

Tesis defendida por

Ana Alma Peregrín Tovar

y aprobada por el siguiente comité

Dr. Oscar Sosa Nishizaki
Director del Comité

M. en C. Vicente Ferreira Bartrina
Miembro del Comité

Dr. Luis Gustavo Álvarez Sánchez
Miembro del Comité

Dra. María Lucila del Carmen Lares Reyes
*Coordinador del Posgrado en Ecología
Marina*

Dr. Jesús Favela Vara
Director de Estudios de Posgrado

Marzo, 2014

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA



Programa de Posgrado en Ciencias
en Ecología Marina

**Bases para la estimación de la Capacidad de Carga Turística
y propuestas para su implementación para la actividad de
avistamiento de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en Bahía
de los Ángeles, B.C.**

Tesis

Para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de

Maestro en Ciencias
Presenta:

Ana Alma Peregrín Tovar

Ensenada, Baja California, México
2014

Resumen de la tesis de **Ana Alma Peregrín Tovar**, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ecología Marina.

Bases para la estimación de la Capacidad de Carga Turística y propuestas para su implementación para la actividad de avistamiento de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en Bahía de los Ángeles, B.C.

Resumen aprobado por:

Dr. Oscar Sosa Nishizaki
Director de Tesis

Para coadyuvar en la planificación del turismo de avistamiento de tiburón ballena (*Rhincodon typus*), y la preservación de esta especie en Bahía de los Ángeles (BLA), se estimó la Capacidad de Carga Turística (CCT) para el área donde se lleva a cabo esta actividad. La formulación numérica de la CCT tomó en cuenta el principio precautorio y dependió de parámetros obtenidos con base en criterios actuales sobre la especie, principalmente su abundancia relativa y el horario de los avistamientos; obtenidos del análisis de datos del monitoreo de la especie durante las temporadas 2007-2012. Asimismo se tomaron en cuenta las características de la actividad turística evaluadas para la temporada 2012 y el viento como un factor que impide o limita el desarrollo de esta actividad.

La abundancia relativa de la especie es variable a lo largo de la temporada al igual que el horario en el que ocurren los avistamientos, es por ello que la CCT calculada fue diferente para cada mes obteniendo como resultado (4; 9; 12; 7; 9 y 8 embarcaciones al día) para los meses de junio a noviembre respectivamente. Esta Capacidad de Carga Turística, al tratarse de una herramienta de manejo adaptativa, podrá ser modificada conforme se disponga de nueva información o nuevos criterios.

Finalmente se emitieron algunas propuestas para facilitar su implementación y evaluación en el tiempo como son: el establecimiento de diferentes turnos y rutas para llevar a cabo la actividad. Se propusieron indicadores de impacto como son las lesiones presentes en los tiburones y la tasa de avistamientos por hora y se emitió un estándar de manejo para cada uno de ellos con base en la teoría de límites de cambio aceptables.

Los resultados de este trabajo pretenden servir como una línea base para futuras evaluaciones de la especie y la actividad turística, así como ayudar a mitigar los impactos causados por la presión turística hacia la especie.

Palabras Clave: Tiburón ballena, Bahía de los Ángeles, Capacidad de Carga Turística, Manejo.

Abstract of the thesis presented by **Ana Alma Peregrín Tovar** as a partial requirement to obtain the Master of Science degree in Marine Ecology.

Guidelines for estimation and suggestions for implementation of Tourism Carrying Capacity of whale sharks (*Rhincodon typus*) watching activities in Bahía de los Ángeles, B.C.

Abstract approved by:

Dr. Oscar Sosa Nishizaki
Director de Tesis

In order to contribute for the planning of the whale shark (*Rhincodon typus*) watching tourism and the preservation of this species in Bahía de los Ángeles (BLA), the Tourist Carrying Capacity (CCT) was estimated. The numerical formulation of the CCT was developed taking into consideration the precatory principle and was based on current parameters obtained for the species, mainly the relative abundance and the daily schedule of the whale shark watching tours. These parameters were obtained from the species monitoring data during the 2007 to 2012 seasons. Also, the characteristics of the touristic activities during the 2012 were taken into consideration. Wind speed was also used as a factor that impedes or limits the shark watching activities.

