



MARITTIMO - IT FR - MARITIME
ITALIA - ITALIA - ITALY - FRANCE

GIONHA

GOVERNANCE AND INTEGRATED OBSERVATION
OF MARINE NATURAL HABITAT

Insieme per la tutela
e la valorizzazione
del nostro mare

i risultati



La Cooperazione al cuore del Mediterraneo

Programma cofinanziato
per le Fondi Europei di
Sviluppo Regionale



Programma cofinanziato
con i Fondi Europei per
lo Sviluppo Regionale

La Coopération au cœur de la Méditerranée



MARITTIMO - IT FR - MARITIME
TOSCANA - LIGURIA - SARDEGNA - CORSE

GIONHA
GOVERNANCE AND INTEGRATED OBSERVATION
OF MARINE NATURAL HABITAT

Insieme per la tutela e la valorizzazione del nostro mare

risultati

la cooperazione al cuore del Mediterraneo

Programme cofinancé
par le Fonds Européen de
Développement Régional



Programma cofinanziato
con il Fondo Europeo per
lo Sviluppo Regionale

la coopération au coeur de la Méditerranée



Regione Toscana



REGIONE LIGURIA



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



Provincia
di Livorno

Insieme per la tutela e la valorizzazione del nostro mare. I risultati

Partner del Progetto:

ARPAT - Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (capofila)

OEC - Office de l'Environnement de la Corse

Regione Liguria - Dipartimento Ambiente

Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato alla Difesa dell'ambiente - Servizio Tutela della natura

Provincia di Livorno - U.S. Pianificazione, Difesa del Suolo e delle Coste

A cura di:

G. Licitra, F. Serena, C. Mancusi, C. Grazzini - ARPAT

Gruppo di lavoro:

G. Licitra, F. Serena, C. Mancusi, C. Grazzini - ARPAT

M. Cancemi, J.M. Culioli, M.C. Santoni - OEC

I. Fasce, E. Montepagano - Regione Liguria

L. Angius, E. Secci, P. Pala - Regione Autonoma della Sardegna

M. Tognotti, E. Ricevuto, N. Rossi - Provincia Livorno

È possibile consultare sul sito www.gionha.eu/risorse i report tecnico-scientifici sui temi trattati nella pubblicazione

© ARPAT 2012

Coordinamento editoriale: S. Angiolucci, G. Rossi, ARPAT

Stampa: Tipolitografia Contini, Sesto Fiorentino

Grafica: noè

Foto: ARPAT, OEC, Regione Liguria, Regione Autonoma della Sardegna, Provincia di Livorno, Artescienza, Parco Regionale di Porto Conte (SS)
ISBN 978-88-96693-08-7

Stampato su carta che ha ottenuto il marchio di qualità ecologica dell'Unione Europea - Ecolabel

Ringraziamenti

per le collaborazioni e consulenze tecnico-scientifiche:

Acquario di Genova

Aree marine protette di "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre", "Tavolara - Punta Coda Cavallo", "Capo Carbonara", "Capo Caccia - Isola Piana"

CNR - Istituto di acustica e sensoristica "Corbino"

Centre Régional de Documentation

Pédagogique de Corse - CRDP

CORES onlus Cooperativa etico solidale

Geopolaris s.r.l.

Liguria Ricerche S.p.A.

MULTIMAGE

Naturalia Moulage France

Osservatorio Ligure Pesca Ambiente - OLPA

Osservatorio Toscano dei Cetacei - Regione Toscana

Parco nazionale "Arcipelago di La Maddalena"

Pelagos, società cooperativa a r.l.

Platybus s.r.l.

Promo PA Fondazione

Università degli Studi di Genova - Dip.to per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse

Università degli Studi di Padova - Dip.to di Sanità pubblica, Patologia comparata, Igiene veterinaria

Università degli Studi di Pavia - CIBRA

Università degli Studi di Sassari - Facoltà di Medicina veterinaria

Università degli Studi di Siena - Dip.to di Scienze ambientali

Per la collaborazione esterna:

Accademia navale di Livorno

CIBM

Guardia costiera, Direzione marittima di Livorno

Museo di Storia naturale e del Territorio -

Università degli Studi di Pisa

NURC

Servizi per la comunicazione:

HT&T srl

Meridiana Events & Education

noè snc

Nuovo Traduttore Letterario s.c.

Presentazione

L'ambiente marino è un elemento indispensabile alla vita sulla terra: svolge un ruolo determinante negli equilibri climatici, è un contenitore di biodiversità, nonché un importante fattore di prosperità economica. La salvaguardia degli ecosistemi marini è oggetto di tutela della Marine Strategy comunitaria che mira a contrastare il graduale deterioramento degli habitat marini.

Con il sostegno del Programma di cooperazione transfrontaliera Italia-Francia “Marittimo” 2007-2013, le quattro regioni che si affacciano sul Santuario Pelagos hanno promosso la realizzazione del Progetto GIONHA (Governance and Integrated Observation of marine Natural Habitat) con l'obiettivo di favorire la tutela e la valorizzazione dell'ecosistema dell'area marina protetta più vasta del Mediterraneo.

A tal fine l'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (capofila), l'Office de l'Environnement de la Corse, la Regione Liguria, la Regione Autonoma della Sardegna e la Provincia di Livorno - soggetti attuatori del Progetto - hanno collaborato alla realizzazione di numerose attività tecnico-scientifiche per approfondire la conoscenza dello stato ecologico di questa area marina e promuovere strumenti e azioni di sensibilizzazione per la sua salvaguardia.

Ancora una volta è stato constatato che la complessità e la ricchezza dell'ecosistema del Santuario Pelagos richiedono un approccio ecosistemico nella gestione delle risorse marine e delle attività umane che insistono su di esso. Il Progetto GIONHA ha impostato un preciso percorso conoscitivo dello stato ecologico dell'area transfrontaliera, tale da consentire un'elaborazione consapevole delle politiche marittime a livello di regione e sotto-regione marina, in linea con la strategia comunitaria della Marine Strategy.

Questa pubblicazione offre una sintesi delle molteplici attività progettuali sviluppate nell'ultimo triennio, volte all'analisi delle relazioni socio-economiche-ambientali che incidono sugli habitat marino-costieri e sulla presenza dei cetacei e delle tartarughe marine nell'area transfrontaliera.

Giovanni Barca
Direttore generale ARPAT

pressioni	Obiettivi e risultati del Progetto GIONHA	5
	Pressioni: fonti di disturbo sull'habitat marino-costiero	
	Pesca	8
	Inquinamento acustico subacqueo	10
	Rifiuti antropici in mare	12
stato	Stato dell'habitat marino-costiero transfrontaliero-Metodologie	
	Monitoraggio habitat marino: <i>Posidonia oceanica</i>	16
	Monitoraggio inquinamento acustico	18
	Modellizzazione delle Reti trofiche	20
	Fotoidentificazione dei cetacei	24
	Monitoraggio degli spiaggiamenti dei cetacei e delle tartarughe	26
stato	Stato dell'habitat marino-costiero transfrontaliero-Risultati del monitoraggio	
	Stato di salute dell'habitat marino	32
	Mappatura della <i>Posidonia oceanica</i> in Toscana	36
	Mappatura dei rifiuti	40
	Mappatura delle rotte delle navi nell'Alto Tirreno	42
	Abbondanza della popolazione di tursiope: stime numeriche e distribuzione spaziale nell'area transfrontaliera	44
	Piattaforma Intercet	46
	Il database del Progetto GIONHA	48
impatti	Impatti sull'habitat marino-costiero	
	Riduzione della biodiversità marina	52
	Stato di salute delle popolazioni di cetacei e tartarughe	54
	Effetti dell'inquinamento acustico sui cetacei	56
risposte	Risposte: strumenti per la salvaguardia e gestione	
	Metodologie e azioni per la riduzione degli impatti	60
	Azioni pilota per la riduzione degli impatti. Raccolta dei rifiuti dai fondali del Mar Ligure	62
	Modello previsionale sulla variazione del limite superiore della prateria di <i>Posidonia oceanica</i> in funzione dell'idrodinamismo costiero	64
	Protocollo di intervento per il recupero di tartarughe marine e cetacei	68
	Azioni di sensibilizzazione. "Mare e fondali puliti"	70
	Azioni di sensibilizzazione. "L'uomo e il delfino"	72
	Azioni di sensibilizzazione. Campagne informative sul soccorso e il recupero e valorizzazione museale di cetacei e tartarughe marine	76
	Azioni di sensibilizzazione. "La Giornata della Balena"	80
	Focus	
	Il tursiope e la tartaruga comune, indicatori biologici per la tutela e la valorizzazione dell'ambiente marino. Prospettive future	82

Obiettivi e risultati del Progetto GIONHA

Il Progetto di cooperazione transfrontaliera GIONHA (Governance and Integrated Observation of marine Natural Habitat) promuove la tutela e la valorizzazione dell'ecosistema marino-costiero presente nell'area specialmente protetta più vasta del Mediterraneo: il Santuario Pelagos.

La Direttiva comunitaria sulla strategia per l'ambiente marino (DIR 2008/56/CE) promuove un uso sostenibile dei mari e il conseguimento, entro il 2020, del buono stato ecologico degli ecosistemi marini. In tale contesto normativo, il Progetto GIONHA si è posto l'obiettivo di:

- approfondire la conoscenza dello stato ambientale di questa area marina-costiera transfrontaliera (corsa, ligure, toscana e sarda), specialmente in merito allo stato e al trend degli habitat sensibili presenti - praterie di fanerogame a *Posidonia oceanica* - e delle specie marine protette, cetacei e tartarughe;
- implementare la valutazione delle pressioni e degli impatti che derivano dalle attività umane, in particolare pesca, rifiuti e inquinamento acustico subacqueo;
- promuovere un'azione di sensibilizzazione degli operatori e utenti del mare, e un progetto di educazione ambientale rivolto alle giovani generazioni per collaborare insieme alla diffusione della cultura di salvaguardia del nostro mare.

Le attività progettuali sono state condotte sulla base di alcuni degli undici descrittori qualitativi che la Direttiva elenca quali requisiti necessari per una valutazione positiva del buono stato ecologico di una regione marina. Sono stati analizzati sia il livello delle principali pressioni che insistono in maniera critica sull'ecosistema - i rifiuti e l'inquinamento acustico subacqueo - sia lo stato degli indicatori biologici più significativi. Sono stati inoltre sperimentati alcuni strumenti utili all'azione di monitoraggio e di supporto tecnico per la valutazione continua dello stato ecologico dell'area, quali ad es.:

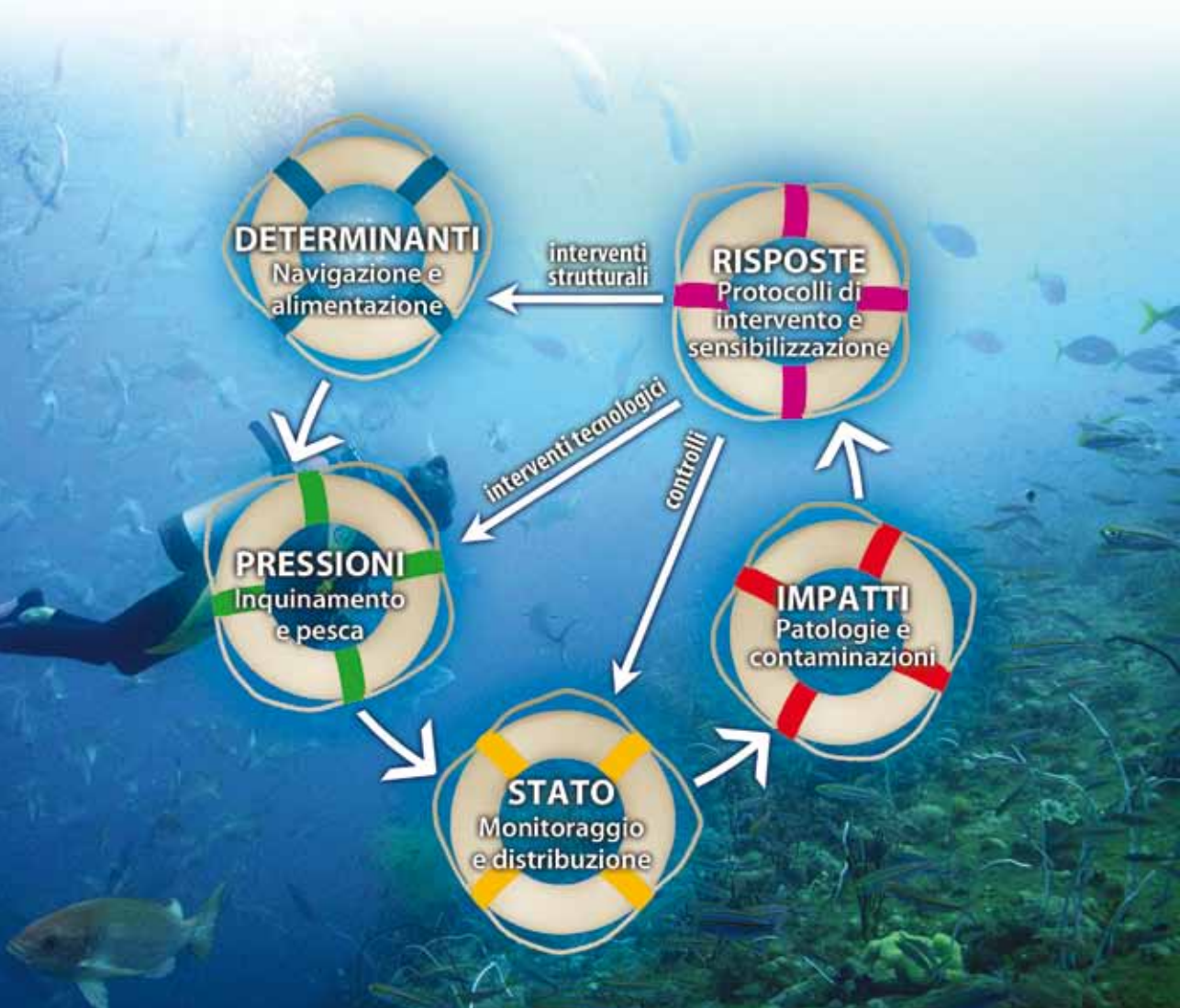
- modelli per la gestione e salvaguardia dei posidonieti;
- linee guida per la riduzione degli impatti, accompagnate da azioni pilota sulla riduzione dei rifiuti sui fondali marini;
- data base georeferenziato sui dati raccolti su flora, fauna e principali fonti di disturbo;
- piattaforma Web - Intercet - per la creazione di un network di condivisione dei dati sui mammiferi marini presenti nell'area.

GIONHA ha lavorato, in particolare, sullo studio della presenza e del ruolo dei grandi vertebrati - nello specifico i cetacei - e delle tartarughe marine quale indicatore significativo del buono stato di salute dell'area marina. Uno degli obiettivi principali è stato quello di quantizzare la presenza dei mammiferi marini nell'area transfrontaliera e di registrarne gli spostamenti - in relazione anche alle disponibilità di cibo - per ricostruire la rete trofica attraverso lo studio delle abitudini degli organismi marini coinvolti a vario livello, in un contesto che vede tali mammiferi all'apice della catena

alimentare. A questo obiettivo si è aggiunto quello di definire e condividere, con azioni di informazione, protocolli di intervento per il recupero e il soccorso di cetacei e tartarughe in difficoltà, con la collaborazione dei soggetti che, a vario titolo, operano per il recupero e lo studio degli esemplari spiaggiati.

Sempre il tema del rapporto “uomo-delfino” è stato il filo conduttore delle azioni di sensibilizzazione e del progetto didattico che ha coinvolto numerosi istituti scolastici dell’area transfrontaliera.

I risultati progettuali sono illustrati in questa pubblicazione seguendo la logica del modello DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti, Risposte) che consente di rappresentare, con un approccio sistemico, le relazioni causali tra le azioni dell’uomo e lo stato di salute dell’ecosistema; nel caso del Progetto GIONHA, le relazioni socio-economiche-ambientali che incidono sulla presenza dei cetacei e delle tartarughe marine nell’area transfrontaliera.





***Fonti di disturbo
sull'habitat
marino costiero***



Negli ultimi secoli, le attività antropiche si sono inserite fra le principali cause di modificazione degli ecosistemi marini con effetti a volte catastrofici. Insieme a fenomeni d'inquinamento prodotti dai reflui di varia natura, bisogna considerare anche l'attività di pesca che agisce direttamente sulle specie marine modificando fortemente la loro abbondanza e la dinamica delle popolazioni.

Nell'habitat marino l'attività di prelievo di organismi più importante è costituito dalla pesca professionale: sia essa quella a strascico sui fondali, quella costiera con le reti da posta o quella a circuizione indirizzata ai pesci pelagici.

Nell'area del Santuario Pelagos ogni anno si stima che vengano pescate oltre 15 mila tonnellate di pesci, 3,7 kton in Liguria, 10,6 kton in Toscana, meno di 1 kton in Corsica e, volendo considerare anche la Sardegna, ulteriori 8,1 kton.

Questa attività di pesca è esercitata da una flotta di circa 2000 barche da pesca, per lo più imbarcazioni di piccole dimensioni, in media sotto i 10 m di lunghezza e che in pochissimi casi raggiungono i 30 m.

Si tratta quindi di una tipica pesca artigianale anche se l'attrezzatura utilizzata dalle marinerie ricade nelle tre tipologie classiche dello strascico (rete a sacco trainata sul fondo anche a 400-500 metri di profondità), della pesca artigianale (palangari, nasse e varie reti da posta quali tremagli o monofili a imbrocco) e della circuizione (rete che circonda e chiude i banchi di pesce, spesso attratti di notte con le lampare).

A parte il pesce azzurro, alici, sardine e sgombri catturati con la circuizione, tra le 200 specie abitualmente pescate le principali sono il nasello, la pannocchia, la seppia,



Una triglia di scoglio pescata con la rete a tremaglio

la triglia. In certi periodi dell'anno alcune catture, quali ad esempio la triglia e il moscardino, possono raggiungere livelli molto elevati; nel caso della triglia ciò si verifica in autunno quando la specie si concentra nella zona costiera, mentre per il moscardino le catture sono massime durante il periodo tardo primaverile ed estivo in acque più profonde, tra 60 e 100 m.

In acque ancor più profonde, oltre i 200 m, la specie più significativa, anche dal punto di vista commerciale, è lo scampo che arriva a rappresentare il 40% dello sbarcato, seguito dai gamberi e altre specie con valori economici molto inferiori quali la mostella e il potassolo. Tra le specie che vivono adagate sul fondo la sogliola rappresenta la più ricercata sebbene in realtà catture elevate - razze, rombi e rane pescatrici - si abbiano in aree localizzate.

Per quanto riguarda la pesca artigianale, in particolare quella più diffusa con il tremaglio, circa il 20% delle catture è costituito da scorfani, il 17% è costituito da seppie e un altro 17% è costituito da polpo di scoglio. Con la rete a imbrocco circa il 27% delle catture sono muggini, il 15% sono salpe, e per valori intorno all'8% mormore. Nel caso dei palangari le specie maggiormente catturate sono saraghi, orate, dentici, pagelli, tanute, gronghi, gallinelle e naselli. Quelle principalmente catturate con le nasse sono seppie, polpi, aragoste e astici; specie accessorie possono essere il grongo, la murena, i serranidi e gli sparidi.

Sebbene negli ultimi 20 anni il naviglio da pesca si sia praticamente dimezzato, le catture sono rimaste praticamente invariate, sia per la maggiore efficienza delle imbarcazioni e degli attrezzi, sia per il recupero mostrato da alcune specie, che erano evidentemente sovra sfruttate.

Infine occorre ricordare che l'azione della pesca ha influenza diretta o indiretta anche sulle popolazioni che non rivestono alcun interesse alimentare o commerciale: un esempio è l'uso illegale della rete a strascico che, in zone costiere, può rimuovere o distruggere in modo indiscriminato molti organismi della flora e della fauna che vivono sul fondale.



Prodotti della pesca: seppie, triglie e naselli

L'ambiente marino è un elemento indispensabile alla vita sulla terra: svolge un ruolo determinante negli equilibri climatici, è un contenitore di biodiversità, nonché un importante fattore di prosperità economica.

Il mare Mediterraneo è un sistema complesso dal punto di vista acustico: si caratterizza per un'ampia varietà di segnali sonori differenti per intensità, caratteristiche spettrali, durata ecc.

Le sorgenti sonore possono essere classificate, da un punto di vista qualitativo, in due gruppi:

- sorgenti naturali,
- sorgenti antropiche.

Le sorgenti naturali, come il vento, la pioggia, l'attività sismica e vulcanica, occupano una porzione ampia dello spettro sonoro, con delle frequenze caratteristiche che vanno dai pochi Hz fino a centinaia di kHz. Le sorgenti antropiche vengono a loro volta distinte in base alle modalità di rilascio dell'energia sonora, in:

- impulsive (SONAR, indagini geosismiche ecc.),
- continue (traffico navale).

Nelle sorgenti impulsive l'energia acustica viene rilasciata molto rapidamente, producendo solitamente livelli piuttosto elevati, con valori di picco anche superiori ai 230 dB re 1 μ Pa @ 1m (re 1 μ Pa @ 1m = relativo a 1 μ Pa a 1 metro dalla sorgente). I SONAR sono sistemi che introducono intenzionalmente l'energia acustica negli ambienti marini, con lo scopo di investigarli: recuperare informazioni su oggetti presenti nella colonna d'acqua, sul fondale o all'interno dei sedimenti marini. Da un punto di vista pratico, per quanto riguarda la tutela dei mammiferi marini, i sonar più pericolosi sono quelli attivi, ovvero quei sistemi che, a differenza dei passivi, emettono energia acustica ad alta intensità (fino a 200 dB re 1 μ Pa @ 1m) andando a ricevere l'energia riflessa dagli eventuali oggetti presenti. Per quanto riguarda il contenuto spettrale si passa da sonar a bassa frequenza (< 1 kHz) a media frequenza (1-20 kHz) per terminare con quelli ad alta frequenza (> 20 kHz). Le indagini geosismiche dei sedimenti marini vengono realizzate mediante array di *airguns*, trainati a una profondità di 4-10 metri, mentre la catena idrofonica (per la rilevazione dei segnali riflessi) viene posizionata a circa 12 metri e a una distanza di alcuni chilometri dalle sorgenti. Ogni singola *airgun* è in grado di produrre una serie di impulsi sonori (Livelli: 215-230 dB re 1 μ Pa @ 1m, Frequenze: 10-300 Hz) in grado di interessare aree distanti fino a 50-75 km (in acque poco profonde, 20-25 m). Altre sorgenti impulsive sono i deterrenti acustici, utilizzati per tenere i mammiferi marini lontano dalle reti, nelle quali potrebbero rimanere intrappolati. I segnali acustici che vengono prodotti da queste sorgenti hanno livelli sonori vicino ai 130-150 dB re 1 μ Pa @ 1m. Le operazioni di dragaggio sono anch'esse piuttosto impattanti: i suoni prodotti (livelli di

122-131 dB re 1 μ Pa @ 1m) sono in grado di estendersi per diversi chilometri dalla sorgente. Le sorgenti continue generano al contrario un rumore diffuso e prevalente, in grado di alterare sensibilmente i livelli di fondo nel campo delle basse frequenze (fino a 100 Hz).

