Informe final* del Proyecto DE008 Diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, Golfo de California: bases científicas para una nueva área de observación turística de mamíferos marinos

Responsable: Dra. Gisela Heckel Dziendzielewski

Institución: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Dirección: Carretera Tijuana-Ensenada Km 104, Ensenada, BC, , México

Correo electrónico: gheckel@cicese.mx

Teléfono/Fax: Tel. 01-646-175 05 00, ext. 22110

Fax 01-646-174-47-29

Fecha de inicio: Febrero 28, 2005 Fecha de término: Noviembre 8, 2006

Principales

resultados: Cartografía, Hojas de cálculo, Informe final

Forma de citar** el informe final y fotografías:

Heckel, G. 2006. Diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, Golfo de California: bases científicas para una nueva área de observación turística de mamíferos marinos. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. **Informe final**

SNIB-CONABIO proyecto No. DE008 México D. F.

Forma de citar Hoja

de cálculo

Heckel, G. 2006. Diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, Golfo de California: bases científicas para una nueva área de observación turística de mamíferos marinos. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. **Hoja de cálculo**

SNIB-CONABIO proyecto No. DE008. México. D. F.

Resumen:

El Golfo de California es un área excepcionalmente rica en especies de fauna marina, entre otras. El Canal de Ballenas y la Bahía de los Ángeles, en particular, albergan una alta diversidad de mamíferos marinos, en especial cetáceos, muy probablemente por su alta productividad biológica, resultado de la oceanografía del lugar. Durante los años 2003 y 2004 hemos realizado una investigación sobre la diversidad, distribución y abundancia de cetáceos, la cual continuaremos en 2005. Hemos registrado diez especies de cetáceos (cuatro de ballenas y seis de delfines, una de ellas nunca antes reportada ahí) en todas o algunas de las estaciones del año, en diferentes zonas del área de estudio. El objetivo de este proyecto es continuar en 2005 con la recolecta de datos, para estimar la abundancia y analizar la diversidad y distribución espacio-temporal de los cetáceos en Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles durante tres ciclos anuales (2003-2005). Esta línea de base nos permitirá proponer esta zona como área de observación turística de cetáceos, como alternativa económica para la comunidad y para aportar recomendaciones sobre conservación de cetáceos a los programas de maneio de áreas naturales protegidas existentes (APFF Islas del Golfo de California) y futuras (propuesta de "Reserva de la Biósfera Bahía de los Ángeles"). Realizaremos cuatro salidas de campo durante 2005 (15 días cada una) para navegar en embarcaciones menores y aplicar el método de transecto lineal para la estimación de abundancia. Se registrarán los avistamientos de los cetáceos y se fotografiarán las aletas dorsales, caudales o los costados (depende de la especie) para su identificación individual. Por lo tanto, esperamos dar una aportación significativa al conocimiento de cetáceos en una zona relativamente poco estudiada y a la conservación y uso sustentable de este importante recurso turístico en la región noroeste de México.

 ^{*} El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente
o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional
sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx

^{**} El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

Diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, Golfo de California: Bases científicas para una nueva área de observación turística de mamíferos marinos

Proyecto No. DE008 Informe final

Octubre 2006

CICESE

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. Departamento de Biología de la Conservación

Responsable del Proyecto:

Dra. Gisela Heckel Dziendzielewski Investigadora Km 107 Carretera Tijuana-Ensenada 22860 Ensenada, Baja California Tel. 01-646-175 05 00, ext. 22110

Fax 01-646-174-47-29

Correo electrónico: gheckel@cicese.mx

INDICE

RESUMEN	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS PARTICULARES	3
INTRODUCCIÓN	4
Antecedentes	6
MÉTODOS	7
Trabajo de campo	7
Análisis de datos	
Distribución temporal	8
Distribución geográfica	
Densidad y abundancia	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
Esfuerzo	11
ABUNDANCIA RELATIVA Y DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CETÁCEOS	11
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	12
MOVIMIENTOS Y FIDELIDAD AL SITIO	13
DENSIDAD Y ABUNDANCIA	14
PROPUESTA DE ÁREA DE OBSERVACIÓN DE BALLENAS	
AGRADECIMIENTOS	
LITERATURA CITADA	17
TABLAS Y FIGURAS	21

Resumen

El Canal de Ballenas y la Bahía de los Ángeles albergan una alta diversidad de mamíferos marinos, en especial cetáceos, muy probablemente por su alta productividad biológica, resultado de la oceanografía del lugar. Durante los años 2003 a 2005 realizamos una investigación sobre la diversidad, distribución y abundancia de cetáceos. Registramos diez especies de cetáceos (cuatro de ballenas y seis de delfines). El objetivo de este proyecto fue estimar la abundancia y analizar la distribución espacio-temporal de los cetáceos en Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles durante tres ciclos anuales (2003-2005). Completamos doce salidas de campo en total (marzo, mayo, julio y octubre, 15 días cada una), durante las cuales recorrimos el área de estudio en una embarcación menor en un total de 7999.28 km y 598.08 horas. Registramos 329 avistamientos de 10 especies de cetáceos y se fotografiaron las aletas dorsales para su identificación individual. Los índices de abundancia relativa mostraron que el delfín común de rostro largo (Delphinus capensis) es el cetáceo más abundante (335.90 animales/100 km recorridos), seguido por el tursión o tonina (Tursiops truncatus; 6.91), el calderón de aletas cortas (Globicephala macrorhynchus, 5.56), el rorcual común (Balaenoptera physalus, 4.08), el rorcual tropical (Balaenoptera edeni, 1.08), la orca falsa (Pseudorca crassidens, 1.02), el delfín de Risso (Grampus griseus, 0.54) la orca (Orcinus orca, 0.29), la ballena azul (Balaenoptera musculus, 0.07) y la ballena jorobada (Megaptera novaeangliae, 0.03). Los índices de abundancia relativa mostraron diferencias estadísticamente significativas entre especies (Kruskal-Wallis, H=255.04, g.l.=11, n=1020, p<0.0001). Se individualizaron mediante fotografías a 137 rorcuales comunes, 17 rorcuales tropicales, 5 ballenas azules, 1 ballena jorobada, 72 tursiones, 60 calderones, 37 delfines de Risso, 18 orcas, y 9 orcas falsas. El mapa de la distribución geográfica muestra que el rorcual común tiende a distribuirse en la parte central y sur del Canal de Ballenas, mientras que el rorcual tropical se encuentra dentro de la Bahía de los Ángeles. El delfín común se registró tanto en zonas costeras como oceánicas de la región. Se estimó la densidad y abundancia total de las cuatro especies con mayor número de avistamientos durante el periodo de estudio: D. capensis (4120, intervalo de confianza al 95%, IC = 1276-8881), B. physalus (39, IC=21-57), T. truncatus (385, IC=17-1508), B. edeni (50, IC=2-227). Con base en los resultados del presente estudio proponemos la creación de una nueva área de observación de ballenas en Bahía de los Ángeles, con las especificaciones de acuerdo a las Norma Oficial Mexicana NOM-131-ECOL-1998.

Objetivo general

Estimar la abundancia y analizar la diversidad y distribución espacio-temporal de los cetáceos en el Canal de Ballenas y la Bahía de los Ángeles, Baja California, durante tres ciclos anuales (2003-2005).

Objetivos particulares

- 1. Establecer la distribución geográfica y estacional de las especies de cetáceos en el Canal de Ballenas y la Bahía de los Ángeles, en el Golfo de California.
- 2. Estimar dos índices de abundancia relativa por especie: Número de animales por hora de navegación y por 100km recorridos.
- 3. Estimar la abundancia de cetáceos (número de animales por especie en el área de estudio de 2003 a 2005), mediante el método de transecto lineal.
- 4. Describir los movimientos de los cetáceos individualizados por medio de la técnica de fotoidentificación y su probable fidelidad al sitio.

- 5. Proponer a SEMARNAT la inclusión de Bahía de los Ángeles como área de observación de ballenas, mediante el diseño del "Aviso" correspondiente, de acuerdo a la NOM-131-ECOL-1998.
- 6. Emitir recomendaciones, a partir de la información generada, que contribuyan a la conservación de los cetáceos, en el marco de la legislación nacional y los programas de manejo de la región.

Introducción

En México, los cetáceos (ballenas y delfines) son el grupo de mamíferos marinos con la mayor diversidad y el Golfo de California es la segunda región del país, después de la costa occidental de la península de Baja California, con la mayor riqueza específica (65% de las especies reportadas en aguas mexicanas). Dentro del Golfo de California, la zona del Canal de Ballenas y la Bahía de los Ángeles, localizada en la costa este de Baja California, ha sido reconocida por la CONABIO dentro de la región marina prioritaria 13 (Complejo insular de Baja California), debido a su alta biodiversidad y que presenta amenazas para la misma (Arriaga et al., 1998). En el área de estudio de este proyecto (Figura 1) se han registrado de manera estacional o permanente 16 especies de cetáceos, 6 de las cuales corresponden a misticetos (ballenas) y 10 a odontocetos (delfines; Tabla 1). Cabe mencionar que todas las especies de misticetos y el cachalote (Physeter macrocephalus) están incluidas en el Apéndice I de CITES. Además, en la NOM-059-SEMARNAT-2001, todas las especies de cetáceos en México tienen, al menos, la categoría "bajo protección especial" (SEMARNAT, 2002). A pesar de la gran importancia de la zona para los cetáceos y que México demuestra su interés por conservar estas especies, únicamente durante los 1980s se realizaron estudios extensos sobre la diversidad, abundancia y distribución de especies en el Canal de Ballenas (Tershy et al., 1990, 1991 y 1993a; Breese y Tershy, 1993).

El Canal de Ballenas, área relativamente pequeña, soporta esta alta diversidad de cetáceos debido a la particular oceanografía del lugar (Millán-Núñez y Yentsch, 2000). Tiene la temperatura superficial del mar más baja y las mayores concentraciones de nutrientes en la superficie en el Golfo de California, lo cual sustenta la alta productividad primaria y secundaria a lo largo del año (Brinton *et al.*, 1986; Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991). Es por esto que los mamíferos marinos planctívoros y piscívoros tienen suficiente abastecimiento de alimento, aún durante eventos de El Niño (Tershy *et al.*, 1991).

A pesar de esta riqueza, los cetáceos en el Golfo de California enfrentan diversas problemáticas para su conservación. Como toda fauna, tienen que lidiar en su entorno natural con factores que propicien su viabilidad, tales como la búsqueda del alimento y de áreas óptimas para la reproducción, así como escapar de depredadores. Aunado a esto está la constante presencia de los humanos y los problemas que la interacción con sus actividades puede conllevar. Aunque en general se considera que el Golfo de California es uno de los lugares más prístinos del mundo, los humanos han habitado las islas y costas del Golfo de California desde hace aproximadamente 10,000 años (Bahre y Bourillón, 2002). Por lo tanto, es evidente que siempre ha existido la interacción entre humanos y cetáceos, de una u otra forma, y en la actualidad los problemas antropogénicos son múltiples y complejos.

