



Figura 77. Tartaruga marina in mare impigliata in residui di strumenti da pesca (sx) ed esemplare di *C. caretta* spiaggiato e impigliato in residui di cordame e nylon in un litorale del Sinis (dx)



Figura 78. *Fulmarus glacialis* in cui si evidenzia la presenza di materiale antropico ingerito (sx) e tartaruga marina che ingerisce una busta di plastica flottante (dx)

18.3. Ruolo del CReS all'interno del *task group* sul *Marine Litter*

Ogni anno il CReS recupera decine di tartarughe, vive e morte, provenienti da tutte le coste della Sardegna in seguito a catture accidentali su palamiti, intrappolamenti su reti da pesca e su altri oggetti di natura antropica (reti fantasma, fili di nylon, cassette di plastica) e in alcuni individui si riscontra l'ingestione di rifiuti di vario genere (de Lucia et al., 2011c).

Per valutare le condizioni ambientali o l'inquinamento delle acque, vengono utilizzati dei bio-indicatori con cui quantificare la concentrazione di particolari contaminanti nei tessuti degli

stessi organismi. Le tartarughe marine per le loro caratteristiche di indicatori vengono definite specie sentinella (“*sentinel species*” o “*condition indicators*”) (OECD, 2003; Groom et al., 2006; Phillips and Segar, 1986; Zacharias & Roff, 2001).

Lo studio, avviato da qualche anno, circa il comportamento alimentare della tartaruga attraverso le analisi del contenuto gastro-intestinale (GI), ha mostrato la presenza, sempre maggiore, di frammenti plastici ingeriti. Inoltre il monitoraggio dei contenuti gastro-intestinali può fornire preziose informazioni riguardo le cause di morte degli organismi marini (Galgani et al., 2010; van Franeker et al., 2011) come mostrato nel caso di ingestione di ami e lenze (Lewison et al., 2004). Contestualmente a queste attività, la MSFD ha posto come emergente la problematica legata ai rifiuti plastici, auspicando la creazione di banche dati su questa tematica. La capacità di recepire velocemente gli indirizzi delle direttive dai paesi Nord Europei, ha di fatto avviato tutta una serie di attività legate ai rifiuti spiaggiati, a quelli accumulati sui fondali e alla loro interazione con gli organismi marini.

Un protocollo specifico per l’area mediterranea è stato sviluppato da un gruppo di lavoro italiano (ISPRA, IAMC-CNR di Oristano, Stazione Zoologica di Napoli “Anton Dohrn”, Università di Siena e di Padova, ARPAT). Questo protocollo ha definito una proposta che prevede l'utilizzo della tartaruga comune come indicatore per la valutazione della presenza di *macro-litter* in ambiente marino mediterraneo.

La categorizzazione del *marine litter* deriva dal protocollo OSPAR (OSPAR, 2008) utilizzato per il monitoraggio del fulmaro (*Fulmarus glacialis*) nel Mare del Nord (van Franeker and the SNS Fulmar Study Group, 2008) che è stato scelto per la valutazione dello stato ambientale marino e viene ormai utilizzato da lungo tempo (van Franeker et al., 2011). In Mediterraneo, una specie morfologicamente analoga al fulmaro, inizialmente considerata, è stata il Gabbiano Reale Mediterraneo (*Larus michahellis*), ma per le sue abitudini alimentari non esclusivamente marine (si ciba anche nelle discariche) non è stata valutata come rappresentativa per la presenza di plastica in mare.

La specie più idonea a sostituire il fulmaro come indicatore da inquinamento da plastiche per il Mediterraneo potrebbe essere la tartaruga comune (*Caretta caretta*) per le seguenti caratteristiche:

- è diffusa in tutto il bacino Mediterraneo;
- si alimenta esclusivamente in mare;
- scambia i rifiuti antropici per cibo;
- è facile da reperire (es. centri di recupero, spiaggiamenti sulla costa);

- ha un lento transito intestinale;
- non rigurgita il cibo ingerito.

Il protocollo è stato adattato al Mediterraneo ed ora include la metodologia da utilizzare per il monitoraggio del *marine litter* in *C. caretta* (Galgani et al., 2013). La tartaruga comune è adottata in altre parti del mondo come bio-indicatore delle condizioni ambientali, come anche la contaminazione da inquinanti (Foti et al., 2009; Keller et al., 2006). Ad oggi sono pochi i dati disponibili sulla distribuzione e sul grado di inquinamento da plastica nelle acque della Sardegna. Inoltre la natura e la quantità di rifiuti ingeriti dalle tartarughe, nello specifico da *C. caretta*, nell'area sono ancora sconosciuti.

19. Obiettivi

Obiettivo generale del presente studio è valutare l'interazione della *C. caretta* con i rifiuti antropici, ed in particolare con quelli plastici attraverso lo studio dei contenuti gastro-intestinali degli esemplari vivi e morti al fine di aggiungere importanti informazioni per la conservazione della specie.

La quantificazione e l'analisi della composizione del *marine litter* ingerito dalla tartaruga comune sarà correlata con la presenza di plastica negli ambienti naturali, fornendo preziosi spunti per l'identificazione delle più opportune misure di mitigazione dell'impatto secondo i seguenti obiettivi specifici.

L'area di studio, riferibile alla *sub-region* "Mediterraneo Occidentale" fornirà una fotografia della *assessment area* sarda, nell'ambito della Strategia Marina, dove il descrittore 10 (*Marine Litter*) rappresenta un *gap* informativo, ed in particolare si valuteranno dimensioni, abbondanza, tipologia di plastiche riscontrate in accordo con i paesi europei confinanti.

Le attività inoltre saranno riconducibili al protocollo, messo a punto a livello nazionale, con l'intento di avviare una procedura standard da proporre a tutti i Centri di Recupero appartenenti alla stessa *sub-region*, con il coordinamento di ISPRA e la partecipazione dei seguenti soggetti: SZN "Anton Dohrn", Università di Siena, Università di Padova, ARPA Toscana.

20. Materiali e Metodi

20.1. Monitoraggio del *litter* nelle tartarughe marine

Le competenze acquisite dal CReS nel tempo, anche grazie alla collaborazione del CNR di Oristano, hanno permesso il monitoraggio dei residui fecali delle tartarughe ricoverate. Da febbraio 2008 a gennaio del 2012, sono state recuperate 121 tartarughe marine (Fig. 79) con una lunghezza del carapace (CCL) compresa tra 21 e 73 cm (lunghezza media 51.38 ± 1.13 cm). Diciotto delle 44 tartarughe spiaggiate e 73 di quelle raccolte a mano dai pescatori o dai diportisti sono state recuperate vive.

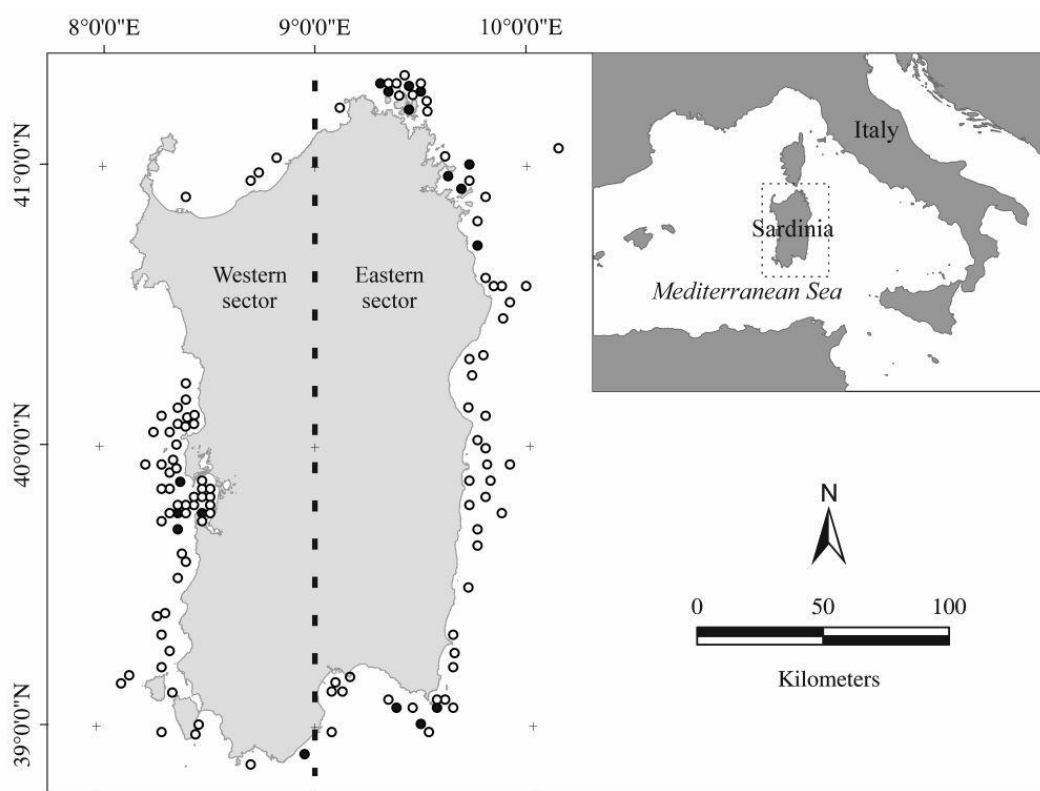


Figura 79. Mappa dell'area di studio e di distribuzione delle tartarughe recuperate in Sardegna. Distribuzione dei campioni nell'area (n=121) divisi in settore Ovest (n=58) e settore Est (n=63). I pallini bianchi (109) e i pallini neri (17) rappresentano rispettivamente le tartarughe non affette e quelle affette dal *marine litter*

La procedura seguita è composta di due fasi, la prima di raccolta dati e la seconda di suddivisione in categorie e analisi del *litter* riscontrato. La prima fase si differenzia per esemplari vivi e ricoverati presso il Centro di Recupero (analisi del *fecal pellet*) e per quelle recuperate morte (necropsia).

Gli esemplari vivi (n=91) sono stati monitorati per tutto il tempo in cui rimangono ricoverati, raccogliendo tutto il materiale di natura antropica espulso con le feci. La presenza di *litter* nelle feci è stata monitorata filtrando l'acqua di scarico delle vasche di riabilitazione in un setaccio da 1mm e i residui fecali sono stati accuratamente esaminati (Fig. 80).

Il CReS, in collaborazione con l'Istituto Zooprofilattico di Oristano, ha analizzato sistematicamente i contenuti GI di esemplari morti (n=30), effettuando necroscopie di tartarughe provenienti da tutta la Sardegna. I diversi tratti GI sono stati isolati e suddivisi in esofago, stomaco e intestino ed il contenuto è stato filtrato in un setaccio da 1mm evitando di mescolare il materiale presente nei diversi tratti (Fig. 81).



Figura 80. Frammenti di plastica espulsi da *C. caretta* in vasca al CReS (sx) e filtraggio dell'acqua nel setaccio da 1mm per la raccolta del materiale defecato (dx)



Figura 81. Setacciatura dell'intestino di una *C. caretta* in sala di necroscopia (sx) e raccolta del materiale plastico nel setaccio da 1mm (dx)

Il materiale antropico rinvenuto è stato successivamente separato dai residui alimentari e non alimentari (sabbia, posidonia, legno). Dopo esser stato conservato in alcol al 70% è stato essiccato all'aria per 24 ore (Fig. 82) per poi essere analizzato allo stereo-microscopio.

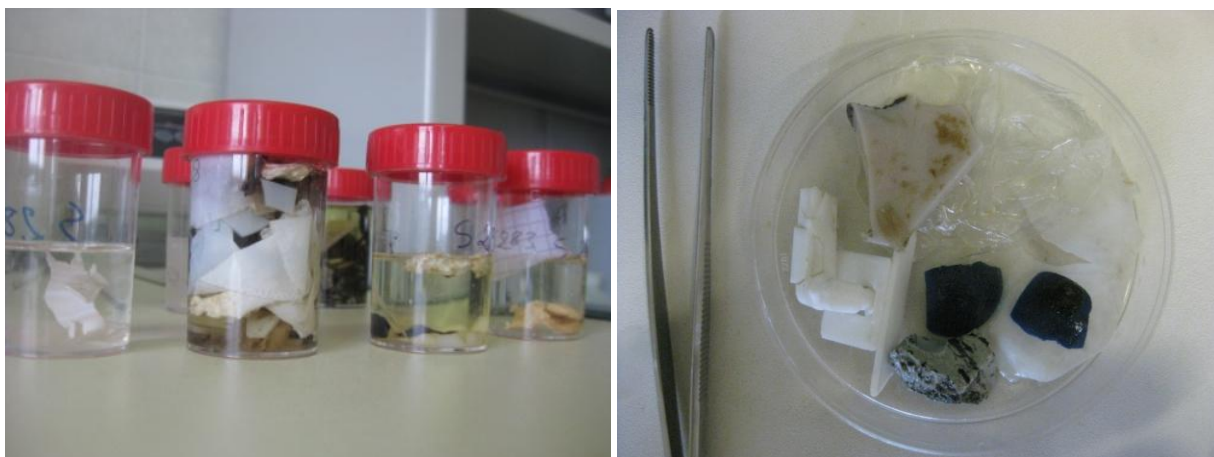


Figura 82. Raccolta del *marine litter* in alcol al 70% (sx) e materiale in capsule petri nella fase di essiccamento (dx)

I frammenti raccolti sono stati suddivisi in 4 categorie (*category*) (IND-*Industrial plastic*, USE-*User plastic*, RUB-*Non plastic rubbish*, POL-*Pollutants*) che includono 14 differenti sotto-categorie (*sub-category*) (Tab 18).

L'incidenza (*frequency of occurrence*, FO) è stata calcolata sull'intero campione (n=121) sia per il *marine litter* totale sia per le differenti categorie, che per le sotto-categorie. Per ogni singola tartaruga è stato registrato il peso e il colore (nero, trasparente, bianco, blu, verde, giallo, rosso) di ogni frammento e la categoria di appartenenza; nelle analisi sono stati considerati il numero totale di *items* riferibile di ogni categoria e sotto-categoria per ogni singolo animale, così come il peso e il colore, differenziando tra tartarughe vive e morte. Per chiarezza, 19 delle 121 tartarughe incluse nello studio hanno evidenziato la presenza di ami da pesca nel tratto digerente (Fig. 83), di queste solo una è stata recuperata già morta; nel protocollo è stato esplicitato che gli animali attivamente catturati dall'amo innescato non sono da considerarsi "*marine litter*" (Galgani et al., 2013) e perciò questi dati non sono stati inclusi nell'analisi.



Figura 83. Esemplare di *C. caretta* viva con amo conficcato nella ranfoteca (sx) e dissezione di *C. caretta* con amo in esofago (dx)

Typology	Category	Sub-category	Description
PLASTIC	Industrial plastic pellets (IND)	Pellets (ind)	Industrial plastic granules (usually cylindrical but also oval spherical or cubical shapes exist).
		Probab ind (pind)	Suspected industrial, used for the tiny spheres (glassy, milky...) occasionally encountered.
	User plastics (USE)	Sheet (she)	Remains of sheet, e.g. from bag, cling-foil, agricultural sheets, rubbish bags, etc.
		Thread (thr)	Threadlike materials, e.g. pieces of nylon Ropework, nylon lines e.g. pieces of nylon wire, net-fragments, woven clothing; includes "balls" of compacted such material.
		Foam (foa)	All foamed plastic so polystyrene foam, foamed soft rubber (as in matrass filling), PUR used in construction, etc.
		Fragments (fra)	Fragments, broken pieces of thicker type plastics, can be bit flexible, but not like sheetlike materials.
NON PLASTIC RUBBISH	Non plastic rubbish (RUB)	Other (Poth)	Any other, including elastics, dense rubber, sigarett-filters, balloon-pieces, softairgun bullets.
		Paper (pap)	Newspaper, packaging, cardboard, includes multilayered material (e.g. Tetrapack pieces) and aluminium foil.
		Kitchen food (kit)	Human food remains (galley wastes) like onion, beans, chickenbones, bacon, seeds of tomatoes, grapes, peppers, melon, etc.
		Other user (rva)	Other consumer waste, like processed wood, pieces of metal, metal air-gun bullets; leadshot, painchips.
POLLUTANTS	Pollutants (POL)	Fishhook (hoo)	Fishing hooks remains (not for hooks on wich longline victims were caught).
		Slag/coal (sla)	Industrial oven slags looks like non-natural pumice) or coal remains.
		Oil/tar (tar)	Lumps of oil or tar (also not n=1 and g=0.0001g if other particles smeared with tar but cannot be sampled separately).
		Paraf/chem (che)	Lumps or mash of unclear paraffin, was like substances (not stomach oil!) if needed subsample and estimate mass.

Tabella 18. Classificazione per il *marine litter* ingerito dalle tartarughe. La tabella è stata ricavata dal protocollo "Litter in Biota" integrato nel documento "*Monitoring Guidance for marine litter in European seas*" (Galgani et al., 2013) e include categorie (*category*) e sotto-categorie (*sub-category*) per ogni tipologia (*tipology*) di materiale da classificare

20.2. Analisi dei dati

I dati ottenuti dal lavoro di *sorting* (Fig. 84) e classificazione sono stati inseriti in un database (*Microsoft Excel*) e analizzati attraverso l'applicazione di diversi test statistici.

L'analisi della varianza è stata condotta su dati trasformati come $\text{Log}(X+1)$ utilizzando il software di statistica PRIMER6 (*Plymouth Marine Laboratory, UK*) dotato del pacchetto PERMANOVA+ (Anderson et al., 2008). I dati trasformati sono stati inizialmente testati per l'omogeneità di dispersione usando la *Permutational Analysis of Multivariate Dispersions* (PERMDISP) (Anderson et al., 2008). Sette sotto-categorie di *litter* (*probab ind, other, paper, kitchenfood, other user, fishhook, paraf/chem*) non sono mai state riscontrate nei nostri campioni e pertanto sono state escluse dalle analisi.

