

ATTIVITÀ T

@Attività T2.2 - Linea guida per lo smaltimento delle carcasse in mare.

Prodotto T

@Prodotto T2.2.1 - Coinvolgimento degli stakeholders e definizione di un albero decisionale e buone pratiche per la gestione / smaltimento carcasse in mare (es. per evitare il loro spiaggiamento in aree turistiche o laddove sia poi più difficile il loro recupero).

@Prodotto T2.2.2 - Linee guida per la gestione per la gestione / smaltimento carcasse in mare.

Partner responsabile:

Fondazione CIMA

data di inizio e di fine:

01/06/2020 - 30/09/2022

Versione finale - 14/09/2022

Introduzione alla gestione delle carcasse di balena

Nel Mar Mediterraneo 2 grandi specie di cetacei sono considerate regolarmente presenti nel Mar Tirreno Settentrionale, la balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) e il capodoglio (*Physeter macrocephalus*). Inoltre, nella stessa area sono regolarmente avvistati altri cetacei di taglia grande (lunghezza totale uguale o superiore ai 5m) come lo Zifio (*Ziphius cavirostris*), occasionalmente sono stati riportati avvistamenti di esemplari di Megattera (*Megaptera novaeangliae*) e, ancora più raramente, di Orca (*Orcinus orca*). Le cause di morte di questi animali possono essere diverse, in quanto la mortalità può essere una conseguenza di malattie infettive acute o croniche, intrappolamento in reti da pesca, collisioni con imbarcazioni, rumori nocivi e contaminazione di sostanze tossiche. Gli studiosi spesso hanno il compito difficile di chiarire una complessa serie di eventi partendo da dove e quando l'animale è stato trovato per poi diagnosticarne la causa di morte.

Il monitoraggio delle carcasse è un'attività cruciale per molte ragioni: sapere rapidamente dove sono localizzate e quando gli animali si sono spiaggiati permette una risposta efficace e rapida per ottenere informazioni utili dalle analisi post-mortem al fine di monitorare la salute ambientale, come suggerito anche da diverse direttive UE (es. Direttiva Habitat e Direttiva Quadro sulla Marine Strategy) o per ricavare dati e informazioni per le Autorità Nazionali o per specifici accordi internazionali (ad esempio ACCOBAMS, Pelagos, International Whaling Commission). Allo stesso tempo le grandi carcasse rappresentano un problema per la salute pubblica, sia in mare che a terra, e potrebbero costituire un ostacolo per attività marittime e di navigazione. Al fine di trasformare le carcasse da un problema ad una risorsa, nel presente documento è riassunto lo stato dell'arte in merito alla gestione di carcasse di balena, alcune esperienze internazionali, la lista di possibili stakeholders e linee guida e albero decisionale su come procedere di fronte alla gestione di una carcassa di balena, con lo scopo di capitalizzare le informazioni e i dati.

Stato dell'arte

Le carcasse dei Cetacei, a seconda del loro stato di conservazione, possono galleggiare, affondare per poi gonfiarsi, e infine riemergere se la temperatura ambientale e la pressione permettono la formazione e l'accumulo di gas dovuto ai processi di decomposizione. Sono possibili vari scenari: un animale può morire al largo rimanendo lì, oppure, una volta morto, potrebbe raggiungere la costa galleggiando. Alternativamente può spiaggiarsi ancora in vita e morire sulla costa; nel caso in cui raggiunga un punto sufficientemente interno alla costa, potrebbe rimanere spiaggiato per poi essere fonte di cibo per i saprofagi e/o decomporsi. La carcassa di un animale che invece giace in estrema prossimità del litorale potrebbe tornare a galleggiare a causa di correnti, maree e venti favorevoli, oltre che per la formazione di gas che ne favoriscono una maggiore galleggibilità. Solo una parte delle carcasse si spiaggiano o rimangono flottanti: animali che muoiono in profondità o in superficie, ma affondano,

potrebbero non tornare più a galla anche dopo la formazione e l'accumulo di gas dovuto ai processi di decomposizione. Tale comportamento è dovuto al fatto che in acque particolarmente fredde il gas può non contribuire sufficientemente a ridurre la densità del corpo, precludendone così la possibilità di tornare in superficie. Tutti i processi precedentemente descritti sono riassunti nella Fig. 1 (Moore et al., 2020).