Las costas de la región del Canal de Ballenas y la Bahía de los Ángeles son, comparadas con otras costas de Norteamérica, relativamente poco utilizadas para actividades humanas. Aún no existen grandes construcciones portuarias, apenas algunas rampas en el poblado de Bahía de los Ángeles son la infraestructura que ahí se encuentra actualmente. Sin embargo, la pérdida de hábitat para especies costeras, incluyendo a cetáceos como el tursión (Tursiops truncatus), es posible que ocurra en el futuro cercano, debido al proyecto turístico "Escalera Naútica Mar de Cortés" (Fonatur, 2001). Este megaproyecto contempla construir una marina para 1,800 embarcaciones en Bahía de los Ángeles, y esto probablemente propiciará la destrucción del hábitat de invertebrados y alterará zonas de reclutamiento de peces. En consecuencia, los cetáceos costeros no se acercarán a buscar alimento como lo hacen actualmente. Además, se prevé que este proyecto aumente en varios miles el número de embarcaciones que circularán en el Golfo de California, y en vista de que Bahía de los Ángeles será un parador náutico que conectará con el Océano Pacífico a través de un puente terrestre, ahí se concentrará mucho movimiento de embarcaciones de pequeña y mediana eslora. Actualmente se calcula que el tráfico náutico turístico en las costas de la península de Baja California es de unas 8,600 embarcaciones, y que esto puede aumentar a más de 50,000 con el megaproyecto (Fonatur, 2001). Es indudable que esto presenta una seria amenaza para muchas especies de cetáceos, pues la colisión con embarcaciones es una fuente potencial de daño directo. En otras regiones del mundo esto ha sido causa importante de mortalidad, por ejemplo de manatíes de Florida (Trichechus manatus latirostris; Reynolds, 1999) y de ballena franca del norte (Eubalaena glacialis) en el Atlántico norte (Katona y Kraus, 1999; Kenney, 2002).

Por otro lado, en el Golfo de California hay tráfico marítimo que emite contaminantes de los derivados de hidrocarburos (gasolina, diesel y aceite), los cuales, aunados a las descargas de pesticidas en zonas agrícolas, podrían representar una amenaza para la salud de los cetáceos. Estos compuestos químicos, conocidos como organoclorados, se acumulan a través de la cadena trófica en la grasa de los mamíferos, y se les ha relacionado con pérdida de capacidad reproductiva y disminución del sistema inmune (Tanabe *et al.*, 1994).

Los desechos sólidos también son una posible causa de muerte de cetáceos por su ingestión (Laist et al., 1999). Toneladas de este tipo de contaminante se vierten cada año desde embarcaciones, las poblaciones y en los campamentos de pescadores en las costas e islas (Bahre y Bourillón, 2002). Los vientos locales en Bahía de los Ángeles arrastran una gran cantidad de desechos al mar, sobre todo durante eventos breves e intensos con viento de tierra a mar. El Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California" instituyó un programa de empleo temporal desde el año 2003, donde los pobladores de Bahía de los Ángeles recorren las islas de la bahía y del Archipiélago de San Lorenzo. Recogen toneladas de basura durante aproximadamente dos meses al año, pero desafortunadamente el problema no termina (CONANP, 2003).

Por último, hay una importante interacción con las pesquerías. Los mamíferos marinos a veces son capturados y mueren o quedan con restos de artes de pesca en su cuerpo como resultado de las operaciones de pesca. A esto se denomina captura incidental, y ha sido un problema para muchas especies de cetáceos en todo el mundo (Northridge, 2002). La vaquita (*Phocoena sinus*) es probablemente uno de los cetáceos más amenazados por este tipo de interacción humana, pues se enmalla en las redes agalleras de malla grande (15-30.5cm) en el alto Golfo de California utilizadas para la pesca ilegal de totoaba (*Totoaba macdonaldi*; Rojas-Bracho y Taylor, 1999). Otras especies afectadas en el Golfo de California y que se encuentran en el Canal de Ballenas

son el delfín común de rostro corto (*Delphinus delphis*), el delfín común de rostro largo (*Delphinus capensis*) y el tursión (Vidal *et al.*, 1994; Zavala-González *et al.* 1994). Sin embargo, es poca la información que hasta el momento se tiene sobre el enmallamiento de cetáceos en la región del Canal de Ballenas y la Bahía de los Ángeles (Guzón, com. pers. 1). Por ejemplo, durante el año 2003, hubo un varamiento de aproximadamente 40 delfines comunes de rostro largo en Bahía San Rafael, que presumiblemente se habían enmallado en una red agallera (Santillán, com. pers. 2). Las redes de cerco, utilizadas en la pesca industrial de sardinas, también pueden estar causando enmallamientos de cetáceos, pero no se cuenta con información al respecto.

Antecedentes

El presente proyecto inició en 2003, para evaluar el estado actual (diversidad, distribución y abundancia) de las poblaciones de cetáceos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas. Hemos registrado diez especies de cetáceos: cuatro de misticetos y seis de odontocetos (Tabla 1). Hemos observado una alta variación espacio-temporal en la diversidad, distribución y abundancia de cetáceos. (Ladrón de Guevara y Heckel, 2004; Barbosa-Devéze, 2006). Incluso hemos tenido oportunidad de registrar al delfín de Risso (*Grampus griseus*), especie que no se había reportado en el Canal de Ballenas ni en la Bahía de los Ángeles (Barbosa-Devéze *et al.*, 2004).

El propósito inicial de este proyecto en 2003 fue contribuir con datos de línea de base a programas de manejo para áreas naturales protegidas en la región, como el Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California", la propuesta de una nueva área natural protegida en la región marina de Bahía de los Ángeles, Canal de Ballenas y Canal Salsipuedes (Danemann y Peynador, 2003; CONANP, 2005) y para la elaboración del Programa Regional de Protección a las Grandes Ballenas, establecido por SEMARNAT. Estos datos de línea de base consisten en la identificación del número de especies en la zona, su distribución geográfica, su abundancia relativa (número de animales por hora navegada y por 100km recorridos), y comparar ésta entre estaciones del año y entre años. Estos resultados se compararán con la única investigación de tres años, realizada a mediados de los años ochenta, que existe como antecedente (Tershy *et al.*, 1990, 1991 y 1993a; Breese y Tershy, 1993) El monitoreo a largo plazo de las poblaciones de cetáceos en el área de estudio nos permitirá detectar cambios en las poblaciones de cetáceos, aunque será difícil determinar si éstos se deben a efectos antropogénicos o naturales, porque estos factores interactúan.

Adicionalmente, durante nuestro trabajo de campo, nos percatamos del interés de la comunidad de Bahía de los Ángeles en nuevas actividades turísticas, como la observación de tiburón ballena. SEMARNAT emitió una normatividad para el desarrollo de esta actividad, y los prestadores de servicios que desean iniciar este negocio deben tramitar un permiso, lo cual ha ocurrido desde 2003. Por lo tanto, con base en nuestros datos de campo y la situación de la comunidad, identificamos que también la observación turística comercial de ballenas y delfines es incipiente y muy probablemente se desarrollará en el futuro cercano. Es bien sabido que el desarrollo de la actividad de observación de cetáceos, aunque presenta un gran potencial económico, puede afectar al recurso (en este caso, ballenas y delfines) y a las comunidades locales por un crecimiento descontrolado. Precisamente porque la actividad es incipiente, y para prevenir

¹ Ocean. Oscar Guzón, CICESE, Maestría en Ecología Marina.

² Biól. Oswaldo Santillán, PROFEPA, Subdelegación de Recursos Naturales, Ensenada, Baja California.

disturbios potenciales a las especies de cetáceos, es imprescindible que se inicie ya su regulación y manejo. En el presente proyecto, se contribuirá mediante la propuesta a SEMARNAT que Bahía de los Ángeles se considere un área de observación de ballenas, de acuerdo a la NOM-131-ECOL-1998 (SEMARNAP, 2000), ya que es urgente poner en evidencia un desarrollo turístico que podría volverse caótico, como por ejemplo en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, Loreto y Los Cabos, Baja California Sur. Además, en la Universidad Autónoma de Baja California se realizó un estudio sobre el potencial económico de la observación de mamíferos marinos en Bahía de los Ángeles en beneficio de la comunidad de Bahía de los Ángeles (Negrete-Cardoso, 2006).

El desarrollo de la observación de cetáceos puede ser sustentable en Bahía de los Ángeles. Los prestadores de servicios, muchos de ellos ya familiarizados con el turista porque se dedican a la pesca deportiva, al ofrecer la observación de ballenas como producto turístico tendrán la obligación de tramitar un permiso ante SEMARNAT. De esta manera se podrá controlar desde el principio el crecimiento de la actividad, y así las medidas de conservación empezarán antes de que ocurra una explosión de la misma.

Métodos

Trabajo de campo

El Canal de Ballenas y la Bahía de los Ángeles se encuentran en el noroeste del Golfo de California, entre las coordenadas 28°48'N y 29°33'N y 113°06'W y 113°48'W (Fig. 1).

Se realizaron en cuatro salidas de campo al año de 2003-2005, en cada una de las estaciones del año y en los mismos meses: marzo, mayo, julio y octubre. En 2003 y 2004 tuvieron una duración de 10 días cada una, y en 2005 de 15 días.

Los recorridos diarios duraron de 6 a 12 horas (dependiendo de las condiciones climáticas) y permitieron cubrir toda el área de estudio durante cada salida de campo (Fig.1). Para estimar la abundancia de mamíferos marinos en Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles de 2003 a 2005, se aplicó el método de transecto lineal (Buckland *et al.*, 2001). Para ello, el diseño del muestreo sistemático comprendió un juego de líneas rectas que se extendieron en zig-zag de costa a costa en el área (Fig. 1). Las líneas son perpendiculares a los contornos de profundidad para que la probabilidad de encontrar cetáceos sea aleatoria (Buckland *et al.*, 2001). La velocidad de la lancha fue de 15km/hr y se buscaron mamíferos marinos constantemente a simple vista y con binoculares 7x50 y 10x50. Los transectos en el Canal de Ballenas tuvieron una longitud promedio de 22km, por lo que se recorrieron en aproximadamente 90 minutos cada uno (si no hubo avistamientos). La tripulación estuvo compuesta por cuatro personas: el capitán o motorista y tres observadores. Uno iba en la proa, para no perder avistamientos sobre la línea del transecto, y dos más buscaron uno a cada lado de la embarcación. Éstos últimos también estuvieron a cargo de anotar los datos y manejar el GPS (Sistema de Posicionamiento Global) marca Garmin, con precisión de 15m.

Una vez avistado un grupo de cetáceos, la distancia a él se midió entre el punto de desvío del transecto (localización geográfica) y el punto del avistamiento, ambos registrados con GPS. También se midió el ángulo de salida del transecto con el GPS, ya que éste indica la dirección de

navegación en grados verdaderos. Al desviarse de la ruta del transecto, se registró la nueva dirección de navegación. Posteriormente, se hizo una resta angular (dirección de navegación del transecto menos dirección de navegación hacia el avistamiento) y así se obtuvo el ángulo de salida del transecto. Con estos datos se calculó la distancia perpendicular del avistamiento hacia el transecto, ya que ésta es la variable fundamental en el método de transecto lineal o muestreo de distancias (Buckland et al., 2001). Nos acercamos a los animales para identificar su especie, estimar el tamaño del grupo y tomar fotografías para su identificación individual (aleta dorsal en delfines, rorcuales comunes y tropicales; aleta caudal en ballena jorobada, costados en ballenas azul y gris; Hammond et al., 1990). Para ello utilizamos dos cámaras Canon AE-1 con telefotos Canon de 200 y 300 mm, y película blanco y negro Kodak Tri-X Pan, una cámara digital Canon EOS 10D con zoom-telefoto 200-400mm marca Tamron y una cámara digital Canon EOS 20D con zoom-telefoto 100-400mm marca Canon. La posición exacta del avistamiento se obtuvo por medio del GPS. Estos datos, además del tiempo de inicio y final del avistamiento, las condiciones ambientales (visibilidad, rapidez del viento en escala de Beaufort, nubosidad), y algunos patrones de comportamiento general se registraron en formatos. Asimismo, se registraron la temperatura superficial del mar con un termómetro de cubeta y la transparencia del agua con un disco de Secchi.

Al terminar de registrar los datos durante cada avistamiento, se regresó al punto de inicio del mismo, es decir, se regresó al transecto de donde se partió y se continuó por la misma línea. De esta manera se mantuvo la rectitud del transecto y el muestreo sistemático se continuó.