L'energia sonora prodotta dal traffico navale non può essere ristretta ad un'area, in quanto le basse frequenze emesse da queste sorgenti, in presenza di canali di focalizzazione, possono propagarsi a notevoli distanze dalla sorgente. Le aree costiere sono le zone in cui il rumore antropico raggiunge i livelli più alti (valori vicino ai 100 dB, fino ai 150 dB re 1 μ Pa @ 1m nelle vicinanze dei porti), a causa degli elevati volumi di traffico (imbarcazioni da pesca, turistiche e commerciali).

Circa il 90% dell'energia che l'uomo immette nell'ambiente marino viene prodotta dagli impianti di propulsione delle imbarcazioni, con un contenuto spettrale che si colloca in un intervallo inferiore a 1 kHz. Le dimensioni del natante, la sua velocità e l'efficienza delle componenti meccaniche dei motori sono tutti fattori che concorrono a determinare il livello complessivo prodotto da una qualsiasi imbarcazione. Diversi studi hanno evidenziato come nel corso degli ultimi cinquanta anni, accanto di una forte crescita dei volumi di traffico (sia nel numero complessivo di imbarcazioni che nel tonnellaggio totale), il rumore legato alla componente navale sia aumentato di circa 16 dB. Il Progetto GIONHA ha sviluppato il tema dell'inquinamento acustico negli ambienti marini, analizzando nel dettaglio il rumore prodotto dal traffico navale per poter evidenziare, in linea con quelle che sono le indicazioni comunitarie, eventuali zone critiche per i mammiferi marini che popolano l'area marina dell'alto Tirreno.

Rifiuti e vari detriti macroscopici di origine umana sono stati rilevati nel mar Ligure e Tirreno settentrionale per mezzo di campagne di pesca scientifica a strascico. La distribuzione, l'abbondanza e la natura del materiale di scarto riflettono il percorso delle navi indicando di conseguenza la necessità di un ulteriore sforzo per ridurre questo tipo d'inquinamento marino. Oltre alla presenza di plastica, bottiglie, barattoli e altri oggetti vari sono emerse negli ultimi anni altre situazioni critiche e pericolose connesse all'affondamento, volontario o accidentale, di container e fusti tossici nella zona di pesca della marineria Toscana.

Il Consiglio Generale della Pesca nel Mediterraneo (FAO) afferma che oltre 6 milioni di tonnellate di materiali solidi e pericolosi di origine umana vengono scaricati ogni anno nei mari del mondo: la maggior parte sono inquinanti di origine industriale, ma una porzione importante della plastica e dei rifiuti persistenti è generata dalle navi a da azioni di dumping (affondamento volontario di navi o attrezzature da pesca non più utilizzabili).

L'informazioni sulla qualità e la quantità dei rifiuti sul fondo del mare è in genere scarsa o limitata ad aree molto ristrette, utilizzate per specifici tipi di pratiche di dumping.

Ciò è dovuto al costo di campionamento rilevante, soprattutto quando si realizza a batimetriche elevate, ad es. 500-800 m di profondità. Un modo per ovviare al problema dei costi è quello di raccogliere i dati mentre si svolgono campionamenti marini con altri obiettivi, come può essere il caso delle campagne di pesca scientifica per il monitoraggio della fauna ittica.

Sui fondali delle zone di pesca nel mare della Toscana, escludendo i molti relitti di navi affondate durante le mareggiate o per eventi bellici, c'è comunque una preoccupante presenza di vari residui della seconda guerra mondiale: bombe aeree, mine, ogive, bossoli, o più frequentemente carrelli per il trasporto delle mine, che i pescatori a volte ancora ritrovano nelle reti a strascico e che, al di là del pericolo ambientale che essi rappresentano, costituiscono comunque un serio problema tecnico per l'attività di pesca.

Materiale e metodi utilizzati

Dal 1985 al 2010, per conto del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali e dell'Unione Europea, oltre 50 campagne di pesca sono state realizzate nel Mar Ligure e Tirreno con l'obiettivo di valutare l'abbondanza e il livello di sfruttamento dei pesci presenti sui fondali. Per mezzo di un tradizionale peschereccio e di una comune rete commerciale a strascico sono state effettuate più di 2000 pescate nell'area del Santuario Pelagos, tra la linea di costa e gli 800 m di profondità.

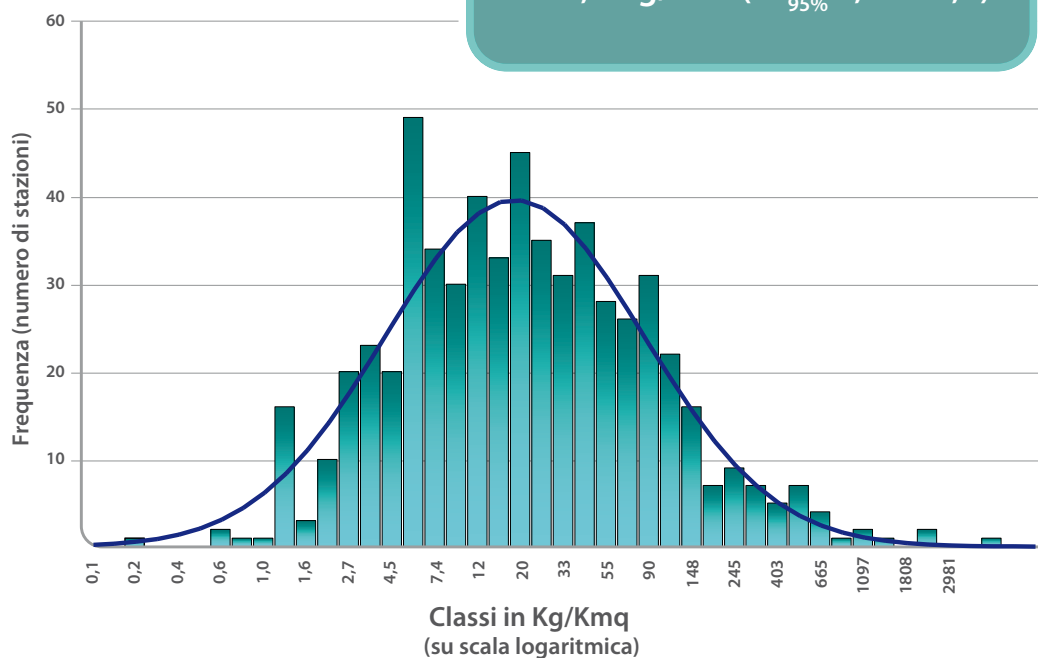
Ogni pescata, della durata di 1 ora, "spazza" il fondale per una lunghezza di circa 3 miglia nautiche, corrispondenti a una superficie di circa 0,1 chilometri quadrati. In relazione all'inquinamento marino il più importante risultato di questi campionamenti



sono i dati dettagliati sull'abbondanza e la natura dei rifiuti umani rinvenuti in ciascun sito di campionamento: in pratica, i rifiuti antropici di ogni pescata sono stati complessivamente pesati e caratterizzati nelle loro componenti principali.

Poiché la distribuzione statistica (vedi figura) delle quantità di rifiuti è marcatamente lognormale, ovvero i rifiuti sono solitamente in piccole quantità (pochi kg) e raramente in quantità eccezionali (quintali o tonnellate), per il calcolo è stata utilizzata la media geometrica anziché la più comune media aritmetica. Infine, la distribuzione di abbondanza è stata anche mappata con algoritmi di Kriging utilizzando programmi GIS, similmente a quanto viene abitualmente realizzato per mappare la distribuzione dei pesci.

La distribuzione è lognormale
($r^2 = 91\%$) con media geometrica
di 18,4 Kg/Km² (LF_{95%} 1,0-342,5)

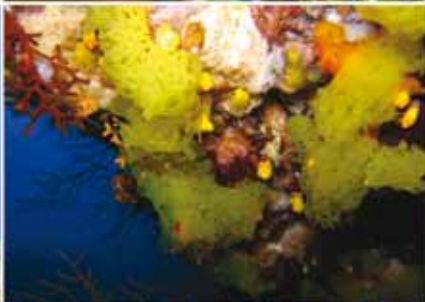
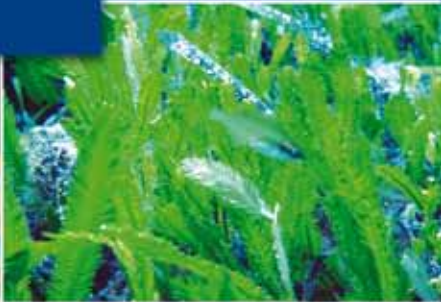


Distribuzione statistica dell'abbondanza dei rifiuti antropici in mare



*Stato dell'habitat
marino costiero
transfrontaliero*

Metodologie



stato

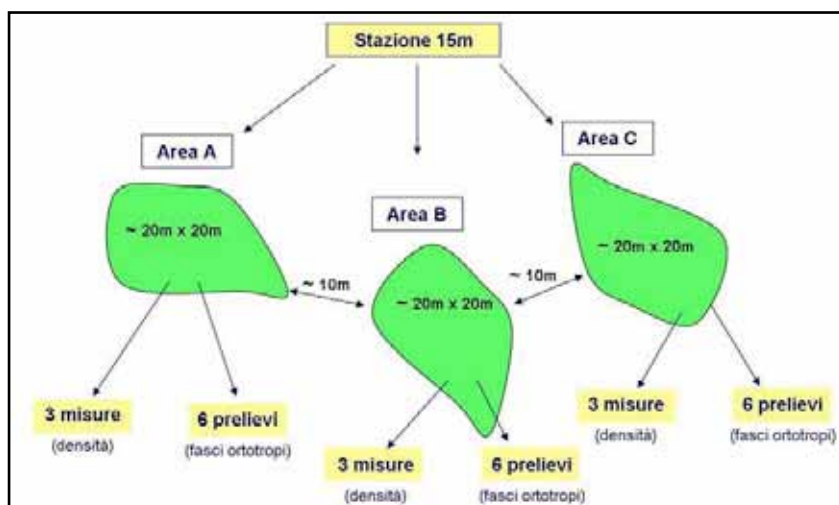
Monitoraggio habitat marino: *Posidonia oceanica*

Il monitoraggio marino costiero della Toscana è iniziato nel 1997, ai sensi della L.979/82 e, con modalità diverse, prosegue ancora oggi. Inoltre, dal giugno 2001 le metodologie d'indagine sono state aggiornate secondo quanto stabilito dal D.Lgs.152/99 e successive modifiche (152/06), nonché dal D.M. n. 56 del 14 aprile 2009. Con la pubblicazione della Delibera n.100 del 8 febbraio 2010 la Regione Toscana ha inoltre approvato la nuova rete di monitoraggio dei corpi idrici toscani ai sensi della Direttiva Europea 2000/60.

L'attività di monitoraggio sulla fascia costiera, effettuata con il battello oceanografico "Poseidon" di ARPAT, prevede campionamenti nella colonna d'acqua per la ricerca dei parametri chimico fisici (clorofilla, temperatura, trasparenza, ossigeno, azoto totale, ammoniaca, salinità, torpidità, pH, fosfati, nitriti, nitrati, fosforo totale, silicati, IPA, PCB, TBT, Bromofenoli, metalli), sul biota (plancton, coralligeno e macroalghe, benthos, praterie di *Posidonia oceanica* e mitili) e sui sedimenti (granulometria, metalli, IPA, PCB, TBT, Bromofenoli, TOC). L'obiettivo del monitoraggio è quello di stabilire un quadro generale coerente ed esauriente dello stato ecologico e chimico delle acque all'interno di ciascun bacino idrografico, ivi comprese le acque marino-costiere assegnate al distretto idrografico in cui ricade il medesimo bacino idrografico e permettere la classificazione di tutti i corpi idrici.

In base al Decreto 152/06 si sono delineati due regimi di monitoraggio:

- di sorveglianza (SORV): per i corpi idrici non a rischio (NAR) o probabilmente a rischio (PR).
- operativo (OP): per i corpi idrici a rischio.



Strategia di campionamento gerarchica, richiesta per il monitoraggio di *Posidonia oceanica* sulla stazione di 15 m.

In accordo con la Regione Toscana, ARPAT ha stabilito di effettuare nel 2010 il monitoraggio operativo su 3 corpi idrici a rischio (3 stazioni) e il monitoraggio di sorveglianza su 8 corpi idrici probabilmente a rischio (10 stazioni).

I parametri biologici indagati (biota) sono fitoplancton, macroinvertebrati bentonici, macroalghe, coralligeno e angiosperme (*P.oceanica*).

La determinazione dei parametri relativi alle diverse matrici viene eseguita rispettando le metodiche ufficiali. La classificazione è effettuata sulla base della valutazione degli Elementi di Qualità Biologica (EQB), degli elementi fisico-chimici, chimici (inquinanti specifici) e idromorfologici. Il nuovo piano di monitoraggio, con inizio a febbraio 2010, ha previsto punti di campionamento posti all'interno di 19 transetti. In particolare per *P.oceanica* la strategia di campionamento è quella mostrata nella figura precedente.

In totale si effettuano quindi 9 misure di densità e 3 misure di ricoprimento e si prelevano 18 fasci ortotropi. Il descrittore sintetico più utilizzato per definire una prateria è la densità intesa come numero dei fasci fogliari al metro quadro ovvero, in termini intuitivi, il numero di piante per metro quadro. La misura della densità è effettuata contando i fasci presenti all'interno di quadrati di 40x40 cm di lato alla profondità di 15 m.

RQE	STATO ECOLOGICO	CONDIZIONI DI RIFERIMENTO
1 - 0,775	ELEVATO	Superficie fogliare fascio 310 cm ² fascio ⁻¹
0,774 - 0,550	BUONO	Biomassa epifiti/ Biomassa fogliare 0
0,549 - 0,325	SUFFICIENTE	Profondità limite inferiore 38 m
0,324 - 0,100	SCARSO	Densità 599 fasci m ⁻²
< 0,100 - 0	CATTIVO	

Per l'EQB *P.oceanica* si applica l'Indice PREI (*Posidonia oceanica* Rapid Easy Index).

L'Indice PREI include il calcolo di cinque descrittori: la densità della prateria (fasci m⁻²); la superficie fogliare fascio, (cm² fascio⁻¹); il rapporto tra la biomassa degli epifiti (mg fascio⁻¹) e la biomassa fogliare fascio (mg fascio⁻¹); la profondità del limite inferiore e la tipologia del limite inferiore. La densità della prateria, la superficie fogliare fascio e il rapporto tra la biomassa degli epifiti e la biomassa fogliare vengono valutati alla profondità standard di 15 m, su substrato sabbioso. Il valore dell'indice PREI varia tra 0 e 1. Il risultato finale della sua applicazione non fornisce un valore assoluto, ma direttamente il rapporto di qualità ecologica. Nel sistema di classificazione lo stato cattivo corrisponde a una recente non sopravvivenza di *P. oceanica*, ovvero, alla sua scomparsa da meno di cinque anni.

Monitoraggio inquinamento acustico

L'implementazione della direttiva sulla *Marine Strategy* prevede, tra le varie richieste, la valutazione del livello di inquinamento acustico su base annuale che sia rappresentativa dell'area sotto studio. Si tratta quindi di un compito che richiede un enorme impiego di risorse, se affrontato in modo tradizionale, ovvero attraverso la realizzazione di campagne di misura dedicate. A questo si aggiunge la necessità di effettuare un campionamento che garantisca la rappresentatività sia spaziale che temporale dei dati acquisiti.

Un approccio alternativo, seguito nel corso del progetto, consiste nell'effettuare una valutazione di tipo modellistico, ovvero basato sulla conoscenza della sorgente e delle leggi fisiche sulla propagazione del suono in ambiente marino.

In realtà, anche questo modo di procedere ha dei limiti, il maggiore dei quali legato proprio alla conoscenza della sorgente. Per questo motivo si è scelto di limitare l'analisi alla sola componente di rumore prodotto dal traffico navale. I motivi di questa scelta sono legati a due fatti; la disponibilità di informazioni dettagliate sulla presenza delle imbarcazioni nei mari e il fatto che tale sorgente, a differenza di altre, rappresenta una componente costantemente presente nel rumore marino. Allo scopo di caratterizzare i volumi e la tipologia di traffico navale ci si è avvalsi dei sistemi AIS (*Automatic Identification System*) presenti sulle imbarcazioni.



Mappe di rumore per il Santuario Pelagos. Le mappe sono state calcolate alle frequenze di 63 Hz (a sinistra) e 125 Hz (a destra), a 100 metri di profondità e sono rappresentative del rumore immesso durante l'anno 2009.

I segnali inviati dai transponder, elaborati in funzione di una serie di parametri acusticamente significativi (tipo di imbarcazione, velocità, tonnellaggio), sono stati utilizzati per ricostruire i percorsi delle imbarcazioni all'interno dell'area del Santuario, durante l'intero periodo del 2009 (dati forniti dal centro NURC di La Spezia).

Lo studio dell'emissione della sorgente navale è stato effettuato per mezzo di misure sul campo, condotte secondo i più recenti standard internazionali (Norma ANSI/ASA del 2009 adattata per una situazione con natanti non-cooperanti), e con strumentazione interamente digitale.

Nella fase successiva è stata realizzata un'analisi modellistica delle proprietà del volume di propagazione, impiegando allo scopo il codice di calcolo BELLHOP, un modello matematico appartenente alla famiglia *ray-tracing*, d'uso comune in ambiente scientifico. Questo approccio ha consentito di descrivere le caratteristiche acustiche di un'area molto vasta in tempi ragionevoli. La gestione della mole di dati necessari per lo svolgimento della fase di simulazione - e in particolare i dati sulla batimetria, profili di velocità del suono e caratteristiche acustiche del fondale - è stata affidata a un sistema automatico di estrazione e adattamento, funzionale alle richieste del modello di simulazione scelto. Il sistema suddivide l'area del Santuario in una griglia sorgente-ricevitore e provvede a calcolare l'attenuazione delle onde lungo la griglia in funzione del giorno dell'anno e della frequenza del suono. Combinando tra loro le informazioni sui volumi di traffico, sulle emissioni sonore delle sorgenti e sulla propagazione delle onde è stata realizzata una serie di mappe che descrivono la rumorosità dell'area.

I risultati ottenuti sono stati elaborati tenendo conto di quanto indicato dalla *Marine Strategy* per i suoni continui a bassa frequenza. La direttiva specifica che il livello di rumore ambientale, mediato all'interno di un anno nelle bande di terzi di ottava dei 63 e 125 Hz, non deve eccedere il valore limite di 100 dB re 1 μ Pa @ 1 m.

Lo studio condotto, in conclusione, ha dimostrato come il Santuario dei cetacei Pelagos sia piuttosto compromesso dal punto di vista dell'inquinamento acustico: l'intera area risulta caratterizzata da livelli sonori molto elevati attribuibili al traffico navale, e il valore limite dei 100 dB risulta superato pressoché in qualsiasi condizione di posizione geografica, profondità e periodo dell'anno analizzato.

Per esaminare i rapporti esistenti tra gli organismi marini che caratterizzano l'area del Santuario Pelagos, oggetto di studio del Progetto GIONHA, è stata presa in considerazione la struttura trofica dell'ecosistema. In relazione ai livelli trofici che contraddistinguono la rete, al livello inferiore appartengono gli elementi che saranno trasformati in materia vivente (i nutrienti).

ARPAT dal 1997 al 2010, nell'ambito del programma ministeriale (D.Lgs. 152/86) per il monitoraggio marino costiero, ha eseguito circa 30000 campioni chimico-fisici su 54 stazioni. Questa informazione consente di stimare la presenza media dei diversi componenti: l'analisi della distribuzione dell'azoto totale mostra che le concentrazioni medie risultano di 9,3 micromoli per litro in estate e di 10,4 micromoli per litro in inverno, con abbondanze maggiori lungo la Versilia. Più uniforme è invece la distribuzione del fosforo totale le cui concentrazioni medie risultano di 0,352 micromoli per litro in estate e di 0,366 micromoli per litro in inverno. La 'produzione primaria' è data dalle microalghe che costituiscono il fitoplancton e da altri vegetali, quali le macroalghe bentoniche e le piante marine come *Posidonia oceanica*.

La biomassa proveniente dalle vaste praterie di posidonia rappresenta, lungo la fascia costiera, anche un'importantissima fonte di materia organica. Solo una parte minore di questa produzione viene utilizzata dagli erbivori, mentre la maggior parte è utilizzata dagli organismi decompositori.

Le concentrazioni medie di clorofilla osservate nell'area risultano di 0,58 microgrammi per litro in estate e di 1,05 microgrammi per litro in inverno, con abbondanze maggiori lungo la Versilia, soprattutto nel periodo invernale. Dai 1303 dati relativi al fitoplancton provenienti dal monitoraggio marino costiero del periodo 2001-2010, eseguito da ARPAT in 19 stazioni localizzate lungo la costa toscana, si ricava che le concentrazioni medie di questa matrice variano da qualche migliaio di cellule per litro a oltre un milione.

Le diatomee costituiscono il 58% del fitoplancton, seguite dai dinoflagellati. Il secondo livello della rete trofica è costituito dai 'consumatori primari' (mesoconsumatori), organismi che si alimentano delle sostanze prodotte dai vegetali. Lo zooplancton risulta essere la componente maggiore, anche se alcune specie bentoniche come le cozze e alcuni pesci, quale la salpa, contribuiscono al bilancio energetico di questo gruppo.

