

# Diffusione della Biologia della Conservazione: un rendiconto scientifico sul monitoraggio, la genetica e la conservazione delle tartarughe marine

Luisa Garofalo

Università di Roma "Tor Vergata", Dipartimento di Biologia, Via della Ricerca Scientifica, 1. I-00133 Roma.  
E-mail: luisa.garofalo@uniroma2.it

Rossella Carlini

Museo Civico di Zoologia di Roma. Via Ulisse Aldrovandi, 18. I-00197 Roma. E-mail: rossella.carlini@comune.roma.it

Andrea Novelletto

Università di Roma "Tor Vergata", Dipartimento di Biologia, Via della Ricerca Scientifica, 1. I-00133 Roma.  
E-mail: novelletto@bio.uniroma2.it

## RIASSUNTO

Si descrive lo scopo, il programma e lo stato di avanzamento della raccolta, sistematizzazione, classificazione e conservazione degli esemplari di tartaruga marina spiaggiati lungo le coste del Lazio, sia vivi che morti. Dall'inizio della sua inclusione nella rete del Centro Studi Cetacei e Tartarughe marine (1997), il Museo Civico di Zoologia di Roma ha ricevuto complessivamente 140 segnalazioni. La collezione osteologica raccoglie reperti a partire dalla fine dell'800. L'analisi del DNA da animali spiaggiati e in collezione ha rivelato che l'aplotipo mitocondriale CC-A2 è quello maggiormente rappresentato. I risultati dell'intero studio sono destinati ad essere diffusi inizialmente all'interno del Museo e resi disponibili tramite il suo sito web. L'importanza di questo lavoro sta nel rendere esplicita la stretta interdipendenza e collaborazione tra le strutture che drenano le segnalazioni, quelle che trattano gli esemplari vivi o morti, quelle che provvedono alla conservazione e catalogazione dei reperti, quelle competenti per le analisi genetiche, e quelle che hanno la missione di trasferire i risultati al grande pubblico, chiarendo come l'analisi genetica non-invasiva di reperti museali e di animali morti sia rilevante per la protezione di una specie in declino, valorizzando così un patrimonio attualmente accessibile solo a specialisti.

Parole chiave:

genetica della conservazione, tartarughe marine, collezioni museali, esemplari spiaggiati, divulgazione.

## ABSTRACT

*Biological Conservation: Report on the marine turtles.*

*This contribute describe the aim, the program and current state of a research consisting in the collection, classification and conservation of alive and dead individuals of marine turtles found stranded along the Latium coasts. After its inclusion in the "Centro Studi Cetacei e Tartarughe marine" (1997), the Civic Museum of Zoology, Rome, collected 140 records. The osteological collection hosts material dating back to the end of the 19<sup>th</sup> century. DNA obtained from both stranded and museum specimens revealed the mitochondrial haplotype CC-A2 as the most common. The results of the entire study will be disseminated in the Museum and made publicly available through its website. The relevance of the present work consists in highlighting the close relationship among institutions involved in recovery, rescue and rehabilitation, classification and exhibition, DNA studies and vulgarization. The main purpose is to inform about the relevance of non-invasive genetic analyses of dead animals for the understanding of the biology of endangered species. A further value of this research is to made available to a open access to scientific information currently accessible only to researchers.*

Key words:

*conservation genetics, marine turtles, museum collections, stranded animals, science dissemination.*