The relative abundance of the species and time of the day for the watching tours showed a monthly variability, throughout the season, and the CCT was calculated for each month resulting in 4, 9, 12, 7, 9 and 8 trips a day for the months of June to November respectively. This CCT should be treated as an adaptive management tool, and might need to be modified as new information or new criteria become available.

At the end, to facilitate its implementation and future evaluation, some recommendations for the establishment of different routes and daily schedules for the tours are presented. Even more, recommendations for impact indicators such as the rate of lesions presented on the sharks and the rate of sightings per hour are also presented, based on the theory of the limit of acceptable change. These results can be used as base line for future evaluations of the species and touristic activity, also to help the impacts mitigation caused by the touristic pressure on the species.

Keywords: Whale shark, Bahía de los Ángeles, Tourism Carrying Capacity, Management.

Dedicatorias

A mi FAMILIA por su confianza plena en mí

**Y cuanto más se aproxima uno a un sueño, más se va convirtiendo la
leyenda personal en la verdadera razón de vivir... (Paulo Coelho)**

Agradecimientos

A CONACYT por proporcionarme la beca de maestría no. 266689 por medio de la cual pude desarrollar mis estudios de posgrado y cubrir más allá de mis necesidades básicas en momentos donde, al otro lado del charco la economía y la ciencia se nos viene abajo.

A CICESE por unirnos a todos bajo el mismo techo independientemente de nuestra procedencia. Gracias por esta oportunidad de crecer a nivel profesional rodeados de los mejores mentores. Gracias hasta la saciedad desde la valla de entrada hasta la punta más alta del cerro.

A mi familia, Mamá y Papá gracias por dejarme desplegar las alas y volar lejos, por darme la libertad de elegir, soñar, hacer y deshacer sin límites. Sois lo mejor que tengo y ocuparía más de unas líneas para agradecerlos.

A España y la Universidad de Cádiz, con los que estoy en deuda. Gracias por darme las bases del conocimiento y ofrecerme la posibilidad de venir a estudiar a México.

Al Doctor Oscar Sosa Nishizaki porque desde el día que nos conocimos allá en el paraíso, arriba de una panga, no dudó en darme una oportunidad. Gracias por depositar confianza en mí y ofrecerme todas las herramientas para poder llevar a cabo este trabajo. Doc, además de un director de tesis, eres un amigo y un padre para mí en el mundo de la ciencia. Admiro tu humanidad, generosidad y sentido del humor. ¡Gracias por sacar lo mejor de nosotros y abrirnos las puertas del laboratorio, tu casa y tu corazón!

A Antonio Reséndiz quien un día me recibió con brazos abiertos en su campamento Archelon. Usted consiguió alinear las estrellas para que todo esto ocurriera. Gracias por su apoyo moral y logístico y por hacer de esa palapa el lugar más añorado.

Gracias a Abraham Vázquez, porque enseñas a todos los que te rodean que la pasión mueve montañas, hace milagros con los fondos y convierte a un médico, en el mejor conocedor del tiburón ballena de la Bahía. Gracias por tu inspiración, por creer en mí, confiarme toda esa información tan preciada y por hacerme un huequito entre los pejesapos. ¡Es fascinante compartir esta pasión con alguien como usted!

A los PEJESAPO (El Guerón, Ricardo, Joel, Rafa, Abraham y últimamente también Chullito) por ser un modelo a seguir para toda la comunidad, un ejemplo de persistencia, convicción y pasión, que hacen posible la conservación del tiburón ballena en Bahía. Sin ustedes y su esfuerzo de años

no habría datos y por tanto nada de esto sería posible. Os admiro y agradezco el permitirme aprender de vosotros y compartir los mejores momentos de mi vida en busca de puntitos blancos y aletas.

A los miembros de mi comité Vicente Ferreira y Luis Gustavo Álvarez por ser partícipes en la elaboración de esta tesis, por hacerme pensar y elegir entre tantos enfoques. Gracias por estar ahí siempre que lo necesité.