Análisis de datos

Distribución temporal

Los datos obtenidos en el campo y anotados en formatos se capturaron en una base de datos en Excel. Con los avistamientos obtenidos durante todas las horas de navegación (incluye transectos y recorridos hacia y entre ellos, a velocidades de 15km/h o más) se estimaron índices de abundancia relativa (número de animales por hora y por 100km de navegación) para compararlos con estudios previos (Breese y Tershy. 1993a; Silber *et al.*, 1994; Urbán y Flores, 1996). La distancia recorrida durante cada día se calculó con las posiciones geográficas obtenidas por medio del GPS, y por medio de la aplicación de la siguiente ecuación en una hoja de cálculo (Buckland *et al.*, 2001):

$$L = (60 \cdot \cos \left[sen(Lat_1) \cdot sen(Lat_2) + \cos(Lat_1) \cdot \cos(Lat_2) \cdot \cos(Lon_2 - Lon_{1}) \right] \cdot 1.852$$

Donde:

L = Longitud de la línea del transecto en kilómetros

 Lat_1 = Latitud en grados decimales del punto 1

 Lon_1 = Longitud en grados decimales del punto 1

 Lat_2 = Latitud en grados decimales del punto 2

 Lon_2 = Longitud en grados decimales del punto 2

Los índices de abundancia relativa de cada especie se promediaron por estación del año (primavera, verano, otoño e invierno) y por año. Se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para tres o más grupos con el fin de detectar diferencias significativas en la abundancia relativa de las especies por estación. También se utilizó esta prueba para detectar diferencias en la

abundancia relativa de las especies que se observaron. Las pruebas estadísticas se aplicaron para ambos índices de abundancia relativa, pero solamente se presentan los resultados para el índice por 100 km recorridos, ya que ambos mostraron resultados similares.

Distribución geográfica

Cartografía

Todos los avistamientos de las doce salidas de campo se localizaron en un mapa del área de estudio. Para ello se utilizaron los programas ArcGIS-ArcInfo 9.0, y se cumplió con los "Lineamientos para la entrega de cartografía digital e impresa 2004" de CONABIO. Para lograr que la distribución geográfica fuera lo más representativa posible, la cartografía está basada únicamente en los avistamientos de acuerdo al muestreo sistemático mediante transectos lineales, los cuales cubrieron el área de estudio de manera homogénea (Fig. 8). La zona norte del Canal de Ballenas no se cubrió con la misma intensidad, debido a su lejanía de nuestra base (poblado Bahía de los Ángeles), y porque las corrientes y el viento son más intensos e impredecibles que en el resto del área de estudio. Solamente en 2003 se intentó cubrir la línea más norteña entre la península y Ángel de la Guarda, lográndolo en sólo dos ocasiones. De la cartografía se eliminaron todos los avistamientos ocurridos durante las navegaciones desde el poblado (nuestra base) hacia las líneas de transecto o de regreso, ya que cubrieron con mucha intensidad la Bahía de los Ángeles y la costa de la península hacia el sur y hacia el norte. Además, estos recorridos se realizaron a velocidades superiores a los 15 km/h, que es la recomendada para la búsqueda de cetáceos (Buckland *et al.*, 2001).

Movimientos y fidelidad al sitio mediante fotoidentificación

Se revelaron los rollos fotográficos y se escanearon los mejores negativos (escáner para negativos marca Canon CanoScan FS4000US, con resolución de 4000 dpi. Se utilizó el software propio del scanner, en combinación con Adope Photoshop. Se guardaron en archivos de formato tif, tanto en disco duro como CDs, junto con las fotografías tomadas con las cámaras digitales. Se individualizaron los organismos que presentaban marcas únicas y se les asignó un número de catálogo. Ejemplo: BP88D-050317-1506-189.

BP = iniciales del nombre de la especie (*Balaenoptera physalus*, en este caso)

88 = número de individuo

D = lado derecho

050313 = fecha de la fotografía, formato aammdd

1506 = hora de la fotografía

189 = número de avistamiento

En una hoja de Excel se anotaron los datos referentes a cada individuo: familia, género, especie, fecha, número de avistamiento, colector (fotógrafo), determinador, calificación determinación, taxónomo, colección, número de catálogo, dato restringido.

Mediante las recapturas (fotografías repetidas de un mismo individuo en fechas diferentes) de organismos individualizados, se analizaron los movimientos por especie en el área de estudio. Para cada individuo recapturado, se hizo un mapa preliminar en el programa Surfer en el que se trazaron líneas entre localidades. Finalmente, se generalizaron los movimientos en un mismo mapa.

La fidelidad al sitio de los cetáceos se define en este trabajo como la recurrencia de un individuo a la región de Bahía de los Ángeles en dos o más estaciones, ya sea de un mismo año o de años diferentes. Con base en las recapturas de los individuos se observó la frecuencia con la que regresaban a la zona de estudio, y con ello se estableció si hubo fidelidad al sitio.

Densidad y abundancia

La estimación de la abundancia (número de animales en el área de estudio de 2003 a 2005) de las especies de cetáceos se hizo de acuerdo a los métodos estadísticos de Buckland *et al.* (2001) y mediante el programa DISTANCE (Thomas *et al.*, 1998), basados en el muestreo de distancias mediante el transecto lineal.

Los avistamientos se dividieron en dos estratos: "Bahía de los Ángeles" y "Canal de Ballenas". La estratificación permite hacer estimaciones por separado en zonas que tienen características diferentes o que tuvieron diferente esfuerzo. Con ello se disminuye el sesgo y se mejora el coeficiente de variación. Los estratos en este estudio presentan perfiles batimétricos muy diferentes: BLA va de 0-200 m de profundidad en su parte más ancha (aproximadamente 11km), mientras que el Canal de Ballenas llega hasta 1000m de profundidad en menos de 10km longitudinales. Por otro lado, durante los días de navegación frecuentemente tuvimos que interrumpir la búsqueda en el Canal de Ballenas debido a que las condiciones ambientales (viento y oleaje) cambiaban repentinamente, pero continuábamos el esfuerzo en BLA. Por lo tanto, la densidad por estrato de cada una las especies (D_{ij}) se estimó con base en la siguiente ecuación:

$$D_{ij} = \frac{n_{ij} \cdot \hat{f}_i(0) \cdot \hat{E}(S_i)}{2 \cdot L_i \cdot g_i(0)}$$

Donde:

 n_{ii} = número de avistamientos de la especie i en el estrato geográfico j

 $f_i(0)$ = Densidad probabilística de avistamiento a distancia perpendicular cero de la especie i

 $\hat{E}(S_i)$ = Estimación del tamaño de grupo promedio de la especie i

 L_j = esfuerzo de búsqueda (longitud del transecto) en el estrato j

 $g_i(0)$ = Probabilidad de detectar un grupo directamente sobre la línea del transecto para la especie i.

La abundancia por especie (N_i) se estimó de la siguiente manera:

$$N_i = \sum_{j=1}^2 A_j D_{ij}$$

Donde:

 A_i = Tamaño del estrato geográfico j

 D_{ii} = Densidad de la especie i en el estrato j

La superficie del estrato BLA es de 148.91km² y la del estrato Canal de Ballenas es 1898.02km².

El ancho de banda podría ser la distancia máxima a la que pudimos detectar un avistamiento. Sin embargo, estos datos suelen sesgar la estimación de los animales que no se pudieron observar. Por lo tanto, Buckland *et al.* (2001) recomiendan hacer un análisis exploratorio de datos con histogramas de frecuencias de avistamientos, y elegir un modelo adecuado para la función de detección. Se truncaron hasta el 30% de los avistamientos más distantes de cada especie para mejorar el ajuste al origen. (Buckland *et al.*, 2001).

Para encontrar $f_i(0)$, se probaron modelos de media normal y uniforme con ajustes de coseno y polinomial simple para las distribuciones de frecuencias según Buckland *et al.* (2001) y con ayuda del programa DISTANCE (Thomas *et al.*, 1998). No se incluyeron modelos de clave de riesgo porque se ha mostrado que dan estimaciones altamente variables (Gerrodette y Forcada, 2005). Se seleccionó el mejor modelo de acuerdo al Criterio de Información de Akaike con corrección para tamaños de muestra pequeños (CIA_c, Hurvich y Tsai, 1989). En todos los casos el mejor modelo fue la media normal sin ajustes. Se supuso que todos los grupos sobre la línea del transecto podían ser detectados, es decir g(0)=1. Las densidades de todas las especies están basadas en esfuerzo de búsqueda con el estado del mar en Beaufort 3 ó menos. El tamaño de grupo promedio por especie se estimó mediante una regresión del logaritmo del tamaño de grupo sobre la función de detección g(x).

Para estimar los coeficientes de variación de la densidad y la abundancia se utilizó el remuestreo no paramétrico. El esfuerzo se dividió en cada una de las líneas recorridas (Fig. 1) y se remuestreó con reemplazo.

De acuerdo a los datos que recabamos de 2003 a 2005 y la frecuencia de avistamientos que obtuvimos, la función de detección y por lo tanto la densidad y la abundancia se pudieron estimar para cuatro especies: el rorcual común, el rorcual tropical, el delfín común de rostro largo y el tursión.

Resultados y Discusión

Esfuerzo

Se realizaron doce salidas de campo a Bahía de los Ángeles de 2003 a 2005 con un total de 85 días navegados. Se recorrieron 7999 km en 598 horas de esfuerzo de navegación (Tabla 2). El promedio diario fue de 94 ± 44.7 km (intervalo 13-275 km) y 7 ± 2.7 hs. (intervalo 1-12 hs.). Las diferencias en el esfuerzo entre estaciones se debieron a que las condiciones ambientales son más propicias durante primavera y otoño, ya que hay menos viento. En invierno predominan los vientos del norte y noroeste, mientras que en verano hay vientos del sur y sureste, lo cual nos impide salir a navegar o nos hace regresar después de pocas horas en el mar. El mayor esfuerzo en 2005 comparado con 2003 y 2004 se debió a que permanecimos más tiempo en el campo durante el último año (15 vs. 10 días) y a que en los primeros años dedicamos parte del esfuerzo a realizar arrastres de zooplancton como parte de un proyecto sobre hábitos alimentarios del rorcual común.

Abundancia relativa y distribución temporal de cetáceos

Se registraron un total de 329 avistamientos, divididos en cuatro especies de misticetos y seis de odontocetos (Tabla 3). La mayor cantidad de avistamientos se registró para *Balaenoptera*

physalus, seguida de Delphinus capensis, Balaenoptera edeni, Tursiops truncatus, Globicephala macrorhynchus, Balaenoptera musculus, Grampus griseus, Megaptera novaeangliae, Pseudorca crassidens y Orcinus orca.

Aún cuando la mayor cantidad de avistamientos correspondió al rorcual común, los índices de abundancia relativa por especie (número de organismos por hora y km de esfuerzo) mostraron que el delfín común de rostro largo es la especie más abundante (336 individuos por cada 100 km navegados). Esto se debe a que los odontocetos tienden a formar manadas mucho más grandes (Tablas 4 y 5).

La abundancia relativa fue significativamente diferente entre las especies (Kruskal-Wallis, H=255.04, g.l.=11, n=1020, p<0.0001), donde destaca que *Delphinus capensis* fue la más abundante de todas (Fig. 2).

La abundancia relativa entre los misticetos también mostró una diferencia significativa (Kruskal-Wallis, H= 91.16, g.l. 4, n=425, p< 0.00001). *B. physalus* fue la especie más abundante, seguida de *B. edeni*, *B. musculus* y *M. novaeangliae* (Fig. 3).