## INTRODUZIONE

### Contesto generale

La tartaruga marina *Caretta caretta* è diffusa in zone tropicali, subtropicali e temperate. È la tartaruga più frequente nel Mediterraneo, e l'unica che depone rego-

lamente sulle coste italiane (Mingozzi et al., 2007). L'uso di marcatori molecolari ha permesso di chiarire molti aspetti del comportamento e della filogeografia della specie (Bowen et al., 2004; Bowen et al., 2005; Lee, 2008). In particolare l'analisi del DNA mitocon-

driale (mtDNA) ha confermato il forte comportamento filopatrigo delle femmine, che ritornano a deporre nel sito in cui sono nate ("natal homing"), creando così una strutturazione delle linee materne fra le popolazioni nidificanti (Lee, 2008). I marcatori nucleari codominanti altamente polimorfici (microsatelliti o STR) hanno inoltre reso possibile la rilevazione del flusso genico tra le diverse popolazioni (Bowen et al., 2005; Carreras et al., 2007). L'uso dei microsatelliti si è rivelato particolarmente utile nel riconoscimento individuale, nella attribuzione di individui pescati negli stock di nutrizione e riproduzione a determinate colonie di nidificazione (Maffucci et al., 2006), nella valutazione dell'incidenza della paternità multipla all'interno delle singole nidificazioni (Zbinden et al., 2007).

Attualmente *C. caretta* è classificata come "ENDANGERED" (IUCN 2007), e globalmente le sue popolazioni stanno diminuendo in modo drastico negli ultimi anni, soprattutto a causa dell'impatto antropico. Si stima che circa 150.000 individui restino intrappolati annualmente nelle reti da pesca nel Mediterraneo, con più di 50.000 morti (es.: Casale 2008). L'impatto della pesca è elevato anche nelle acque circostanti le coste italiane. Per il solo Mar Ionio le catture accidentali sono state stimate in 1.084 e 4.447 unità rispettivamente nel 1999 e 2000 (Deflorio et al., 2005), mentre numeri ancora maggiori vengono stimati per le acque italiane del Mediterraneo centrale (Casale et al., 2007). Il Mediterraneo sembra essere un punto cruciale nello sviluppo di giovani atlantici che vi arrivano per nutrirsi. Anche individui appartenenti alle popolazioni che depongono sulle coste del Mediterraneo orientale [più di 5.000 nidi l'anno (Margaritoulis et al., 2003)] sono particolarmente abbondanti nelle acque tirreniche, ioniche e adriatiche nella fase di passaggio da giovani ad adulti e durante le migrazioni stagionali, specialmente nel periodo estivo (Bentivegna, 2002). Alla luce delle grandi differenze di distribuzione e comportamentali durante i diversi stadi vitali, i piani di gestione e conservazione di *Caretta caretta* devono considerare tutte le classi di età. Nel passato la maggioranza degli sforzi sono stati rivolti alla conservazione dei siti di nidificazione ma, senza la protezione degli altri stadi vitali, ciò non può prevenire il declino della popolazione. Viceversa, la protezione degli individui all'inizio del periodo riproduttivo si è dimostrata la soluzione più efficace per mantenere la popolazione vitale (Crouse et al., 1987; Crowder et al., 1994).

La distribuzione, le tendenze della popolazione, gli eventi di mortalità di massa e l'impatto della pesca per diverse specie marine possono essere studiati, in alcuni casi quasi esclusivamente, tramite individui spiaggiati (Malakoff, 2001). Le tartarughe spiaggiate rappresentano le sottopopolazioni e classi di dimensioni che risentono maggiormente delle attività antropiche in acque costiere e che non potrebbero essere studiate in altro modo in natura. Nel 1980 è stato istituito

negli USA il Sea Turtle Stranding and Salvage Network (STSSN), che raccoglie segnalazioni da 18 stati atlantici e dai Caraibi (Teas, 1993). Tra le priorità di ricerca e monitoraggio per la conservazione delle tartarughe marine nel Mediterraneo (PNUE-MAP, 2000) c'è la costituzione di un simile network.