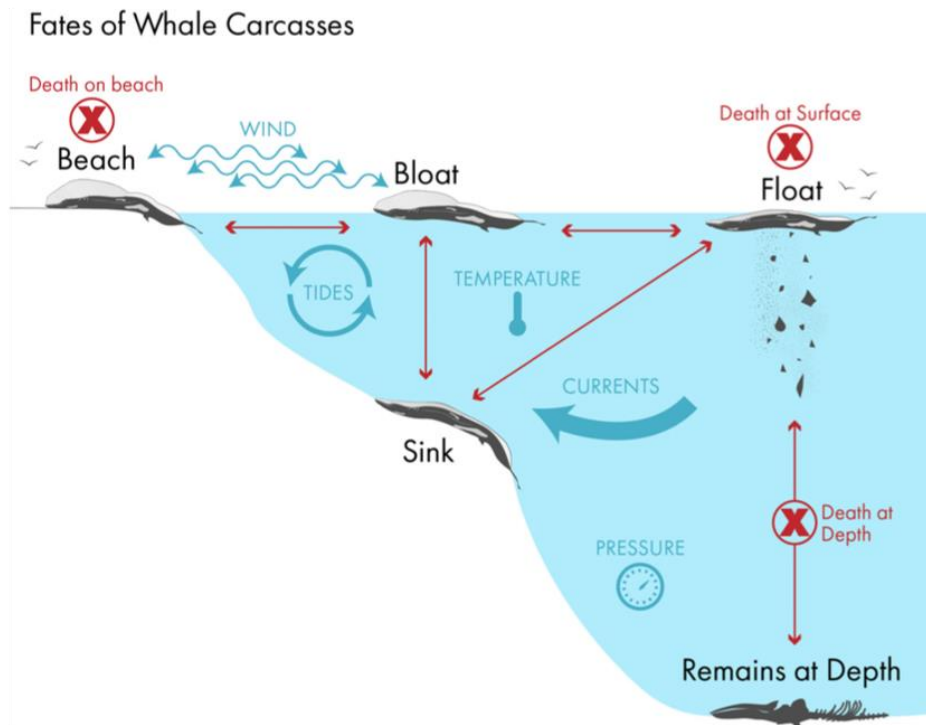


FIGURE 1 | Schematic summary of the fates of whale carcasses, and the wind, tide, current, temperature, and pressure impinging on them. Depending on carcass buoyancy and location at death, it will either float or sink. If it floats, it will bloat, drift ashore if at sea, or eventually decompose at sea to where the negatively buoyant components sink to the ocean floor. If it is negatively buoyant at death it will sink. If it sinks in shallow water, decomposition gas may expand sufficiently to bloat, and refloat the carcass. If the depth is too great and the water too cold, then the gas volume may not be sufficient to make it buoyant and the carcass will decompose and be scavenged *in situ* on the bottom. Image: Natalie Renier, Woods Hole Oceanographic Institution.

Comportamento della carcassa

Mentre lo studio delle carcasse di balena che si sono depositate naturalmente o per mano antropica sul fondale oceanico è diventato un tema di studio comune e approfondito, meno ricerca è stata effettuata per quanto riguarda lo studio delle carcasse nella fase che precede il raggiungimento del luogo di deposito finale. Un'analisi sui mammiferi marini spiaggiati nella regione di Cape Cod (Stati Uniti) (Bernaldo de Quirós et al., 2018) mostra che solo l'1% dei piccoli cetacei spiaggiati sono morti sulla spiaggia dopo essere annegati a causa delle reti da pesca (Bogomolni et al., 2010). Al contrario, la causa di morte del 61% dei cetacei spiaggiati sulle coste Sud Ovest dell'Inghilterra (Regno Unito) è stata imputata proprio al bycatch in reti da pesca (Leeney et al., 2008). Questo fenomeno può essere spiegato dal fatto che nel Sud Ovest dell'Inghilterra i venti prevalenti che soffiano sulle aree di pesca fanno in modo che le carcasse

derivanti da situazioni di bycatch raggiungano la costa e si spiaggino con più facilità: al contrario i venti che soffiano a Cape Cod tendono a spingere le carcasse al largo (Hart et al., 2006). I risultati sul monitoraggio della mortalità di tartarughe marine usando tracciamento satellitare sono invece controversi (Hays et al., 2004).

Dati sulle proporzioni di mammiferi marini che galleggiano piuttosto che affondano non sono noti, tuttavia, è stato stimato che il 18% di delfini comuni vittime di bycatch galleggi una volta che gli animali siano liberati dalle reti e il 6% di questi si spiaggia (Peltier et al., 2012; Peltier et al., 2016). Storicamente, i balenieri hanno riportato che alcune specie di balena restino a galla dopo la morte (Balena franca, *Eubalena glacialis*, e capodoglio) mentre la restante maggioranza sprofonda. È stato inoltre dimostrato che le balene franche necessitano di nuotare attivamente verso il fondo fino a raggiungere una specifica profondità in cui i polmoni collassano, da qui possono poi scivolare a profondità maggiori (Nowacek et al., 2001). Si riporta inoltre che all'inizio della stagione di caccia alle balene, le carcasse di balenottere comuni e balenottere azzurre (*Balaenoptera musculus*) sprofondassero mentre verso il termine rimanessero a galla (Slijper and Pomerans, 1962). In linea generale, la galleggibilità è considerata in funzione della condizione corporea e del contenuto del grasso, in particolare dall'osso, del blubber e alla quantità d'aria nei polmoni. Questi parametri variano all'interno della stessa specie e tra specie diverse. In uno studio è stato misurato poco dopo la morte il peso di un delfino (Woodcock and McBride, 1951) e, in base ai calcoli e alle misurazioni eseguiti, l'animale verrebbe sollevato con una boa di circa 5,5 kg o trascinato verso il basso con poco più di 4 kg di peso a seconda che i suoi polmoni fossero vuoti o pieni d'aria. I delfini in cattività possono rimanere senza muoversi sul fondo delle vasche o galleggiare passivamente in superficie grazie ad un galleggiamento controllato dai polmoni. Non è ancora chiaro se delfini e piccole balene quando muoiono subiscano un'espiazione, dato che il loro tratto respiratorio è chiuso nello stato rilassato.