Por otro lado, al analizar la abundancia relativa de odontocetos, también se encontraron diferencias significativas (Kruskal-Wallis, H= 166.85, g.l. 6, n=595, p<0.0001), aunque se observó una mucho mayor abundancia de *D. capensis*, seguido de *T. truncatus*, *G. macrorhynchus*, *P. crassidens*, *G. griseus* y por último *O. orca* (Fig. 4).

En cuanto a la distribución temporal de las ocho especies, *B. physalus* y *B. edeni* se observaron en las cuatro estaciones, y sus máximos fueron en verano (Fig. 5). *B. musculus* también se observó en todas las estaciones, pero solamente en 2005. *D. capensis* fue más abundante en otoño, y *T. truncatus* en verano. *G. macrorhynchus* estuvo ausente en otoño (Fig. 5). Solamente *D. capensis* y *B. physalus* mostraron diferencias significativas en su distribución temporal (*D. capensis*: Kruskal-Wallis, H=34.14, g.l. 3, n=85, p<0.0001; *B. physalus*: H=12.26, g.l. 3, n=85, p=0.007).

Los resultados de nuestra investigación indican que las especies que se observan con mayor frecuencia son *B. physalus*, *B. edeni* y *D. capensis* (Ladrón de Guevara y Heckel, 2004; Ladrón de Guevara *et al.*, 2005; Barbosa-Devéze, 2006). Esto a su vez concuerda con las observaciones de Breese y Tershy (1993). Cabe destacar que en marzo de 2005 observamos por primera vez en nuestro estudio a la ballena azul (*B. musculus*), aunque ya había sido reportada por otros autores en la región de Bahía de los Ángeles (Tabla 1).

Distribución geográfica

En cuanto a la distribución geográfica, *B. physalus* se ha observado en todo el Canal de Ballenas (Fig. 6), excepto en el norte, aunque esto puede ser reflejo de la falta de esfuerzo en esa zona. El área de mayor concentración de avistamientos de esta especie se encuentra en la parte externa de la Bahía de los Ángeles, entre las islas Coronado y Piojo. Es probable que sea un área preferida de alimentación, ya que con frecuencia se observó a los rorcuales comunes alimentarse en superficie del eufáusido *Nyctiphanes simplex* (Ladrón de Guevara *et al.*, 2005). *B. edeni* se encontró principalmente en la zona entral y sur de la Bahía de los Ángeles, aunque hubo algunos

fuera de la Bahía, cercanos a la costa hacia el sur. Los avistamientos de *B. musculus* ocurrieron en zonas muy separadas entre sí, aunque siempre relativamente cercanos a la costa de la península o de la Isla Ángel de la Guarda. *M. novaeangliae* se observó en una sola ocasión en el Canal de Ballenas, a aproximadamente 5 km de la costa de Isla Ángel de la Guarda. En cuanto a los odontocetos, *D. capensis* se localizó en el centro-sur de la bahía y en todo el canal, tanto en zonas costeras como en aguas profundas. *Tursiops truncatus* se ubicó dentro de la bahía, a unas decenas de metros de la costa y cerca del poblado de Bahía de los Ángeles. Hubo solamente tres avistamiento en el Canal de Ballenas, dos muy costeros y uno en el centro del canal En cambio, *G. macrorhynchus* solamente se encontró en el canal, generalmente en aguas muy profundas, y en dos ocasiones cerca de la costa de Isla Ángel de la Guarda. *G. griseus* se reportó por primera vez en esta zona en 2004 (Barbosa-Devéze *et al.*, 2004), y se observó nuevamente en 2005 en tres ocasiones, dos en el centro del canal y un solo individuo joven en la zona más al sur de Bahía de los Ángeles. Probablemente se trataba de un juvenil que había sido rescatado de vararse pocas horas antes muy cerca del poblado (Barbosa-Devéze, 2006; Fig. 6).

Movimientos y fidelidad al sitio

En lo que se refiere a la fotoidentificación, de 2003 a 2005 se individualizaron 356 organismos de nueve especies: 137 *Balaenoptera physalus*, 17 *Balaenoptera edeni*, 5 *Balaenoptera musculus*, 1 *Megaptera novaeangliae*, 72 *Tursiops truncatus*, 60 *Globicephala macrorhynchus*, 37 *Grampus griseus*, 18 *Orcinus orca* y 9 *Pseudorca crassidens*.

De los 137 individuos de B. physalus, 27 se fotografiaron en dos o más ocasiones. Todas estas ballenas se movieron entre el Canal de Ballenas (desde la Isla Ángel de la Guarda y el centro del canal) y la zona occidental de la bahía (entre las islas Piojo, Coronado y Ventana), y hacia el sur (Fig. 7). El área entre Isla Coronado y la costa (Canal Coronado) y en el triángulo que forman Coronado, Piojo y Ventana, es una zona preferida para alimentación. Nueve individuos se han observado alimentándose en superficie ahí. Cinco individuos más realizaron movimientos hacia o de Bahía Las Ánimas, y solamente cinco individuos se observaron con movimientos hacia la zona más interna de Bahía de los Ángeles (entre el poblado y las islas Ventana y Cabeza de Caballo). En cuanto a los movimientos temporales, observamos que dos individuos fueron fotografiados en 2003 y nuevamente en 2005, en diferentes estaciones (invierno, primavera, verano, otoño). La mayor cantidad de recapturas se logró en primavera de 2005, aunque los individuos eran fotografiados indistintamente en otras estaciones anteriores o posteriores, ya sea en 2004 o 2005. Por lo tanto, en general se puede apreciar que hay cierta fidelidad al sitio, ya que los individuos retornan al área de estudio (o permanecen en ella) en todas las estaciones del año y en diferentes años. Hubo seis individuos que se fotografiaron en estaciones consecutivas de un mismo año (primavera y verano 2004, invierno y primavera 2005), lo cual podría ser indicativo de permanencia en el área. Tal como en los resultados de distribución temporal, en el análisis de organismos fotoidentificados también se observó una preferencia por las estaciones de primavera y verano, probablemente relacionado con una mayor abundancia de alimento que en el resto del Golfo de California.

De los 17 individuos de *B. edeni*, siete tuvieron dos o más fotografías. Todos se movieron principalmente en la zona centro de Bahía de los Ángeles, entre el poblado y las islas Ventana y Cabeza de Caballo, y en el sur de la misma bahía. Tres individuos (dos de ellos en una pareja madre-cría) se registraron con movimientos de y hacia Bahía Las Ánimas. En vista de que para

los siete individuos se obtuvieron recapturas en diferentes temporadas y años, se puede concluir que hay una cierta fidelidad al sitio. Con más esfuerzo de observación, esto se podrá confirmar.

En cuanto a *T. truncatus*, solamente dos de los 72 individuos presentaron recapturas, ambos se movieron solamente en la zona centro de Bahía de los Ángeles, entre el poblado y las islas Ventana y Cabeza de Caballo. Uno de los individuos fue observado con diferencia de dos años, lo cual también puede ser indicador de cierta fidelidad al sitio. Para obtener una mayor cantidad de recapturas de esta especie en el futuro, será necesario enfocar el esfuerzo a las zonas someras de la bahía.

Se lograron recapturas para solamente seis individuos de *G. macrorhynchus*, y todos se encontraron en el Canal de Ballenas, lo cual confirma los hábitos oceánicos de esta especie. Cinco fueron recapturados en diferentes estaciones de 2005 (invierno y primavera), mientras que uno se fotografió en verano de dos años diferentes (2004 y 2005).

Estos resultados indican que la región de Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas son importantes para los individuos de al menos cuatro especies de cetáceos, ya que se les observó en distintos lugares, estaciones y años diferentes. Es muy probable que esta recurrencia al sitio se deba a la disponibilidad de alimento. Aunque se observaron crías y jóvenes de todas las especies, no se puede considerar una zona de reproducción, ya que no se observó comportamiento reproductivo ni temporadas definidas con mayor cantidad de crías de cualquier especie.

Densidad y abundancia

El estudio cubrió una distancia lineal total de búsqueda en transecto de 3153.76 km (825.22 km en BLA, 2328.5 km en Canal de Ballenas) (Fig. 8). Se presentan los datos y especificaciones para la estimación de la probabilidad de detección f(0) y el tamaño promedio de grupo E(S) para cuatro especies de cetáceos: B. physalus, B. edeni, D. capensis y T. truncatus (Tabla 6). Se utilizaron de 8 a 77 avistamientos obtenidos en esfuerzo de búsqueda de acuerdo al método del muestreo por distancias. Las estimaciones de densidad y abundancia (con intervalos de confianza al 95%) por especie se presentan por cada estrato geográfico y total (Tabla 7). Los coeficientes de variación son altos en general, lo cual se esperaba debido al pequeño tamaño de muestra.

La especie más abundante fue *D. capensis*, seguida por *T. truncatus*, *B. physalus* y *B. edeni*. Estos resultados coinciden con lo reportado por Gerrodette y Palacios (1996), la única estimación de abundancia mediante el método de transecto lineal que se ha realizado en el Golfo de California. Nuestra área de estudio cubre solamente una fracción de todo el golfo, por lo que las estimaciones de abundancia que ellos presentan son un orden de magnitud más altos que las nuestras (*D. capensis*: 61976, *T. truncatus*: 33799, *B. physalus*: 820, *B. edeni*: 564; Gerrodette y Palacios, 1996). En cambio, en los valores de densidad nuestras estimaciones son un orden de magnitud mayores. Esto probablemente se debe a distintos métodos de observación en el campo: Gerrodette y Palacios (1996) utilizaron barcos donde los observadores se encontraban a 11 m sobre el nivel del mar (nosotros en la panga estamos a máximo 2 m de altura), por lo que su ancho de banda efectivo es más amplio (de 2 a 4 km, nosotros de 300 a 1200m). Por lo tanto, la superficie que cubrieron es más grande, y al estimarse la densidad (número de animales por kilómetro cuadrado), el valor resulta más pequeño que el nuestro.

Consideramos que los resultados de esta investigación sobre abundancia y distribución espaciotemporal de cetáceos en la región de Bahía de los Ángeles pueden servir como base para su
monitoreo. Los cetáceos tienden a cambiar su distribución de acuerdo a fluctuaciones
estacionales e interanuales en las condiciones oceanográficas (Reilly y Fiedler, 1994). El Canal
de Ballenas, en particular, parece servir de refugio a los cetáceos durante años con eventos de El
Niño (Tershy *et al.*, 1991), ya que es la región que conserva las temperaturas más bajas y la
productividad biológica más alta en todo el Golfo de California (Álvarez-Borrego y Lara-Lara,
1991). La creación de la Reserva de la Biósfera Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas y
Salsipuedes (CONANP, 2005) contará con esta información de línea de base para incluirla en su
programa de manejo y establecer un plan de monitoreo para estos importantes indicadores de la
salud de los ecosistemas.

Propuesta de área de observación de ballenas

La Norma Oficial Mexicana NOM-131-ECOL-1998 (SEMARNAT, 2000), establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas. En su apartado 4.2 establece que cada año SEMARNAT publicará en el Diario Oficial de la Federación, un Aviso con base en la información y estudios disponibles mediante el cual comunicará las áreas de observación de ballenas, las zonas sujetas a control y restringidas, la duración de la temporada, la capacidad de carga, los tiempos de permanencia de las embarcaciones, los sitios de embarque y los distintivos a utilizar. Debido a que durante esta investigación observamos que en Bahía de los Ángeles los prestadores de servicios turísticos ya empiezan a ofrecer el avistamiento de cetáceos como atractivo, consideramos que es urgente que se haga oficial el establecimiento de una nueva área de observación de ballenas. Esto con el fin de minimizar el impacto que se pueda causar en los cetáceos en la zona, ya que en una zona de control de un área de observación de ballenas se restringe el acceso al recurso mediante permisos. Como beneficio adicional, también de acuerdo a la NOM, los prestadores de servicios reciben capacitación de SEMARNAT para realizar las maniobras de acercamiento y observación de acuerdo a la NOM mencionada. En un contexto más amplio, también reciben información sobre la biología de las especies de ballenas, lo cual los mismos prestadores de servicios en Bahía de los Ángeles han solicitado a las autoridades, instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales que han tenido presencia en la zona.