### Obiettivi scientifici e comunicativi

Il Museo Civico di Zoologia di Roma costituisce da anni un importante punto di raccolta di segnalazioni su *Caretta caretta*, ed ospita una vasta collezione di esemplari e reperti la cui caratterizzazione genetica è scientificamente e didatticamente importante. Nel presente contributo descriviamo lo stato di avanzamento del lavoro di raccolta, sistematizzazione, classificazione e conservazione degli esemplari di tartaruga marina spiaggiati lungo le coste del Lazio, sia vivi che morti. Tale lavoro include: 1) la ricezione delle segnalazioni, la ricognizione e l'indirizzamento degli esemplari vivi verso centri di riabilitazione e degli esemplari morti verso i centri di ricerca; 2) la creazione di un database sugli spiaggiamenti (nuove segnalazioni e casi pregressi) finalizzato al monitoraggio del fenomeno negli anni; 3) l'analisi genetica degli individui, la messa a disposizione di tutti i materiali e dati per ricerche finalizzate alla comprensione della biologia della specie e delle cause di morte, l'individuazione delle eventuali misure di protezione; 4) la disseminazione dei risultati. Un programma di tipizzazione genetica, che utilizza gli stessi metodi di campionamento non invasivo, è in corso in collaborazione con diversi altri musei e centri di recupero nazionali ed internazionali (Calabria, Bari, Rimini, Venezia, Malta) (Garofalo et al. in prep.).

## MATERIALI E METODI

Le segnalazioni di spiaggiamento, provenienti da comuni cittadini e pescatori, pervengono alle autorità competenti (capitanerie di porto, polizie municipali, vigili del fuoco) che informano le ASL di competenza per problemi di sanità pubblica ed il Museo Civico di Zoologia di Roma in qualità di Istituto scientifico competente nell'attività di ricognizione e recupero lungo la costa laziale. Il Museo, nella persona della Dr.ssa Rossella Carlini coordinatrice e responsabile per il Lazio dal 1996, è parte del Centro Studi Cetacei e Tartarughe marine, un'organizzazione che include vari Musei naturalistici ed Istituti di ricerca per il monitoraggio degli spiaggiamenti lungo le coste italiane.

Inizialmente si provvede alla ricognizione e recupero sul posto dell'animale, con raccolta dei dati morfometrici. Viene quindi annotato il giorno e il luogo del ritrovamento, la dimensione e classe di età dell'individuo, lo stato di conservazione e, dove possibile, il sesso e la presunta causa di morte. I dati vengono raccolti in una scheda di rinvenimento standardizzata per tutti i centri italiani.

Se al momento dell'arrivo l'esemplare è ancora vivo, esso viene indirizzato al Centro di Recupero più vicino, generalmente rappresentato dall'Acquario di Napoli, dotato di strutture per la riabilitazione conformi alle normative (ICRAM, 2007). Se l'esemplare è invece privo di vita, viene trasportato all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana. L'Istituto è responsabile della necropsia per verificare le cause di morte, delle analisi volte ad escludere qualsiasi pericolo sanitario per l'uomo (istologia, parassitologia, avvelenamenti e infettività), dello smaltimento della carcassa. In questa sede si provvede al prelievo dello scheletro, destinato alla collezione osteologica del Museo di Zoologia, di una piccola porzione di tessuto per le analisi genetiche ed eventualmente di parti di organi per ricerche finalizzate. Tutti i dati raccolti nelle fasi precedenti sono organizzati in un foglio elettronico.

I tessuti prelevati da animali spiaggiati e i frammenti di osso ottenuti dai crani già presenti nella collezione a partire dalla fine dell'800 sono stati utilizzati per l'estrazione e l'amplificazione del DNA. Per ogni individuo si determina la sequenza del DNA mitocondriale [815 bp all'interno della Regione di Controllo (Abreu-Grobois et al., 2006), eventualmente ottenuti dalla concatenazione di frammenti contigui più corti], e il genotipo a 4 loci microsatelliti (Cc7, Cc141, Cm72 e Cm84) scelti in modo da essere confrontabili con i dati disponibili per i siti di nidificazione del Mediterraneo e dell'Atlantico (Lee, 2008).