Bolle di gas di decompressione generate in vivo, osservate in delfini e foche (Moore et al., 2009) assieme al gas di decomposizione, che in primo luogo si forma nell'addome, possono influenzare il galleggiamento della carcassa (Bernaldo de Quirós et al., 2013). Le balenottere con le pieghe della gola espandibili possono distendersi gravemente e galleggiare supine finché l'integrità strutturale non viene persa a causa dell'azione meccanica del vento e delle onde, o della degradazione ad opera della luce solare, oppure per i danni causati dai animali saprofagi. Una volta che una carcassa si sgonfia può affondare, però in caso rimanga sufficiente galleggibilità nei tessuti adiposi, questi possono galleggiare nei pressi o proprio sulla superficie mentre i tessuti più densi come le ossa vengono persi. Uno studio sulla temperatura della carcassa di balena ha evidenziato un aumento da 37–38° a 41°C dopo 24 ore, raggiungendo i 48°C dopo 2 o 3 giorni, con calore e processi autolitici che scindono gli acidi grassi nel blubber causandone una colorazione più scura e un odore sgradevole (Tonnessen and Johnsen, 1982). Con l'aumentare della temperatura, le cellule del blubber si rompono e il contenuto oleoso fuoriesce dal tessuto; questo riduce la galleggibilità e la capacità isolante del blubber rimanente (Tonnessen and Johnsen, 1982). Data la scala allometrica e il rapporto tra superficie totale e volume, questo effetto sembrerebbe essere più pronunciato in animali di dimensioni

inferiori con rapporto tra strati di blubber e dimensioni totali proporzionalmente maggiori, rispetto ad animali di dimensioni superiori che avrebbero un contenuto maggiore di grasso nelle ossa (Smith et al., 2015).

In una mortalità di massa di 14 megattere avvenuta nel corso di 5 settimane (Geraci et al., 1989), tutte le balene tranne una (che è stata recuperata subito dopo la morte) sono affondate dopo essere morte e sono tornate a galla a causa del gas prodotto durante la decomposizione. La maggior parte di queste carcasse (9 su 14) è stata recuperata dai confini relativamente poco profondi e ristretti della baia di Cape Cod (Geraci et al., 1989).

Osservazioni su carcasse di balena in acque molto profonde (~2000 m) indicano che a grandi profondità la decomposizione è lenta e che le carcasse possono rimanere stabili per molti anni (Allison et al., 1991). In uno studio, una carcassa scheletrizzata di balena a 400 m di profondità indicava che è rimasta indisturbata per 30 anni; la posizione a pancia in su della carcassa sembra indicare verosimilmente che un tempo questa è stata portata a galla dal gas della cavità corporea che si è probabilmente originato dalla flora intestinale.

In breve, i cetacei che hanno maggiori probabilità di galleggiare o riemergere e di spiaggiarsi dopo la morte sono un sottogruppo relativamente piccolo di animali rispetto a quelli che muoiono in mare (Moore et al., 2011). Gli animali con più probabilità di galleggiare tendono ad essere grandi, robusti, con un galleggiamento positivo e muoiono o riemergono in prossimità della costa. Gli animali meno probabili da rinvenire dopo la morte sono quelli malati o naturalmente magri che sprofondano in acque più profonde di 100 metri; questo accade con la maggioranza degli odontoceti al largo. Considerando le osservazioni di cui sopra, sembra ragionevole l'ipotesi che una balena che muore durante un'immersione potrebbe non venire in superficie né immediatamente, né dopo un certo periodo di tempo, se affondata in acque profonde e fredde.

Carcasse galleggianti

I casi in mare sono generalmente segnalati inizialmente da rilievi aerei, diporto o Guardia Costiera. Spesso passano ore o giorni per organizzare una risposta. In questi casi, è possibile consultare modelli di deriva per prevedere la posizione probabile al momento del tentativo di ricollocazione. Tuttavia, tali modelli non sono sempre accurati al 100%. Pertanto, gli schemi di ricerca dovrebbero iniziare vicino all'ultima posizione nota e dirigersi sottovento da lì, attraversando la probabile linea di deriva perpendicolarmente, se possibile, per massimizzare le possibilità di incontrare la chiazza di materiale rilasciata dalla carcassa. Tali chiazze sono spesso lunghe miglia e possono essere popolate da squali. Gli uccelli spesso segnalano la presenza della carcassa. Le maree sono generalmente di scarso impatto se sono trascorse più di 12 ore, ma in caso ci fosse una corrente persistente, anche questa dovrebbe essere presa in considerazione nell'analisi. Una volta che la carcassa è stata avvistata nuovamente, è importante assicurarsi di ottenere immagini riguardanti le condizioni esterne della carcassa

prima di avviare una risposta. Queste immagini serviranno a documentare eventuali cambiamenti da quando l'animale è stato avvistato per la prima volta. Inoltre, possono essere ritrasmesse al coordinatore esterno e ad altre autorità per aiutare a determinare la migliore linea d'azione. Il grado di decomposizione e del danno prodotto dai saprofagi influenzerà le possibili opzioni di esame (traino a terra o esame in mare). È probabile che le carcasse molto decomposte e sgonfie si sfaldino quando vengono trainate fornendo così solo informazioni limitate. È più probabile che le carcasse intatte, spesso ancora gonfie, resistano allo sforzo del traino e quindi arrivino a riva, ottenendo risultati maggiori. Effettuare un esame esterno completo prima di maneggiare o spostare la carcassa aiuterà a differenziare i segni esistenti e la possibile interazione umana dai segni risultanti dal traino, dallo spiaggiamento e dal trasporto della carcassa. Inoltre, queste saranno le foto "più fresche" della carcassa e nella maggior parte dei casi saranno critiche nella diagnosi finale.

Smaltimento della carcassa

Quando il corpo dell'animale morto si trova già sulla spiaggia o in prossimità della riva e l'unica opzione è il trasporto a terra, la carcassa deve essere smaltita in conformità con le normative vigenti del quadro giuridico nazionale, al fine di garantire la sicurezza pubblica e prevenire la trasmissione di malattie.