È stata utilizzata la Permanova ad una via utilizzando 3 differenti disegni sperimentali:

- il primo include il fattore fisso “sotto-categoria”, con 7 livelli (*pellets, sheet, thread, foam, fragments, slag/coal, oil/tar*) e il fattore fisso “*stato*” con due livelli (vivo, morto). Questo disegno sperimentale è stato utilizzato per valutare se il numero e il peso degli *items* ingeriti differisse in maniera significativa a seconda della sotto-categoria considerata e per verificare che non ci fossero differenze significative tra i valori ottenuti dalle analisi sugli esemplari vivi e su quelli morti, al fine di confermare che i dati fossero paragonabili;
- Per determinare se la provenienza delle tartarughe influenzasse la composizione delle categorie di *litter* ingerite, è stato applicato un secondo disegno sperimentale usando il fattore fisso “settore” con due differenti livelli (Ovest Sardegna, Est Sardegna) e il fattore fisso “*stato*” con due livelli (vivo, morto);
- La terza analisi ha incluso unicamente il fattore fisso “colore” con 7 livelli (nero, trasparente, bianco, blu, verde, giallo, rosso) per valutare se il numero degli *items* differisse in relazione alle categorie di colore.

Tutte le analisi sono state condotte utilizzando 9999 permutazioni casuali associate ad un test di Monte Carlo che permette di avere un'analisi statisticamente robusta anche nel caso in cui il numero di permutazioni uniche ottenuto sia basso (Anderson et al., 2008). Nei casi di significatività statistica sono stati condotti test a posteriori (*Pairwise test*).

Il campione di tartarughe marine è stato suddiviso in due gruppi a seconda della lunghezza del carapace: giovanili (CCL < 40cm) rappresentati da individui che si nutrono prevalentemente in ambiente pelagico e individui sub-adulti e adulti con habitus prevalentemente neritico (CCL > 40cm) che si cibano principalmente sul fondo marino (Casale et al., 2008; Lazar et al., 2010).

È stata applicata una analisi della regressione per testare l'esistenza di una correlazione tra CCL e numero di *items* e tra CCL e peso del *litter* ingerito.

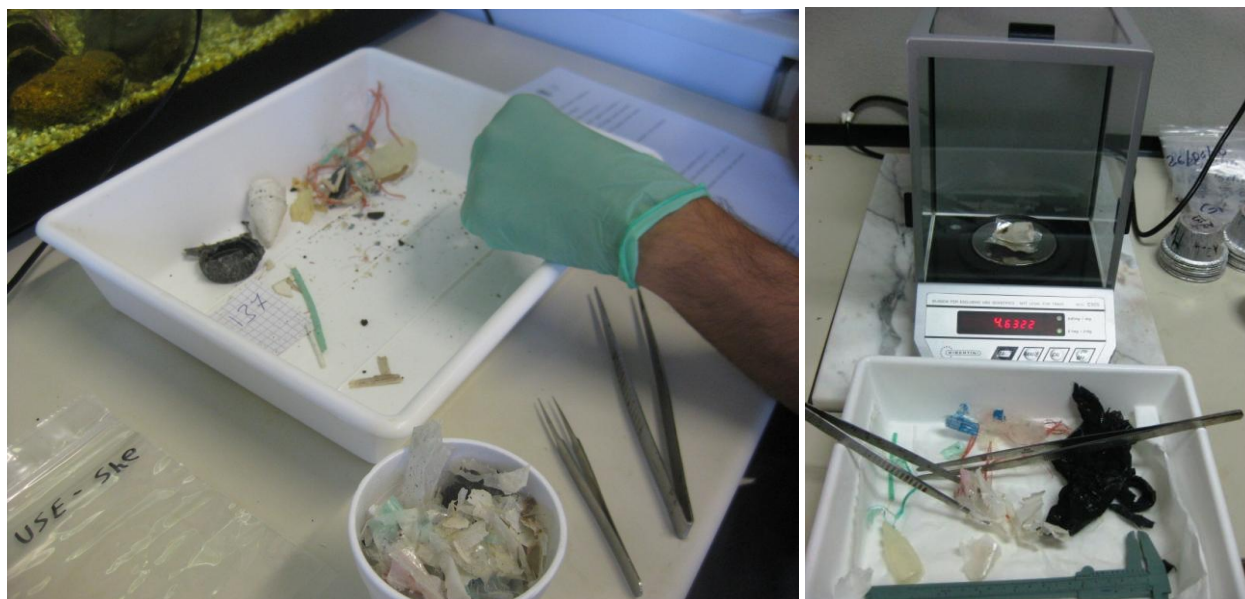


Figura 84. Sorting del *marine litter* campionato (sx) e peso con bilancia di precisione (dx)

21. Risultati

Il materiale antropogenico raccolto durante l'analisi delle tartarughe monitorate era costituito principalmente da plastica e in minima parte da altri rifiuti. Diciassette tartarughe su un totale di 121 esemplari monitorati (FO=14.04%) hanno riportato la presenza di *litter* all'interno dei contenuti stomacali. In totale sono stati raccolti 333 frammenti e nello specifico 276 provenienti dall'analisi del *fecal pellet* delle tartarughe vive e 57 dall'analisi del GI di quelle morte. Ogni esemplare che ha interagito con il *marine litter*, ha ingerito una media di 19.58 ± 10.97 (media $\pm$ ES) frammenti. Undici delle 91 tartarughe vive (12.08%) hanno espulso frammenti di *litter* con le feci, mentre 6 delle 30 tartarughe morte (20%) hanno evidenziato la presenza di *litter* nel GI (Tab. 19).

Stato	Campione	FO	Abbondanza (n°)	Peso (g)
Vivo	91	11 (12.08 %)	276	26.13
Morto	30	6 (20.00 %)	57	1.62
Totale	121	17 (14.04 %)	333	27.76

Tabella 19. Quantificazione del *marine litter* riscontrato nei diversi "stati" delle tartarughe. Campione: numero di individui; FO (*Frequency of Occurrence*): incidenza, espressa in numero e in percentuale di tartarughe che hanno interagito con il *litter*, "numero (percentuale)"; sono riportati anche l'abbondanza in numero (n°) e il peso in grammi (g)

Negli esemplari morti, l'intestino è risultato il tratto con il più alto numero di frammenti ingeriti (40 *items*; 70.18%), lo stomaco ha evidenziato 17 frammenti (29.82%), mentre nessun frammento è stato rinvenuto nell'esofago.

Riguardo le tartarughe con presenza di *litter* (17 individui in totale, inclusi sia i vivi che i morti), USE (*user plastic*) è stata la categoria maggiormente osservata, con un'incidenza del 13.22% (n=121) sul campione totale. All'interno di questa categoria *sheet* è risultata la sotto-categoria più ingerita ed è stata osservata in 15 individui (FO=12.39%), seguita da *fragments* osservata in 11 individui (FO=9.09%), *thread* in 5 individui (FO=4.13%) e *foam* in 2 individui (FO=1.65%) sul campione totale. La categoria POL (*pollutants*), riscontrata in 4 individui, è stata osservata con un'incidenza del 3.31%, rappresentata principalmente dalle sotto-categorie *slag/coal* (FO=1.65%) e *oil/tar* (1.65%), entrambe riscontrate in due individui. *Pellets*, sotto-categoria di IND (*industrial plastic*), fra tutte è quella con frequenza più bassa (0.82%), riscontrata in un solo individuo (Tab. 20).

L'analisi delle categorie ha mostrato omogeneità in relazione alla abbondanza totale, peso e composizione tra tartarughe vive e morte perciò, nell'analisi, sono stati considerati i dati provenienti da entrambi (Tab. 21).

Category	FO				Sub-category	FO			
	FP	GI	TOT	%		FP	GI	TOT	%
IND	1	0	1	0.83	pellets	1	0	1	0.83
USE	10	6	16	13.22	sheet	8	7	15	12.39
					thread	3	2	5	4.13
					foam	2	0	2	1.65
					fragments	8	3	11	9.09
POL	2	2	4	3.31	slag/coal	0	2	2	1.65
					oil/tar	2	0	2	1.65

Tabella 20. Risultati sulle categorie e sotto-categorie osservate. FO (*Frequency of Occurrence*), rappresenta l'incidenza delle categorie e sotto-categorie di *litter* sulle tartarughe vive e morte. FP: *Fecal Pellet*; GI: *Contenuto Gastro-Intestinale*; TOT: numero totale degli individui interessati dal *litter*; la percentuale (%) è riferita al campione totale (n=121)

Considerando le sotto-categorie di *litter*, i risultati della Permanova mostrano differenze significative nel numero di frammenti per individuo ($Pseudo-F=14.452$; $p=0.0001$). In particolare *sheet* (media 11.58 ± 6.63 *items/ind*) mostra valori significativamente più alti rispetto alle altre sotto-categorie ($p<0.05$) (Fig. 85a).

Il peso secco totale del *marine litter* ingerito dalle tartarughe vive e morte (17 individui) è stato di 27.76 g con una media di 1.63 ± 1.02 g per individuo. Il peso medio differisce significativamente tra le sotto-categorie ($Pseudo-F=4.592$; $p=0.0005$) (Tab. 21). Le più rilevanti

sotto-categorie per peso sono state *fragments* (1.11±0.8 g) e *sheet* (0.43±0.19 g) come mostrato in figura 85b.

Parameter	Factor	df	SS	MS	Pseudo-F	P(MC)	PERMDISP
Abundance	sub-category	6	27.225	4.5376	14.452	0.0001	
	status	1	9.1318	9.1318	0.8654	0.8643	
	sub-category x status	6	2.7354	0.4559	1.4521	0.1988	
	residuals	98	30.769	0.31397			
	Total	111	60.968				0.0001
Weight	sub-category	6	0.68232	0.11372	4.5926	0.0005	
	status	1	7.5044	7.5044	3.0307	0.0863	
	sub-category x status	6	0.15279	2.5465	1.0284	0.41	
	residuals	98	2.4266	2.4762			
	Total	111	3.5322				0.0001
Colour	colour	6	20.973	3.4956	10.214	0.0001	
	residuals	105	35.936	0.34225			
	Total	111	56.909				0.0001
Abundance	sector	1	550.1	550.1	0.23757	0.8917	
	status	1	4076.7	1.7606	0.1446	0.164	
	sector x status	1	820.81	820.81	0.35449	0.8316	
	residuals	12	27786	2315.5			
	Total	15	32751				0.7419
Weight	sector	1	2565.6	2565.6	0.68968	0.6592	
	status	1	3655.8	3655.8	0.98274	0.4408	
	sector x status	1	3127.6	3127.6	0.84074	0.5397	
	residuals	12	44641	3720.1			
	Total	15	53985				0.9185

Tabella 21. Analisi statistica sul *litter* ingerito. I risultati della Permanova sulle sotto-categorie, stato, colore e settore. df (degree of freedom): grado di libertà; SS (Sum of Squares): somma dei quadrati; MS (Mean Square): media dei quadrati; Pseudo-F: valore della Pseudo-F statistica; P(MC): *p-value* dell'analisi di Monte Carlo; PERMDISP: *p-value* della PERMDISP analisi

Il Pairwise test ha mostrato che queste due sotto-categorie hanno simili valori di peso ($p < 0.95$) e risultano significativamente più alti rispetto alle altre sotto-categorie ($p < 0.05$). Negli esemplari vivi contraddistinti dalla presenza di *litter* ($n=11$), le più rilevanti sotto-categorie sono state *fragments* (18.52 g) e *sheet* (6.24 g). Nelle tartarughe morte ($n=6$) *sheet* rappresenta la principale sotto-categoria ingerita (1.15 g), seguita da *fragments* (0.45 g).

La composizione di *litter* non differisce tra il settore Ovest (5 individui) e quello Est (12 individui) della Sardegna, considerando in entrambi l'abbondanza ($p=0.89$) e il peso ($p=0.66$) dei frammenti (Tab. 21).

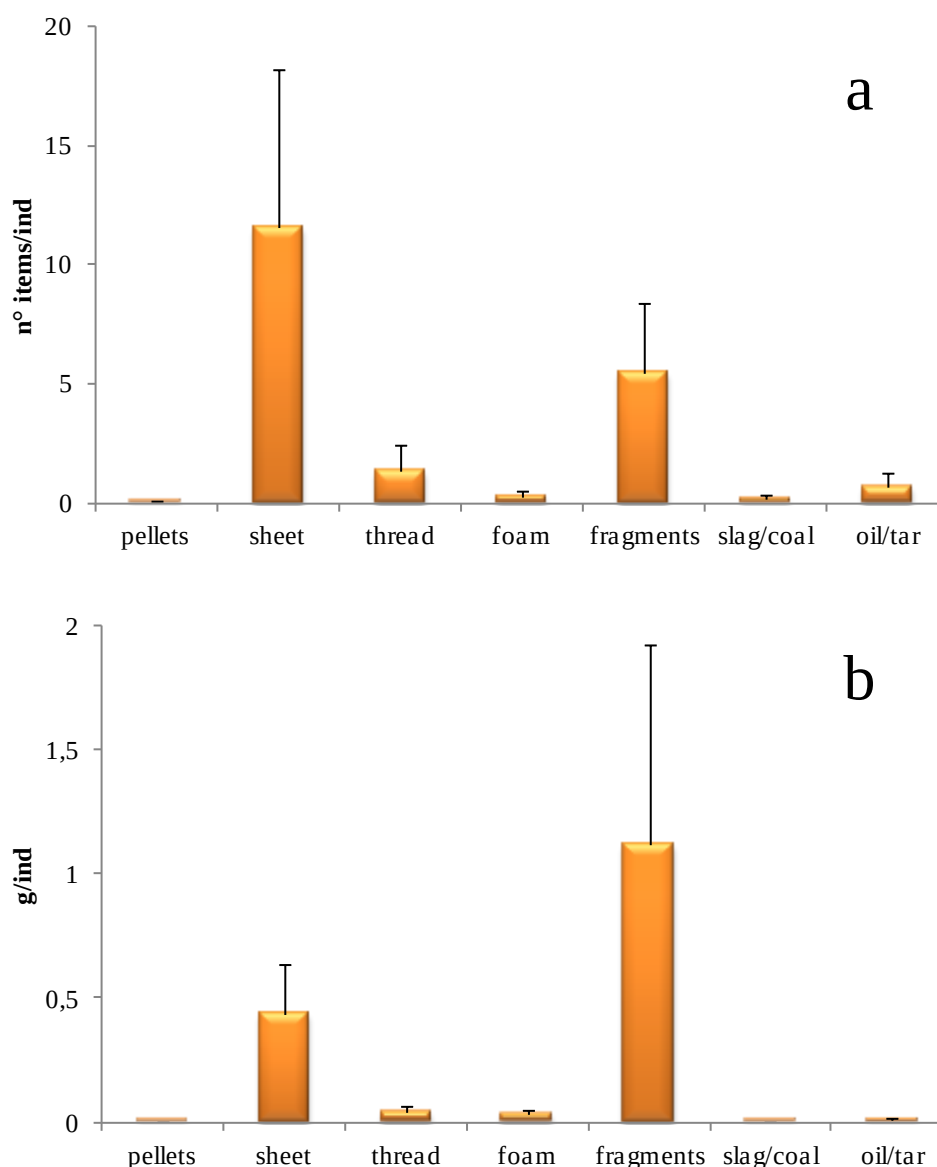


Figura 85. Abbondanza e peso del marine *litter* ingerito dalle tartarughe. In figura "a" (abbondanza) è riportato il numero medio di *items* per individuo; in figura "b" (peso), è riportato il peso medio di *items* per individuo

L'abbondanza media del materiale antropogenico ingerito, sia nelle tartarughe vive che in quelle morte, differisce significativamente tra le categorie di colore ($p=0.0001$, Tab. 21). I frammenti bianchi risultano i più abbondanti (7.52 ± 2.86 ; 38.43%) e presentano valori significativamente alti rispetto agli altri colori ($p < 0.05$, Tab. 21). Gli *items* trasparenti (3.82 ± 3.08 ; 19.51%) e quelli neri (3.47 ± 1.85 ; 17.71%) sono tuttavia abbondanti come mostrato in figura 86.

L'ingestione di *litter* è stata osservata in 5 individui giovanili su 20 (CCL <40 cm) e in 12 dei 101 individui più grandi (CCL >40 cm). L'analisi della regressione lineare, eseguita per correlare la CCL delle tartarughe vive e di quelle morte con l'abbondanza ($r^2=0.08$; $p=0.26$) e la massa ($r^2=0.19$; $p=0.08$) del *litter* ingerito non ha mostrato una correlazione significativa.