Le sequenze mitocondriali dei singoli individui sono allineate con software apposito (Hall, 1999) per identificare i diversi aplotipi definiti da sostituzioni nucleotidiche (per la nomenclatura v. <http://ccstr.ufl.edu/ccmtdna.html>); il genotipo STR è espresso in bp per ogni locus. I dati sono conservati in modo che siano immediatamente incrociabili con gli altri disponibili per l'individuo d'origine.

Tutte le attività descritte sono documentate fotograficamente. Le immagini sono organizzate in un archivio con collegamenti ipertestuali corrispondenti alle varie fasi della ricerca.

## RISULTATI

### **Indirizzamento degli esemplari vivi verso centri di riabilitazione**

Il numero di tartarughe spiaggiate vive per anno nel Lazio va da un minimo di 2 ad un massimo di 12. Gli esemplari sono stati indirizzati verso i Centri di recupero per essere riabilitati e possibilmente reintrodotti in mare previo marcaggio con idoneo sistema di identificazione.

### **Creazione di un database sugli spiaggiamenti**

Dall'inizio della sua inclusione nella rete del Centro Studi Cetacei e Tartarughe marine, il Museo Civico di

Zoologia ha ricevuto in media 10 segnalazioni di spiaggiamenti/anno nella regione Lazio, con massimi di 30 esemplari nel 2002 (Centro Studi Cetacei 2004) e 20 nel 2008. Dal 1997 a oggi sono state raccolte 140 segnalazioni. La collezione osteologica del Museo è costituita da reperti raccolti a partire dalla fine dell'800.

Analisi genetica degli individui. Sono stati sottoposti ad estrazione del DNA 21 campioni di tessuto da animali indipendenti spiaggiati morti negli ultimi anni e 41 frammenti di osso da crani in collezione. Abbiamo osservato un declino nella resa dell'amplificazione, in particolare per i loci STR, in funzione dello stato di decomposizione dell'animale e dell'antichità e metodo di conservazione del reperto museale.

L'aplotipo mitocondriale CC-A2 è quello maggiormente rappresentato, in accordo con i dati del resto del Mediterraneo (Maffucci et al., 2006; Carreras et al., 2007). Sono stati inoltre osservati un aplotipo comune a siti di nidificazione sia Mediterranei che Atlantici (CC-A3) ed uno prevalente unicamente nell'Atlantico (CC-A1). Di quest'ultimo è stato anche trovato un variante mai descritto in precedenza da noi registrato come CC-A1.6. Per quanto riguarda i loci STR, il range di dimensioni alleliche coincide con quello riportato per il Mediterraneo (Carreras et al., 2007), con la presenza di alleli distintivi di alcune popolazioni nidificanti nel Mediterraneo orientale. L'elaborazione della serie completa di dati (morfometria e cause di morte, dati genetici di mtDNA e STR) è in corso di svolgimento.

### **Comunicazione dei risultati**

I risultati derivanti dall'intero studio sono destinati ad essere diffusi inizialmente all'interno del Museo, grazie ai numerosi e differenti mezzi ivi presenti. Attualmente sono state scattate 250 immagini ad alta risoluzione che documentano l'intera filiera degli interventi, dalla segnalazione iniziale all'interpretazione del risultato genetico. E' in fase di avanzata stesura il testo che illustra i principi e i metodi di studio adottati nelle diverse fasi, e chiarisce come si giunge alle conclusioni esposte sulla base dei risultati ottenuti sul campo e sperimentalmente. Tutto il materiale, visivo e scritto o orale, sarà assemblato e reso disponibile in varie forme: dal più classico supporto cartaceo, di ampia e semplice diffusione, a pannelli statici, a presentazioni su CD/DVD da proiettare su video-wall e mega-schermi, ad installazioni interattive consultabili da postazioni computer. Inoltre, i dati originali verranno aggiornati progressivamente su un data-base elettronico consultabile dal sito web del museo, affinché siano disponibili alla comunità scientifica ed eventualmente al più ampio pubblico possibile. Si prevede inoltre di creare delle vere e proprie "carte di identità" da affiancare a ciascun reperto esposto, che indichino tutti i dati raccolti sull'individuo (fig. 1).