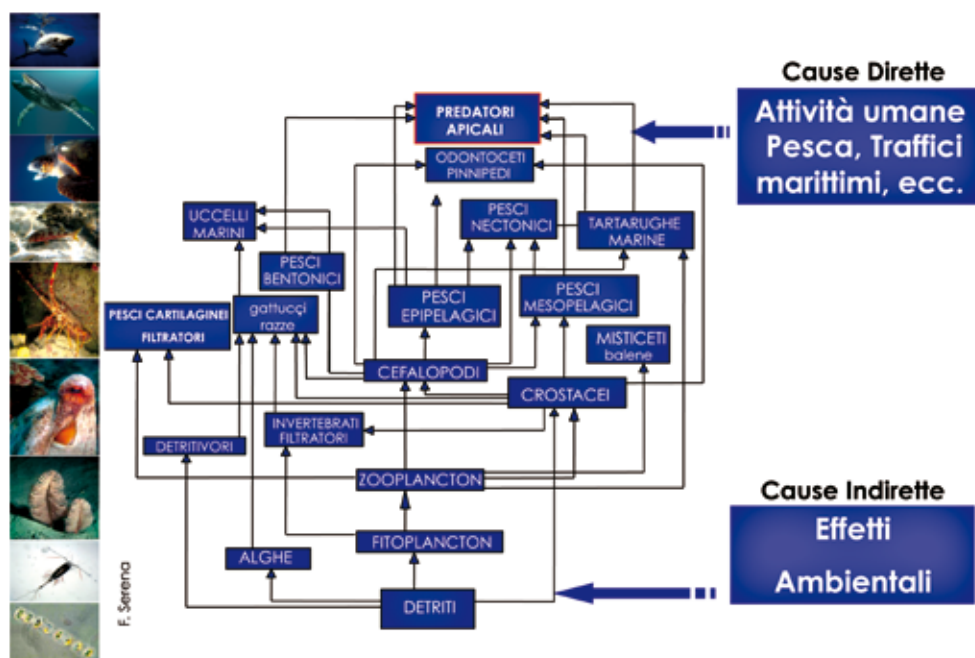
Dai campionamenti effettuati le concentrazioni medie di zooplancton variano fra 300 e 6000 individui per metro cubo. I crostacei copepodi dominano la composizione per gruppo, costituendo il 69% dello zooplancton, seguiti dai cladoceri.

I 'consumatori secondari' (mesoconsumatori) sono gli animali che si nutrono dei consumatori primari. Fra questi sono inclusi pesci come il potassolo, la mostella, l'acciuga, diverse specie batipelagiche come i mictofidi (piccoli pesci di profondità dotati di fotofori), il nasello, alcuni elasmobranchi (razza, gattuccio), tartarughe marine ecc. Altri consumatori secondari sono specie che filtrano e che mangiano

zooplankton; nell'area del Santuario queste sono rappresentate dallo squalo elefante e dai grandi cetacei come le balenottere. Mentre per molte specie lo zooplankton costituisce l'alimento fondamentale per tutta la vita, per altre (es. nasello) lo è solo per le prime fasi, in quanto gli adulti si cibano principalmente di pesci e cefalopodi. Alcune specie di consumatori (es. delfini e alcuni squali) possono nutrirsi sia di consumatori primari che di quelli posizionati a livelli trofici più alti raggiungendo un livello trofico superiore.

Riguardo agli ambiti ecologici nei quali i rapporti trofici si sviluppano, specie come la mostella, alcune gallinelle, razze e piccoli squali si cibano maggiormente di molluschi, crostacei, echinodermi bentonici, mentre altre predano indistintamente organismi sia bentonici che demersali; altri ancora come il pesce sciabola, il potassolo, il nasello, predano fundamentalmente specie che vivono nella colonna d'acqua (gamberi, cefalopodi, altri pesci).

L'indagine condotta nell'ambito del Progetto GIONHA ha permesso di identificare le prede più rappresentate di alcune specie di cetacei e tartarughe nei contenuti stomacali. Per i delfini - stenella e tursiope - si nota una corrispondenza tra la composizione delle prede e l'habitat del predatore. Il tursiope, ad esempio, appartiene a una specie fundamentalmente costiera che si nutre prevalentemente di specie demersali - osteitti e cefalopodi - che vivono in prossimità alla costa.



*Esempio di una rete trofica e dei suoi costituenti (box) principali in ambiente marino.
Elaborazione grafica F. Serena (ARPAT)*

La stenella preda invece soprattutto specie distribuite lungo la colonna d'acqua, che compiono migrazioni verticali con ciclo nictemerale (giorno-notte). Infatti, negli

stomaci sono state trovate sia specie che frequentano le acque superficiali, come l'argonauta, sia specie proprie di ambienti profondi, come cefalopodi e pesci. In definitiva la stenella, di preferenza, si alimenta di specie appartenenti alla famiglia dei Myctophidae, di naselli e alcuni gadidi (mostelle ecc.), e in misura minore di cefalopodi e crostacei.

In alcuni casi abbiamo registrato, attraverso il programma di monitoraggio MEDLEM sui grandi pesci cartilaginei, la predazione di delfini da parte di grossi squali. I delfini esaminati presentavano ampi morsi sul corpo inferti dallo squalo bianco, in seguito ai quali erano morti. Lo squalo rimane, infatti, l'ultimo anello della catena, andando decisamente a occupare il livello più alto della rete trofica.

Il modello trofico mostrato nella figura precedente si basa sull'organizzazione e sui rapporti esistenti tra gli organismi marini che caratterizzano l'area di nostro interesse, corrispondente a quella del Santuario Pelagos o gran parte di essa. È un modello mediterraneo, pensato per una condizione di equilibrio, ma sappiamo che è soggetto a disturbi di varia entità e natura, dovuti a cause naturali e non. Queste cause possono essere individuate in due principali fonti: effetti ambientali e effetti antropici. Uno degli obiettivi di GIONHA era proprio quello di elencare e analizzare le fonti di disturbo e come queste influiscano sull'equilibrio dell'ecosistema. Lo studio della rete trofica costituisce, forse, il principale indicatore ambientale in grado di suggerire soluzioni e percorsi validi per raggiungere o avvicinarsi al buono stato ecologico dell'ambiente marino. Per conseguire questo obiettivo non è sufficiente limitarsi a disegnare un modello, ma altresì occorre posizionare i vari box (vedi figura) nei giusti livelli e soprattutto devono essere quantizzati i trasferimenti di energia tra un box e l'altro. In questa fase i trasferimenti energetici sono solo indicati: i vettori utilizzati, infatti, testimoniano solo la direzione in cui questa energia si sposta. In effetti ogni vettore ha dimensioni diverse in funzione della quantità di energia che deve trasferire, ma per riuscire a quantizzare il modello è richiesto un percorso lungo e complesso. Riteniamo, in ogni caso, di essere riusciti a gettare le basi che consentiranno di impostare quel processo logico e razionale che permetterà di raggiungere l'obiettivo desiderato.



Fotoidentificazione dei cetacei

La fotoidentificazione è uno dei metodi di censimento ampiamente applicato ai mammiferi marini; prevede l'uso di segni detti mark, naturalmente presenti sul corpo di molte specie di cetacei. I mark, come un'impronta digitale, permettono di riconoscere ogni individuo. La raccolta dei dati avviene, in questo caso, tramite la "cattura-fotografica": durante ogni campionamento la parte del corpo maggiormente marcata di ogni esemplare viene fotografata. Un individuo ben riconoscibile presenta non una singola caratteristica, ma un insieme di segni che risultano essere complessivamente distintivi e univoci per gli individui. Non tutte le specie di cetacei presentano comunemente mark utili all'identificazione degli individui, ma tutte le specie possono presentare cicatrici dovute a particolari interazioni, spesso negative, con imbarcazioni o attrezzi da pesca. Non sono rari infatti gli avvistamenti di esemplari che presentano segni di eliche, o graffi dovuti a intrappolamento nelle reti da pesca (linee disposte in parallelo e perpendicolare a costituire un reticolo) o nei palamiti (linea singola molto lunga). Nei casi più gravi si sono registrate ferite più profonde come porzioni mancanti della pinna caudale o collasso della pinna dorsale.

L'uso della tecnica di fotoidentificazione nel tursiope *Tursiops truncatus* è molto diffuso, poiché questa specie presenta mark naturali spesso molto evidenti. La parti del corpo che vengono fotografate sono la pinna e i fianchi. È importante fotografare sia il lato destro che il sinistro di ogni esemplare, poiché i segni presenti nei due lati, molto frequentemente, non sono gli stessi. Il monitoraggio del tursiope è una delle tematiche più importanti sviluppate dal Progetto GIONHA. La fotoidentificazione è il metodo di monitoraggio utilizzato per quest'azione, sotto la responsabilità dell'Office de l'Environnement de la Corse (OEC) con la collaborazione degli altri partner: Cooperativa Pelagos e Dip.Te.Ris. (Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse) dell'Università di Genova. Nel corso del progetto sono state realizzate 8

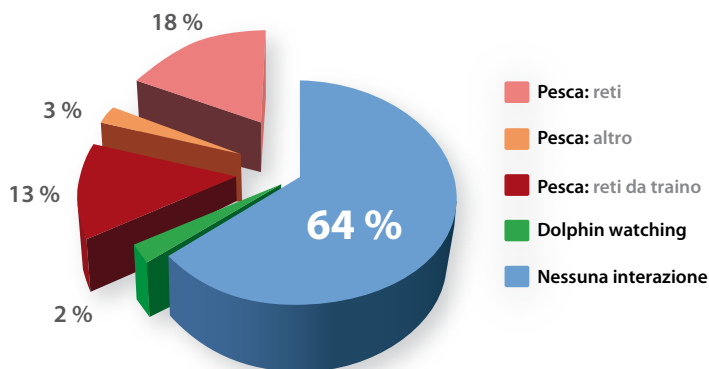


Esempio di fotografia destra e sinistra della pinna ben riconoscibile di un tursiope.

campagne di fotoidentificazione all'interno della Riserva delle Bocche di Bonifacio, nel Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena e dell'Arcipelago Toscano, nell'arco del triennio 2009-2011, secondo un protocollo comune validato dal partenariato. Oltre a scattare fotografie più accurate possibili, vengono registrati i dati di tutte le uscite e, per ciascuna osservazione, sono riportate le coordinate geografiche, il nome dell'animale eventualmente osservato, la struttura del gruppo (annotando eventuale presenza e numero di piccoli), i comportamenti e la durata dell'osservazione. I comportamenti sono classificati in categorie secondo la bibliografia classica: spostamenti, alimentazione, riposo, gioco ecc. Durante il monitoraggio vengono registrate anche le interazioni tra i delfini e le attività della pesca artigianale. All'interno del perimetro del futuro Parco marino internazionale delle Bocche di Bonifacio (PMIBB), situato tra la Corsica e la Sardegna, sono stati fotoidentificati 96 delfini durante 69 uscite per un totale di 212 ore di monitoraggio. OEC ha realizzato un catalogo completo con un'analisi dei dati raccolti tra il 2009 e il 2011.

I risultati hanno permesso di conoscere meglio alcuni aspetti dei comportamenti dei mammiferi marini. Sulla base di un terzo delle osservazioni realizzate sulle barche da pesca tradizionale, è stato dimostrato il comportamento opportunistico di questa specie che interagisce con le attività della pesca artigianale per la sua alimentazione. Lo studio, realizzato in una zona sensibile al turismo e al traffico marittimo, mette in evidenza che i mutamenti comportamentali della specie si traducono in strategie di allontanamento dall'area da parte degli esemplari della popolazione disturbati nel periodo estivo.

*Percentuale di interazione tra le attività umane e i gruppi di delfini comuni, *Tursiops truncatus*, osservati negli anni 2009, 2010, e 2011 (da aprile a ottobre) nell'area del Parco marino internazionale delle Bocche di Bonifacio (PMIBB).*



Monitoraggio degli spiaggiamenti dei cetacei e delle tartarughe

Un fenomeno molto interessante e, per alcuni aspetti dalle cause ancora misteriose, è lo spiaggiamento dei cetacei, che può coinvolgere singoli individui o gruppi numerosi. In alcuni casi animali morenti o già morti (in occasione di forti mareggiate) finiscono sulla riva, mentre si tratta del vero e proprio fenomeno dello spiaggiamento quando singoli animali ancora vivi - o grossi gruppi nel caso di specie gregarie - arrivano autonomamente e volontariamente in secco, a riva o su fondali molto bassi. In questi casi, poi, l'animale muore in tempi molto brevi (alcune ore) a prescindere da eventuali patologie in atto, a causa di uno shock termico (non riuscendo più a disperdere in acqua il calore in eccesso prodotto dall'organismo) e per disidratazione dell'epidermide. Non è comunque infrequente, lungo le nostre coste, imbattersi anche in una tartaruga morta o in difficoltà. Per la Sardegna, ad esempio, la prima causa di difficoltà per le tartarughe marine è rappresentata dagli attrezzi da pesca (ingestione di ami e filacciosi) mentre pochissimi sono i vicasi di impatti con le imbarcazioni. Il Progetto GIONHA ha previsto il monitoraggio degli spiaggiamenti, lo studio dello stato di salute delle popolazioni di tartarughe e cetacei, e indagini di laboratorio sugli esemplari rinvenuti nell'area transfrontaliera, in particolare nella costa toscana e sarda. Le attività sono state svolte dagli organi competenti con la collaborazione di soggetti che da tempo si occupano di problematiche legate a queste specie. La Rete regionale per la conservazione della fauna marina (tartarughe e mammiferi marini) della Sardegna è un sistema di soggetti istituzionali impegnati a vario titolo nel monitoraggio, cura, riabilitazione, gestione di eventi straordinari e situazioni d'emergenza su tartarughe e mammiferi marini, nonché coinvolti in attività collaterali finalizzate alla tutela delle specie. La Rete è stata attivata nel 2004 dall'Assessorato della Difesa dell'ambiente della Regione Autonoma della Sardegna e opera sull'intera fascia costiera isolana. Oggi include tra i suoi partner:

il Servizio Tutela della Natura; le Aree Marine Protette "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre", "Capo Caccia - Isola Piana", "Isola dell'Asinara", "Tavolara - Capo Coda Cavallo", "Capo Carbonara", il Parco nazionale dell' Arcipelago di La Maddalena, il Comune di Pula, che rappresentano i Nodi della Rete organizzati in strutture di prima accoglienza e centri di recupero e riabilitazione; il Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale (CFVA) e le Direzioni Marittime di Cagliari e di Olbia del Corpo delle Capitanerie di Porto - Guardia Costiera (CCPP); la Stazione Zoologica Anton Dohrn di Napoli, che fornisce un supporto scientifico nell'ambito delle attività di recupero, monitoraggio e gestione di eventi straordinari delle tartarughe marine. La Rete dispone di un proprio protocollo operativo che consente la standardizzazione di tutti gli interventi. La sua funzionalità e organizzazione è stata riconosciuta dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare che ha individuato la Regione Sarda quale capofila per gli aspetti tecnici nell'ambito della redazione del Piano d'azione nazionale per la conservazione delle tartarughe marine. In Toscana, invece, nel 2007 è nato l'Osservatorio Toscano dei Cetacei con lo scopo di riunire

in una rete di collaborazione i vari enti dislocati su tutto il territorio regionale, che già da tempo si occupavano del censimento e del recupero degli esemplari di cetacei spiaggiati sulle sue coste. All'interno di questo contesto, ARPAT si identifica come soggetto coordinatore degli interventi di campo a carico dei diversi enti aderenti al progetto. In particolare in Toscana il recupero degli esemplari è stato possibile, per quanto riguarda i cetacei, grazie all'operatività soprattutto del Museo di Storia naturale dei Fisiocritici e del Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Siena, dell'Istituto Zooprofilattico del Lazio e Toscana, dell'Associazione CE.TU.S di Viareggio; per quanto riguarda le tartarughe, la collaborazione è garantita soprattutto dal Centro Tartanet di Talamone (clinica specializzata per la cura e l'assistenza), dall'Istituto Zooprofilattico Toscana-Lazio, dall'Acquario comunale di Grosseto, dall'Acquario M2 dell'Isola d'Elba e dal centro WWF "L'Assiolo" di Massa.

I dati

Nel corso di questi anni la Rete regionale per la conservazione della fauna marina in Sardegna è intervenuta nel monitoraggio e nel recupero di numerose tartarughe marine e di cetacei, risultando un sistema funzionale perchè composto da soggetti altamente qualificati che hanno come obiettivo primario la conservazione delle specie marine e in grado di intervenire secondo una procedura standard su tutti gli esemplari rinvenuti nelle aree costiere dell'isola.

Nel periodo di attività della Rete sarda 2006-2009 sono stati registrati in Sardegna 210 esemplari di tartaruga recuperati, di cui il 73% vivi e il 25% morti (per il 2% non si hanno invece informazioni). Sono stati inoltre registrati 83 cetacei (periodo 2005-2009) con un picco di 28 animali nel 2007 e 14 animali nel 2009. In particolare, negli anni 2009-2011, periodo di attività del Progetto GIONHA, si sono registrati 208 interventi su tartarughe e cetacei. La specie maggiormente rappresentata è stata la tartaruga comune con 134 esemplari, seguita dal tursiope (31 animali) e dalla stenella (20 esemplari). Da segnalare il rinvenimento, e successivo rilascio in mare, di tre esemplari di tartaruga verde (*Chelonia mydas*).

Sempre nel 2009 è doveroso segnalare la nidificazione di *Caretta caretta* nella spiaggia di Funtanazza (Costa Verde, Sardegna centro-occidentale), evento straordinario che

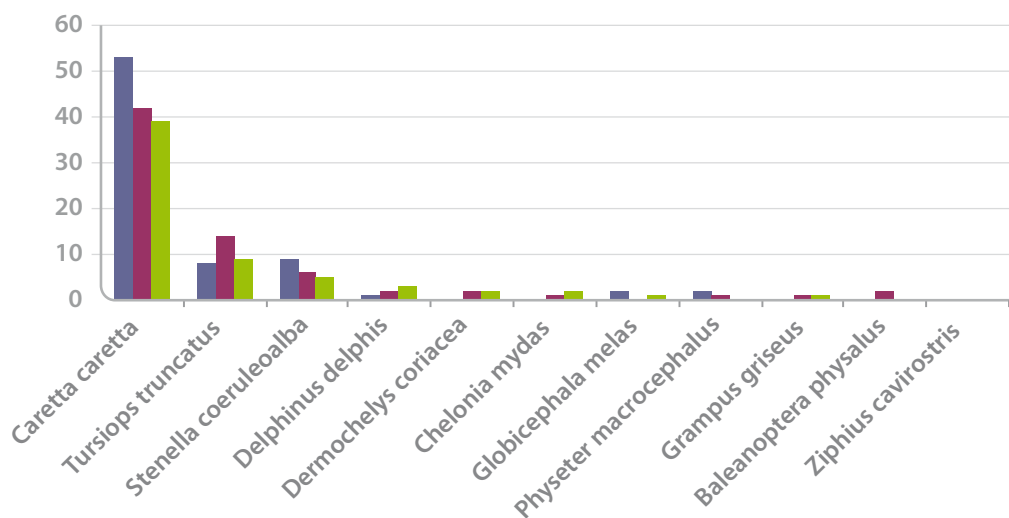
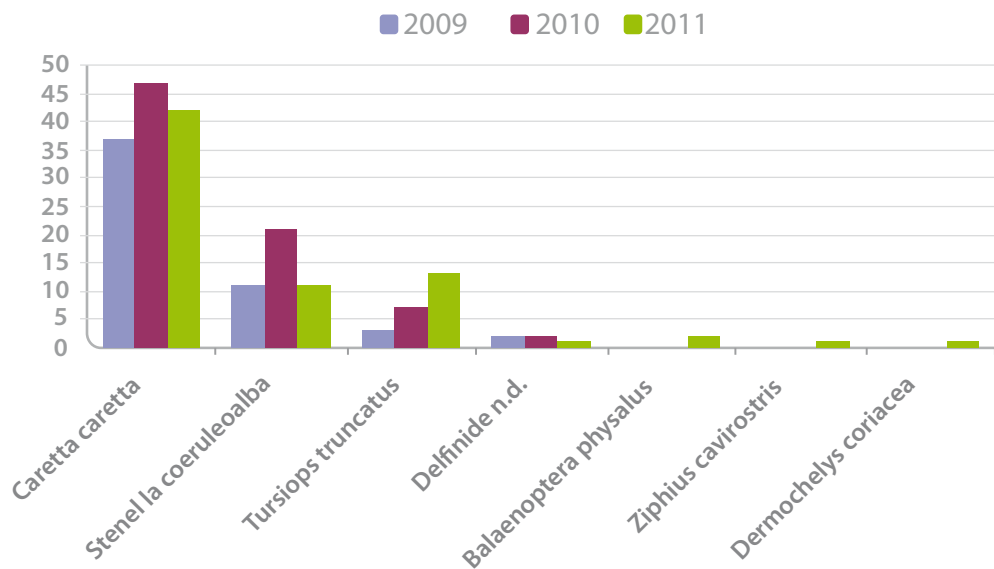
	Sardegna			Toscana			
Specie	2009	2010	2011	2009	2010	2011	TOTALE
<i>Caretta caretta</i>	53	42	39	37	47	42	260
<i>Stenella coeruleoalba</i>	9	6	5	11	21	11	63
<i>Tursiops truncatus</i>	8	14	9	3	7	13	54
<i>Delphinus delphis</i>	1	2	3				6
<i>Dermochelys coriacea</i>		2	2			1	5
Delfinide n.d.				2	2	1	5
<i>Baleanoptera physalus</i>		2				2	4
<i>Physeter macrocephalus</i>	2	1					3
<i>Globicephala melas</i>	2		1				3
<i>Chelonia mydas</i>		1	2				3
<i>Grampus griseus</i>		1	1				2
<i>Ziphius cavirostris</i>						1	1
TOTALE	75	71	62	53	77	71	

ha visto collaborare la Rete tutta con Ministero e Stazione zoologica a supervisionare le attività svolte dai ricercatori dell'IAMC-CNR di Oristano.

Negli anni 2009-2011, il risultato dell'attività di recupero sulle coste della Toscana ha visto invece l'intervento su 201 animali, 127 tartarughe e 74 cetacei.

Tra questi ultimi si sono registrati 43 stenelle striate (*Stenella coeruleoalba*), 23 tursiopi (*Tursiops truncatus*), 2 balenottere comuni (*Balaenoptera physalus*), uno zifio (*Ziphius cavirostris*) e 5 cetacei non meglio identificati a causa dell'avanzato stato di decomposizione. In particolare, nel 2009 si sono registrati 16 eventi di spiaggiamento; il 2010 si è invece concluso con lo spiaggiamento di 30 animali e il 2011 con 28 recuperi. Il numero di spiaggiamenti del 2010 si colloca ben al di sopra della media annuale per la Toscana, che è di 14 eventi ed è calcolata sulla base di dati raccolti a partire dal 1986. L'attività della Rete regionale coordinata da ARPAT rappresenta un'esperienza fondamentale anche per la protezione, la salvaguardia e il recupero delle tartarughe marine, e per la raccolta di dati e informazioni sulla relativa presenza, densità e distribuzione nei mari toscani. L'attività ormai ventennale dei centri e degli istituti coinvolti ha permesso di archiviare una consistente mole di dati sulle catture accidentali e sugli spiaggiamenti di tartarughe marine lungo le coste toscane. Nel triennio 2009-2011, in concomitanza con le attività del Progetto GIONHA, sono state recuperate 146 tartarughe (37 nel 2009, 47 nel 2010 e 61 nel 2011), tutte appartenenti alla specie *Caretta caretta* (tartaruga comune) tranne un esemplare della molto rara *Dermochelys coriacea* (tartaruga liuto, Portoferraio 1 agosto 2011). In particolare 58 sono state recuperate dall'Acquario comunale di Grosseto, grazie all'attività e all'impegno di volontari, 22 dal Centro Tartanet di Talamone e 65 da ARPAT. Di queste tartarughe recuperate 31 erano morte e 72 ancora vive; in questo caso, dopo un periodo di osservazione, cure e riabilitazione se necessarie, e spesso previa marcatura, gli esemplari sono stati rilasciati in mare.