Con base en lo anterior, a continuación se detallan los puntos que podría cubrir un Aviso donde se incluyera a Bahía de los Ángeles como área de observación de ballenas.

1. Área de observación de ballenas.

De acuerdo a los resultados de la presente investigación sobre la localización geográfica de los cetáceos, así como la accesibilidad para los turistas y prestadores de servicios a la Bahía de los Ángeles, proponemos que la futura área de observación de ballenas, como lo define la NOM-131-ECOL-1998, comprenda la poligonal de la futura Reserva de la Biósfera (Tabla 1 y Figura 1 del "Estudio Previo Justificativo", CONANP, 2005). La zona de control, es decir, la zona específica donde solamente se podrá realizar la actividad mediante un permiso otorgado por SEMARNAT, se propone sea un polígono que comprende las aguas de Bahía de los Ángeles, desde la costa en la localidad conocida como El Cardón, hacia las puntas noreste de Isla Coronado e Isla Piojo, hasta Punta El Pescador (Fig. 9, Tabla 8).

2. Temporada

En cuanto a la temporada para realizar la actividad, se recomienda que sea en las estaciones de primavera, verano y otoño (21 de marzo al 20 de diciembre), ya que en invierno la presencia de cetáceos es muy escasa y las condiciones de navegación son difíciles. En primavera se podría aprovechar principalmente la observación del rorcual común y el rorcual tropical, en verano también se presentan el tursión y el delfín común de rostro largo, mientras que en otoño el atractivo serían las grandes manadas de delfines comunes de rostro largo. En todas estas estaciones, ocasionalmente se podrían observar las demás especies reportadas (Tabla 1).

3. Lugar de embarque.

En el poblado de Bahía de los Ángeles se encuentran los prestadores de servicios turísticos, así como autoridades competentes para la supervisión de la actividad turística. Por lo tanto, el embarque se llevaría a cabo en las rampas del poblado.

4. Capacidad de carga.

Para poder establecer la capacidad de carga, es decir, el número máximo de embarcaciones permitido en la zona de control, es necesario realizar estudios sobre los efectos de las embarcaciones en las especies más abundantes de la región de la Bahía de los Ángeles. La capacidad de carga se ha establecido mediante diferentes estudios para la ballena gris en sus áreas de reproducción (San Ignacio, Guerrero Negro y Bahía Magdalena, B.C.S.).

5. Tiempo de permanencia por tipo de embarcación para la zona de control.

Para establecer esta especificación igualmente es necesario realizar estudios sobre el tiempo que un grupo de cetáceos tolera una embarcación antes de modificar su comportamiento. Sin embargo, para iniciar con algún tipo de regulación, se pueden seguir las prácticas que se llevan a cabo en las zonas de observación de ballena gris, donde dos embarcaciones permanecen a 30 m del grupo de cetáceos durante 15 minutos, mientras otras las esperan a 80 m. Estas distancias están establecidas en la NOM y fueron diseñadas para ballena gris. Sin embargo, es importante investigar si estas distancias mínimas son aplicables también a los rorcuales y los delfines en Bahía de los Ángeles.

Finalmente, cabe mencionar que la NOM-131-ECOL-1998 especifica que su aplicación es para las ballenas (cetáceos del suborden Mysticeti) que se distribuyen en México. Esto implica que la observación turística de los delfines (cetáceos del suborden Odontoceti) no está sujeta a regulación, aunque todas las especies de delfines están bajo protección especial según la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002). Aún así, es urgente el inicio de un proyecto para regular la observación turística de delfines, ya que existen diversas modalidades en México cuya vigilancia es escasa y, además, siguen en aumento. Estas modalidades son la observación y el nado con delfines en vida libre, y el nado con delfines en cautiverio, donde esta última incluye la llamada "delfinoterapia".

Agradecimientos

Para la elaboración de la cartografía y la estimación del área de los estratos geográficos, se contó con el valioso apoyo del M. en C. José María Beltrán, Centro Pronatura de Información para la Conservación del Noroeste (CPIC-Pronatura Noroeste-Mar de Cortés, Ensenada, Baja California), quien a su vez estuvo financiado por el Conservation GIS Leadership Program a través del proyecto 'Conservation GIS: Information for Conservation in the Northwest of

Mexico'. La Oc. Alejandra Baez fue de gran ayuda en todo el trabajo de gabinete (fotoidentificación, bases de datos, mapas y mil tareas más). En el campo contamos con la valiosa ayuda de la Biól. Isabel Fuentes Allen, encargada de la Oficina Local en Bahía de los Ángeles del Área de Protección de Fauna y Flora "Islas del Golfo de California". El Sr. José Arce Smith ha sido nuestro capitán de navegación desde 2003, y gracias a su gran experiencia y conocimiento del área hemos conseguido recolectar una apreciable cantidad de datos y la seguridad de regresar siempre a salvo, a pesar de los innumerables y repentinos cambios en las condiciones meteorológicas del Canal de Ballenas. Ayudaron en las observaciones de campo y captura de datos: A. Baez, A. López, D. Lubinsky, E. Bravo, E. Morteo, F. Lafarga, G. Espinosa de los Reyes, G. Gómez, G. Smith, H. Pérez, I. Fuentes, J. Arce, L. Barbosa, L. Enríquez, L. del Toro, M. Guerrero, M.E. Rodríguez, O. Espinoza, O. Guzón, P. Ladrón de Guevara, R. Mendoza, S. Rodríguez de la Gala y Y. Schramm. Pronatura Noroeste-Mar de Cortés (G. Danemann) nos permitió utilizar el "Centro Comunitario Pronatura" en Bahía de los Ángeles. La investigación se realizó al amparo de las autorizaciones Nos. SGPA/DGVS/00510 del 24.1.2003, SGPA/DGVS/01640 del 25.2.2004 y SGPA/DGVS/02043 del 3.3.2005 de la Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT. El financiamiento fue proporcionado por International Community Foundation (2003), Fundación Internacional de la Comunidad (2004), por CONABIO (2005-Proyecto DE008/2005) y complementado por CICESE en los tres años.

Literatura citada

- Álvarez-Borrego, S. y R. Lara-Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. P. 555-567. En: J.P. Dauphin y B.R. Simoneit (eds). The Gulf of California and Peninsular Province of the Californias. American Association of Petrology and Geology, Memoir 47.
- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Bahre, C.J. y L. Bourillón. 2002. Human impact in the midriff islands. P. 383-406. En: T.J. Case, M.L. Cody y E. Ezcurra (eds.). A New Island Biogeography of the Sea of Cortés. Oxford University Press. Oxford, Gran Bretaña.
- Barbosa-Devéze, L. 2006. Diversidad y distribución espacio-temporal de odontocetos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, B.C. Tesis de maestría en Ecología Marina. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California. 84 pp.
- Barbosa-Devéze, L., G. Heckel, P. Ladrón de Guevara y E. Morteo. 2004. Avistamientos del delfín de Risso, *Grampus griseus*, en el Canal de Ballenas, Baja California. XXIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo 2004, La Paz, B.C.S.
- Breese, D. y B.R. Tershy. 1993. Relative abundance of Cetacea in the Canal de Ballenas, Gulf of California. Marine Mammal Science. 9(3):319-324.
- Brinton, E., A. Fleminger y D. Siegel-Caussey. 1986. The temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. 27: 228-266.
- Buckland, S.T., D.B. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers, and L. Thomas. 2001. Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press Inc., New York, New York, E.U.A. 432 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2003. Programa de empleo temporal. Baja California, Insulario Noticias. 2(7):1.
- CONANP. 2005. Estudio previo justificativo para el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes, México, D.F. 152 pp.
- Danemann, G. y C. Peynador. 2003. Propuesta para la Creación del Parque Nacional "Bahía de los Ángeles", Baja California. No publicado. 153 pp.
- Enríquez-Paredes, L. M. 1996. Ocurrencia, movimientos, estructura social y tamaño de las agregaciones de rorcual común (*Balaenoptera physalus*) en el Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura. Depto. de Biología Marina. UABCS. 59 pp.

- Fonatur (Fondo Nacional de Turismo).2001. Escalera Náutica Mar de Cortés: El Megaproyecto Turístico del Siglo XXI. Documento básico oficial. http://www.escaleranautica.com/general.html#8
- Gendron, D. 1993. Índice de avistamientos y distribución del género Balaenoptera en el Golfo de California, México, durante febrero, marzo y abril 1988. Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. Vol. 1 (No. Esp. SOMEMMA 1), UABCS: 21-30.
- Gendron, D. 2002. Population ecology of blue whales of Baja California. Tesis de doctorado en Ecología Marina. CICESE. Ensenada, Baja California.
- Gerrodette, T. y D. Palacios. 1996. Estimates of cetacean abundance in EEZ waters of the eastern tropical Pacific. Southwest Fisheries Science Center. Administrative Report LJ-96-10. La Jolla, California. 28 pp.
- Gerrodette, T. y J. Forcada. 2005. Non-recovery of two spotted and spinner dolphin populations in the eastern tropical Pacific Ocean. Marine Ecology Progress Series. 291:1-21.
- Guerrero-Ruiz, M, D.Gendron y J. Urbán. 1998. Distribution, movements and communities of killer whales (*Orcinus orca*) in the Gulf of California, Mexico. Rep. Int. Whal. Commn 48:537-543.
- Jaquet, N. y D. Gendron. 2002. Distribution and relative abundance of sperm whales in relation to key environmental features, squid landings and the distribution of other cetacean species in the Gulf of California, Mexico. Mar. Biol. 141:591-601.
- Jaquet, N., D. Gendron y A. Coakes. 2003. Sperm whales in the Gulf of California: Residency, movements, behavior, and the possible influence of variation in food supply. Mar. Mamm. Sci. 19(3):545-562.
- Hammond, P.S., S.A. Mizroch y G.P. Donovan. 1990. Individual recognition of cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission, Special Issue. 12.
- Hurvich, C.M. y C.L. Tsai. 1989. Regression and time series model selection in small samples. Biometrika 76:297-307.
- Katona, S.K. y Kraus, S.D. 1999. Efforts to conserve the North Atlantic right whale. P. 311-331. En: J.R. Twiss y R.R. Reeves (eds.). Conservation and Management of Marine Mammals. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Kenney, R.D. 2002. North Atlantic, North Pacific, and Southern Right Whales. P. 806-813. En: W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (eds.). Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press. San Diego, California.
- Ladrón de Guevara, P. y G. Heckel. 2004. Diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en el Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles, Baja California, durante 2003. XXIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo 2004, La Paz, B.C.S.
- Ladrón de Guevara, P., G. Heckel y B.E. Lavaniegos. 2005. Seasonal changes in the abundance of Mysticeti and Euphausiids in the Ballenas Channel-Bahía de los Ángeles Region, Gulf of California, México, 2003-2004. The 16th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, San Diego, California, USA, Society for Marine Mammalogy. 12-16 diciembre 2005. San Diego, California, USA.
- Laist, D.W., J.M. Coe y K.J. O'Hara. 1999. Marine debris pollution. P. 342-366. En: J.R. Twiss Jr. y R.R. Reeves. Conservation and Management of Marine Mammals. Smithsonian Institution. Washington, D.C.
- Leatherwood, S., C.L. Hubbs y M. Fisher. 1979. First records of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) from the Gulf of California with detailed notes on a mass stranding. Transactions of the San Diego Society of Natural History. 19.3:45-52.
- Mangels, K.F. y T. Gerrodette. 1994. Report of cetacean sightings during a marine mammal survey in the eastern Tropical Pacific Ocean and the Gulf of California aboard the NOAA ships Mc Arthur and David Starr Jordan July 28-November 6, 1993. NOAA-TM-NMFS-SWFSC-211. 88 p.
- Millán-Nuñez, E. y C.M. Yentsch. 2000. El Canal de Ballenas, Baja California, como ambiente favorable para el desarrollo del fitoplancton. Hidrobiología. 10(2):91-100.
- Morteo O., E. 2004. Dorsal fin morphological differentiation in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) along Mexican coasts: An adaptive approach. Tesis de maestría en Ecología Marina. CICESE. Ensenada, Baja California.
- Negrete-Cardoso, M. 2006. Estudio del potencial económico de la observación de mamíferos marinos en la región de Bahía de los Ángeles, B.C. Tesis de licenciatura en Oceanología. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. 111 pp.
- Northridge, S. 2002. Incidental catches. P. 612-615. En: W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (eds.). Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press. San Diego, California.
- Orr, R.T. 1967. A second specimen of Ziphius cavirostris from Mexico. Journal of Mammalogy, 48(2): 328.