**CARTA DI IDENTITA'**

**N. di catalogo:** 10931

**Data e luogo di ritrovamento:**  
12.06.2007 - Civitavecchia (RM)

**Segnalato da:** Capitaneria di porto di Civitavecchia

**Dimensioni del carapace<sup>1</sup>:** 66 x 62 cm

**Classe di età:** adulto

**Sesso:** Femmina

**Causa di morte:** Emorragia interna dovuta a fili e ami da pesca avvolti nell'apparato digerente

**Segni particolari:** Presenza di frammenti di posate e buste di plastica nello stomaco, scambiati per cibo

**Altre patologie:** infestazione da nematodi

**Aplotipo mitocondriale:** CC-A3

**Genotipo STR:** Cc7 (171/183), Cc141 (197/203), Cm72 (223), Cm84 (313/315)

**Poteniali siti di origine<sup>2</sup>:** Turchia (80%), Atlantico (20%)

1. La dimensione del carapace è infesa come CCL (curved carapace length), misura 3 nello schema.  
2. I risultati sono espressi sotto forma di probabilità che dipendono dalla specificità geografica degli alleli di cui l'individuo è portatore.

Fig. 1. Prototipo di Carta di Identità

da affiancare al reperto all'interno dell'esposizione museale. Le diverse voci spiegano i risultati ottenuti durante le varie fasi dello studio dell'individuo: ritrovamento, misure morfometriche, analisi sanitarie e risultati genetici.

## DISCUSSIONE

La biologia della conservazione si differenzia da altre discipline scientifiche perché gioca un ruolo attivo nella conservazione della diversità biologica in tutte le sue forme. Inoltre le idee, le teorie, i dati sperimentali, le discussioni che avvengono in seno alla comunità scientifica stanno entrando sempre più nel dibattito politico, nella cultura popolare e nell'opinione pubblica (Primack & Carotenuto, 2003). L'importanza del lavoro in corso qui descritto sta nel rendere esplicita la stretta interdipendenza e collaborazione tra le strutture che drenano le segnalazioni, quelle che trattano gli esemplari vivi o morti, quelle che provvedono alla conservazione e catalogazione dei reperti, quelle competenti per le analisi genetiche, e quelle che hanno la missione di trasferire i risultati al grande pubblico.

La presentazione della genetica come nuovo metodo di studio non invasivo vuole sensibilizzare il pubblico alle nuove possibilità di conoscenza e protezione di esseri viventi e ambienti fortemente minacciati dalle attività umane. La protezione di una specie a rischio di estinzione si esplica direttamente, nel caso delle tartarughe marine, con il recupero, la riabilitazione e la reintroduzione in natura degli animali rinvenuti vivi. Una protezione più generale della specie passa attra-

verso l'elaborazione di piani di conservazione adeguati che tengano conto della conoscenza della biologia della specie, raggiunta anche tramite l'analisi di animali spiaggiati morti. Per esempio, la segnalazione di individui marcati (con targhetta metallica o di plastica o più raramente con trasmettenti) è di fondamentale importanza per gli studi di "tagging" e "satellite tracking", che si basano proprio sulla ricostruzione del percorso seguito dall'animale attraverso le diverse fasi di cattura-marcaggio-rilascio-ritrovamento (Bentivegna, 2002; Mifsud et al., 2005).

Il prelievo di campioni di individui spiaggiati può servire oltre che per l'analisi genetica come collezione di materiale per studi futuri di diverso genere (es. accumulo di sostanze tossiche) (Storelli & Marcotrigiano, 2000) non altrimenti effettuabili perché le carcasse vengono in breve tempo rimosse e smaltite. Una iniziativa con queste finalità è stata già avviata in Italia per i Mammiferi (Banca per i Tessuti dei Mammiferi Marini del Mediterraneo - <http://mammiferimarini.sperivet.unipd.it/>).

