



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MAMÍFEROS MARINOS ASOCIADA
A LA GEOMORFOLOGÍA DEL FONDO MARINO ALREDEDOR DE
LA ISLA SAN PEDRO NOLASCO EN EL GOLFO DE CALIFORNIA.**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

PRESENTA:

BIÓL. MARÍA CRISTINA PÉREZ Y SOSA

TUTOR

DR. JUAN PABLO GALLO REYNOSO

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO,
GUAYMAS, SONORA.

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

DR. DRA. TANIA ESCALANTE ESPINOSA. FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM.

DR. MIGUEL ÁNGEL ALATORRE MENDIETA. INSTITUTO DE CIENCIAS DEL
MAR Y LIMNOLOGÍA, UNAM.

DR. ALBERTO DELGADO ESTRELLA. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
CARMEN.

MÉXICO, D. F.

SEPTIEMBRE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Gracias por ser una
de mis grandes amigas.*

Con cariño a la memoria de Alejandra Maya.

No permitas que el hábito de tu disciplina científica
de creer en algo sólo cuando se prueba influya
demasiado en tu mente para otras cosas
que no pueden probarse de la misma manera
y que, si son verdad, es probable que se
hallen por encima de nuestra comprensión.

Emma Darwin.

Nada sucede si antes no lo soñamos.

Carl Sandburg

Agradecimientos

A mi *alma máter* la Universidad Nacional Autónoma de México y al Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología por mi formación académica; al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, al CIAD Guaymas, al laboratorio de Especializado de Ecología de Poblaciones, a COBI y a CONANP por todo el apoyo y las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

A mi tutor el Dr. Juan Pablo Gallo y a mi comité tutorial: el Dr. Alberto Delgado, la Dra. Tania Escalante, por todos los comentarios oportunos que hicieron de este un mejor trabajo. Al Dr. Jaime Zúñiga y al Dr. Miguel A. Alatorre por su invaluable ayuda en el análisis de datos; a la Dra. Jaqueline García y al M. en C. Janitzio Égido por todo el apoyo brindado. Al personal administrativo del CIAD Guaymas, especialmente a Verito y al personal administrativo del posgrado de ciencias del mar encabezado por la Dra. Gloria Vilaclara, a Lupita, Chantal, Gaby y Diana por todo el apoyo y las facilidades otorgadas.

A mis compañeros del laboratorio de ecofisiología: Lucila, Jackie, Ana G, Isaí, Néstor, Anita, por su ayuda en el trabajo de campo y por todos los buenos momentos compartidos, pero sobre todo gracias a Daniel Guevara por las revisiones y correcciones a este trabajo, por el apoyo, la guía y todas las enseñanzas compartidas. A la mafia del LCA: Adrian Guido, Daniela y anexos (Ivan, Jiapsi, Mauri) muchas gracias por el apoyo moral, por todas las risas, momentos y platicas compartidas, gracias por hacer de mi estancia en Sonora algo inolvidable.

A los nuevos amigos Janitzio, Elsa, Lupita, Chuy, Lu, por todas las inolvidables tertulias compartidas; a Mike por ser ese amigo incondicional aún en la distancia y por supuesto a mi inseparable compañera de aventuras la norteña atolondrada (Dulce), gracias por todo. A los grandes amigas de siempre: Cynti, Rox, Paco, Irene Pisanty, muchas gracias por estar presentes en todos los momentos importantes de mi vida, en las buenas y en las muy malas.

Y sobre todo gracias al apoyo y amor incondicional de mi familia, sobre todo a mi padre por creer en mí y darme su confianza en esta loca aventura que inició como sólo un sueño hace muchos años, los quiero mucho.

Índice

Resumen	1
Abstract	3
1. Introducción	5
2. Antecedentes	6
3. Objetivos	18
4. Justificación.....	18
5. Hipótesis	19
6. Métodos.....	20
6.1 Área de estudio.....	20
6.2 Batimetría	25
6.3 Diversidad.....	26
6.4 Variables ambientales.....	27
6.5 Distribución	28
7. Resultados	30
7.1 Batimetría	30
7.2 Diversidad.....	32
7.3 Variables ambientales.....	35
<i>Temperatura superficial</i>	<i>35</i>
<i>Temperatura en la columna de agua.....</i>	<i>36</i>
<i>Clorofila</i>	<i>37</i>
<i>Salinidad</i>	<i>38</i>
<i>Modelo lineal generalizado.....</i>	<i>39</i>
7.4 Distribución	40
8. Discusión.....	44
9. Conclusiones	62
10. Literatura citada	63
Anexo I.....	82
Anexo II.....	83
Anexo III.....	86
Anexo IV.....	87
Anexo V.....	88
Anexo VI.....	93
Anexo VII.....	95

Índice de figuras

Figura 6.1 Ubicación geográfica del Golfo de California y la Isla San Pedro Nolasco.....	20
Figura 6.2 Área para el levantamiento de la batimetría y estaciones.....	24
Figura 6.3 Área para el avistamientos de mamíferos marinos.....	25
Figura 6.4 Cuadrantes realizados en el área de estudio para la obtención del índice de pendiente.....	29
Figura 7.1 Esfuerzo realizado para el levantamiento batimétrico.....	30
Figura 7.2 Mapa de la batimetría resultante en la zona de estudio.....	31
Figura 7.3 Distribución de las especies asociadas con la batimetría	32
Figura 7.4 Gráficas de temperatura vs profundidad (verano y otoño 2013).	37
Figura 7.5 Distribución Kernel de misticetos en el área de Isla San Pedro Nolasco.	41
Figura 7.6 Distribución Kernel de los odontocetos en el área de Isla San Pedro Nolasco.	42
Figura 7.7 Distribución Kernel de otaridos en el área de Isla San Pedro Nolasco.	43
Figura 7.8 Distribución kernel de todos los mamíferos marinos en el área de Isla San Pedro Nolasco.....	44
Figura 7.9 Análisis de correspondencias.....	45

Índice de tablas

Tabla 1. Características del hábitat de misticetos en el Golfo de California	11
Tabla 2. Características del hábitat de odontocetos en el Golfo de California.	15
Tabla 3. Esfuerzo de búsqueda.....	33
Tabla 4. Abundancia relativa.	34
Tabla 5. Abundancia relativa por especie.	35
Tabla 6. Estadística descriptiva de la temperatura superficial por temporadas.....	35
Tabla 7. Estadística descriptiva de la temperatura de la columna por temporadas.....	36
Tabla 8. Estadística descriptiva de la concentración de clorofila por temporadas.....	38
Tabla 9. Salinidad en la zona de estudio	38
Tabla 10. Modelos lineales generalizados de la distribución de mamíferos marinos y las variables ambientales.	40
Tabla 11. Presencia de las diferentes especies de mamíferos marinos en las aguas de la Isla San Pedro Nolasco durante 2012-2013.....	48
Tabla 12. Glosario de nombres científicos de las especies de mamíferos marinos presentes en la Isla San Pedro Nolasco.	86
Tabla 13. Abundancia relativa por especie.....	87

Resumen

Para la conservación de los mamíferos marinos es necesario comprender el uso del hábitat de estas especies, ya que algunos comportamientos como la reproducción, la alimentación y la crianza necesitan de características específicas del hábitat, las cuales limitan la distribución y abundancia de las especies. El objetivo de este estudio fue realizar los modelos batimétricos del área marítima de la Isla San Pedro Nolasco (ISPN) con la finalidad de analizar el efecto de la geomorfología del fondo oceánico y la relación de las variables oceanográficas con la distribución de las diferentes especies de mamíferos marinos de la zona. Se realizaron 21 salidas de campo, de octubre de 2012 a octubre de 2013 para el levantamiento batimétrico y el avistamiento de los tres grupos de mamíferos marinos (odontocetos, misticetos y otáridos) que se estudiaron. Se utilizó un índice de abundancia relativa estacional tomando en cuenta el número de individuos observados por horas de esfuerzo real de búsqueda (ERB). Para la determinación de la preferencia del hábitat de los grupos de mamíferos marinos se registraron 9 variables ambientales (profundidad, pendiente, visibilidad, color del mar, estado del mar, concentración de clorofila superficial, salinidad, temperatura superficial y de la columna) y se analizaron mediante un modelo lineal generalizado (GLM) para cada grupo; finalmente para determinar la asociación de la distribución de los diferentes grupos de mamíferos marinos y la geomorfología de la zona se realizó un análisis de kernel. Se registraron 10 especies de mamíferos marinos en los alrededores de la ISPN, siendo los odontocetos el grupo más abundante (principalmente los delfines comunes: *Delphinus capensis* y *D. delphis*); seguidos de los otáridos (lobo marino de California, *Zalophus californianus*) y finalmente de los misticetos (*Balaenoptera edeni*, *B. physalus* y *Megaptera novaeangliae*), siendo la ballena sardinera (*B. edeni*) la más frecuente de este grupo. Durante todas las estaciones climáticas siempre se observaron mamíferos marinos, sin embargo sólo los odontocetos y los otáridos se registraron durante todo el año, mientras que la distribución de los

misticetos y algunos odontocetos ictiófagos (delfines comunes y toninas) y teutófagos (calderón y cachalote) fue estacional. Las variables que determinan la distribución de los mamíferos marinos son la temperatura en la columna de agua, la temperatura superficial del mar, la concentración de clorofila, la profundidad y el color del mar. La distribución de los odontocetos fue en los alrededores de la ISPN, la zona costera y "el bajo", en profundidades máximas de 500 m y pendientes variables; los misticetos se distribuyen en la zona del canal en profundidades máximas de 300 m y pendientes medias; mientras que los otáridos se encuentran en zonas con pendientes altas, alrededor de la ISPN y en la zona costera en profundidades máximas de 100 m. Con este estudio se concluyó que la distribución de los mamíferos marinos de la ISPN está asociada a las estructuras geomorfológicas del fondo marino y a las variables ambientales que constituyen el hábitat anual y/o estacional para cada una de estas especies de mamíferos marinos.

Abstract

Marine mammal conservation entails the knowledge of the habitat use by each species; this is because some behaviors like reproduction, foraging and nursing require special habitat characteristics which limits their abundance and distribution. The aim of this study is to build bathymetric models of the marine area surrounding Isla San Pedro Nolasco (ISPN) to analyze the effect of the ocean's bottom geomorphology and together with the oceanographic variables of the area relate them with the marine mammal species distribution in the area. There were 21 field surveys from October 2012 to October 2013 to obtain the bathymetric data and to conduct the observations on the three groups of marine mammal (odontocetes, mysticetes and otarids) studied. The relative abundance index used consisted in the number of individuals observed over the total amount of hours effectively used in the sighting effort (ERB). To determine habitat preference of marine mammal groups, 9 different environmental variables were measured (depth, slope, visibility, sea water color, Beaufort scale, surface concentration of chlorophyll, salinity, sea surface temperature and in the water column to 200 m), obtained data was analyzed with generalized linear model (GLM) for each group; finally to determine the association of the different marine mammal groups with the bottom geomorphology a kernel analysis was performed. Ten species of marine mammals were found around ISPN, odontocetes being the more abundant species (mainly common dolphins of the species: *Delphinus capensis* and *D. delphis*); followed by otarids (California sea lions, *Zalophus californianus*) and finally by mysticetes (*Balaenoptera edeni*, *B. physalus* and *Megaptera novaeangliae*), the sardinera whale or Bryde's whale (*B. edeni*) was the most frequent of this group. Marine mammals were observed on all climatic seasons, whereas only odontocetes and otarids were recorded all year long, while mysticete distribution and some ictiophagus odontocetes (common dolphin and bottlenose dolphin) and some teutophagus odontocetes (pilot whale and sperm whale) were seasonal occurrences. Variables that

determine marine mammal distribution are the sea temperature in the water column, sea surface temperature, chlorophyll concentration, depth and sea water color. Odontocete distribution was found around ISPN, the coastal zone of the mainland and above “el bajo” (deep rocky reef), over depths of 500 m and variable slopes. Mysticetes are distributed in the channel between ISPN and the mainland with maximum depth of 300 m and median slopes. Otarids are found over areas with high slopes, around ISPN and the coastal area over depths of 100 m. The overall conclusion is that marine mammal distribution around ISPN is associated to geomorphological structures of the ocean’s bottom and the environmental variables that constitute the annual/seasonal habitat for each one of the species of marine mammals.

1. Introducción

Las costas mexicanas se extienden a lo largo de 11,122 km con una gran variedad de ambientes costeros, resultado de la interacción de procesos geológicos, oceanográficos y atmosféricos a través del tiempo, que favorecieron el establecimiento de una gran variedad de especies y endemismos (Mittenteiér y Mittenteiér, 1992; Guerrero-Ruíz *et al.*, 2006).

En sus aguas se han registrado ocho de las trece familias existentes de cetáceos, albergan a 39 de las 86 especies conocidas a nivel mundial (Reeves *et al.*, 2003); para el Golfo de California (GC) se han registrado el 35% de las especies de cetáceos en México (Urbán-Ramírez y Rojas-Bracho, 1999), lo que representa 48 especies de mamíferos marinos (cetáceos y pinnípedos), siendo los cetáceos los más numerosos, representados por ocho especies de ballenas (misticetos) y 25 de delfines (odontocetos) (Patiño-Valencia *et al.*, 2008). Según sus hábitos alimentarios, ocupan diferentes niveles tróficos y aprovechan el amplio espectro de presas que se distribuyen en las aguas del GC (Vidal *et al.*, 1993; Urbán-Ramírez *et al.*, 2005). Esta alta diversidad de vida marina es posible debido a que el GC presenta condiciones hidrográficas únicas que permiten una alta productividad biológica, desde los productores primarios hasta los consumidores secundarios y terciarios (Heckel *et al.*, 2008), que aunado a sus características subtropicales, favorecen una gran diversidad de especies en todos los niveles tróficos a este sistema marino (Álvarez-Borrego, 1983).

Para la conservación de los cetáceos en México y en particular del GC es necesario comprender el uso del hábitat que hacen estas especies, por lo que es esencial tener en cuenta diversos factores que son limitantes para su distribución y su abundancia (Macleod *et al.*, 2004), como los movimientos de los animales, su conducta, sus relaciones con otros organismos y los factores físicos y químicos del

ambiente (Krebs, 1985). En particular para los mamíferos marinos, dependiendo de la especie que se estudie, se ha observado que requieren características específicas en su hábitat para la reproducción, la alimentación y la crianza, por lo que dichos hábitats pueden ser desde las aguas superficiales y tibias sobre bancos de arena, hasta las aguas profundas y frías (Ward y Moscrop, 1999); además que el conocimiento de las preferencias de hábitat de las especies puede ayudar a la creación de áreas protegidas (Hooker *et al.*, 1999), que sirvan para mejorar las condiciones del hábitat que ocupan, la abundancia de las poblaciones (Forney, 1999) y la comprensión de las consecuencias de los cambios ambientales para la gestión a largo plazo (Macleod *et al.*, 2004).

En este trabajo se estudió el efecto de la geomorfología del fondo y la relación de las variables oceanográficas que influyen sobre la distribución de las diferentes especies de mamíferos marinos que se encuentran en las aguas aledañas a la Isla San Pedro Nolasco, cercana a Guaymas, Sonora.

2. Antecedentes

La geomorfología del fondo influye en las características oceanográficas y en la productividad primaria, facilitando la búsqueda de alimento para los mamíferos marinos (Naud *et al.*, 2003; Ingram *et al.*, 2007), que se dispersan con base en la distribución y la abundancia de sus presas (Whitehead y Carscadden, 1985; Murison y Gaskin, 1989; Payne *et al.*, 1990; Jaquet y Gendron, 2002; Macleod *et al.*, 2004; Azzelino *et al.*, 2008; Graham *et al.*, 2010).

Otras variables que determinan la presencia de los mamíferos marinos son la temperatura superficial, la salinidad superficial (densidad), la profundidad, la pendiente del fondo marino, el tipo de sustrato, la turbidez y las corrientes marinas (Smith *et al.*, 1986; Gallo-Reynoso, 1998; Greg y Trites, 2001; Chávez-Andrade, 2006). La distribución de los

cetáceos no es aleatoria, se relaciona con la concentración de clorofila, siendo más abundantes en zonas con mayor concentración de clorofila (Smith *et al.*, 1986). En el Golfo de California existen claras diferencias de hábitat entre los odontocetos y los mysticetos (Chávez-Andrade, 2006), los odontocetos que se distribuyen en el suroeste del GC son abundantes en el verano y hasta finales del invierno, mientras que los mysticetos se encuentran en la primavera y hasta el otoño (Pardo *et al.*, 2013).

Cada especie de mamífero marino tiene requerimientos diferentes de acuerdo con su tipo de alimentación, por lo que la distribución de las especies y las variables ambientales que intervienen en ésta no son las mismas (Azzelino *et al.*, 2012). Los odontocetos teutófagos (calderones y toninas) son abundantes en el suroeste del GC en temporadas cálidas (verano-otoño); cuando la columna de agua está estratificada y es menos productiva, se distribuyen en aguas profundas (neríticas), cálidas y buscan zonas más productivas; mientras que en la temporada templada y más productiva (invierno-primavera), predominan los odontocetos ictiófagos (como el delfín común) debido a una mayor disponibilidad de sardinas (Salvadeo, 2008). Este cambio estacional de especies parece corresponder a la distribución de las presas: los pelágicos menores (sardinas, anchovetas y macarelas) se distribuyen durante el verano en la región de las Grandes Islas y en el invierno en todo el GC (Cisneros-Mata, 1997; Hammann *et al.*, 1988 y 1998); mientras que el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) durante la temporada templada (invierno-primavera), cuando la temperatura es homogénea en la columna de agua se distribuye en las costas de Sonora y Sinaloa, o bien en la zona central del GC, y en verano se concentran en las zonas de surgencia (Ehrhardt *et al.*, 1986; Ehrhardt, 1991; Morales-Bojórquez *et al.*, 2001; Markaida y Sosa-Nishizaki, 2003).

Misticetos

La ballena sardinera o rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*) y de aleta (*Balaenoptera physalus*) son los misticetos más comunes y se encuentran presentes durante todo el año en el GC (Leatherwood *et al.*, 1982; Urbán y Flores, 1996; Chávez-Andrade, 2006; Heckel, 2006; García-Morales, 2008), donde existen poblaciones residentes de estas dos especies (Rojas-Bracho, 1984; Tershy, 1992; Urbán y Flores, 1996; Urbán-Ramírez, 1997; Berubé *et al.*, 2002; Urbán-Ramírez *et al.*, 2005). La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) también se encuentra presente durante todo el año (Aguayo *et al.*, 1985; Urbán y Aguayo, 1987; Medrano-González y Urbán-Ramírez, 2002; Pardo *et al.*, 2013) y se concentra al sur del GC por lo que su distribución en el centro y norte del GC se considera anómala (Urbán y Aguayo, 1987) aunque Rice (1974) menciona la existencia de una agregación invernal que se distribuye desde el sur de Sonora hasta Jalisco, por lo que no son raros los registros en la zona norte y centro del GC donde se le encuentra ocasionalmente alimentándose de krill (eufaúsidos) y de sardina, principalmente durante la primavera y el verano (Urbán y Aguayo, 1987; Tershy *et al.*, 1990; Urbán-Ramírez y Rojas-Bracho, 1999; Ladrón de Guevara y Heckel, 2004; Chávez-Andrade, 2006).

En la región central del GC la ballena sardinera es abundante durante la primavera y el verano (Heckel, 2006; Pardo, 2009); la ballena de aleta es abundante durante el invierno y el verano, y la ballena jorobada se encuentra principalmente en el invierno y es el misticeto menos abundante en esta región (Breese y Tershy, 1993; Gallo-Reynoso *et al.*, 2005a; Guerrero-Ruíz *et al.*, 2006; Heckel, 2006), pero se le ha registrado cerca del Canal de Ballenas y usualmente acompañando a las ballenas de aleta (Gallo-Reynoso *et al.*, 2005a). La abundancia de estos misticetos es mayor cuando la concentración de clorofila y eufaúsidos aumenta en el Alto Golfo y en la zona de las Grandes Islas (Aguayo *et al.*, 1983; Urbán-Ramírez, 1997; Gallo-Reynoso *et al.*, 2005a;

Heckel, 2006; Paniagua-Mendoza, 2007; Heckel *et al.*, 2008), en la zona costera del norte del GC en las costas de Sonora principalmente cerca de Guaymas (Urbán-Ramírez, 1997; Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza, 1998; Martínez-Villalba, 2008) y a lo largo del GC en la costa oeste (Urbán-Ramírez, 1997; Chávez-Andrade, 2006); y su abundancia en esta zona disminuye cuando la concentración de clorofila y por ende de eufáusidos también disminuyen, durante el verano y el otoño (Urbán-Ramírez, 1997); y aumentan en el sureste del GC (Tershy *et al.*, 1991; Flores-Ramírez *et al.*, 1997; Urbán-Ramírez, 1997; Pardo, 2009), estas ballenas realizan desplazamientos dentro del GC de norte a sur con base a la abundancia y distribución de sus presas (Tershy *et al.*, 1990; Gendron, 1993; Urbán-Ramírez, 1997; Martínez-Villalba, 2008; Salvadeo *et al.*, 2011). Este grupo de especies están asociadas a las zonas de surgencia (Tershy *et al.*, 1990) donde hay una mayor abundancia de eufáusidos debido a la alta productividad primaria (Kenney y Winn, 1988; Arellano-Peralta, 2010). En el caso de la ballena de aleta, su distribución también varía con respecto a la costa, a principios del invierno y hasta mediados del verano se distribuyen en zonas costeras, mientras que el resto del verano y el otoño se encuentran en aguas alejadas de la costa (Rojas-Bracho, 1984; Tershy *et al.*, 1993b; Moreno-Zúñiga, 2008).

La ballena sardinera se alimenta de pequeños peces, principalmente de sardinas (Leatherwood *et al.*, 1982; Gendron y Urbán, 1993; Tershy *et al.*, 1993a; Urbán y Flores, 1996), mientras que la ballena de aleta se alimenta principalmente de eufáusidos (*Nyctiphanes simplex*) durante el invierno y la primavera (Tershy, 1992; Tershy *et al.*, 1993b; Urbán-Ramírez, 1997; Jaume-Schinkel, 2004); durante el verano y el otoño, presenta un cambio estacional en su dieta, alimentándose de peces pelágicos menores como las sardinas, de acuerdo a la disponibilidad de presas (Gallo-Reynoso, 1991; Gendron, 1993; Urbán-Ramírez, 1997; Jaume-Schinkel, 2004 y Paniagua-Mendoza,

2007). Martínez-Villalba (2008) menciona una secuencia de ocupación en la zona de Guaymas de acuerdo a la abundancia de alimento: las ballenas de aleta se registran en tránsito en aguas someras y menos productivas cuando las temperaturas son altas, lo que indica su paso por la zona en busca de áreas con mayor concentración de alimento; mientras que se alimentan en zonas profundas con mayor productividad y temperaturas menores.

Los misticetos se distribuyen en profundidades variables, la ballena sardinera entre 0 y 600 m; la ballena de aleta en zonas con profundidades menores de 140 m, y la ballena jorobada a profundidades menores de 183 m; estos tres misticetos se distribuyen en zonas con relieves marinos variables y con topografía compleja (Rojas-Bracho 1984; Gendron, 1993; Tershy *et al.*, 1993a; Urbán-Ramírez, 1997; Croll *et al.*, 2001; Ladrón de Guevara, 2001; Martínez-Villalba, 2008), lo que en algunas especies como la ballena sardinera muestra poca correlación entre su distribución con la profundidad y la geomorfología del fondo del mar (Acevedo, 2001; Acevedo *et al.*, 2007).

Las variables importantes para la distribución de los misticetos en el GC son la temperatura del mar, la intensidad del viento, la concentración de clorofila, la profundidad y la transparencia (Bresse y Tershy, 1993, Flores-Ramírez *et al.*, 1997; Gallo-Reynoso *et al.*, 2005a; Martínez-Villalba, 2008; Pardo, 2009; Pardo *et al.*, 2013): la ballena sardinera tiene preferencia por las temperaturas cálidas, pero también se le ha registrado en aguas frías y someras, aunque con una distribución menor; la ballena de aleta aumenta su abundancia en temperaturas menores y disminuye en temporadas cálidas (Breese y Tershy, 1993; Chávez-Andrade, 2006).

La presencia de la ballena sardinera se relaciona con altas concentraciones de clorofila (Chávez-Andrade, 2006; García-Morales, 2008; Penry *et al.*, 2011) o en zonas con bajas concentraciones de clorofila (Gallo-Reynoso *et al.*, 2005a; Arellano-Peralta, 2010);

mientras que la ballena de aleta durante la temporada fría se distribuye en aguas someras, con bajas temperaturas y una alta concentración de clorofila, y una baja concentración de eufaúsidos; en verano buscan aguas profundas y alejadas de la costa (Zavala-Hernández, 1996; Del Ángel, 1997; Gallo-Reynoso *et al.*, 2005a; Chávez-Andrade, 2006; Paniagua-Mendoza, 2007; García-Morales, 2008; Pardo, 2009).

No se conoce bien la relación entre la distribución de los mysticetos con las variables ambientales, algunos estudios parecen indicar que la distribución de la ballena sardinera es independiente de la batimetría e incluso de algunas condiciones oceanográficas, siendo la distribución de alimento el principal factor que determina su presencia (Acevedo *et al.*, 2007). El tipo de alimentación, las variables importantes para la distribución, la asociación con la geomorfología y con la profundidad de algunos mysticetos en el GC (tabla 1).

Tabla 1. Características del hábitat de los mysticetos en el Golfo de California.