- Papastavrou, V. y Van Waerebeek, K. 1997. A note on the occurrence of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in tropical and subtropical areas: the upwelling link. Reports of the International Whaling Commission 47: 945-947.
- Reilly, S.B. y P. Fiedler. 1994. Interannual variability of dolphin habitats in the eastern tropical Pacific. I: Research vessel surveys, 1986-1990. Fish. Bull. 92:434-450.
- Reynolds, J.E., III. 1999. Efforts to conserve the manatees. P. 267-295. En: J.R. Twiss y R.R. Reeves (eds.). Conservation and Management of Marine Mammals. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Rojas-Bracho, L. 1984. Presencia y distribución del rorcual común, *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) (Cetacea: Balaenopteridae) en el Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 157 pp.
- Rojas-Bracho, L. y Taylor, B. 1999. Risk factors affecting the vaquita (*Phocoena sinus*). Marine Mammal Science. 15(4):974-989.
- Sánchez-Pacheco, J.A., A. Vázquez-Hanckin y R. De Silva-Dávila. 2001. Gray whales' mid-spring feeding at Bahía de los Ángeles, Gulf of California, Mexico. Marine Mammal Science. 17(1): 186-191.
- Sears, R. 1987. The photographic identification of individual blue whales (*Balaenoptera musculus*) in the Sea of Cortez. Cetus, 7:4-17.
- Sears, R. 1990. The Cortez blues. Whalewatcher, 242:12-15.
- Segura G., I.H. 2004. Diferenciación de ecotipos y estructura genética del delfín *Tursiops truncatus* en el Golfo de California. Tesis de maestría en Ecología Marina. CICESE. Ensenada, Baja California.
- Segura, I., A. Rocha-Olivares, S. Flores-Ramírez y L. Rojas-Bracho. En prensa. Conservation implications of the genetic and ecological distinction of *Tursiops truncatus* ecotypes in the Gulf of California. Biol. Conserv.
- SEMARNAP. 2000. Norma Oficial Mexicana NOM-131-ECOL-1998, que establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas, relativas a su protección y la conservación de su hábitat. Diario Oficial de la Federación, 10 de enero 2000:11-17.
- SEMARNAT, 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo 2002.
- Silber, G.H., M.W. Newcomer, P.C. Silber, H. Pérez-Cortés M., y G.M. Ellis. 1994. Cetaceans of the northern Gulf of California: distribution, occurrence, and relative abundance. Marine Mammal Science. 10.3): 283-298.
- Tanabe, S., Iwata, H. y Tatsukawara, R. 1994. Global contamination by persistent organochlorines and their ecotoxicological impact on marine mammals. Sci. Total Environ. 154:163-177.
- Tershy, B. 1992. Body size, diet, habitat use, and social behavior of Balaenoptera whales in the Gulf of California. Journal of Mammalogy. 73(3): 477-486.
- Tershy, B. R., D. Breese y C. S. Strong. 1990. Abundance, seasonal distribution and population composition of balaenopterid whales in the Canal de Ballenas, Gulf of California, Mexico. P. 369-375. En: P. S. Hammond, S.A. Mizroch y G. P. Donovan (eds). Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters,. Report of the International Whaling Commission (special issue) 12.
- Tershy, B. R., D. Breese y S. Alvarez-Borrego. 1991. Increase in cetacean and seabird numbers in the Canal de Ballenas during an El Niño-Southern Oscillation event. Marine Ecology Progress Series. 69:299-302.
- Tershy, B. R., A. Acevedo-G, D. Breese y C. S. Strong. 1993a. Diet and feeding behavior of fin and bryde's whales in the central Gulf of California, Mexico. Revista de Investigación Científica. Serie Ciencias Marinas. Vol. 1 (No. Esp. SOMEMMA 1), UABCS: 31-38.
- Tershy, B. R., J. Urbán, D. Breese, L. Rojas-Bracho y L. T. Findley. 1993b. Are fin whales resident to the Gulf of California? Rev. Invest. Cient., Univ. Auton. de Baja California Sur. 1:69-71.
- Thomas, L., J.L. Laake, J.F. Derry, S.T. Buckland, D.L. Borchers, D.R. Anderson, K.P. Burnham, S. Strindberg, S.L. Hedley, F.F.C. Marques, J.H. Pollard, y R.M. Fewster. 1998. Distance 3.5. Ed. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews. St. Andrews, UK. http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/
- Urbán, J. y A. Aguayo L. 1987. Spatial and seasonal distribution of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, in the Mexican Pacific. Marine Mammal Science. 3:333-344.
- Urbán, J. y S. Flores. 1996. A note on Bryde's whales (*Balaenoptera edeni*) in the Gulf of California, Mexico. Rep. Int. Whal. Commn 46: 453-457.
- Urbán-Ramírez, J. 1996. La población del rorcual común *Balaenoptera physalus* en el Golfo de California. Informe final. Proyecto B040. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F. 102 pp.

- Urbán-Ramírez, J. 2001. Estructura poblacional, abundancia y destinos migratorios de las ballenas jorobadas que inviernan en el Pacífico mexicano. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- Vidal, O. 1991. Catalog of Osteological Collections of Aquatic Mammals from Mexico. NOAA Technical Report NMFS 97. 36 pp.
- Vidal, O., A. Aguayo, L. Findley, A. Robles, L. Bourillón, I. Vomend, P. Turk, K. Gárate, I. Maroñas y J. Rosas. 1987. Avistamientos de mamíferos marinos durante el crucero "Guaymas I" en la región superior del Golfo de California, primavera de 1984. X Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Marzo de 1985. Secretaría de Pesca. 196 pp.
- Vidal, O., L. Findley y S. Leatherwood. 1993. Annotated checklist of Marine Mammals of the Gulf of California. Proceedings of the San Diego Society of Natural History. 28:1-16 p.
- Vidal, O., K. v. Waerebeek y L.T. Findley. 1994. Cetaceans and gillnet fisheries in Mexico, Central America and the wider Caribbean: A preliminary review. Pp. 221-233. En: W.F. Perrin, G.P. Donovan y J. Barlow (eds.). Gillnets and Cetaceans. Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 15). Cambridge, Gran Bretaña.
- Wells, R.S., B.G. Würsig y K. S. Norris. 1981. Un reconocimiento de los mamíferos marinos en el alto Golfo de California, México. VI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos de la Península de Baja California. Febrero de 1981, La Paz, B.C.S.
- Zavala-González, A., J. Urbán y C. Esquivel-Macías. 1994. A note on artisanal fisheries interactions with small cetaceans in Mexico. P. 235-237. En: W.F. Perrin, G.P. Donovan y J. Barlow (eds.). Gillnets and Cetaceans. Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 15). Cambridge, Gran Bretaña.

Tablas y Figuras

Tabla 1. Cetáceos registrados en el Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles, por mes del año. Las especies resaltadas en negritas se observaron en la investigación que aquí se reporta (2003-2005)

Especie	Ene		Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Fuente
Eschrichtius robustus		X	X	X	X			- 6 -					Tershy y Breese, 1991; Breese y Tershy, 1993; Sánchez-Pacheco et al.,
(Ballena gris)		71	71	71	21								2001.
Megaptera novaeangliae (Rorcual jorobado o ballena jorobada)			X	X	X		X	X					Urbán y Aguayo, 1987; Breese y Tershy, 1993; Mangels y Gerrodette, 1994; Papastravou y Van Waerebeek, 1997; Urbán-Ramírez, 2001; Ladrón de Guevara y Heckel, 2004.
Balaenoptera acutorostrata (Rorcual o ballena minke)	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		Tershy, 1992; Tershy et al., 1990, 1993; Breese y Tershy, 1993.
Balaenoptera edeni (Rorcual tropical o ballena de Bryde)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Tershy, 1992; Tershy <i>et al.</i> , 1990, 1993b; Breese y Tershy, 1993; Gendron, 1993; Urbán-Ramírez y Flores-Ramírez, 1996; Ladrón de Guevara y Heckel, 2004.
Balaenoptera physalus (Rorcual común o ballena de aleta)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Wells et al., 1981; Rojas-Bracho, 1984; Vidal et al., 1987, 1993; Tershy, 1992; Tershy et al., 1990, 1993b; Breese y Tershy, 1993; Gendron, 1993; Mangels y Gerrodette, 1994; Enríquez-Paredes, 1996; Urbán-Ramírez, 1996; Ladrón de Guevara y Heckel, 2004.
Balaenoptera musculus (Ballena azul)				X	X	X			X	X	X		Wells <i>et al.</i> , 1981; Sears, 1987, 1990; Tershy, 1992; Tershy <i>et al.</i> , 1990, 1993b; Breese y Tershy, 1993; Gendron, 1993; Gendron, 2002.
Physeter macrocephalus (Cachalote)	X	X						X				X	Wells <i>et al.</i> , 1981; Breese y Tershy, 1993; Jaquet y Gendron, 2002; Jaquet <i>et al.</i> , 2003; Barbosa-Devéze, 2006.
Kogia sima (Cachalote enano)											X		Breese y Tershy, 1993; Barbosa-Devéze, 2006.
Ziphius cavirostris (Zífido de Cuvier)				X									Orr, 1967.
Tursiops truncatus (Tursión o Tonina)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Wells <i>et al.</i> , 1981; Vidal <i>et al.</i> , 1987; Vidal, 1991; Breese y Tershy, 1993; Morteo, 2004; Segura, 2004; Barbosa-Devéze, 2006; Segura <i>et al.</i> , en prensa.
Delphinus delphis (Delfín común de rostro corto)				X	X	X	X	X				X	Vidal et al., 1987; Wells et al., 1981; Breese y Tershy, 1993.
Delphinus capensis (Delfín común de rostro largo)*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		Mangels y Gerrodette, 1994; Barbosa-Devéze, 2006.
Grampus griseus (Delfín gris o de Risso)		X	X			X				X			Leatherwood et al., 1979; Barbosa-Devéze, 2006.
Pseudorca crassidens (Orca falsa)				X				X		X			Vidal, 1991; Breese y Tershy, 1993 (septiembre a noviembre); Barbosa- Devéze, 2006.
Orcinus orca (Orca)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Breese y Tershy, 1993; Guerrero-Ruiz et al. 1998; Barbosa-Devéze, 2006.
Globicephala melas (Calderón de aletas largas)**				X									Wells et al., 1981.
Globicephala macrorhynchus (Calderón de aletas cortas)	X	X										X	Vidal, 1991; Breese y Tershy, 1993; Barbosa-Devéze, 2006.

^{*} En los primeros estudios no se distinguía entre *D. delphis* y *D. capensis* por lo que en teoría *D. capensis* está todo el año.