Il censimento degli esemplari conservati nei diversi musei si sta affermando anche in Italia come valido strumento di lavoro per ricercatori (V. Mazzotti et al., 2010). Lo scopo del Centro Studi Cetacei e Tartarughe marine è innanzitutto quello di creare una banca dati aggiornata annualmente degli spiaggiamenti sulle coste italiane. Gli spiaggiamenti, anche nell'ipotesi di una loro rilevazione esaustiva, sottostimano la reale mortalità. Tuttavia, l'insieme delle informazioni ricavabili dal lavoro qui descritto può ugualmente indicare gli effetti delle attività antropiche in mare, altrimenti difficili da stimare, sugli aggregamenti degli animali marini. Lavori precedenti hanno valutato la rappresentatività delle serie di individui spiaggiati rispetto agli aggregamenti di nutrizione nelle acque costiere, concludendo che non si osservano differenze significative (Mazzarella, 2007). Quindi gli spiaggiamenti possono rappresentare un'alternativa non invasiva e meno dispendiosa rispetto al campionamento in mare.

La maggioranza degli studi genetici sugli aggregati costieri ha riguardato zone prospicienti grandi aree di nidificazione (Roberts et al., 2005; Reece et al., 2006; Mazzarella, 2007). Nel caso delle coste laziali non vi è una popolazione nidificante vicina che con maggiore probabilità contribuisce individui. Inoltre, dati di letteratura indicano che il Tirreno è esposto a migrazioni sia dal Mediterraneo orientale che dall'Atlantico (Laurent et al., 1998; Bentivegna 2002; Carreras et al., 2006). L'analisi genetica di individui rinvenuti in questa regione è quindi rilevante nella valutazione della provenienza dalle diverse aree di riproduzione.

La comunicazione dei risultati (vedi Materiali e Metodi) consente di valorizzare un patrimonio attualmente accessibile solo a specialisti (collezioni e sequenze del DNA), rendendolo fruibile ad un pubblico vasto, se inserito in un contesto adeguato. Appare

assai importante trasferire il messaggio che, per una specie globalmente minacciata e protetta da normative internazionali e comunitarie, anche esemplari morti considerati irrecuperabili, così come reperti a lungo conservati nel museo, costituiscono una preziosissima fonte di informazioni scientifiche. Inoltre si intende creare una consapevolezza pubblica verso la tutela della biodiversità, e in generale dell'ambiente, non solo nelle aree protette ma anche in quel 90-95% che non ha alcun vincolo di protezione. Ciò si applica ancor di più all'ambiente marino, relativamente trascurato rispetto agli ambienti terrestri, ma di vitale importanza.

Oggigiorno i giovani vengono a conoscenza di animali e piante e dei loro rapporti ecologici principalmente con la visita a musei, bioparchi e orti botanici. Aumentare la consapevolezza sull'importanza della biodiversità crea i presupposti affinché ognuno partecipi agli sforzi per conservarla e utilizzarla in modo sostenibile. Informare le scuole sull'esistenza della genetica della conservazione fa parte di questa strategia. D'altra parte i giovani sono anche i soggetti più sensibili alle nuove tecnologie. Quindi la diffusione della cultura scientifica tramite strumenti nuovi è il modo giusto per raggiungerli efficacemente.

L'integrazione tra l'analisi a livello del DNA e l'esposizione dei risultati con mezzi innovativi stimolerà i visitatori di ogni età a sviluppare approfondimenti in proprio. Una tale iniziativa ha certamente un alto valore formativo sia per gli studenti che per i visitatori adulti, coprendo interessi di tipo scientifico dal livello più accessibile a quello più tecnico e sofisticato, ma anche aspetti di tipo etico, estetico e gestionale.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano per la collaborazione tutti coloro che hanno contribuito alla segnalazione, alla raccolta e al trasporto degli animali spiaggiati. Si ringraziano poi per la professionalità e la disponibilità gli operatori dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle regioni Lazio e Toscana, in particolare la Dott.ssa Claudia Eleni. Lavoro svolto con contributo MIUR, fondi ex l. 6/2000.