Especie	Geomorfología y Profundidad	Variables	Alimentación	Referencia
Ballena sardinera	Relieves submarinos variables. 0 a 600 m.	Temperatura del mar alta 30 °C (centro del GC), fría 17 °C. (sureste del GC). Intensidad del viento (oleaje). Concentración de clorofila: alta (5 mg/m ³) o baja (< 1 mg/m ³).	Sardinias (<i>Sardinops sagax</i>), langostilla (<i>Pluroncodes planipes</i>), anchoveta (<i>Opisthonema libertate</i>), y eufaúsidos (<i>Nyctiphanes simplex</i>).	Leatherwood <i>et al.</i> , 1982; Tershy <i>et al.</i> , 1990 y 1991; Tershy, 1992; Tershy <i>et al.</i> , 1993a; Tershy, 1993b; Breese y Tershy, 1993; Gendron y Urbán, 1993; Urbán y Flores, 1996; Flores-Ramírez <i>et al.</i> , 1997; Acevedo, 2001; Gallo-Reynoso <i>et al.</i> , 2005a; Chávez-Andrade, 2006; Acevedo <i>et al.</i> , 2007; García-Morales, 2008; Pardo, 2009; Arellano-Peralta, 2010; Penry <i>et al.</i> , 2011; Salvadeo <i>et al.</i> , 2011; Pardo <i>et al.</i> , 2013.
Ballena de aleta	Se alimentan de la superficie a profundidades	Temperatura del mar 23 a 32 °C, profundidad 410 m,	Eufaúsidos (<i>N. simplex</i>) en invierno y	Aguayo <i>et al.</i> , 1983; Rojas-Bracho 1984; Gallo-Reynoso, 1991;

	menores a los 140 m.	concentración de clorofila (variable). <u>Invierno-primavera:</u> aguas someras, con bajas temperaturas del mar y una alta concentración de clorofila, y baja concentración de eufausidos. <u>Verano-Otoño:</u> aguas profundas y alejadas de la costa.	primavera, en verano y otoño de peces pelágicos menores (principalmente sardinas).	Gendron, 1993; Tershy <i>et al.</i> , 1993b; Bresse y Tershy, 1993; Tershy, 1992; Tershy, 1993b; Zavala-Hernández, 1996; Urbán-Ramírez, 1997; Del Ángel, 1997; Croll <i>et al.</i> , 2001; Ladrón de Guevara, 2001; Jaumel-Schinkel, 2004; Gallo-Reynoso <i>et al.</i> , 2005a; Heckel, 2006; Chávez-Andrade, 2006; Paniagua-Mendoza, 2007; Heckel <i>et al.</i> , 2008; Moreno-Zúñiga, 2008; García-Morales, 2008; Martínez-Villalba, 2008; Pardo, 2009.
Ballena jorobada	Aguas poco profundas (<200 m) con pendientes suaves. Plataforma continental. Se alimentan en zonas cercanas a bajos.	Temperatura del mar < 29 °C, oleaje, profundidad 200 m, pendiente y geomorfología del fondo variables. <u>Temporada de reproducción:</u> zonas cálidas poco profundas. <u>Invierno - primavera:</u> a lo largo del norte y sur del GC cerca de la costa en aguas poco profundas temperatura del mar promedio de 29.6°C y en aguas azules poco productivas (>2 en la escala Forel-Ule).	Eufausidos: <i>Euphasia pacífica</i> , <i>Thysanoessa spinifera</i> , <i>T. raschii</i> y <i>N. simplex</i> . Cardúmenes de peces pequeños: <i>Eugraulis mordax</i> , <i>S. sagax</i> .	Nemoto, 1957; Rice, 1963; Whitehead y Moore, 1982; Urbán y Aguayo, 1987; Kenney y Winn, 1988; Clapham y Mattila, 1990; Tershy <i>et al.</i> , 1990; Gendron y Urbán, 1993; Forney y Barlow, 1998; Mignucci-Giannoni, 1998; Urbán-Ramírez y Rojas-Bracho, 1999; Ladrón de Guevara y Heckel, 2004; Gallo-Reynoso <i>et al.</i> , 2005a; Chávez-Andrade, 2006; Guerrero-Ruiz <i>et al.</i> , 2006.

Odontocetos

Algunas especies de este grupo como el delfín común de rostro largo (*Delphinus capensis*) y las toninas (*Tursiops truncatus*) son principalmente ictiófagos y se consideran especies oportunistas que modifican sus sitios de distribución con base a la disponibilidad y distribución del alimento (Hui, 1979; Defran y Weller, 1999; Orozco-Meyer, 2000).

Las dos especies de delfín común son los odontocetos más abundantes en el GC (Paniagua-Mendoza, 2007; Heckel *et al.*, 2008; Moreno-Zúñiga, 2008; Salvadeo, 2008; Arellano-Peralta, 2010), principalmente el delfín común de rostro largo, que se distribuye en las zonas costeras a lo largo del GC durante todo el año (Vidal *et al.*, 1993; Bresse y Tershy, 1993; Pérez-Cortés, 2000), mientras que según algunos autores las toninas son la especie con mayor distribución y abundancia (Bresse y Tershy, 1993; Barbosa-Devéze, 2006; Heckel, 2006; Arellano-Peralta, 2010).

El delfín común de rostro largo y las toninas tienen una distribución estacional relacionada a las zonas de surgencia (Gallo-Reynoso, 1991; Pardo, 2009); el delfín común se distribuye en el Alto Golfo durante los meses fríos de octubre a marzo, y en la región central en verano y otoño (Pérez-Cortés *et al.*, 2000; Barbosa-Devéze, 2006), con abundancias mayores en verano, sobre todo en la costa oeste del GC (Vidal *et al.*, 1993; Valle-Jiménez, 1998; Barbosa-Devéze, 2006; Heckel, 2006). La abundancia de las toninas en la región central del GC ocurre en las mismas temporadas que el delfín común de rostro largo (Salinas-Zacarías, 2005; Barbosa-Devéze, 2006; Heckel, 2006; Salvadeo, 2008 y Salvadeo *et al.*, 2009), cuando la concentración de clorofila es menor pero la concentración de calamar aumenta en zonas con pendientes pronunciadas (Salinas-Zacarías, 2005; Salvadeo *et al.*, 2009), siendo más numerosas las toninas en profundidades intermedias, más allá de la plataforma continental (Peddemors, 1999). Mientras que el delfín común de rostro corto (*Delphinus delphis*) es más abundante en el

suroeste del GC durante el invierno-primavera (Salvadeo, 2008; Pardo, 2009), probablemente siendo similar a lo encontrado en la costa de California, en donde el aumento de su abundancia se relaciona a la mayor abundancia de la anchoveta (Hui, 1979).

Los calderones (*Globicephala macrorhynchus*) al igual que el cachalote (*Physeter macrocephalus*) y otros odontocetos, son teutófagos es decir que se alimentan principalmente de calamares, sobre todo del calamar gigante (Greg y Trites, 2001; Markaida y Sosa-Nishizaki, 2001; Gallo-Reynoso y Navarro-Serment, 2009; Azzelino *et al.*, 2012). La distribución del calamar gigante en el GC tiene fluctuaciones anuales que afectan la presencia y distribución de las especies teutófagas, que permanecen en la zona a pesar de estas fluctuaciones (Jaquet y Gendron, 2002).

El calderón es abundante en la zona central del GC (Vidal *et al.*, 1993; Urbán-Ramírez, 1997; Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza, 1998; Barbosa-Devéze, 2006) donde se observa en grandes grupos e interactuando con otras especies como la ballena de aleta y las toninas (Gallo-Reynoso, 1984; Guerrero-Ruíz *et al.*, 2006) y con cachalotes (Gallo-Reynoso, com. pers.). Su abundancia en la región central durante el verano coincide cuando la concentración de calamar gigante es mayor en la zona (Markaida y Sosa-Nishizaki, 2001), disminuye en el otoño y la primavera cuando migra al suroeste donde es más abundante en esas temporadas (Barbosa-Devéze, 2006; Pardo, 2009).

Los cachalotes tienen una abundancia media y una distribución restringida a la región central del GC sobre todo en la "Cuenca de Guaymas" (Chávez-Andrade, 2006; Paniagua-Mendoza, 2007; Moreno-Zúñiga, 2008; Gallo-Reynoso *et al.*, 2009; Arellano-Peralta, 2010) y pasan el 70% de su tiempo en las profundidades donde se alimentan (<400 m) (Kawakami, 1980; Clarke, 1986; Gallo-Reynoso *et al.*, 2009). Las preferencias de hábitat en el GC de algunos odontocetos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Características del hábitat de odontocetos en el Golfo de California.

	Geomorfología y Profundidad	Variables	Alimentación	Referencia
Delfín común de rostro largo		Temperatura del mar (> 17 °C).		Hui, 1979 y 1985; Reilly, 1990; Tershy <i>et al.</i> , 1991; Gallo-Reynoso 1991;
	Plataforma continental.	Salinidad (33.9 ‰).	Sardinias (<i>S. sagax</i> ; <i>Opisthonema</i> spp.; <i>Etrumeus teres</i> ; <i>Cetengraulis</i>	Breese y Tershy, 1993; Valle-Jiménez, 1998;
	Profundidades menores a 200 m.	Concentración de clorofila baja (0.26 a 1.7 mg/m ³).	<i>mysticetus</i> ; <i>Scomber japonicus</i>), mictófidios (<i>Triphoturus mexicanus</i> y otros), calamares neríticos (<i>Lolliguncula panamensis</i> , <i>Loliolopsis diomedae</i>)	Mignucci-Giannoni, 1998; Hooker <i>et al.</i> , 1999; Forney, 2000; Cañadas <i>et al.</i> , 2002; Embling <i>et al.</i> , 2005; Niño-Torres <i>et al.</i> , 2006; García-Morales, 2008; Graham <i>et al.</i> , 2010; Moura <i>et al.</i> , 2012.
		Zonas de surgencia (concentración de clorofila alta y temperatura del mar baja).		
Delfín común de rostro corto	Zonas profundas (> 200 m) o en profundidades menores a 200 m.	Salinidad (33.4 ‰).		Reilly, 1990; Valle-Jiménez, 1998; Forney; 2000; Barbosa-Devéze, 2006; Paniagua-Mendoza, 2007; Salvadeo, 2008.
	Fuera de la plataforma continental o en la zona costera.	Visibilidad: baja; zonas de surgencia (concentración de clorofila alta y temperatura del mar baja); concentración de clorofila alta (3.5 mg/m ³); termoclina poco profunda.	Pelágicos menores, mictófidios (peces linterna) y calamares neríticos.	
Calderones	Relieve alto y moderado. Profundidades de 250 a 500 m. Talud continental, plataforma continental, zona costera.	Temporada cálida: concentración de clorofila baja (< 1 mg/m ³), poca profundidad (< 300 m) y escasa pendiente.	Calamar gigante.	Dorf, 1982; Hui, 1985; Mignucci-Giannoni, 1998; Markaida y Sosa-Nishizaki, 2001; Guerrero-Ruiz <i>et al.</i> , 2006; Barbosa-Devéze, 2006; Salvadeo, 2008; Galindo <i>et al.</i> , 2009; Pardo, 2009; Pardo <i>et al.</i> , 2013.

Toninas	Relieve alto, zonas escarpadas, montañas submarinas.	Geomorfología del fondo, zonas de surgencia, pendientes variables, marea alta, intensidad del viento (bajo oleaje).	Peces pelágicos y calamares pequeños.	Dorf, 1982; Kenney, 1984; Marcín-Medina, 1997; Mignucci-Giannoni, 1998; Fayos <i>et al.</i> , 2000; Baumgartner, 2001; Cañadas <i>et al.</i> , 2002; Pérez-Cortés, 2005; Salinas-Zacarías, 2005; Pardo, 2009; Salvadeo <i>et al.</i> , 2009 Graham <i>et al.</i> , 2010.	
	Profundidades (200 a 750 m).				
	Plataforma y talud continental.				
Cachalotes	Relieve alto y medio.	Alta productividad secundaria, temperatura del mar alta (< 28 °C), concentración de eufáusidos baja y concentración de clorofila baja (< 1 mg/m ³).	Cefalópodos mesopelágicos y batipelágicos.	Kawakami, 1980; Clarke, 1986; Jaquet y Whitehead, 1996; Mignucci-Giannoni, 1998, Fernández-Casado, 2000; Greg y Trites, 2001; Cañadas <i>et al.</i> , 2002; Jaquet y Gendron, 2002; Chávez-Andrade, 2006; Paniagua-Mendoza, 2007; Moreno-Zúñiga, 2008; Gallo-Reynoso y Navarro-Serment, 2009; Gallo-Reynoso <i>et al.</i> , 2009; Azzelino <i>et al.</i> , 2012.	
	Zona costera, borde de la plataforma continental, talud continental, zona pelágica.				
	Zonas profundas (>700 m).				

Otáridos

De este grupo la especie más abundante en el GC es el lobo marino de California (*Zalophus californianus*), que habita islas e islotes, desde las rocas Consag al norte hasta Los Islotes al sur del GC (Rice, 1998; Szteren *et al.*, 2006). En la zona de estudio se alimenta principalmente de peces, aunque también de algunos crustáceos y cefalópodos (Quezadas-Tapia, 2010; Barba-Acuña en proceso), se le considera una especie oportunista que adapta su dieta de acuerdo a la abundancia de sus presas (García-Rodríguez, 1995; Bautista-Vega, 2000 y 2002).

Las variables ambientales como la temperatura del mar y la salinidad intervienen en las estrategias alimentarias del lobo marino de California, ya que son factores importantes en la distribución y abundancia de sus presas (Amezcu-Linares, 1990; Durán-Lizárraga, 1998), además de ser relevantes en la fisiología y en la reproducción de esta especie. Los cambios en la temperatura del mar son importantes para el lobo marino de California (temperatura crítica inferior a 18°C) ya que realizar buceos en bajas temperaturas significa un estrés térmico y un mayor consumo de energía (Durán-Lizárraga, 1998); los ciclos reproductivos de esta especie están sincronizados con los cambios estacionales en la concentración de clorofila y por lo tanto es un factor importante en su distribución, explicando porque los lobos marinos de California se encuentran asociados a zonas de surgencia o a corrientes oceánicas productivas (Durán-Lizárraga, 1998; Pérez-Ledezma, 2010).

El lobo marino de California se asocia con otras especies como los delfines comunes y las toninas en grupos de alimentación formados por los delfines comunes, sobre zonas con cañones submarinos o al borde de la plataforma, en el que todas las especies participan al mismo tiempo, salvo en ocasiones donde los lobos marinos son desplazados por los delfines comunes (Gallo-Reynoso, 1991). En esta asociación los lobos marinos utilizan la capacidad de los delfines para detectar a sus presas, por lo que buscan a los grandes grupos de aves o de alimentación formados por los delfines (Bearzi, 2006), formando una asociación cooperativa (Gallo-Reynoso, 1991); en esta asociación se juntan las especies que comparten ciertas características ambientales, como los lobos marinos y los delfines comunes, especialmente en las áreas de alimentación.

3. Objetivos

- **General:** Determinar la relación de la geomorfología del fondo marino y la distribución espacial de los mamíferos marinos, así como la relación entre la presencia de estas especies y los parámetros ambientales en las aguas aledañas a la Isla San Pedro Nolasco en el Golfo de California,.

- **Particulares:**

- Realizar la descripción batimétrica de la zona.
- Registrar los avistamientos de mamíferos marinos para determinar la relación entre su distribución con la geomorfología del fondo.
- Registrar los parámetros físico–químicos en la zona (temperatura superficial, temperatura en la columna de agua, salinidad, estado del mar, color del mar, visibilidad) que afectan la productividad primaria y analizar su relación con la distribución de los mamíferos marinos observados.

4. Justificación

El Golfo de California es uno de los lugares más importantes para el estudio de los mamíferos marinos ya que por sus particulares características oceanográficas alberga gran número de especies de este grupo. Se debe incrementar la información sobre el estado actual de las poblaciones de mamíferos marinos para conocer mejor su distribución, tamaño poblacional, conducta, alimentación, época reproductiva y la posible relación que existe entre las características fisiográficas de las zonas de distribución, para identificar y mapear los hábitats y así evitar el traslape con zonas de pesca (Gallo-Reynoso, 2003). Se ha reportado que muchos mamíferos marinos son capturados, mueren o quedan con restos de redes en su cuerpo siendo un problema para muchas especies en el GC (Northridge, 2002; Gallo-Reynoso, 2003), por ejemplo para la vaquita

marina (*Phocoena sinus*) en el Alto Golfo (Rojas-Bracho y Taylor, 1999), para el cachalote, la ballena azul, el rorcual tropical, el delfín común de rostro largo, el zifio de Cuvier, las toninas y la ballena gris en diferentes localidades del GC (Vidal *et al.*, 1994; Gallo-Reynoso, 2004; Guerrero-Ruíz *et al.*, 2006). Por todo lo anterior y la falta de conocimiento de la relación de estas especies con su hábitat, se hizo el estudio de la relación de las diferentes especies de mamíferos marinos que se distribuyen en la zona de la Isla San Pedro Nolasco.

5. Hipótesis

La distribución de los mamíferos marinos está relacionada con las actividades de alimentación, reproducción y supervivencia; por lo que su presencia está determinada por diversas variables. El GC se caracteriza por tener surgencias estacionales directamente relacionadas con la geomorfología del fondo, factores meteorológicos y oceanográficos; que aumentan la productividad primaria y por lo tanto la disponibilidad de alimento para los mamíferos marinos. La profundidad es también un factor importante pues se relaciona con la distribución de sus presas en la columna de agua; los mamíferos marinos se distribuyen de acuerdo a su forma y tipo de alimentación, con base a esta información y de acuerdo a la profundidad hemos clasificado el área de estudio en cinco zonas: costera, plataforma, insular-bajo, canal y talud continental. Por lo que la hipótesis es:

“Si la distribución de los mamíferos marinos en la zona de la Isla San Pedro Nolasco se debe a la profundidad y a las características geomorfológicas del fondo marino, se espera que las especies del suborden Odontoceti se distribuyan en toda el área de estudio; las especies del suborden Mysticeti se encuentren en toda el área de estudio, exceptuando el talud continental, y que las especies del suborden Otariidae sólo estén presentes en la zona costera; por otro lado se espera que la distribución de especies de cada grupo este asociado a parámetros ambientales específicos.”

6. Métodos

6.1 Área de estudio

El Golfo de California se localiza en el noroeste de la República Mexicana. Tiene una longitud aproximada de 1,600 km, limita al norte con la desembocadura del Río Colorado y al oeste con la Península de Baja California, contiene más de 800 islas que han sido declaradas como Área Natural Protegida (SEMARNAT, 2000) con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) y Reserva de la Biosfera (RB) (figura 6.1).



Figura 6.1 Ubicación geográfica del Golfo de California y de la Isla San Pedro Nolasco. Modificado de Google Earth 2012.

De acuerdo con sus características generales, Carreño y Helenes (2002) agrupan a las islas del GC en: las islas del norte, del centro y del sur; muchas de las islas están separadas de la costa por canales con profundidades de 110 m y posiblemente su origen sea por el aumento del nivel del mar durante el periodo interglaciar asociado con el desplazamiento de la península de Baja California hacia el noroeste, como resultado de una extensión de las placas tectónicas durante el Mioceno medio y tardío seguido de una deformación transtensional entre la placa tectónica de Norteamérica y la del Pacífico.

Como parte de este fallamiento se formaron sierras y cuencas generando una batimetría irregular a lo largo del GC; en el caso de la región central con una plataforma continental de 5 km que se amplía hasta los 25 km (sur del río Mayo), con talud moderado que se hace más abrupto y accidentado (Delgado-Argote *et al.*, 2000).

A lo largo del GC existen nueve cuencas cerradas, que hacia la parte central y sur del GC aumentan en profundidad y en complejidad, una de estas es la Cuenca de Guaymas con una extensión de 220 km y profundidades de hasta 2000 m. La Cuenca de Guaymas es un activo centro de expansión muy sedimentado con piso oceánico liso parecido al de las cuencas del Alto Golfo (Maluf, 1983).

Oceanográficamente el GC es un sistema complejo, con cambios estacionales e interanuales (Baumgartner y Christensen, 1985); resultado de factores físicos como el viento (Parés-Sierra *et al.*, 2003), las mareas (Álvarez-Borrego y Gaxiola-Castro, 1988), la evaporación (Bray, 1988; Lavin y Organista, 1988) e incluso de fenómenos como el ENSO (El Niño Oscilación del Sur) (Barber y Chávez, 1983) que afectan las condiciones oceanográficas y la productividad primaria del golfo.

La alta productividad primaria estacional que caracteriza al GC está asociada a eventos de surgencia; que ocurren en el lado oeste del GC (Baja California) durante el verano con los vientos predominantes del sur y en la costa este (Sonora, Sinaloa) durante el invierno y la primavera, con vientos predominantes del noroeste, favoreciendo surgencias en determinados sitios como Isla Tiburón, la costa de Guaymas y cerca de Topolobampo, pero no a lo largo de toda la costa (Roden, 1958). Estos vientos y su intensidad influyen en la productividad al afectar la columna de agua; durante los meses fríos (invierno) la termoclina en la columna de agua no es tan marcada y los vientos pueden mezclar los nutrientes en toda la columna; a diferencia de los meses cálidos (verano) cuando la temperatura superficial es elevada, presenta una termoclina más

marcada y es difícil que los vientos puedan mezclar la columna de agua; como resultado hay una estratificación, con una baja productividad primaria superficial (Thunell, 1998). A estos cambios estacionales en la productividad se suman los cambios interanuales ocasionados por el fenómeno ENSO, pues se sabe que la productividad primaria disminuye cuando se presenta este fenómeno meteorológico, al disminuir la intensidad de los vientos, reduciendo la intensidad de las surgencias (Barber y Chávez, 1983).

Para explicar la circulación del GC, Bray (1988) propuso una circulación de tres capas de agua de acuerdo a su densidad. El flujo de salida, con agua menos densa que se ubica entre los 50 y 250 m de profundidad; el flujo de entrada ubicada entre los 250 y los 500 m, de agua más densa, y la capa superficial donde ocurren los cambios en la dirección del transporte con los cambios estacionales de los vientos a gran escala. Aunque la dinámica de la circulación en el GC es compleja se sabe que durante el invierno el flujo de salida se ubica en la superficie y el flujo de entrada en las grandes profundidades, esta dinámica se invierte en el verano cuando el flujo de entrada es superficial (Roden, 1958). Como resultado de esta dinámica, durante el invierno las aguas profundas provenientes de la corriente ecuatorial del Pacífico son ricas en nutrientes y aumentan la productividad primaria (Baumgartner y Christiansen, 1985; Álvarez-Borrego *et al.*, 1978; Álvarez-Borrego y Gaxiola-Castro, 1988).

Roden (1958) describió que el contenido de oxígeno disuelto en el GC es bajo ($< 0.5 \text{ ml l}^{-1}$) en aguas superiores a los 500 m de profundidad, sin embargo Serrano (2012) menciona que en el GC la zona de mínimo oxígeno (ZMO) se localiza desde los 200 m superando hasta los 1200 m de profundidad. La zona de mínimo oxígeno es característica de áreas con alta productividad orgánica superficial, que al morir se precipita y degrada consumiendo el oxígeno disponible a lo largo de la columna. Una de las áreas con una ZMO importante es el Pacífico oriental, que además de tener una menor concentración de

oxígeno en comparación con otras masas de agua, sus aguas profundas intermedias tienen poca o escasa movilidad y por lo tanto no han sido renovadas por procesos de circulación (Serrano, 2012). En el Golfo de California existe una ZMO bajo la superficie, la cual se extiende hacia el sur de las grandes islas al igual que en zonas como la Cuenca de Guaymas, donde las surgencias están caracterizadas por una baja salinidad y temperatura, y no por la concentración de oxígeno (Roden, 1958; Maluf, 1983; Thunell, 1998).

Por los profundos cambios estacionales e interanuales climáticos y en las condiciones hidrográficas, la Cuenca de Guaymas fue considerada por Thunell (1998) el sitio idóneo para estudiar el flujo de partículas en el GC y sus cambios estacionales; este autor reportó que el depósito de nutrientes se realiza durante la primavera y a finales del otoño, para ser mezclados en toda la columna durante el invierno, haciendo de esta zona un lugar con alta productividad primaria.

La Isla San Pedro Nolasco (ISPN) tiene un área de 3.45 km², se ubica a 14.61 km de la costa de Sonora, se encuentra separada de la costa por un canal de aproximadamente 200 m (Álvarez-Castañeda y Patton, 1999; Carreño y Helenes, 2002). Está compuesta en su mayoría por granodiorita del Cretácico, del mismo tipo de roca del afloramiento cercano a Guaymas (Anderson, 1950). Es de origen continental, se formó debido al fallamiento, que la separó del continente (Anderson, 1950; Carreño y Helenes, 2002; Gallo-Reynoso y González-Martínez, 2004). El aislamiento de la isla de la porción continental ocurrió durante el Pleistoceno. Está ubicada en el Golfo Central que se caracteriza por tener mareas de 1.5 m, con una fuerte estacionalidad en la temperatura superficial del mar (febrero-marzo 16 °C y agosto-septiembre 31 °C) alcanzando grandes diferencias de temperatura entre la superficie y los 150 m de profundidad, de alrededor de 16 °C (Arellano-Peralta, 2010).

El área de estudio se dividió en dos zonas debido a su extensión; el primer polígono (figura 6.2) fue establecido para el levantamiento de la batimetría y la ubicación de estaciones oceanográficas durante los cruceros de julio, septiembre y octubre del 2013; con el objetivo de caracterizar la oceanografía entre las zonas que rodean la isla. En el área se establecieron 20 estaciones oceanográficas a 5 y 10 km de distancia a partir del centro geográfico de la isla, orientadas hacia los cuatro puntos cardinales.