Nell'UE le specie selvatiche, compresi i cetacei, sono escluse dai Regolamenti UE n. 1069/2009 e 142/2011, a meno che non siano sospettati di essere infetti o affetti da una malattia trasmissibile all'uomo o agli animali e ciascuno Stato membro ha sviluppato strategie nazionali che includono opzioni per lo smaltimento delle carcasse come di seguito elencate. È necessario contattare le autorità veterinarie locali e tecnici qualificati prima di spostare la carcassa per iniziare le procedure post mortem. In molti paesi, la responsabilità dello smaltimento spetta alle autorità locali, tuttavia può essere chiesto consiglio alle stranding investigation teams (SIT). In particolare la SIT può fornire informazioni utili a seconda delle diverse situazioni. Inoltre, possono aiutare e supportare le Autorità locali nello smaltimento delle carcasse e capire se l'animale è infetto da malattie infettive o potrebbe rappresentare un problema di salute pubblica. Oltre al quadro giuridico, quando la balena morta giunge a riva, ci sono diverse opzioni per smaltire la carcassa evitando problemi legati alla salute pubblica.

Nel dettaglio, il corpo di una balena morta potrebbe essere trattato secondo i seguenti approcci:

a. ***Decomposizione naturale:*** se l'indagine post-mortem viene effettuata su un litorale remoto, difficile da raggiungere e isolato, è possibile ottenere il permesso di lasciare la carcassa aperta ai saprofagi naturali. Questa non è raccomandata a seguito di un'eutanasia indotta con sostanze chimiche. Lo stato di decomposizione varia a

seconda di fattori ambientali e delle specie, è importante avere buone immagini dello stato della carcassa quando è stata lasciata sul posto in modo che possa essere identificata se si dovesse spiaggiare nuovamente (altrove). I casi in cui le carcasse vengono lasciate a decomporsi naturalmente includono situazioni dove la rimozione di una carcassa non è fisicamente possibile a causa dell'inaccessibilità del litorale; dove la carcassa si trova in un'area remota dove si svolge poca o nessuna attività pubblica; o quando la rimozione presenterebbe problemi di sicurezza per il personale o le persone coinvolte (contractors)

Inoltre, la stagione potrebbe essere un altro fattore che influenza la decisione per una decomposizione naturale. L'estate è la stagione più problematica a causa del clima caldo e del maggior numero di persone sulle coste. La decomposizione naturale potrebbe verificarsi anche in mare per le carcasse avvistate mentre galleggiano.

Questo approccio, anche se meno costoso e forse più vicino a ciò che accadrebbe naturalmente, non è realmente praticabile nelle coste mediterranee a causa della demografia e dell'elevata densità di insediamenti urbani, che possono rappresentare un problema anche quando la carcassa è abbastanza lontana da qualsiasi presenza umana. Si segnala inoltre che parti del corpo, come i denti per odontoceti, sono incluse nel CITES e potrebbero essere trafugate per scopi illeciti, con necessità di un controllo costante o di rimozione delle parti più delicate. In merito a queste difficoltà, segnaliamo tre diversi casi in cui le carcasse lasciate sulla riva potrebbero rappresentare un problema da diverse prospettive:

i. opinione pubblica e burocrazia: il 17 novembre 2017 è stata segnalata nel Nord Sardegna (Platamona) una balenottera comune lunga 17 m mal conservata. La carcassa è rimasta lì per il decadimento naturale per più di due mesi con notevole disappunto del grande pubblico, dopo aver considerato diverse opzioni, tra cui l'affondamento. L'accessibilità della spiaggia consente una presenza costante di stampa e media in cerca di scoop, rivendicando preoccupazioni per la salute pubblica. Alla fine, i resti della balena furono rimossi.

ii. capitalizzazione di un capodoglio spiaggiato: il 25 giugno 2017 è stato avvistato a Capo Milazzo, lontano dai paesi e dalle spiagge, un capodoglio lungo 8 m. Guardia costiera ed Autorità locali hanno optato per una decomposizione naturale ma l'odore e poi le pressioni dei privati hanno fatto cambiare questa decisione. La balena è stata quindi sezionata e lo scheletro preparato per un museo.

iii. decomposizione naturale per maltempo: il 21 novembre 2021 è stato segnalato un capodoglio arenato sugli scogli a ridosso del centro del paese di Nervi. Il maltempo, le onde e la marea hanno impedito qualsiasi intervento per la rimozione e l'esaminazione della carcassa che si è quindi distrutta sugli scogli dopo un paio di giorni impedendo ogni spesa aggiuntiva, ma anche ogni possibile indagine.

b. ***Interramento in loco:*** se l'ecologia e le normative locali lo consentono, l'interramento in spiaggia è spesso l'opzione più semplice ed economica per i

cetacei più grandi. È necessario richiedere autorizzazioni locali per evitare la contaminazione o l'interruzione delle forniture idriche e di altre aree sensibili dal punto di vista ambientale. Sono tuttavia necessari escavatori adeguati e attrezzature pesanti per garantire che la carcassa sia sepolta abbastanza in profondità da evitare la riesposizione durante le tempeste invernali. Idealmente, un buco dovrebbe essere scavato in prossimità della carcassa prima dell'inizio dell'esame post mortem per scartare immediatamente i tessuti molli durante la dissezione. Se la carcassa può essere successivamente riesumata per la cessione dei resti scheletrici a una collezione museale, i luoghi di sepoltura dovrebbero essere contrassegnati con precisione con GPS o con materiale ferroso per facilitare la localizzazione mediante metal detector.