## BIBLIOGRAFIA

ABREU-GROBOIS F.A., HORROCKS J., FORMIA A., LEROUX R., VELEZ-ZUAZO X., DUTTON P., SOARES L., MEYLAN P., BROWNE D., 2006. New mtDNA Dloop primers which work for a variety of marine turtle species may increase the resolution capacity of mixed stock analysis. In: Frick M, Panagopoulou A, Rees AF, Williams K (eds.), *Book of abstracts of the 26th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. Crete, pp. 179.

BENTIVEGNA F., 2002. Intra-Mediterranean migrations of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) moni-

red by satellite telemetry. *Marine Biology*, 141: 795-800.

BOWEN B.W., BASS A.L., CHOW S., BOSTROM M., BJORN DAL K.A., BOLTEN A.B., OKUYAMA T., BOLKER B.M., EPPERLY S., LACASELLA E., SHAVER D., DODD M., HOPKINSMURPHY S.R., MUSICK J.A., SWINGLE M., RANKIN-BARANSKY K., TEAS W., WITZELL W.N., DUTTON P.H., 2004. Natal homing in juvenile loggerhead turtles (*Caretta caretta*). *Molecular Ecology*, 13: 3797-3808.

BOWEN B.W., BASS A.L., SOARES L., TOONEN R.J., 2005. Conservation implications of complex population structure: lessons from the loggerhead turtle (*Caretta caretta*). *Molecular Ecology*, 14: 2389-2402.

CARRERAS C., PASCUAL M., CARDONA L., AGUILAR A., MARGARITOU LIS D., REES A., TURKOZAN O., LEVY Y., GASITH A., AUREGGI M., 2007. The genetic structure of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) in the Mediterranean as revealed by nuclear and mitochondrial DNA and its conservation implications. *Conservation Genetics*, 8: 761-775.

CARRERAS C., PONT S., MAFFUCCI F., PASCUAL M., BARCELÓ A., BENTIVEGNA F., CARDONA L., ALEGRE F., SANFÉLIX M., FERNÁNDEZ G., 2006. Genetic structuring of immature loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea reflects water circulation patterns. *Marine Biology*, 149: 1269-1279.

CASALE P., 2008. *Incidental catch of marine turtles in the Mediterranean Sea: captures, mortality, priorities*. WWF Italia, Roma.

CASALE P., CATTARINO L., FREGGI D., ROCCO M., ARGANO R., 2007. Incidental catch of marine turtles by Italian trawlers and longliners in the central Mediterranean. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems*, 17: 686-701.

CENTRO STUDI CETACEI, 2004. Tartarughe marine recuperate lungo le coste italiane. V rendiconto 2002 (Reptilia). *Atti Società Italiana Scienze Naturali Museo Civico Storia Naturale Milano*, 145: 393-424.

CROUSE D.T., CROWDER L.B., CASWELL H., 1987. A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. *Ecology*, 68: 1412-1423.

CROWDER L.B., CROUSE D.T., HEPPELL S.S., MARTIN T.H., 1994. Predicting the impact of turtle excluder devices on loggerhead sea turtle populations. *Ecological Applications*, 4: 437-445.

DEFLORIO M., APREA A., CORRIERO A., SANTA-MARIA N., DE METRIO G., 2005. Incidental captures of sea turtles by swordfish and albacore longlines in the Ionian sea. *Fisheries Science*, 71: 1010-1018.

HALL T.A., 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41: 95-98.