Riepilogo degli spiaggiamenti in Toscana (in alto) e in Sardegna (in basso) nel periodo 2009-2011.



*Stato dell'habitat
marino costiero
transfrontaliero*

*Risultati
del monitoraggio*



Stato di salute dell'habitat marino

La tutela dell'ambiente marino e l'equilibrio idrogeologico delle aree costiere rientrano tra gli impegni prioritari assunti negli ultimi anni dalla Regione Toscana. L'attività prevista nel PRAA 2007-2010 è stata incentrata sull'attuazione del Piano di Tutela delle Acque, di cui il monitoraggio ambientale della fascia marino-costiera (Legge n. 979/82, D.Lgs.n. 152/06, Direttiva 2000/60/CE) rappresenta uno degli aspetti di maggior rilievo, anche in riferimento ai nuovi standard previsti dalla Direttiva "acque" 2000/60/CE. Tale attività di monitoraggio è indirizzata alla raccolta dei parametri chimico-fisici e biologici necessari a garantire sia la balneazione che il controllo ambientale della fascia marina-costiera, la più soggetta a impatti antropici. Le fasi di aggiornamento previste dalla normativa (tipizzazione, individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici) hanno portato all'attivazione di un nuovo sistema di monitoraggio i cui primi risultati saranno presto disponibili. Una nuova sfida per la tutela dell'ambiente marino è rappresentata, inoltre, dal recepimento della Direttiva 2008/56/CE "Direttiva quadro sulla strategia dell'ambiente marino" (Marine Strategy), che offre l'opportunità di inserire il tema della tutela delle acque marine nell'ambito di un quadro coordinato di azioni. Dall'analisi e valutazione sulla varietà biologica delle aree marine prese in esame è emerso che le zone a massima biodiversità sono localizzate tra l'Isola d'Elba e il Golfo di San Vincenzo, intorno all'isola di Capraia e nelle zone profonde a nord della Corsica, in cui l'attività dell'uomo è irrilevante o comunque non incide negativamente. Al contrario, nelle zone costiere a meno di 50 m di profondità, (soprattutto davanti a Viareggio) e tra le batimetriche dei 100 e 200 m, le alterazioni sono significative, con un'evidente riduzione della biodiversità marina.



Praterie di Posidonia oceanica



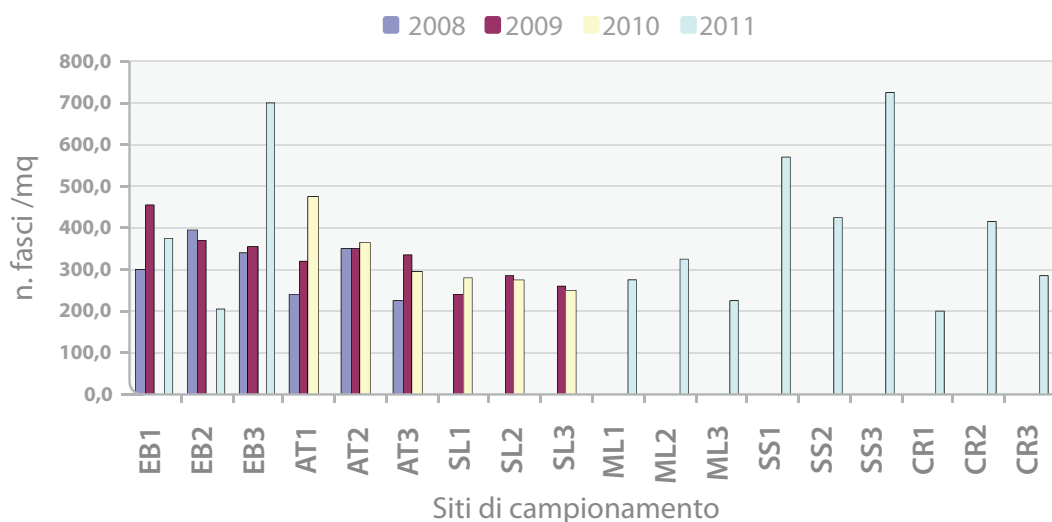
Fasci fogliari di P. oceanica

Località	EQR 2008	EQR 2010	EQR 2011
Isola d'Elba (Nord)	0,598 (buono)		0,654 (buono)
Antignano (Livorno)	0,626 (buono)	0,688 (buono)	
Carbonifera	0,579 (buono)		0,562 (buono)
Salivoli		0,544 (moderato)	
Isola d'Elba (Sud)			0,596 (buono)
Porto Santo Stefano			0,806 (elevato)

Valori di EQB calcolati per *P. oceanica* nelle stazioni intermedie a 15 m.

I dati 2010 confermano la situazione già rilevata negli anni precedenti, sia per quanto riguarda lo stato attuale che per il trend: la situazione della biodiversità marina in Toscana è stabile, in leggero miglioramento. Per quanto riguarda lo stato trofico, valutato attraverso il calcolo dell'indice TRIX, nel periodo 2007-2010 in tutte le stazioni monitorate in Toscana si è riscontrato un valore corrispondente a uno stato elevato ($TRIX < 4$) o buono ($TRIX < 5$). In relazione allo stato ecologico (combinazione degli elementi di Qualità Biologica fitoplancton, macroinvertebrati bentonici, macroalghe, angiosperme) e allo stato chimico (sostanze prioritarie nell'acqua e nei sedimenti), gli elementi di qualità biologica risultano per tutta la Toscana in stato elevato/buono, mentre lo stato chimico risulta "non buono" per tutti i corpi idrici indagati. Per quanto riguarda *P. oceanica* il descrittore sintetico più utilizzato per definire una prateria è la densità intesa come numero dei fasci fogliari al metro quadro ovvero, in termini intuitivi, il numero di piante per metro quadro. La misura della densità è effettuata contando i fasci presenti all'interno di quadrati di 40x40 cm di lato alla profondità di 15 m e in corrispondenza del limite inferiore della prateria. L'andamento della densità delle stazioni monitorate si è mostrato pressoché costante negli anni. I risultati di densità della prateria di posidonia non mostrano una differenza significativa tra le praterie, sia in relazione alla dinamica del limite che delle variabili fenologiche. I dati del monitoraggio delle praterie di posidonia sono stati analizzati soprattutto in relazione ai siti di monitoraggio campionati nel periodo 2008-2011. Ai punti di Livorno (Antignano), Isola d'Elba (Portoferraio) e Carbonifera campionati nel 2008 e 2009 sono stati aggiunti dal 2010 altri punti di monitoraggio come previsto dalla nuova normativa 152/06. Il sito di Carbonifera è risultato, nel corso del tempo, altamente impattato dall'attività di pesca: molti balise (corpi morti posizionati lungo il limite inferiore della prateria) sono stati spostati o addirittura rimossi dagli attrezzi da pesca, come anche la sonda per il rilevamento dei dati di luce e temperatura.

Per questo motivo tale area è stata abbandonata e sostituita con un nuovo punto di monitoraggio nei pressi di Punta Ala. La densità delle diverse praterie varia tra 197,92 fasci/m² e 725,0 fasci/m².



Densità dei fasci fogliari di Posidonia oceanica (in numero di fasci per metro quadro) rilevata presso le stazioni a 15 m di profondità dei diversi siti di campionamento nel periodo 2008-2011. EB= Elba Nord (Portoferraio), AT=Antignano, SL=Salivoli (Cala Moresca), SS=Porto Santo Stefano, CR=Costa Follonica (Punta Ala).



Mappatura della *Posidonia oceanica* in Toscana

Le praterie di *Posidonia oceanica* costituiscono uno degli ecosistemi caratteristici e ecologicamente più importanti del Mediterraneo. *Posidonia oceanica* è considerata un ottimo indicatore dello stato di salute dell'ambiente marino e lo studio delle variazioni della struttura ed estensione delle praterie può permettere di valutare le condizioni ambientali delle aree costiere. Le mappature georeferenziate delle praterie rappresentano un fondamentale strumento per il monitoraggio e la gestione ambientale. La mappatura delle praterie delle coste e delle isole toscane è stata effettuata negli anni '90. In relazione sia al tempo trascorso che alle strumentazioni utilizzate per ottenere le mappature è oggi necessario un aggiornamento delle carte. Per questo motivo nell'ambito del Progetto GIONHA è stata prevista un'attività di mappatura delle praterie toscane.

La mappatura è stata effettuata dalla ditta Geopolaris di Livorno, tramite specifico incarico affidato da ARPAT. Sono state scelte un'area a sud di Livorno di circa 7 miglia nautiche quadrate (NM²) e una a nord di Piombino di circa 4,6 NM². La mappatura è stata effettuata mediante Sonar a Scansione Laterale a cui è stata abbinata un'indagine conoscitiva puntuale, realizzata con ROV (Remoted Operated Vehicle), lungo 6 transetti perpendicolari alla costa (per un totale di 17 punti campionati) allo scopo di verificare l'interpretazione delle registrazioni. Il rilievo è stato ottenuto impiegando il battello oceanografico Poseidon di ARPAT, un sistema di posizionamento GPS Differenziale Seres e un Sonar a Scansione Laterale Edgetech 272TD con frequenza 100 KHz. Il range utilizzato è stato di 150 m per canale, consentendo la sovrapposizione del 20% tra due linee adiacenti.

Risultati

Il rilevamento ha permesso di ottenere una cartografia in scala 1:5.000; in totale sono state prodotte 10 diverse tavole cartografiche. Nell'area di Livorno sono state individuate cinque zone con differenti caratteristiche. La prima, che va dall'ingresso sud del porto di Livorno (Diga della Vegliaia) fino ad Ardenza, con una ricca presenza di *P. oceanica* su matte (struttura costituita dall'intreccio di più strati di rizomi, radici e di sedimento intrappolato e compatto). Tra Antignano e la foce del Chioma, la prateria si presenta a macchie, su roccia caratterizzata da biocostruzioni. Dal Chioma fino a Fortullino la prateria ha una morfologia a chiazze su un substrato roccioso non caratterizzato da biocostruzioni; il substrato di impianto è nuovamente caratterizzato da biocostruzioni nei pressi di Castiglioncello mentre la prateria è installata su matte a sud di Punta Righini. In quest'area è stata stimata una superficie di posidonia su matte di circa 0,9 NM² (13% della superficie totale indagata), di posidonia su roccia di 0,16 NM² (3%) e di posidonia su coralligeno di 1,2 NM² (17%). La posidonia rilevata a sud di Livorno ricopre quindi circa il 33% di tutta l'area indagata.

Nell'area di Piombino, si possono distinguere due differenti situazioni. Nella parte meridionale, da Punta Falcone a Punta Saltacavallo, la prateria è impiantata su



La strumentazione utilizzata per i rilevamenti in mare: il sonar .

matte fino a circa 300 m dalla costa, per poi proseguire su sabbia. Nella porzione settentrionale, dal Golfo di Baratti fino alla località Riva degli Etruschi, la prateria si presenta ben strutturata su matte. In quest'area si può stimare la presenza di *Posidonia* su sabbia su un'area di circa 0,6 NM² (13%), di posidonia su matte per circa 1,5 NM² (32%); la sola matte morte rappresenta invece circa lo 0,6% (0,03 NM²). In quest'area la *Posidonia* rappresenta circa il 46% dell'intera area indagata.

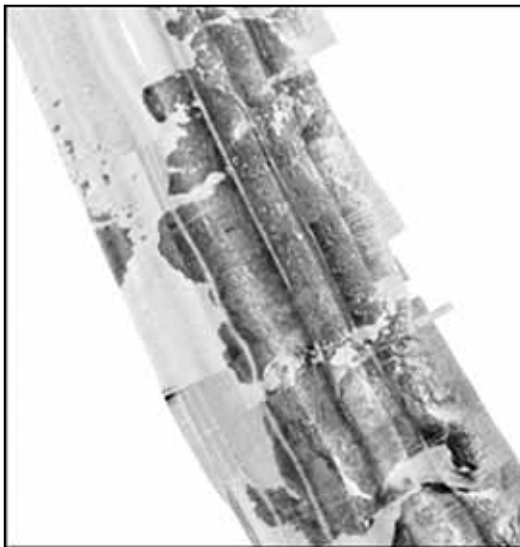
Lo studio effettuato ha permesso di ottenere una cartografia di dettaglio delle due aree campione. Queste cartografie possono rappresentare un utile strumento nell'ambito del monitoraggio delle acque marine costiere della Toscana. Infatti, da una parte

possono permettere l'impostazione di ulteriori studi su aree ritenute sensibili, dall'altra possono costituire un'informazione aggiuntiva a quelle derivanti dal monitoraggio costiero, in particolare dallo studio della dinamica del limite inferiore delle praterie. La disponibilità di una cartografia bionomica può offrire l'opportunità di determinare la struttura della prateria, evidenziando la presenza di radure e di canali, e di valutarne l'evoluzione mediante la sovrapposizione di più rilievi effettuati a distanza di un anno l'uno dall'altro. In generale la cartografia realizzata negli anni '90 rappresenta un'area



La strumentazione utilizzata per i rilevamenti in mare: il ROV.

meno estesa rispetto a quella realizzata col Progetto GIONHA. Nell'area di Piombino la superficie occupata da *Posidonia* in passato era di 2,3 NM² mentre attualmente sembra essersi ridotta rappresentando una superficie di soli 2,1 NM². Anche il limite superiore sembra essersi notevolmente spostato verso il largo: 225 m dalla costa contro i 430 m attuali. I risultati dello studio mostrano che è necessario e prioritario realizzare una nuova mappatura delle praterie toscane utilizzando strumentazioni di nuova generazione.



La “traccia” registrata dal ROV (accanto) e la cartografia di dettaglio 1:5000 (in basso) ottenuta interpretando i dati grazie anche ai filmati ottenuti dall’indagine conoscitiva realizzata con ROV.



Abbondanza

Il quantitativo totale dei rifiuti pescati nell'area del Santuario Pelagos ammonta a oltre 1 tonnellata in Liguria e 4 tonnellate in Toscana: è interessante notare che questa quantità rappresenta in peso circa il 7% rispetto al pesce pescato. Anche se la media aritmetica ha poco significato con questo tipo di dati, i valori ottenuti per la Liguria (57,6 kg/km²) e per la Toscana (67,5 kg/km²) sono molto simili, anzi casualmente palindromici.

Più correttamente, utilizzando il metodo dell'area strascicata e i dati log-trasformati, si ottiene una stima della media geometrica che risulta di 13,6 kg/km² per la Liguria e di 18,4 kg/km² per la Toscana. I due valori sono comunque da considerarsi statisticamente equivalenti in quanto i limiti fiduciali (cioè il 95% dei casi) sono compresi tra 0,5 e 420 kg/km² per la Liguria e tra 1 e 342 kg/km² per la Toscana.

Composizione

Nella relazione finale *Rifiuti marini: una sfida globale* (UNEP, aprile 2009), frutto di una ricerca durata cinque anni, il Programma Ambientale delle nazioni Unite (UNEP) identifica la plastica come uno dei rifiuti più diffusi (80%) nei mari e negli oceani. Questo risultato è in accordo con i nostri rilevamenti: infatti, le frequenze più alte sono state registrate per i sacchetti di plastica (73% dei siti), le bottiglie (57%), le lattine per bevande (30%), le lattine per alimenti (25%) e vari prodotti sintetici (20%). Altre categorie come scarpe, occhiali, stoviglie, reti da pesca, tessuti o stracci hanno una frequenza inferiore al 10%. Tra le curiosità si possono citare una vecchia bicicletta, una manichetta antincendio ancora confezionata, una fotocamera e parti di anfore romane. Si è anche osservato un'occasionale presenza di rifiuti di grandi dimensioni (oltre 50 kg) quali fusti, mine, pneumatici e materassi in posizione particolarmente localizzata, ad esempio in una zona di scarico dei dragaggi portuali, o al contrario dispersa perché causata da dumping accidentali.

Distribuzione

Non è stata osservata nessuna correlazione evidente tra la densità di rifiuti e la profondità: tutti i fondi, indipendentemente dalla profondità, sono più o meno inquinati con valori leggermente più elevati lungo la costa. Parimenti in Toscana non è stata trovata alcuna relazione con la vicinanza alle foci dei fiumi, fenomeno che è stato invece osservato nel Mar Ligure, probabilmente per la particolare conformazione della costa in quest'area.

La distribuzione dei rifiuti ha una sovrapposizione spaziale con le aree dove le rotte di mercantili e traghetti sono più frequenti: le abbondanze maggiori si osservano infatti

lungo i percorsi delle navi o vicino alla costa, dove la frequenza delle imbarcazioni da diporto è più alta. Una stima preliminare indica che dalle navi i rifiuti si distribuiscono su una striscia di circa 3-5 miglia di larghezza rispetto alla rotta seguita: si osserva infatti che i sacchetti e le borse di plastica, in quanto più leggeri, si spostano quasi ovunque trasportati da onde e correnti, mentre bottiglie, barattoli e lattine affondano praticamente nello stesso punto in cui cadono in mare.

Conclusioni

Ogni anno migliaia di viaggi effettuati da navi mercantili e traghetti collegano Genova, La Spezia e Livorno con le isole circostanti, Elba, Corsica e Sardegna e altri porti del Mediterraneo occidentale e meridionale. Tale attività può essere vista come la causa più importante della presenza di rifiuti antropici sul fondo del mare, anche se la navigazione da diporto ha un effetto importante lungo la costa. Il rischio per l'ambiente da parte dei rifiuti è ancora discusso anche se i loro effetti pericolosi per le tartarughe, gli uccelli marini, i cetacei e diverse specie in pericolo sono stati descritti. L'obiettivo deve essere quello di sensibilizzare l'opinione pubblica sull'importanza del problema, anche a scala locale, e di scoraggiare le frequenti incivili pratiche che considerano il mare alla stregua di un contenitore di rifiuti per il semplice fatto che nasconde tutto. Sono necessari interventi legali e di governo per coinvolgere non solo gli stakeholders ma anche le autorità costiere e gli amministratori per, ad esempio fornire nei porti servizi di raccolta dei rifiuti che siano più disponibili ed efficienti di quelli attuali.



*Distribuzione spaziale dell'abbondanza dei rifiuti antropici in mare.
Elaborazione grafica K. Tayeh-ARPAT*

Mappatura delle rotte delle navi nell'Alto Tirreno

La conoscenza dei volumi e della tipologia di traffico navale può essere ottenuta utilizzando il Sistema di Identificazione Automatica (*AIS - Automatic Identification System*). AIS è un sistema a corto raggio di monitoraggio costiero, utilizzato dai Vessel Traffic Services (VTS) per l'identificazione e la localizzazione in tempo reale delle navi, attraverso lo scambio di dati sia con altre imbarcazioni vicine che con le stazioni VTS o AIS immediatamente circostanti. In base alle convenzioni internazionali i dispositivi AIS sono obbligatoriamente presenti a bordo di:

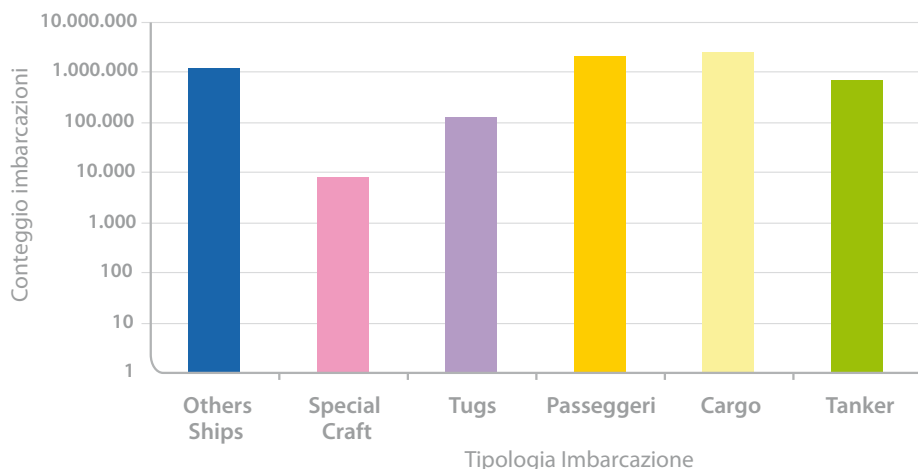
- tutte le navi di 300 tonnellate di stazza lorda (GT) adibite a viaggi internazionali;
- tutte le navi da carico di 500 tonnellate di stazza lorda (GT) che non effettuano viaggi internazionali;
- tutte le navi passeggeri di qualsiasi dimensione.

Da quando questo obbligo è entrato in vigore (31 dicembre 2004), è stato stimato che oltre 40.000 imbarcazioni si sono dotate di un dispositivo AIS. L'informazione contenuta nei dati AIS è impacchettata in una serie di messaggi standard che vengono trasmessi a intervalli regolari: sono espressi usando uno standard di comunicazione di dati chiamato NMEA utilizzato soprattutto in nautica e nella comunicazione di dati satellitari GPS.

I messaggi AIS trasmessi da un transponder possono essere raccolti in tre categorie: statica, dinamica e legata al viaggio. I messaggi di tipo statico riportano essenzialmente delle informazioni tipiche per ciascun natante, e vengono settati al momento dell'installazione dell'apparecchiatura AIS. I messaggi di tipo dinamico descrivono il tragitto percorso dalla nave: vengono quindi trasmessi molto frequentemente in modo da garantire la sicurezza nella navigazione. Infine, i messaggi legati al viaggio sono dati che riguardano la condizione di viaggio dell'imbarcazione e non rappresentano una particolare criticità per garantire la sicurezza della navigazione.

Nel progetto sono stati acquisiti ed elaborati dati AIS raccolti per tutto il 2009 dal centro NURC di La Spezia. Tramite tale lavoro si è costruita una banca dati di tutte le imbarcazioni dotate di dispositivo AIS che sono transitate nell'alto Tirreno, comprendente informazioni sul nome dell'imbarcazione, codice MMSI e IMO, dimensioni del natante, tipo di imbarcazione, stima del tonnellaggio oltre che, naturalmente, posizione dell'imbarcazione e velocità di viaggio.