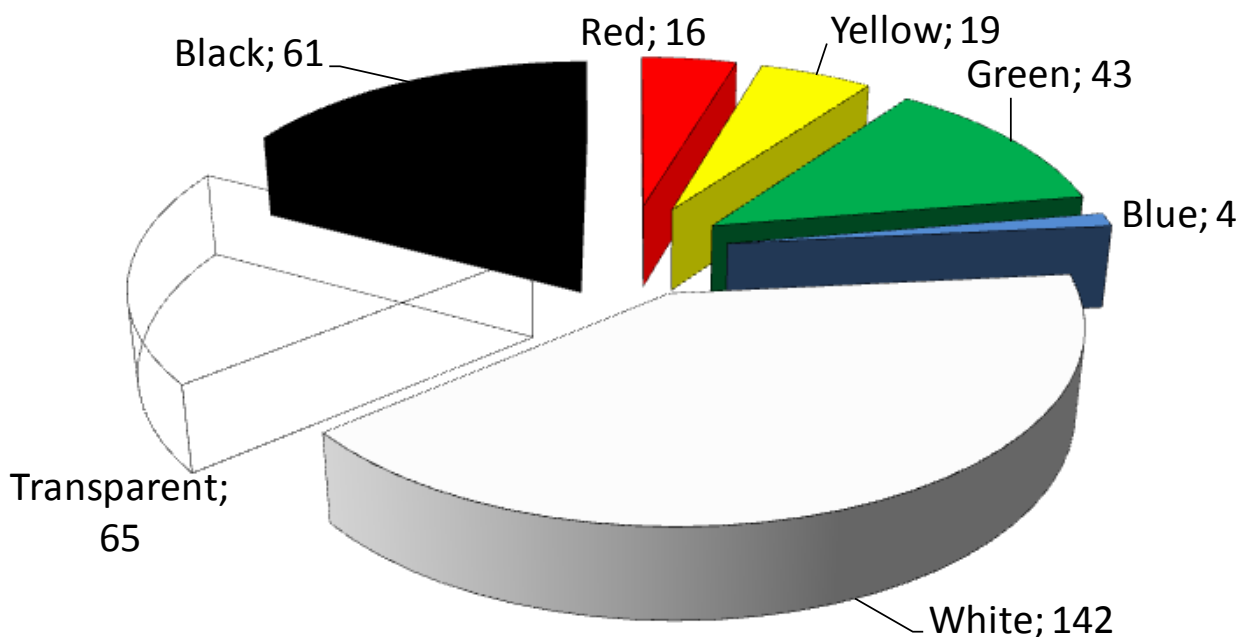


Figura 86. Grafico a torta sulla distribuzione dei colori di *litter* riscontrati. I frammenti di *litter* ingeriti (n=333) sono suddivisi per differenti categorie di colore (numero di *items*)

22. Discussioni

Il lavoro svolto ha visto il raggiungimento di importanti obiettivi per il CReS e per tutto il Network delle AMP nel contesto Regionale, evidenziando l'importanza di collaborare a livello Nazionale e Internazionale. Riassumendo, tra i principali risultati ottenuti dal presente lavoro, l'istituzione di un tavolo tecnico nazionale ha rappresentato un momento fondamentale per lo sviluppo e l'approfondimento dei temi legati alle interazioni tra il *litter* e il *biota*. Nello specifico questo studio rappresenta il primo effettuato a livello regionale per quanto concerne i contenuti gastro intestinali. Inoltre è il primo studio pilota a livello di bacino che segue il protocollo MSFD e che si basa anche su animali vivi per la valutazione delle plastiche ingerite attraverso l'analisi del *fecal pellet*. Questo evidenzia un altro importante ruolo svolto dai Centri di Recupero. L'esperienza acquisita dal CReS, con il contributo degli altri soggetti partecipanti al tavolo di lavoro, ha prodotto un importante documento di riferimento sia sulla metodologia da applicare che sugli obiettivi da raggiungere (Protocollo "*Litter in Biota*"). L'importante opportunità di condividere quanto prodotto anche con i paesi inseriti nella stessa unità territoriale di riferimento per la MSFD (Spagna, Francia) ha permesso all'Italia di avanzare una proposta specifica a livello europeo con l'inserimento di *C. caretta* tra gli indicatori, come specificatamente espresso nel

documento (Galgani et al., 2013) di riferimento (Galgani et al., 2013). L'applicazione del protocollo rappresenta un primo risultato in cui la Sardegna è inserita come area di riferimento (*Assesment Area*) all'interno della *sub-region* producendo importanti risultati finalizzati all'implementazione della MSFD. I risultati raggiunti evidenziano, in riferimento alla esigua letteratura esistente, che l'incidenza dell'ingestione di *litter* è tra le più basse riscontrate, ponendo la regione Sardegna come un importante punto di riferimento per la sotto regione, e probabilmente da considerare a livello di bacino.

La Strategia Marina si pone, da qualche anno, come punto di riferimento gestionale e legislativo innovativo riguardo l'utilizzo e lo sfruttamento delle risorse marine in ogni forma. La scelta di dare dignità di descrittore al tema del *Marine litter* è stata dettata dai numerosi risultati ottenuti dai paesi europei che si affacciano sul mare del Nord, ed ereditata da quanto già da diverso tempo si era portato avanti all'interno delle attività incluse nella Convenzione di OSPAR. Tralasciando quanto di interessante è stato ottenuto, come indagine e risultati, sia per il *litter* accumulato nei mari come per quello accumulato nelle spiagge, sarà invece interessante comprendere come questo lavoro si inserisce, con originalità, all'interno della tematica *litter/biota* aprendo nuove strade circa le relazioni da valutare con la presenza dei rifiuti negli ambienti naturali in un bacino semichiuso quale è il Mediterraneo. Infatti lo sforzo portato avanti dal CReS, come dagli altri partner nazionali, è stato quello di organizzare una metodologia che fosse valida per il Mediterraneo e che nel contempo fosse confrontabile con quanto si stava svolgendo nel mare del Nord. L'organizzazione e la scelta delle categorie e sottocategorie già adottate dalla direttiva, e riferibili alla decennale attività inserita in OSPAR, è servito come spunto per la comprensione della problematica e per la successiva scelta di un opportuno indicatore, partendo da quanto era già stato fatto. La sistematicità dei monitoraggi, la funzionale rete di osservatori, la numerosa presenza di *Fulmarus glacialis*, hanno reso questo procellariforme l'indicatore di riferimento della presenza di rifiuti plastici negli ambienti marini del Nord Europa. La definizione dell'incidenza e della quantità di items ingeriti da *F. glacialis* hanno generato un indice di qualità ecologica (EcoQO), legato alle misure da adottare ed agli obiettivi da raggiungere per il mantenimento di un stato ambientale buono.

Ai paesi europei affacciati sul Mediterraneo è stato quindi richiesto di adottare una simile strategia finalizzata al raggiungimento di elevati standard ambientali (GES), col particolare che il fulmar non è abbondantemente presente alle nostre latitudini. La scelta di adottare *C. caretta* non è stata immediata, anzi molto discussa. Scegliere una specie analoga al fulmaro, un uccello marino quindi, sembrava la scelta più opportuna, ed il gabbiano inizialmente sembrava essere il migliore candidato; non è stato possibile considerare il gabbiano come indicatore data la sua

abitudine di alimentarsi spesso anche presso le discariche. Per non dover creare una nuova struttura per la raccolta dei dati, è sembrato interessante sfruttare quanto già realizzato dagli osservatori della Rete, utilizzando le informazioni da loro prodotte nell'ambito del recupero della fauna marina selvatica.

La Rete di Centri di recupero, la disponibilità di animali sia vivi che morti, la già nota ingestione di materiale plastico da parte della specie, hanno contribuito alla scelta della *C. caretta* come specie indicatrice da adottare per il Mediterraneo. Il presente lavoro risulta quindi inserito, come studio pilota, in questo importante processo, dove l'obiettivo è stato quello di verificare e valutare l'efficacia della scelta. I risultati discussi ne attestano la reale possibilità, seppure ancora molto si dovrà fare prima di raggiungere i risultati prodotti per il *F. glacialis*. I risultati saranno utili all'implementazione della MSFD, per valutare il GES, per approfondire l'attuale conoscenza sulle relazioni tra il *litter* e il *biota* e quindi, in seguito, poter applicare efficaci misure di mitigazione. La Rete Regionale ha risposto adeguatamente alle esigenze imposte dalla MSFD e, nello specifico, il lavoro svolto ha valutato in modo sistematico, per la prima volta, la presenza di *marine litter* nel contenuto gastro-intestinale delle tartarughe marine ritrovate in Sardegna ponendo particolare attenzione alla valorizzazione di quanto già consolidato per il sistema di monitoraggio a carattere nazionale. L'attività del CReS ha creato l'occasione di testare il protocollo "*Litter in Biota*" per il campionamento del *fecal pellet* (Galgani et al., 2013) dimostrandone e validandone l'efficacia, considerando che i dati raccolti e caratterizzati secondo il protocollo saranno confrontabili a livello di bacino e riferibili all'*assessment area* della Sardegna. Anche per questo aspetto, peraltro ancora da approfondire nel futuro, la *C. caretta* sembra essere piuttosto rappresentativa dell'area attorno alla Sardegna. Uno degli elementi da considerare è sicuramente, per le plastiche ingerite, il tempo di transito intestinale, per cui l'esemplare "conserva" per un periodo, e quindi per un'area percorsa, quanto di cui volontariamente o involontariamente si è cibato. La valutazione di questo aspetto, che riguarda soprattutto gli esemplari vivi, ma che si applica ai vivi e ai morti, fornisce informazioni sul periodo e, in maniera approssimativa, anche sull'area di riferimento di ingestione del *litter*.

Infatti, studi di telemetria satellitare indicano che le tartarughe marine sono specie migratrici in grado di percorrere lunghe distanze, quantificate in decine di chilometri al giorno (Bentivegna, 2002; Bentivegna et al., 2007; Luschi et al., 2006; Schofield et al., 2010; Tucker, 2010; Varo-Cruz et al., 2013). È stato osservato come le tartarughe al Centro di Recupero abbiano rilasciato materiale antropogenico nelle feci per più di un mese dopo l'ospedalizzazione, anche se la maggior parte è stato espulso nell'arco delle prime due settimane (14 giorni).

Studi specifici per il litter non sono stati effettuati, risulta interessante un lavoro sul tempo di transito di sostanze nel tratto gastro-intestinale di *C. Caretta*, che ha quantificato in 10 giorni il tempo di espulsione di sfere di polietilene somministrate (Valente et al., 2008), che noi prendiamo a riferimento. Considerando la distanza media ricoperta in 10 giorni da una *C. Caretta*, il litter defecato durante l'ospedalizzazione all'interno delle vasche, può essere considerato un campione rappresentativo del materiale antropico presente attorno alla Sardegna (in un raggio di circa 100 miglia nautiche dalla costa). Naturalmente dovrebbero essere svolti ulteriori studi sul tempo di transito, in particolare della plastica laminare (*sheet*), per definire meglio la scala spaziale entro la quale *C. caretta* sia un buon bio-indicatore. A confermare quanto detto, l'unica analisi volta a mostrare differenze tra le coste occidentali ed orientali dell'isola ha di fatto mostrato che l'area di studio risulta omogenea, infatti non sono state osservate differenze in termini di composizione della materia ingerita tra la costa orientale e quella occidentale della Sardegna, mostrando un *pattern* simile riguardo la distribuzione delle tipologie di litter nell'intera area.

I dati riportati, come già detto, risultano importanti per l'area di studio, ma devono essere confrontabili con quelli espressi in altre aree al fine di comprendere in maniera più approfondita il ruolo di ognuna nell'ottica comune di contribuire attivamente alla conservazione delle popolazioni di tartarughe marine che frequentano il Mediterraneo.

Come riportato in letteratura (Bjorndal, 1997; Frick et al., 2009; Lazar et al., 2010), durante i diversi stadi della vita, *C. caretta* si ciba su organismi planctonici (es. cnidari e ctenofori) e, con la crescita, inizia a predare specie bentoniche (es. crostacei, spugne, molluschi). Le meduse si possono riscontrare più frequentemente, come avviene anche per i frammenti di plastica del tipo *sheet*, nel mezzo della colonna d'acqua e le buste di plastica, infatti, sono state osservate e documentate essere scambiate per cibo dalle tartarughe marine (Casale et al., 2008; Mrosovsky et al., 2009; Plotkin et al., 1993).

Gli individui di *C. caretta*, in particolare quelli adulti, sono in grado di discriminare i colori per la ricerca del cibo (Bartol & Musick, 2003) ed evitare così di mordere e ingerire le tipologie di prede non gradite (Swimmer et al., 2005). In questo studio sono stati considerati sia individui giovanili (< 40 cm CCL) che individui sub-adulti (> 40 cm CCL), ed è stato osservato che entrambi abbiano ingoiato della plastica ingerita sulla superficie e nella colonna d'acqua. I risultati mostrano differenze significative nei valori di abbondanza tra i materiali di categorie di colori differenti (Tab. 21). In particolare, come mostrato in Figura 86, i frammenti di *sheet* di colore bianco e trasparente risultano essere le categorie più rappresentative, come riscontrato in precedenza anche da Gramentz (1988) e Lazar & Gračan (2011). Queste categorie sembrano

essere le più diffuse colorazioni di buste di plastica (sotto-categoria *sheet*) attorno alle coste della Sardegna (osservazione personale), il che può rappresentare la ragione del predominante livello di ingestione di plastica da parte delle tartarughe. L'elevata frequenza riscontrata per i frammenti di *sheet* ingeriti può essere dovuta al loro particolare *pattern* di sospensione che li rende più simili a meduse rispetto a come si comporterebbero altre tipologie di materiali (*fragments* o *foam*) che galleggiano proprio sulla superficie dell'acqua e quindi possono essere più difficili da identificare e da approcciare dalle tartarughe (Schuyler et al., 2012). I nostri risultati possono essere spiegati considerando sia il comportamento alimentare di *C. caretta*, che l'elevata presenza di frammenti di *sheet* di colore chiaro nell'ambiente marino. Sarebbe importante condurre delle campagne di campionamento a grande scala spaziale per meglio capire l'entità del fenomeno e l'incidenza in tutto il Mediterraneo.

L'ingestione di *litter* può rappresentare un importante pericolo per le popolazioni di *C. caretta* che frequentano il Mediterraneo ma tuttavia, nell'arco di 10 anni di attività, il CReS non ha mai rinvenuto animali seriamente compromessi per grandi quantità di plastica ingerita o addirittura con evidente blocco dell'apparato digerente come causa di morte.

Alcuni studi eseguiti fin ora riportano dati sull'interazione tra le tartarughe marine e il *marine litter* in Mediterraneo e negli Oceani e la plastica risulta la più rilevante tipologia di *litter*. Una comparazione generale mostra che l'interazione delle tartarughe con la sotto-categoria *sheet* in Sardegna (FO=12.39%) rappresenta l'incidenza più bassa riportata in Mediterraneo (Tab. 22). Nel Golfo di Gabes e nello Stretto di Sicilia (Casale et al., 2008), materiali plastici galleggianti (*floating plastic*) sono stati osservati con un'alta frequenza (FO=33.7%), in Adriatico (Lazar & Gračan, 2011) frammenti di "plastica morbida" (*soft plastic*) sono anch'essi stati registrati con valori piuttosto alti in frequenza (FO=68.4%), e la più alta frequenza di "plastica generica" (*plastic*) (FO=75.9%) è stata riscontrata nell'area del Mediterraneo Occidentale (Tomás et al., 2002). Nel Tirreno, il *litter* classificato come "plastica laminare" (*sheetlike*) (Campani et al., 2013), che risulta l'analoga della nostra sotto-categoria *sheet*, ha mostrato valori più alti (FO=70.4%) rispetto ai risultati della Sardegna. Diverse metodologie e differenti categorizzazioni di *marine litter* sono state utilizzate in studi precedenti, rendendo difficile la comparazione fra diverse aree.

Con questo lavoro si vuole promuovere l'applicazione del protocollo della MSFD "Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas" (Galgani et al., 2013) per rendere più comparabili i risultati provenienti dalle diverse *assessment area* e *sub-region* Mediterranee, ed assicurare l'inizio dell'attività di monitoraggio del *marine litter* entro il 2014.

Study area	N	CCL range (cm)	Occurrence (%)	References
<i>Mediterranean Sea</i>				
Central-western Mediterranean (Sardinia, Italy)	121	21.0 - 73.0	14.0	Present study
Tyrrhenian sea (Tuscany coast)	31	29.0 - 73.0	71.0	Campani et al. (2013)
Adriatic Sea (Croatia, Slovenia)	54	25.0 - 79.2	35.2	Lazar and Gračan (2011)
Central Mediterranean (Italy)	79	25.0 - 80.3	48.1	Casale et al. (2008)
Western Mediterranean (Spain)	54	34.0 - 69.0	75.9	Tomás et al. (2002)
Central Mediterranean (Malta)	99	20.0 - 69.5	20.2	Gramentz (1988)
<i>Atlantic Ocean</i>				
North-eastern Atlantic (Azores, Portugal)	12	9.3 - 56.0	25.0	Frick et al. (2009)
North-western Atlantic (Georgia, USA)	12	59.4 - 77.0	0	Frick et al. (2001)
South-western Atlantic (Brazil)	10	63.0 - 97.0	10	Bugoni et al. (2001)
North-western Atlantic (Florida, USA)	50	4.03 - 5.63	32	Witherington (1994)
Gulf of Mexico (Texas, USA)	82	51.0 - 105.0	51.2	Plotkin et al. (1993)
Gulf of Mexico (Texas, USA)	66	HL - 109	47.0	Plotkin and Amos (1988)
<i>Pacific Ocean</i>				
South-western Pacific (Australia)	7	4.6 - 10.6	57.1	Boyle and Limpus (2008)
Central north Pacific (Hawaii, USA)	52	13.5 - 74.0	34.6	Parker et al. (2005)

Tabella 22. Incidenza dell'ingestione di marine litter nelle tartarughe in diverse aree. N: campione totale; CCL: lunghezza curvilinea del carapace; occurrence (%): numero di tartarughe affette dalla presenza di litter calcolato sul campione totale; HL: hatchlings

La metodologia di monitoraggio della MSFD per la presenza di plastica nell'ambiente marino ci permetterà di comparare i dati ambientali con quelli legati alla biologia, e quindi valutarne le relazioni, attuando l'impiego di *C. caretta* come "campionatore" per il litter nell'ambiente marino a scala regionale. Il dialogo con il RAC/SPA, permetterà di lavorare a sistema con tutti i paesi del Mediterraneo e la Sardegna, proprio grazie alla sua posizione al centro del Mediterraneo, come per tutte le sue caratteristiche ambientali e oceanografiche, può rappresentare un punto di riferimento per l'intero sistema.