ICRAM, 2007. Lineeguida per il recupero, soccorso, affidamento e gestione delle tartarughe marine ai fini della riabilitazione e per la manipolazione e rilascio a scopi scientifici. In: *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del*

- Territorio e del Mare DplPdN, Divisione II "Flora e Fauna", MATTM. pp. 98.
- IUCN, 2007. IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/> (Accessed 21 April 2008).
- LAURENT L., CASALE P., BRADAI M.N., GODLEY B.J., GEROSA G., BRODERICK A.C., SCHROTH W., SCHIERWATER B., LEVY A.M., FREGGI D., 1998. Molecular resolution of marine turtle stock composition in fishery bycatch: a case study in the Mediterranean. *Molecular Ecology*, 7: 1529-1542.
- LEE P.L.M., 2008. Molecular ecology of marine turtles: New approaches and future directions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 356: 25-42.
- MAFFUCCI F., KOOISTRA W., BENTIVEGNA F., 2006. Natal origin of loggerhead turtles, *Caretta caretta*, in the neritic habitat off the Italian coasts, Central Mediterranean. *Biological Conservation*, 127: 183-189.
- MALAKOFF D., 2001. Scientists use strandings to bring species to life. *Science*, 293: 1754-1757.
- MARGARITOU LIS D., ARGANO R., BARAN I., BENTIVEGNA F., BRADAI M.N., CAMINAS J.A., CASALE P., DE METRIO G., DEMETROPOULOS A., GEROSA G., 2003. Loggerhead turtles in the Mediterranean Sea: present knowledge and conservation perspectives. In: Bolten AB, Witherington BE (eds), *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Books, Washington DC, pp. 175-198.
- MAZZOTTI S., GENTILE V., MISEROCCHI D., PEZZI M., TIOZZO E., 2010. Attualità, fruizione e ruolo delle collezioni zoologiche nella comunicazione della ricerca. *Museologia scientifica. Memorie*, 6: 152-156.
- MAZZARELLA K.T., 2007. Analysis of stranded loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in north and south Carolina: genetic composition and the effectiveness of newly implemented ted regulations. Master of Science in *Marine Biology*, pp. 95.
- MIFSUD C.R., BALDACCHINO A.E., STEVENS D.T., GRUPPETTA A., 2005. Analysis of tagging and recovering of marine turtles in Malta. In: *Second Mediterranean Conference on Marine Turtles, Kemer, Turkey*, pp. 122-124.
- MINGOZZI T., MASCIARI G., PAOLILLO G., PISANI B., RUSSO M., MASSOLO A., 2007. Discovery of a regular nesting area of loggerhead turtle *Caretta caretta* in Southern Italy: a new perspective for national conservation. *Biodiversity Conservation*, 16: 3519-3541.
- PNUE-MAP, 2000. *Action Plan for the Conservation of Mediterranean Marine Turtles*. Tunis. pp. 51.
- PRIMACK R.B., CAROTENUTO L., 2003. *Conservazione della natura*. Zanichelli, Bologna. pp. 514.
- REECE J.S., EHRHART L.M., PARKINSON C.L., 2006. Mixed stock analysis of juvenile loggerheads (*Caretta caretta*) in Indian River Lagoon, Florida: implications for conservation planning. *Conservation Genetics*, 7: 345-352.
- ROBERTS M.A., ANDERSON C.J., STENDER B., SEGARS A., WHITTAKER J.D., GRADY J.M., QUATTRO J.M., 2005. Estimated contribution of Atlantic coastal loggerhead turtle nesting populations to offshore feeding aggregations. *Conservation Genetics*, 6: 133-139.
- STORELLI M.M., MARCOTRIGIANO G.O., 2000. Chlorobiphenyls, HCB, and organochlorine pesticides in some tissues of *Caretta caretta* (Linnaeus) specimens beached along the Adriatic Sea, Italy. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 64: 481-488.
- TEAS W.G., 1993. Species composition and size class distribution of marine turtle strandings on the Gulf of Mexico and Southeast United States coasts, 1985-1991. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-315, pp. 43.
- ZBINDEN J.A., LARGIADÈR C.R., LEIPPERT F., MARGARITOU LIS D., ARLETTAZ R., 2007. High frequency of multiple paternity in the largest rookery of Mediterranean loggerhead sea turtles. *Molecular Ecology*, 16: 3703-3711.