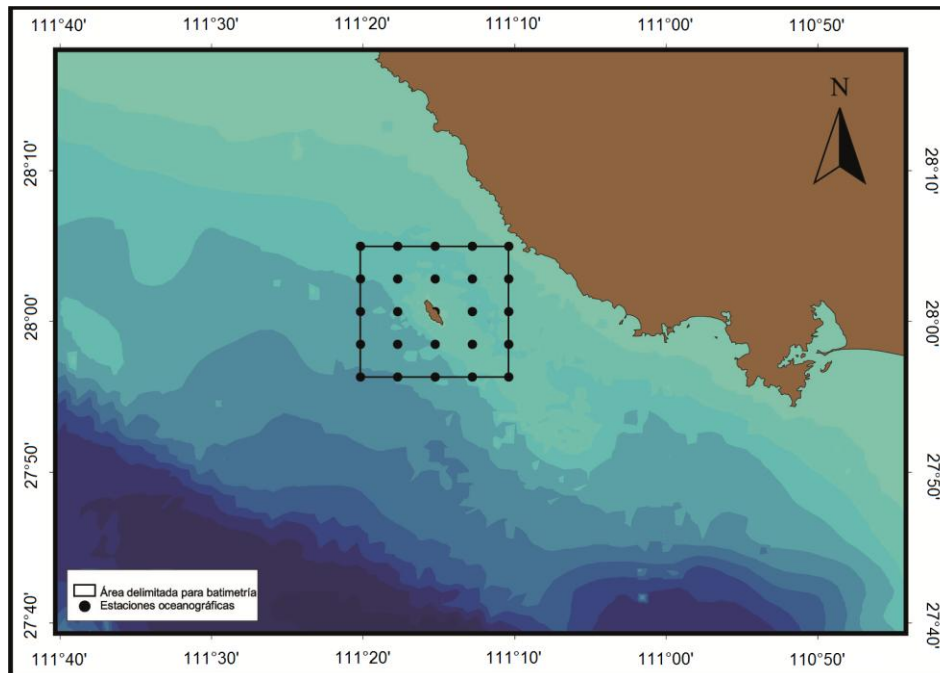


Figura 6.2 Área para el levantamiento de la batimetría y ubicación de las estaciones oceanográficas.

Para los avistamientos de los mamíferos marinos se determinó un segundo polígono (figura 6.3) delimitado en las siguientes coordenadas geográficas, al noreste en 28° 08' 26.67" N, 111° 18' 53.42" O; al noroeste 27° 57' 58.89" N, 111° 31' 53.35" O; al suroeste 27° 37' 36.54" N, 111° 09' 06.41" O; y al sureste 27° 50' 08.93" N y 110° 53' 14.47" O. La porción marina de este polígono fue propuesta previamente por Gallo-Reynoso y González-Martínez (2004) utilizando criterios ecológicos,

socioeconómicos, productivos, sociales y de viabilidad como: presencia de ecosistemas frágiles; zonas de alimentación; e índice de biodiversidad, entre otros.

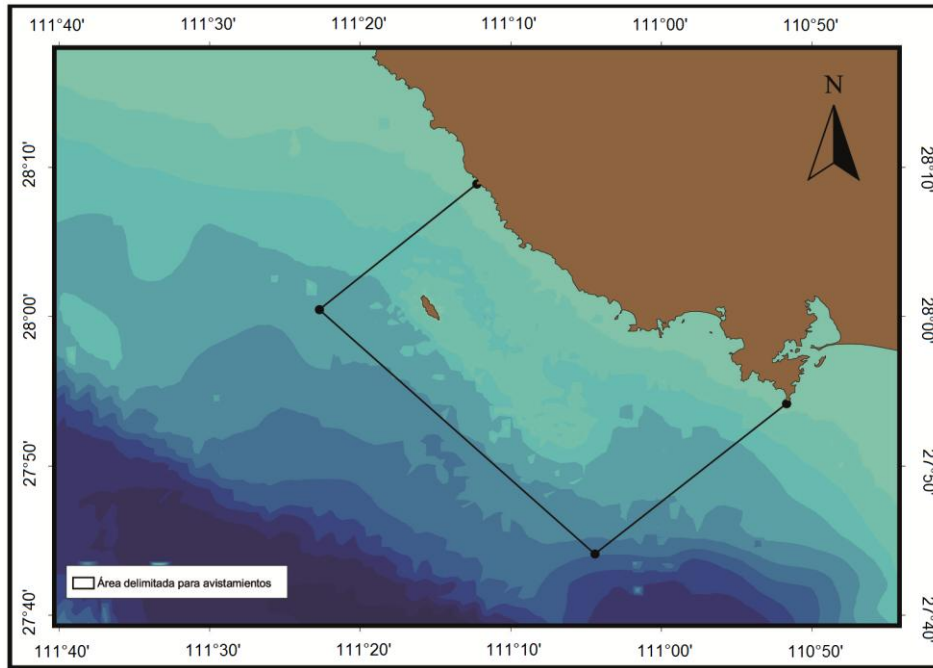


Figura 6.3 Área para el avistamientos de mamíferos marinos.

6.2 Batimetría

Para realizar el levantamiento batimétrico se llevaron a cabo cuatro cruceros oceanográficos (mayo, julio, septiembre y octubre del 2013). Las salidas se hicieron desde la comunidad pesquera “La Manga” o del puerto de San Carlos hacia la ISPN; se realizó un recorrido cercano a la isla para hacer el levantamiento batimétrico mientras se desarrollaban los censos de aves y de lobos marinos por personal del Laboratorio de Ecofisiología del CIAD-Guaymas y del APFF Islas del Golfo de California. Posteriormente se hicieron recorridos en el área de estudio (trayectos lineales entre estaciones oceanográficas); durante estos trayectos se hizo 1) el levantamiento batimétrico continuo en trayectos lineales y 2) cuando se observó algún mamífero marino se desvió el curso hacia la situación geográfica para determinar la especie, número de individuos y la toma

de variables ambientales (trayectos aleatorios con levantamiento batimétrico continuo). Ambos tipos de trayectos proporcionaron mayor precisión en la obtención de la batimetría de la zona de estudio. El levantamiento batimétrico se registro con una ecosonda (Furuno-GPS 1850WF) de doble frecuencia 50/200 kHz y una precisión de 3 m, instalada en una embarcación tipo yate de 50 pies de eslora en la que se realizaron los cruceros oceanográficos con una duración de 2 a 4 días. Para complementar y ampliar el levantamiento batimétrico obtenido de la zona, se usaron los datos de estudios previos en la zona por parte del Laboratorio de Ecofisiología del CIAD-Guaymas, y de instituciones gubernamentales como la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) y registros batimétricos obtenidos del programa ETOPO (NOAA). Para la normalización de los datos obtenidos, se realizó la corrección a los valores de batimetría generados, ya que estos pueden proporcionar “datos falsos” debido al movimiento del bamboleo y cabeceo del barco, eliminando los datos que resultaran ser desproporcionados y/o que fueran drásticamente mayores o menores a los datos adyacentes. Además de realizarse la corrección del estado de la marea; sumando o restando el valor de la marea referente al nivel medio del mar de acuerdo al sitio, mes y hora del día, reportado en las tablas de marea del Departamento de Oceanografía Física del CICESE.

6.3 Diversidad

Se realizaron recorridos mensuales durante un año en la zona de estudio con la finalidad de buscar mamíferos marinos. Las observaciones fueron realizadas por dos a tres personas con binoculares (10 x 50). Cuando se detectó la presencia de algún mamífero marino la embarcación se dirigió hacia la zona, a baja velocidad para no interferir con el comportamiento y permaneciendo a una distancia de entre 30 y 50 m. El objetivo fue ubicar a los individuos con el fin de obtener su localización geográfica la

profundidad para posteriormente correlacionarlos con la batimetría de la zona, así como muestrear los parámetros ambientales.

Durante cada avistamiento se registraron: la posición geográfica de la embarcación en la cercanía de los organismos, el número de avistamiento, la hora de inicio, la posición geográfica inicial y final del avistamiento, el número de individuos y la especie de mamífero marino. Para cada avistamiento también se midieron las variables ambientales: profundidad del lugar, temperatura superficial del mar, temperatura en la columna de agua (botella Niskin); salinidad (refractómetro / CTD), la transparencia (disco de Secchi), el estado del mar (escala de Beaufort) y el color del mar (escala Forel-Ule). También se incluyó la clorofila superficial [clorofila mg/m^3] como otra variable ambiental para cada avistamiento, estos valores fueron obtenidos a partir de las imágenes satelitales de la NASA con una resolución de 4 km.

Para el análisis de los resultados, los datos de los avistamientos de las diferentes especies fueron clasificados de acuerdo al grupo taxonómico en: misticetos, odontocetos y otáridos. Se calculó la abundancia relativa (número de individuos/hora), con base al esfuerzo de observación realizado, tomando solamente el esfuerzo real de búsqueda (ERB) y descartando otras actividades diferentes a esta como el tiempo dedicado a la navegación y a la medición de todos los parámetros (oceanográficos y batimétricos).

6.4 Variables ambientales

Se realizó la estadística descriptiva con los datos obtenidos de las variables ambientales en cada avistamiento (media, desviación estándar, error estándar, intervalos de confianza, mínimo y máximo) para los valores estacionales y los valores anuales.

Para establecer la importancia de las variables medidas que determinan la presencia de cada especie se usó un modelo lineal generalizado (GLM), que permite expresar en

forma cuantitativa las relaciones entre un conjunto de variables, vinculando las respuestas de las variables dependientes (distribución de mamíferos marinos) con las variables independientes (temperatura superficial, temperatura de la columna, etc.). Para seleccionar el modelo se utilizó el criterio de información de Akaike (AIC por sus siglas en inglés), en el cual se eligió el modelo más simple con el número AIC más pequeño y una Δ AIC menor a 2 (anexo V); con base al modelo seleccionado se realizó nuevamente un GLM con las variables más importantes que integraban el modelo seleccionado y se calculó la probabilidad de presencia de cada especie (anexo VI). Las especies con menos de cuatro avistamientos totales, no fueron incluidas en el análisis (ballena de aleta, calderón, ballena azul y orca falsa).

6.5 Distribución

Utilizando los registros de avistamientos realizados durante este estudio y los registros previos en la zona, se buscó determinar la relación entre la distribución de cada especie y la batimetría. Para obtener esta relación, el área de estudio fue dividida en cuadrantes de 5 x 5 km y se obtuvo la pendiente de cada cuadrante (figura 6.4). Los datos obtenidos fueron clasificados en cinco categorías que van de 0.1 hasta 45 grados de inclinación. Con los valores de pendiente asignados a cada cuadrante se contó el número de avistamientos por especie en cada cuadrante, con la misma pendiente para cada categoría, creando un índice de individuos por categoría. Los valores observados en campo fueron comparados mediante un análisis de correspondencias para determinar la relación entre las especies y las categorías de las pendientes obtenidas.

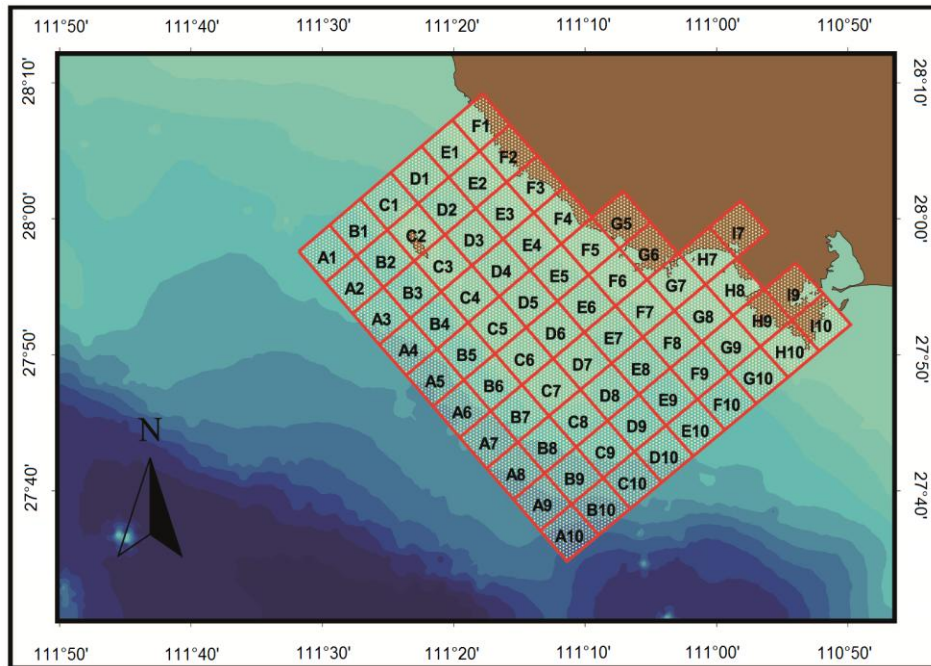


Figura 6.4 Cuadrantes realizados en el área de estudio para la obtención del índice de pendiente.

Distribución kernel

Para determinar el área ocupada por cada especie se utilizó el método estadístico de *kernel* considerado como uno de los métodos más exactos para determinar el tamaño del ámbito hogareño (Worton 1995, Seaman *et al.*, 1999, Blundell *et al.*, 2001). Se realizaron los cálculos a partir de la extensión *Animal Movement Analysis* para el programa *Arc View 3.2*. Para la obtención de la distribución *kernel* se consideró el uso de: razón de polígonos de 50% y 95% propuesta por Gubbins (2002); el parámetro armónico (h) para controlar la variación de cada componente y definir el ancho de banda, el cual fue obtenido a partir de una comprobación cruzada de mínimos cuadrados (LSCV por sus siglas en inglés) lo que permitió calcular las áreas centrales y generar más de un contorno de ser necesario.

7. Resultados

7.1 Batimetría

El esfuerzo realizado en el levantamiento de la batimetría de la zona y que incluye los levantamientos y datos previos se muestran en la figura 7.1. Las líneas denotan los cruceros de estudios previos y cruceros de 2009 a 2013 en que se tomó la batimetría de manera continua y los puntos corresponden a datos obtenidos puntualmente durante los avistamientos de mamíferos marinos desde 1995 hasta 2009 (Laboratorio de Ecofisiología del CIAD-Guaymas).

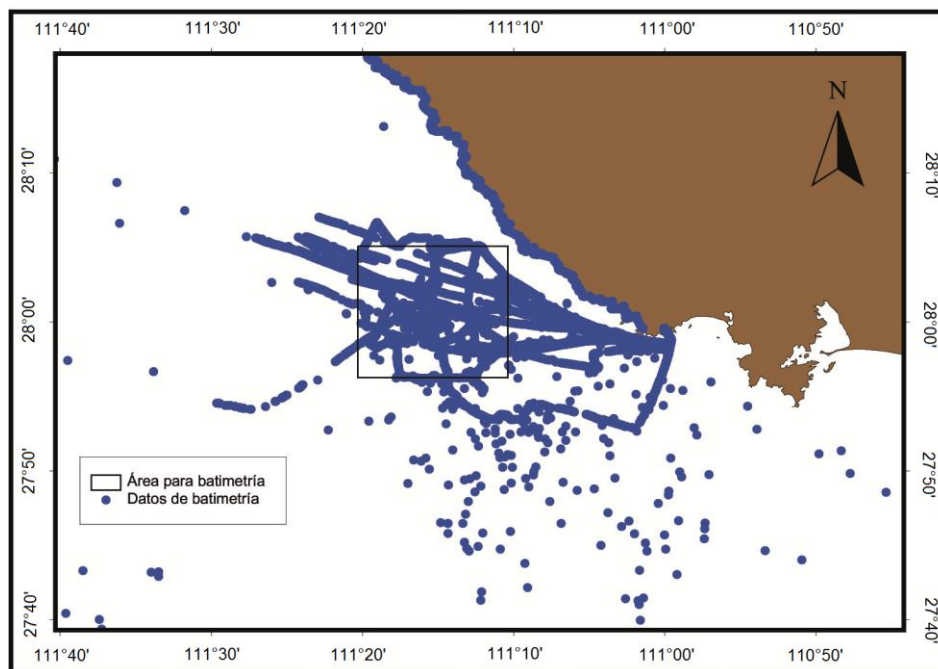


Figura 7.1 Esfuerzo realizado para el levantamiento batimétrico.

Con el programa *Arc View 3.2* se generó un mapa de la batimetría obtenida (figura 7.2). Haciendo un recorrido de este a oeste se puede observar una amplia zona costera con profundidades de 30 a 70 m, seguida de la plataforma continental con profundidades variables mayores de los 70 m a los 190 m, hasta llegar a la ISPN. Del lado oeste de la isla las profundidades superan los 250 m y aumentan gradualmente hasta llegar a los

2,000 m formando el talud continental. Al sur de la isla se encuentra el llamado "el bajo" que es una cordillera submarina profunda cuya cúspide emergida es la Isla San Pedro Nolasco; este bajo profundo se extiende hacia la parte sureste, con profundidades aproximadas de 150 m hasta los 250 m bajo el nivel del mar. Después de "el bajo" adentrándose hacia la parte central del GC, las profundidades aumentan hacia los 650 m, hasta llegar a los 2,300 m en lo que se conoce como la Cuenca de Guaymas. La ubicación de la ISPN y la cordillera submarina que se extiende al sureste de la isla, que conforma "el bajo", generan un canal entre "el bajo" y la zona costera con una profundidad máxima de 300 m.

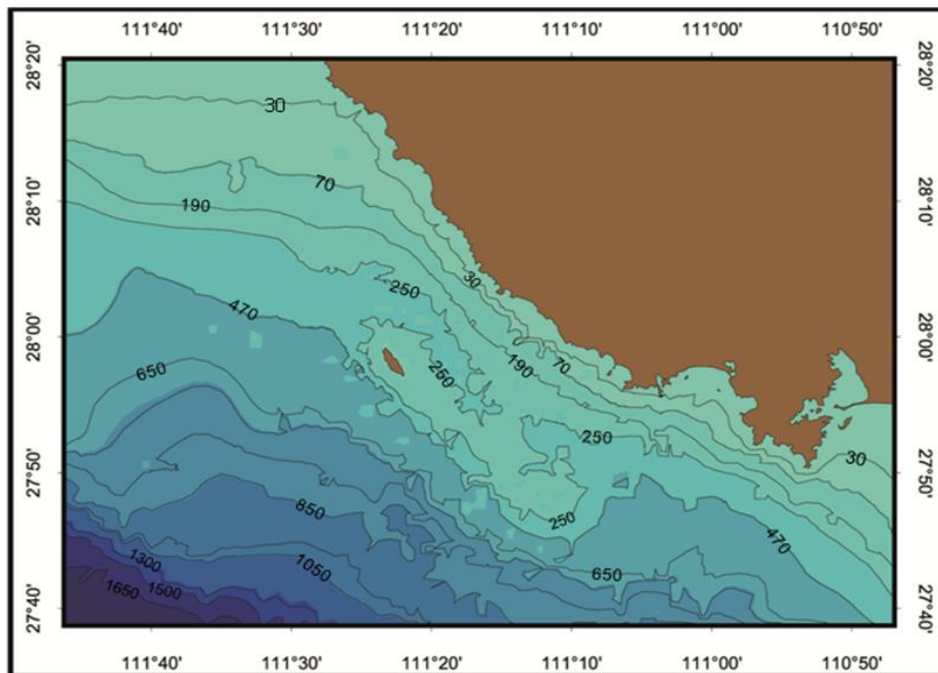


Figura 7.2 Mapa de la batimetría resultante en la zona de estudio.

Al producir un mapa que ubica la distribución de las especies con respecto a la batimetría (figura 7.3) se observa que la mayoría de las especies fueron registradas en profundidades que van desde los 5 a los 600 m. Las especies como el lobo marino de California, delfines comunes y toninas fueron encontradas en zonas con diversas profundidades que van de los 20 a los 260 m, ubicándose en la zona costera, la

plataforma, "el bajo" y la zona insular. Las especies de la Familia Balaenopteridae se registraron en la zona ubicada entre la costa y la ISPN en profundidades de 200 a 250 m, con excepción de las ballenas jorobadas que fueron registradas en profundidades menores a los 200 m. Los calderones se registraron en profundidades superiores a los 400 m en la zona del talud continental; mientras que las orcas falsas fueron observadas cerca de la zona costera en profundidades de 64 m. Para una mejor visualización del relieve del fondo se realizó un modelo tridimensional de la batimetría con el programa *Surfer 8* y un modelo tridimensional que correlaciona la batimetría y la distribución de las diferentes especies con el programa *Arc View 3.2* (anexo I).

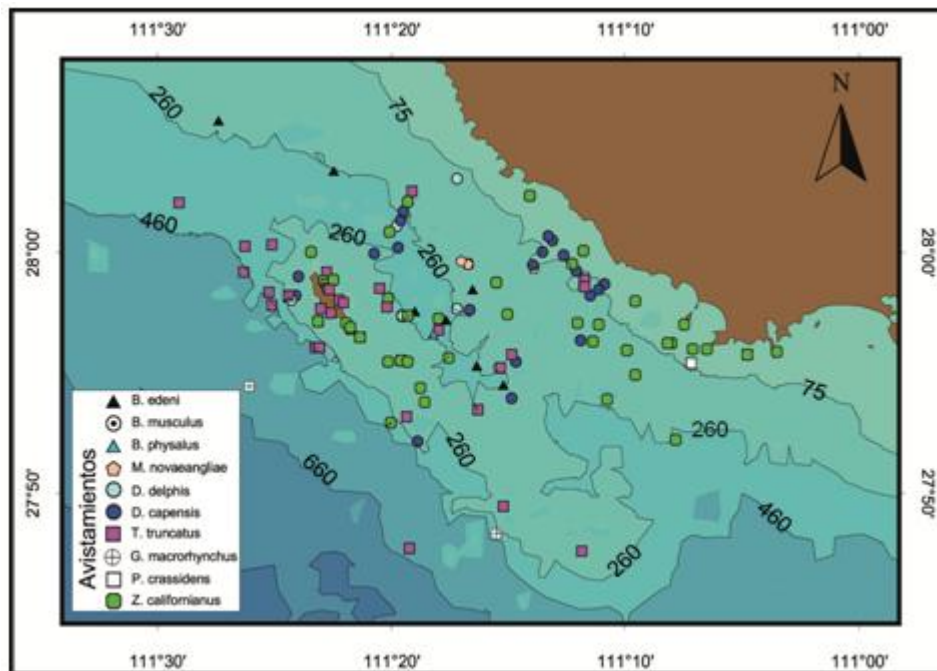


Figura 7.3 Distribución de las especies asociadas con la batimetría.

7.2 Diversidad

Durante los meses de octubre de 2012 a octubre de 2013 se trabajó un total de 148 horas, de las cuales 114 h corresponden al total del esfuerzo real de búsqueda (ERB) de mamíferos marinos (tabla 3). Durante el tiempo de búsqueda se registraron

123 avistamientos integrados por 10 especies de mamíferos (anexo II). Las especies registradas corresponden a las siguientes familias: Balaenopteridae (ballena de aleta, ballena sardinera, ballena azul y ballena jorobada), Delphinidae (delfín común de rostro corto, delfín común de rostro largo, toninas, orcas falsas y calderones); y Otariidae (lobo marino de California)(anexo III).

Tabla 3. Esfuerzo de búsqueda.

Tiempo navegado (Horas)	Esfuerzo real de búsqueda (Horas)	Número de especies	Número de avistamientos
148	114	10	123

Los datos obtenidos fueron clasificados en cuatro temporadas: otoño, invierno, primavera y verano. Para cada temporada en cada año (incluyendo otoño del 2012) y para el total de horas de ERB se calculó la abundancia relativa de las especies en número de individuos por horas de ERB (ind./h) (tabla 4). La abundancia relativa correspondiente al total de horas de ERB (Abundancia relativa general) fue de 56.9 ind./h. En el otoño del 2012 con un ERB de 6.3 horas se registró una abundancia relativa de 188.2 ind./h; en invierno con un ERB de 7.6 horas se registró una abundancia relativa de 52.7 ind./h; durante la primavera la abundancia relativa fue de 51.2 ind./h con 43.1 horas de ERB; en verano la búsqueda de mamíferos marinos se realizó con un ERB de 26.5 horas y se registró una abundancia relativa de 65.2 ind./h; para el último muestreo en otoño del 2013, con un ERB de 30.6 horas, se obtuvo una abundancia relativa de 31.6 ind./h.

Tabla 4. Abundancia relativa.

	Abundancia relativa general (ind./h)	Abundancia relativa Otoño 2012 (ind./h)	Abundancia relativa Invierno (ind./h)	Abundancia relativa Primavera (ind./h)	Abundancia relativa Verano (ind./h)	Abundancia relativa Otoño 2013 (ind./h)
Mamíferos marinos	56.9	188.2	52.7	51.2	65.2	31.6
Horas reales de búsqueda	114	6.3	7.6	43.1	26.5	30.6

El grupo con la mayor abundancia relativa general corresponde a los odontocetos con 55.68 ind./h; avistados en todas las temporadas, con una abundancia relativa mayor en otoño del 2012 con 185.5 ind./h, seguido de verano del 2013 con 62.7 ind./h; abundancias relativas similares en invierno del 2012-2013 con 51 ind./h y en primavera del 2013 con 51.1 ind./h (tabla 5). Especies como las toninas y el delfín común de rostro largo estuvieron presentes durante todo el año siendo esta última la especie más abundante; el resto de las especies de odontocetos sólo se registraron en algunas temporadas (anexo IV). El grupo de los otáridos, los lobos marinos de California fue el segundo más importante con 0.8 ind./h, fueron avistados durante todo el año con una abundancia relativa mayor en otoño del 2012 con 2.6 ind./h y una mínima en primavera del 2013 con 0.4 ind./h.

Por último el grupo menos abundante corresponde a los mysticetos con 0.4 ind./h registrados en la mayoría de las temporadas climáticas excepto en otoño del 2013, su abundancia relativa mayor corresponde al verano del 2013 con 1.4 ind./h y la mínima en la primavera del 2013 con 0.05 ind./h. Con excepción de la ballena azul que fue registrada únicamente durante el invierno del 2012; el resto de las especies de la familia Balaenopteridae fueron registradas en al menos dos temporadas.

Tabla 5. Abundancia relativa por especie.

Grupo	Abundancia relativa (general)	Abundancia relativa Otoño 2012	Abundancia relativa Invierno	Abundancia relativa Primavera	Abundancia relativa Verano	Abundancia relativa Otoño 2013
<i>Misticetos</i>	0.4	0.2	1.1	0.05	1.4	0
<i>Odontocetos</i>	55.7	185.5	51.0	51.1	62.7	30.7
<i>Otáridos</i>	0.8	2.6	0.5	0.4	1.1	0.8

7.3 Variables ambientales

Temperatura superficial

La temperatura superficial máxima del agua en el área de estudio fue de 32 °C y la mínima de 15 °C, con una media de 24.8 °C (tabla 6). Durante el otoño la temperatura superficial media fue de 23.3 °C con una máxima de 30 °C y una mínima de 21 °C. En el invierno con una temperatura superficial media de 17.1 °C, una mínima de 15 °C y una máxima de 18 °C. El máximo durante la primavera del 2013 fue de 25 °C con un mínimo de 20 °C y una temperatura media superficial de 21.6 °C. En el verano del 2013 la temperatura media superficial fue de 29.1 °C, con un máximo de 32 °C y un mínimo de 27 °C.