La sepoltura in spiaggia è il mezzo principale per lo smaltimento delle carcasse di balene e altri cetacei ed è comune nelle aree densamente popolate in cui l'attività ricreativa sarebbe influenzata negativamente se la carcassa spiaggiata non fosse rimossa. I possibili impatti del seppellimento in spiaggia includono:

- i. alterazione geochimica delle falde acquifere delle spiagge;
- ii. diffusione dei Composti Organici Disciolti (DOC) e dei nutrienti nelle falde acquifere circostanti e successivo scarico nelle acque superficiali. Gli interramenti posti più nell'entroterra hanno portato a flussi DOC minori verso le acque superficiali, ma hanno aumentato i flussi di ammonio. La profondità di interrimento ha influenzato anche la dispersione di percolato di balena nella zona subtidale, con sepolture più profonde che hanno portato a flussi minori di DOC. Il DOC proveniente dalla decomposizione delle balene e da relitti sepolti può alimentare i punti caldi di denitrificazione all'interno dei sedimenti della spiaggia. L'analisi di sensibilità ha mostrato che la rimozione dei nitrati supportata da relitti sepolti e flussi di percolato di balena dipendono fortemente dalle proprietà della spiaggia, dalla forzatura idrologica e dai parametri di reazione.

In Italia si è tentato in alcuni casi l'interrimento per lo smaltimento totale o parziale delle carcasse di balene: nella maggior parte dei casi l'interrimento non è stato effettuato in loco, ma in specifiche aree individuate dalle ASL con specifica deroga alle strutture esistenti o in aree cimiteriali. Diversi esempi possono essere qui riassunti come possibili modelli:

- i. spiaggiamenti di massa di capodogli: 2 eventi di spiaggiamento di massa si sono verificati lungo le coste italiane nel 2009 e nel 2014. I resti sono stati sepolti in aree ben definite e lontane dal sito di spiaggiamento che non presentano preoccupazioni per possibili contaminazioni chimiche e biologiche.
- ii. balenottere comuni nel 2011 e nel 2021: durante uno spiaggiamento avvenuto lungo la costa toscana (2011), gli organi interni sono stati sepolti in una buca profonda 2 m scavata con una gru a 30 m dalla riva. Durante un altro evento di spiaggiamento di balenottere comuni a Sorrento (NA) (2021) i resti di scheletri sono stati sepolti in un cimitero per recuperare lo scheletro.

c. **Trasporto in discarica:** il trasporto per la necropsopia e lo smaltimento in una discarica è comunemente utilizzato nelle regioni più popolate; tuttavia, ciò spesso richiede che la discarica ottenga autorizzazioni extra per lo smaltimento. La rimozione degli animali morti può essere risolta attraverso il trasporto diretto alle discariche, ma il servizio di ritiro deve essere un raccoglitore autorizzato. Se il processo è gestito correttamente, il conferimento in discarica può essere un'opzione adatta per lo smaltimento delle carcasse infettive nel caso un focolaio sia in atto, ma una gestione impropria può rappresentare un grave rischio biologico sia per gli animali che per l'uomo. Il trasporto di campioni di grandi dimensioni attraverso città o aree popolate può rappresentare una difficoltà aggiuntiva e si consiglia di farlo in un contenitore chiuso.

d. **Incenerimento:** i resti derivanti dalla necropsopia potrebbero anche essere smaltiti presso un'azienda di incenerimento, che potrebbe essere considerata una soluzione di smaltimento dei rifiuti rispettosa dell'ambiente. L'incenerimento delle carcasse è in generale il metodo più costoso di tutti i metodi di smaltimento. In alcune zone: il costo può variare da 50 cent a 1 €/kg. Inoltre, attrezzature specifiche e personale specializzato per operare in sicurezza nel separare le diverse parti della carcassa e ridurre gli sforzi. D'altra parte, il recupero dei resti di scheletri per i musei potrebbe aiutare a risparmiare fino al 15% sulle spese per lo smaltimento. Ci sono diversi esempi in Italia, con la quasi totalità delle balene spiaggiate trasportate in discarica o incenerite poiché considerate possibilmente affette da malattie infettive (es. Morbillivirus e Brucella spp.).

e. **Compostaggio/rendering:** compostaggio/rendering: c'è un interesse crescente per il compostaggio di mammiferi marini spiaggiate, utilizzando una metodologia simile a quella impiegata per le carcasse di bestiame. Maggiori informazioni possono essere trovate sui principi generali di questo sistema di compostaggio su <http://compost.css.cornell.edu/naturalrenderingFS.pdf>. Si noti, tuttavia, che molti paesi è vietata la vendita di prodotti derivati dai cetacei e questo può includere compost o biodiesel dal processo di rendering (per maggiori informazioni vedere CITES: <https://cites.org/>). Pertanto, gli impianti commerciali possono essere riluttanti ad accettare le carcasse di cetacei. In tale contesto, dovrebbe anche essere enfatizzato il fatto che, a causa delle normative applicate per ridurre al minimo il rischio di esposizione umana e animale agli agenti prioni, ad es. l'agente eziologico dell'encefalopatia spongiforme bovina (BSE), carne e farina di ossa derivata da qualsiasi specie (sia di mammiferi che di uccelli) non può essere utilizzata per l'alimentazione degli animali.