A Rafael Blanco por su ayuda incondicional con Matlab y compartir los datos de viento del proyecto (CONACYT-50173Q) y (UABC-0572).

A mis compatriotas y amigos Anita, Asier, Elisú, Celia, Anto, Erika, Tati... y otros que ya marcharon o están lejos de aquí, gracias por estar ahí compartiendo impresiones, viajes, fiestas, trabajo, algunas lágrimas y algunas reuniones con sabor a aceite de oliva, jamón serrano y tortilla de patatas.

A mi familia en Ensenada: Caroline, Elisú, Richie y Flaco por soportarme en los momentos buenos y malos, en la salud y en la enfermedad y aunque la distancia nos separe. A mi familia de Bahía de los Ángeles: Abraham, Isabel, Wero, Antonio, Bety y Marcos y por su puesto con creces a los hermanos "White" y el del "Norte de Italia" por tratarme y cuidarme como una hermana, tenerme paciencia (tu tranquila y yo nervioso) y enseñarme cada rincón del paraíso para disfrutarlo juntos.

A los compañeros del laboratorio de ecología pesquera y sus virtudes: la prudencia con toque de excentricidad de Luz Erandi, la fuerza y furia de Emiliano García, la sutileza de Elea Medina, las artes del mitote de Elena Nalesso "La piqui", la seguridad y el don de gentes de Asier Furundarena, la prudencia y sosiego de las Lauras, la futbolmanía de Oscar Hernández, la foodmania de Yamamoto, la sabiduría y el saber escuchar de Oñate y también al desheredado de Omar, Kena, Reina, Sharon y a nuestra navaja suiza Leilani Medrano. Gracias por esa mezcla que, aunque pareciera explosiva, hace al laboratorio un lugar tranquilo...silencioso...el ambiente idóneo para trabajar jejej ¡os quiero! Por supuesto ¡a ti también Carmensitis, culpable de la disciplina, seriedad y silencio que nos caracteriza! Gracias por tu locura y por cuidarnos como una madre.

A el océano Pacífico, mi anti estrés preferido, gracias por tus olas y por enseñarme que para todo en esta vida ¡QUERER ES PODER! Y también gracias por compartirme tan buenos amigos.

Al Mar de Cortés, guardián de bellezas que quitan el sueño. Gracias por hacerme tomar decisiones de las que ahora estoy orgullosa y a mi idolatrada Bahía de los Ángeles por dejarme descubrirte y disfrutarte hasta la saciedad y por hacerme comprender que un cielo lleno de estrellas, un mar lleno de vida, la luna gigante iluminando las noches más oscuras, todo eso, bajo la protección de unas islas custodiadas por un Ángel de la guarda, ¡es más que suficiente para ser feliz! ¡Espero poder seguir disfrutándote así!

Y bueno finalmente entre todos estos agradecimientos no podrías faltar tú el que fue y será por siempre mi mejor amigo y el mejor compañero de aventuras "Hueso". Juntos disfrutamos de la vida en el paraíso, del calor y de las noches estrelladas. Sin tu compañía y tú vigila, las noches de soledad y los días contando pangas no hubiesen sido tan llevaderos ¡Gracias por aparecer en mi vida!

Contenido

Resumen.....	ii
Abstract.....	iii
Dedicatorias.....	iv
Agradecimientos.....	v
Lista de Figuras.....	x
Lista de Tablas.....	xi
1. Introducción	1
1.1 Área de estudio	6
1.1.1 Características climáticas	8
1.1.2 Características oceanográficas.....	9
1.1.3 Características socioeconómicas	12
1.2. Antecedentes.....	13
2. Justificación.....	16
3. Objetivos	17
3.1 Objetivo General.....	17
3.2 Objetivos Particulares	17
4. Material y Métodos.....	18
4.1 Análisis actual del sitio de visita.....	18
4.1.1 Información sobre la especie en el área.....	18
4.1.1.1 Monitoreo de tiburón ballena	18
4.1.1.2 Abundancia relativa.....	20
4.1.1.3 Distribución espacial del tiburón ballena	21
4.1.1.4 Horario de los avistamientos	21
4.1.1.5 Tiburones foto-identificados por año: individuos nuevos y recapturas.....	22
4.1.1.6 Estructura poblacional.....	22
4.1.1.7 Lesiones presentes en los tiburones ballena.	22
4.2 Descripción de la dinámica actual en la Sub-zona de Uso Público tiburón ballena y la actividad turística de observación de la especie.	22
4.2.1 Infraestructura de acceso al área.....	23
4.2.2 Aspectos socioeconómicos de la actividad con tiburón ballena.....	23
4.2.3 Intensidad y tipo de uso de la Sub-zona de Uso Público tiburón ballena.....	23
4.3 Determinación de la capacidad de carga	24
4.3.1 Identificación de variables limitantes/condicionantes para el cálculo de CCT.	24
4.3.2 Cálculo de la CCT.....	26
4.3.3 Propuestas para su implementación y evaluación.....	27