Tabla 6. Estadística descriptiva de la temperatura superficial (°C).

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Intervalo de confianza para la media 95%		Mínimo	Máximo
					L.I	L.S		
Anual	125	24.8	4.8	0.4	23.9	25.6	15	32
Otoño	33	23.3	4.8	0.8	21.5	24.5	21	30*
Invierno	11	17.1	0.8	0.2	16.5	17.0	15	18
Primavera	28	21.6	1.8	0.3	20.9	22.9	20	25
Verano	53	29.1	1.4	0.2	28.7	29.5	27	32

*Valor obtenido de datos satelitales (Programa Giovanni NOAA)

Temperatura en la columna de agua (a 3 metros)

La temperatura de la columna de agua tuvo un mínimo anual de 15 °C con una máxima de 31 °C y una media de 24.3 °C. En otoño la media de la temperatura de la columna de agua fue de 22.8 °C con una máxima de 31 °C y una mínima de 20 °C (tabla 7). La media de la temperatura de la columna de agua durante el invierno fue de 16.5 °C con un valor máximo de 17.8 °C y un mínimo de 14.8 °C. Durante la primavera tuvieron una media de 21.3 °C, con un máximo de 23 °C y un mínimo de 20 °C. La temperatura media en la columna de agua durante el verano fue de 28.4 °C con un valor máximo de 31 °C y un mínimo de 25 °C.

Tabla 7. Estadística descriptiva de la temperatura de la columna (°C).

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Intervalo de confianza para la media 95%		Mínimo	Máximo
					L. I	L.S		
Anual	125	24.3	4.4	0.4	25.1	23.5	15	31
Otoño	33	22.8	3.1	0.5	21.7	23.9	20	31
Invierno	11	16.5	1.1	0.3	15.8	17.2	14.8	17.8
Primavera	28	21.3	1.2	0.2	20.8	21.7	20	23
Verano	53	28.4	1.6	0.2	27.9	28.8	25	31

Al realizar el perfil de la temperatura contra la profundidad (figura 7.4), se observa que la termoclina durante el verano del 2013, se localizó desde los 20 hasta los 80 m; mientras que durante los diferentes muestreos en otoño (septiembre y octubre), la profundidad de la termoclina cambió con el avance de la temporada, durante septiembre se ubicó en profundidades parecidas a las registradas en verano pero hacia el final de la temporada (octubre) fue más profunda (120 m) y menos marcada, ilustrando el cambio hacia la temporada de surgencias.

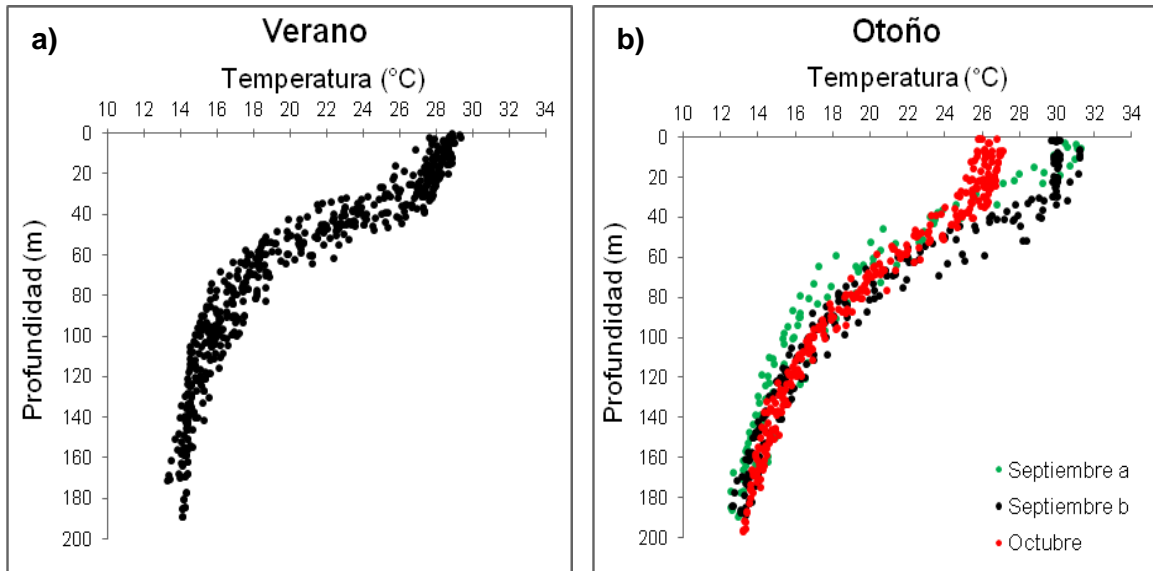


Figura 7.4. Gráficas de temperatura vs profundidad: a) verano b) otoño 2013.

Clorofila superficial

La media anual de la concentración de clorofila superficial fue de 1.1 mg/m^3 , con un valor mínimo de 0.2 mg/m^3 y un máximo de 4.2 mg/m^3 . En los cambios estacionales de la concentración de clorofila superficial, la media más alta se registró en invierno con 2.74 mg/m^3 con un mínimo de 1.7 mg/m^3 y un máximo de 4.2 mg/m^3 (tabla 8). En orden de importancia la segunda temporada con altos valores de concentración de la clorofila superficial fue el otoño con una media de 1.8 mg/m^3 y con un máximo de 2.3 mg/m^3 , y un mínimo de 0.4 mg/m^3 . La concentración media de clorofila superficial en la primavera fue de 1.1 mg/m^3 , el valor mínimo de 0.4 mg/m^3 , y el máximo de 1.9 mg/m^3 . Durante el verano la concentración media de clorofila superficial fue menor en comparación con las temporadas anteriores con 0.3 mg/m^3 , con un mínimo de 0.2 mg/m^3 y un máximo de 0.5 mg/m^3 .

Tabla 8. Estadística descriptiva de la concentración de clorofila superficial (mg/m³).

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					L.I	L.S		
A anual	125	1.1	0.9	0.1	0.9	1.3	0.2	4.2
Otoño	33	1.8	0.6	0.1	1.6	2.0	0.4	2.3
Invierno	11	2.7	0.7	0.2	2.2	3.2	1.7	4.2
Primavera	28	1.1	0.5	0.1	0.9	1.2	0.4	1.9
Verano	53	0.3	0.7	0.009	0.3	0.3	0.2	0.5

Salinidad

La salinidad mínima anual en la zona de estudio es de 35.08 ‰ mientras que la máxima es de 36.34 ‰. La salinidad más alta es de 36.34 ‰ registrada durante el verano al igual que la salinidad mínima de 34.91 ‰ registrada en la misma temporada. A lo largo de la columna de agua la salinidad varía de acuerdo a la temporada; registrando salinidades que van desde 36.34 ‰ durante el verano en la superficie hasta llegar a 34.54 ‰ a 500 metros de profundidad durante el invierno.

Tabla 9. Salinidad (‰)*.

	Anual		Invierno		Primavera		Verano		Otoño	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
Superficial	35.08	36.34	35.08	35.33	35.16	35.38	34.91	36.34	35.25	35.53
10 m	35.06	36.14	35.06	35.30	35.19	35.38	34.95	36.14	35.24	35.51
20 m	35.05	35.86	35.05	35.29	35.06	35.30	34.83	35.86	35.16	35.52
50 m	35.00	35.30	35.00	35.30	35.00	35.30	34.80	35.00	35.00	35.40
100 m	34.80	35.10	34.80	35.10	34.90	35.10	34.90	35.10	34.90	35.10
200 m	34.70	34.90	34.70	34.90	34.70	34.90	34.90	35.00	34.80	34.90
300 m	34.60	34.80	34.60	34.80	34.60	34.80	34.80	34.80	34.70	34.80
400 m	34.55	34.69	34.56	34.69	34.59	34.73	34.64	34.69	34.55	34.69
500 m	34.55	34.62	34.54	34.61	34.56	34.64	34.56	34.62	34.56	34.63

* Valores obtenidos de la National Oceanographic Data Center (NODC), NOAA.

Modelo lineal generalizado

Usando las ocho variables ambientales (profundidad, temperatura superficial, temperatura de la columna de agua, salinidad, visibilidad, color, estado del mar, clorofila superficial, y pendiente) se realizó un análisis de modelos lineales generalizados para cada una de los grupos (misticetos, odontocetos y otáridos) registrados en la zona de estudio, obteniendo el parámetro β referido a las variables más importantes para cada especie. Algunas especies no pudieron ser incluidas en este análisis (ballena azul, ballena de aleta, calderón y orca falsa) debido a los pocos avistamientos registrados en la zona y a que sólo fueron considerados los avistamientos registrados durante este estudio y no los datos previos por carecer de mediciones de las mismas variables.

Para el grupo de los misticetos la variables más importantes en su distribución es el color del mar ($\beta = -0.424$) (tabla 10). Adicionalmente se realizó un modelo lineal generalizado para la ballena sardinera y la ballena jorobada, donde las variables que modelan su distribución fueron la temperatura en la columna ($\beta = -0.28$), la concentración de clorofila ($\beta = 4.24$) y la visibilidad ($\beta = -0.03$); mientras que la temperatura superficial ($\beta = 0.65$) lo fue para la ballena jorobada (tabla 10).

El modelo lineal generalizado para el grupo de los odontocetos definió que las variables importantes que determinan su distribución fueron la temperatura en la columna de agua ($\beta = 0.004$), la concentración de clorofila superficial ($\beta = 0.26$), el color del mar ($\beta = 0.29$) y la profundidad ($\beta = 0.004$). De todos los odontocetos solamente se pudieron analizar por especie al delfín común de rostro corto, delfín común de rostro largo y toninas, debido a que estas especies contaban con el número necesario de avistamientos (> 5 avistamientos). Las variables importantes para el delfín común de rostro corto y las toninas fueron la temperatura superficial ($\beta = 0.07 / -0.18$ respectivamente), la temperatura en la columna de agua ($\beta = 0.03 / -0.14$ respectivamente) y sólo para el delfín común de

rostro corto la concentración de clorofila superficial ($\beta= 0.23$); mientras que para el delfín común de rostro largo las variables importantes fueron la temperatura superficial ($\beta= 85.68$), el color del mar ($\beta= 0.18$) y la salinidad superficial ($\beta= 0.44$) (tabla 10).

En los otáridos (lobo marino de California) las variables que resultaron importantes fueron la temperatura en la columna del agua ($\beta= -0.03$), el color del mar ($\beta= -0.07$) y la profundidad ($\beta= -0.01$) (tabla 10). Para ver la interacción entre la probabilidad de presencia de las diferentes especies con las variables importantes para su distribución consultar el anexo VI.

Tabla 10. Modelos lineales generalizados de la distribución de mamíferos marinos y las variables ambientales.

	AIC	Temperatura superficial	Temperatura columna	[Clorofila superficial]	Color del mar	Visibilidad	Estado del mar	Profundidad
Misticetos	97.23				-0.424			
<i>B. edeni</i>	47.66		-0.28	4.24		-0.03		
<i>M. novaeangliae</i>	31.57	0.65						
Odontocetos	169.37		0.004	0.26	0.29			0.004
<i>D. delphis</i>	70.28	0.07	0.03	0.23				
<i>D. capensis</i>	85.68	0.21			0.18		-0.79	
<i>T. truncatus</i>	143.04	-0.18	-0.14					0.004
Otáridos	150.60		-0.03		-0.07			-0.01

7.4 Distribución

Al realizar el análisis de kernel para la distribución de los misticetos se observa la máxima densidad de su distribución en la zona del canal, en profundidades de entre 200 a 300 m. La figura 7.5 muestra la distribución kernel para los misticetos donde los tonos rojos muestran una mayor densidad, cambiando hacia los azules indicando una menor densidad, esta figura es la integración de la distribución de la ballena de aleta, la

ballena sardinera y la ballena jorobada, sin embargo cada una de estas tiene diferentes sitios de máxima densidad en su distribución (para ver por especies consultar anexo VII). La mayor densidad de distribución de la ballena sardinera, la ballena de aleta y la ballena jorobada se encontró en el canal, entre la zona costera y la ISPN en profundidades de 300 y 100 metros; sin embargo la ballena sardinera presentó una segunda área con altas densidades ubicada al sureste de la ISPN, en la porción sur de “el bajo” en la isobata de los 200 metros de profundidad.

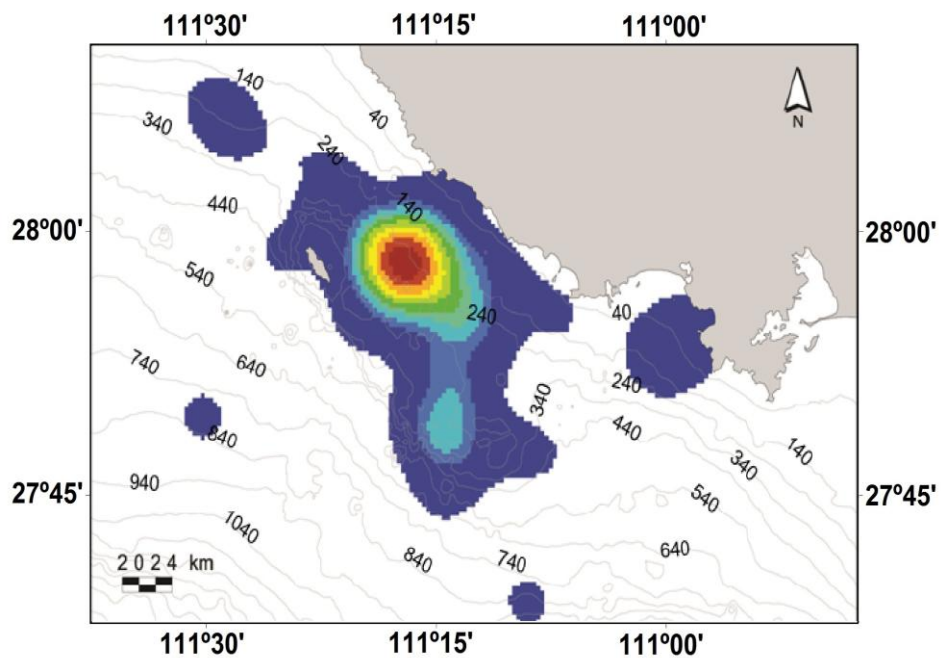


Figura 7.5 Distribución kernel de misticetos en el área de Isla San Pedro Nolasco.

En cuanto a la máxima densidad de los odontocetos se localizó en el lado oeste de la ISPN, con menor relevancia también resultaron importantes la plataforma continental y el sureste de “el bajo” (figura 7.6). Al analizar la distribución kernel para las especies que integran este grupo, encontramos diferencias entre la distribución de los odontocetos pequeños (delfín común y toninas) y los odontocetos de mayor tamaño (cachalotes y calderones) como se puede observar en los mapas del anexo VII. Los odontocetos pequeños se ubican cerca de la costa en profundidades menores de 100 metros (delfín

común de rostro largo), cerca de la isla (toninas) a menos de 100 metros de profundidad ó en el canal cerca de la costa (delfín común de rostro corto) entre los 200 y 300 metros de profundidad; mientras que los odontocetos de mayor tamaño (cachalotes y calderones) se localizan en la parte sur de "el bajo" y en la zona donde inicia el talud continental en profundidades de 200 a 600 metros para los calderones, y de 500 a 700 metros para los cachalotes (anexo VII).

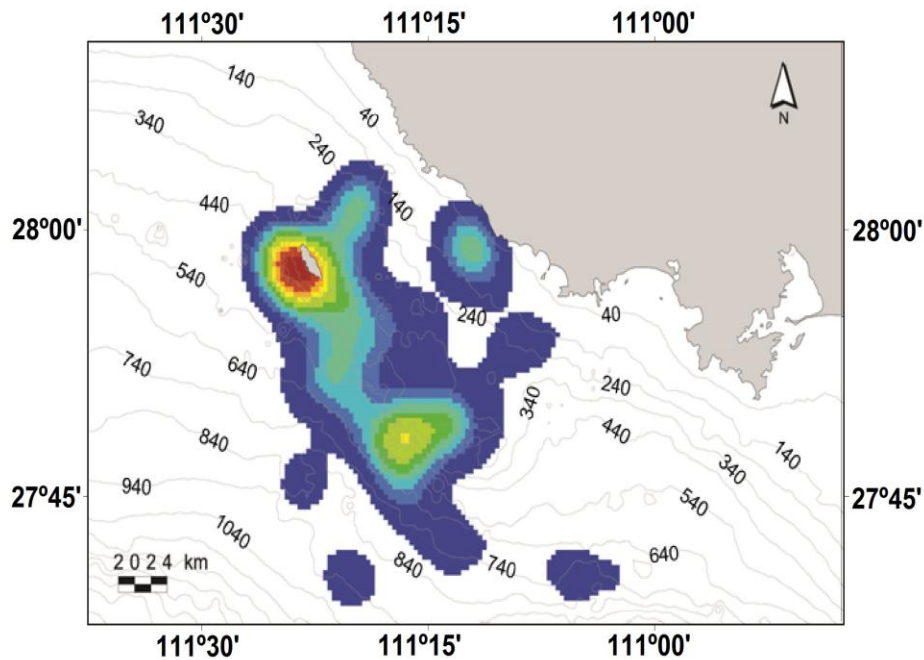


Figura 7.6 Distribución kernel de los odontocetos en el área de Isla San Pedro Nolasco.

Existen dos sitios de máxima densidad en la distribución del lobo marino de California (otáridos); el primero de ellos se localiza alrededor de la ISPN y en la porción sur de la misma en profundidades menores a los 100 m, en la zona bajo-insular. El segundo punto con una mayor densidad en la distribución se ubicó cerca de la zona costera en profundidades menores a los 100 m (figura 7.7).

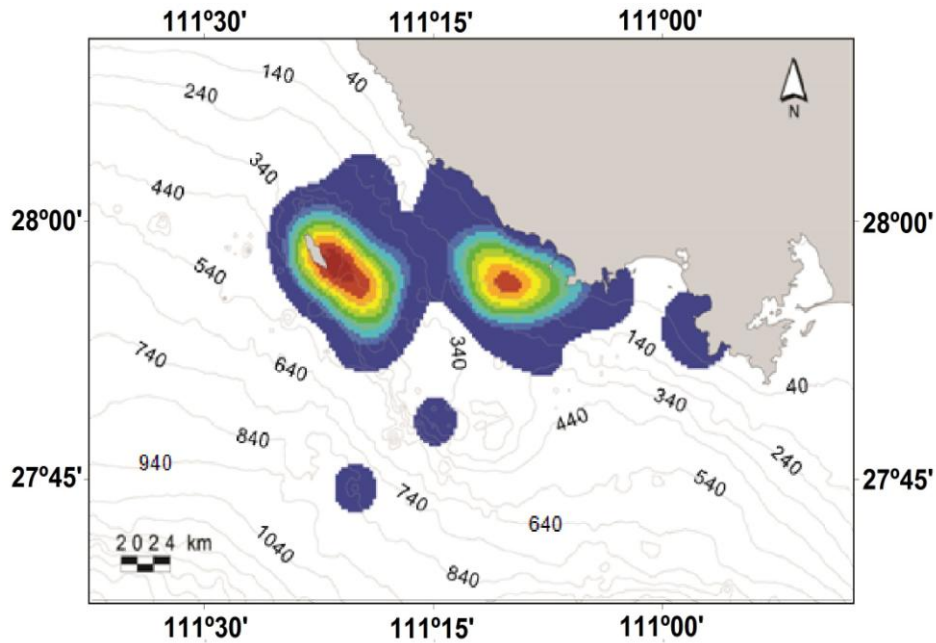


Figura 7.7 Distribución kernel de otáridos en el área de Isla San Pedro Nolasco.

Analizando la distribución de todos los mamíferos marinos registrados en la zona mediante el análisis de kernel, los resultados nos indican que la máxima densidad de distribución se localiza en la porción oeste de la isla y en sus alrededores como se puede observar en la figura 7.8. Aunque con una menor densidad resultaron también importantes la zona del canal cercana a la costa así como la porción suroeste de “el bajo”.

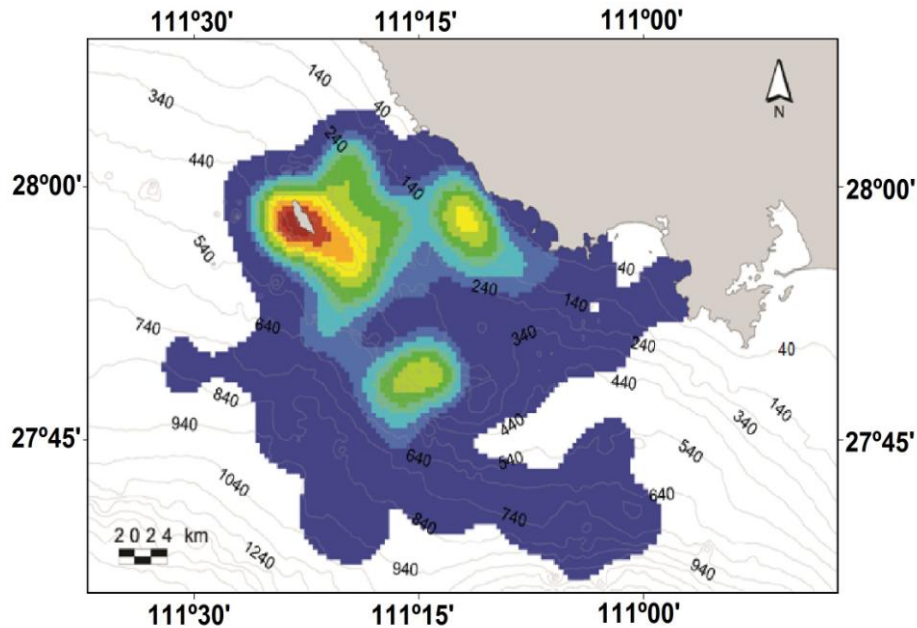


Figura 7.8 Distribución kernel de todos los mamíferos marinos en el área de Isla San Pedro Nolasco.

Respecto a la distribución en relación a la pendiente el análisis de correspondencias mostro la afinidad de las especies en cuatro grupos con una $\chi^2 = 110.87$ (figura 7.9). El primer grupo corresponde a los cachalotes cuya distribución tiene afinidad a zonas con pendientes de 12 a 22° de inclinación; la ballena de aleta, la ballena sardinera y el delfín común de rostro corto tuvieron afinidad a zonas con pendientes de 23 a 31°; mientras que las toninas fueron la única especie con afinidad a zonas cuya pendiente corresponde de 32 a 39°, las zonas con la mayor pendiente (40 a 45°) fueron ocupadas por el delfín común de rostro largo y el lobo marino de California, ninguna especie de mamífero marino tuvo afinidad a zonas de escasa pendiente (0 a 11°), finalmente los calderones no mostraron una clara afinidad en su distribución con respecto a la pendiente.

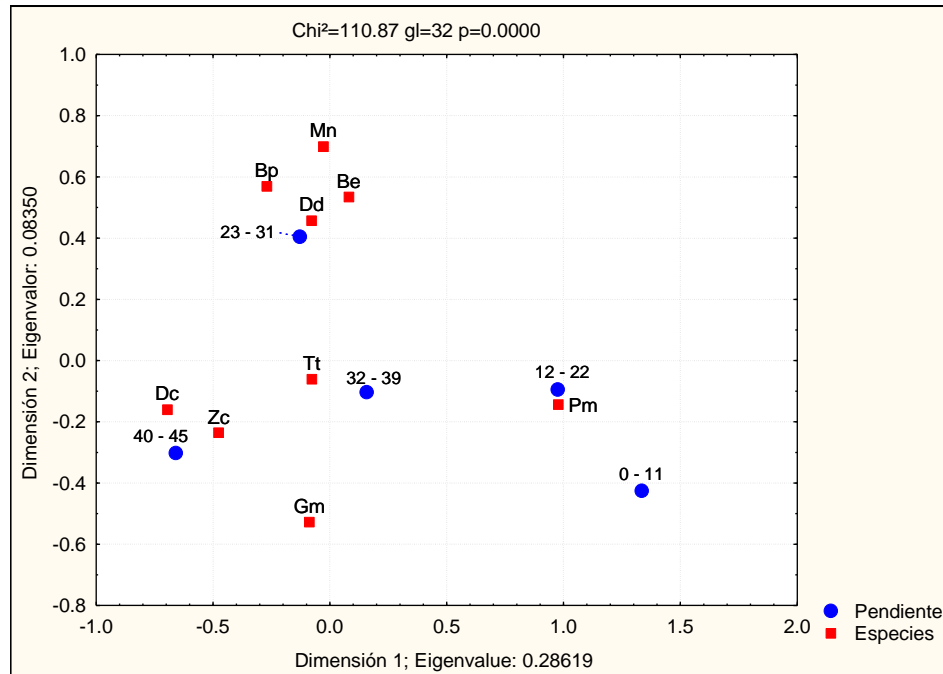


Figura 7.9 Análisis de correspondencias.

8. Discusión

El esfuerzo para la obtención de los datos de la batimetría resultó adecuado para obtener una modelación batimétrica detallada del área de estudio, esta modelación batimétrica se afinó con la base de datos de ETOPO (NOAA), y se perfeccionó aún más al agregar datos previos obtenidos en la zona. Sin embargo las malas condiciones climáticas tuvieron un gran impacto en la toma de estos datos ya que muchos valores tuvieron que ser eliminados por el efecto del bamboleo y cabeceo de la embarcación, y en otras ocasiones se tuvo que navegar sin la ecosonda funcionando; por lo que el aporte de datos en mejores condiciones oceanográficas podría haber sido mayor. Los recorridos realizados a los alrededores de la isla se hicieron de este a oeste y viceversa en diferentes latitudes; esto no constituyó un sesgo en el modelo, gracias a los datos de estudios previos y bases de datos utilizados, sin embargo sería importante incluir levantamientos con una orientación norte-sur a lo largo del área de estudio para tener un mayor detalle en el modelo batimétrico del fondo marino.