f. **Smaltimento in mare:** il traino della carcassa rimane in mare aperto è un'opzione per gli esemplari più grandi, ma è necessario prestare attenzione per

garantire che la carcassa affondi per evitare che rappresenti un pericolo per la navigazione o per evitare la riemersione del materiale a terra. L'unico punto possibile per fissare un'ancora è al peduncolo (parte del corpo a cui si attacca la coda). Nelle aree con forti correnti marine, l'ancoraggio in mare aperto potrebbe non essere un'opzione percorribile, o sarebbe necessario trovare un'area riparata per raggiungere questo obiettivo. Infatti, quando parti di balene ancorate in decomposizione si staccano, possono diffondersi e arrivare a riva in diverse località. Anche se l'affondamento delle carcasse è citato come una delle possibili opzioni, la ricerca mostra che la quantità di peso, o la dimensione di un buco, nell'animale necessario per farlo diventare negativamente galleggiante rende questa un'opzione irrealistica. Carcasse di balene più piccole in buone condizioni (inferiori o uguali a 5 metri) possono essere idonee al traino dalle spiagge, ma solo dove si trovano nella wash zone. Carcasse di qualsiasi dimensione complicate da portare a terra sono difficili da riportare in acqua e il rischio per il personale che intraprende questa attività è considerevole. In questo caso, è preferibile trainare la carcassa di balena in un punto di terra in cui possa essere rimossa in modo efficiente per lo smaltimento in discarica. Può anche essere possibile il traino di balene più piccole al largo, ma è preferibile la rimozione dall'ambiente marino dove smettono di diventare un rischio per la riemersione o di diventare un pericolo per la navigazione. Le grandi balene, come le balenottere comuni, possono pesare meno di una tonnellata da neonato, fino a 40 tonnellate per gli adulti che misurano da 12 a 16 metri. Trainare queste carcasse di balene più grandi una volta che sono sul litorale è molto problematico e potenzialmente pericoloso. Se la carcassa è in uno stato di decomposizione avanzata, è probabile che il traino dalla spiaggia fallisca. Le preoccupazioni principali per questa pratica sono legate, come già accennato, a costi e problemi logistici: in un esperimento organizzato rispettivamente Sagamy Bay (Giappone, 2012) condotto per studiare le comunità locali che si sviluppano sulla carcassa di balena, un capodoglio lungo 4,6 m (1,2 tonnellate) è stato affondato utilizzando 2 blocchi di cemento per un peso totale di 2,8 tonnellate. Nel 2011 è stato utilizzato un rapporto balena:pesi cemento 1:1 anche in una balenottera comune arenata lungo la costa toscana.

Fasi di gestione della carcassa in mare

In caso di carcasse di grandi cetacei che possono rappresentare un ostacolo per la navigazione e un problema di salute pubblica, ci sono vari passaggi da considerare sia in mare (M) sia a terra (T). Di seguito elenchiamo i vari passaggi e citiamo i differenti attori coinvolti, come definiti al punto "*Lista degli stakeholders*".

i. Notifica avvistamento

La notifica del rinvenimento di una carcassa galleggiante può essere effettuata da vari utilizzatori e generalmente viene effettuata alla Guardia Costiera competente e/o all'Autorità Portuale. In caso ciò non avvenga è opportuno che la Guardia Costiera venga avvisata per iniziare la procedura. Stakeholders A, B.

ii. Conferma avvistamento

La Guardia Costiera, una volta ricevuta la notifica, procede a un sopralluogo registrando a. la posizione, b. la direzione della carcassa, c. la specie e le dimensioni approssimative ed effettuando fotografie e video da poter condividere con la Rete Spiaggiamenti per le dovute conferme di specie e le eventuali prime informazioni operative. Dirama un avviso ai naviganti e avvisa gli Uffici della Guardia Costiera potenzialmente interessati all'evento. Stakeholders A, C.

iii. Decisione sul destino della carcassa

Le Autorità locali, sulla base delle proprie economie e competenze e dopo aver consultato tutti gli stakeholders, decidono il destino della carcassa, decidendo tra l'intervento per mettere in sicurezza la carcassa mediante traino in zona sicura oppure lasciarlo alla deriva previo spostamento rispetto alle rotte di traffico più frequentate. Tale decisione dipende anche dalla distanza dalla costa e da eventuali problemi sanitari. Stakeholders A, B, C, F, G, H, J.

iv. Opzione di non intervento

Tale opzione viene presa in considerazione solamente quando non ci sia la disponibilità economica, logistica e tecnica di trainare la carcassa a terra e/o le condizioni meteo-marine non lo consentano. Si può valutare in tale sede l'affondamento della carcassa. Tale opzione dovrebbe comportare la segnalazione della carcassa mediante sistemi visivi anche in condizioni notturne e/o lo spostamento rispetto alle rotte di traffico maggiormente frequentate. Se possibile si raccomanda di procedere a una segnalazione riguardante specie, dimensioni (almeno lunghezza massima), stato di decomposizione, direzione della carcassa, da comunicare alla Rete Spiaggiamenti. Si raccomanda di contattare i Centri Scientifici locali per valutare la possibilità di effettuare alcuni campionamenti di minima. A tali operazioni, a carico della Guardia Costiera o Autorità Portuale devono seguire un avviso ai naviganti e una comunicazione alle aree vicine ed eventualmente alle Autorità a terra. Stakeholders A, B, C, E, H.