5. Resultados.....	28
5.1. Descripción de la dinámica de la población del tiburón ballena.	28
5.1.1 Abundancia relativa del tiburón ballena.....	29
5.1.2 Distribución espacial de los avistamientos.....	31
5.1.3 Horario de los avistamientos	32
5.1.4 Tiburones foto-identificados por año: individuos nuevos y recapturas.....	35
5.1.5 Estructura poblacional	36
5.1.6 Lesiones presentes en los tiburones.....	39
5.2 Descripción de la dinámica actual en la Sub-zona de Uso Público tiburón ballena y la actividad turística de observación de la especie.	41
5.2.1 Infraestructura de acceso al área.....	41
5.2.2 Nivel de uso	43
5.2.3 Aspectos socioeconómicos de la actividad con tiburón ballena.....	47
5.3 Cálculo de la CCT.....	48
5.3.1 Abundancia relativa.....	48
5.4 Medidas para la implementación de la CCT, su manejo y evaluación.	50
5.4.1 Medidas de implementación	50
5.4.1.1. Manejo adaptativo	50
5.4.1.2 Turnos de visita al área.....	51
5.4.1.3 Rutas para la visita al área.	52
5.4.2 Medidas para la evaluación de su efectividad.	53
6. Discusión.....	55
6.1 Modelo de estimación del CCT.	55
6.2 Conocimiento generado sobre la especie	59
6.3 Medidas para su evaluación e implementación	62
7. Conclusiones.....	67
Referencias bibliográficas.....	68
Anexo 1: Biología, ecología y estatus de conservación de la especie de la especie.....	75
Anexo 2: Formato de entrevista realizada a los prestadores de servicios turísticos de Bahía de los Ángeles.	80
Anexo 3: Formato para el registro de embarcaciones.....	81
Anexo 4: Reglas de uso del parque y códigos de conducta para el desarrollo de la actividad con tiburón ballena	82

Lista de Figuras

Figura		Página
1	Área de distribución del tiburón ballena (<i>Rhincodon typus</i>) (color gris) y principales zonas de agregación.	2
2	Polígono que abarca la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes.	6
3	Sub-zona de Uso Público ubicada a partir del paralelo 28° 55'W	8
4	Dirección, intensidad y frecuencia de ocurrencia de los vientos incidentes en Bahía de los Ángeles.	11
5	Región para la foto- identificación del tiburón ballena.	19
6	Software I ³ S empleado para la foto-identificación del tiburón ballena.	20
7	Tipo de lesiones recientes, laceraciones y abrasiones.	20
8	Número de avistamientos registrados para las temporadas 2007-2012 y total de horas de monitoreo para las temporadas 2009-2012.	29
9	Promedio de tiburones avistados por hora de monitoreo al día para las temporadas (2009-2012).	30
10	Promedio de tiburones avistados por hora de esfuerzo para cada día de monitoreo del mes (AR) para las temporadas 2009-2012	31
11	Distribución espacial de los avistamientos por temporada durante el periodo 2009-2012.	33
12	Índice de avistamientos ocurridos a las horas del día en las que se realizaron recorridos de monitoreo para cada mes de las temporadas 2009-2012.	34
13	Proporción de sexos de los tiburones ballena identificados durante el monitoreo de la especie en cada temporada.	37
14	Distribución de frecuencias de tallas de los tiburones ballena identificados en Bahía de los Ángeles.	39
15	Porcentaje de tiburones ballena que presentaron lesiones recientes (G1) con respecto al total de tiburones ballena identificados en cada temporada.	40
16	Ubicación de los accesos al mar: públicos, privados y libres.	41
17	Fotografías de algunos de los accesos libres, accesos públicos y accesos privados, identificados durante los recorridos por la costa.	42
18	Actividades que se desarrollaron dentro de la Sub-zona de Uso Público Tiburón Ballena.	44
19	Tipo de embarcaciones que se registraron en la Sub-zona de Uso Público Tiburón Ballena.	44
20	Número de embarcaciones por día que desarrollaron actividades en la Sub-zona de Uso Público Tiburón Ballena.	45
21	Índice de embarcaciones por día que llevaron a cabo observación de tiburón ballena.	46
22	Rutas propuestas para las embarcaciones turísticas que lleven a cabo la actividad con tiburón ballena.	53
23	Ubicación actual de las boyas (línea azul) y propuesta de ampliación del área señalizada por boyas (naranja). Propuesta de zona de amortiguamiento para realizar tránsito, vigilancia y actividades turísticas de bajo impacto (marrón).	61