L'analisi ha incluso una fase di scrematura, per eliminare informazioni ridondanti, e di interpolazione, per integrare informazioni mancanti, comprimendo così l'informazione iniziale, costituita da circa 172 milioni di messaggi AIS, in un database da 26 milioni di record. La fase di analisi successiva si è articolata in due momenti: nel primo è stata condotta un'analisi statistica spaziale delle informazioni; nel secondo un'analisi temporale. L'analisi spaziale ha consentito di suddividere per tipologia di imbarcazione il traffico totale presente nell'area (Fig. A): l'istogramma così



Numero di imbarcazioni per tipologia di natante. Figura A.

ottenuto mostra una prevalenza importante delle navi passeggeri e cargo. Disponendo inoltre delle coordinate geografiche dei singoli punti AIS, è stato possibile elaborare opportune mappe che mostrano le principali rotte percorse dai natanti (Fig. B).

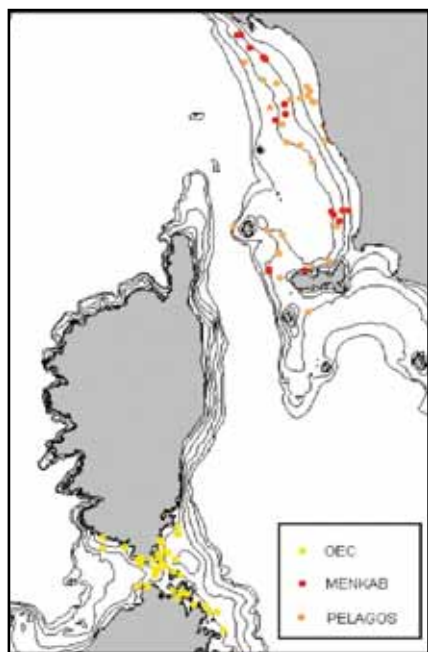
Nell'analisi temporale si è cercato invece di evidenziare eventuali ciclicità nel traffico navale, in modo da utilizzare il dato giornaliero per estrapolare una informazione a più ampio raggio. Il lavoro svolto sui dati AIS ha consentito di avere una visione quantitativa della pressione antropica rappresentata dal traffico navale nell'alto Tirreno. L'individuazione delle rotte principali, la conoscenza delle tipologie di imbarcazioni, la distribuzione temporale dei natanti, consentono di descrivere in maniera esauriente la sorgente di rumore nel Santuario dei Cetacei. Questa informazione costituirà il dato di input per la successiva modellizzazione acustica.



Traffico passeggeri nell'alto Tirreno. Figura B

Abbondanza della popolazione di tursiope: stime numeriche e distribuzione spaziale nell'area transfrontaliera

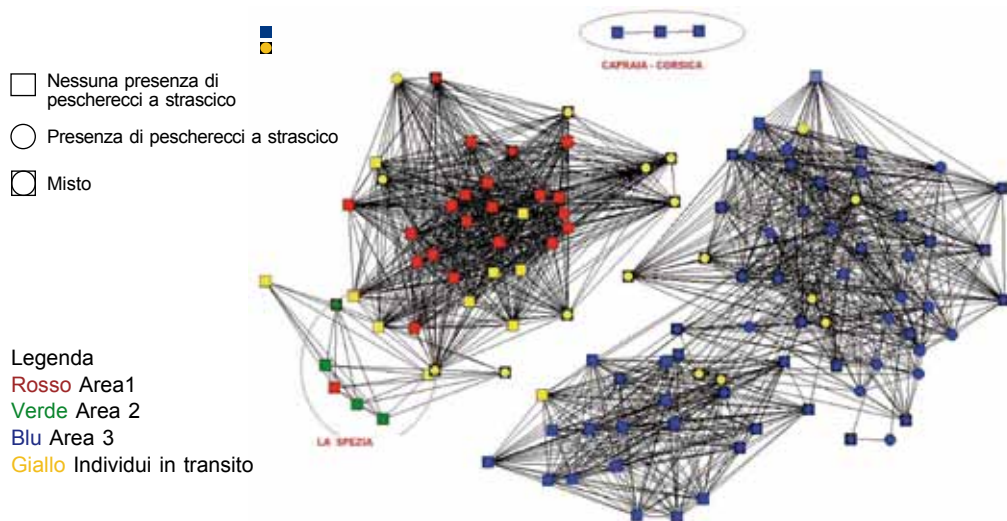
La raccolta dei dati nel periodo 2009-2011 è stata effettuata tramite la “cattura fotografica” (tecnica della fotoidentificazione). Nell'area dell'Arcipelago Toscano sono state realizzate 36 uscite giornaliere, per un totale di 1500 miglia percorse, 27 avvistamenti di tursiope (212 individui fotoidentificati di cui 60 ricatture, “riconoscimenti”), da parte della Cooperativa Pelagos, e 12 uscite giornaliere (1696 miglia nautiche percorse) dall'Università di Genova (Dip.Te.Ris. e Associazione MENKAB), per un totale di 27 avvistamenti, 159 individui fotoidentificati con 31 ricatture. Per l'area corsa, in particolare le Bocche di Bonifacio, l'OEC (Office de l'Environnement de la Corse) ha effettuato 34 uscite giornaliere, percorrendo 1000 miglia nautiche ed effettuando 38 avvistamenti (95 individui fotoidentificati di cui 65 ricatturati) (Fig. A). Per ottenere una visione più a lungo termine le stesse analisi sono state effettuate integrando anche i dati contenuti nel data-base storico del Dipartimento per lo Studio del territorio e delle sue Risorse (DIPTERIS) dell'Università di Genova. Il data-base, riferendosi a cinque anni di monitoraggio (2005-2010), ha inoltre consentito di integrare lo studio della struttura sociale con le analisi temporali. Gli esemplari vengono riconosciuti (“ricatturati”) in base al profilo della pinna dorsale e per la presenza di natural mark sulla pinna stessa e sui fianchi. Ogni fotografia è stata catalogata sulla piattaforma INTERCET.



Avvistamenti di tursiopi registrati durante il Progetto GIONHA. Figura A.

Nel caso in cui le foto ritraevano più animali si è indicato con una freccia quale fosse l'animale in questione. Ciascuna foto è stata archiviata con un codice contenente: codice individuo, lato DX o SX, data di scatto, codice di avvistamento, codice automatico assegnato dalla fotocamera. Dopo l'inserimento in INTERCET ciascuna foto è stata osservata e comparata con le altre presenti in questa piattaforma, eseguendo quella che viene definita un'operazione di “matching” fotografico nel caso in cui si trovasse corrispondenza tra due fotografie (stesso individuo). La stima d'abbondanza della popolazione di tursiope presente nell'area dell'Arcipelago Toscano e del Mar Ligure conferma sostanzialmente le stime recenti ottenute da altri autori (Gnone *et al.*, 2011). In particolare per quest'area la stima più alta è stata ottenuta con il modello di popolazione chiusa Schnabel corrispondente

a 431 individui. Il modello di popolazione aperta *Mortality* ha restituito stime ben inferiori pari a 242; in entrambi i casi il tasso di mortalità restituito dal modello è risultato molto basso (0.02). Nella zona delle Bocche di Bonifacio la stima più alta (circa 139 individui) è stata ottenuta con il modello di popolazione chiusa *Schnabel*. Risultati molto simili si sono ottenuti applicando il modello di popolazione aperta *Mortality* pari a 136 individui. Questo modello riporta valori sorprendentemente bassi del tasso di mortalità (0 - 0.1) facendo presupporre l'assenza di emigrazioni dall'area. Per quanto riguarda la struttura sociale, dall'analisi dei dati è emerso che un maggior numero di individui tra i residenti in Liguria forma associazioni "forti" rispetto ai residenti in Toscana. L'algoritmo utilizzato ha suddiviso il campione in tre comunità, due di maggiori dimensioni e un piccolo gruppo isolato (Fig. B). La separazione tra individui del Mar Ligure e individui dell'Arcipelago Toscano, in particolare le isole, è evidente. Sia gli individui della Toscana che le comunità della Liguria presentano un'associazione con i pescherecci a strascico. La popolazione in esame vive in gruppi composti da individui che stanno in associazione per poco tempo. Il numero delle associazioni diminuisce notevolmente dopo i primi 10 giorni, alcune coppie di individui formano associazioni stabili ma la maggior parte di essi è guidata da interazioni casuali che durano brevi periodi. La disponibilità di prede potrebbe giocare un ruolo fondamentale nel determinare questi repentini cambiamenti nei gruppi e nelle loro dimensioni: i gruppi diventano numerosi in caso di grande disponibilità di prede. Grandi gruppi di oltre 30 esemplari sono stati osservati in corrispondenza di secche dove possono cacciare in modo coordinato seguendo tipiche tecniche di cooperazione; l'associazione in gruppi numerosi può durare anche poche ore. La mappatura della distribuzione spaziale, che potrebbe essere un utile strumento di Governance, mostra un picco di concentrazione di tursiopi nelle acque dell'Arcipelago Toscano, nelle Bocche di Bonifacio e nelle acque antistanti l'isola di Mortorio (Parco Nazionale dell'Arcipelago de La Maddalena).



Suddivisione in comunità tramite l'algoritmo di Girvan-Newman. Figura B.

INTERCET è uno strumento applicativo del Progetto GIONHA, ideato per favorire la cooperazione tra ricercatori impegnati nello studio di cetacei e tartarughe marine. Sviluppato dalla Regione Liguria con la consulenza tecnico-scientifica dell'Acquario di Genova, INTERCET è una piattaforma GIS su Web (**www.intercet.it**) che permette la condivisione e l'analisi integrata di dati geo-riferiti e fotografici relativi alle specie target sotto osservazione.



Materiali e metodo

Per la sua realizzazione è stato utilizzato il software ArcGIS Server, prodotto e distribuito dalla ESRI. Si tratta di un GIS (Geographic Information System) completo basato su tecnologia Web (Fu e Sun, 2010). ArcGIS Server fornisce una piattaforma attraverso la quale gli utenti possono pubblicare e rendere disponibile le loro informazioni geografiche alla comunità di utenti. I dati vengono caricati direttamente dai singoli utenti su un database comune a cui ciascuno può accedere per interrogazioni e aggiornamenti. La condivisione delle informazioni è completa; ciascun utente ha accesso (in consultazione) alla totalità dei dati caricati sulla piattaforma. INTERCET è sviluppato per gestire 3 categorie di dati fondamentali:

1. tracciati di rilevamento;
2. tracciati di avvistamento associati al tracciato di rilevamento;
3. immagini fotografiche associate al tracciato di avvistamento.

Ciascun dato viene archiviato con un codice identificativo progressivo, che permette di identificare la tipologia di dato e risalire all'ente di ricerca che lo ha prodotto. Durante la fase di caricamento, assieme ai dati fondamentali vengono registrati i dati associati: condizioni del mare, numero di osservatori a bordo, tipologia del tracciato (visivo o acustico), specie target avvistata, eventuali specie associate, numero totale di individui presenti, numero di piccoli, eventuale associazione con attività antropica ecc. Il sistema permette, inoltre, di associare un'immagine fotografica a un individuo identificato per creare e gestire dei cataloghi di fotoidentificazione (Wursig e Jefferson, 1990). È possibile confrontare i cataloghi elaborati da diversi partner collegati alla piattaforma per individuare la presenza di animali condivisi. Nel caso venga identificato uno stesso individuo all'interno di due o più cataloghi, il sistema assegna allo stesso individuo un codice superiore (codice INTERCET) che collega e identifica i codici originali e permette di seguire lo spostamento dell'animale in aree di studio coperte da diversi enti di ricerca.

Per il caricamento e l'interrogazione dei dati sono state sviluppate delle maschere di interfaccia che rendono le procedure estremamente semplici e intuitive.

Restituzioni

INTERCET è in grado di restituire tutte le informazioni caricate sulla piattaforma a qualunque utente registrato; il sistema dei codici permette di fare interrogazioni incrociate sui dati archiviati nel database condiviso. In seguito al lavoro di foto-identificazione, la piattaforma è inoltre in grado di fornire informazioni relative ai punti di avvistamento di un individuo o alla presenza di individui identificati all'interno di un avvistamento. L'analisi



Esemplare di tursiope fotoidentificato

integrata dei dati condivisi sulla piattaforma permette di ottenere informazioni sulla distribuzione, l'home range e l'abbondanza delle specie target all'interno delle aree di studio coperte dagli enti di ricerca collegati. La piattaforma consente inoltre all'utente comune di Internet di accedere liberamente a una cartografia pubblica, che presenta una sintesi dei dati georiferiti caricati dai partner scientifici (posizione degli avvistamenti, specie avvistata, numero di individui, ente proprietario del dato).

Conclusioni

INTERCET è uno strumento ideato per favorire lo sviluppo di una rete di ricerca capace di produrre informazioni sulla presenza di cetacei e tartarughe marine a un livello inaccessibile ai singoli partner. La logica fondamentale che ha guidato lo sviluppo della piattaforma è quella della massima condivisione e valorizzazione del dato scientifico.

Potrà allacciarsi alla piattaforma INTERCET un numero di partner pressoché illimitato, e la rete di collaborazione potrà estendersi a livello geografico, includendo nuove aree di studio. La piattaforma potrà includere altri temi di ricerca, allargando la rete di monitoraggio a nuove specie e integrandosi con piattaforme analoghe già esistenti.

Attraverso la piattaforma INTERCET ci si propone inoltre di favorire una maggiore uniformità nei sistemi di raccolta dati, individuando un terreno comune nelle attività di ricerca dei diversi soggetti coinvolti.

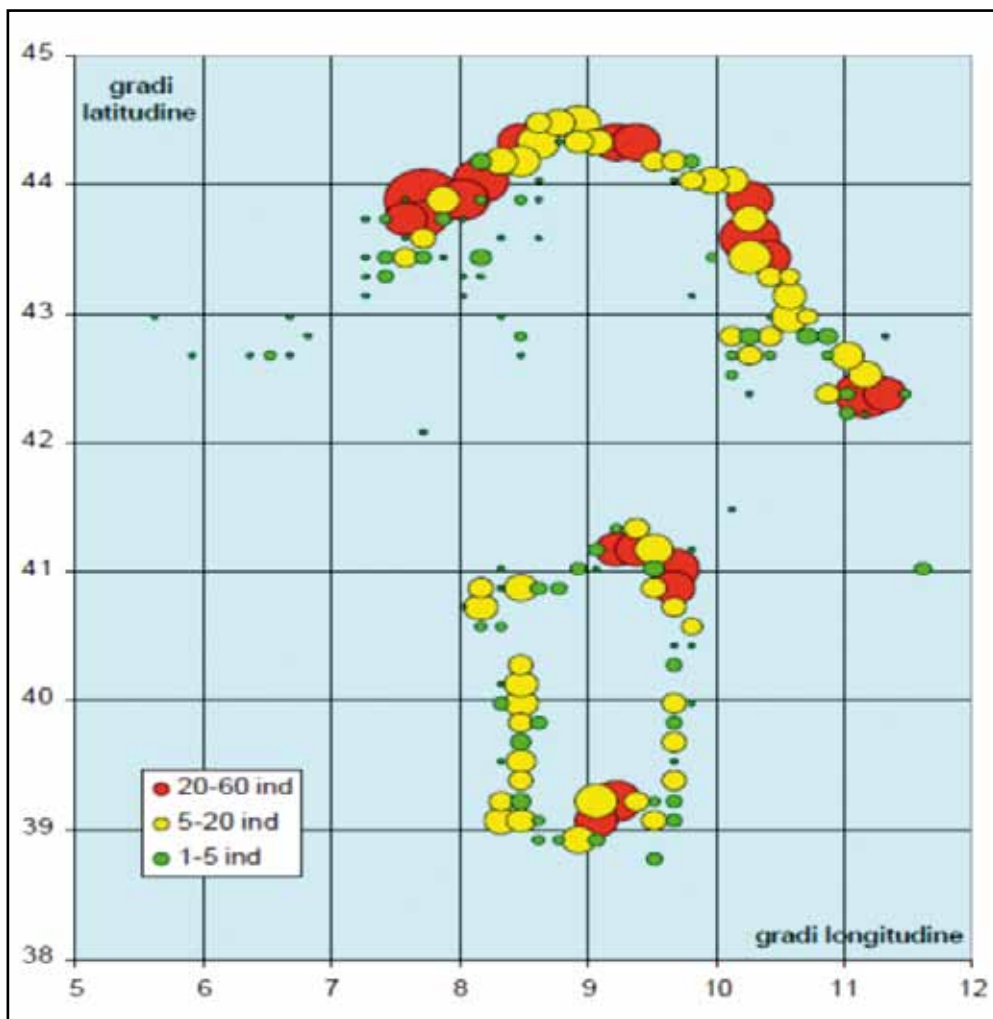
INTERCET potrà essere utilizzato come strumento di monitoraggio per gli enti deputati alla gestione della fauna marina, con particolare riferimento a cetacei e tartarughe marine.

Sul sito Web di GIONHA è previsto un applicativo GIS che, attingendo a uno specifico database, permette di visualizzare su base cartografica una vasta serie di informazioni ambientali e biologiche che si correlano in qualche modo alla presenza dei cetacei nell'area del Santuario Pelagos. Il database è stato popolato con le informazioni già disponibili prima dell'inizio del Progetto GIONHA, attingendole da vari altri archivi esistenti quali Arpalab, Biomart, Medlem, BDS ecc. Successivamente sono stati aggiunti al database ulteriori dati (avvistamenti, spiaggiamenti, rumore, traffico marittimo ecc.), che man mano venivano raccolti durante la realizzazione del Progetto Poiché l'obiettivo della raccolta dati è soprattutto quello di fornire una rappresentazione spaziale, le informazioni sono state aggregate sull'asse temporale utilizzando periodi di lunghezza variabile in base alla disponibilità di informazione relativamente ai diversi parametri. In particolare i parametri rappresentati sono:

- cetacei (14 specie, avvistamenti e spiaggiamenti)
- tartarughe (3 specie)
- squali possibili competitori dei cetacei (5 specie)
- pesci preda di delfini (32 specie)+
- fitoplancton (totale + 2 taxa specifici)
- zooplancton (totale + 2 taxa specifici)
- nutrienti (fosforo e azoto totali)
- clorofilla
- parametri fisici (temperatura e ossigeno superficiali)
- rifiuti (circa 600 punti)
- rumore (dB e indice qualità su griglia di circa 16 km)
- traffico marittimo (su griglia di circa 20 km)

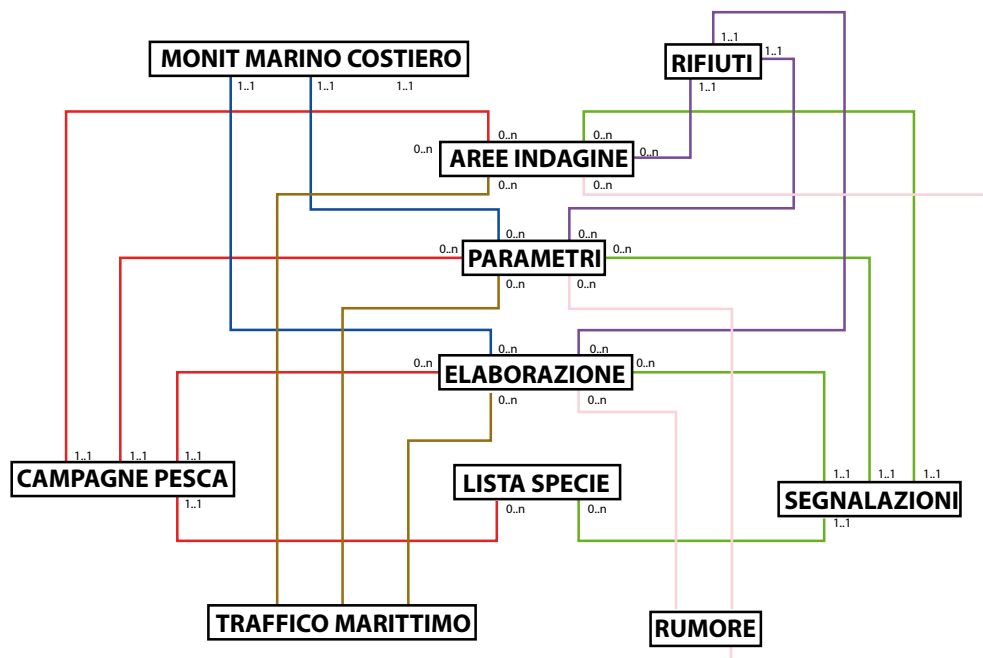
Alcuni parametri sono solo costieri, altri estesi a tutte le acque territoriali; per lo più i dati sono relativi all'area marina toscana, ma in alcuni casi (es cetacei, tartarughe, squali) coprono l'intera area transfrontaliera. Ogni valore è georeferenziato con Latitudine e Longitudine WGS84. I valori dei parametri sono mediati (media geometrica quando log normali) anche su 10-20 anni, in quanto la variazione temporale è irrilevante rispetto a quella spaziale. In alcuni casi (es plancton, nutrienti, clorofilla) i valori sono stagionali utilizzando un semestre estivo (mesi aprile-settembre) e un semestre invernale (mesi ottobre-marzo).

Il nucleo del database è rappresentato da 4 campi: parametro, latitudine, longitudine, valore. A questi se ne aggiungono altri di supporto quali: fonte dei dati, anni, unità di misura, stagione, ecc. I valori sono rappresentati sul GIS da punti di dimensione lineare proporzionale alla radice quadrata del valore del parametro. In alternativa ai punti, i valori possono essere meglio rappresentati con icone o clipart (pesce, tartaruga,



Esempio di elaborazione relativa agli spiaggiamenti dei cetacei

delfino, ecc.). In alcuni casi (es. avvistamenti) nell'applicativo GIS ha previsto, oltre alla rappresentazione dei valori puntuali, un raggruppamento su una griglia per meglio evidenziare le aree di concentrazione. I dati originali sono stati anche raggruppati su una griglia di 0.25 gradi di longitudine e latitudine (circa 20 x 28 km). Nella cartina precedente è riportato un esempio di elaborazione relativa agli spiaggiamenti dei cetacei nell'area transfrontaliera. Da questa elaborazione preliminare, ad esempio, è abbastanza evidente che gli spiaggiamenti di cetacei si concentrano in alcune zone particolari (Tolone, Portofino, Versilia, Argentario, Olbia, Cagliari) ed è interessante indagare più approfonditamente l'eventuale correlazione di ciò con la presenza di nutrienti, plancton, prede, pesca, frequentazioni antropiche, ecc., anche in relazione alle diverse specie.