23. Conclusioni

I materiali antropogenici sono un grave problema per gli ecosistemi acquatici, soprattutto per le specie marine in via d'estinzione come la tartarughe comune. Il fenomeno dell'interazione del *litter* con il *biota* necessita un monitoraggio sistematico a scala Nazionale e di bacino da parte di istituzioni, Centri di Recupero e Istituti di Ricerca. Per questa ragione la Rete Regionale della Sardegna, che rappresenta una rete di osservatori costieri che effettua un costante monitoraggio delle condizioni ambientali, ha bisogno di stabilire un link forte con le altre regioni mediterranee.

La partecipazione agli workshop tenutisi a Siena negli ultimi anni (*Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates and seabirds: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment, implication on European Marine Strategy Framework Directive*, 2012; 2013) hanno dato luogo a un proficuo dialogo, oltre alla presentazione di idee e lavori preliminari sulla problematica litter e biota, tra gli Enti di Ricerca e dipartimenti Universitari che già se ne occupavano autonomamente.

In virtù di ciò che emerge da questo, come da altri lavori svolti fin ora su questa tematica, la *C. caretta* può essere definita come "specie sentinella" per lo stato ambientale marino e un efficiente bio-indicatore delle varie pressioni di origine antropica sull'ambiente marino e costiero, con particolare attenzione alla presenza di plastica in mare.

La raccolta dei dati sulla ingestione di *marine litter* da tutte le aree del Mediterraneo è sicuramente un progetto molto ambizioso ma il dialogo con il RAC/SPA potrà tuttavia permettere la prosecuzione degli obiettivi di monitoraggio della MSFD nell'intero bacino, anche dei paesi extra-europei. La Rete Mediterranea dei Centri di Recupero è stata pianificata per standardizzare metodologie per la protezione e conservazione delle tartarughe marine, per rendere i dati comparabili e applicare comuni misure di mitigazione al fine di raggiungere uno stesso obiettivo. I dati rivelano che la Sardegna rappresenti una importante area di studio grazie alla sua posizione strategica nel mezzo del bacino Occidentale del Mediterraneo e il ritrovamento di esemplari di *C. caretta* contribuisce ad aggiungere informazioni sull'ecologia e il comportamento di questa specie.

Con il presente lavoro si vuole promuovere l'utilizzo di *C. caretta* per monitorare la presenza del *litter* nel Mediterraneo, come è stato fino ad ora fatto con il Fulmaro nel Mare del Nord (Matiddi et al., 2011; van Franeker, 2011). La quantificazione delle plastiche negli stomaci dei Fulmar, infatti, sono utilizzati per definire l'Indice di Qualità Ecologico (Ecological Quality Objective, EcoQO) (dei paesi) dell'OSPAR, specifico per il *Marine Litter* (OSPAR, 2010) e proposto anche per la MSFD (Galgani et al., 2013; van Franeker, 2011). L'Indice di Qualità

Ecologico potrà essere determinato chiaramente anche con le tartarughe marine come bio-indicatore, ma solo quando una completa serie di dati da tutte le aree e *sub-region* del Mediterraneo saranno disponibili.

Conclusioni generali

Le tematiche svolte nel presente lavoro, seppur all'apparenza molto distanti tra loro, si inseriscono perfettamente all'interno delle politiche gestionali legate alla salvaguardia delle tartarughe marine e nello specifico tra gli obiettivi del Centro di Recupero del Sinis. La conservazione di *C. caretta* in Mediterraneo si attua attraverso specifici programmi e considerando le molteplici attività antropiche con cui la specie interagisce (UNEP/MAP RAC/SPA, 2007, 2009).

Come già discusso, le attività antropiche minacciano seriamente la sopravvivenza di *C. caretta* in Mediterraneo e, nello specifico, la riduzione degli impatti con gli strumenti da pesca, la salvaguardia delle aree di nidificazione e delle aree di alimentazione rappresentano i punti di maggior rilievo su cui intervenire (Casale & Margaritoulis, 2010; RAC/SPA 2003). Il RAC/SPA ha definito quali misure di mitigazione degli impatti citati il monitoraggio e la salvaguardia degli habitat utilizzati da *C. caretta*, l'istituzione di Centri di Recupero lungo le coste e la mappatura degli habitat utilizzati dalla specie (aree di nidificazione, aree di alimentazione, corridoi migratori) (Bentivegna, 2002; RAC/SPA, 2003, 2004) coordinando e supervisionando le azioni promosse dai diversi paesi, al fine di poter agire tutti in accordo. Il lavoro, quindi, si è inserito all'interno di queste tematiche considerate prioritarie a differenti scale regionali.

La Rete Regionale ha dato luogo ad un sistema virtuoso unico nel panorama Nazionale in cui sono state messe in campo tutte le risorse in termini di competenze professionali (tecnico-scientifiche, amministrative, di vigilanza ambientale) gestite nel migliore dei modi, per favorire la creazione di una struttura solida, efficace e duratura. L'interazione e la collaborazione coordinata tra i tanti soggetti coinvolti è stato uno dei più importanti traguardi raggiunti che ha determinato il recupero e la reintroduzione in natura di diverse centinaia di tartarughe marine rinvenute in Sardegna in più di dieci anni di attività. Sono proprio i Nodi della Rete a rappresentare i presidi costieri con cui ci si relaziona, ma con un assetto e delle peculiarità tali che pongono la Sardegna come riferimento nel panorama Nazionale. Innanzitutto i Nodi non sono tutti uguali, alcuni hanno aderito alla Rete in qualità di Centri di Primo Soccorso e altri agiscono come Centri di Recupero, ben attrezzati e di riferimento per gli altri. Quindi la Rete non rappresenta la somma dei presidi costieri, ma agisce come un'organizzazione territoriale, in cui sono espressi, a livello locale, principi e compiti comuni e condivisi. Nel tempo i Nodi, in qualità

di osservatori permanenti lungo la costa, rappresentano delle istituzioni di supporto alle amministrazioni per il controllo e la gestione del territorio, con particolare attenzione alle specie di fauna selvatica in pericolo. Infatti la Rete ha partecipato attivamente al progetto Gionha, ha gestito il monitoraggio degli esemplari ricoverati, ha avviato programmi di ricerca, ha supportato le amministrazioni per le direttive comunitarie e, soprattutto, ha evidenziato le criticità che ancora rallentavano la corretta gestione di *C. caretta*.

Attraverso la stesura delle Linee Guida è stato così possibile mettere a punto un protocollo d'intervento preciso e inequivocabile, definendo i ruoli dei diversi soggetti coinvolti nelle proprie aree di competenza anche con il supporto delle ASL e delle amministrazioni locali. Ad emergere, come importante risultato ottenuto dal presente lavoro, è la capacità di aver creato, tra i Centri di Recupero, interazioni costruttive a differenti livelli. Le Linee Guida sintetizzano le sinergie territoriali sia in ambito di tematiche specificatamente tecnico-scientifiche, dove gli esperti hanno potuto contribuire attivamente migliorando e ottimizzando procedure e protocolli, come anche in ambito amministrativo, a scala locale e regionale. Il Network delle Aree Marine risulta funzionale agli obiettivi del progetto e rappresenta una modalità di lavoro estremamente importante, tanto che il MATTM ha preso in considerazione la Rete della Sardegna come modello da esportare alle altre regioni.

Il monitoraggio del comportamento post-rilascio degli esemplari ricoverati ha definito e chiarito gli indicatori da considerare per verificare l'efficacia delle cure effettuate. L'utilizzo di tecnologie avanzate, applicate alle tartarughe marine, rappresenta un fondamentale contributo alla conservazione di *C. caretta* per le numerose informazioni acquisite sia a carattere gestionale, nel monitoraggio dello stato di salute e controprova della efficacia delle cure svolte al CReS, che a carattere scientifico, nello studio dell'ecologia della specie e modalità di utilizzo dell'habitat. Gli incoraggianti risultati ottenuti, peraltro da approfondire negli anni futuri, potrebbero creare una solida base di monitoraggio successivo al rilascio da applicare a tutte le tartarughe liberate.

Sempre grazie all'attività del Centro di Recupero, e proprio per la capacità di acquisire e analizzare informazioni, è stato possibile implementare la direttiva Europea sulla Strategia Marina riguardo il descrittore 10 (*Marine Litter*). Senza dettagliare quanto già discusso, è importante puntualizzare il contributo del CReS nel gruppo di lavoro a livello Nazionale, portando l'esperienza della Sardegna anche in altre regioni. Il tavolo di confronto aperto a livello Europeo nell'ambito delle interazioni tra *litter* e biota e la definizione di un indicatore della qualità ambientale per il Mediterraneo rappresentano un altro punto importante sviluppato in questo lavoro.

Le tre attività del lavoro si sono dimostrate in linea con i propositi dei più rilevanti protocolli per la gestione delle tartarughe marine e dei Centri di Recupero. Inoltre sono state integrate all'interno dei più importanti e recenti progetti Europei e Mediterranei per la tutela e conservazione di *C. caretta* e dei suoi habitat: il progetto GIONHA, il Piano d'Azione Mediterraneo e la Strategia Marina. All'interno del lavoro è stata più volte richiamata ed evidenziata l'importanza di standardizzare i sistemi di gestione di *C. caretta*, le metodologie di studio e la condivisione dei dati ad essa riferiti, almeno a livello Europeo e di bacino.

I risultati ottenuti da questi studi evidenziano il ruolo della Sardegna sia per le attività svolte ma soprattutto per l'importanza che l'area, al centro del bacino occidentale, riveste nella conservazione delle popolazioni di *C. caretta*, aprendo nuovi scenari alla gestione della specie.

Tuttavia appare ambizioso pensare di proteggere in toto le aree di alimentazione delle tartarughe in Mediterraneo, tra le azioni prioritarie proposte dal RAC/SPA, in quanto, in realtà, queste non sono state definite e studiate completamente. Come mostrato nella mappa in figura 3, il settore occidentale del bacino, soprattutto lungo le coste italiane, compresa la Sardegna, risulta ancora carente di studi che attestino la frequentazione ai fini alimentari di *Caretta*. Il lavoro svolto con i TDR può considerarsi un punto di partenza per approfondire questo aspetto e, accostato ad analisi sulla dieta degli esemplari morti rinvenuti nell'isola, potrà meglio far comprendere il ruolo della Sardegna, in particolare il settore occidentale dotato di un'ampia piattaforma, per l'ecologia alimentare della specie.

Oltre questo, esistono ancora molti gap informativi, come evidenziato nell'ambito della Strategia Marina, riguardo alla quantità, tipologia e distribuzione di *litter* presente nelle acque della Sardegna. L'interazione tra le plastiche e le tartarughe marine rappresenta una tematica di studio ancora in fase preliminare a livello Europeo e Mediterraneo, ma il presente lavoro ha dato luogo ad una pubblicazione scientifica basata, per la prima volta, sul protocollo standardizzato per la classificazione del *Marine Litter*, utile ad aggiungere informazioni e letteratura sull'*assessment area* della Sardegna.

È ipotizzabile come il danno prodotto dalle sostanze tossiche contenute nelle materie plastiche interferisca negativamente con il successo riproduttivo degli organismi (Teuten et al., 2009; Keller et al., 2006), producendo disfunzioni a livello ormonale ed endocrino con evidenti ripercussioni nella conservazione delle specie protette e in particolare di *C. caretta*. Per questo motivo è necessario intervenire al più presto per arginare il fenomeno dell'inquinamento in mare a scala di bacino, vista la natura migratoria di *C. caretta*, capace quindi di interagire con i rifiuti presenti in tutte le aree del Mediterraneo. La valutazione dell'inquinamento marino e i provvedimenti imposti dalla Comunità Europea al fine di limitare i danni all'ecosistema potranno

avere, negli anni, una ricaduta positiva per gli organismi marini ma anche per l'uomo, che si trova all'apice della catena trofica.

La tematica della conservazione, in questa tesi, è stata trattata con una analisi multidisciplinare in cui è emerso che la *C. caretta* risente di molteplici minacce originate dalle attività umane e che rappresentano, ad oggi, le maggiori problematiche che ne stanno determinando il declino in Mediterraneo. Sebbene le azioni di tutela per la specie, indicate dalle numerose direttive e regolamenti, e il tentativo di mitigazione degli impatti siano stati avviati ormai da molti anni, assistiamo continuamente ad un elevato tasso di mortalità di individui indotto soprattutto dalle catture accidentali, non riuscendo ancora ad apprezzare un miglioramento della situazione attuale. Da una visione generale, infatti, le politiche gestionali non risultano ancora efficaci a controllare e limitare le tante attività, spesso illegali, (sversamento di inquinanti, strumenti da pesca vietati) svolte regolarmente nelle diverse aree del bacino che coincidono inevitabilmente anche con quelle frequentate dalle tartarughe marine.

Il contributo fornito con il presente lavoro ha rappresentato per la prima volta una serie di informazioni che mettono in luce la situazione della regione Sardegna, come punto di partenza per la salvaguardia degli esemplari di *C. caretta* nell'area ma che si riflette sulla tutela delle popolazioni Mediterranee e in parte Atlantiche.

Lo sforzo effettuato dalla Rete della Sardegna, in termini di controlli, interventi, monitoraggi e studi scientifici, dovrebbe essere svolto allo stesso modo da tutte le altre regioni costiere del bacino, applicando gli stessi accorgimenti per ridurre al minimo il numero di decessi e aggiungere sempre più informazioni utili alla gestione e alla conservazione di *C. caretta*.

Bibliografia:

Agardy, T., 1997. Marine protected areas and ocean conservation. Academic Press, San Diego, California, 244 pp.

Aliani, S., Griffa, A., Molcard, A., 2003. Floating debris in the Ligurian Sea, north-western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin* 46, 1142-1149.

Anderson, M.J., Gorley, R.N., Clarke, K.R., 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E: Plymouth, United Kingdom.

Arthur, C., Baker, J., Bamford, H., 2009. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. NOAA Technical Memorandum NOS-OR & R-30. NOAA, Silver Spring, Maryland, 530 pp.

Barnes, D.K.A., Galgani, F., Thompson, R.C., Barlaz, M., 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364, 1985-1998.

Bartol, S., Musick, J., 2003. Sensory biology of sea turtles, in: Lutz, P.L., Musick, J.A., Wyneken, J. (Eds.), *The biology of sea turtles*, Vol 2. CRC Press, Boca Raton, Florida, 79-102.

Bearzi, G., Agazzi, S., Gonzalvo, J., Bonizzoni, S., Costa, M., Petroselli, A., 2010. Biomass removal by dolphins and fisheries in a Mediterranean Sea coastal area: do dolphins have an ecological impact on fisheries? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20, 549-559. DOI: 10.1002/aqc.1123

Bearzi, G., Agazzi, S., Gonzalvo, J., Costa, M., Bonizzoni, S., Politi, E., Piroddi, C., Reeves, R.R., 2008. Overfishing and the disappearance of short-beaked common dolphins from western Greece. *Endangered Species Research* 5, 1-12. DOI: 10.3354/esr00103

Bentivegna, F., 2001. Possibilities of Reintegrating Sea Turtles Kept in Captivity to the Wild. *Bulletin de l'Institut Oceanographique Monaco* n° spécial 20, fascicule 1. 6 pp.

Bentivegna, F., 2002. Intra-mediterranean migrations of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) monitored by satellite telemetry. *Marine Biology* 141, 795-800.

Bentivegna, F., Hochscheid, S., Minucci, C., 2003. Seasonal variability in voluntary dive duration of the Mediterranean loggerhead turtle, *Caretta caretta*. *Scientia Marina* 67, 371-375.

Bentivegna, F., Treglia, G., Hochscheid, S., 2005. The first report of a loggerhead turtle *Caretta caretta* nest on the central Tyrrhenian coast (western Mediterranean). *JMBA2 - Biodiversity Records*, Ref. No. 5143, pp 1-3.

Bentivegna, F., Rasotto, M.B., de Lucia, G.A., Secci, E., Massaro, G., Panzera, S., Caputo, C., Carlino, P., Treglia, G., Hochscheid, S., 2010. Loggerhead Turtle (*Caretta caretta*) nests at high latitudes in Italy: a call for vigilance in the Western Mediterranean. *Chelonian Conservation and Biology* 9, 283-289.

Bentivegna, F., Valentino, F., Falco, P., Zambianchi, E., Hochscheid, S., 2007. The relationship between loggerhead turtle (*Caretta caretta*) movement patterns and Mediterranean currents. *Marine Biology* 151, 1605-1614.

Bjorndal, K.A., 1985. Nutritional ecology of Sea Turtles. *Copeia*, 736-751.

Bjorndal, K.A., 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles, in: Lutz, P., Musick, J. (Eds.), *The biology of sea turtles*, Vol 1. CRC Press, Boca Raton, Florida, 199-232.

Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Lagueux, C.J., 1994. Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. *Marine Pollution Bulletin* 28, 154-158.

Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Martins, H.R., 2000. Somatic growth model of juvenile loggerhead sea turtles *Caretta caretta*: duration of pelagic stage. *Marine Ecology Progress Series* 202, 265-272.

Boerger, C.M., Lattin, G.L., Moore, S.L., Moore, C.J., 2010. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin* 60, 2275-2278.

Bolten, A.B., 2003a. Active swimmers–Passive drifters, in: Bolten, A.B., Witherington, B.E. (Eds.), *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Institution, 63–78.

Bolten, A.B., 2003b. Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages, in: Lutz, P.L., Musick, J.A., Wyneken, J. (Eds.), *The biology of sea turtles*, CRC Press, Boca Raton, Florida, 243-257.