Durante los cruceros se corroboró la existencia de una estructura geomorfológica que constituye un canal ubicado entre la zona costera de Sonora y la Isla San Pedro Nolasco; así como de otra estructura geomorfológica que conforma una cordillera submarina que es la continuación de esta isla y que está orientada hacia el sureste de la misma, esta área es conocida localmente como "el bajo". El resto de las zonas mostradas en el modelo batimétrico (zona costera, plataforma y talud continental) eran conocidas aunque sin el detalle fino en su profundidad y relieve, como puede observarse en los modelos batimétricos producidos (anexo I). La existencia de un canal entre la plataforma y la isla, así como la presencia de "el bajo", resultan muy importantes en la distribución y abundancia de los mamíferos marinos del área de estudio, pues modifican las condiciones oceanográficas en forma de corrientes y surgencias posiblemente incrementando la productividad primaria (Thunell, 1998), favoreciendo la presencia de diversas especies presa de estos organismos, convirtiendo a la parte marítima de los alrededores de la ISPN como uno de los sitios con mayor riqueza de mamíferos marinos en el Golfo de California.

Con base en las curvas de acumulación del número de especies se han reportado seis especies de mamíferos marinos, sin embargo no se especifica de cuáles se trata (Arellano-Peralta, 2010), estos datos contrastan con los obtenidos en este estudio, ya que los resultados obtenidos reportan al menos 10 especies de mamíferos marinos durante todos los muestreos realizados, sin embargo si se consideran a todas las especies registradas previamente en las aguas de la ISPN nos da un total de más de 14 especies de mamíferos marinos, lo que hace de esta isla y sus alrededores una zona importante para su distribución, sin embargo son pocos los estudios en la costa este del GC, por lo que muchas zonas con alta riqueza de mamíferos marinos como esta isla eran desconocidas.

Las particulares condiciones oceanográficas de la parte central del GC hacen que la columna de agua se comporte de manera diferente en cada estación climática, se presentan dos temporadas de surgencias, las más fuertes localizadas hacia la parte continental del GC, durante el invierno y la primavera, producto de los vientos que soplan del NO, generando un enriquecimiento de nutrientes en la columna de agua; mientras que durante el verano-otoño, las surgencias se localizan en el lado peninsular del GC con efectos más débiles sobre la productividad primaria debido a que en esta temporada el agua está más estratificada (Pardo, 2009).

Durante los meses cálidos, existe una diferencia entre la temperatura superficial máxima de 32 °C y la temperatura en la columna de agua a los 200 m que llega a los 12 °C, una diferencia de 20 °C, proporcionando una mayor fineza de las variables (20 estaciones oceanográficas), comparando con otros estudios de la zona que con pocas estaciones reportan una diferencia de aproximadamente 16 °C para la zona de estudio (Arellano-Peralta, 2010). La temperatura promedio superficial del mar durante el invierno es de 17.1 °C y en la primavera de 21.6 °C que concuerda con lo registrado por Roden y Groves (1959) y por Thunell (1998) quienes además han registrado que la salinidad superficial en la zona es de 35.2 ‰ y a los 500 m de 34.5 ‰, sin embargo se han registrado valores más altos en esta zona, sobre todo durante la temporada invernal sin que hasta el momento se tenga una explicación factible (Gallo-Reynoso, com. pers.).

Con respecto a la concentración de clorofila superficial los valores más altos se registraron durante el invierno con 2.7 mg/m³, mientras que la primavera fue de 1.1 mg/m³, esta última menor a los del otoño con 1.8 mg/m³. Durante el verano que se caracteriza por presentar altas temperaturas y una baja concentración de clorofila superficial con 0.3 mg/m³. Estos datos de productividad primaria concuerdan con lo reportado por Santamaría-Del-Ángel y Álvarez-Borrego (1994) quienes indican que la

productividad primaria en el GC es más alta cuando las aguas superficiales son frías, disminuyendo drásticamente cuando las aguas son cálidas.

Debido a los eventos de surgencia y a los giros ciclónicos y anticiclónicos, que aumentan y distribuyen la concentración de clorofila superficial (García-Morales, 2008) se esperaba que las temporadas con mayor número de especies sucedieran en la primavera y en el invierno, sin embargo en este estudio, el número de especies encontradas no varió mucho durante todas las estaciones climáticas; en la primavera, el verano y el invierno se registraron 7 de las 11 especies (incluyendo la ballena azul y la orca falsa); mientras que durante en el otoño sólo se registraron seis especies, la combinación de las especies registradas para las diferentes temporadas climáticas no fue la misma (tabla 11).

Tabla. 11. Muestreos con presencia de las diferentes especies de mamíferos marinos encontradas en las aguas de la Isla San Pedro Nolasco durante 2012-2013.

Orden	Nombre común	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Mysticeti	Ballena sardinera	X	X		
	Ballena de aleta		X		X
	Ballena jorobada	X		X	X
	Ballena azul				X
Total		2	2	1	3
Odontoceti	Delfín común de rostro largo	X	X	X	X
	Delfín común de rostro corto	X	X	X	
	Calderones	X		X	
	Toninas	X	X	X	X
	Orcas falsas		X		
Total		4	4	4	2
Otariidae	Lobo marino de california	X	X	X	X
	Total	1	1	1	1

Durante el otoño cuando no hay surgencias en el lado continental las condiciones ambientales fueron muy similares a las registradas en primavera, incluso esta temporada presentó una mayor concentración de clorofila superficial con 1.8 mg/m³ y de 1.1 mg/m³

en primavera, pero con una salinidad superficial menor y temperaturas ligeramente más altas que la primavera (por uno o dos grados centígrados); esta alta concentración de clorofila superficial podría ser el efecto del descenso de la temperatura de esta temporada, previo a la temporada de surgencia (Gallo-Reynoso *et al.*, en proceso) o parte del transporte de clorofila desde la costa oeste hacia la costa este del GC, este transporte sería dado por una serie de giros ciclónicos y anticiclónicos presentes en la región central del GC: como el giro ciclónico del sur (Farallón) que es el responsable de la incursión constante de agua tropical del lado continental del golfo y la salida de agua por lado peninsular; y el giro anticiclónico sobre la cuenca del Carmen que desplaza el agua de Guaymas al sur hasta el lado peninsular del golfo (Emilson y Alatorre, 1980; Fernández-Barajas, 1994; García-Morales, 2008).

Es importante mencionar que en este estudio el otoño fue la temporada con menos especies observadas, sin embargo hubo una abundancia relativa mayor (188.2 ind./h), con un menor número de esfuerzo real de búsqueda (6.3 h), sin embargo esto no significa una riqueza mayor de especies, sino que las especies registradas, tales como los delfines comunes de rostro largo se encuentran en grandes manadas (más de 500 individuos); contrastando con el resto de las temporadas, en donde la mayoría de las especies observadas corresponden a grupos pequeños o a individuos solitarios. El otoño resultó ser la temporada más importante en la distribución de los odontocetos e inclusive de un misticeto como la ballena jorobada, lo que es una situación atípica ya que esta especie había sido raramente registrada en los estudios previos en esta parte del GC (Gallo-Reynoso, com. pers.).

El mayor número de misticetos que se observó fue en invierno, lo que coincide con la temporada de mayor productividad primaria, que resulta de las surgencias en la costa este del GC (Santamaría-Del-Ángel y Álvarez-Borrego, 1994). La presencia de otáridos y

odontocetos fue constante en todas las temporadas; se registraron cuatro especies de odontocetos en primavera, verano y otoño, mientras que en invierno sólo se registraron dos especies. La presencia permanente de otáridos y algunos odontocetos puede deberse al tipo de alimentación, ya que el delfín común de rostro largo, las toninas y el lobo marino de California son consideradas especies oportunistas (Hui, 1979; Orozco-Meyer, 2000; García-Rodríguez, 1995; Bautista-Vega, 2000 y 2002), por lo que pueden consumir varios tipos de presa disponible en la zona.

Los resultados muestran que la abundancia relativa general de los misticetos de 0.4 ind./h es menor a los otáridos con 0.8 ind./h, y a los odontocetos con 55.7 ind./h, esto se debe a que los grupos de misticetos son pequeños e incluso se trata de individuos solitarios (Tershy, 1992; Tershy *et al.*, 1993b; Penry *et al.*, 2011); mientras que los odontocetos (sobre todo los delfines comunes) se observan en grupos mayores a 500 individuos por manada; aunque la abundancia relativa general de los otáridos es mayor a la de los misticetos, no se les observa en grupos tan grandes como los odontocetos, sin embargo son abundantes debido a que la ISPN es una de las colonias reproductivas del lobo marino de California (Szteren *et al.*, 2006).

La presencia de la mayoría de las especies registradas en los alrededores de la ISPN tienen una distribución estacional ligada a la productividad primaria y al tipo de alimentación; los otáridos (lobo marino de California) se registraron en todas las temporadas pero fueron más abundantes en el otoño con 2.6 ind./h, posiblemente relacionado al aumento de la abundancia de calamar gigante y de pelágicos menores (sardinias) en la zona durante esa temporada (Cisneros-Mata, 1997; Hammann *et al.*, 1998; Morales-Bojórquez *et al.*, 2001; Díaz-Gamboa, 2009). Varios fueron los registros de avistamientos de esta especie junto a barcos de pesca (sardineros) y en grupos de alimentación de delfín común; lo que comprueba que en la zona el lobo marino de

California utiliza estrategias apoyándose en otras especies para su alimentación (Gallo-Reynoso, 1991; Bearzi, 2003 y 2006).

En el área de estudio, los misticetos son más abundantes en invierno con 1.1 ind./h y en verano con 1.4 ind./h. La ballena sardinera con 0.3 ind./h fue más abundante que la ballena de aleta con 0.04 ind./h, ésta última considerada el misticeto más abundante en la zona de las Grandes Islas (Chávez-Andrade, 2006; Gallo-Reynoso *et al.*, 2005a; Heckel, 2006; Morales-García, 2008); la ballena de aleta se registró en verano-primavera, las mismas temporadas en la que se le ha registrado en otras zonas del GC (Heckel, 2006; Pardo, 2009). En la zona de estudio la ballena de aleta fue más abundante, cuando aumenta la concentración de clorofila superficial y la presencia de eufáusidos (invierno-verano) en la región central del GC (Urbán-Ramírez, 1997; Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza, 1998; Martínez-Villalba, 2008); estas ballenas realizan un desplazamiento de norte a sur a lo largo del GC (Pardo, 2009) en sincronía con estos cambios de abundancia, y en las temporadas de baja productividad se alimenta de pelágicos menores (Gallo-Reynoso, 1991; Gendron, 1993; Urbán-Ramírez, 1997; Jaume-Schinkel, 2004 y Paniagua-Mendoza, 2007). La ballena jorobada se registro en tres temporadas: invierno, otoño y primavera, posiblemente debido a que su distribución está asociada a las zonas de surgencia (Kenney y Winn, 1988) y su presencia corresponde a las temporadas con mayor productividad primaria; se ha registrado que se alimenta en la región norte y centro del GC durante invierno-primavera (Aguayo *et al.*, 1983; Urbán-Ramírez, 1997; Paniagua-Mendoza, 2007; Heckel, 2006; Heckel *et al.*, 2008) y en verano (Gallo-Reynoso *et al.*, 2005a); no existían tantos registros de esta especie en la zona (Gallo-Reynoso, com. pers.), por lo que estos resultados son un importante antecedente de su presencia y de la importancia de la zona en su alimentación.

Los odontocetos están presentes en la zona de estudio durante todo el año, pero fueron más abundantes en el otoño del 2012 con 185.5 ind./h. El delfín común fue la especie y el odontoceto más abundante, sobre todo la especie costera (delfín común de rostro largo) registrada durante todo el año y que ha sido reportada por otros autores como una de las especies más abundantes en el GC (Paniagua-Mendoza, 2007; Heckel *et al.*, 2008; Moreno-Zúñiga, 2008; Salvadeo, 2008; Arellano-Peralta, 2010). El delfín común de rostro corto sólo se registro en tres estaciones: primavera, verano y otoño, con un máximo de abundancia en el verano con 26.4 ind./h, lo que concuerda con la presencia estacional de esta especie de hábitos oceánicos (Gallo-Reynoso y Alessio, 1989), que llega a la zona de estudio en la primavera cuando aún hay surgencias y la productividad primaria es alta, y posiblemente con una mayor abundancia de pelágicos menores (anchovetas), que disminuyen durante el otoño similar a lo que sucede en las costas de California con el delfín común de rostro corto (Hui, 1979); la abundancia del delfín común de rostro corto difiere de lo reportado para el suroeste del GC, donde son más abundantes en invierno-primavera (Salvadeo, 2008; Pardo, 2009); lo que indicaría una distribución estacional diferente para la costa este y la oeste, con base a la abundancia y distribución de sus presas. Las toninas tienen su mayor abundancia durante el verano con 20.3 ind./h, lo que concuerda con lo registrado para el Canal de Ballenas (Barbosa-Devéze, 2006; Heckel, 2006; Salinas-Zacarías, 2005; Salvadeo, 2008; Salvadeo *et al.*, 2009). Los calderones sólo se registraron durante la primavera y el otoño (más abundantes en otoño), lo que coincide con lo reportado por Díaz-Gamboa (2009); sin embargo esta distribución dentro del GC difiere a lo registrado en otras partes del mundo, donde son más abundantes durante la primavera y el invierno (Dorf, 1982; Mignucci-Giannoni, 1998; Forney y Barlow, 1998); incluso difiere de otras zonas en la región central del GC (canal de ballenas) donde son más abundantes en verano y disminuyen en

primavera y otoño (Barbosa-Devéze, 2006), lo que muestra una distribución estacional diferente para la costa este y la costa oeste al igual que el delfín común de rostro corto.

En la zona de estudio los odontocetos ictiófagos (delfines comunes y toninas) fueron más abundantes en verano y otoño, cuando la concentración de pelágicos menores es mayor en las zonas de surgencia (Cisneros-Mata, 1997; Hammann *et al.*, 1988 y 1998; Paniagua-Mendoza, 2009); mientras los odontocetos teutófagos (como el calderón) en primavera y otoño cuando ocurre la mayor biomasa de calamar gigante que presenta tallas menores (Ehrhardt, 1991; Markaida y Sosa-Nishizaki, 2001; Morales-Bojórquez *et al.*, 2001; Markaida, 2006; Díaz-Gamboa, 2009; Paniagua-Mendoza, 2009); estos resultados en la distribución de ictiófagos y teutófagos resulta diferente a lo registrado por Salvadeo (2008) para el sureste del GC donde la abundancia de los ictiofagos ocurre en invierno-primavera y los teutófagos durante el verano-otoño; sin embargo los teutófagos permanecen más tiempo en la zona de estudio, lo que indicaría una mayor concentración de calamar (Markaida y Sosa-Nishizaki, 2001).

Otras especies como la ballena azul y la orca falsa sólo fueron avistadas una sola vez durante la realización de este estudio; se registró a la ballena azul en invierno y a la orca falsa en verano, lo que coincide con la distribución de especies con un tipo de alimentación similar, sin embargo los datos son insuficientes para llegar a alguna conclusión.

Estos resultados pueden indicar un cambio en la distribución de presas dentro del GC en las diferentes temporadas, que representa un cambio estacional en la distribución de los mysticetos y los odontocetos, incluso existe una diferencia en la distribución de los odontocetos ictiófagos y los teutófagos. Posiblemente esto sea el resultado de la distribución de las presas; las sardinas se encuentran al sur del golfo y en zonas cercanas a Guaymas en invierno-primavera (desove) y migran hacia el norte en verano-otoño para

alimentarse en zonas de surgencia (Hammann *et al.*, 1988 y 1998; Cisneros-Mata, 1997); mientras que en primavera el calamar gigante migra hacia las costas de Sonora y Sinaloa cuando tiene menor tamaño, ubicándose en el verano en las zonas de surgencia y zonas del talud con pendiente pronunciada, para alimentarse y aumentar su biomasa; en esta región el verano es una temporada que se caracteriza por las bajas concentraciones de clorofila superficial, pero con una mayor concentración de calamar (Ehrhardt *et al.*, 1986; Ehrhardt, 1991; Morales-Bojórquez *et al.*, 2001; Markaida y Sosa-Nishizaki, 2003; Salinas-Zacarías, 2005). Todo lo anterior hace de Guaymas una zona importante en la concentración de especies como el calamar y la sardina, ya que ambas especies utilizan la zona para el desove y alimentación; lo que a su vez explicaría la presencia de estas especies de mamíferos marinos.

Especies que previamente se encontraban registradas en la zona como los cachalotes, la ballena gris, las orcas y los zifios (Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza, 1998) no fueron avistadas durante la realización de este estudio. Estos resultados pueden deberse al impacto de las pesquerías, ya que en el caso de los cachalotes se ha registrado que la población de calamar ha disminuido en los últimos años o bien puede deberse a las fluctuaciones anuales en la distribución de estas especies (Gallo-Reynoso y Navarro-Serment, 2009); otro factor importante puede ser que el número de horas navegadas en el área de estudio sea baja, sin embargo es imposible llegar a una conclusión absoluta de la ausencia de estas especies utilizando solo los datos de este estudio, ya que posterior a la finalización del mismo se han registrado nuevos avistamientos de cachalote y ballena azul en la zona (Guevara, com. pers.).

Aunque el objetivo de este trabajo no era realizar una comparación estacional de la presencia de mamíferos marinos en el área de estudio, se analizó lo registrado en cada temporada y la importancia en la distribución de cada una de las especies, tratando de

buscar una estacionalidad en su distribución. Sin embargo no existe el mismo esfuerzo de horas navegadas para todas las temporadas, por lo que los resultados sólo ofrecen una tendencia sobre su comportamiento estacional y no una comparación en la abundancia de especies entre temporadas. Otro problema fue la elección de los métodos para el análisis de resultados pues si bien el cálculo de abundancia relativa es considerado como eficaz y es comúnmente usado en mastozoología marina, resulta difícil y poco exacto cuantificar la abundancia por este método en contraste con los métodos usados por la demografía animal. Lo ideal para obtener un número confiable de la presencia de especies en un espacio determinado, es utilizar el método de ocurrencia, el cual toma en cuenta los datos registrados de la presencia de la especie (datos actuales y/o previos) para determinar el porcentaje de ocurrencia de la misma en la zona de estudio.

Durante la realización de este estudio no se registró ningún avistamiento de cachalote, esto puede deberse a las fluctuaciones interanuales que ocurren con la distribución y abundancia de los calamares en la zona a los cuales está asociada la distribución de cachalotes (Nevárez-Martínez *et al.*, 2006; Gallo-Reynoso y Navarro-Serment, 2009; Gallo-Reynoso *et al.*, 2009). Por la importancia de esta especie en la zona y por la abundancia de registros previos en la Cuenca de Guaymas (Gallo-Reynoso y Navarro-Serment, 2009; Gallo-Reynoso *et al.*, 2009; Arellano-Peralta, 2010) se consideró integrarlo a los resultados presentes utilizando sólo los datos previos. Es importante mencionar que por los pocos avistamientos de especies como la ballena de aleta y calderones no se pudo realizar el análisis lineal generalizado (GLM), mientras que con las especies registradas una sola vez no se pudo realizarse ningún tipo de análisis, tal es el caso de la ballena azul y la orca falsa.

La variable más importante para el grupo de los mysticetos (Ballenas, de aleta, sardinera y jorobada) es el color del mar, hay una mayor probabilidad de avistar ballenas

cuando el agua es más azul y por lo tanto la productividad es menor, lo que resulta contrario a los resultados de este mismo análisis para la ballena sardinera, cuya probabilidad de presencia es mayor en concentraciones de clorofila elevada. La temperatura en la columna de agua, la concentración de clorofila y la visibilidad son las mismas variables que intervienen en la presencia de la ballena sardinera; la mayor probabilidad de encontrar a la ballena sardinera es en las zonas con menores temperaturas en la columna de agua, con altas concentraciones de clorofila superficial y con una menor visibilidad; todo esto difiere de las condiciones ambientales reportadas para esta especie en la zona central del GC (Breese y Tershy, 1993; Gallo-Reynoso *et al.*, 2005a), pero coincide con las características reportadas para el resto del GC (Chávez-Andrade, 2006), estas diferencias posiblemente se deban a la poca influencia que tienen las variables ambientales sobre la distribución de la ballena sardinera, cuyo único factor importante en su distribución parece ser la disponibilidad de su alimento (Acevedo *et al.*, 2001; Arellano-Peralta, 2010). La única variable importante para la distribución de la ballena jorobada fue la alta temperatura superficial, sin embargo su probabilidad de presencia en zonas de bajas temperaturas es también alta (80%); lo que contrasta con los resultados, ya que durante el verano, cuando las temperaturas del mar son mayores no fue registrada, debido posiblemente a la disminución en la productividad primaria durante esta temporada (Santamaría-Del-Ángel *et al.*, 1998).

A pesar de que algunos autores han encontrado poca relación entre la distribución de la ballena sardinera con la profundidad y la pendiente (Acevedo, 2001; Acevedo *et al.*, 2007); nuestros resultados muestran que aunque se distribuye en toda la zona de estudio, tiene diferencias significativas en su distribución con respecto a la pendiente, como todos los misticetos, estas ballenas se distribuyeron en zonas con una pendiente de media a alta de 23 a 31° de inclinación. Contrario a lo esperado, la máxima densidad de los

misticetos se localiza sólo en la zona del canal en profundidades de 200 a 300 m; la mayor densidad de la distribución de la ballena sardinera se registró en el canal y al sur de “el bajo” en profundidades de 200 a 300 metros con avistamientos ocasionales cerca de la costa y a lo largo de “el bajo”; la ballena de aleta se distribuyó entre “el bajo” y el canal, en profundidades de 100 m en "el bajo" y en profundidades de 300 m en el canal; similar a lo registrado en otras áreas del GC, donde durante el invierno hasta el verano buscan zonas someras, distribuyéndose cerca de la costa donde se alimentan (Rojas-Bracho, 1984; Tershy *et al.*, 1993b; Mangels y Gerrodette, 1994; Gallo-Reynoso *et al.*, 2005a; Chávez-Andrade, 2006; Martínez-Villalba, 2008; Moreno-Zúñiga, 2008). La ballena jorobada se distribuyó en la zona costera y el canal, pero no en la plataforma continental como se ha registrado en otras zonas (Clapham y Mattila, 1990; Mignucci-Giannoni, 1998), se le registró en profundidades de 100 a 300 m como en el Pacífico Mexicano (Urbán y Aguayo, 1987); lo que tiene sentido ya que en algunas zonas del GC se les ha registrado en áreas cercanas a los bajos donde se han encontrado alimentándose, como sucede en el área de estudio, reforzando la idea de que se alimentan en esta zona (Guerrero-Ruíz *et al.*, 2006).

Las variables importantes para la presencia del grupo de los odontocetos son la alta temperatura en la columna de agua, la alta concentración de clorofila, aguas con mayor productividad (aguas verdes) y zonas con mayor profundidad. Los delfines comunes y las toninas, comparten algunas características en las variables como la temperatura en la columna de agua y la temperatura superficial, en ambos casos son temperaturas mayores para los delfines y menores para las toninas, sin embargo para lo delfines resulto importante la profundidad (zonas más profundas). Estos resultados pueden ser explicados por los hábitos oceánicos de ambas especies, las variables que comparten son las mismas, pero su valor es el que difiere en las diferentes temporadas climáticas en la

ISPN. Para el delfín común de rostro largo resultaron también importantes las zonas con aguas más tranquilas y más productivas (verdes). Esta relación con la temperatura ya ha sido reportada para esta especie en el GC, donde se sabe que se distribuyen en zonas con altas temperaturas (Breese y Tershy, 1993; Valle-Jiménez, 1998; Forney, 2000); estos resultados concuerdan con lo reportado por Valle-Jiménez (1998) quien describió que el delfín común de rostro largo se distribuye en zonas cercanas a la costa sobre la plataforma continental, en profundidades menores, y altas temperaturas. Con respecto al delfín común de rostro corto, su presencia es mayor en zonas con temperaturas del mar altas, diferente a lo reportado para otras zonas del GC, donde se ha observado su mayor abundancia en zonas con temperaturas bajas (Valle-Jiménez, 1998; Paniagua-Mendoza, 2007). Salinas-Zacarías (2005) encontró que en el sureste del GC, la presencia de toninas está relacionada con la concentración de clorofila, coincidiendo con estos resultados, encontramos que la presencia de toninas sucede en zonas con mayor concentración de clorofila. Es importante mencionar que debido a problemas en la calibración del instrumento (CTD y refractómetro) no pudieron ser obtenidos los valores de campo de la salinidad, sin embargo en los resultados del modelo lineal generalizado está no resultó ser una variable importante en la distribución de los mamíferos marino en el área de estudio.

La máxima densidad en la distribución de los odontocetos se localiza alrededor de la ISPN sobre todo en la costa oeste, pero también resultaron importantes el suroeste de "el bajo", y en menor porcentaje la zona costera. Al analizar estos resultados con los modelos batimétricos, observamos que las zonas con mayor densidad de odontocetos coinciden con las zonas de mayor complejidad topográfica como lo es "el bajo". El delfín común de rostro largo se distribuye en la zona costera en profundidades menores a 100 m, como lo reportado por Valle-Jiménez (1998) y García-Morales (2008) que coincide con sus hábitos costeros. Los delfines comunes se distribuyeron sólo en la zona costera, haciendo

evidente las diferencias en su distribución respecto a su homólogo el delfín común de rostro corto considerado como oceánico y que se distribuyó en el canal cerca de la costa en profundidades de 200 a 300 metros, profundidades mayores a las registradas por Valle-Jiménez (1998) y Barbosa-Devéze (2006). El delfín común de rostro corto se distribuye en zonas cercanas al talud continental o cerca de las cordilleras oceánicas evitando llanuras y zonas planas (Winn *et al.*, 1979), esta distribución se debe a que en estas partes se produce un mayor afloramiento y mezcla de nutrientes lo que proveen una gran densidad de fitoplancton, que es aprovechado por las anchovetas, las cuales son uno de los alimentos principales de estos delfines (Hui, 1979), lo que explicaría porque la máxima densidad de distribución de esta especie en el área de estudio. Las toninas se distribuyeron alrededor de la ISPN y no en la plataforma continental o al borde de la misma como se ha registrado en otros lugares (Kenney, 1984; Mignucci-Giannoni, 1998; Baumgartner, 2001; Cañadas *et al.*, 2002), se le registró en sitios con profundidades menores a los 100 m, que coincide con lo reportado para esta especie en el GC (Salinas Zacarías, 2005; Segura-García *et al.*, 2006; Segura-García, 2011); todo eso parece indicar que las toninas están relacionada con la ISPN, como se ha registrado que algunas poblaciones de toninas están asociadas a islas oceánicas (Reyes, 1991; Gallo-Reynoso *et al.*, 2005b).