Lista de Figuras (continuación)

24	Distancia de seguridad que los nadadores deben respetar al interactuar con el tiburón ballena (Modificada de Cárdenas-Torres et al., 2007).	84
----	---	----

Lista de Tablas

Tabla		Página
1	Clasificación de las actividades que se desarrollaron dentro de la Sub-zona de Uso Público tiburón ballena y su descripción.	24
2	Categorías de valor del factor de riesgo para el viento, en función de su intensidad y duración.	26
3	Criterios para la selección de un buen indicador de manejo. (SEMARNAT-CONANP, 2012).	27
4	Fechas de inicio y fin del monitoreo durante cada temporada	28
5	Resumen del total de individuos foto-identificados para cada temporada de monitoreo.	35
6	Número de tiburones que fueron recapturados (avistados en más de una temporada) en dos, tres y cuatro temporadas en Bahía de los Ángeles durante el periodo 2007-2012.	36
7	Número total de meses en que se registró la presencia de un tiburón ballena a lo largo de una temporada.	36
8	Número de días en los que se llevaron a cabo observaciones en la Sub-zona de Uso Público Tiburón ballena y número de embarcaciones que se registraron.	43
9	Valor promedio de la abundancia relativa, desviación estándar, máximo y mínimo para cada mes del Año Tipo.	48
10	Fórmula para el cálculo de CCT y valor obtenido para cada parámetro.	49
11	Propuestas de acción para la obtención de información para el cálculo o adaptabilidad de la CCT.	51
12	Número de embarcaciones permitidas por turno para cada mes y total de embarcaciones permitidas al día para cada mes (CCT total).	52
13	Horario tentativo para los turnos de visita turística a la SUP-TB.	52
14	Indicadores propuestos para evaluar la efectividad de la CCT.	54
15	Propuesta de otros indicadores para evaluar la efectividad de la CCT y medidas para el cálculo de éstos y su estándar de manejo.	54

1. Introducción

El ecoturismo basado en la observación de tiburones ha experimentado un incremento significativo desde la década de los 80 (Dearden et al., 2008). Actualmente existen alrededor de 70 lugares en el mundo donde se realiza esta actividad, principalmente en Oceanía y América del Norte (Cisneros-Montemayor et al., 2013). Las especies objetivo más populares son los tiburones de arrecife en el Caribe (varias especies), el tiburón ballena (*Rhincondon typus*), el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), el tiburón chato (*Carcharhinus leucas*) y el tiburón puntas negras (*Carcharhinus melanopterus*) (Gallagher et al., 2011). Se estima que alrededor de 59,000 personas participan al año en esta actividad, generando una derrama económica global de más de 314 millones de dólares anuales, además de mantener más de 10,000 empleos (Cisneros-Montemayor et al., 2013).