Borja, Á., Elliott, M., Andersen, J.H., Cardoso, A.C., Carstensen, J., Ferreira, J.A., Heiskanen, A.S., Marques, J.O., Neto, J.M., Teixeira, H., Uusitalo, L., Uyarra, M.C., Zampoukas, N., 2013. Good Environmental Status of marine ecosystems: What is it and how do we know when we have attained it? *Marine Pollution Bulletin* 76,16-27.

Borja, Á., Elliott, M., Carstensen, J., Heiskanen, A.S., van de Bund, W., 2010. Marine management - Towards an integrated implementation of the European Marine Strategy Framework and the Water Framework Directives. *Marine Pollution Bulletin* 60, 2175-2186.

Borja, Á., Galparsoro, I., Irigoien, X., Iriondo, A., Menchaca, I., Muxika, I., Pascual, M., Quincoces, I., Revilla, M., Germán Rodríguez, J., Santurtún, M., Solaun, O., Uriarte, A., Valencia, V., Zorita, I., 2011. Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: a methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay). *Marine Pollution Bulletin* 62, 889-904.

Bossart, G.D., 2006. Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *Oceanography* 19, 134-137.

Bowen, B.W, Kamezaki, N., Limpus, C.J., 1994. Global phylogeography of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) as indicated by mitochondrial DNA haplotypes. *Evolution* 48, 1820-1828.

Bowen, R.E., Halvorson, H., Depledge, M.H., 2006. The oceans and human health. *Marine Pollution Bulletin* 53, 541-544.

Boyle, M.C., Limpus, C.J., 2008. The stomach contents of post-hatchling green and loggerhead sea turtles in the southwest Pacific: an insight into habitat association. *Marine Biology* 155, 233-241.

Broderick, A.C., Coyne, M.S., Fuller, W.J., Glen, F., Godley, B.J., 2007. Fidelity and overwintering of sea turtles. *Proceedings of the Royal society B* 274, 1533-1538.

Broderick, A.C., Glen, F., Godley, B.J., Graeme, C. Hays, G.C., 2002. Estimating the number of green and loggerhead turtles nesting annually in the Mediterranean. *Oryx* 36, 1-9.

Bugoni, L., Krause, L., Petry, M.V., 2001. Marine debris and human impacts on sea turtles in Southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 42, 1330-1334.

Burak, S., Doğan, E., Gazioğlu, C., 2004. Impact of urbanization and tourism on coastal environment. *Ocean & Coastal Management* 47, 515-527.

Cambiè, G., 2011. Incidental capture of *Caretta caretta* in trammel nets off the western coast of Sardinia (Italy): statistical models of capture abundance and immediate survival. *Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems* 21, 28-36.

Campani, T., Baini, M., Giannetti, M., Cancelli, F., Mancusi, C., Serena, F., Marsili, L., Casini, S., Fossi, M.C., 2013. Presence of plastic debris in loggerhead turtle stranded along the Tuscany coasts of the Pelagos Sanctuary for Mediterranean Marine Mammals (Italy). *Marine Pollution Bulletin* 74, 225-230.

Cardona, L., Revelles, M., Carreras, C., San Félix, M., Gazo, M., Aguilar, A., 2005. Western Mediterranean immature loggerhead turtles: habitat use in spring and summer assessed through satellite tracking and aerial surveys. *Marine Biology* 147, 583-591. DOI: 10.1007/s00227-005-1578-9

Cardoso, A.C., Cochrane, S., Doerner, H., Ferreira, J.G., Galgani, F., Hagebro, C., Hanke, G., Hoepffner, N., Keizer, P.D., Law, R., Olenin, S., Piet, G.J., Rice, J., Rogers, S.I., Swartenbroux, F., Tasker, M.L., van de Bund, W., 2010. Scientific support to the European Commission on Marine Strategy Framework Directive. Management Group Report. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Carr, A., 1965. The navigation of the green turtle. *Scientific American* 212, 79-86.

Carr, A., 1987a. Impact of nondegradable marine debris on the ecology and survival outlook of sea turtles. *Marine Pollution Bulletin* 18, 352-357.

Carr, A., 1987b. New perspectives on the pelagic stage of sea turtle development. *Conservation Biology* 1, 103-121.

Carr, A. F. 1986 Rips, FADS, and little loggerheads. *BioScience* 36, 92-100.

Casale, P., Abbate, G., Freggi, D., Conte, N., Oliverio, M., Argano, R., 2008. Foraging ecology of loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in the central Mediterranean Sea: evidence for a relaxed life history model. *Marine Ecology Progress Series* 372, 265-276.

Casale, P., Freggi, D., Ciná, A., Rocco, M., 2013. Spatio-temporal distribution and migration of adult male loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea: further evidence of the importance of neritic habitats off North Africa. *Marine Biology* 160, 703-718. DOI 10.1007/s00227-012-2125-0

Casale, P., Margaritoulis, D., 2010. *Sea Turtles in the Mediterranean: Distribution, Threats and Conservation Priorities*, IUCN, Gland, Switzerland, 304 pp.

Casale, P., Nicolosi, P., Freggi, D., Turchetto, M., Argano, R., 2003. Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in Italy and in the Mediterranean basin. *Herpetological Journal* 13, 135-139.

Cheshire, A.C., Adler, E., Barbière, J., Cohen, Y., Evans, S., Jarayabhand, S., Jeftic, L., 2009. *UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter*. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 186, IOC Technical Series No. 83: xii + 120 pp.

Claussen, U., Connor, D., de Vrees, L., Leppänen, J., Percelay, J., Kapari, M., Mihail, O., Ejdung, G., Rendell, J., 2011. Common Understanding of (Initial) Assessment, Determination of Good Environmental Status (GES) and Establishment of Environmental Targets (Art. 8, 9 & 10 MSFD), 71pp.

Clusa, M., Carreras, C., Pascual, M., Gaughran, S.J., Piovano, S., Giacoma, C., Fernández, G., Levy, Y., Tomás, J., Raga, J.A., Maffucci, F., Hochscheid, S., Aguilar, A., Cardona, L., 2014. Fine-scale distribution of juvenile Atlantic and Mediterranean loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea. *Marine Biology* 161, 509-519.

Coppa, S., Guala, I., de Lucia, G.A., Massaro, G., Bressan, M., 2010. Density and distribution patterns of the endangered species *Pinna nobilis* within a *Posidonia oceanica* meadow in the Gulf of Oristano (Italy). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90, 885-894.

Davenport, J., Ingle, G., Hughes, A.K., 1982. Oxygen uptake and heart rate in young green turtles (*Cheloniemydas*). *Journal of Zoology (London)* 198, 399-412.

De Falco, G., Baroli, M., Cucco, A., Simeone, S., 2008. Intrabasinal conditions promoting the development of a biogenic carbonate sedimentary facies associated with the seagrass *Posidonia oceanica*. *Continental Shelf Research* 28, 797-812.

de Lucia, G.A., Camedda, A., Massaro, G., Briguglio, P., Secci, E., Maffucci, F., Bentivegna, F. 2011a. Preliminary data on genetic characterization of loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in Sardinian sea. Proceedings of the 4th Mediterranean Conference on Marine Turtles, Naples, Italy, 129pp.

de Lucia, G.A., Massaro, G., Magnone, F., Fracassi, D., Frau, F., Gaio, A., Ollano, G., Pireddu, L., Secci, E., 2011b. La Rete Regionale della Sardegna per la conservazione della fauna marina (Tartarughe e mammiferi marini). *Biologia Marina Mediterranea* 18, 130-132.

de Lucia, G.A., Camedda, A., Massaro, G., Briguglio, P., Secci, E., Bentivegna, F., 2011c. Sinis rescue centre in the Sardinian Network to conservation of marine protected species (Marine Turtles and Marine Mammals), in: Bentivegna, F., Maffucci, F., Mauriello, V. (Eds.), Proceedings of the 4th Mediterranean Conference on Marine Turtles, Naples, Italy, 129 pp.

de Lucia, G.A., Caliani, I., Marra, S., Camedda, A., Coppa, S., Alcaro, L., Campani, T., Giannetti, M., Coppola, D., Cicero, A.M., Panti, C., Baini, M., Guerranti, C., Marsili, L., Massaro, G., Fossi, M.C., Matiddi, M., (in press). Amount and distribution of neustonic microplastic off the western Sardinian coast (Central-Western Mediterranean Sea). *Marine Environmental Research*.

de Stephanis, R., Giménez, J., Carpinelli, E., Gutierrez-Exposito, C., Cañadas, A., 2013. As main meal for sperm whales: Plastics debris. *Marine Pollution Bulletin* 69, 206-214.

Derraik, J.G.B., 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin* 44, 842-852.

Di Bello, A., Valastro, C., Staffieri, F., Crovace, A., 2006. Veterinary Radiology & Ultrasound 47, 351-354.

Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A., Donnelly, M. (Eds), 1999. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4, Washington, DC, 235 pp.

Eckert, S.A., Eckert, K.L., Ponganis, P., Kooyman, G.L., 1989. Diving and foraging behavior of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*). *Canadian Journal of Zoology* 67, 2834-2840.

Eckert, S.A., Nellis, D.W., Eckert, K.L., Kooyman, G.L., 1986. Diving patterns of two leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) during interesting intervals at Sandy Point, St. Croix, U.S. Virgin Islands. *Herpetologica* 42, 381-388.

European Commission, 2008. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008, establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). *Official Journal of the European Union* 164, 19-40.

Evans, K., Lea, M.A., Patterson, T.A., 2013. Recent advances in bio-logging science: Technologies and methods for understanding animal behaviour and physiology and their environments. *Deep-Sea Research II* 88-89, 1-6.

FAO Fisheries and Aquaculture Department, 2009. Guidelines to reduce sea turtle mortality in fishing operations. Rome, Italy, 128 pp.

Fedak, M.A., Thompson, D., 1993. Behavioural and physiological options in diving seals. *Symposium of the Zoological Society of London* 66, 333-348.

Fleming, L.E., Broad, K., Clement, A., Dewailly, E., Elmir, S., Knap, A., Pomponi, S.A., Smith, S., Solo Gabriele, H., Walsh, P., 2006. Oceans and human health: Emerging public health risks in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 53, 545-560.

Fossette, S., Ferraroli, S., Tanaka, H., Ropert-Coudert, Y., Arai, N., Sato, K., Naito, Y., Le Maho, Y., Georges, J.Y., 2007. Dispersal and dive patterns in gravid leatherback turtles during the nesting season in French Guiana. *Marine Ecology Progress Series*. 338, 233-247.

Foti, M., Giacobello, C., Bottari, T., Fisichella, V., Rinaldo, D., Mammina, C., 2009. Antibiotic Resistance of Gram Negatives isolates from loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the central Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* 58, 1363-1366.

Francke, D.L., Hargrove, S.A., Vetter, E.W., Winn, C.D., Balazs, G.H., Hyrenbach, K.D., 2013. Behavior of juvenile green turtles in a coastal neritic habitat: validating time-depth-temperature records using visual observations. *Journal of Experimental Biology and Ecology* 444, 55-65.

Frick, M.G., Williams, K.L., Bolten, A.B., Bjorndal, K.A., Martins, H.R., 2009. Foraging ecology of oceanic-stage loggerhead turtles *Caretta caretta*. *Endangered Species Research* 9, 91-97.

Frick, M.G., Williams, K.L., Pierrard, L., 2001. Summertime foraging and feeding by immature loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from Georgia. *Chelonian Conservation and Biology* 4, 178-181.

FWC - Florida fish and Wildlife conservation Commission, 2007. Marine turtles conservation guidelines. Tallahassee, Florida, 111 pp.

Galgani, F., Fleet, D., van Franeker, J., Katsanevakis, S., Maes, T., Mouat, J., Oosterbaan, L., Poitou, I., Hanke, G., Thompson, R., Amato, E., Birkun, A., Janssen, C., 2010. Marine Strategy Framework Directive - Task Group 10 Report Marine Litter. JRC Scientific and Technical Reports, 57 pp.

Galgani, F., Hanke, G., Werner, S., Oosterbaan, L., Nilsson, P., Fleet, D., Kinsey, S., Thompson R. C., van Franeker, J., Vlachogianni, T., Scoullou, M., Veiga, J. M., Palatinus, A., Matiddi, M., Maes, T., Korpinen, S., Budziak, A., Leslie, H., Gago, J., Liebezeit, G., 2013. Monitoring Guidance for Marine Litter in European Seas. MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter (TSG-ML). Report, 128pp.

Galgani, F., Leaute, J.P., Moguedet, P., Souplet, A., Verin, Y., Carpentier, A., Goraguer, H., Latrouite, D., Andral, B., Cadiou, Y., Mahe, J.C., Poulard, J.C., Nerisson, P., 2000. Litter on the sea-floor along European coasts. *Marine Pollution Bulletin* 40, 516-527.

Galil, B.S., 2006. Shipwrecked: shipping impacts on the biota of the Mediterranean Sea, in Davenport J., Davenport, J.L. (Eds) *The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 39-69.

Gerosa, G., Casale, P., 1999. Interaction of marine turtles with fisheries in the Mediterranean. UNEP/MAP, RAC/SPA, Tunis.

Godley, B.J., Richardson, S., Broderick, A.C., Coyne, M.S., Glen, F., Hays, G.C., 2002. Longterm satellite telemetry of the movements and habitat utilisation by green turtles in the Mediterranean. *Ecography* 25, 352-362.

Goldberg, E.D., 1997. Plasticizing the seafloor: an overview. *Environmental Technology* 18, 195-202. DOI: 10.1080/09593331808616527

Gorman, M., 1993. *Environmental Hazards: Marine Pollution*. ABC-CLIO Inc., Santa Barbara, California, 252 pp.

- Gramentz, D., 1988. Involvement of loggerhead turtle with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the central Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin* 19, 11-13.
- Gregory, M.R., 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings-entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364, 2013-2025.
- Groom, M.J., Meffe, G.K., Carroll, C.R., 2006. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 779 pp.
- Hatase, H., Omuta, K., Tsukamoto, K., 2007. Bottom or midwater: alternative foraging behaviours in adult female loggerhead sea turtles. *Journal of Zoology* 273, 46-55.
- Hays, G.C., Adams, C.R., Broderick, A.C., Godley, B.J., Lucas, D.J., Metcalfe, J.D., Prior, A.A., 2000. The diving behaviour of green turtles at Ascension Island. *Animal Behaviour* 59, 577-586.
- Hays, G.C., Luschi, P., Papi, F., del Seppia, C., Marsh, R., 1999. Changes in behaviour during the inter-nesting period and post-nesting migration for Ascension Island green turtles. *Marine Ecology Progress Series* 189, 263-273.
- Hays, G.C., Metcalfe, J.D., Walne, A.W., 2004. The implications of lung regulated buoyancy control for dive depth and duration. *Ecology* 85, 1137-1145.
- Hazel, J., Lawler, I.R., Hamann, M., 2009. Diving at the shallow end: green turtle behaviour in near-shore foraging habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 371, 84-92.
- Hochscheid, S., 2013. Why we mind sea turtles' underwater business: A review on the study of diving behavior. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 450, 118-136.
- Hochscheid, S., Bentivegna F., Speakman, J.R., 2003. The dual function of the lung in Chelonian sea turtles: buoyancy control and oxygen storage *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 297, 123-140.
- Hochscheid, S., Bentivegna, F., Hays, G.C., 2005. First records of dive durations for a hibernating sea turtle. *Biology Letters* 1, 82-86.
- Hochscheid, S., Bentivegna, F., Speakman, J.R., 2002. Regional blood flow in sea turtles: implications for heat exchange in an aquatic ectotherm. *Physiological and Biochemical Zoology* 75, 66-76.

- Hochscheid, S., Bentivegna, F., Speakman, J.R., 2004. Long-term cold acclimation leads to high Q10 effects on oxygen consumption of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*. *Physiological and Biochemical Zoology* 77, 209-222.
- Hochscheid, S., Godley, B.J., Broderick, A.C., Wilson, R.P., 1999. Reptilian diving: highly variable dive patterns in the green turtle, *Chelonia mydas*. *Marine Ecology Progress Series* 185, 101-112.
- Hochscheid, S., Travaglini, A., Maffucci, F., Hays, G.C., Bentivegna, F., 2013. Since turtles cannot talk: what beak movement sensors can tell us about the feeding ecology of neritic loggerhead turtles, *Caretta caretta*. *Marine Ecology* 34, 321-333.
- Hochscheid, S., Wilson, R.P., 1999. A new method for the determination of at-sea activity in sea turtles. *Marine Ecology Progress Series* 185, 293-296.
- Houghton, D.R.J., Broderick, A.C., Godley, B.J., Metcalfe, J.D., Hays, G.C., 2002. Diving behavior during the interesting interval for loggerhead turtles *Caretta caretta* nesting in Cyprus. *Marine ecology* 227, 63-70.
- Ilgaz, Ç., Türkozan, O., Özdemir, A., Kaska, Y., Stachowitsch, M., 2007. Biodiversity Conservation 16, 1027-1037.
- Institute of Medicine, 1992. Field, M.J., Lohr, K.N. (Eds.), *Guidelines for clinical practice: from development to use*. National Academic Press, Washington D.C., 440 pp.
- IUCN, 2013. IUCN Red List of threatened species. Version 2013.1. www.iucnredlist.org/. Accessed November 2013.
- Jacobson, E.R., Behler, J.L., Jarchow, J.L., 1999. Health assessment of chelonians and release into the wild. *Zoo and Wild Animal Medicine: Current Therapy* 4, 232-242.
- Jacobson, E.R., 1997. Buoyancy problems in sea turtles: causes and diagnosis. *Proceedings of Annual Meeting of American Association of Zoo Veterinarians*, Houston, Texas, 10 p.
- Keller, J.M., McClellan-Green, P.D., Kucklick, J.R., Keil, D.E., Peden-Adams, M.M., 2006. Effects of organochlorine contaminants on loggerhead sea turtle immunity: comparison of a correlative field study and in vitro exposure experiments. *Environmental Health Perspectives* 114, 70-76.