Los calderones se distribuyen al sur de "el bajo" cerca del talud continental en profundidades de 200 a 500 m. Los cachalotes se distribuyeron en el borde suroeste de "el bajo" en profundidades de 500 a 700 m, donde inicia el talud continental al suroeste de la zona de estudio, donde se sabe se desplazan (Gallo-Reynoso *et al.*, 2009; Gallo-Reynoso y Navarro-Serment, 2009) y están asociados al talud por la mayor concentración de sus presas en estas zonas (Azzelino *et al.*, 2012; Greg y Trites, 2001; Gallo-Reynoso *et al.*, 2009; Gallo-Reynoso y Navarro-Serment, 2009). Las zonas de distribución del

calderón y el cachalote son similares, lo que no resulta sorprendente ya que al ser ambas especies teutófagas, la distribución de sus presas es similar, con la diferencia de que los cachalotes se distribuyen en zonas más profundas por su capacidad de realizar buceos a mayores profundidades de los 700 m (Cañadas *et al.*, 2002; Gallo-Reynoso *et al.*, 2009; Gallo-Reynoso y Navarro-Serment, 2009); por lo que podemos asumir que estas zonas de máxima densidad de distribución corresponden a los sitios de alimentación.

Para los odontocetos, se encontraron diferencias significativas en su distribución con respecto a la pendiente, ningún odontoceto se distribuyó en zonas planas de 0 a 11° de inclinación; el delfín común de rostro largo se distribuyó en zonas con pendientes altas de 40 a 45°, como el borde entre la plataforma continental y el canal; el delfín común de rostro corto en pendientes medias de 23 a 31°, lo que puede ser explicado por la facilidad que estas condiciones proporcionan para agrupar cardúmenes en zonas con esta pendiente que en lugares planos (Gallo-Reynoso, com. pers.), como pudimos observar durante los muestreos; la mayoría de los grupos de alimentación se ubicaron al borde del canal y la plataforma continental. Las toninas tienen preferencia por las zonas escarpadas sobretodo en áreas donde la geomorfología submarina favorece las surgencias (Fayos *et al.*, 2000; Cañadas *et al.*, 2002), por lo que no es de extrañar que se distribuyeran en zonas con una pendiente media de 32 a 39° de inclinación. A pesar que se ha demostrado que la profundidad y la pendiente son variables importantes en la distribución de los calderones (Salvadeo, 2008; Galindo *et al.*, 2009), no se encontró una clara preferencia en la distribución de esta especie y la pendiente, quizás por los pocos avistamientos registrados, que no permiten llegar a una conclusión; mientras que los cachalotes se distribuyeron en zonas con baja pendiente de 12 a 22° de inclinación, lo que demuestra su afinidad por zonas con una pendiente media (Jaquet y Whitehead, 1996; Mignucci-Giannoni, 1998; Jaquet y Gendron, 2002).

En cuanto a los otáridos (lobo marino de California) se utilizaron únicamente los avistamientos en altamar y no los datos de avistamientos cercanos a las loberas de la ISPN. Las variables importantes para la presencia del lobo marino son: zonas con temperaturas de la columna bajas (no menores a los 18°C), lo que explica que la menor abundancia relativa fue registrada en el verano (altas temperaturas) superiores a los 30°C. Aunque la concentración de clorofila es un factor importante en su distribución y está sincronizada con sus ciclos de reproducción los resultados indican que hay mayor probabilidad de avistarlos en aguas azules y más claras; estos resultados pueden explicarse con base a la facilidad que estas características proporcionan para avistar depredadores, presas y huir; así como la facilidad de ver grupos de alimentación y sumarse a ellos para participar del festín, en los que se les ha registrado en varias ocasiones (Gallo-Reynoso, 1991; Bearzi, 2003 y 2006); hay mayor probabilidad de avistarlos en zonas con menores profundidades, que se podría explicar por la forma de evitar y salvaguardarse de los depredadores, éstas condiciones parecen ser importantes para sus estrategias de alimentación (Bautista, 2000 y 2002). Se esperaba encontrar al lobo marino en la zona costera, también se le encontró en los alrededores de la isla en profundidades menores a los 100 m y en algunas zonas como en la porción norte de “el bajo” en profundidades no mayores a los 200 m, lo que concuerda con los resultados del GLM (mayor probabilidad en zonas menos profundas). Al relacionar su distribución con la pendiente, encontramos diferencias significativas, con una mayor distribución en zonas con altas pendientes mayores a 40° de inclinación. Todo esto coincide con los resultados reportados para estos otáridos donde no sólo es importante poder encontrar alimento sino las probabilidades de detectar depredadores y escapar de ellos.

9. Conclusiones

1. Se registraron 10 especies de mamíferos marinos en los alrededores de la ISPN, inclusive se avistaron ballenas jorobadas cerca de la costa, especie que es poco frecuente en la zona de estudio. Los odontocetos fueron el grupo más abundante (principalmente los delfines comunes); seguidos de los otáridos (lobo marino de California), y finalmente de los misticetos, siendo la ballena sardinera la más frecuente.

2. Durante la realización de este estudio siempre se observaron mamíferos marinos, sin embargo sólo los odontocetos y los otáridos se registraron durante todo el año.

3. La distribución de los misticetos fue estacional, al igual que la distribución entre los odontocetos ictiófagos (delfines comunes y toninas) y los odontocetos teutófagos (calderón y cachalote).

4. La temperatura en la columna del agua, la temperatura superficial del mar, la concentración de clorofila, la profundidad y el color del mar, son las variables que determinan la distribución de los mamíferos marinos en la zona de la ISPN.

5. Los odontocetos se distribuyeron alrededor de la ISPN, la zona costera de Sonora y "el bajo" en profundidades máximas de 500 m y con pendientes variables; los misticetos se distribuyeron en el canal en profundidades máximas de 300 m y pendientes medias; los otáridos en zonas de alta pendiente alrededor de la ISPN y en la zona costera en profundidades máximas de 100 m.

6. Finalmente, se concluye que la distribución de los mamíferos marinos de la zona de la Isla San Pedro Nolasco está asociada a las estructuras geomorfológicas del fondo marino y a las variables ambientales, las cuales son modificadas estacionalmente por estas estructuras; el conjunto de las estructuras geomorfológicas más las variables medio-ambientales constituyen el hábitat anual y/o estacional para cada una de estas especies de mamíferos marinos.

10. Literatura citada

Acevedo, R. 2001. *Distribución y caracterización de hábitat de cetáceos marinos reportados en las costas de Venezuela*. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 242 pp.

Acevedo, R., L. Oviedo, N. Silva. 2007. *Identificación de áreas prioritarias para la conservación de cetáceos misticetos en los alrededores de la Isla Margarita, Venezuela*. Memoria de la fundación La Salle de Ciencias Naturales, 167: 73-88 pp.

Aguayo, L. A., L. Findley, L. Rojas-Bracho y O. Vidal. 1983. *The population of fin whales (Balaenoptera physalus) in the Gulf of California, México*. Abstracts: Fifth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Boston, MA. EE.UU.

Aguayo, L., J. Urbán R. y M. Salinas Z. 1985. *El rorcual jorobado (Megaptera novaeangliae), durante la estación de reproducción de Bahía Banderas, México, y su distribución en el Pacífico mexicano*. Doc. 12 pp. En: Memorias IX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S. México

Álvarez-Borrego, S., 1983. Gulf of California. En: B. H. Ketchum (ed.). *Ecosystems of the world* 26. New York: Elsevier Scientific, 427-449 pp.

Álvarez-Borrego, S., J. A. Rivera, G. Gaxiola-Castro, M- J- Acosta-Ruiz y R. A. Schwartzlose. 1978. *Masas de agua del Golfo de California*. Ciencias Marinas, 6: 43-63 pp.

Álvarez-Borrego, S. y G. Gaxiola-Castro. 1988. *Photosynthetic parameters of northern Gulf of California phytoplankton*. Continental Shelf Research, 8: 37-47 pp.

Álvarez-Castañeda, S. T. y L. Patton, J., 1999. *Mamíferos del Noroeste de México*. La Paz, B.C.S: Centro de Investigaciones del Noroeste, II: 597-687 pp.

Amezcu-Linares, F. 1990. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central Mexicano*. Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 184 pp.

Anderson, C. A., 1950. *Geology of islands and neighboring land areas*. En: 1940 *E.W. Scripps Cruise to the Gulf of California*. The Geological Society of America Memoir, 1-53 pp.

Arellano-Peralta, V. A., 2010. *Mamíferos marinos en el Golfo de California: macroecología, impacto humano y su perspectiva hacia la conservación*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 210 pp.

Azzelino, A., S. Gaspari, S. Airoidi, B. Nani. 2008. *Habitat use and preferences of cetaceans along the continental slope and the adjacent pelagic waters in the western Ligurian Sea*. Deep-Sea Research, 1 55: 296-323 pp.

Azzelino, A., S. Panigada, C. Lanfredi, M. Zanardelli, S. Airoidi, G. Notarbartolo di Sciara. 2012. *Predictive habitat models for managing marine areas: Spatial and temporal distribution of marine mammals within the Pelagos Sanctuary (Northwestern Mediterranean sea)*. Ocean and coastal management, 67: 68-74 pp.

Barba-Acuña, I. *Estructura poblacional y alimentaria del lobo marino de California (Zalophus californianus californianus) en la Isla San Pedro Nolasco, Golfo de California*. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Sonora, México. En proceso.

Barber, R. T. y F. P. Chávez. 1983. *Biological consequences of El Niño*. Science, 222: 1203-1210 pp.

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. CICESE. 94 pp.

Baumgartner, M. F. 2001. *Cetacean habitats in the northern Gulf of Mexico*. Fishery Bulletin, 99(2): 219-239 pp.

Baumgartner, T. R., Christensen Jr., N. 1985. *Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic variability*. Journal of Marine Research, 43: 825-848 pp.

Bautista-Vega, A. 2000. *Variación estacional en la dieta del lobo marino común, Zalophus californianus, en las Islas Ángel de la Guarda y Granito, Golfo de California, México (1993)*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 113 pp.

Bautista-Vega, A. 2002. *Alimentación del lobo marino de California (Zalophus californianus californianus, Lesson, 1828); y su relación con los pelágicos menores en Bahía Magdalena, B.C.S, México*. Tesis de Maestría. Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 77 pp.

Bearzi, M. 2003. *Behavioral ecology of the marine mammals of Santa Monica Bay, California*. Universidad de California, Los Angeles.

Bearzi, M. 2006. *California Sea Lions use dolphins to locate food*. Journal of Mammalogy, 87(3): 606-617 pp.

Berubé, M., J. Urbán, A. E. Dizon, R. L. Brownell y P. J. Palsboll. 2002. *Genetic identification of a small and highly isolated population of fin whales (Balaenoptera physalus) in the sea of Cortez, México*. Conservation Genetics, 3: 183-190 pp.

Blundell, G. M., J. A. K. Maier, E. M. Debevec. 2001. *Linear home ranges: effects of smoothing, sample size, and autocorrelation on kernel estimates*. Ecological Monographs, 71: 469-489 pp.

Bray, N. A. 1988. *Thermohaline circulation in the Gulf of California*. Journal of Geophysical Research, 93: 4993 - 5020 pp.

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 pp..

Cañadas, A., R. Sagarminaga, S. García-Tiscar. 2002. *Cetacean distribution with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain*. Deep-Sea Research I, 49: 2053-2073 pp.

Carreño, A. L. y Helenes, J., 2002. *Geology and ages of the Islands*. En: T. J. Case, M. L. Cody y E. Ezcurra, eds. *A new Island biogeography of the sea of Cortes*. Oxford University Press. 14-40 pp.

Chávez-Andrade, M. 2006. *Caracterización del hábitat de grandes cetáceos del Golfo de California durante Invierno*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. La Paz, B.C.S, México. 68 pp.

Cisneros-Mata, M. A., M. Nevárez, M. Martínez, J. Santos, A. Godínez y G. Montemayor. 1997. *Sinopsis de la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California de 1991/92 a 1995/96*. Instituto Nacional de Pesca, CRIP Guaymas, 89 pp.

Clapham, P. J. y Mattila, D. K., 1990. *Humpback whale songs as indicator of migration routes*. *Marine Mammal Science*, 6: 155-160 pp.

Clarke, M. R., 1986. *Cephalopods in the diet of odontocetes*. En: M. M. Bryden y R. Harrinson, eds. *Research on dolphins*. Oxford: Clarendon Press, 281-321 pp.

Croll, D. A., C. W. Clark, J. Calambokidis, W. T. Ellison y B. R. Tershy. 2001. *Effect of anthropogenic low frequency noise on the foraging ecology of Balaenoptera whales*. *Animal Conservancy*, 4: 13-27 pp.

Defran, R. H. y D. W. Weller. 1999. *Occurrence, distribution, site fidelity, and school size of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off San Diego, California*. *Marine Mammal Science*, 15 (2):366-380 pp.

Del Ángel, R., J. A., 1997. *Hábitos alimentarios y distribución espacio-temporal de los rorcuales común (*Balaenoptera physalus*) y azul (*Balaenoptera musculus*) en la Bahía de La Paz, B.C.S*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. México. 73 pp.

Delgado Argote, L. A., M. López Martínez y M. D. C. Perillat. 2000 *Geologic reconnaissance and Miocene age of volcanism and associated fauna from sediments of Bahía de Los Angeles, Baja California, Central Gulf of California*. *Geological Society of America Bulletin*.(334)111-121 pp.

Díaz-Gamboa, R. E. 2009. *Relaciones tróficas de los cetáceos teutófagos con el calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California*. Tesis de doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. 105 pp.

Dorf, B. A. 1982. *Oceanographic factors and cetacean distributions at two sites in the Gulf of Mexico*. Tesis de Maestría. Texas A&M University. 122 pp.

Durán-Lizárraga, M. E. 1998. *Caracterización de los buceos de alimentación del lobo marino *Zalophus californianus* y su relación con variables ambientales en la Bahía de la Paz B.C.S.* Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. IPN. 85 pp.

Ehrhardt, N. M. 1991. *Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid (*Dosidicus gigas*) stock on a Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population*. Bulletin of Marine Science, 49 (1-2): 325-332 pp.

Ehrhardt, N. M., N. A. Solís, P.S. Jacquemin, C. J. Ortiz, R. P. Ulloa, D. G. González y B. F. García. 1986. *Análisis de la biología y condiciones del stock del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México, durante 1980*. Ciencias Pesqueras, 5: 63-76 pp.

Embling, C. B., Paul G. F., Phil S. H., Eric A., Jonathan G. 2005. *Investigations into the relationship between pelagic fish and dolphin distributions off the west coast of Scotland*. ICES ASC Theme Session R: Marine Mammals, Paper CM 2005/R:08. 15 pp.

Emilsson, I. y M.A. Alatorre, 1997. Evidencias de un remolino ciclónico de mesoescala en la parte sur del Golfo de California.. En: M.E Lavín (Ed.). *Contribuciones a la Oceanografía Física en Aféxico, Unión Geofís. Mex., Monografía 173-1823 pp.*

Fayos, J. A., A. Cañadas y R. Sagarminaga. 2000. *A comparative approach of the movement patterns and orientation of common dolphins (*Delphinus delphis*) and bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the north-eastern Alboran sea*. En *European Research on Cetaceans: Proceedings of the Annual Conference of the European Cetacean Society* (Vol. 14, p. 130). European Cetacean Society.

Fernández-Barajas, M. E., M. A. Monreal-Gómez & A. Molina-Cruz. 1994. Estructura termohalina y flujo geostrofico, en el Golfo de California, durante 1992. *Ciencias Marinas*. 20 (2): 267-286 pp.

Fernández-Casado, M. 2000. *El cachalote (Physeter macrocephalus)*. Mamíferos de España. *Galemys*, 12 (2): 3-22 pp.

Flores-Ramírez, S., J. Urbán-Ramírez, O. Delgado-González y J. Vargas-Salinas. 1997. *Avistamientos del rorcual tropical Balaenoptera edeni (Cetacea: Balaenopteridae) y temperatura del agua en Baja California Sur, México*. *Revista Biología Tropical*, 45 (3): 1209-1214 pp.

Forney, K., 1999. *Trends in harbour porpoise abundance off central California, 1986-1995: evidence for interannual changes in distribution*. *Journal of Cetacean Research Management*, 1(1), 73-80 pp.

Forney, K. 2000. *Environmental models of cetacean abundance: reducing uncertainty in population trends*. *Conservation Biology*. 14(5): 1271-1286 pp.

Forney, K. y J. Barlow. 1998. *Seasonal patterns in the abundance and distribution of California cetaceans, 1991-1992*. *Marine Mammal Science*. 14(3): 460-489 pp.

Galindo, J. A., A. Serrano., L. Vázquez-Castán, C. González-Gándara, M. López-Ortega. 2009. *Cetacean diversity, distribution, and abundance in northern Veracruz, Mexico*. *Aquatic Mammals*, 35(1): 12-18 pp.

Gallo-Reynoso, J. P., 1984. *Interacción de calderones (Globicephala macrorhynchus) con la ballena de aleta (Balaenoptera physalus) y con tursiones (Tursiops truncatus) (Mammalia: cetacea)*. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 55: 331-333 pp.

Gallo-Reynoso, J. P., 1991. *Group behavior of common dolphins (Delphinus delphis) during prey capture*. *Anales del Instituto de Biología*, 62 (2), 253-262 pp.

Gallo Reynoso, J. P. 1998. *La vaquita marina y su hábitat crítico en el Alto Golfo de California*. INE-SEMARNAP. Gaceta Ecológica, 47:29-44 pp.

Gallo-Reynoso, J. P., 2003. *Mortandad de mamíferos marinos en el área de Guaymas debido con la interacción con las pesquerías*. Reporte interno, no publicado. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Guaymas. 34 pp.

Gallo-Reynoso, J. P., 2004. *Mortandad de mamíferos marinos en el área de Guaymas debido a la interacción con las pesquerías*. XXIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, organizada por la Sociedad Mexicana de Mastozoología Marina (SOMEMMA). La Paz, B.C.S.

Gallo-Reynoso, J. P y Alessio. 1989. XV Reunión Internacional para el Estudio de Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S.

Gallo-Reynoso, J. P. y A. L. Figueroa-Carranza. 1998. *Los cetáceos de las aguas cercanas a Guaymas, Sonora, México*. Resúmenes de la XXIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Xcaret, Quintana Roo, México.

Gallo-Reynoso, J. P. y González-Martínez, A., 2004. *Estudio previo justificativo para proponer el establecimiento de la región "Sierra del Aguaje, Bahía de San Francisco e Isla San Pedro Nolasco y sus aguas aledañas" como una nueva Área Natural Protegida*. 227 pp.

Gallo-Reynoso, J. P., Tiffany L. B., Eufemia P., Ana-Luisa F. C. y Leo O. 2005a. *Mysticetes on the midriff area of the Gulf of California during the summers of 1995, 1996 and 1997*. Cap. 18:205-214. En Sánchez-Cordero V. y Medellín R. A. (Eds.) *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa*. Instituto de Biología, UNAM; Instituto de Ecología, UNAM; CONABIO. México. 706 pp.

Gallo-Reynoso, J. P. y Figueroa-Carranza A. L. 2005b. *Cetaceans of Isla de Guadalupe, Baja California, Mexico*. Bulletin of the Southern California Academic Science, 97 (1): 33-38 pp.

Gallo-Reynoso, J. P., J. Égido-Villarreal y E. M. Coria-Galindo. 2009. *Sperm whale distribution and diving behavior in relation to presence of jumbo squid in Guaymas Basin, Mexico*. Marine Biodiversity Records, 1-5 pp.

Gallo-Reynoso, J. P. y C. J. Navarro-Serment. 2009. *Cachalote: el rey del buceo*. Especies: Revista sobre conservación y biodiversidad, Marzo - Abril 16-22 pp.

Gallo-Reynoso, J. P., S. Mahaffy, G., G. Martínez-Villalba, M. C. Pérez y Sosa y J. Égido-Villarreal. *Fin whale (Balaenoptera physalus) relations to the ENSO off Guaymas, Gulf of California, Mexico*. En proceso

García-Morales, R. 2008. *Análisis de la variabilidad superficial de mesoescala en el Golfo de California y su relación con la distribución y abundancia relativa de misticetos (2005-2006)*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. 137 pp.

García-Rodríguez, F. 1995. *Ecofisiología alimentaria del lobo marino de California, Zalophus californianus californianus, en Los Islotes, B.C.S., México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 106 pp.

Gendron, D. 1993. *Índice de avistamiento y distribución del género Balaenoptera en el Golfo de California, México, durante febrero, marzo y abril de 1988*. Revista de Investigación Científica (No. especial SOMEMMA), UABCS 1: 21-29 pp.

Gendron, D. y Urbán-Ramírez, J., 1993. *Evidence of feeding by humpback whales (Megaptera novaeangliae) in the Baja California breeding ground, México*. Marine Mammal Science, 9: 76-81 pp.

Graham, J., P., M. Caldas, J. Cedeira, M. Begoña-Santos, A. Llavona, P. Covelo, G. Martínez, J. Torres, M. Sacau, A. López. 2010. *Trends in cetacean sightings along the Galician coast, north-west Spain, 2003-2007, and inferences about cetacean habitat preferences*. Journal of the marine Biological Association of the United Kingdom, 90 (8), 1547-1560 pp.

Greg, E. J. y A. W. Trites. 2001. *Prediction of critical habitat for five whales species in the waters of coastal British Columbia*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 58: 1265-1285 pp.

Gubbins, C. 2002. Use of home ranges by resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in a South Carolina estuary. Journal of Mammalogy, 83:178–187 pp.

Guerrero-Ruíz, M., Urbán-Ramírez, J. y Rojas-Bracho, L., 2006. *Las ballenas del Golfo de California*. México: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT) 524 pp.

Hammann, M. G., T. R. Baumgartner y A. Badan-Dagon. 1988. *Coupling of the pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment*. CalCOFI Reports, 29: 102-109 pp.

Hammann, M. G., Nevárez-Martínez M. O. y Green-Ruíz Y. 1998. *Spawning habitat of the pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California: egg and larval distribution 1956-1957 y 1971-1991*. CalCOFI Reports, 39: 169-179 pp.

Heckel, D. 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. 38 pp.

Heckel, G., Ladrón de Guevara, P. y Rojas-Bracho, L., 2008. *Ballenas y delfines*. En: G. D. Danemann y E. Ezcurra, eds. *Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad*. México, D.F.: SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, Pronatura Noreste A.C. y San Diego Natural History Museum, 563-601 pp.

Hooker, S., Whitehead, H. y Gowans, S., 1999. *Marine protected area design and the spatial and temporal distribution of cetaceans in a submarine canyon*. Conservancy Biology, 13: 592-602 pp.

Hui, C. A., 1979. *Undersea topography and distribution of dolphins of the genus *Delphinus* in the southern California bight*. Journal of Mammalogy, 60 (3): 521-526 pp.

Hui, C. A., 1985. *Undersea topography and the comparative distributions of two pelagic cetaceans*. Fishery Bulletin, 83 (3): 472-475 pp.

Ingram, S. N., Walshe, L., Johnston, D. y Rogan, E., 2007. *Habitat partitioning and the influence of benthic topography and oceanography on the distribution of fin and minke whales in the Bay of Fundy, Canada*. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom, 87: 149-156 pp.

Jaquet, N. y Whitehead, H., 1996. *Scale-dependent correlation of sperm whale distribution with environmental features and productivity in the South Pacific*. Marine Ecology Progress Series, 135: 1-9 pp.

Jaquet, N. y Gendron, D., 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*. Marine Biology, 141: 591-601 pp.

Jaume-Schinkel, M. S. 2004. *Hábitos alimentarios del rorcual común Balaenoptera physalus en el Golfo de California mediante el uso de isótopos estables de nitrógeno y carbono*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. 78 pp.

Kawakami, T., 1980. *A review of sperm whale food*. Scientific Reports of the Whale Research Institute, 32: 199-218 pp.

Kenney, R. D. 1984. *The distributional biology of the cetacean fauna of the northeast United States continental shelf*. Tesis de Doctorado. University of Rhode Island, Kingston, Rhode Island.

Kenney, R. D. y H. E. Winn. 1988. *Cetacean high-use habitats of the northeast US continental shelf*. Fishery Bulletin, 84: 345-357 pp.

Krebs, C., 1985. *Ecología, estudio de la distribución y abundancia*. México, Harla, 753 pp.

Ladrón de Guevara, P. 2001. *Distribución temporal y estructura de las agrupaciones de los rorcuales jorobados (Megaptera novaeangliae) en dos áreas de reproducción del Pacífico Mexicano*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. 140 pp.

Ladrón de Guevara, P. y G. Heckel. 2004. *Diversidad, distribución y abundancia relativa de cetáceos en el Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles, Baja California, durante 2003*. XXIX Reunión Internacional para el Estudio de Mamíferos Marinos. Mayo de 2004. La paz B.C.S.

Lavin, M. F. y S. Organista. 1988. *Surface heat flux in the northern Gulf of California*. Journal of Geophysical Research, 93: 14033-14038 pp.

Leatherwood, S., Reeves, R. R., Perrin, W. F. y Evans, W. E., 1982. *Whales, dolphins and porpoises of the eastern North Pacific and adjacent arctic waters: A guide to their identification*. NOAA Technical Report, NMFS, 444(245) pp.

Macleod, K., R. Fairbairns, A. Gill, B. Fairbairns, J. Gordon, C. Blair-Myers, E. C. M. Parsons. 2004. *Seasonal distribution of minke whales *Balaenoptera acutorostrata* in relation to physiography and prey off the Isle of Mull, Scotland*. Marine Ecology Progress Series, 277: 264-274 pp.

Maluf, L. Y., 1983. *Physical oceanography*. En: T. J. Case y M. I. Cody, eds. *Island biogeography in the sea of Cortez*. Berkeley, California: University of California Press, 26-45 pp.