Schema relazionale del database GIONHA



*Impatti sull'habitat
marino costiero*



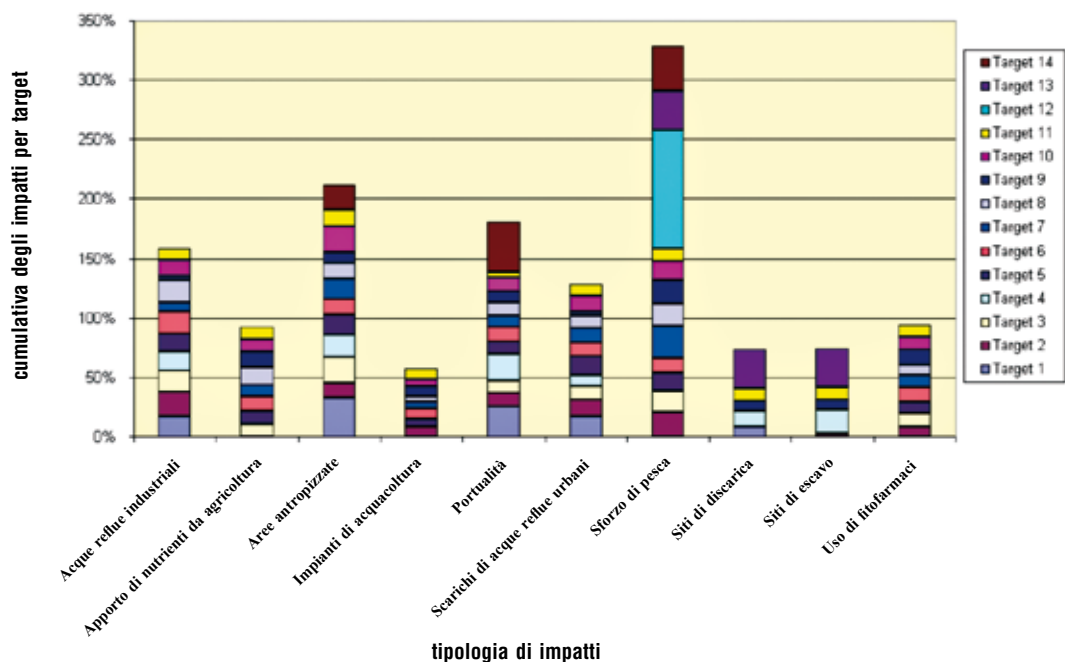
impatti

Riduzione della biodiversità marina

Esiste un consenso generale in merito al cattivo stato della biodiversità marina, considerata seriamente minacciata dalle attività umane. I pericoli maggiori provengono dalle attività di pesca, inquinamento ed eutrofizzazione, alterazione degli habitat, invasione di specie aliene e cambiamenti climatici globali.

La FAO sottolinea il fatto che più del 70% dei principali stocks ittici sono stati valutati come sovrasfruttati. I tentativi di ridurre la pressione di pesca ha ottenuto in genere risultati deludenti. Inoltre, esistono pratiche di pesca considerate estremamente dannose per gli ambienti marini (es. pesca con esplosivi, draghe, strascico). La pesca indesiderata di altre specie che non costituiscono il target previsto, e che include rettili e mammiferi marini e altre specie in pericolo di estinzione, è un altro fattore che impatta negativamente sugli ecosistemi marini. Diverse fonti d'inquinamento sono identificate come molto dannose: lo sversamento mirato o incidentale di derivati del petrolio, i reflui cittadini, industriali e agricoli, sostanze inerti, metalli pesanti ecc. Il degrado dell'habitat marino può essere causato da modifiche volute degli habitat fisici per diverse motivazioni. Principalmente nell'area costiera si verificano frequenti attività di dragaggio di porti, creazione di nuove aree emerse, raccolta di sedimenti inerti, rimpascimenti delle spiagge che destabilizzano la linea di costa, sviluppo dell'acquacoltura ecc. L'eccessiva sedimentazione può distruggere interi habitat bentonici come le praterie di fanerogame marine, coralli o altri invertebrati, in particolare certi filtratori molto vulnerabili. L'invasione di organismi marini esotici favorita dal riscaldamento del mare è dovuta, oltre all'abbattimento di barriere geografiche come il Canale di Suez, al trasporto marittimo e all'incremento dell'acquacoltura e dell'acquariologia. Il riscaldamento globale ha portato, inoltre, ad innalzamenti della temperatura e del livello del mare che hanno fatto cambiare anche il pattern delle precipitazioni. Questo ha influenzato i flussi marini sia in superficie che in profondità, modificando gli apporti di acqua dolce provenienti dai fiumi, la frequenza di inondazioni e l'apporto terrigeno in mare.

Nel Summit Mondiale sullo Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite di Johannesburg (2002) è stato deciso di impostare azioni mirate al raggiungimento di una riduzione significativa del livello di perdita di biodiversità a livello locale, regionale e globale. A livello regionale, i governi dell'Unione Europea hanno definito azioni mirate a fermare il declino della biodiversità. La Direttiva I 2008/56/CE (Marine Strategy) istituisce il sesto programma comunitario di azione in materia di ambiente, una strategia tematica sviluppata per la protezione e la conservazione dell'ambiente marino volta a promuovere l'uso sostenibile dei mari e la conservazione degli ecosistemi marini. Il 21 giugno 2011 il Consiglio Europeo dei Ministri dell'Ambiente dei 27 paesi UE ha approvato la nuova Strategia Europea per la conservazione della biodiversità per il prossimo decennio. Inoltre dal 7 ottobre 2010 l'Italia ha la sua Strategia Nazionale per la Biodiversità, nata dopo un ampio confronto tra Associazioni scientifiche, ambientaliste e le diverse categorie economiche. In tale contesto la



Regione Toscana, al fine di conservare efficacemente la biodiversità, ha dato avvio, attraverso specifico accordo siglato a Maggio 2008 con WWF Italia, alla redazione del PAER (Piano Ambientale ed Energetico Regionale) -Aree protette e Biodiversità, strumento finalizzato alla scelta e attuazione fino al 2020 delle azioni più urgenti a scala regionale per contrastare la perdita di biodiversità e dei servizi ecosistemici che offre, sia in ambito terrestre che marino. Il PAER-Aree protette e Biodiversità 2012-2020 costituisce anche una risposta della Regione Toscana alle evidenze dell'analisi dei dati raccolti in tanti anni di lavoro da ARPAT e dal mondo scientifico toscano sul mare, e che ha visto un primo momento di organizzazione nel database del progetto Biomart. Questo ha permesso di fissare la composizione, lo stato e la distribuzione delle emergenze naturalistiche marine in toscana e di evidenziare le principali specifiche minacce alla loro sopravvivenza. La metodologia seguita ha previsto la redazione di una lista degli habitat e delle specie marine di attenzione; successivamente si è proceduto a stilare una lista di fattori di disturbo specifici per l'ambiente marino, considerando, nello specifico, i seguenti: scarichi di acque reflue urbane, acque reflue industriali, impianti di acquacoltura, sforzo di pesca, portualità, aree antropizzate, uso di fitofarmaci, apporto di nutrienti da agricoltura, siti di escavo, siti di discarica. Per ogni target e per ogni specie (circa 500 casi) si è quindi proceduto ad associare l'intensità (da 1=bassa a 5=alta) con cui ogni fattore si manifesta su ciascuna specie. Dall'analisi dei dati normalizzati risulta che lo sforzo di pesca e l'effetto delle aree costiere antropizzate sono gli impatti che complessivamente mostrano l'incidenza più elevata; l'effetto dei siti di escavo e di discarica è invece meno influente.

Premessa

ARPAT ha affidato alle Università di Siena e di Padova, con specifico incarico, l'indagine sullo stato di salute delle popolazioni di cetacei e tartarughe nei mari toscani, attraverso l'analisi di laboratorio dei campioni prelevati dagli animali spiaggiati. Tutti gli esemplari di tartaruga o di cetaceo che si sono spiaggiati lungo le coste toscane, recuperati nel 2011 dal personale specializzato delle Università di Siena e di Padova, sono stati regolarmente trasportati, dissezionati e analizzati presso il laboratorio "Biomarkers e analisi dei residui" dell'Università di Siena. A tale scopo è stato seguito il vademecum per l'intervento su un cetaceo o tartaruga spiaggiato (vivo, vivo e poi deceduto, o deceduto), integrato con un "protocollo tossicologico" che permetta di prelevare e conservare in modo idoneo per le indagini ecotossicologiche il materiale biologico prelevato. Tali metodologie sono diverse nel caso che l'esemplare si sia spiaggiato vivo e poi sia deceduto (o comunque sia deceduto da poche ore, entro le 12-24 h), o se invece sia deceduto da molto tempo. Nel solo caso della balenottera comune di Migliarino - San Rossore, la necropsia è stata svolta in loco per impossibilità di trasporto altrove.

Risultati

Le Università di Siena e di Padova hanno avuto modo di esaminare 8 cetacei e 14 tartarughe spiagghiate lungo le coste della Toscana nel periodo ottobre 2010-dicembre 2011. Per i cetacei si segnala come, per la maggior parte dei soggetti, si tratti di animali giovani immaturi sessualmente. Nel caso dei tursiopi, le dimensioni suggeriscono animali ancora dipendenti dalla madre. Nella maggior parte dei casi le carcasse presentavano uno stato di conservazione discreto, tale da poter effettuare molte delle indagini previste, ad eccezione di quella microbiologica e, in alcuni casi, di quella microscopica. Nonostante questo, nella maggior parte dei casi non è stato possibile ipotizzare la causa di morte e/o spiaggiamento. Sono state comunque condotte ricerche volte a monitorare la presenza dei principali patogeni descritti in letteratura come responsabili di mortalità in queste specie (*Morbillivirus*, *Herpesvirus*, *Brucella spp.* e *Toxoplasma gondii*). E' stato possibile risalire con certezza alla causa di morte/spiaggiamento solo per tre esemplari (pari al 37,5%), mentre è stata ipotizzata in altri tre casi (37,5%). Per due dei soggetti spiaggiati (pari al 25%) non è stato possibile indicare una probabile causa di morte o spiaggiamento, soprattutto per le condizioni di conservazione del soggetto.

Per le tartarughe, tutti i soggetti di *Caretta caretta* analizzati sono animali giovani immaturi sessualmente (subadulti). Lo stato di conservazione delle carcasse si suddivide equamente tra carcasse fresche, in decomposizione moderata e avanzata; solo 1 animale era mummificato. *D. coriacea*, infine, è stata recuperata ancora viva ed è poi deceduta in seguito. Su tutti gli esemplari sono state condotte ricerche volte a

monitorare la presenza delle principali cause di morte di origine antropica, note come responsabili di mortalità in queste specie. A fianco di queste si sono ricercate lesioni indicative di patologie di origine batterica, virale o fungina che potessero aver compromesso lo stato di salute dell'animale in vita, coinvolgendolo in situazioni di rischio o inducendo nello stesso uno stato di grave debilitazione. Quando è stato possibile rilevare lo stato di nutrizione dei soggetti (5/13, pari al 38%) si è potuto riscontrare uno stato di nutrizione buono in 4 soggetti e scarso in un solo soggetto, il che conferma l'utilizzo delle aree di mare toscane da parte di *C. caretta* come zone di foraggiamento. Tre dei quattro animali in stato di nutrizione buono sono caratterizzati da lesioni tipiche dell'impatto con natante; questo indica che la collisione può facilmente avvenire anche in soggetti sani durante le fasi di perlustrazione, senza cioè dover presupporre uno stato di debilitazione dell'animale che comprometta il nuoto o l'attenzione verso l'ambiente circostante.

Comparando i dati provenienti sia dai cetacei sia dalle tartarughe marine spiaggiate emerge come il principale pericolo per la conservazione di queste specie sia ancora l'uomo e le attività antropiche. I reperti post-mortem evidenziano connessioni con tali attività antropiche, soprattutto in relazione a:

- *pesca*: cattura accidentale o by-catch, evidenziato con certezza almeno in due tursiopi, dato che rappresenta il 22,2% dei cetacei e il 9,1% degli animali spiaggati;
- *collisione diretta con natanti*: diagnosticato o ipotizzato nel 54% delle tartarughe, pari al 31,8% degli animali spiaggati;
- *ingestione di plastica*: presenza di materiale plastico nel tratto gastro-enterico, rilevata in due tartarughe, pari al 9,1% degli animali spiaggati.



Tursiopo ritrovato morto in mare: preparazione per la necropsia e la dissezione per l'indagine sulle possibili cause di morte

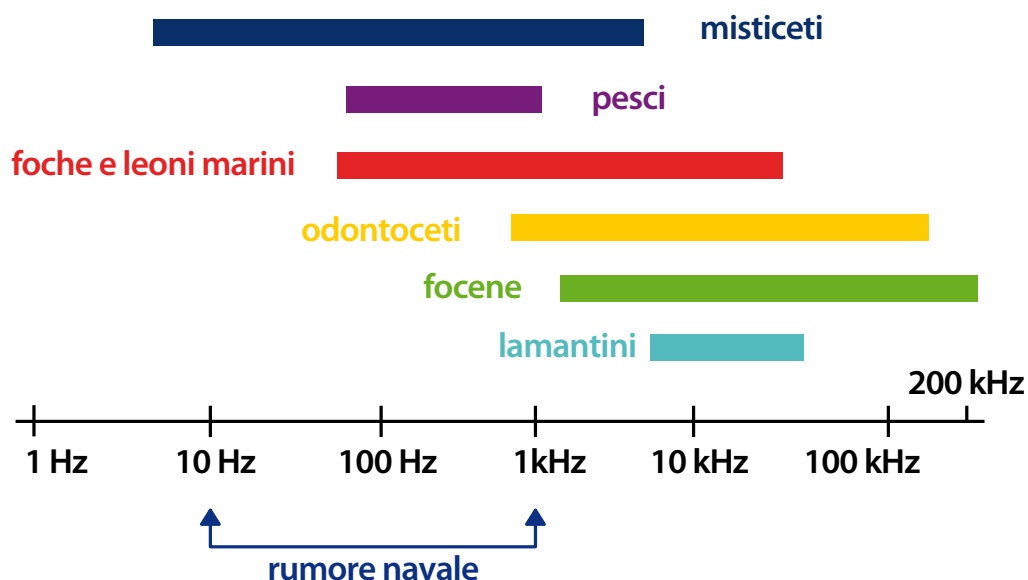
Effetti dell'inquinamento acustico sui cetacei

I mammiferi marini, nel corso della loro storia evolutiva, hanno sviluppato un adattamento pressoché perfetto agli ambienti subacquei e alle loro proprietà acustiche. Il passaggio da un ambiente terrestre a uno acquatico, avvenuto circa 35 milioni di anni fa, ha favorito lo sviluppo dell'udito come senso primario dato che in mare l'assorbimento della luce da parte dell'acqua rende la visione difficile (la luce è pressoché inesistente, in media, al di sotto dei 200 m); di ridotta efficacia è anche il senso dell'olfatto a causa del movimento lento delle masse d'acqua.

I cetacei hanno quindi sviluppato una "strumentazione acustica" molto precisa e sofisticata, con la quale si orientano, individuano prede e predatori, comunicano, si riproducono, mantengono la coesione di gruppo e le interazioni sociali.

I grandi cetacei come i Misticieti (balenottera, megattera ecc.) utilizzano suoni a bassa frequenza (15-1000 Hz) con i quali comunicano a grandi distanze (centinaia di km), mentre gli Odontoceti (delfini, zifii, capodoglio ecc.) usano i suoni a media-alta frequenza (5-20 kHz) per comunicare e gli ultrasuoni (da 30 a più di 150 kHz) per l'ecolocalizzazione.

Nell'ecolocalizzazione i suoni emessi vengono riflessi dagli ostacoli che incontrano nel loro cammino cosicché, attraverso l'analisi degli echi ricevuti, gli animali sono in grado di localizzare con grande precisione oggetti e di definirne sia dimensioni (oggetti di pochi centimetri a una distanza di qualche decina di metri) che distanza.



Range di frequenze utilizzate da alcuni organismi marini in rapporto alle emissioni tipiche della sorgente di rumore del traffico navale.



Le numerose sorgenti antropiche che affollano sempre di più gli ambienti marini costituiscono dei fattori di pressione e stress per gran parte dei mammiferi marini.

L'esposizione a livelli di rumore particolarmente elevati, in grado di superare la soglia del danno irreversibile (PTS, Permanent Threshold Shift), può provocare una serie di danni meccanici all'apparato uditivo con degli effetti immediati, che nei casi più gravi possono portare alla morte degli animali. Ciò si verifica, in particolare, nei casi in cui la sorgente produca un suono con dei livelli superiori a 250 dB re 1 μ Pa @ 1 m, e il livello percepito dall'animale superi i 160 dB re 1 μ Pa @ 1 m, per intervalli di tempo relativamente brevi.

La tematica dell'esposizione acuta dei mammiferi marini a sorgenti sonore impulsive gode di una certa attenzione in seguito al verificarsi di spiaggiamenti di massa avvenuti in concomitanza con esercitazioni navali che includevano l'utilizzo di sonar, come testimoniano gli episodi di spiaggiamenti di massa di zifidi (Grecia 1996, Bahamas 2000, Isole Canarie 2002). I livelli sonori rilevati durante queste esercitazioni erano molto elevati: 226-228 dB re 1 μ Pa @ 1 m nel caso della Grecia e 235 dB re 1 μ Pa @ 1 m alle Bahamas.

Gli esami condotti su alcuni esemplari spiaggiati hanno evidenziato la presenza di emorragie renali, del canale uditivo e cerebrali, probabilmente connesse a forti traumi acustici. I traumi potrebbero essere stati provocati da un'esposizione a un suono intenso e forte che, a quelle date frequenze, ha prodotto un fenomeno di risonanza negli spazi d'aria presenti nel cranio dei cetacei. Altri danni fisici sono imputabili anche a fenomeni di embolia, che si innescano in seguito alla rapida risalita in superficie dell'individuo, spaventato e minacciato da forti suoni.

I disturbi temporanei si verificano invece in presenza di suoni meno intensi: livelli di rumore percepiti intorno ai 150 dB re @ 1 μ Pa possono indurre delle perdite temporanee della capacità uditiva (TTS, Temporary Threshold Shift), con una serie di conseguenze negative su tutte le attività che nei cetacei implicano la produzione e la ricezione dei suoni, come l'alimentazione, la riproduzione, l'orientamento e i rapporti sociali.



*Strumenti per la
salvaguardia e gestione*

risposte

Metodologie e azioni per la riduzione degli impatti

La riduzione dell'impatto acustico marino e la definizione di metodologie per la mitigazione degli impatti è stata affidata al Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali (CIBRA) dell'Università degli Studi di Pavia, a cura del professore Gianni Pavan.

Nel report prodotto si effettua un esame approfondito delle varie tipologie di sorgenti acustiche antropiche e si propongono azioni tese alla limitazione degli effetti sulla fauna, e in particolare sui cetacei, animali particolarmente sensibili a tale forma di inquinamento.

Nelle metodologie si fa una prima distinzione importante tra le sorgenti in cui la presenza di intensi livelli sonori è intenzionale e funzionale al tipo di attività svolta - come nel caso dei sonar o delle air-gun impiegate per le indagini geosismiche - e quelle sorgenti in cui la presenza di rumore è il risultato non volontario dell'attività umana.

Nel primo caso è chiaro che la programmazione delle attività e un'attenta modalità di svolgimento delle stesse possono permettere di limitare al minimo l'impatto sulle specie animali presenti. Senza entrare nel dettaglio della procedura descritta nell'apposito report, la linea guida si basa su tre fasi cardine:

- conoscenza della presenza dei cetacei nell'area di intervento. Le informazioni disponibili in bibliografia su distribuzione spaziale e stagionale dei cetacei devono essere integrate con un piano di monitoraggio combinato (osservazioni visive e acustiche), che permetta di verificare la possibile presenza di mammiferi marini. L'eventuale accertamento della presenza di cetacei nell'area di influenza delle operazioni può determinare l'interruzione delle operazioni stesse;
- modellazione del campo acustico presente attorno all'area delle operazioni, allo scopo di definire la "zona di esclusione" e quindi l'area nella quale garantire, tramite sorveglianza, l'assenza dei cetacei durante le operazioni;
- attuazione di procedure di ramp-up con le quali, tramite un graduale aumento dell'immissione sonora, si consente ai cetacei di allontanarsi dalla zona pericolosa per la propria salute.

Diversa è la situazione di quelle sorgenti per cui la produzione di rumore non è funzionale all'attività, ma rappresenta un vero effetto collaterale. Anche in questo caso le metodologie distinguono due casi: sorgenti fisse di rumore (come piattaforme petrolifere e generatori eolici) e sorgenti mobili legate al traffico navale.

Queste sorgenti si distinguono anche per il fatto che il rumore è prodotto in modo pressoché ininterrotto, se pur a livelli assai meno intensi che per il caso precedente. Nei ridotti casi di sorgenti di rumore che intervengono solo per limitati periodi di tempo - come nel caso di trivellazioni sottomarine - è possibile attuare delle tecniche simili a quelle previste per le sorgenti intenzionali (monitoraggio e procedure di ramp-up), integrate da una programmazione degli interventi che tenga in considerazione

la presenza stagionale dei cetacei nella zona di interesse.

Per le sorgenti fisse uno studio preventivo della propagazione del rumore può aiutare nel posizionamento degli impianti off-shore in modo da migliorare la compatibilità dal punto di vista acustico. In tutti i casi resta valida la richiesta di impiegare tecnologie che possano ridurre al minimo la produzione di rumore anche in ambiente subacqueo. Per quanto riguarda il traffico navale è difficile prevedere qualsiasi intervento di mitigazione, oltre all'impiego di tecnologie più rispettose.

Per questo motivo, i soli interventi individuati nelle metodologie riguardano in particolare il settore del traffico navale da diporto e il rafforzamento di politiche di protezione dell'ambiente, soprattutto all'interno delle aree marine protette, con una effettiva limitazione al numero di imbarcazioni presenti e l'adozione di regole sulla limitazione della loro velocità.

Azioni pilota per la riduzione degli impatti. Raccolta dei rifiuti dai fondali del Mar Ligure

La presenza dei rifiuti nell'ambiente marino, abbandonati per dolo o per negligenza, può arrecare danni agli organismi viventi in esso presenti, e in particolare alle biocenosi da fondale, a causa di vari meccanismi. Tra questi il più evidente e facilmente verificabile, è il soffocamento delle popolazioni di gorgonie presenti sui fondali rocciosi sotto costa, causato dalla presenza di reti da pesca abbandonate (vedi foto). Il problema della presenza dei rifiuti in mare, nell'ambito del Progetto GIONHA, è stato affrontato riguardo ai fondali del Mar Ligure con due differenti tipologie di recupero dei materiali: la prima sfruttando l'azione dei pescatori della pesca a strascico ligure sui fondali con profondità comprese tra 50 e 1000 m, la seconda coinvolgendo i subacquei dei diving presenti lungo le coste liguri a profondità comprese tra 0 e 50 m. L'attività di raccolta dei rifiuti dai fondali marini, coordinate per la Regione Liguria, dall'Osservatorio Ligure Pesca Ambiente (OLPA) nel biennio 2010 e 2011, complessivamente ha avuto un ottimo riscontro da parte di tutti i soggetti coinvolti (Comuni, Capitaneria di Porto, subacquei, pescatori e altri Enti locali).