** Probable identificación errónea; de acuerdo a la descripción de *Globicephala* spp. más actual de Rice (1998), debe considerarse como *G. macrorhynchus*.

Tabla 2. Esfuerzo de navegación en km y horas navegados, por año y estación.

a) Esfuerzo e				
		Año		
Estación	2003	2004	2005	Total/estación
Invierno	717	479	769	1966
Primavera	670	617	905	2191
Verano	487	498	827	1813
Otoño	823	596	610	2029
Total/año	2697	2190	3111	7999

b) Esfuerzo en horas navegadas

		Año		_
Estación	2003	2004	2005	Total/estación
Invierno	35	34	50	118
Primavera	52	52	72	176
Verano	43	43	66	153
Otoño	56	46	49	151
Total/año	185	175	238	598

Tabla 3. Cantidad de avistamientos por especie en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, Baja California, 2003-2005.

Especie	Nombre común	2003	2004	2005	Total/especie
Balaenoptera physalus	Rorcual común	17	63	58	138
Balaenoptera edeni	Rorcual tropical	11	5	16	32
Balaenoptera musculus	Ballena azul	0	0	4	4
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	1	0	1	2
Ballena no identificada	Ç	6	5	12	23
Delphinus capensis	Delfín común de rostro largo	30	21	36	87
Tursiops truncatus	Tursión	6	6	12	24
Globicephala macrorhynchus	Calderón de aletas cortas	0	3	4	7
Grampus griseus	Delfín de Risso	1	3	0	4
Orcinus orca	Orca	0	0	1	1
Pseudorca crassidens	Orca falsa	0	1	0	1
Delfín no identificado		1	1	4	6
Total/año y del estudio		73	108	148	329

Tabla 4. Abundancia relativa (número de individuos por hora navegada) de los cetáceos observados en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, Baja California, por estación y por año 2003-2005.

Primavera

Error

Verano

Error

Otoño

Error

Invierno

0.00

0.00

0.04

0.000

0.000

0.364

Pseudorca crassidens

Delfín no identificado

Orcinus orca

Error

		Liioi		Liiti		Liioi		Liioi
Especie	Media	estándar	Media	estándar	Media	estándar	Media	estándar
Balaenoptera physalus	0.20	0.184	0.49	0.155	1.05	0.154	0.10	0.157
Balaenoptera edeni	0.02	0.047	0.11	0.039	0.17	0.039	0.07	0.040
Balaenoptera musculus	0.005	0.011	0.008	0.009	0.009	0.009	0.006	0.009
Megaptera novaeangliae	0.02	0.005	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
Ballena no identificada	0.01	0.028	0.02	0.024	0.09	0.024	0.05	0.024
Delphinus capensis	14.18	20.167	10.19	17.002	57.05	16.953	96.16	17.293
Tursiops truncatus	0.46	0.636	0.43	0.536	0.87	0.535	1.21	0.546
Globicephala macrorhynchus	0.40	0.870	0.83	0.733	0.96	0.730	0.00	0.000
Grampus griseus	0.25	0.103	0.00	0.000	0.001	0.086	0.13	0.088
Pseudorca crassidens	1.05	0.415	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
Orcinus orca	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.09	0.052
Delfín no identificado	0.12	0.465	0.00	0.000	0.05	0.391	0.73	0.399
	Año	2003	Año	2004	Año	2005	Promedi	io 2003-2005
		Error		Error		Error		Error
Especie	Media	estándar	Media	estándar	Media	estándar	Media	estándar
Balaenoptera physalus	0.12	0.144	0.92	0.150	0.34	0.128	0.47	0.105
Balaenoptera edeni	0.10	0.037	0.05	0.038	0.13	0.033	0.10	0.022
Balaenoptera musculus	0.00	0.000	0.000	0.000	0.021	0.008	0.01	0.005
Megaptera novaeangliae	0.01	0.004	0.00	0.000	0.01	0.003	0.003	0.002
Ballena no identificada	0.04	0.022	0.04	0.023	0.05	0.020	0.05	0.012
Delphinus capensis	77.37	15.778	23.72	16.522	32.09	14.118	43.76	9.719
Tursiops truncatus	0.10	0.498	1.05	0.521	1.08	0.445	0.79	0.280
Globicephala macrorhynchus	0.00	0.000	0.70	0.713	0.94	0.609	0.62	0.366
Grampus griseus	0.09	0.080	0.19	0.084	0.00	0.000	0.08	0.047
Granipus griseus	0.09	0.000	0.17	0.004	0.00	0.000	0.00	0.0-7

0.79

0.00

0.02

0.340

0.000

0.381

0.00

0.07

0.61

0.000

0.042

0.326

0.19

0.03

0.24

0.186

0.026

0.199

Tabla 5. Abundancia relativa (número de individuos por 100 km navegados) de los cetáceos observados en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, Baja California, por estación y por año 2003-2005.

Error

Verano

Error

Otoño

Primavera

Invierno

Error

		EITOI		EITOI		EITOI		
Especie	Media	estándar	Media	estándar	Media	estándar	Media	Error estándar
Balaenoptera physalus	1.64	1.695	4.23	1.429	9.28	1.424	0.85	1.453
Balaenoptera edeni	0.13	0.706	1.11	0.595	2.46	0.594	0.57	0.606
Balaenoptera musculus	0.04	0.085	0.05	0.072	0.07	0.072	0.05	0.073
Megaptera novaeangliae	0.15	0.044	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
Ballena no identificada	0.06	0.281	0.12	0.237	0.97	0.237	0.34	0.241
Delphinus capensis	80.15	157.247	87.13	132.572	450.73	132.185	727.27	134.838
Tursiops truncatus	3.20	5.776	4.92	4.870	7.74	4.856	9.91	4.953
Globicephala macrorhynchus	3.43	7.717	9.03	6.506	7.90	6.487	0.00	0.000
Grampus griseus	2.03	0.646	0.00	0.000	0.047	0.543	0.60	0.554
Pseudorca crassidens	5.80	2.286	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
Orcinus orca	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	1.03	0.581
Delfín no identificado	0.61	3.671	0.00	0.000	0.44	3.086	5.75	3.148
	Año	2003	Año	2004	Año	2005	Prome	dio 2003-2005
		Error		Error		Error		
Especie	Media	estándar	Media	estándar	Media	estándar	Media	Error estándar
Balaenoptera physalus	1.05	1.326	8.02	1.388	2.92	1.186	4.08	0.956
Balaenoptera edeni	1.45	0.552	0.58	0.579	1.16	0.494	1.08	0.327
Balaenoptera musculus	0.00	0.000	0.00	0.000	0.16	0.060	0.07	0.036
Megaptera novaeangliae	0.07	0.035	0.00	0.000	0.04	0.031	0.03	0.020
Ballena no identificada	0.49	0.220	0.24	0.231	0.39	0.197	0.40	0.121
Delphinus capensis	555.45	123.028	168.53	128.829	284.97	110.079	335.90	75.475
Tursiops truncatus	0.59	4.519	9.59	4.732	9.15	4.044	6.91	2.526
Globicephala macrorhynchus	0.00	0.000	7.50	6.322	7.78	5.402	5.56	3.257
Grampus griseus	0.45	0.505	1.56	0.529	0.00	0.000	0.54	0.306
Pseudorca crassidens	0.00	0.000	4.35	1.873	0.00	0.000	1.02	1.024
Orcinus orca	0.00	0.000	0.00	0.000	0.77	0.474	0.29	0.290
Delfín no identificado	0.33	2.872	0.16	3.007	4.61	2.570	1.83	1.569

Tabla 6. Datos y especificaciones usados para la estimación de f(0) y del tamaño promedio de grupo E(S) para cuatro especies de cetáceos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, 2003-2005: rorcual común (*Balaenoptera physalus*), rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*), delfín común de rostro largo (*Delphinus capensis*) y tursión (*Tursiops truncatus*)

	B. physalus	B. edeni	D. capensis	T. truncatus
Tamaño de muestra	77	14	36	8
Distancia de truncado (m)	2400	2600	800	600
Ancho de banda efectivo (m)	992	1184	380	285
Tamaño promedio de grupo	1.8	1.4	132	16
observado, S				
Tamaño promedio de grupo	1.7	1.6	101	28
estimado, $E(S)$				
Probabilidad de detección, $f(0)$	0.0010	0.0098	0.0027	0.0035

Tabla 7. Estimación de densidad y abundancia para cuatro especies de cetáceos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, 2003-2005: rorcual común (*Balaenoptera physalus*), rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*), delfín común de rostro largo (*Delphinus capensis*) y tursión (*Tursiops truncatus*). a) Estimación por estrato geográfico, b) Estimación total. n=tamaño de muestra, N=abundancia, IC 95%= Intervalo de confianza al 95%,

CV%=Coeficiente de variación en porcentaje

a)	Estrato	Bahía de los	Ángeles	Estrato Canal de Ballenas		
Especie	n	N	IC 95%	n	N	IC 95%
Balaenoptera			_			
physalus	22	4	1-9	55	3	18-52
Balaenoptera						
edeni	13	12	1-52	1	9	1-65
Delphinus						
capensis	9	106	18-263	27	4014	1202-8566
Tursiops						
truncatus	4	29	1-194	4	125	1-419

b)	Total						
	Densidad						
Especie	N	IC 95%	(animales por km ²)	CV%			
Balaenoptera physalus	39	21-57	0.019	22.79			
Balaenoptera edeni	21	1-106	0.010	157.08			
Delphinus capensis	4120	1276-8881	2.013	48.06			
Tursiops truncatus	154	22-610	0.075	101.04			

Tabla 8. Puntos limítrofes hacia el este de la zona de control en Bahía de los Ángeles dentro del área de observación de ballenas propuesta.

Punto	Nombre de la localidad	Longitud W	Latitud N
A	El Cardón	113.5647°	29.1028°
В	Islote El Coronadito	113.5274°	29.0975°
C	Punta NE Isla Coronado	113.5016°	29.0900°
D	Punta NE Isla Piojo	113.4664°	29.0262°
E	Punta El Pescador	113.3840°	28.9408°

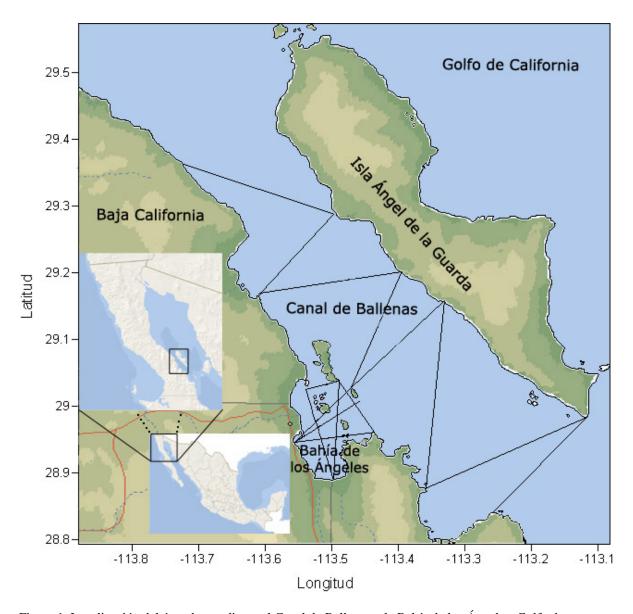


Figura 1. Localización del área de estudio en el Canal de Ballenas y la Bahía de los Ángeles, Golfo de California, México. También se muestran los transectos que se realizaron en lancha para la búsqueda y registro de especies de cetáceos durante cada una de las doce salidas de campo (invierno, primavera, verano y otoño 2003-2005).