Mangels, K. F. y T. Gerrodette. 1994. *Report on cetacean sightings during a marine mammal survey in the eastern tropical Pacific Ocean aboard the NOAA ships McArthur and David Starr Jordan July 28 - November 2, 1992*. NOAA Technical Memorandum NMFS.

Marcín-Medina, M. R. 1997. *Comportamiento del tursiión (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) en la ensenada de la Paz, Baja California Sur, México*. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. 89 pp.

Markaida, U. 2006. *Population structure and reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* from the Gulf of California after the 1997-1998 El Niño event*. Fisheries Research, 79 (1-2): 28-37 pp.

Markaida, U. y Sosa-Nishizaki O. 2001. *Reproductive biology of jumbo squid Dosidicus gigas in the Gulf of California, 1995-1997*. Fisheries Research, 54: 63-82 pp.

Markaida, U. y Sosa-Nishizaki O. 2003. *Food and feeding habits of jumbo squid Dosidicus gigas (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico*. Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom, 83: 507-522 pp.

Martínez-Villalba, M. G. 2008. *Distribución y abundancia de la ballena de aleta (Balaenoptera physalus) en aguas adyacentes a Guaymas y algunas inferencias ecológicas generales sobre esta especie en el Golfo de California*. Tesis de Maestría. Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 86 pp.

Medrano-González, L. y J. Urbán-Ramírez., 2002. *La ballena jorobada (Megaptera novaeangliae) en la Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-2000*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. W024. México D.F, 76 pp.

Mittenteiér R. A. y C. G. de Mittenteiér. 1992. *La importancia de la diversidad biológica de México*. En: Sarukhán J. y R. Dirzo (comp.) México ante los retos de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Mignucci-Giannoni, A. A. 1998. *Zoogeography of cetaceans off Puerto Rico and the Virgin islands*. Caribbean Journal of Science, 34: 173-190 pp.

Morales-Bojórquez, E., M. A. Cisneros-Mata, M. O. Nevárez-Martínez y A. Hernández-Herrera. 2001. *Review of stock assessment and fishery biology of Dosidicus gigas in the Gulf of California, Mexico*. Fisheries Research, 54 : 83-94 pp.

Moreno-Zúñiga, J. E. 2008. *Caracterización del hábitat de cetáceos comunes en noviembre 2005 y enero 2007 en el Golfo de California*. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. 87 pp.

Moura, A. E., Neftalí S., Ana R. 2012. *Common dolphin (Delphinus delphis) habitat preferences using data from two platforms of opportunity*. Acta Oecologica, 38: 24-32 pp.

Murison, L. D. y Gaskin, D. E., 1989. *The distribution of right whales and zooplankton in the Bay of Fundy, Canada*. Canadian Journal of Zoology, 67: 1411-1420 pp.

Naud, M.J., Long, B., Brêthes, J. C. y Sears, R., 2003. *Influences of underwater bottom topography and geomorphology on minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) distribution in the Mingan Islands (Canada)*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 83: 889-896 pp.

Nemoto, T., 1957. *Foods of baleen whales in the northern Pacific*. Scientific Reports of the Whale Research Institute, 12: 33-89 pp.

Nevárez-Martínez, M. O., F. J. Méndez-Tenorio, C. Cervantes-Valle, J. López Martínez y M. L. Anguiano Carrasco. 2006. *Growth, mortality, recruitment and yield of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) off Guaymas, Mexico*. Fisheries Research, 79 (1-2): 38-47 pp.

Niño-Torres, C. A., J. P. Gallo-Reynoso, F. Galván-Magaña, E. Escobar-Briones y S. A. Macko. 2006. *Isotopic analysis of $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{34}\text{S}$ "A feeding tale" in teeth of the longbeaked common dolphin, *Delphinus capensis**. Marine Mammals Science, 22 (4): 831-846 pp.

Northridge, S. P., 2002. *Fishing Industry, effects off*. En: W. F. Perrin, B. Wursig y G. M. Thewissen J., eds. *Encyclopedia of Marine Mammals*. San Diego, EE UU: Academic Press, 442-446 pp.

Orozco-Meyer, A. 2000. *Uso del hábitat por la tonina (*Tursiops truncatus*) y su relación con las mareas en la Bahía de San Jorge, Sonora*. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada. 94 pp.

Paniagua-Mendoza, A. 2007. *Caracterización del hábitat de los cetáceos comunes en el Golfo de California durante julio-agosto 2007*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. 93 pp.

Pardo, M. A. 2009. *Condiciones fisicoquímicas y biológicas que modulan la abundancia de cetáceos sobre la cuenca Alfonso, Golfo de California*. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. 122 pp.

Pardo, M. A., N. Silverberg, D. Gendron, E. Beier, D. M. Palacios. 2013. *Role of environmental seasonality in the turnover of a cetacean community the southwestern Gulf of California*. Marine Ecology Progress Series, 487: 245-260 pp.

Parés-Sierra, A., A. Mascarenhas, S. G. Marinone, R. Castro. 2003. *Temporal and spatial variation of the surface winds in the Gulf of California*. Geophysical Research Letters. 30: 1-4 pp.

Patiño-Valencia, J. L., Vargas-Molina, A. G. y Díaz-Dávalos, C., 2008. *Estimación poblacional de toninas *Tursiops truncatus*, en la Bahía de Agiabampo Sonora-Sinaloa, México en verano y otoño de 1995 al 2001*. Revista de zoología, 19: 15-21 pp.

Payne, P. M. D. N. Wiley, S. B. Young, S. Pittman, P. J. Clapham y J. W. Jossi. 1990. *Recent fluctuations in the abundance of baleen whales in the southern Gulf on Maine in relation to changes in selected prey*. Fishery Bulletin, 88: 687-696 pp.

Peddemors, V. M. 1999. *Delphinids of southern Africa: a review of their distribution, status and life history*. The journal of Cetacean Research and Management, 1(2): 157-165 pp.

Pérez Cortés-Moreno, H. 2005. *Comparación de las poblaciones de toninas *Tursiops truncatus*, en Navachiste, Sin. y Bahía Magdalena, B.C.S. con fines de manejo*. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. 131 pp.

Pérez-Cortés, H. M., Villa-Ramírez, B., Delgado-Estrella, A. y Patiño-Valencia, J. L., 2000. Familia Delphinidae. En: S. T. Álvarez-Castañeda y J. L. Patton, eds. *Mamíferos del Noroeste de México*. La Paz B.C.S: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, 597-626 pp.

Pérez-Ledezma, E. L. 2010. *Demografía del lobo marino de California (*Zalophus californianus* LESSON, 1828) y su relación con variables ambientales en el Golfo de California, México*. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. IPN. 185 pp.

Penry, G. S., V. G. Cockcroft, P. S. Hammond. 2011. *Seasonal fluctuations in occurrence of inshore Bryde's whale in Plettenberg Bay, South Africa, with notes on feeding and multispecies associations*. African Journal of Marine Science, 33: 3 403-414 pp.

Quezadas-Tapia, N. L. 2010. *Hábitos alimentarios del lobo marino de California (Zalophus californianus Lesson, 1824) en la Isla San Pedro Nolasco, Sonora*. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 59 pp.

Reeves, R., R., Smith, B., D., Crespo, E., A. y N., G., Di Sciara (comp.). 2003. *Dolphins, Whales and Porpoises: 2002–2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans*. IUCN/SSC. Cetacean Specialist Group. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 139 pp.

Reilly, S. B. 1990. *Seasonal changes in distribution and habitat differences among dolphins in the eastern tropical Pacific*. Marine Ecology Progress Series, 66: 1-11 pp.

Reyes, J.C. 1991. *The conservation of small cetaceans: a review. Report prepared for the Secretariat of the Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals*. UNEP / CMS Secretariat, Bonn.

Rice, D. W., 1963. *Progress report on biological studies of the larger cetacea in the waters off California*. Norsk Hvalfangst-Tidende, 7: 181-187 pp.

Rice, D. W. 1974. *Whales and whale research in the eastern North Pacific*. 170-195 pp. En: Schevill W. E. (ed.). *The whale problem*. Harvard University Press. Cambridge.

Rice, D. W., 1998. *Marine mammals of the world: systematics and distribution*. EEUU: Special Publication , Society for Marine Mammalogy. 231 pp.

Roden, G. I., 1958. *Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California*. Pacific Science, Volume XII, 21-45 pp.

Roden, G. I. y G. W. Groves. 1959. *Recent oceanography investigations in the Gulf of California*. Journal of Marine Research, 18 (1): 10-34 pp.

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 B. L. Taylor. 1999. Risk factors affecting the vaquita (*Phocoena sinus*). *Marine Mammal Science*, 15: 974-989 pp.

Salinas-Zacarías, M. A. 2005. *Ecología de los tursiones, Tursiops truncatus en la Bahía de la Paz, B.C.S.* Tesis de doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. 104 pp.

Salvadeo, C. J. 2008. *Análisis de la comunidad de odontocetos y la relación con su ambiente, en el extremo sur-occidental del Golfo de California*. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. 75 pp.

Salvadeo, C. J., A. Gómez-Gallardo U., D. Lluch-Belda y J. Urbán-Ramírez. 2009. *The odontocete community and its environment in the southwestern Gulf of California*. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 7(1-2): 23-32 pp.

Salvadeo, C. J., S. Flores-Ramírez, A. Gómez-Gallardo U., C. MacLeod, D. Lluch-Belda, S. Jaume-Schinkel, J. Urbán-Ramírez. 2011. *El rorcual de Bryde (Balaenoptera edeni) en el suroeste del Golfo de California: su relación con la variabilidad de ENSO y disponibilidad de presas*. *Ciencias Marinas*, 37 (2): 215-225 pp.

Santamaría-Del-Ángel, E. y Álvarez-Borrego, S. 1994. *Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery*. *Journal of Geophysical Research*, 99(4): 7411-7421 pp.

Santamaría-Del-Ángel, E., S. Álvarez-Borrego, R. Millán-Núñez y F. E. Muller-Karger. 1998. *Sobre el efecto de las surgencias de verano en la biomasa fitoplanctónica del Golfo de California*. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 49: 207- 212 pp.

Seaman, D. E., J. J. Millspaugh, B. J. Kernoham, G. C. Brundige, K. J. Raedeke, R. A. Gitzen. 1999. *Effects of sample size on kernel home ranges estimates*. *Journal of Wildlife Management*, 63: 739-747 pp.

Segura-García I. 2011. *Population genetics of species on the genera Tursiops and Delphinus within the Gulf of California and along the western coast of Baja California*. Tesis de Doctorado. Durham University. 150 pp.

Segura-García I., A. Rocha-Olivares, S. Flores-Ramírez, L. Rojas-Bracho. 2006. *Conservation implications of the genetic and ecological distinction of Tursiops truncatus ecotypes in the Gulf of California*. *Biological Conservation*, 133: 336-346 pp.

SEMARNAT, 2000. *Programa de manejo Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California*, México: Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas. 262 pp.

Serrano D. 2012. La zona del mínimo oxígeno en el Pacífico mexicano. 105-119 pp. En: P. Zamorano, M. E. Hendrickx y M. Caso (eds.). *Biodiversidad y comunidades del talud continental del Pacífico mexicano*. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Smith, R.C., P. Dustan, D. Au, K.S. Baker y E.A. Dunlap. 1986. *Distribution of cetaceans and sea-surface chlorophyll concentrations in the California Current*. *Marine Biology*, 91: 385-402 pp.

Szteren, D., Auriolles-Gamboa, D. y Gerber, L. R., 2006. *Population status and trends of California Sea Lion (Zalophus californianus californianus) in the Gulf of California, Mexico*. *Sea Lions of the World*. Alaska Sea Grant College Program, 1-17 pp.

Tershy, B. R. 1992. *Body size, diet, habitat use, and social behavior of Balaenoptera whales in the Gulf of California*. *Journal of Mammalogy*, 73: 477–486 pp.

Tershy, B. R., Breese, D. y Strong, C. S., 1990. *Abundance, seasonal distribution and population composition of balaenopterid whales in the Canal de Ballenas, Gulf of California, México*. *Report of the International Whale Commission, Special Issue*, 12: 369-375 pp.

Tershy, B. R., D. Breese, S. Álvarez-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 pp.

Tershy, B. R., J. Urbán-Ramírez, D. Breese, L. Rojas-Bracho, L. T. Findley. 1993a. *Are the fin whales resident to the Gulf of California?*. Revista de Investigación Científica, 1: 69-72 pp.

Tershy, B. R., A. Acevedo-G., D. Breese y C. S. Strong. 1993b. *Diet and feeding behavior of fin and Bryde's whales in the central Gulf of California, Mexico*. Revista de Investigación Científica de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, Serie Ciencias del Mar (Número especial SOMEMMA 1) 31-38 pp.

Thunell, R. C. 1998. *Seasonal and annual variability in particle fluxes in the Gulf of California: A response to climate forcing*. Deep-Sea Research I, 45: 2059 - 2083 pp.

Urbán-Ramírez, J. 1997. *El rorcual común Balaenoptera physalus, en el Golfo de California, México*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. B040. México D. F. 87 pp.

Urbán-Ramírez, J. y Aguayo-Lobo A. 1987. *Spatial and seasonal distribution of the humpback whale, Megaptera novaeangliae in the Mexican Pacific*. Marine Mammal Science, 3 (4): 333-344 pp.

Urbán-Ramírez, J. y Flores R., S., 1996. *A note on Bryde's whales (Balaenoptera edeni) in the Gulf of California, México*. Report of the International Whaling Commission, 453-457 pp.

Urbán-Ramírez, J. y Rojas-Bracho, L., 1999. *Los programas de conservación de mamíferos marinos*. XXIV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos Acuario de Mazatlán, SOMEMMA, Sinaloa.

Urbán-Ramírez, J., U. González, A. Gómez-Gallardo. 2005. *Diversidad y conservación de ballenas y delfines en el Golfo de California*. Panorama, 48: 19-26 pp.

Valle-Jiménez, R. 1998. *Abundancia y distribución de Delphinus delphis y Delphinus capensis en la costa occidental de la península de Baja California*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. México 91 pp.

Vidal, O., Findley, T. y Leatherwood, S., 1993. *An noted checklist of marine mammals of the Gulf of California*. Proc. San Diego Soc. Nat. Hist., 28: 1-16 pp.

Vidal, O., Van Waerebeek, K. y Findley, L. T., 1994. *Cetaceans and gillnet fisheries in Mexico, Central America and the wider Caribbean; a review*. Report International Whale Commission, 12: 221-234 pp.

Ward, N. y Moscrop, A., 1999. *Mamíferos marinos del Gran Caribe; Un resumen preliminar de estatus de conservación*. La Habana, Cuba, United Nations Environment Programme, 30 pp.

Whitehead H. y M. Moore. 1982. *Distribution and movements of West Indian humpback whales in winter*. Canadian Journal of Zoology, 60: 109-113 pp.

Whitehead, H. y Carscadden, J. E., 1985. *Predicting inshore whale abundance - whales and capelin off the Newfoundland coast*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42: 977-981 pp.

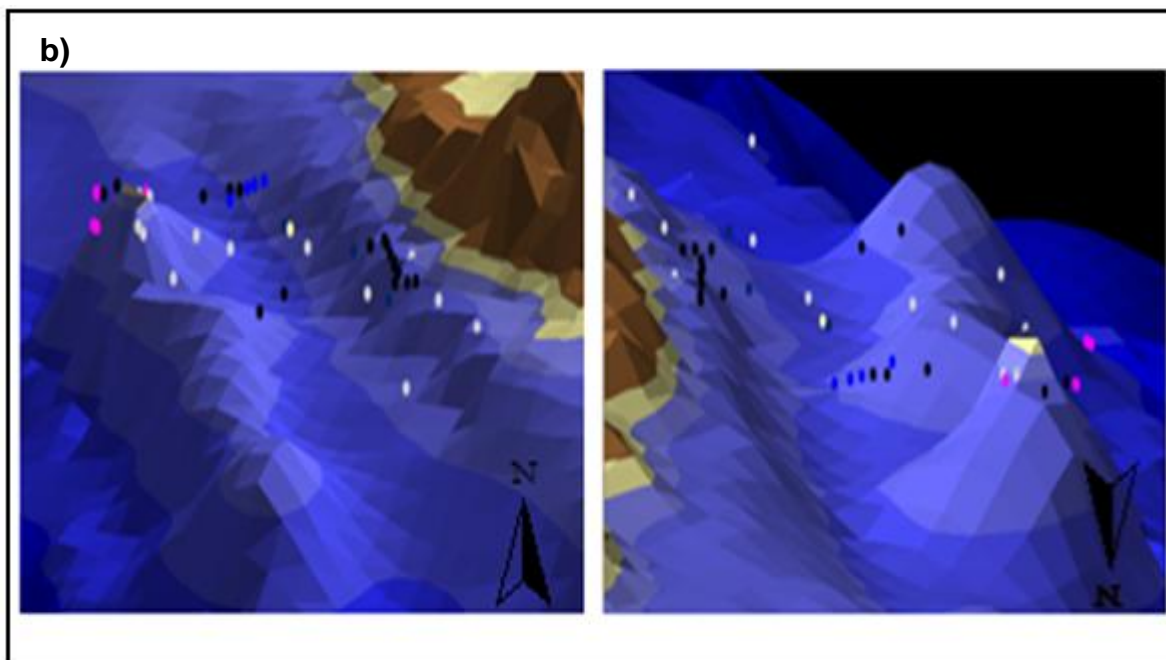
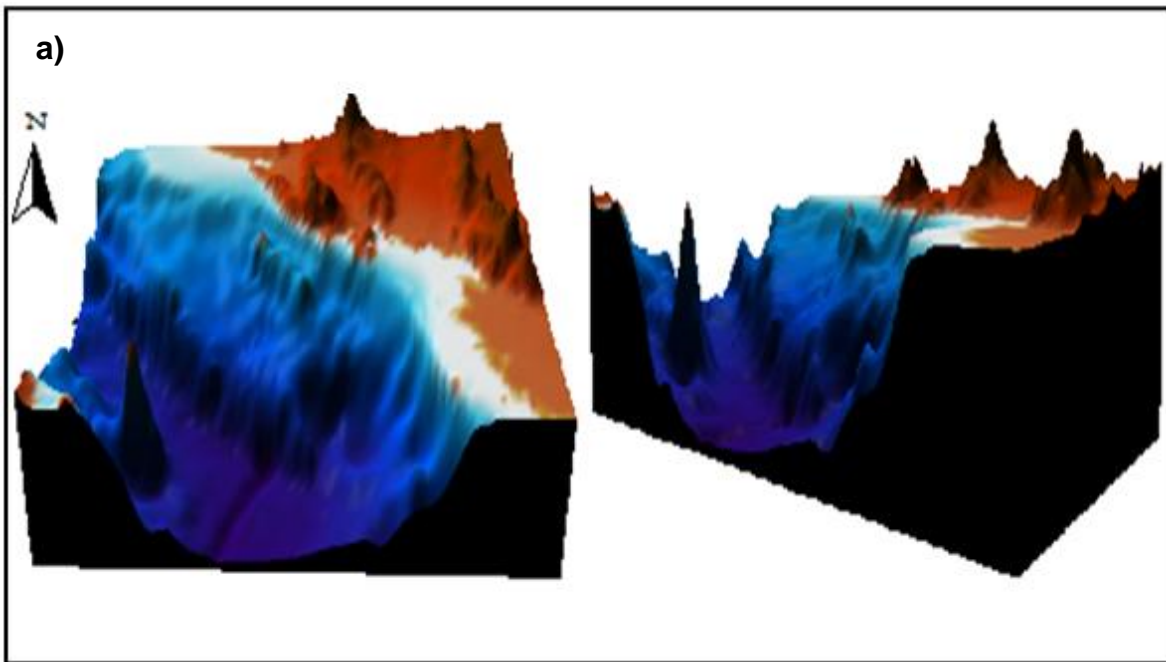
Winn, L.K., H. E. Winn, D. K. Caldwell. M. C. Caldwell y J. L. Dunn. 1979. *Marine mammals: En: A summary and analysis of environmental information on the continental shelf and Blake Plateau from Cape Canaveral*. Center for Natural Areas, Vol. I Book 2, Chap. 12 Natl. Tech. Info. Serv., PB80-184104, 1- 117 pp.

Worton B. J. 1995. *Using Monte Carlo simulations to evaluate kernel based home range estimators*. Journal of Wildlife Management, 59: 794-800 pp.

Zavala-Hernández V. I. 1996. *Distribución de Balaenoptera musculus y B. physalus en función de algunos factores físicos, en la zona comprendida entre Bahía Magdalena y Punta Concepción, Baja California Sur, México*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales - Iztacala, UNAM. 57 pp.

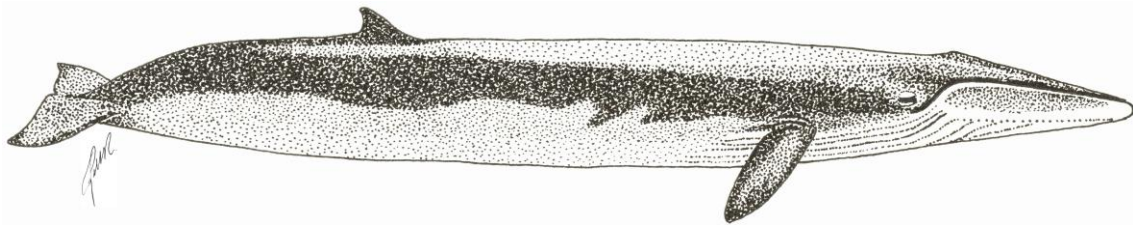
Anexo I

Modelos batimétricos tridimensionales de la Isla San Pedro Nolasco; el primer modelo muestra la geomorfología del fondo en la zona de estudio obtenida con el programa *Surfer 8*; mientras el segundo modelo que correlaciona la geomorfología del fondo con la distribución de mamíferos marinos fue realizado en el programa *Arc View 3.2*.

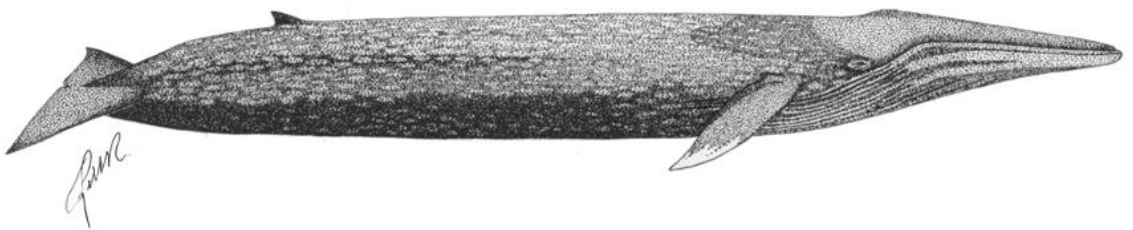


Anexo II

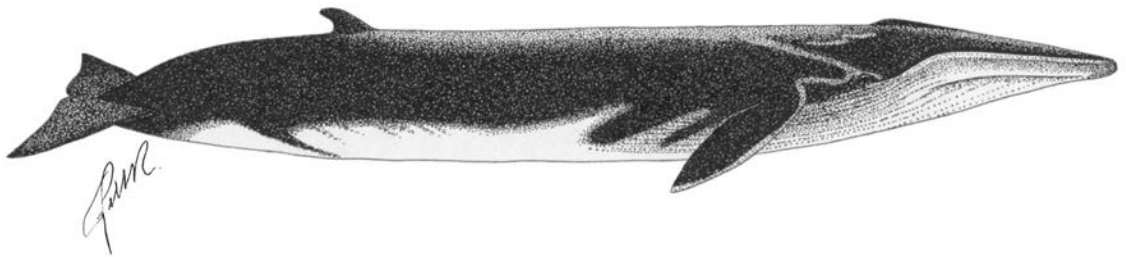
B. edeni



B. musculus



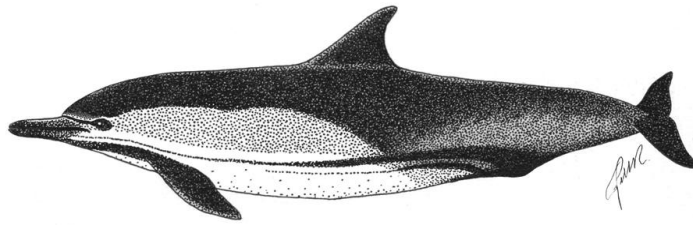
B. physalus



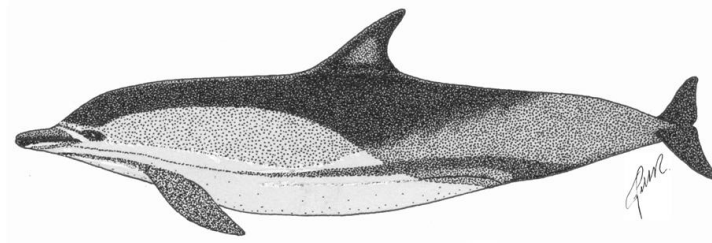
M. novaeangliae



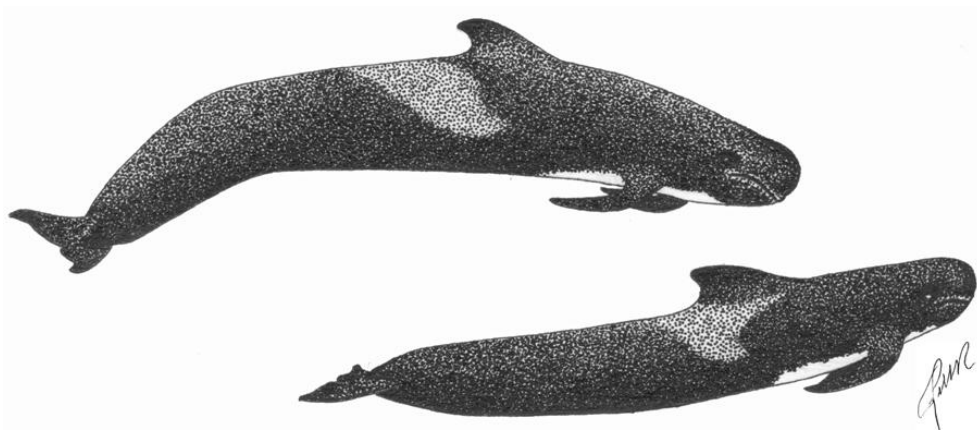
D. capensis



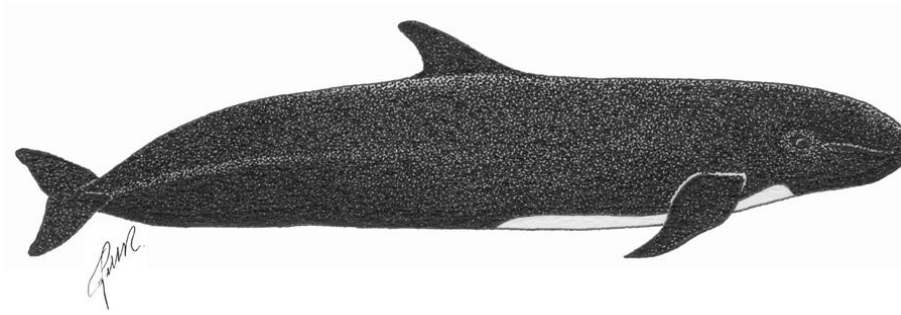
D. delphis



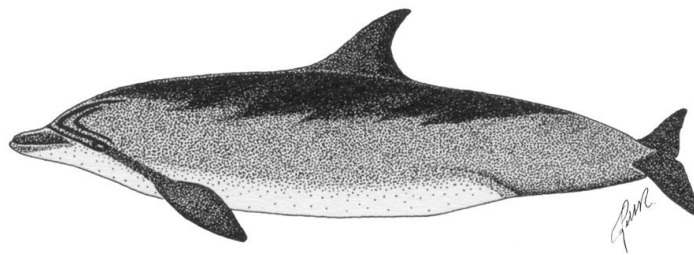
G. macrorhynchus



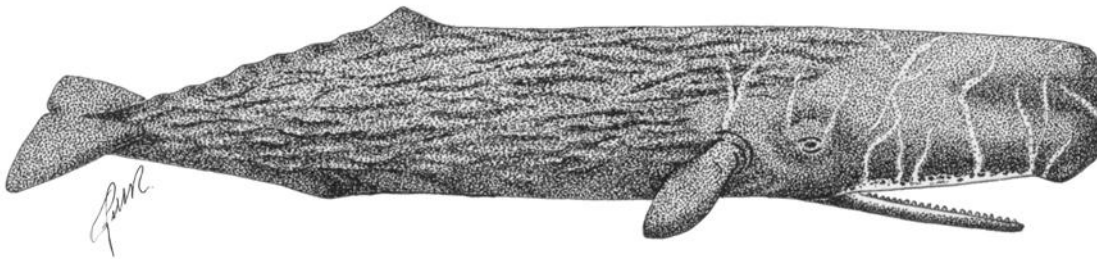
P. crassidens



T. truncatus



P. macrocephalus



Z. californianus



Anexo III

Los grupos de mamíferos marinos, los nombres científicos y comunes de las especies registradas en los alrededores de la Isla San Pedro Nolasco se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Glosario de nombres científicos de las especies de mamíferos marinos presentes en la Isla San Pedro Nolasco.