Komoroske, L.M., Lewison, R.L., Seminoff, J.A., Deheyn, D.D., Dutton, P.H., 2011. Pollutants and the health of green sea turtles resident to an urbanized estuary in San Diego, CA. *Chemosphere* 84, 544–552.

Kooyman, G.L., 1989. *Diverse Divers*. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 200 pp.

Kooyman, G.L., 2004. Genesis and evolution of bio-logging devices: 1963–2002. *Memoirs of National Institute of Polar Research*. Special issue 58, 15–22.

Kraemer, J.E., Bell, R., 1980. Rain-induced mortality of eggs and hatchlings of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) on the Georgia coast. *Herpetologica* 36, 72–77.

Kramer, D.L., 1988. The behavioral ecology of air breathing by aquatic animals. *Canadian Journal of Zoology* 66, 89–94.

Kraus, D.R., Jackson, D.C., 1980. Temperature effects on ventilation and acid-base balance of the green turtle. *American Journal of Physiology* 239, R254–R258.

Laist, D.W., 1997. Impacts of marine debris entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records, in: Coe, J.M., Rogers, D.B. (Eds.), *Marine Debris-Sources, Impact and Solutions*. Springer-Verlag, New York, pp. 99–139.

Lauriano, G., Panigada, S., Casale, P., Pierantonio, N., Donovan, G.P., 2011. Aerial survey abundance estimates of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in the Pelagos Sanctuary, northwestern Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 437, 291–302.

Law, K.L., Moret-Ferguson, S., Maximenco, N.A., Proskurowski, G., Peacock, E.E., Hafner, J., Reddy, C.M., 2010. Plastic accumulation in the North Atlantic Subtropical Gyre. *Science* 329, 1185–1188.

Lazar, B., Gračan, R., 2011. Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtle, *Caretta caretta* in the Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 62, 43–47.

Lazar, B., Gračan, R., Katić, J., Zavodnik, D., Jaklin, A., Tvrtković, N., 2010. Loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) as bioturbators in neritic habitats: an insight through the analysis of benthic molluscs in the diet. *Marine Ecology* 32, 65–74.

- Lewison, R.L., Freeman, S.A., Crowder, L.B., 2004. Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on loggerhead and leatherback sea turtles. *Ecology Letters* 7, 221-231. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2004.00573.x
- Lloret, J., 2010. Human health benefits supplied by Mediterranean marine biodiversity. *Marine Pollution Bulletin* 60, 1640-1646.
- Lopez Ornat, A., 2006. Guidelines for the establishment and management of Mediterranean Marine and coastal protected areas. MedMPA project. Ed: UNEP-MAP RAC/SPA. Tunis, Tunisia 82 pp.
- Lubchenco, J., Palumbi, S.R., Gaines, S.D., Andelman, S., 2003. Plugging a hole in the ocean: the emerging science of marine reserves. *Ecological Application* 13, 3-7.
- Luschi, P., Lutjeharms, J.R., Lambardi, P., Mencacci, R., Houghes, G.R., Hays, G.C., 2006. A review of migratory behaviour of sea turtles off southeastern Africa. *South African Journal of Science* 102, 51-58.
- Lutcavage, M.E., Lutz, P.L., 1997. Diving physiology, in Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds.), *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 277-296.
- Lutcavage, M.E., Plotkin, P. Witherington, B., Lutz, P.L., 1997. Human impacts on sea turtle survival, in Lutz, P.L. Musick, J.A. (Eds.), *The Biology of Sea Turtles*. CRC Marine Science Series. CRC Press, Boca Raton, Florida, 387-409.
- Lutz, P.L., Bergey, A., Bergey, M., 1989. Effects of temperature on gas exchange and acid-base balance in the sea turtle *Caretta caretta* at rest and during routine activity. *Journal of Experimental Biology* 144, 155-169.
- Makowski, C., Seminoff, J.A., Salmon, M., 2006. Home range and habitat use of juvenile Atlantic green turtles (*Chelonia mydas* L.) on shallow reef habitats in Palm Beach, Florida, USA. *Marine Biology* 148, 1167-1179.
- Margaritoulis, D., Argano, R., Baran, I., Bentivegna, F., Bradai, M.N., Caminas, J.A., Casale, P., De Metrio, G., Demetropoulos, A., Gerosa, G., Godley, B.J., Haddoud, D.A., Houghton, J., Laurent, L., Lazar, B., 2003. Loggerhead Turtles In Mediterranean Sea: present knowledge and conservation perspectives, in: Bolten, A.B., Witherington B.E. (Eds.), *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 175-198.

Márquez, M.R., 1990. FAO Species Catalogue: Sea turtle of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species know to date. *FAO Fisheries Synopsis*, Rome, Italy, 81 pp.

Martinez, E., Maamaatuaiahutapu, K., Taillandier, V., 2009. Floating marine debris surface drift: Convergence and accumulation toward the South Pacific subtropical gyre. *Marine Pollution Bulletin* 58, 1347-1355.

Matiddi, M., van Franeker, J.A., Sammarini, V., Travaglini, A. and Alcaro, L. 2011. Monitoring litter by sea turtles: an experimental protocol in the Mediterranean. *Proceedings of the 4th Mediterranean Conference on Sea Turtles*. Naples, Italy, 129 pp.

Matsuzawa, Y., Sato, K., Sakamoto, W., Bjorndal, K.A., 2002. Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan. *Marine Biology* 140, 639-646. DOI 10.1007/s00227-001-0724-2

MATTM, 2013. Linee guida per il recupero, soccorso, affidamento e gestione delle tartarughe marine ai fini della riabilitazione e per la manipolazione a scopi scientifici, in Mo, G., Montalto, F., Serangeli, M.T., Duprè, E. (Eds.), ISPRA, Manuali e Linee Guida. Rome, Italy, 72 pp.

MEDPOL, 2010. Marine Litter: The Mediterranean context, Summary document, Coordinating Unit for the Mediterranean Action Plan, Athens, Greece.

Mee, L.D., Jefferson, R.L., Laffoley, D.d'A., Elliott, M., 2008. How good is good? Human values and Europe's proposed Marine Strategy Directive. *Marine Pollution Bulletin* 56, 187-204.

Micheli, F., Niccolini, F., 2013. Achieving success under pressure in the conservation of intensely used coastal areas. *Ecology and Society* 18, 19-59.

Minamikawa, S., Naito, Y., Sato, K., Matsuzawa, Y., Bando, T., Sakamoto, W., 2000. Maintenance of neutral buoyancy by depth selection in the loggerhead turtle *Caretta caretta*. *The Journal of Experimental Biology* 203, 2967-2975.

Minamikawa, S., Naito, Y., Uchida, I., 1997. Buoyancy control in diving behaviour of the loggerhead turtle, *Caretta caretta*. *Journal of Ethology* 15, 109-118.

- Moon, D.Y., MacKenzie, D.S., Owens, D.W.M., 1997. Simulated hibernation of sea turtles in the laboratory: I. Feeding, breathing frequency, blood pH, and blood gases. *Journal of Experimental Zoology* 278, 372-380.
- Moore, C.J., 2008. Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research* 108, 131-139
- Mrosovsky, N., 1981. Plastic jellyfish. *Marine Turtle Newsletter* 17, 5-7.
- Mrosovsky, N., Ryan, G.D., James, A.C., 2009. Leatherback turtles: the menace of plastic. *Marine Pollution Bulletin* 58, 287-289.
- Musick, J.A., Limpus, C.J., 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles, in: Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds.), *The biology of sea turtles*. CRC Marine Science Series. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 137-163.
- National Research Council, Committee on Sea Turtle Conservation, 1990. *Decline of the Sea Turtles: Causes and Prevention*. National Academy Press, Washington, D.C., 247 pp.
- OECD - Organisation for Economic Co-Operation Development, 2003. *Core Environmental Indicators. Development Measurement and Use*. OECD, Paris, France 37 pp.
- OSPAR, 2008. Background Document for the EcoQO on plastic particles in stomachs of seabirds. OSPAR Commission, Biodiversity Series, London, U.K., 13 pp.
- OSPAR, 2010. *The OSPAR system of Ecological Quality Objectives for the North Sea*. OSPAR Commission, London, U.K., 16 pp.
- Papi, F., Luschi, P., 1996. Pinpointing “Isla Meta”: the case of sea turtles and albatrosses. *The Journal of Experimental Biology* 199, 65-71.
- Parker, D.M., Cooke, W.J., Balazs, G.H., 2005. Diet of oceanic loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the central North Pacific. *Fishery Bulletin* 103, 142-152.
- Penick, D.N., Paladino, F.V., Steyermark, A.C., Spotila, J.R., 1996. Thermal dependence of tissue metabolism in the green turtle, *Chelonia mydas*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 113A, 293-296.

Pergent-Martini, C., Le Ravallec, C., 2001. Guidelines for impact assessment on seagrass meadows. Ed. RAC/SPA, Tunis, Tunisia, 48 pp.

Phillips, D.J.H., Segar, D.A., 1986. Use of Bio-indicators in Monitoring Conservative Contaminants: Programme Design Imperatives. Marine Pollution Bulletin 10, 10-17.

Plotkin, P. 1989. Feeding ecology of the loggerhead sea turtle in the northwestern Gulf of Mexico, in Eckert, S.A., Eckert, K.L., Richardson T.H. (Eds.), Proceedings of the Ninth Annual Workshop on Sea Turtle Conservation and Biology. National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington, D. C., 139-141.

Plotkin, P.T., Amos, A.F., 1988. Entanglement in and ingestion of marine debris by sea turtles stranded along the South Texas coast, in: Schroeder, B.A. (Eds.), Proceedings of the Eighth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum, Forth Fisher, South Carolina, pp. 79-82.

Plotkin, P.T., Wicksten, M.K., Amos, A.F., 1993. Feeding ecology of the Loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in the North-Western Gulf of Mexico. Marine Biology 115, 1-15.

Polovina, J.J., Howell, E., Parker, D.M. & Balazs, G.H., 2003. Dive-depth distribution of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles in the central North Pacific: might deep longline sets catch fewer turtles? Fishery. Bulletin. 101, 189-193.

RAC/SPA, 2002. Guidelines for the elaboration of National Action Plans for the Conservation of Marine and Coastal Birds. RAC/SPA, Tunis, Tunisia, 16 pp.

RAC/SPA, 2003. Guidelines to design legislations and regulations to the conservation and management of marine turtle populations and their habitats, Tunis, Tunisia, 65 pp.

RAC/SPA, 2004. Guidelines to improve the involvement of marine rescue centres for marine turtles. Tunis, Tunisia, 49 pp.

RAS, 2004. Direzione generale dell'Ambiente - Servizio Tutela della Natura. Protocollo d'intesa per l'istituzione della Rete Regionale per la Conservazione della Fauna Marina (Tartarughe e Mammiferi marini). Rep. n° 58/ADA 31/12/2004, Cagliari, Italy.

Revelles, M., Carreras, C., Cardona, L., Marco, A., Bentivegna, F., Castillo, J.J., de Martino, G., Mons, J.L., Smith, M.B., Rico, C., Pascual, M., Aguilar, A., 2007. Evidence for an asymmetrical

size exchange of loggerhead sea turtles between the Mediterranean and the Atlantic through the Straits of Gibraltar. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 349, 261-271.

Rios, L.M., Moore, C., Jones, P.R., 2007. Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. *Marine Pollution Bulletin* 54, 1230-1237. doi:10.1016/j.marpolbul.2007.03.022

Rupert-Coudert, Y., Beaulieu, M., Hanuise, N., Kato, A., 2009. Diving into the world of biologging. *Endangered Species Research* 10, 21-27.

Rutz, C., Hays, G.C., 2009. New frontiers in biologging science. *Biology Letters* 5, 289-292.

Sakamoto, W., Sato, K., Tanaka, I., Naito, Y., 1993. Diving pattern and swimming environment of two loggerhead turtles during internesting. *Nippon Suisan Gakkaishi* 50, 1129-1137.

Sakamoto, W., Uchida, I., Naito, Y., Kureha, K., Tujimura, M., Sato, K., 1990b. Deep diving behavior of the loggerhead turtle near the frontal zone. *Nippon Suisan Gakkaishi* 56, 1435-1443.

Sakamoto, W., Naito, Y., Uchida, I., Kureha, K., 1990a. Circadian rhythm on diving motion of the loggerhead turtle *Caretta caretta* during inter-nesting and its fluctuations induced by the oceanic environmental events. *Nippon Suisan Gakkaishi* 56, 263-272.

Salmon, M., Jones, T.T., Horch, K.W., 2004. Ontogeny of diving and feeding behavior in juvenile seaturtles: leatherback seaturtles (*Dermochelys coriacea* L.) and green seaturtles (*Chelonia mydas* L) in the Florida Current. *Journal of Herpetology* 38, 36-43.

Santos, R.G., Martins, A.S., da Nobrega Farias, J., Horta, P.A., Pinheiro, H.T., Torezani, E., Baptistotte, C., Seminoff, J.A., Balazs, G.H., Work, T.M., 2011. Coastal habitat degradation and green sea turtle diets in Southeastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 62, 1297–1302.

Sato, K., Matsuzawa, Y., Tanaka, H., Bando, T., Minamikawa, S., Sakamoto, W., Naito, Y., 1998. Internesting intervals for loggerhead turtles, *Caretta caretta*, and green turtles, *Chelonia mydas*, are effected by temperature. *Canadian Journal of Zoology* 76, 1651-1662.

Schofield, G., Bishop, C.M., Katselidis, K.A., Dimopoulos, P., Pantis, J.D., Hays, G.C., 2009. Microhabitat selection by sea turtles in a dynamic thermal marine environment. *Journal of Animal Ecology* 78, 14-21.

- Schofield, G., Hobson, V.J., Fossette, S., Lilley, M.K.S., Katselidis, K.A., Hays, G.C., 2010. Fidelity to foraging sites, consistency of migration routes and habitat modulation of home range by sea turtles. *Diversity and Distribution* 16, 840-853.
- Schofield, G., Katselidis, K.A., Dimopoulos, P., Pantis, J.D., Hays, G.C., 2007. Behaviour analysis of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* from direct in-water observation. *Endangered Species Research* 3, 71-79.
- Schuyler, Q., Hardesty, B.D., Wilcox, C., Townsend, K., 2012. To Eat or Not to Eat? Debris Selectivity by Marine Turtles. *Plos One* 7, 1-9.
- Seminoff, J.A., Jones, T.T., Marshall, G.J., 2006. Underwater behaviour of green turtles monitored with video-time–depth recorders: what's missing from dive profiles? *Marine Ecology Progress Series* 322, 269-280.
- Shillinger, G.L., Di Lorenzo, E., Luo, H., Bograd, S., Hazen, E., Bailey, H., Spotila, J.R., 2012. On the dispersal of leatherback hatchlings from Mesoamerican nesting beaches. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279, 2391-2395.
- Smolowitz, R., Weeks, M., 2009. Observing behavior of Loggerhead Sea Turtle, *Caretta caretta*, on foraging grounds off the Mid-Atlantic United States using a Remotely Operated Vehicle (ROV). Final report for Sea Scallop RSA Program. 94 pp.
- Southwood, A.L., Darveau, C.A., Jones, D.R., 2003. Metabolic and cardiovascular adjustments of juvenile green turtles to seasonal changes in temperature and photoperiod. *The Journal of Experimental Biology* 206, 452-4531.
- Southwood, A.L., Reina, R.D., Jones, V.S., Speakman, J.R., Jones, D.R., 2006. Seasonal metabolism of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) at Heron Island, Australia. *Canadian Journal of Zoology* 84, 125-135.
- Suarez de Vivero, J.L., Rodriguez Mateos, J.C., 2012. The Spanish approach to marine spatial planning. Marine Strategy Framework Directive vs. EU Integrated Maritime Policy. *Marine Policy* 36, 18-27.
- Swimmer, Y., Arauz, R., Higgins, B., McNaughton, L., McCracken, M., Ballesterro, J., Brill, R., 2005. Food color and marine turtle feeding behavior: Can blue bait reduce turtle bycatch in commercial fisheries? *Marine Ecology Progress Series* 295, 273-278.

Teuten, E.L., Saquing, J.M., Knappe, D.R.U., Barlaz, M.A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S.J., Thompson, R.C., Galloway, T.S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P.H., Tana, T.S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M.P., Akkhavong, K., Ogata, Y., Hirai, H., Iwasa, S., Mizukawa, K., Hagino, Y., Imamura, A., Saha, M., Takada, H., 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364, 2027-2045.

Thomson, J.A., Cooper, A.B., Burkholder, D.A., Heithaus, M.R., Dill, L.M., 2012. Heterogeneous patterns of availability for detection during visual surveys: spatiotemporal variation in sea turtle dive-surfacing behaviour on a feeding ground. *Methods in Ecology and Evolution* 3, 378-387.

Thomson, J.A., Heithaus, M.R., Dill, L.M., 2011. Informing the interpretation of dive profiles using animal-borne video: A marine turtle case study. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 410, 12-20.

Tomás, J., Aznar, F.J., Raga, J.A., 2001. Feeding ecology of the loggerhead turtle *Caretta caretta* in the western Mediterranean. *Journal of Zoology (London)* 255, 525-532.

Tomás, J., Guitart, R., Mateo, R., Raga, J.A., 2002. Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from the Western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin* 44, 211-216.

Tourinho, P.S., Ivar do Soul, J.A., Fillmann, G., 2010. Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? *Marine Pollution Bulletin* 60, 396-401.