Foto OLPA. Reti abbandonate.

Vista la buona riuscita dell'attività si può ipotizzare che essa possa avere un seguito in futuro, con innovazioni che la rendano ancora più efficace e diffusa sul territorio.

Metodologia

L'attività è stata organizzata e svolta grazie alla collaborazione dei seguenti soggetti:

- Comuni aderenti, che si sono impegnati nell'idoneo smaltimento differenziato dei materiali.
- Porti, che si sono adoperati per fornire gli spazi necessari per il temporaneo stoccaggio dei rifiuti recuperati.
- Marinerie che praticano la pesca a strascico e diving presenti lungo la costa ligure (17 equipaggi di pescherecci adibiti allo strascico, 77 subacquei e 10 pescatori della piccola pesca costiera), che hanno materialmente effettuato la raccolta dei rifiuti in mare.
- Capitaneria di Porto, che ha fornito i permessi relativi alle attività in mare.
- Enti di soccorso, che hanno garantito la loro presenza sul campo per intervenire tempestivamente in caso di necessità da parte dei subacquei.
- Operatori a terra, che hanno esposto al pubblico le attività svolte.
- Scuole locali, che hanno partecipato all'iniziativa seguendo le attività da terra.

Risultati ottenuti

L'elevato volume di materiali raccolti complessivamente a opera dei pescatori dello strascico (83.100 litri di rifiuti) indica da una parte come il fenomeno dell'abbandono dei rifiuti nell'ambiente sia rilevante, e dall'altra come da parte dei partecipanti siano stati alti l'impegno e l'efficienza nello svolgere la funzione di raccoglitori e di valutatori del problema ambientale. In particolare questo ultimo aspetto risulta essere in piena sintonia con lo sviluppo del Santuario dei Cetacei e con il processo di sostenibilità crescente dell'attività alieutica in esso esistente.

La raccolta dei rifiuti su fondali con profondità inferiore ai 50 m ha prodotto in totale 3.250 kg di materiali di vario genere. Questa specifica attività ha messo in evidenza il problema delle reti impigliate sui fondali rocciosi, che arrecano alle biocenosi ingenti danni da soffocamento e seppellimento. Grazie quindi all'intervento messo in opera si è potuto porre rimedio a questo problema nei fondali delle località coinvolte, nella prospettiva di un recupero nel tempo degli habitat di pregio danneggiati e della possibilità per i subacquei di godere di un fondale intatto.

Modello previsionale sulla variazione del limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica* in funzione dell'idrodinamismo costiero

La gestione dei SIC marini e la conservazione delle praterie di *Posidonia oceanica*, fanerogama marina endemica del Mediterraneo, risultano di primaria importanza nell'ambito di una gestione integrata della fascia costiera.

In studi pregressi il Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle Risorse (DipTeRis) dell'Università degli Studi di Genova ha evidenziato l'esistenza di una correlazione tra le caratteristiche morfodinamiche dei litorali, il limite superiore delle praterie e il loro stato di conservazione (Vacchi *et al.*, 2010; Lasagna *et al.*, 2011)* (vedi figura). La correlazione evidenziata da tali ricerche ha suggerito la possibilità di implementare un modello predittivo per la definizione teorica del limite superiore delle praterie in



Limite superiore di una prateria di *Posidonia oceanica*. Foto M. Montefalcone, DipTeRis, Università degli Studi di Genova

*Vacchi M. *et al.*; *The influence of coastal dynamics on the upper limit of Poseidonia oceanica meadow*. Marine Ecology 31, 546-554, 2010.

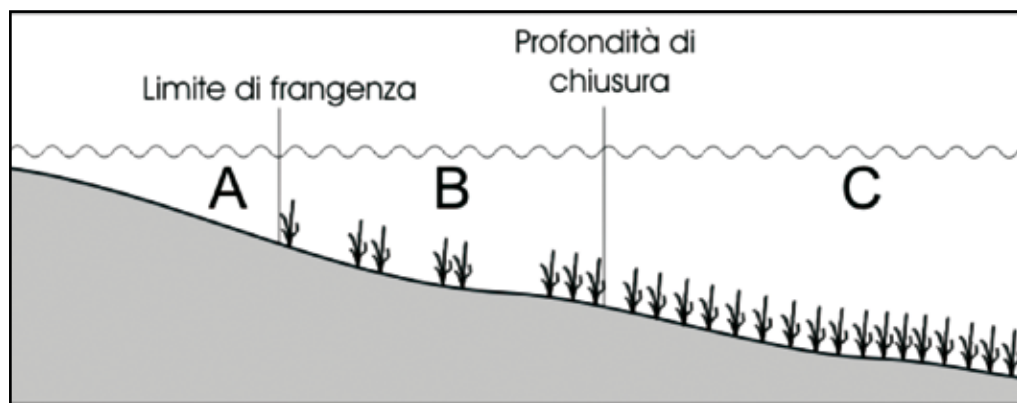
Lasagna R. *et al.*; *Much damage for little advantage: field studies and morphodynamic modeling highlight the environmental impact of an apparently minor coastal mismanagement*. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 94: 255-262, 2011.

relazione alle caratteristiche morfodinamiche della zona in cui insiste e al clima meteomarinico del tratto costiero. Tale modello risulterebbe un utile strumento gestionale per poter discernere l'influenza dei fattori antropici e delle condizioni ambientali dei settori litorali sullo sviluppo delle praterie di *Posidonia oceanica*, permettendo inoltre di ottenere informazioni in merito alle aree di fondale in cui una prateria di *Posidonia oceanica* non è in grado di sopravvivere e aree in cui, invece, le condizioni naturali ne permettono lo sviluppo. Questo aspetto è fondamentale in quanto le praterie di *Posidonia oceanica* sono considerate Habitat Prioritari dalla Direttiva comunitaria n.92/43/CEE.

Nell'ambito del Progetto GIONHA, il DipTeRis, per conto della Regione Liguria, si è proposto di analizzare specifici settori della costa ligure opportunamente selezionati in base alle caratteristiche morfo-dinamiche, sedimentarie e biologiche. Dall'analisi dei dati ottenuti è stato elaborato un modello predittivo per le praterie di *Posidonia oceanica*, atto a determinare la posizione teorica naturale del limite superiore di una prateria in relazione all'idrodinamismo costiero e al regime meteomarinico dell'area.

I siti pilota considerati all'interno del Progetto GIONHA sono stati selezionati in base alle condizioni morfodinamiche caratterizzanti la costa ligure, e in relazione alla presenza di praterie di *Posidonia oceanica*. Gli 11 siti considerati sono Ospedaletti, Bussano-Arma di Taggia, Imperia, Alassio, Ceriale, Spotorno-Noli, Arenzano, Pieve Ligure, Camogli, Framura e Monterosso. In tutti gli 11 i siti il DipTeRis ha realizzato rilievi diretti per la caratterizzazione morfodinamica, per la valutazione dello stato delle praterie di *Posidonia oceanica* e per l'acquisizione dei dati utili per lo sviluppo del modello predittivo/previsionale.

I dati derivati dalle analisi morfodinamiche, dalle campagne sedimentologiche e



Zonazione del limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica* in funzione dell'idrodinamismo costiero.

batimetriche e dai rilievi diretti in immersione sono stati successivamente processati attraverso due distinte analisi statistiche. Per ogni area, la distanza del limite superiore dalla linea di riva e la profondità del limite superiore sono state correlate tramite

regressioni lineari con gli indici morfodinamici Surf Scaling, Surf Similarity, Indice di Dean. Inoltre, mediante un'analisi multivariata, sono state analizzate le variabili caratterizzanti i diversi settori considerati delle spiagge sottomarine.

Le distanze del limite superiore della prateria dalla linea di riva negli 11 siti pilota hanno evidenziato significative differenze al variare dello stato morfodinamico della spiaggia. In particolare, all'aumentare dello stato dissipativo corrisponde un allontanamento della prateria dalla linea di riva.

Dai dati relativi alle correlazioni tra i parametri morfodinamici e le relative distanze del limite superiore di *Posidonia oceanica* e dai dati ottenuti tramite l'applicazione dell'analisi multivariata, è stata selezionata come relazione caratterizzante predittiva della distanza tra il limite superiore delle praterie e la linea di riva la seguente equazione:

$$y = -0.0018x^2 + 1.4389x + 28.916$$

Per rendere l'equazione facilmente applicabile, sia in studi inerenti gli effetti dell'antropizzazione costiera sugli habitat marini, sia in fase progettuale prima della realizzazione di interventi lungo la costa, è stato implementato un software in base Matlab®.

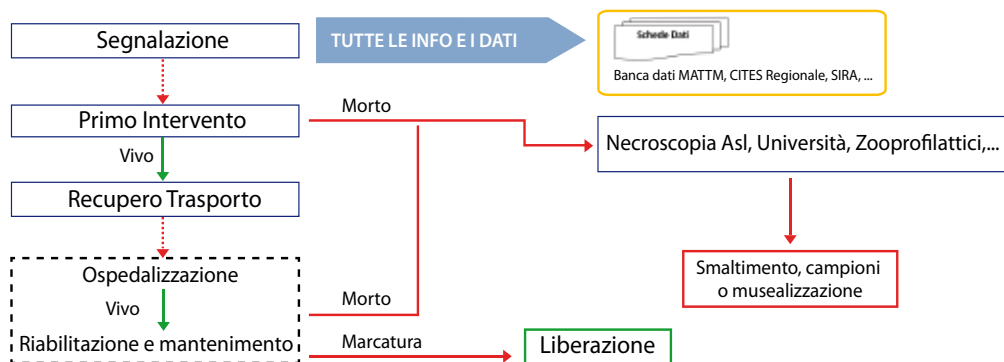
La validità del modello proposto, seppure elaborato su ampia scala, resta limitata alla regione ligure e pertanto necessiterà di future integrazioni e di un numero maggiore di casistiche provenienti da altre aree geografiche del Mediterraneo per potere ottenere una sua formulazione su scala globale. La distanza del limite superiore dalla linea di riva risulta inoltre essere la variabile più adeguata per l'elaborazione del modello sempre considerando la realtà della Liguria; in aree differenti, caratterizzate ad esempio da altezze d'onda maggiori, potrebbe essere più opportuno utilizzare la distanza del limite superiore dalla profondità di breaking.

Il modello è risultato più adeguato nel determinare la posizione teorica del limite superiore delle praterie nelle aree caratterizzate da sedimento sciolto come substrato di impianto; praterie impiantate su di un substrato roccioso sembrano invece discostarsi maggiormente da quanto previsto dal modello.



Protocollo di intervento per il recupero di tartarughe marine e cetacei

La Rete regionale per la conservazione della fauna marina (tartarughe e mammiferi marini) della regione Sardegna opera sulla base di uno specifico protocollo operativo, sulla base anche di quanto previsto dai protocolli nazionale e internazionale. Il protocollo è contestualizzato nella realtà regionale in cui la Rete opera, al fine di rendere gli interventi più efficaci, definendo tutte le attività messe in atto dal momento in cui si riceve la segnalazione di ritrovamento di un animale in difficoltà o morto.



Schema concettuale della procedura di intervento del protocollo operativo

Segnalazione

La segnalazione che attiva la procedura di intervento della Rete viene raccolta dalla sala operativa del Corpo Forestale e di Vigilanza ambientale (CFVA) della Regione e dal Corpo delle Capitanerie di Porto - Guardia Costiera (CCPP) attraverso i rispettivi numeri 1515 e 1530, attivi 24 ore su 24. Tempestivamente vengono allertati i Nodi della Rete, il coordinamento regionale e contemporaneamente verificata la fonte, registrato il contatto e raccolte, in una apposita scheda (Scheda Monitoraggio Recupero - SMR), tutte le informazioni possibili sulla segnalazione da archiviare in tempo reale nel database regionale.

Primo intervento

La ricognizione e il primo intervento vengono effettuati da CCPP o CFVA, congiuntamente al Nodo della Rete di competenza della zona in cui è avvenuto l'evento, con il coordinamento della Regione e in accordo con le autorità che intervengono per proprio compito istituzionale. L'obiettivo principale è quello di effettuare il sopralluogo nell'area in cui è stato rinvenuto/segnalato l'esemplare per ottenere maggiori informazioni, intervenire sull'animale e all'occorrenza mettere in sicurezza il sito. Le informazioni raccolte consentono di pianificare le successive attività e definire la tempistica, la modalità di intervento e la strumentazione necessaria. La procedura prevede distinti percorsi a seconda che l'esemplare rinvenuto sia vivo o morto.

Necroscopia e smaltimento (animale morto)

Sono due fasi di carattere specialistico che devono essere condotte da personale qualificato e autorizzato, in base alla normativa nazionale e regionale in vigore. Verranno stabilite le cause della morte e, se le condizioni dell'animale lo consentono, effettuata una necroscopia e prelevati tessuti e altri campioni.

Recupero e trasporto (animale vivo)

Si deve valutare la necessità di recuperare l'animale e trasportarlo presso un centro di ospedalizzazione al fine di effettuare ulteriori accertamenti e, se necessario, somministrare cure veterinarie o procedere all'intervento in situ. Nel caso delle tartarughe marine il recupero e il trasporto è relativamente semplice. Nel caso di cetacei, anche di piccole dimensioni, a seconda delle condizioni è preferibile l'intervento in situ con l'obiettivo principale di far riprendere il largo all'animale. Trattandosi di animali marini, il trasporto dovrà avvenire con attrezzature specifiche (contenitori o barelle), garantendo condizioni adeguate a minimizzare lo stress dell'animale (controllo della temperatura, umidità, urti ecc.). Per ogni esemplare dovranno essere rispettate le procedure richieste dall'Ufficio CITES.

Ospedalizzazione

Nel caso di un esemplare vivo ma in difficoltà che è stato recuperato e trasportato, l'animale entra nel centro di recupero dove il personale veterinario qualificato procederà alla diagnosi dettagliata del problema e sottoporrà l'esemplare alle cure e alle terapie specifiche; se necessario si procede con l'intervento chirurgico (soprattutto per le tartarughe).

Riabilitazione e mantenimento

Normalmente la fase di riabilitazione rappresenta la fase più lunga, necessaria al recupero delle condizioni fisiche dell'animale e finalizzata alla reintroduzione in natura. Durante questa fase devono essere raccolti e valutati tutti i parametri sullo stato di salute degli animali.

Liberazione e marcatura

La liberazione è la fase in cui l'animale, dopo essere stato sottoposto a cure e riabilitazione, viene rimesso in libertà. Può essere eseguita a seguito di una valutazione del completo recupero funzionale dell'animale, della valutazione delle condizioni meteo marine e dell'individuazione dell'area di rilascio, possibilmente prossima a quella del rinvenimento. È spesso un'occasione per coinvolgere i cittadini e le scuole in eventi di sensibilizzazione. Per le tartarughe si procede di solito a una marcatura dell'esemplare con targhetta di riconoscimento che reca un numero progressivo, rintracciabile in qualsiasi momento e riconducibile a tutte le informazioni riguardanti l'animale (data e luogo di cattura, eventuali patologie o traumi, cure somministrate ecc.) raccolte nell'apposito database.

Azioni di sensibilizzazione. "Mare e fondali puliti"

L'azione di sensibilizzazione "Mare e Fondali Puliti", svolta per la Regione Liguria dall'Osservatorio Ligure Pesca Ambiente nel biennio 2010 e 2011, è stata realizzata, lungo tutta la costa ligure, tramite campagne di informazione rivolte a un pubblico vasto e focalizzate sul problema dell'abbandono dei rifiuti nell'ambiente. Complessivamente l'attività ha avuto un ottimo riscontro da parte del pubblico, grazie a diversi fattori concorrenti che hanno permesso di organizzare e realizzare un'iniziativa di alto livello. Tra questi si possono citare la criticità e l'attualità dei temi trattati, l'attiva collaborazione di Comuni e Porti, l'impegno degli operatori coinvolti laureati in discipline scientifiche, il ruolo attivo di subacquei e di pescatori professionisti, il supporto degli sponsor e dei partners. Vista quindi la buona riuscita dell'attività si può ipotizzare che essa possa avere un seguito in futuro, con innovazioni che la rendano ancora più interessante e coinvolgente, per la continuazione di un'attività informativa e didattica rivolta ad uno spettro di persone sempre più ampio.

Metodologia e contenuti

La formula scelta per la realizzazione della campagna di sensibilizzazione ha previsto il posizionamento di uno stand informativo in una o due località differenti per tutti i fine settimana, a partire da metà a giugno fino agli inizi di settembre.



Foto OLPA Stand informativo.

Lo stand è stato presieduto ogni volta da due o tre operatori, laureati in discipline scientifiche, che hanno esposto i contenuti del progetto al maggior numero di persone possibili. Gli operatori hanno coinvolto il pubblico adulto nell'attività di raccolta dei rifiuti sulle spiagge e in mare e nella compilazione di form inerenti le abitudini dei cittadini sullo smaltimento dei rifiuti urbani; si sono rivolti ai più piccoli con laboratori didattici, concorsi di disegno e attività centrate sul rispetto dell'ambiente e sulla raccolta differenziata. Grazie alla partecipazione dei pescatori professionisti è stato possibile anche realizzare dei laboratori sulla pesca, ai cui partecipanti sono stati presentati i principali attrezzi del mestiere, gli strumenti di bordo e i pesci che si catturano nel Mar Ligure.

Grazie inoltre alla disponibilità degli sponsor e alla disponibilità di gadgets creati col logo del Progetto è stato possibile donare a tutti i partecipanti un piccolo ricordo delle attività svolte.

Valore aggiunto all'iniziativa è stata la collaborazione dei Comuni del litorale ligure, grazie ai quali tutti i materiali recuperati dai partecipanti sono stati smaltiti in maniera differenziata.



Disegno vincitore del concorso "Disegna il tuo mare pulito"

Risultati

La campagna informativa sui temi di tutela ambientale si è svolta durante i periodi estivi 2010 e 2011, in 23 località differenti e durante 26 fine settimana complessivi ottenendo un'ottima risposta da parte delle persone contattate alle tematiche proposte. L'alta partecipazione all'iniziativa ha portato al recupero dalle spiagge di un totale di 2.750 kg di rifiuti di vario genere, quali plastica, vetro, metalli e altro materiale. Il numero complessivo dei partecipanti alla raccolta è stato di 854 persone, costituite soprattutto da giovani con età compresa tra i 5 ed i 15 anni. La classe di età 5-15 anni si è dimostrata quella più disponibile e aperta alle nuove proposte e alle tematiche trattate. Sono stati raccolti infine 425 disegni di bambini e ragazzi che hanno partecipato al concorso di disegno "Disegna il tuo mare pulito" e ai vari laboratori didattici organizzati sotto lo stand dai 23 operatori coinvolti.

Azioni di sensibilizzazione. “L'uomo e il delfino”

Il rapporto tra “l'uomo e il delfino” è il tema del percorso di educazione ambientale che ha fatto conoscere agli alunni delle scuole primarie corse, toscane e sarde, i cetacei che vivono nel Santuario Pelagos, il loro habitat naturale e le interazioni con le attività dell'uomo in mare. Coordinato dall'Office de l'Environnement de la Corse (OEC), con la collaborazione della Provincia di Livorno e la Regione Autonoma della Sardegna, il progetto è stato realizzato utilizzando materiale didattico appositamente prodotto:

- una sagoma della specie di delfino *Tursiops truncatus* realizzata artigianalmente e decorata a mano, sul modello sperimentato nel Progetto LIFE LINDA. La sagoma riproduce scrupolosamente i dettagli e l'anatomia interna dell'animale sulla base di foto scattate durante la biopsia di alcuni esemplari;
- il kit didattico per gli insegnanti e gli alunni che comprende un quaderno con schede tecniche sulle specie, informazioni geografiche sul Santuario Pelagos, informazioni sul futuro Parco marino internazionale delle Bocche di Bonifacio tra Corsica e Sardegna, sul Parco dell'Arcipelago toscano, strumenti utili per l'attività sul campo e una carta del Mediterraneo.



Sagoma didattica del tursiopo, realizzata da OEC per GIONHA e quaderno didattico, realizzato da OEC

Il programma di studio realizzato nell'arco di tutto l'anno scolastico ha interessato un centinaio di classi in tutta l'area transfrontaliera con attività sul campo e concorsi premio che hanno reso gli alunni protagonisti della scoperta degli abitanti del Santuario. In particolare, nell'area corsa, il programma è stato sperimentato in classe e sul campo con cinque moduli condotti dall'animatore pedagogico della Riserva delle Bocche di Bonifacio, durante gli anni scolastici 2010 e 2011 e ha coinvolto 96 alunni nelle seguenti attività:

- i cetacei del Mediterraneo, biologia ed ecologia del delfino con supporto della sagoma didattica ;
- percorso scientifico sui delfini attraverso la foto-identificazione (diapositive e gioco di carte);
- l'uomo e il delfino, interazione con la pesca artigianale e incontro con i pescatori;
- uscita in mare alla scoperta dell'habitat dei grandi delfini tra la Corsica e la Sardegna;
- visita premio all'Acquario di Genova.

Le attività pedagogiche sviluppate in GIONHA sono state di supporto per la sensibilizzazione del grande pubblico durante diverse manifestazioni: nel 2010, *Journée de la Science* (100 persone), *Journée de la Mer* (150 bambini), *Fête de la science* (50 persone), *Cap mer* (200 bambini); nel 2011, *Journée de la Biodiversité* (28 alunni), *Journée du patrimoine* 30 (studenti), *Journée de la Mer* (150 bambini). Sulla costa toscana, il progetto ha coinvolto gli alunni delle cinque province costiere toscane ed è stato seguito da un gruppo di lavoro di esperti in vari campi - biologico, paleontologico, sociologico - che ha elaborato le linee guida delle attività progettuali:

- seminario interprovinciale di sensibilizzazione scolastica per insegnanti;
- aggiornamento continuo degli insegnanti su una piattaforma e-learning;
- concorso di idee per le 56 classi aderenti al progetto;
- seminario scientifico per la premiazione delle idee più meritevoli e lancio della Giornata della Balena;
- collaborazione degli istituti grafici della costa per la creazione del logo della Giornata della Balena sulla base delle idee premiate delle classi elementari e medie;
- gita premio in barca a vela proposta alle classi delle scuole medie ed elementari delle cinque province costiere vincitrici del concorso scolastico con il coinvolgimento di 275 alunni.