El ecoturismo con tiburones es considerado una actividad alternativa a las pesquerías de estas especies, pudiéndose convertir en un pilar de apoyo para la conservación de las mismas (Quiros, 2005; Norman y Catlin, 2007; Cisneros-Montemayor et al., 2013). Sin embargo, discernir los posibles impactos producidos por el turismo sobre las especies es un reto de la conservación.

El tiburón ballena es una especie que posee hábitos pelágicos, pudiendo pasar largos periodos del día cerca de la superficie alimentándose (Stevens, 2007; Nelson y Eckert, 2007), lo cual hace fácil su aprovechamiento turístico por actividades de observación a través del nado con visor y snorkel y en algunos lugares también con buceo autónomo tipo SCUBA (Dearden, et al., 2008). El tiburón ballena es una especie protegida a nivel internacional y nacional. En el Anexo 1 se incluye una descripción de la biología, ecología y el estatus de conservación de la especie.

Los pioneros en el desarrollo del ecoturismo con tiburón ballena fueron los australianos, iniciando actividades turísticas a finales de 1980 en el Arrecife Ningaloo (Colman, 1997; Dearden et al., 2008). Desde entonces, el ecoturismo con tiburón ballena se ha desarrollado de igual forma en otros lugares del mundo, donde también ocurren agregaciones de la especie por periodos de tiempo prolongados y predecibles. Al día de hoy, son más de 20 lugares en el mundo donde se lleva a cabo esta actividad (Figura 1), la cual se ha convertido en un

complemento de la economía local, sobre todo para aquellos lugares pertenecientes a países en vías de desarrollo (Enríquez-Andrade et al., 2003).

En México el tiburón ballena se agrega en dos regiones geográficas: a) el área de transición entre el Norte del Caribe Mexicano y el Golfo de México, concretamente en Isla Holbox, Cabo Catoche, Isla Contoy y el área cercana a Isla Mujeres; y b) en el Golfo de California, principalmente en Bahía de los Ángeles y Bahía de la Paz. En estas áreas se realizan actividades ecoturísticas con la especie. Todas las anteriores, a excepción de Bahía de la Paz e Isla Mujeres, forman parte de Áreas Naturales Protegidas, las cuales son administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

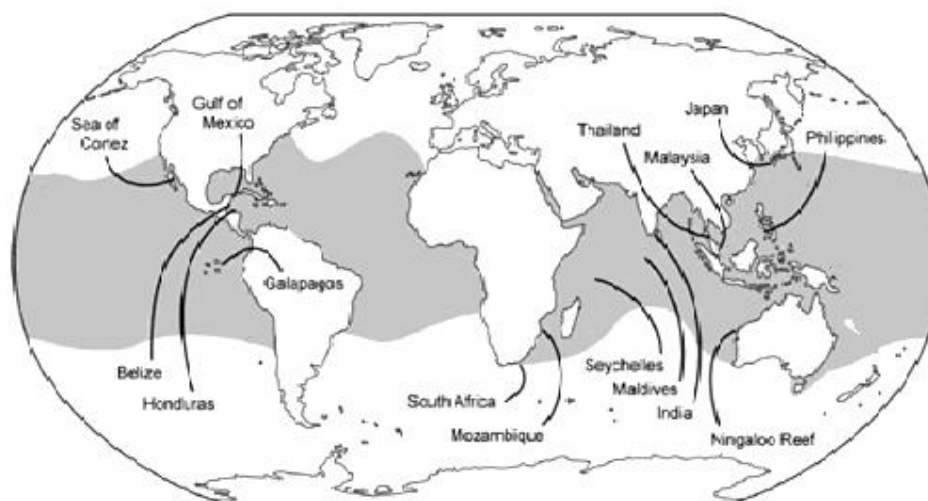


Figura 1: Área de distribución del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) (color gris) y principales zonas de agregación, donde se llevan a cabo actividades turísticas de observación de la especie (flechas en negro) (Tomado de Dearden et al., 2008, 74p).