v. Opzione di intervento

In caso le condizioni logistiche e l'accordo tra Enti preposti per le disponibilità economiche e tecniche, oltre alla presenza di condizioni meteo-marine ottimali, faccia propendere per la possibilità di gestire la carcassa a terra, si prevede un intervento in varie fasi che includono la sua movimentazione, l'esecuzione delle indagini e il successivo smaltimento. Tale opzione è auspicabile rispetto alla precedente, pur comportando una maggior complessità e utilizzo di risorse per a. ridurre i possibili rischi per la navigazione e quelli sanitari; b. gestire i costi di gestione; c. ottenere dati per la conservazione della specie. Nella fase di decisione, gli stakeholders coinvolti sono tutti quelli menzionati al punto "*Lista degli stakeholders*".

vi. Movimentazione

Questa fase richiede la definizione di un sito di ammaraggio di facile accesso per i mezzi di smaltimento e per le indagini, possibilmente dotato di acqua e superficie lavabile; la presenza

di uno o più mezzi per il rimorchio in sicurezza della carcassa; mezzi di sollevamento e spostamento della carcassa a terra. Le fasi di rimorchio, sotto il coordinamento della Guardia Costiera, deve avvenire in sicurezza cercando di assicurare la carcassa in almeno due punti, ovvero con una fascia dietro le pinne pettorali e legando con una cima di sicurezza alla coda. E' preferibile il traino con la parte rostrale avanti ma si lascia tale decisione agli operatori e alle condizioni specifiche. Ovviamente si raccomanda una velocità ridotta durante le fasi di traino. Stakeholders A, B, D, I.

In merito al sollevamento, si consiglia di utilizzare una rete da contenimento container o almeno 3 fasce posizionandole indicativamente cranialmente all'occhio, appena caudalmente alle pinne pettorali e in corrispondenza della regione genitale. Stakeholders B, D, I.

vii. Indagini

Le indagini possono iniziare quando è stata definita la modalità di smaltimento e il destino dello scheletro. Le indagini prevedono la raccolta dei dati e dei campioni biologici e patologici e la definizione della causa del decesso quando possibile, con attenzione al recupero dei segmenti ossei. Durante le operazioni è opportuno porre attenzione alla sicurezza ambientale (dispersione dei liquidi) e alla sicurezza degli operatori. Stakeholders: C, D, F, G, H.

viii. Smaltimento

Lo smaltimento, deciso durante la fase iii, avviene secondo le modalità previste nella sezione 2.3. E' possibile ridurre i costi optando per una scelta mista ovvero smaltimento utilizzando ditte autorizzate per i muscoli scheletrici, blubber e cute, sotterramento per gli organi interni, recupero museale dello scheletro. Stakeholders: E, F, G, I, J.

Lista degli stakeholders da coinvolgere in caso di carcassa galleggiante di grande cetaceo

In caso di carcasse di cetacei di grandi dimensioni, ci sono diversi passaggi da affrontare, sia in mare (M) che a terra (T). Tali passaggi sono coordinati secondo le risoluzioni ACCOBAMS 4.14 e 6.22 e coinvolgono vari attori da coinvolgere nelle varie fasi e che affrontano diversi aspetti della situazione di emergenza. In dettaglio, in tutti i paesi dell'area di Pelagos devono essere coinvolti i seguenti stakeholders qui sotto riportati con il rispettivo ruolo:

A. **Guardia Costiera (M):** assicura la comunicazione con i vari utilizzatori del mare e la sicurezza dei naviganti; avvisa le Autorità competenti e gli Enti scientifici da coinvolgere; valuta insieme ad altre autorità l'opzione affondamento della carcassa; coadiuva l'eventuale movimentazione della carcassa in mare.

B. **Autorità portuale (M):** da contattare se la carcassa è in prossimità del porto. Organizza le operazioni interne, facilita le comunicazioni con il traffico marittimo in supporto alla Guardia Costiera.

- C. **Rete Spiaggiamento (M&T):** i contatti locali della Rete Spiaggiamenti supportano le Autorità nelle decisioni fornendo indicazioni di tipo biologico, logistico e gestionale; raccolgono i dati relativi all'evento e compilano i database per segnalare l'evento.
- D. **Polizia e Vigili del Fuoco (M&T):** assicurano le comunicazioni a terra; definiscono l'area di intervento e la mettono in sicurezza; coadiuvano e supportano le operazioni di movimentazione della carcassa.
- E. **Autorità locali (municipalità, governi regionali/provinciali) (M&T):** hanno la responsabilità di gestione e va notificato l'evento; da contattare se previsto lo sbarco a terra per assicurare le autorizzazioni necessarie; coordinano gli aspetti legati allo smaltimento.
- F. **Servizi Veterinari Locali (T):** a terra, effettuano il primo rilievo sanitario; dispongono le modalità di smaltimento.
- G. **Agenzie Ambientali (M&T):** supportano le attività per gli eventuali monitoraggi ambientali, per i dati meteo-marini e per eventuali decisioni sulle modalità di smaltimento.
- H. **Università e Centri di Ricerca (M&T):** effettuano le indagini post-mortem e i prelievi necessari a rispondere ad aspetti sanitari e Direttive Europee/Internazionali.
- I. **Imprese private con capacità di muovere grandi volumi (M&T):** possono essere coinvolte in caso di necessità di movimentazione in mare (traino, sollevamento) o a terra (sollevamento, carico/scarico, movimentazione).
- J. **Musei (T):** vengono coinvolti nel caso in cui si decida per portare a terra la carcassa per recuperare lo scheletro e ridurre gli eventuali costi di smaltimento.