Attività didattiche nell'ambito del progetto GIONHA

In Sardegna, il progetto didattico è stato realizzato grazie alla collaborazione e alle attività programmate dall'Area Marina Protetta Capo Caccia - Isola Piana, partner della Rete regionale per la conservazione della fauna marina.

Per privilegiare il rapporto con quelle comunità che, per eccellenza, hanno nel mare e nella risorsa ittica due degli elementi caratterizzanti la propria realtà culturale, le attività pedagogiche sono state svolte nei comuni costieri di Castelsardo, Porto Torres, Alghero, Bosa, Arbus, Guspini, Tortoli, Dorgali, Orosei e Siniscola coinvolgendo i docenti e 400 alunni di 22 classi di 20 scuole elementari. Le azioni di educazione ambientale sono state attuate sulla base di apposite metodologie utilizzando sia materiale didattico che sagome di cetacei e tartarughe marine acquistate dalla Regione e rese disponibili in comodato d'uso gratuito. Nell'occasione è stata realizzata la pubblicazione "Alla scoperta dei cetacei e delle Tartarughe del Mar Mediterraneo". Il progetto didattico "L'uomo e il delfino" si conclude con la partecipazione alla Giornata della Balena di tutte le classi coinvolte.



Attività didattiche nell'ambito del progetto GIONHA



Azioni di sensibilizzazione. Campagne informative sul soccorso e il recupero e valorizzazione museale di cetacei e tartarughe marine

Le campagne di informazione e sensibilizzazione dedicate al tema del soccorso e recupero dei cetacei e tartarughe marine sono state rivolte agli operatori del mare - in particolare ai Corpi di sorveglianza in mare, alle associazioni di pescatori, alla comunità scientifica - e al grande pubblico. Le attività di informazione e aggiornamento scientifico sono state coordinate dalla Regione Autonoma della Sardegna con la collaborazione della Provincia di Livorno.

In Sardegna, le Aree Marine Protette di Capo Carbonara - Villasimius e di Tavolara - Punta Coda Cavallo hanno curato il ciclo di workshop destinati agli operatori della Rete regionale per la conservazione della fauna marina, ai Corpi per la sorveglianza in mare e agli operatori del comparto pesca. L'obiettivo è stato quello di contribuire a una diffusione congiunta della missione istituzionale della Rete, della gestione standardizzata delle operazioni di monitoraggio e recupero degli animali e dei contenuti e della valenza del Progetto GIONHA.



Gazebo GIONHA al Festival della Scienza di Cagliari 2011

In occasione della V° edizione della “Settimana della Scienza”, presso l’Ex-Mà di Cagliari (4 -12 novembre 2011) è stato organizzato un laboratorio di informazione e di sensibilizzazione dedicato agli alunni di differenti fasce di età delle scuole e per tutti i visitatori della manifestazione.

I principali argomenti affrontati sono stati:

- il Progetto GIONHA e le attività della Rete regionale per la conservazione della fauna marina della Regione Autonoma della Sardegna;
- cetacei e tartarughe marine, con particolare riferimento alle specie presenti nel Mediterraneo;
- anatomia e adattamenti all’ambiente acquatico;
- principali problematiche e strategie di conservazione;
- informazione sulle attività di primo soccorso messe in campo dalla Rete;
- indicazioni sul ruolo dei cittadini per la collaborazione alle attività di segnalazione degli esemplari in difficoltà.

La descrizione delle caratteristiche per il riconoscimento delle specie più frequentemente osservate nel Mediterraneo è stata supportata dall’utilizzo di apposite sagome anatomiche tridimensionali, impiegate inoltre per individuare le peculiarità anatomiche e gli adattamenti degli organi interni, identificare il profilo di emersione e le dimensioni degli esemplari. Sono stati proiettati dei filmati riguardanti le attività di primo soccorso in casi di ritrovamenti di cetacei e tartarughe marine in difficoltà e del loro successivo rilascio in mare. Largo spazio è stato dedicato alle domande e alle curiosità dei partecipanti relativamente a queste specie.

Una campagna di sensibilizzazione analoga è stata realizzata dalla Provincia di Livorno presso la nuova struttura dell’Acquario di Livorno, dove è stato allestito un punto di informazione per i visitatori più giovani, dedicato alla campagna informativa sul soccorso di tartarughe marine. In particolare sono stati preparati due pannelli



Pannelli informativi e gioco da tavolo relativi al Progetto GIONHA presenti allo stand presso l’Acquario di Livorno

informativi da esporre lungo il percorso tematico dell'Acquario, nel quale vengono riportate le informazioni più importanti di GIONHA sulle specie di tartaruga marina che popolano i nostri mari e su come agire in caso di avvistamento. Inoltre, sono state preparate delle brochure in lingua italiana, francese e inglese da ritirare all'ingresso dell'Acquario, nonché un accattivante gioco da portare a casa per tutti i bambini affinché, attraverso l'aspetto ludico, possano apprendere delle nozioni importanti sui chelonidi protetti.

Il Progetto GIONHA è stato presentato con una sessione informativa nell'ambito del 42° Congresso della Società Italiana di Biologia Marina (S.I.B.M.) ospitato dall'Area Marina Protetta di Tavolara - Punta Coda Cavallo (23 - 28 maggio 2011). Durante il workshop sono state presentate numerose relazioni sulle peculiarità del GIONHA, anche nel contesto della Rete regionale e sui risultati delle ricerche e delle attività di sensibilizzazione portate avanti nell'ambito del Progetto. Il tradizionale Congresso annuale, a cui hanno partecipato 200 congressisti e numerosi auditori, ha rappresentato anche quest'anno una delle principali occasioni di incontro e scambio tra i professionisti del settore, a livello nazionale e internazionale. Il congresso si è concluso con la visita in barca nell'Area Marina Protetta di Tavolara - Punta Coda Cavallo, in occasione della quale è stato rilasciato nelle acque antistanti l'isola di Molara, nel cuore dell'AMP, un esemplare di Caretta caretta, che, dopo essere stato ospedalizzato presso il centro di recupero dell'AMP Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre, ha finalmente ritrovato la libertà.



Certosa di Calci sede del Museo di Storia Naturale e del Territorio

La liberazione ha rappresentato un momento di alta informazione evidenziando l'importanza delle attività condotte della Rete regionale sarda.

Sempre in ambito scientifico, la Provincia di Livorno ha realizzato un'azione di valorizzazione museale aperta al pubblico organizzando un ciclo di seminari dal titolo "Il recupero delle tartarughe marine in Toscana: aspetti gestionali e sanitari" e "Lo spiaggiamento dei cetacei: possibili destini" presso il Museo di Storia Naturale e del Territorio, con sede nella settecentesca Certosa di Calci (PI).

Durante la giornata, alla quale hanno partecipato più di ottanta partecipanti, oltre ad essere trattati i temi oggetto dei seminari, si è colta l'occasione per svolgere una visita guidata alla famosa Galleria dei Cetacei del Museo, che vanta un allestimento unico in Europa in uno spazio lungo 110 metri e largo 7 metri, con circa trenta cetacei (di dimensioni fino a 26 metri) di cui la maggior parte raccolti alla fine del XIX secolo dal prof. Sebastiano Richiardi.

Sono state infine valorizzate le attività dell'Osservatorio Toscano dei Cetacei (OTC), con l'organizzazione di due eventi presso i punti informativi a Viareggio, a Villa Borbone e all'Isola d'Elba, presso la suggestiva cornice dell'ex tonnara a Enfola, inaugurata nell'ambito del Progetto GIONHA per iniziativa della stessa Provincia di Livorno. Durante tali occasioni sono stati affrontati temi inerenti la conservazione di specie vulnerabili come tartarughe marine e cetacei, il soccorso, il loro studio e la loro valorizzazione, tematiche queste della missione dell'Osservatorio Toscano dei Cetacei. In generale, l'OTC ha contribuito con la definizione di linee guida e bandi regionali, allineati con i requisiti prestazionali di qualità, definiti nelle azioni di ricerca GIONHA, in modo da rendere permanente le attività indicate nel perimetro del Santuario Pelagos e, in particolare, lungo le coste della Toscana. L'Osservatorio ha fornito proprie schede di fotoidentificazione alla piattaforma Intercet, implementando i dati di archivio raccolti con l'apporto di tutte le altre regioni, ha effettuato proprie misure acustiche di inquinamento sonoro, ed è intervenuto anche con risorse aggiuntive regionali nel recupero di mammiferi spiaggiati di grandi dimensioni in condizioni straordinarie di intervento. L'Osservatorio sta diffondendo e promuovendo, con proprie attività istituzionali, la Carta di Partnership tra Parti Contraenti l'Accordo per il Santuario Pelagos in attuazione della Risoluzione COP4/REC9 adottata formalmente dalla Conferenza delle Parti del 2009, Italia, Francia, Principato di Monaco.



Azioni di sensibilizzazione. "La giornata della balena"

*"In armonia al suo sogno
la balena galleggia nel mare.
Oltre i limiti del proprio sogno
la balena emette zampilli.
Con tutto il peso del suo sogno
la balena si tuffa in fondo al mare."*

M. Nayagama

Il Progetto GIONHA conclude l'esperienza del progetto didattico e della campagna di sensibilizzazione con la celebrazione della Giornata della Balena, un appuntamento per far conoscere a tutti il mondo dei cetacei e la loro importanza per la conservazione della biodiversità. Con l'auspicio che questa manifestazione divenga "La Giornata europea della Balena", la Provincia di Livorno con la collaborazione scientifica dell'Università degli Studi di Siena, ha compiuto un'accurata ricerca per identificare una data celebrativa che abbia come attori protagonisti proprio i Cetacei e, dato il carattere transfrontaliero del progetto, questa "esplorazione" ha riguardato eventi culturali e storici importanti a livello internazionale.

Sono state individuate più categorie quali: date già esistenti in altri paesi per eventi simili (Giornata della Terra, Giornata internazionale della Biodiversità, Giornata mondiale degli Oceani, Giornata nazionale della Balena in Australia, Giornata mondiale contro la caccia alla Balena), date importanti per la conoscenza dei mammiferi marini (Pubblicazione del Sistema Naturae, ritrovamento di fossili a Montalcino, rari eventi di spiaggiamento di balene lungo le coste della nostra penisola, come il recente ed eccezionale spiaggiamento della balenottera comune "Regina" a San Rossore a Pisa), date in cui si sono istituiti enti o istituti nazionali e stranieri per la salvaguardia dei cetacei (Santuario Pelagos, ACCOMBAS, Santuario delle Balene, IWC), date di pubblicazione di opere narrative o distribuzione di opere cinematografiche inerenti alle tematiche (Moby Dick ecc.).

I risultati della ricerca sono stati presentati in occasione del seminario scientifico dal titolo "La Giornata della Balena: work in progress" tenutosi il 7 giugno 2011. Grazie alla partecipazione di rappresentanti della comunità scientifica, di associazioni ambientaliste e dei principali enti della costa toscana sono state condivise le basi scientifiche dell'iniziativa iniziando a promuovere l'evento della "Giornata Europea della Balena".

La data dell'8 giugno, scelta tra quelle significative sia per la conoscenza e la difesa dei mammiferi marini che per le altre celebrazioni legate al mondo del mare, soddisfa tutti coloro che hanno partecipato al giro di consultazioni: la giuria popolare composta da circa 300 alunni presenti al seminario, il gruppo di esperti e gli insegnanti

delle scuole coinvolte. Dal 2008, infatti, l'8 giugno si festeggia la giornata degli oceani e sempre l'8 giugno del 2007 viene rafforzato l'impegno della Convenzione sul commercio internazionale delle specie di fauna e flora selvagge minacciate dall'estinzione (CITES), ponendo attenzione al divieto di caccia per le balene dopo la moratoria. Tutto ciò con l'intento di sensibilizzare il pubblico sulla necessità di tutela del mare, elemento in cui i Cetacei vivono ma a cui, in qualche modo, moltissimi di noi sentono di appartenere e che rappresenta metaforicamente l'origine della vita.



Logo della manifestazione "La Giornata europea della Balena"

FOCUS

Il tursiope e la tartaruga comune, indicatori biologici per la tutela e la valorizzazione dell'ambiente marino.

Prospettive future

La tartaruga *Caretta caretta* e il delfino *Tursiops truncatus*, entrambi molto comuni nei mari italiani, sono specie protette ai sensi: della Convenzione di Berna (Allegato II), ratificata dall'Italia con la Legge n.503/81, come "Specie di fauna rigorosamente protette" (Art.6); della Convenzione di Bonn (Allegati I e II), ratificata dall'Italia con la Legge n.42/83, in quanto specie migratrici minacciate e specie migratrici oggetto di accordi internazionali per la conservazione e gestione; della Convenzione di Washington (Appendice I Allegato A) sul commercio internazionale delle specie di fauna e flora minacciate di estinzione (normativa CITES), recepita dall'Italia con Legge n.150/92 e modificata dal Decreto legislativo n.275 del 2001. Inoltre, la Legge 175/99, che ratifica l'atto finale della Convenzione di Barcellona, prevede l'istituzione di Aree Speciali Protette di Importanza Mediterranea (ASPIM) anche in virtù della presenza di specie minacciate (caretta e tursiope sono presenti in Allegato II), e l'elaborazione di un piano d'azione per la conservazione delle tartarughe marine nell'ambito dell'adozione del Piano d'Azione del Mediterraneo (MAP). Infine, il D.P.R. 357/97, regolamento recante attuazione della direttiva "Habitat" 92/43/CEE, inserisce le tartarughe marine e i cetacei in allegato D come specie animali che richiedono una protezione rigorosa.

Lo stato di conservazione delle popolazioni di tartarughe marine presenti nei mari territoriali italiani, alla luce delle informazioni disponibili, appare critico e rende pertanto urgente e ineludibile l'approvazione e l'implementazione, da parte di tutte le Amministrazioni competenti, di una politica coordinata che definisca stringenti azioni in materia, tra le altre, di monitoraggio, gestione dei conflitti con le attività antropiche, tutela dell'ambiente e contenimento dei fattori di minaccia.

Ciò premesso, in relazione a questi aspetti il progetto Gionha è riuscito a mettere in atto azioni concrete di monitoraggio degli spiaggiamenti delle tartarughe e dei cetacei nell'area transfrontaliera, rafforzando e implementando le reti regionali di intervento, indagando quali potessero essere i principali fattori di minaccia e le attività umane maggiormente impattanti e spesso causa diretta della morte di questi animali. Parallelamente, come per i cetacei, sono state svolte indagini tossicologiche che potessero fornire informazioni sui principali contaminanti ambientali, che si ritrovano accumulati nei tessuti delle tartarughe marine, anch'esse predatori apicali della rete trofica.

Il tursiope *Tursiops truncatus*, come predatore all'apice della catena trofica marina e in qualità di mammifero con respirazione polmonare, ha una capacità molto limitata di eliminare contaminanti affini ai lipidi attraverso la ventilazione; in questo modo grandi quantità di contaminanti si possono concentrare nel suo tessuto grasso sottocutaneo (definito *blubber*). Inoltre, molti inquinanti sembrano compromettere la riproduzione e abbattere il sistema immunitario nei delfini; sia la riproduzione che il sistema

immunitario rappresentano quindi elementi di criticità per il mantenimento di una popolazione a lungo termine. Di conseguenza, indagare l'andamento dei contaminanti nel tursiope ha una duplice importanza: ci consente di condurre un monitoraggio sull'ecosistema e di valutare i livelli di esposizione in una specie potenzialmente a rischio. Anche alla luce di questo, è evidente come i cetacei in genere siano ampiamente considerati indicatori di diversi stress antropogenici nelle aree marine. Uno degli scopi del progetto Gionha era anche quello di suggerire l'implementazione della Marine Strategy, fornendo dati a supporto dell'affermazione della necessità di considerare il tursiope, così come la caretta, buoni indicatori biologici. Durante l'intero arco temporale di durata del progetto (anni 2009-2011) si sono svolte due azioni fondamentali al raggiungimento di questo scopo:

- monitoraggio degli spiaggiamenti con campionamento degli esemplari deceduti con l'obiettivo della ricerca di contaminanti e della valutazione delle cause di stress che possono essere concause della morte;
- monitoraggio delle popolazioni free ranging con tecniche di fotoidentificazione.

Il tursiope, a causa degli innumerevoli fattori di stress antropico, necessita infatti di un particolare piano di conservazione, così come indicato dalla Direttiva Habitat (92/43/CEE) - Allegato II, in cui viene citato come "specie animale di interesse comunitario, la cui conservazione richiede la designazione di Zone Speciali di Conservazione". Di conseguenza, è necessario stimare l'abbondanza della popolazione in una determinata area e analizzare la struttura sociale dei delfini compiendo anche un'analisi temporale delle associazioni per valutare come variano le relazioni tra gli individui nel tempo. Tutto questo concorre poi all'identificazione di Habitat Critici, al fine di preservare la specie.

La mappatura della distribuzione spaziale risulta uno strumento utile a questo scopo, in quanto rappresenta un valido aiuto per la Governance nella definizione dei confini delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC).

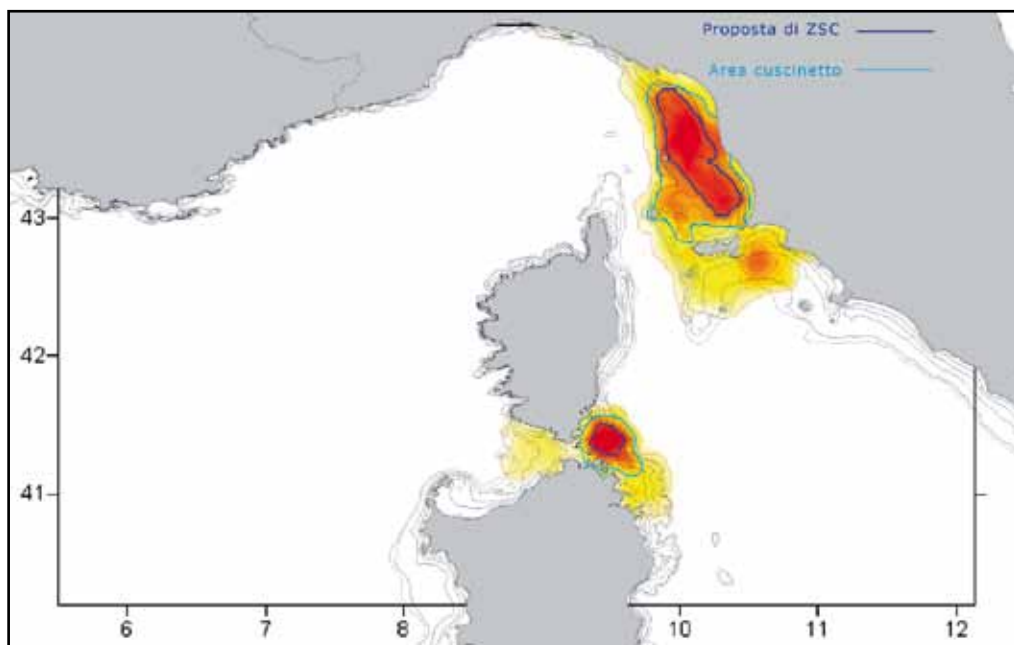
Grazie ai dati raccolti nell'ambito del progetto Gionha, ma anche attingendo a dati storici del periodo 2005 - 2009, dalle analisi effettuate sui dati raccolti nella zona racchiusa all'interno del Santuario Internazionale dei Cetacei, e precisamente nelle acque antistanti Liguria, Toscana, nord della Sardegna e sud della Corsica, è stato possibile creare una mappa di distribuzione continua tramite l'applicazione di tecniche geostatistiche, di kriging.

La carta risultante (Fig. A) mostra un picco di concentrazione massima nella zona compresa tra la foce del fiume Magra e le acque a sud-est dell'Isola d'Elba. Un secondo picco è visibile nelle acque della Riserva Naturale delle Bocche di Bonifacio e limitrofo alle isole presenti a nord del Parco Nazionale dell'Arcipelago della Maddalena. Queste potrebbero essere le aree da designare come ZSC e questa mappatura può essere una proposta concreta, scaturita dal progetto Gionha, da sottoporre alle amministrazioni regionali e nazionali, anche in risposta e a supporto della *Marine Strategy*.

In conclusione si può affermare che il cetaceo *Tursiops truncatus* e la tartaruga *Caretta caretta* sono particolarmente adatti a essere eletti indicatori ambientali, così come

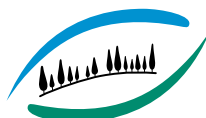
dimostrato anche da numerosi studi scientifici di ecotossicologia. Per questo motivo è auspicabile la loro introduzione come potenziali indicatori biologici nell'ambito della Direttiva 2008/56/EC. Ciò permetterà di rispondere correttamente all'articolo 1 (punto 3) della direttiva: “Le strategie per l'ambiente marino applicano un approccio ecosistemico alla gestione delle attività umane, assicurando che la pressione collettiva di tali attività sia mantenuta entro livelli compatibili con il conseguimento di un buono stato ecologico e che la capacità degli ecosistemi marini di reagire ai cambiamenti indotti dall'uomo non sia compromessa, consentendo nel contempo l'uso sostenibile dei beni e dei servizi marini da parte delle generazioni presenti e future”.

Per questo motivo è quindi fondamentale proseguire con il monitoraggio di cetacei e tartarughe nell'ambito dell'area transfrontaliera, e comunque in ambito regionale, per incrementare il database degli spiaggiamenti e degli avvistamenti di questi animali, riuscire a reperire campioni utili ad accrescere la conoscenza biologica su di essi e approfondire aspetti sanitari e di ecotossicologia di questi importanti organismi marini.



Mapa di distribuzione della specie *Tursiops truncatus* tramite kriging. Figura A.





ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

Via Nicola Porpora, 22 - 50144 Firenze - tel. 055.32061



Il filo conduttore del percorso conoscitivo sullo stato ecologico dell'ecosistema del Santuario Pelagos sostenuto dal Progetto GIONHA sta, in particolare, nell'avere eletto il delfino comune *Tursiops truncatus* e la tartaruga *Caretta caretta* a indicatori biologici dello stato di salute dell'habitat marino-costiero.

Con questa pubblicazione il Progetto di cooperazione transfrontaliera mette a disposizione del lettore i risultati degli studi condotti sulle relazioni socio-economico-ambientali che incidono sugli habitat marino-costieri e sulla presenza dei cetacei e tartarughe marine nell'area specialmente protetta più vasta del Mediterraneo. Allo stesso tempo, vengono proposte metodologie, strumenti e azioni di sensibilizzazione per la tutela e la valorizzazione di queste particolari specie marine e per l'uso sostenibile dell'ambiente marino-costiero nel suo complesso.

www.gionha.eu