Al igual que ocurre en las actividades de avistamiento de mamíferos marinos (Bedger y Samuels, 2004; Bedger et al., 2006 en Pierce et al., 2010) y otras especies de tiburones, (Smith et al., 2010) se ha sugerido que la presión turística a largo plazo podría afectar el retorno de los tiburones ballena a sus áreas particulares de agregación (Pierce et al., 2010). Así como producir cambios en el comportamiento alimentario, social y reproductivo de la especie (Colman, 1997; Davis et al., 1997 en Quiros, 2007), lo que puede llevar al declive de sus poblaciones (Bedger et al., 2006 en Pierce et al., 2010). Entre las amenazas a las que se enfrenta la especie destacan, la colisión con embarcaciones, ya sean con buques en el océano abierto o con embarcaciones menores en aguas cercanas a la costa, pudiéndose incluir aquellas utilizadas para el turismo. Son frecuentes los reportes de lesiones en los tiburones ballena, generalmente en la cabeza y las

aletas dorsal y caudal, provocados por la colisión con cascos y hélices de embarcaciones (Speed et al 2008). Los daños pueden ser de diferente gravedad, tales como laceraciones, abrasiones, y amputaciones (Beckley et al, 1997; Mau, 2008; Enríquez-Andrade et al., 2004; Ramírez-Macías 2011, Ramírez-Macías et al., 2012b), inclusive algunas veces ocasionándoles la muerte (Speed et al. 2008). De igual forma, la perturbación por parte de las embarcaciones turísticas como el ruido de los motores y la interacción con los nadadores, provocan cambios en su comportamiento evidenciados por los cambios en la trayectoria de nado, interrupción de su alimentación o movimientos bruscos como son un nado rápido o “banking” (Colman, 1997; Quiros, 2007; Pierce et al., 2010).

El aumento de la demanda de actividades turísticas relacionadas con el tiburón ballena ha generado la necesidad de tomar medidas de manejo que cumplan con el principio precautorio, de forma que se reduzca la presión sobre la especie, pero manteniendo el nivel de satisfacción de los demandantes (turistas). Los responsables de las áreas turísticas deben conocer con detenimiento los problemas ocasionados por la actividad turística, para corregirlos y evitarlos, en la medida de lo posible, desde la base de una planificación adecuada (López-Bonilla y López-Bonilla, 2008). Entre las herramientas para fundamentar las medidas de manejo necesarias para actividades turísticas sobresalen la determinación de la Capacidad de Carga Turística (CCT) y la determinación de los Límites de Cambio Aceptables. Este último considerado como un enfoque nuevo de capacidad de carga, refiriéndose a la condición deseada para un área, a diferencia del concepto original de CCT de un nivel de uso que puede tolerar dicha área (Stankey et al., 1985).

La Capacidad de Carga Turística (CCT) ha sido una herramienta útil para el manejo del turismo en las Áreas Naturales Protegidas. Desde hace varias décadas la CCT se ha definido como “el número máximo de turistas que pueden visitar un sitio dado, en un momento determinado, sin causar al ambiente destrucción alguna de orden físico, biológico, económico y sociocultural, ni una degradación inaceptable del grado de satisfacción del visitante” (Organización Mundial del turismo, 2007 en Lorente, 2001).

En la década de los 90 los estudios de capacidad de carga turística no habían cobrado importancia sino hasta la aparición del concepto de desarrollo sostenible (Informe Brundtland, 1987), cuando la idea de turismo cambió hacia un turismo de bajo impacto, con un aprovechamiento sustentable de los recursos. Fue entonces cuando la CCT comenzó a utilizarse como una herramienta para la planificación y ordenación del sector turístico (Lorente, 2001). Este término ha sido objeto de numerosas controversias a lo largo del tiempo, principalmente por

la versatilidad y multitud de enfoques que posee y debido a esto, al día de hoy no existe una definición ni una metodología internacionalmente aceptada (Lorente, 2001).

Los enfoques para la determinación de la capacidad de carga han contemplado los siguientes factores: (Watson y Kopachevsky, 1996; Lorente, 2001):

Ecológico-ambientales: El nivel de desarrollo turístico o actividad recreacional más allá del cual el medio ambiente, conocido, inicia a degradarse o se ve comprometido.

Físicos: La capacidad espacial de un lugar y su infraestructura para acoger las actividades turísticas.