Tucker, A.D., 2010. Nest site fidelity and clutch frequency of loggerhead turtles are better elucidated by satellite telemetry than by nocturnal tagging efforts: Implications for stock estimation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 383, 48-55.

UNEP/MAP - RAC/SPA, 2006. Guidelines for reducing the presence of sensitive chondrichthyan species within by-catch. Ed. RAC/SPA. Tunis, Tunisia, 21pp.

UNEP/MAP - RAC/SPA, 2007. Action Plan for the Conservation of Mediterranean Marine Turtles. Ed. RAC/SPA. Tunis, Tunisia, 40pp.

UNEP/MAP - RAC/SPA, 2008. Guide for risk analysis assessing the impact of the introduction of non-indigenous species. Ed. RAC/SPA, Tunis, Tunisia, 30 pp.

UNEP/MAP - RAC/SPA, 2009. Guidelines for setting up and management of specially protected areas for marine turtles in the Mediterranean. Ed. RAC/SPA. Tunis, Tunisia, 11 pp.

UNEP/MAP - RAC/SPA, 2010. Specially Protected Areas in the Mediterranean Assessment and Perspectives. Ed. RAC/SPA, Tunis, Tunisia, 1-36.

UNEP/MAP - RAC/SPA, 2011. Guidelines for the establishment and management of marine protected areas for cetaceans. Ed. ACCOBAMS - RAC/SPA, Tunis, Tunisia, 36pp.

UNEP/OCA, 1999. Resolutions of the Meeting of Expert on Priority Actions for the Implementation of the Action Plan for the Conservation of Mediterranean Marine Turtles. MED WG 152, Tunis, Tunisia

Valente, A.L., Marco, I., Parga, M.L., Lavin, S., Alegre, F., Cuenca, R., 2008. Ingesta passage and gastric emptying times in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). Research in Veterinary Science 84, 132-139.

van Dam, R.P., Diez, C.E., 1996. Diving behaviour of immature hawksbills (*Eretmochelys imbricata*) in a Caribbean cliff-wall habitat. Marine Biology 127, 171-178.

van Franeker, J.A., Blaize, C., Danielsen, J., Fairclough, K., Gollan, J., Guse, N., Hansen, P.L., Heubeck, M., Jensen, J.K., Le Guillou, G., Olsen, B., Olsen, K.O., Pedersen, J., Stienen, Erik W.M., Turner, D.M., 2011. Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. Environmental Pollution 159, 2609-2615.

van Franeker, J.A., the SNS Fulmar Study Group, 2008. Fulmar Litter EcoQO Monitoring in the North Sea e Results to 2006. IMARES report nr C033/08. Wageningen IMARES, Texel.

Varo-Cruz, N., Hawkes, L.A., Cejudo, D., López, P., Coyne, M.S., Godley, B.J., López-Jurado, L.F., 2013. Satellite tracking derived insights into migration and foraging strategies of male loggerhead turtles in the eastern Atlantic. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 443, 134-140.

Walcott, J., Eckert, S., Horrocks, J.A., 2013. Diving behaviour of hawksbill turtles during the inter-nesting interval: Strategies to conserve energy. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 448, 171-178.

Wilson, R.P., Culik, B.M., Peters, G., Bannasch, R., 1996. Diving behaviour of Gentoo penguins, *Pygoscelis papua*; factors keeping dive profiles in shape. *Marine Biology* 126, 153-162.

Wilson, R.P., Shepard, E.L.C., Liebsch, N., 2008. Prying into the intimate details of animal lives: use of a daily diary on animals. *Endangered Species Research* 4, 123-137.

Witherington, B.E., 1994. Flotsam, jetsam, post-hatchling loggerheads, and the advecting surface smorgasbord, in: Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Jonson, D.A., Eliazar, P.J. (Eds.), *Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum, 166-168.

Wright, S.L., Thompson, R.C., Galloway, T.S., 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution* 178, 483-492.

Zacharias, M.A., Roff, J.C., 2001. Use of focal species in marine conservation and management: a review and critique. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 11, 59-76.

Siti Web:

www.cefastechnology.co.uk

www.gionha.it

www.iucnredlist.org

www.neptunemarineproducts.com

www.rac-spa.org

Allegato I

Elenco delle pubblicazioni (2011-2014)

ISI ARTICLES

de Lucia G.A., Caliani I., Marra S., **Camedda A.**, Coppa S., Alcaro L., Campani T., Giannetti M., Coppola D., Cicero A.M., Panti C., Baini M., Guerranti C., Marsili L., Massaro G., Fossi M.C., Matiddi M., in press. Amount and distribution of neustonic microplastic off the Western Sardinian coast (Central-Western Mediterranean Sea). *Marine Environmental Research*.

Camedda A., Marra S., Matiddi M., Massaro G., Coppa S., Perilli A., Ruii A., Briguglio P., de Lucia G.A., in press. Interaction between loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) and marine litter in Sardinia (Western Mediterranean Sea). *Marine Environmental Research*.

ISBN ARTICLES (PEER REVIEWED)

Coppa S., Massaro G., **Camedda A.**, de Lucia G.A., 2013. Distribuzione di *Patella ferruginea* nell'Amp del Sinis: valutazione del trend temporale. *Biologia Marina Mediterranea* 20 (1), 162-163

Camedda A., Coppa S., de Lucia G.A., Brundu R., Mascia L. and Massaro G., 2011. *Paracentrotus lividus* nell'Area Marina Protetta "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre" (Sardegna occidentale): prelievo e permessi. *Biologia Marina Mediterranea* 18 (1), 296-297.

Coppa S., de Lucia G.A., **Camedda A.**, Massaro G., Petrocelli A., Cecere E. and Magni P., 2011. *Patella ferruginea* nell'AMP del Sinis: caratterizzazione dell'habitat e cause della sua rarefazione. *Biologia Marina Mediterranea* 18 (1), 244-245.

ATTENDANCE AT CONFERENCES

Camedda A., Matiddi M., Massaro G., Coppa S., Perilli A., Ruiu A., Briguglio P., de Lucia G.A., 2013. Five years data on interaction between loggerhead sea turtles and marine litter in Sardinia. Oral presentation at the conference "Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates and seabirds: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment, implication on european Marine Strategy Framework Directive", Siena, 5,6-06-2013. Extended abstract, 1 pp.

de Lucia G.A., Matiddi M., **Camedda A.**, Coppa S., Caliani I., Campani T., Giannetti M., Coppola D., Panti C., Bainsi M., Guerranti C., Fossi M.C., Alcaro L., 2013. Neustonic microplastic in the Sardinian coast (Central-Western Mediterranean Sea): amount, distribution and impact on zooplankton. Oral presentation at the conference "Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment, implication on european Marine Strategy Framework Directive. Siena, 5,6-06-2013. Extended abstract, 1 pp.

Bentivegna F., Travaglini A., Matiddi M., Bainsi M., **Camedda A.**, de Lucia G.A., Fossi M.C., Giannetti M., Mancusi C., Marchiori E., Poppi L., Serena F., Alcaro L., 2013. First data on ingestion of marine litter by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in Italian waters (Mediterranean Sea). Oral presentation at the conference "Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment, implication on european Marine Strategy Framework Directive. Siena, 5,6-06-2013. Extended abstract, 1 pp.

Camedda A., Massaro G., Briguglio P., de Lucia G.A., 2012. Marine litter in stomach contents and fecal pellet of Marine Turtles in Sardinian coast. Poster presented at the conference “Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment, implication on european Marine Strategy Framework Directive. Siena, 31-01-2012. Extended abstract, 1 pp.

de Lucia G.A., Matiddi M., Travaglini A., **Camedda A.**, Bentivegna F., Alcaro L., 2012. Marine litter ingestion in loggerhead sea turtles as indicator of floating plastic debris along Italian coasts. Oral presentation at the conference “Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment, implication on european Marine Strategy Framework Directive”. Siena, 31-01-2012. Extended abstract, 1 pp.

de Lucia G.A., **Camedda A.**, Massaro G., Briguglio P., Secci E., Bentivegna F., 2011. Sinis rescue center in the Sardinian Network to conservation of marine protected species (Marine Turtles and Marine Mammals). Poster presented at the 4th Mediterranean Conference on Marine Turtles. Naples, 7-10 November 2011. Extended abstract, 2 pp.

de Lucia G.A., **Camedda A.**, Massaro G., Briguglio P., Secci E., Maffucci F., Bentivegna F., 2011. Preliminary data on genetic characterization of loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in Sardinian Sea. Poster presented at the 4th Mediterranean Conference on Marine Turtles. Naples, 7-10 November 2011. Extended abstract, 2 pp.

Coppa S., de Lucia G.A., **Camedda A.**, Massaro G., Petrocelli A., Cecere E., Magni P., 2011. *Patella ferruginea* nell'AMP del Sinis: caratterizzazione dell'habitat e cause della sua

rarefazione. Poster presented at the 42° Congresso della Società Italiana di Biologia Marina. Olbia, 23-28/05/2011.

Camedda A., Coppa S., de Lucia G.A., Brundu R., Mascia L., Massaro G., 2011. *Paracentrotus lividus* nell'Area Marina Protetta Penisola del Sinis – Isola di Mal di Ventre (Sardegna occidentale): prelievo e permessi. Poster presented at the 42° Congresso della Società Italiana di Biologia Marina. Olbia, 23-28/05/2011.

de Lucia G.A., **Camedda A.**, Mascia L., Massaro G., Briguglio P., 2011. L'applicazione del protocollo d'intervento nel Centro di Recupero del Sinis. Poster presentato all'Workshop del progetto GIONHA. La Maddalena, 23/06/2011. Extended abstract, 2 pp.

Murgia R., Mossone P., Antognarelli F., **Camedda A.**, Coppa S., De Falco G., de Lucia G.A., Fenzi G., Satta A., Sinerchia M., Perilli A., 2011. “Mare Nostrum” Researcher for one week. Poster presented at Festival della Scienza – Genova 21/10/2011. Extended abstract, 2 pp.

TECHNICAL-SCIENTIFIC REPORTS

Camedda A., Massaro G., Coppa S., Marra S., de Lucia G.A., 2013. Attività del CReS - Centro di Recupero del Sinis - Report finale 2012. IAMC-CNR UOS Oristano – AMP “Penisola del Sinis – Isola di Mal di Ventre”. Convenzione Operativa Rep. N. 23 del 29/02/2012.

Guidetti P., Bussotti S., **Camedda A.**, Massaro G., 2012. Indagine sulla piccola pesca professionale presso l’AMP "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre". Technical-scientific report, pp 64.

Ribotti A., Perilli A., de Lucia G. A., **Camedda A.**, Satta A., 2012. Relazione sui tre esperimenti effettuati con boa derivante superficiale nel Golfo di Oristano e area prospiciente. Technical-scientific report, pp 11.

Coppa S., **Camedda A.**, Massaro G., de Lucia G. A., 2011. Isola di Mal di Ventre: valutazione dello stato di conservazione del mesolitorale attraverso lo studio di *Patella ferruginea* e *Actinia equina*. IAMC-CNR UOS Oristano – AMP “Penisola del Sinis – Isola di Mal di Ventre”. Convenzione operativa Rep. N. 98 del 31/12/2010 (Attività 2 e 3) pp. 34.

Coppa S., **Camedda A.**, Massaro G., de Lucia G. A., 2011. Caratterizzazione delle praterie di fanerogame e di *Pinna nobilis* nel campo ormeggio di Mar Morto. IAMC-CNR UOS Oristano – AMP “Penisola del Sinis – Isola di Mal di Ventre”. Convenzione operativa Rep. N. 98 del 31/12/2010 (Attività 1.0) pp. 38.

Allegato II

Brochure informativa sull'attività svolta dal CReS

Il Centro di Recupero del Sinis delle tartarughe e dei mammiferi marini- CReS - ha come finalità il recupero, il soccorso e la gestione delle tartarughe e dei cetacei al fine della loro riabilitazione e rilascio a scopi di conservazione e scientifici.

Il Centro di Recupero del Sinis è stato costituito dall'Area Marina Protetta "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre" (Comune di Cabras) e dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del Consiglio Nazionale delle Ricerche (U.O.S. di Oristano) ed opera nell'ambito della Rete Regionale per la Conservazione della Fauna Marina. Gli aspetti clinici e medico-veterinari sono curati da una società specializzata convenzionata (Merops s.r.l. - Clinica Veterinaria Duemari di Oristano).

La Rete Regionale per la Conservazione della Fauna Marina è composta dalle Aree Marine Protette e i Parchi Nazionali della Sardegna e dal Centro di Nora ed è coordinata dall'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna. Nasce nel 2005 al fine di garantire in modo uniforme e standardizzato gli interventi di recupero sulla fauna marina in difficoltà, con il supporto del Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale, della Guardia Costiera e degli altri corpi di vigilanza e controllo che operano in mare e lungo le coste.

**Se trovi una tartaruga marina contatta subito
il Corpo Forestale al 1515 o la Capitaneria di Porto al 1530**

Si dichiara la Stazione Zoologica di Napoli per la concessione all'utilizzo dei materiali,
Disegni di Graziano Ottavini tratti dal "Sea Turtle Handling Guidebook for Fisheries", 2007
RAQ/SPN, Boulevard de Reims, BP 3371060, Tiroir Cadeau, Torino



Le tartarughe marine

Come comportarsi
in caso di rinvenimento
di una tartaruga marina





**AREA MARINA PROTETTA
PENISOLA DEL SINIS
ISOLA DI MAL DI VENTRE**

**CLINICA VETERINARIA
DUEMARI**

MINISTERO DELL'AMBIENTE

MINISTERO DELL'INTERIORE

COMANDO DI CABRAS

www.areamarinasinis.it - info@areamarinasinis.it
Sede AMP Tel. +39 0783 391097
Centro Visite San Giovanni di Sinis Tel. +39 0783 371006

**LA DETENZIONE DELLE TARTARUGHE MARINE È COSIDENATA DA
COMUNICAZIONE E REGOLAMENTO COMUNALE LA LORO VIOLAZIONE
PREVEDE SPECIFICHE SANZIONI, ANCHE DI CARATTERE PENALE.**

CORPO FORESTALE CAPITANERIA DI PORTO
1515 1530

La conservazione e lo studio della fauna marina sono tra gli scopi
istitutivi del CReS - Centro di Recupero del Sinis.

SPECIE COMUNE

Caretta caretta



È la tartaruga più diffusa nelle
acque della Sardegna. Può
raggiungere la lunghezza di un
metro ed il peso di 80-100 kg. Questa
specie presenta cinque placche laterali
ed ha una grande testa provvista di
potenti mascelle. Generalmente la
colorazione è marrone scura sul dorso e
giallastra sul ventre con moltissime variazioni
cromatiche.



SPECIE OCCASIONALI

Chelonia mydas



Raggiunge la
lunghezza di 1,2 m ed
il peso di 270 kg circa.
Nel Mediterraneo sono presenti solo poche centinaia di
esemplari localizzati principalmente nel settore orientale
del bacino. Durante la stagione estiva è possibile che alcuni
esemplari frequentino le nostre coste a scopo alimentare.



Dermochelys coriacea

Può raggiungere la
lunghezza di 2 m ed il peso di 900 kg. È facilmente
distinguibile dalle altre specie per avere il carapace
ricoperto da pelle e percorso da sette carene
longitudinali.



LE SPECIE PRESENTI IN SARDEGNA



Allegato III

Poster sulle attività del CReS presentati a convegni

Rete Regionale per la Conservazione della Fauna Marina - Sardegna

LA SEGNALEZIONE

COSA FARE QUANDO VIENE SEGNALATO UN RINVENIMENTO DI TARTARUGA MARINA O MAMMIFERO MARINO?

DA FARE IMMEDIATAMENTE

- VERIFICARE LA FONTE
- REGISTRARE IL CONTATTO E TUTTE LE INFO (ANCHE QUELLE CHE SEMBRANO MENO RILEVANTI) → SCHEDA DI SUPPORTO
- ATTIVARE LA RETE CONTATTANDO LA SALA OPERATIVA DEL CFVA (1515) O LA CP DI COMPETENZA (1530) CHE AVVISERANNO IL NODO DI COMPETENZA.

REGISTRARE IL CONTATTO E LE INFORMAZIONI PRINCIPALI

LE SCHEDA DEVONO ESSERE UNO STRUMENTO DI SUPPORTO.

MESSA IN SICUREZZA DEL SITO

SIA IN CASO DI ANIMALE VIVO CHE MORTO E SE NECESSARIO, E POSSIBILE, CON STRUTTURE DI DELIMITAZIONE !!!ATTENZIONE ALLE NOTIFICAZIONI!!!



AL 1° POSTO

INCOLUMITÀ E SICUREZZA DI CHI È PRESENTE NEL SITO DI RITROVAMENTO E DI CHI INTERVIENE
ESEMPDI DI POSSIBILI INTERAZIONI
CON VIVI: MORSI, COLPI DI CODA...
CON MORTI: TRASMISSIONE DI MALATTIE...