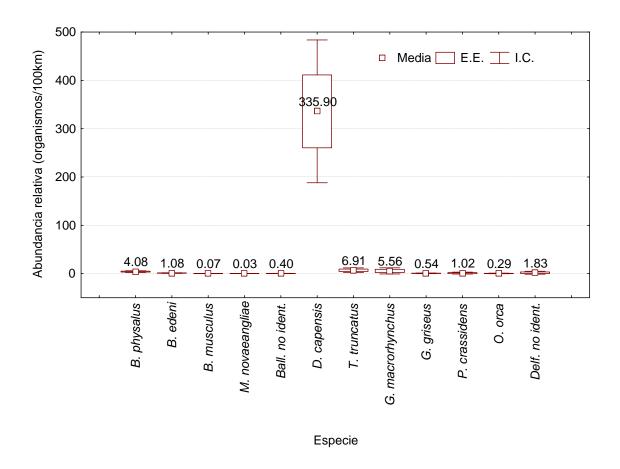


Figura 2. Abundancia relativa (organismos por 100 km de esfuerzo) de cetáceos en la región de Bahía de los Ángeles, Baja California, 2003-2005. Las diferencias entre especies fueron significativas (Kruskal-Wallis, H= 255.04, g.l. 11, n=1020, p<0.0001). E.E.=Error Estándar; I.C.=Intervalo de Confianza (±1.96 E.E.).

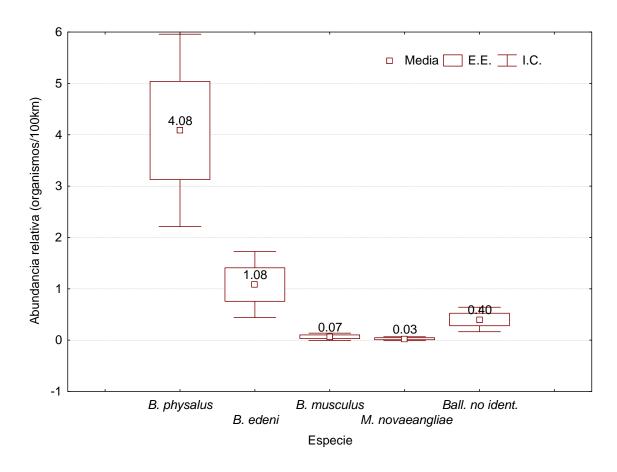


Figura 3. Abundancia relativa (organismos por 100 km de esfuerzo) de misticetos en la región de Bahía de los Ángeles, Baja California, 2003-2005. Las diferencias entre especies fueron significativas (Kruskal-Wallis, H= 91.16, g.l. 4, n=425, p< 0.0001). E.E.=Error Estándar; I.C.=Intervalo de Confianza (±1.96 E.E.).

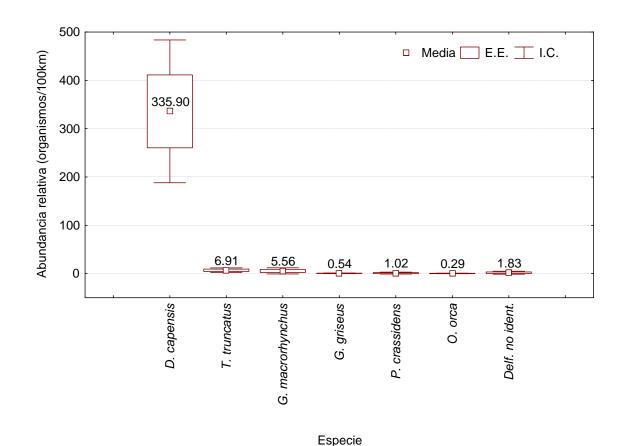


Figura 4. Abundancia relativa (organismos por 100 km de esfuerzo) de odontocetos en la región de Bahía de los Ángeles, Baja California, 2003-2005. Las diferencias entre especies fueron significativas (Kruskal-Wallis, H= 166.85, g.l. 6, n=595, p<0.0001). E.E.=Error Estándar; I.C.=Intervalo de Confianza (±1.96 E.E.).

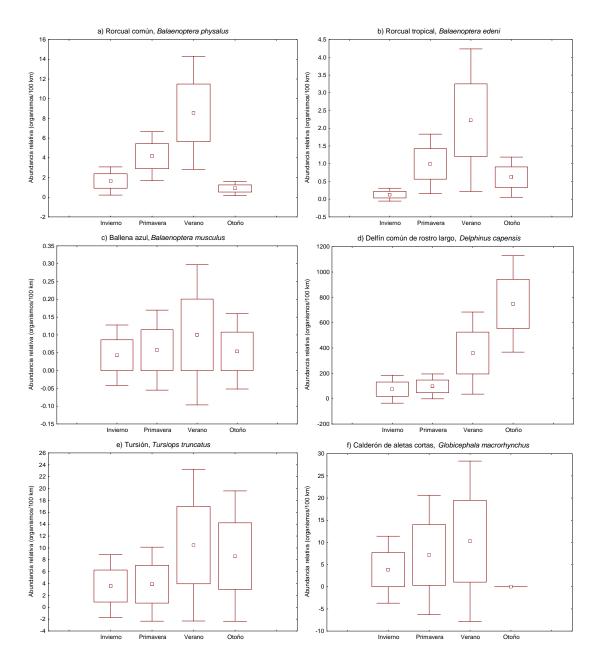


Figura 5. Distribución estacional de la abundancia relativa de seis especies de cetáceos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, 2003-2005. *B. physalus* y *B. edeni* se observaron en las cuatro estaciones, y sus máximos fueron en verano. *B. musculus* se observó en todas las estaciones, pero solamente en 2005. *D. capensis* fue más abundante en otoño, y *T. truncatus* en verano. *G. macrorhynchus* estuvo ausente en otoño. Nótese la diferencia en la escala de abundancia relativa para cada especie. Solamente *D. capensis* y *B. physalus* mostraron diferencias significativas en su distribución temporal (*D. capensis*: Kruskal-Wallis, H=34.14, g.l. 3, n=85, p<0.0001; *B. physalus*: H=12.26, g.l. 3, n=85, p=0.007).

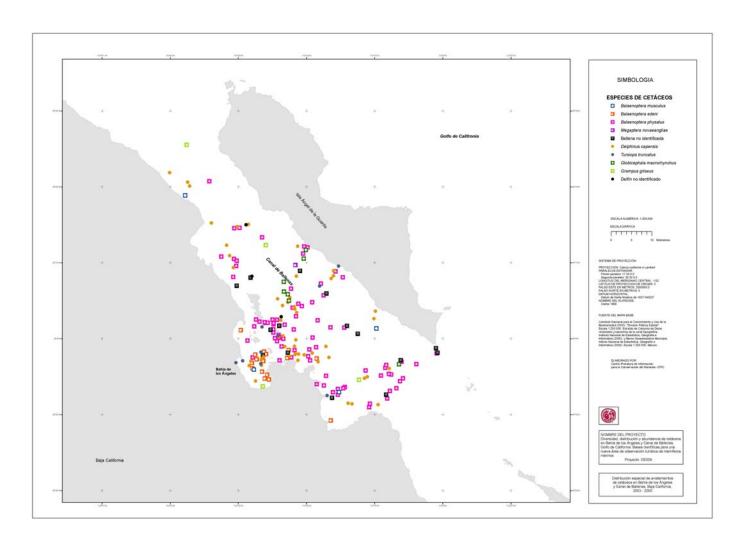


Figura 6. Distribución espacial de cetáceos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, 2003-2005.

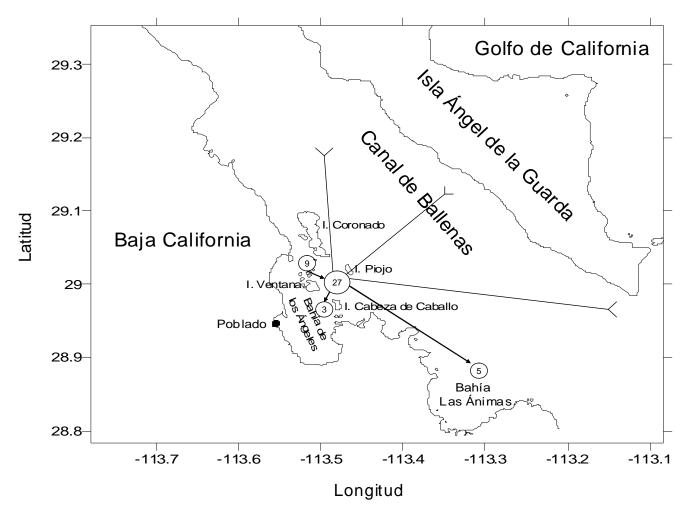


Figura 7. Movimientos de 27 individuos fotoidentificados en dos o más ocasiones del rorcual común (*Balaenoptera physalus*) en el Canal de Ballenas y la Bahía de los Ángeles, 2003-2005.

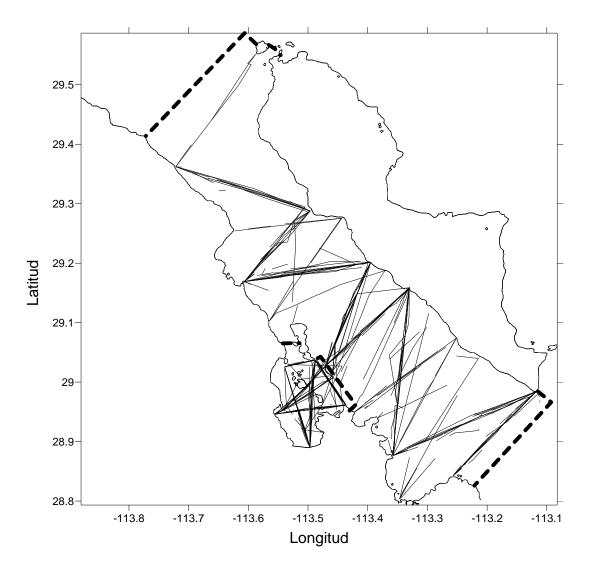


Figura 8. Esfuerzo de búsqueda realizado en el área de estudio mediante transectos, en condiciones del estado del mar de 0-3 Beaufort. Las líneas punteadas señalan los dos estratos geográficos utilizados para la estimación de densidad y abundancia: BLA y Canal de Ballenas.

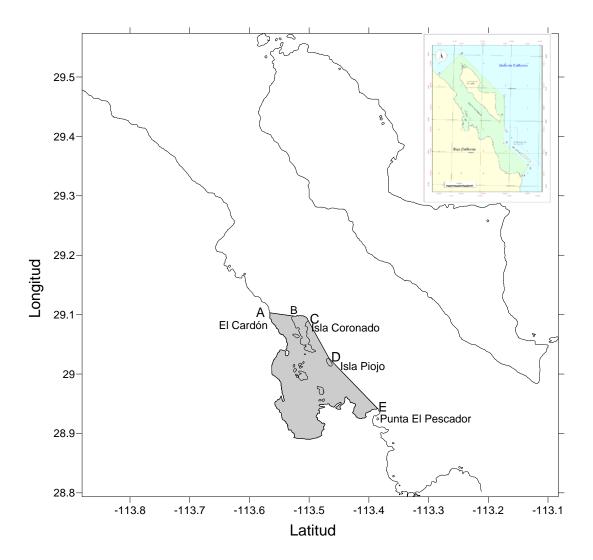


Figura 9. Zona de control (sombreada) en Bahía de los Ángeles para la nueva área de observación de ballenas en la región de Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, Baja California. El área de observación comprendería el polígono de la Reserva de la Biósfera (recuadro, tomado de CONANP, 2005). Solamente para la zona de control sería necesario obtener permisos para realizar observación de ballenas con fines recreativos, educativos o publicitarios, según la NOM-131-ECOL-1998 (SEMARNAP, 2000).