Sarebbe molto utile e auspicabile avviare un processo di comunicazione tra diversi paesi, governi ed esperti. L'obiettivo dell'avvio di questo processo è di evitare l'uso della comunicazione solo come semplice reazione a una crisi. Va infatti considerato come uno strumento per superare le difficoltà, prima che diventino vere e proprie situazioni di crisi. In un processo transfrontaliero dovrebbe essere chiaro che la comunicazione del rischio richiede un approccio diversificato che tenga conto dello sviluppo tecnologico, delle abitudini istituzionali, culturali e sociali. Inoltre, va considerato che potrebbe esserci una grande differenza tra ciò che dovrebbe essere fatto in ogni diverso evento di spiaggiamento e il modo in cui le persone

incaricate di intervenire determinano ciò che dovrebbe essere fatto. In questo modo una procedura di comunicazione condivisa tra Paesi, governi ed esperti, potrebbe dare la possibilità di condividere meglio le informazioni e prevenire così le crisi in caso di emergenze che coinvolgono cetacei con rischi di impatti transfrontalieri.

Considerando lo scenario generale, il processo di comunicazione dovrebbe seguire uno schema formale per le questioni principali e utilizzare il canale di comunicazione informale, ad esempio le telefonate, solo per condividere notizie operative. La principale differenza tra comunicazione formale e informale è che la prima lascia una traccia, ha meno rischi di interpretazioni errate e permette di diffondere il messaggio a più attori potenzialmente coinvolti.

Bibliografia

Allison P.A., Smith C., Kukert H., Deming J. and Bennett J. (1991). Deepwater taphonomy of vertebrate carcasses: a whale skeleton in the bathyal Santa Catalina Basin. *Paleobiology* 17, 78–89.

Bernaldo de Quirós Y., Seewald J.S., Sylva S.P., Greer B., Niemeyer M., Bogomolni A.L., et al. (2013). Compositional discrimination of decompression and decomposition gas bubbles in bycaught seals and dolphins. *PLoS One* 8: e83994.

Bernaldo de Quirós Y., Hartwick M., Rotstein D. S., Garner M.M. and Bogomolni A. (2018). Discrimination between bycatch and other causes of cetacean and pinniped stranding. *Dis. Aquat. Org.* 127, 83–95.

Bogomolni A.L., Pugliares K.R., Patchett K., Herzig S.M., Harry C.T., LaRocque J.M., et al. (2010). Mortality trends of stranded marine mammals on Cape Cod and Southeastern Massachusetts between 2000-2006. *Dis. Aquat. Org.* 88, 143–155.

Epperly S., Braun J., Chester A., Cross F., Merriner J., Tester P., et al. (1996). Beach strandings as an indicator of at-sea mortality of turtles. *Bull.Mar. Sci.* 59, 289–297.

Geraci J.R., Anderson D.M., Timperi R.J., St-Aubin D.J., Early G.A., Prescott J.H., et al. (1989). Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) fatally poisoned by dinoflagellate toxin. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46, 1895–1898.

Hart K.M., Mooreside P. and Crowder L.B. (2006). Interpreting the spatiotemporal patterns of sea turtle strandings: going with the flow. *Biol. Conserv.* 129, 283–290.

Hays G.C., Broderick A.C., Godley B.J., Luschi P. and Nichols W.J. (2004). Tracking turtles to their death. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 283, 299–300.

Leeney R.H., Amies R., Broderick A., Witt M.J., Loveridge J., Doyle J., et al. (2008). Spatio-temporal analysis of cetacean strandings and bycatch in a UK Fisheries hotspot. *Biodivers. Conserv.* 17, 2323–2338.

Moore M.J., Bogomolni A.L., Dennison S.E., Early G., Garner M.M., Hayward B.A., et al. (2009). Gas bubbles in seals, dolphins and porpoises entangled and drowned at depth in gill nets. *Vet. Pathol.* 46, 536–547.

Moore M., Hammar T., Arruda J., Cramer S., Dennison S., Montie E.W., et al. (2011). Hyperbaric computed tomographic measurement of lung compression in seals and dolphins. *J. Exp. Biol.* 214, 2390–2397.

Moore M.J., Mitchell G.H., Rowles T.K. and Early G. (2020) Dead Cetacean? Beach, Bloat, Float, Sink. *Front. Mar. Sci.* 7:333.

Nowacek D.P., Johnson M.P., Tyack P.L., Shorter K., McLellan W.A. and Pabst D.A. (2001). Buoyant balaenids: the ups and downs of buoyancy in right whales. *Proc. R. Soc. Lond. B* 268, 1811–1816.

Peltier H., Authier M., Deaville R., Dabin W., Jepson P.D., van Canneyt O., et al. (2016). Small cetacean bycatch as estimated from stranding schemes: the common dolphin case in the northeast Atlantic. *Environ. Sci. Policy* 63, 7–18.

Peltier H., Dabin W., Daniel P., Van Canneyt O., Dorémus G., Huon M., et al. (2012). The significance of stranding data as indicators of cetacean populations at sea: modelling the drift of cetacean carcasses. *Ecol. Indic.* 18, 278–290.

Slijper E.J. and Pomerans A.J. (1962). *Whales*. London: Hutchinson.

Smith C.R., Glover A.G., Treude T., Higgs N.D. and Amon D.J. (2015). Whalefall ecosystems: recent insights into ecology, paleoecology, and evolution. *Annu. Rev. Mar. Sci.* 7, 571–596.

Tonnessen J. and Johnsen A. (1982). *The History of Modern Whaling* C. London: Hurst and Company.

Woodcock A.H. and McBride A.F. (1951). Wave-riding dolphins. *J. Exp. Biol.* 28, 215–217.