LE COSE FONDAMENTALI DA SAPERE SULL'ESEMPLARE PER ORGANIZZARE LE FASI SUCCESSIVE

1. COS'È? 2. QUANTO GRANDE È? 3. VIVO O MORTO?

SUGGERIMENTO PER UN KIT DI INTERVENTO

1. GUANTI / MASCHERINA / TUTA USA E GETTA (CAMICIE)
2. MACCHINA FOTOGRAFICA - TELEFONO
3. METRO DA SARTA
4. SCHEDA / MATITA O PENNA
5. GPS
6. NASTRO BIANCO E ROSSO
7. TINOCIA / BACINELLA
8. STRACCIO / ASCIUGAMANO
9. TANICA / SECCHIO
10. CIMA

RECARSÌ SUL POSTO DELLA SEGNALEZIONE

1. LUNGO COSTA 2. IN MARE

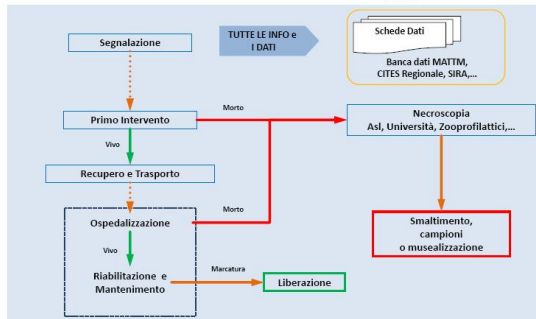


SPECIE	LOCALITÀ	DATA	COMUNE	PR
LAT	LONG	CARICO	MIGLIA DALLA COSTA	SCARICO
CITES: Registro n°				

CHI VIENE COINVOLTO NELLE FASI SUCCESSIVE

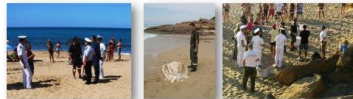
- REFERENTE DI ZONA DELLA RETE
- CFVA (1515) - SE NON ANCORA COINVOLTO
- CP (1530) - SE NON ANCORA COINVOLTA
- VETERINARIO ASL DI ZONA
- COMUNE INTERESSATO (VIGILI URBANI)
- UNIVERSITÀ DI SASSARI

SEGNALAZIONE	COGNOME	NOTE
NOME	COGNOME	NOTE
INTERVENTO DI:	COGNOME	UFF. N.
ASL	NOME	ENTE
OP. SCIENTIFICI:	COGNOME	ENTE
	COGNOME	ENTE



PRIMO INTERVENTO

È COORDINATO DAL REFERENTE DI ZONA DELLA RETE CHE DEVE COMUNQUE RISPETTARE L'AUTORITÀ E LA COMPETENZA DI OGNI FIGURA CHE È CHIAMATA AD INTERVENIRE NELL'EVENTO (VETERINARIO ASL, CP, CFVA, POLIZIA MUNICIPALE...).



IL TRASPORTO

È UN MOMENTO DELICATO, SOPRATTUTTO PER ANIMALI FERITI E DEBILITATI È MOLTO DELICATO PER ANIMALI DI GRANDI DIMENSIONI E ANCORA PIÙ COMPLESSO PER I MAMMIFERI MARINI. L'OBIETTIVO È QUELLO DI PORTARE L'ANIMALE DAL LUOGO DEL RITROVAMENTO AL CENTRO DI OSPEDALIZZAZIONE O DI PRIMO SOCCORSO. AL TERMINE DELLA RIABILITAZIONE CONSENTE DI PORTARE L'ESEMPLARE AL LUOGO DELLA LIBERAZIONE.



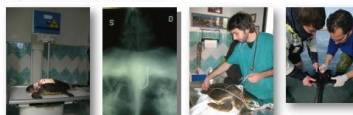
BREVE MANTENIMENTO

IN CASO IN CUI NON SIA POSSIBILE EFFETTUARE SUBITO IL TRASPORTO DELL'ESEMPLARE, POTREBBE ESSERE NECESSARIO MANTENERE UN ESEMPLARE PER UN BREVISSIMO PERIODO (ANCHE MENO DI UN'ORA) CERCANDO DI LIMITARE STRESS E SOFFERENZA.



L'OSPEDALIZZAZIONE

OGNI ANIMALE RITROVATO È SOTTOPOSTO A VALUTAZIONE DI TIPO CLINICO-VETERINARIA, ANCHE NEL CASO IN CUI ESTERNAMENTE NON SIANO EVIDENTI PARTICOLARI LESIONI O NON SIANO MANIFESTI "SINTOMI" PARTICOLARI. IL SOLO FATTO DI ESSERE STATO CATTURATO PUÒ FAR PENSARE AD UNO STATO DI ALTERAZIONE O STRESS. SEGUE, SE NECESSARIA, LA FASE CHIRURGICA E DI CURA.



RIABILITAZIONE E MANTENIMENTO

È LA FASE IN CUI VIENE ANALIZZATO LO STATO DELL'ANIMALE VALUTANDONE IL COMPORTAMENTO IN AMBIENTE CONTROLLATO (ALIMENTAZIONE, DURATA DELLE APNEE, LOCOMOZIONE...) IN ATTESA DI ESSERE LIBERATO. NEL CASO IN CUI ABBA SUBITO OPERAZIONI CHIRURGICHE E/O TRATTAMENTI VETERINARI LA FASE DI RIABILITAZIONE E MANTENIMENTO PUÒ PROTRARSI ANCHE PER LUNGO TEMPO.



LA LIBERAZIONE

È LA FASE IN CUI L'ANIMALE VIENE RIMESSO IN LIBERTÀ. IL MOMENTO VIENE VALUTATO DAL RESPONSABILE SCIENTIFICO E DAL RESPONSABILE SANITARIO DEL CENTRO IN RELAZIONE ALLE CONDIZIONI DELL'ESEMPLARE E AMBIENTALI. È UN'IMPORTANTE OCCASIONE DI SENSIBILIZZAZIONE E GRATIFICAZIONE. NORMALMENTE L'ANIMALE VIENE MARCATO CON UNA TARGHETTA IDENTIFICATIVA.



LA NECROSCOPIA E LO SMALTIMENTO

POSSONO ESSERE EFFETTUATE SOLO DA PERSONALE SPECIALIZZATO, SENTITE LE AUTORITÀ COMPETENTI. PUÒ ESSERE DISPOSTO L'UTILIZZO DELL'ESEMPLARE A FINI SCIENTIFICI (BANCA DEI TESSUTI, MUSEALIZZAZIONE, UNIVERSITÀ...).



A CURA DELLA DGA DE LUCIA, A. CAMEDELLA, L. MASCI, P. BRIGUGLIO, G. MASSARO.
CREDITI MATERIALI: G. A. DI LUCIA, G. MASSARO, A. CAMEDELLA, AMP PENISOLA DEL SINIS - ISOLA DI ALAI DI VENTRE, CLINICA DEL MARE - MEROP S.R.L., CORVO FORNELLAS E DI VIGILANZA AMBIENTALE - R.A.S. CAPITANERIA DI PORTO, G. CHIESURA, AL COMI, RETE REGIONALE PER LA CONSERVAZIONE DELLA FAUNA MARINA SARDEGNA, AMP CARBONARA, AMP TAPOLARA - CAMP CODA CAVALLO, REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA, CRIMM C.N.L.I.S.

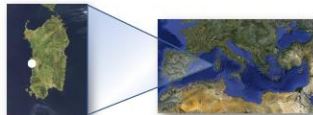


4th Mediterranean Conference on Marine Turtles
Naples, 7 – 10 November 2011

GENETIC CHARACTERIZATION OF LOGGERHEAD TURTLE, *CARETTA CARETTA*, ALONG THE SARDINIAN COASTS

G. ANDREA DE LUCIA^{1,2}, ANDREA CAMEDDA^{1,2}, GIORGIO MASSARO², PAOLO BRIGUGLIO², ELISABETTA SECCI³,
FULVIO MAFFUCCI⁴, FLEGRA BENTIVEGNA⁴

1- IAMC-CNR UOS di Oristano / CRÉS - Centro di Recupero del Sinis, Località Sa Mardini – 09072 Oristano, Italia a.delucia@iamc.cnr.it
2- AMP "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre" / CRÉS - Centro di Recupero del Sinis, Cabras, Italia
3- Regione Autonoma Sardegna, Assessorato Difesa Ambiente - Servizio Tutela della Natura, Cagliari, Italia
4- Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli, Italia



Atlantic and Mediterranean juveniles frequent the central western Mediterranean Sea including Sardinia coasts. The warmer months, when the human presence on the coast increases drastically, represent the higher risk for loggerheads.



The proportion of turtles that belong to these different reproductive stocks was found to vary among different foraging areas as consequence of sea surface currents, proximity to the nesting beaches and size classes composition of the foraging aggregation.



The present study is part of the Sardinian Regional Network for the rescue of marine turtles and mammals programs. About 40 loggerhead sea turtles are hospitalized every year in the Sinis Rescue Center in which maintenance, monitoring and research activities are carried out.



Here we provide the preliminary results of the genetic survey of loggerhead turtles from Sardinian waters that is currently underway in order to improve our understanding of the mixing patterns between local and Atlantic specimen.

This information is important to assess how human activities induce mortality in the region affects the survival of the smaller and therefore more vulnerable Mediterranean population.

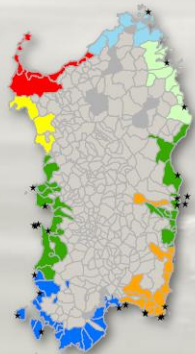


Blood samples were taken from 26 accidentally caught or stranded individuals.

Total genomic DNA was isolated by standard phenol-chloroform extraction and mtDNA control region sequences were amplified via polymerase chain reaction using primers TCR5 and TCR6.



Products were sequenced in both directions. Control region sequences of 380 bp were aligned with published loggerhead mtDNA haplotypes and compared with haplotypes in the online haplotype registry, which is maintained by the Archie Carr Center for Sea Turtle Research



★ = Retrieved turtle site

Genetic differentiation between Sardinia and other Mediterranean loggerhead turtle foraging aggregations was verified with the exact test of population differentiation, computed with 100.000 steps in the Markov Chain and 10.000 dememorization steps, and with pairwise Φ_{st} , computed with 10.000 random permutations.

Analysis of molecular variance (AMOVA) was performed to test the genetic structure among foraging populations in the Mediterranean sea and adjoin regions.

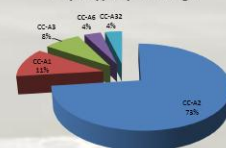
In all tests that required estimates of sequence divergence, we used the Tamura-Nei model of nucleotide substitutions, which was designed for control region sequences.

Five distinct haplotypes were observed. The vast majority of the individuals were classified as haplotype CC-A2, the most common mtDNA sequence found in the Atlantic and Mediterranean regions.

AMOVA highlighted a significant genetic structure among loggerhead turtle foraging aggregation ($\Phi_{st}=0,207$ p-value<0,01).

Pairwise comparisons suggested that Sardinia is in an intermediate position between Mediterranean neritic and oceanic habitats.

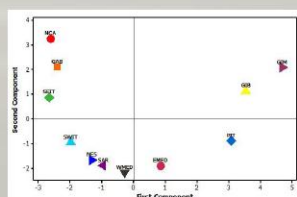
Haplotypes percentage



CC-A2	The most common in Mediterranean Sea
CC-A1	Atlantic haplotype
CC-A3	Atlantic and Mediterranean mixed
CC-A6	Greek population individual
CC-A32	Greek population individual

The most likely explanation is that because of its geographical position Sardinia receives a higher proportion of juvenile of an Atlantic origin respect to the adjoin Italian neritic habitats. Further samples are under analysis in order to apply mixed stock analysis program.

Regional Network and Sinis Rescue Centre (CRÉS) play an important role for the conservation of both Mediterranean and Atlantic marine turtle populations.





4th Mediterranean Conference on Marine Turtles
Naples, 7 – 10 November 2011

THE SINIS RESCUE CENTER IN THE SARDINIAN NETWORK FOR CONSERVATION OF MARINE PROTECTED SPECIES (MARINE TURTLES AND MAMMALS)

G. ANDREA DE LUCIA^{1,2}, ANDREA CAMEDDA^{1,2}, GIORGIO MASSARO²,
PAOLO BRIGUGLIO², ELISABETTA SECCI³, FLEGRA BENTIVEGNA⁴

- 1- IAMC-CNR UOS di Oristano / CREs - Centro di Recupero del Sinis, Località Sa Mardini – 09072 Oristano, Italia a.delucia@iamc.cnr.it
2- AMP "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre" / CREs - Centro di Recupero del Sinis, Cabras, Italia
3- Regione Autonoma Sardegna, Assessorato Difesa Ambiente - Servizio Tutela della Natura, Cagliari, Italia
4- Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli, Italia

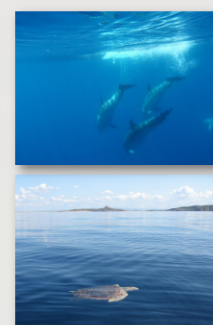
In 2005 marine reserves, research institutes, vigilance bodies and the regional administration signed an agreement for establishing a network for monitoring, treatment and rehabilitation of endangered species (marine turtles and mammals).

This network, mainly made by Sardinian Marine Protected Areas (MPAs) and National Parks (NP), plays an important role in conservation of the marine environment.

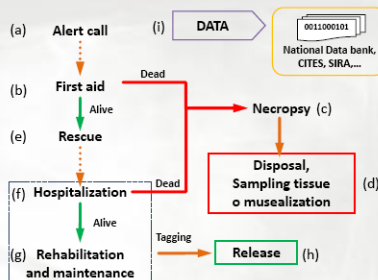
MPAs and NP are organized in rescue and emergency centres.

The Regional Administration coordinates network activities.

Cover Areas by organization belonging to the network: 1. La Maddalena NP; 2. Tavolara MPA; 3. Capo Carbonara MPA; 4. Laguna di Nora Rescue Centre; 5. Sinis MPA (Sinis Rescue Centre); 6. Capo Caccia MPA; 7. Asinara NP/MPA.



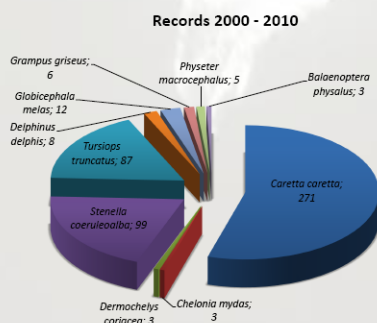
Tursiops truncatus (above) and *Caretta caretta* (below) in the Sinis area



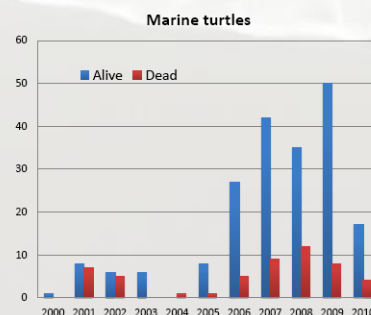
Vigilance bodies receive the alert call (a) and start the standard procedure activating the First aid (b) team.

If the animal is dead, the body is destined to necropsy (c), tissue sampling and eventually to disposal or musealization (d). Otherwise the animal is transferred to the Rescue Centre (e) for hospitalization (f), rehabilitation (g) and finally tagging and release to the wild (h).

All data are gathered and shared in the national databank (i).

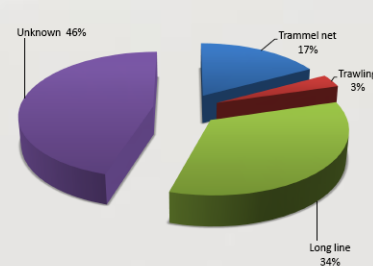


In 10 years of activities Sinis Rescue Centre recorded about 500 turtles and mammals. *Caretta caretta* is the most frequent species.



The establishment of the Network in 2005 allowed a significant increase of the annual records of turtles.

Impact of fishing gears on marine turtles



Long-line is the most reported cause of impact on marine turtles and the most common surgery event is the removal of hooks among retrieved specimen.

Special thanks to: Regional Network for Conservation of Marine Protected Species of Sardinia, Fishermen of Sardinia, Vigilance bodies, Clinica Veterinaria Due Mari, Lorenzo Mascia, Stefano Volponi, Andrea Satta, Stefania Coppa, Marco Coa

Marine Litter in stomach contents and fecal pellet of Marine Turtles in Sardinian coast

Andrea Camedda^{1,3}, Giorgio Massaro^{2,3}, Paolo Briguglio³, G. Andrea de Lucia^{1,3}

¹IAMC-CNR Institute for Coastal Marine Environment - National Research Council, Oristano
Section, Località Sa Mardini 09170 Torregrande, Oristano - Italy
e-mail: a.camedda@iamc.cnr.it

²AMP Penisola del Sinis – Isola di Mal di Ventre – Piazza Eleonora N°1, 09072 Cabras, Oristano - Italy

³CRes – Centro di Recupero del Sinis – Oristano - Italy



The Sardinian Regional Network for the Conservation of Marine wildlife is organized in Emergency Centers and Rescue Centers, who collaborate with the Vigilance Bodies to monitoring dead and alive Marine Turtles



The most frequent events of injured Sea Turtles are due to the interaction with fishing gears, pleasure craft and plastic pollution



Marine litter includes all the anthropogenic floating rubbish that interest many Mediterranean protected species as Cetaceans and Marine turtles



Plastic vial



Top



Polystyrene



Nylon



Sun umbrella's tip



Strings



Tar



Beaker

Marine turtles confuse floating plastic items for food (jellyfish) so their ingestion causes bowel obstruction and could be a death cause for many individuals



The Sinis Rescue Center recovers about 50 alive loggerhead turtles per year from the Sardinian coasts and almost all of them release plastic with their feces

The plastic items can be extracted from the fecal pellet of the marine turtles into the tanks of the Rescue Center and from the digestive tracts in dead individuals



Analysis of materials are carried out through a specific methodology, sorting the different plastics items, measuring and estimating some parameters:

- quantity
- typology
- weight
- length
- colour
- deterioration strength



Plastic materials are recovered and collected, rinsed in a 70% alcohol solution and then dried and analyzed



We could evaluate which is the most dangerous typology of Marine Litter in the Mediterranean for Sea Turtles

In the near future Marine Turtles and Cetaceans should be used as indicators of the marine pollution in the Mediterranean basin and the Rescue Centers could represent an important network of coastal observatories.