Grupo	Especie	Nombre común
Misticetos	<i>Balaenoptera edeni</i>	Ballena sardinera
	<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena de aleta
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada
Odontocetos	<i>Delphinus capensis</i>	Delfín común de rostro largo
	<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común de rostro corto
	Ictiófagos	
	<i>Tursiops truncatus*</i>	Tonina
	<i>Pseudorca crassidens*</i>	Orca falsa
	Teutófagos	
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Calderón	
	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote
Otáridos	<i>Zalophus californianus*</i>	Lobo marino de California

*Especies oportunistas (ictiófagos y teutófagos)

Anexo IV

La abundancia relativa general y por temporada climática de las especies registradas en los alrededores de la Isla San Pedro Nolasco se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Abundancia relativa por especie (ind./h).

Especie	General	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Balaenoptera edeni</i>	0.3	0	0	0.02	1.3	0
<i>Balaenoptera musculus</i>	0.01	0	0.1	0	0	0
<i>Balaenoptera physalus</i>	0.04	0	0.3	0	0.1	0
<i>Megaptera novaeangliae</i>	0.1	0.2	0.7	0.02	0	0
<i>Delphinus capensis</i>	26.9	172.4	48.9	21.6	15.1	9.8
<i>Delphinus delphis</i>	19.9	0	0	25.5	26.4	15.2
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	0.7	0	0	0.9	0	1.3
<i>Pseudorca crassidens</i>	0.2	0	0	0	0.9	0
<i>Tursiops truncatus</i>	8	13.1	2.2	3.1	20.3	4.4
<i>Zalophus californianus</i>	0.8	2.6	0.5	0.4	1.1	0.8

Anexo V

Las siguientes figuras muestran el listado de los modelos lineales generados para los grupos y especies de los mamíferos marinos de la Isla San Pedro Nolasco, así como el cálculo de β_0 de las variables que integran el modelo seleccionado.

Misticetos

Presencia - Model building results (Spreadsheet24)							
Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT							
Modeled probability that Presencia = 0							
Step	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6	AIC
1	Z (m)	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)		97.1139
2	Color mar						97.2365
3	Z (m)	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)			97.3085
4	Z (m)	Color mar					97.3929
5	Z (m)	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)			97.7351
6	Temp Columna °C	Color mar					98.1067
7	Temp Sup °C	Color mar					98.1677
8	Z (m)	Pendiente*	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)	98.4027
9	Pendiente*	Color mar					98.4165
10	Z (m)	Pendiente*	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)		98.5425
11	Z (m)	Pendiente*	Color mar				98.5654
12	Z (m)	Temp Columna °C	Color mar				98.6135
13	Z (m)	Pendiente*	Temp Sup °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)	98.6803
14	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)			98.6827
15	Z (m)	Temp Sup °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)			98.7101
16	Z (m)	Temp Sup °C	Color mar				98.7624
17	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)				98.7746
18	Z (m)	Clorofila (mg/m3)					98.7820
19	Z (m)	Pendiente*	Temp Sup °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)		98.7934
20	Z (m)	Pendiente*	Temp Sup °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)		98.8027
21	Pendiente*	Temp Sup °C	Color mar				98.8636
22	Z (m)	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)	98.8794
23	Z (m)	Color mar	Clorofila (mg/m3)				98.8903
24	Temp Columna °C	Color mar	Visibilidad (m)				98.8961
25	Z (m)	Temp Sup °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)			98.9524
26	Z (m)	Pendiente*	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)		98.9558
27	Color mar	Estado del mar (Bft)					99.0904
28	Temp Sup °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)				99.1075
29	Z (m)	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)	Estado del mar	99.1078

Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet24)						
Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						
Modeled probability that Presencia = 0						
Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
Intercept		1	2.984877	0.537239	30.86871	0.000000
Color del mar		2	-0.424948	0.181937	5.45547	0.019507
Scale			1.000000	0.000000		

Odontocetos

Presencia - Model building results (Spreadsheet40)						Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet40)							
Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT							
Modeled probability that Presencia = 0						Modeled probability that Presencia = 0							
Step	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6	AIC	Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
1	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (%o)		167.7681	Intercept		1	0.526437	0.326910	2.593204	0.107323
2	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)			169.3673	Profundidad (m)		2	0.004276	0.001485	8.293269	0.003979
3	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (%o)	Estado del mar (Bft)	169.5649	Scale			1.000000	0.000000		
4	Pendiente*	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (%o)	169.6179	Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet40)						
5	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (%o)	169.7193	Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						
6	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (%o)	Visibilidad (m)	169.7382	Modeled probability that Presencia = 0						
							Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
							Intercept		1	-0.400338	0.392316	0.162762	0.686626
							Temp. columna °C		2	0.004233	0.399733	0.011351	0.915152
							Scale			1.000000	0.000000		
							Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet40)						
							Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						
							Modeled probability that Presencia = 0						
							Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
							Intercept		1	-0.890966	0.337753	6.958638	0.008342
							Color del mar		2	0.293871	0.142384	4.259815	0.039024
							Scale			1.000000	0.000000		

Otáridos

Presencia - Model building results (Spreadsheet2)						Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet2)						
Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						
Modeled probability that Presencia = 0						Modeled probability that Presencia = 0						
Step	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	AIC	Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
1	Z (m)	Temp Columna °C	Color mar		150.5985	Intercept		1	-0.438100	0.353434	1.53649	0.215141
2	Z (m)	Temp Columna °C	Color mar	Visibilidad (m)	152.2063	Profundidad (m)		2	-0.007074	0.001881	14.14746	0.000169
3	Z (m)	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Color mar	152.2487	Scale			1.000000	0.000000		
4	Z (m)	Color mar	Visibilidad (m)		152.3541	Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet2)						
5	Z (m)	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	152.4673	Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						
6	Z (m)	Pendiente*	Temp Columna °C	Color mar	152.5035	Modeled probability that Presencia = 0						
7	Z (m)	Temp Columna °C	Color mar	SALINIDAD (% o)	152.5555	Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
8	Z (m)	Temp Columna °C	Color mar	Estado del mar (Bft)	152.5960	Intercept		1	0.961146	0.347002	7.672102	0.005608
						Color del mar		2	-0.076600	0.142802	0.287732	0.591678
						Scale			1.000000	0.000000		

Ballena sardinera

Presencia - Model building results (Spreadsheet4) Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT Modeled probability that Presencia = 0							Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet4) Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT Modeled probability that Presencia = 0						
Step	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	AIC	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p	
1	Temp Columna °C	Color mar	SALINIDAD (%o)	Visibilidad (m)		47.52131	Intercept		1	10.38364	3.588092	8.374754	0.003805
2	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)			47.68451	Temp. columna °C		2	-0.28579	0.126458	5.107388	0.023824
3	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (%o)	Visibilidad (m)		47.66700	Scale			1.00000	0.000000		
4	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (%o)	Visibilidad (m)	48.24730	Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet4) Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT Modeled probability that Presencia = 0						
5	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)		48.87503	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p	
6	Pendiente*	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)		48.87985	Intercept		1	0.622627	1.218552	0.261077	0.609381
7	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)		48.96665	Clorofila (mg/m3)		2	4.236423	3.257850	1.690972	0.193473
8	Pendiente*	Temp Columna °C	Color mar	SALINIDAD (%o)	Visibilidad (m)	49.27501	Scale			1.000000	0.000000		
9	Pendiente*	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (%o)	Visibilidad (m)	49.41981	Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet4) Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT Modeled probability that Presencia = 0						
10	Temp Columna °C	Color mar	SALINIDAD (%o)	Visibilidad (m)	Estado del mar (Bft)	49.45373	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p	
11	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)	49.49297	Intercept		1	3.191861	1.014620	9.896496	0.001656
12	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Color mar	SALINIDAD (%o)	Visibilidad (m)	49.50204	Visibilidad (m)		2	-0.027936	0.061321	0.207546	0.648698
13	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (%o)	Visibilidad (m)	Estado del mar (Bft)	49.51932	Scale			1.000000	0.000000		

Ballena jorobada

Presencia - Model building results (Dd) Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT Modeled probability that Presencia = 0						Presencia - Parameter estimates (Dd) Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT Modeled probability that Presencia = 0						
Step	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	AIC	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p	
1	Temp. superficial	Salinidad			30.73770	Intercept		1	-10.1843	4.459140	5.216274	0.022376
2	Temp. superficial				31.57502	Temperatura superficial		2	0.6484	0.237777	7.436826	0.006390
3	Temp. superficial	Salinidad	Visibilidad		31.72978	Scale			1.0000	0.000000		
4	Temp. columna	Salinidad			31.84630	Presencia - Parameter estimates (Dd) Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT Modeled probability that Presencia = 0						
5	Temp. columna				31.98056	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p	
6	Temp. superficial	Temp. columna	Salinidad		32.25445	Intercept		1	-10.1843	4.459140	5.216274	0.022376
7	Color del mar				32.28853	Temperatura superficial		2	0.6484	0.237777	7.436826	0.006390
8	Temp. superficial	Color del mar			32.33335	Scale			1.0000	0.000000		
9	Temp. superficial	Color del mar	Salinidad	Visibilidad	32.35503	Presencia - Parameter estimates (Dd) Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT Modeled probability that Presencia = 0						
10	Temp. superficial	Color del mar	Salinidad		32.49715	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p	
11	Profundidad	Temp. superficial	Salinidad		32.62497	Intercept		1	-10.1843	4.459140	5.216274	0.022376
12	Temp. superficial	Temp. columna	Salinidad	Visibilidad	32.64002	Temperatura superficial		2	0.6484	0.237777	7.436826	0.006390
13	Temp. superficial	Salinidad	Estado del mar		32.71215	Scale			1.0000	0.000000		

Delfín común de rostro largo

Presencia - Model building results (Spreadsheet9)								Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet9)						
Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT								Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						
Modeled probability that Presencia = 0								Modeled probability that Presencia = 0						
Step	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6	AIC	Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
1	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (% o)			70.02096	Intercept		1	0.617376	1.692512	0.133057	0.715284
2	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)				70.28232	Temp. superficial °C		2	0.074690	0.070384	1.126091	0.288611
3	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (% o)			70.38434	Scale			1.000000	0.000000		
4	Temp Sup °C	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (% o)	Visibilidad (m)			71.00505	Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet9)						
5	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Estado del mar (Bft)			71.10370	Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						
6	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (% o)	Visibilidad (m)	Estado del mar (Bft)	71.56013	Modeled probability that Presencia = 0						
7	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (% o)	Estado del mar (Bft)		71.63860	Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
8	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)			71.78597	Intercept		1	1.796357	1.761209	1.040312	0.307749
9	Pendiente*	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (% o)		71.88305	Temp. columna °C		2	0.026018	0.071721	0.131601	0.716778
10	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	SALINIDAD (% o)		71.89873	Scale			1.000000	0.000000		
11	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)	Estado del mar (Bft)		71.90049	Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet9)						
								Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						
								Modeled probability that Presencia = 0						
								Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
								Intercept		1	2.203159	0.480118	21.05694	0.000004
								Clorofila (mg/m3)		2	0.230251	0.393918	0.34166	0.558874
								Scale			1.000000	0.000000		

Delfín común de rostro corto

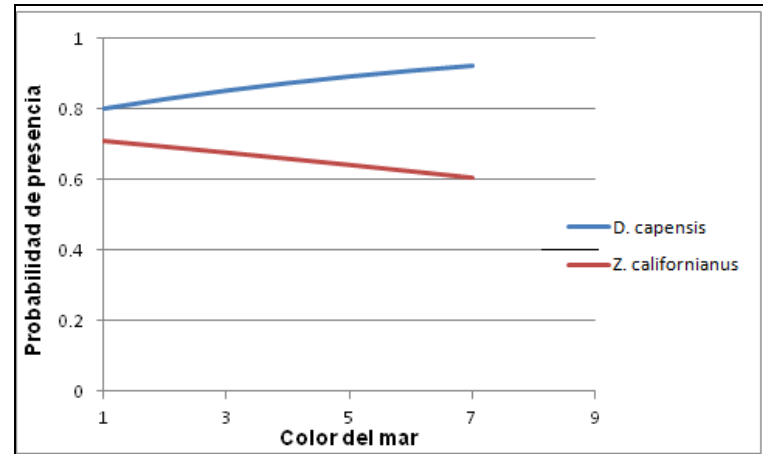
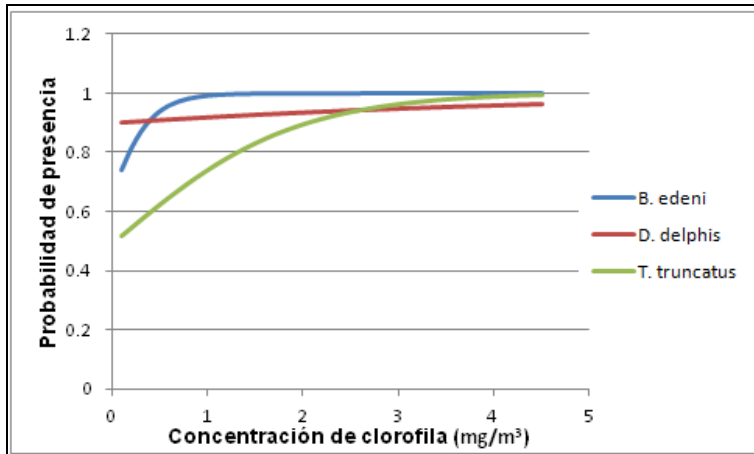
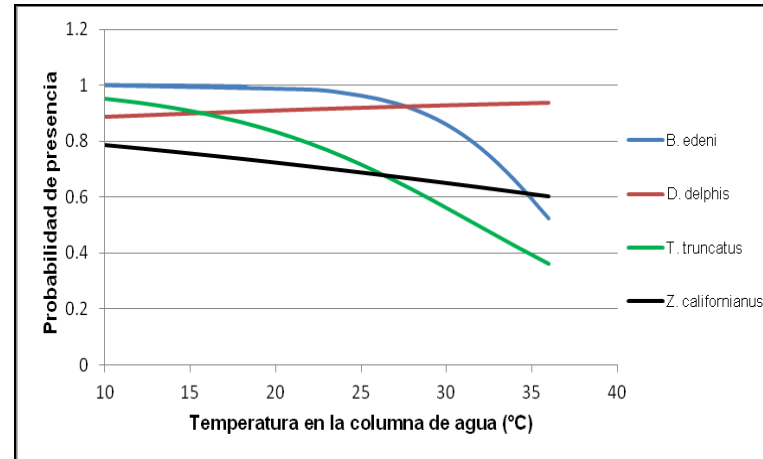
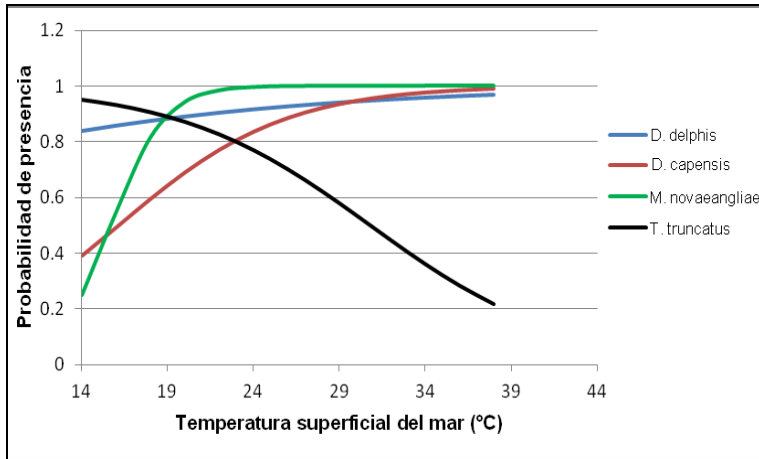
Presencia - Model building results (Spreadsheet15)							Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet15)						
Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT							Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						
Modeled probability that Presencia = 0							Modeled probability that Presencia = 0						
Step	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	AIC	Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
1	Temp Sup °C	Color mar	Estado del mar (Bft)			85.6763	Intercept		1	-3.33123	1.372791	5.88844	0.015241
2	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Color mar	Estado del mar (Bft)		85.8244	Temp. superficial °C		2	0.20642	0.060262	11.73281	0.000614
3	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Color mar	Visibilidad (m)	Estado del mar (Bft)	87.2105	Scale			1.000000	0.000000		
4	Temp Sup °C	Color mar	Visibilidad (m)	Estado del mar (Bft)		87.3261	Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet15)						
5	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	Estado del mar (Bft)	87.3672	Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						
6	Pendiente*	Temp Sup °C	Color mar	Estado del mar (Bft)		87.5572	Modeled probability that Presencia = 0						
7	Temp Sup °C	Color mar	SALINIDAD (% o)	Estado del mar (Bft)		87.5733	Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
8	Temp Sup °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	Estado del mar (Bft)		87.6454	Intercept		1	1.197434	0.425098	7.934589	0.004850
							Color del mar		2	0.179006	0.197000	0.825665	0.363529
							Scale			1.000000	0.000000		
							Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet15)						
							Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						
							Modeled probability that Presencia = 0						
							Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
							Intercept		1	2.601656	0.513873	25.63234	0.000000
							Estado del mar (Bft)		2	-0.796882	0.323216	6.07857	0.013683
							Scale			1.000000	0.000000		

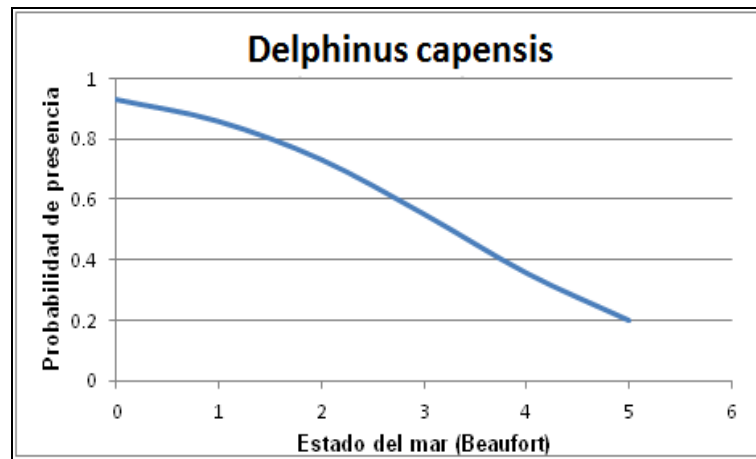
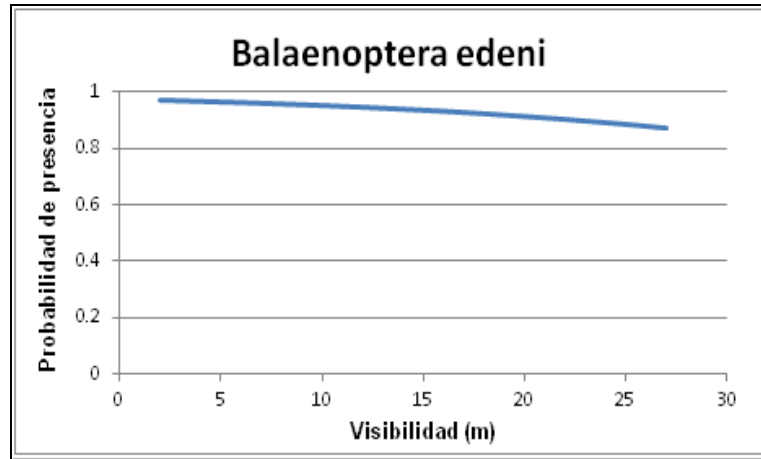
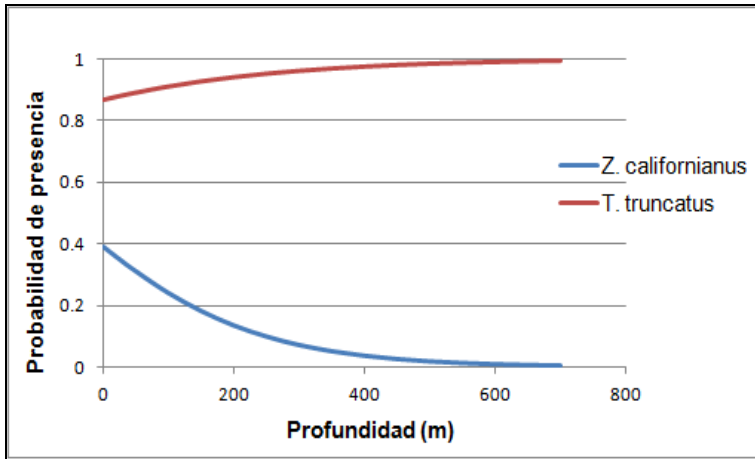
Toninas

Presencia - Model building results (Spreadsheet19)									Presencia - Parameter estimates (Spreadsheet19)						
Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT									Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT						
Modeled probability that Presencia = 0									Modeled probability that Presencia = 0						
Step	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6	Var. 7	AIC	Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
1	Z (m)	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Estado del mar (Bit)			142.0596	Intercept		1	1.860514	0.385175	23.33183	0.000001
2	Z (m)	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)	Estado del mar (Bit)		142.4540	Profundidad (m)		2	0.004423	0.001469	9.06728	0.002602
3	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Estado del mar (Bit)				142.5962	Scale			1.000000	0.000000		
4	Z (m)	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Estado del mar (Bit)				142.5987							
5	Z (m)	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)			142.7659							
6	Z (m)	Temp Sup °C	Temp Columna °C					143.0444							
7	Z (m)	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Visibilidad (m)				143.0721							
8	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)	Estado del mar (Bit)			143.1231							
9	Z (m)	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	Estado del mar (Bit)		143.2730							
10	Z (m)	Pendiente*	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Estado del mar (Bit)		143.2792	Intercept		1	4.317195	1.244245	12.03903	0.000521
11	Z (m)	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)				143.3600	Temperatura de columna (°C)		2	-0.135566	0.047896	8.01119	0.004649
12	Z (m)	Pendiente*	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)		143.4213	Scale			1.000000	0.000000		
13	Z (m)	Pendiente*	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Estado del mar (Bit)			143.4782							
14	Z (m)	Pendiente*	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Visibilidad (m)			143.5136							
15	Z (m)	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Visibilidad (m)	Estado del mar (Bit)			143.5282							
16	Z (m)	Pendiente*	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)	Estado del mar (Bit)	143.5404							
17	Z (m)	Pendiente*	Temp Sup °C	Temp Columna °C				143.6764							
18	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Color mar	Clorofila (mg/m3)	Estado del mar (Bit)			143.7798							
19	Pendiente*	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Estado del mar (Bit)			143.8155	Intercept		1	5.494962	1.273121	18.62901	0.000016
20	Temp Sup °C	Temp Columna °C	Clorofila (mg/m3)	Visibilidad (m)				143.9137	Temperatura superficial (°C)		2	-0.178322	0.047652	14.00361	0.000182
21									Scale			1.000000	0.000000		

Anexo VI

La probabilidad de presencia de cada especie en la zona de la Isla San Pedro Nolasco se calcularon con la *función Logit* a partir de los valores β_0 de las variables que integran el modelo seleccionado (GLM) de cada especie se muestran en las siguientes figuras.





Anexo VII

La distribución kernel para algunos de los mamíferos marinos registrados en la zona de la Isla San Pedro Nolasco se muestran a continuación.