Socio-perceptuales: El nivel de tolerancia de acogida, por parte de las comunidades locales, hacia la presencia y comportamiento de los turistas, y su relación con los impactos culturales.

Económicos: La capacidad de absorber funciones turísticas sin que se excluyan otras actividades consideradas de interés.

Psicológicos: El grado de satisfacción de los visitantes en función de diversos factores, entre ellos, el grado de acogida por parte de los locales, el grado de saturación del destino turístico y la calidad medioambiental.

En 1992, Cifuentes propuso una metodología basada en seis pasos que hay que seguir para el cálculo de la Capacidad de Carga Turística:

1. Análisis sobre políticas de turismo y manejo de las Áreas Naturales Protegidas.
2. Análisis de los objetivos del Área Natural Protegida que necesita la CCT.
3. Análisis de la situación actual de los sitios de visita.
4. Definición, reforzamiento o cambio de políticas y decisiones respecto a la categoría de manejo y la zonificación.
5. Identificación de factores o características que influyen en cada sitio (Factores de corrección).
6. Determinación de la Capacidad de Carga Turística.

Para este último paso, el autor propone una serie de fórmulas para calcular la CCT en 3 niveles: capacidad de carga física (CCF), capacidad de carga real (CCR) y capacidad de carga efectiva o permisible (CCE). Los cuales son estimados en ese orden y resultan con valores inferiores al

anterior debido a que se va restringiendo el valor de la capacidad. La CCF está relacionada con el espacio disponible y las necesidades de espacio para los visitantes, la CCR se determina sometiendo la CCF a una serie de factores de corrección (restrictivos), que son todos aquellos factores ambientales, sociales, físicos y de manejo que limitan o modifican el CCF. Y por último la CCE toma en cuenta la capacidad de manejo de la administración del área.

La metodología propuesta por Cifuentes, fue aplicada por primera vez en el Parque Nacional Islas Galápagos, Ecuador, como parte de la revisión del Plan de Manejo del Parque (Cifuentes, 1984). Posteriormente se efectuó un ajuste de la metodología y se aplicó nuevamente en la Reserva Biológica de Carara, Costa Rica, (Cifuentes 1992). Hasta la fecha esta metodología ha sido comúnmente utilizada para la gran mayoría de estudios de determinación de CCT en diferentes ANPs del mundo (Rodríguez-Villalobos, 1992; Acevedo-Ejzma, 1997; Mitraud 1998).

En México esta metodología ha sido aplicada en áreas marinas como Isla Cozumel en el estado de Quintana Roo (Segrado et al, 2008), en el Parque Nacional Cabo Pulmo en Baja California Sur (Álvarez-Castillo, 2012) y recientemente en Isla Isabel en Nayarit (Ríos-Jara et al., 2013), entre otros. No obstante, la mayoría de las CCT actuales consideran principalmente los aspectos físicos y ambientales para su estimación. Sin embargo, cuando se hace uso de un recurso como los tiburones, cuya presencia en el sitio no solo depende de sus características físicas sino también de su comportamiento migratorio, disponibilidad de alimento o una variable asociada a su disponibilidad, su aplicación es bastante compleja, dada la dificultad de manejar límites para el aprovechamiento de un recurso cuya presencia depende de multitud de factores difíciles de cuantificar. Es por ello que para la actividad de observación de tiburón ballena en Bahía de los Ángeles se implementó un modelo numérico para el cálculo de la CCT, que toma en cuenta la abundancia de la especie, así como la dinámica y necesidades de la actividad turista con la especie.

El modelo propuesto para estimar la CCT parte de criterios actuales sobre la especie y de la actividad turística los cuales pueden variar con el tiempo. Sin embargo, esta primera aproximación se realizó tomando en cuenta el principio precautorio para la conservación de la biodiversidad, el cual menciona que la duda científica, expresada con argumentos razonables, no dispersa la prevención. No es necesario que se tenga una prueba absoluta de que ocurrirá un deterioro, para que no se deje de disponer de medidas efectivas de protección al medio natural o a las especies bajo manejo.

1.1 Área de estudio

La localidad de Bahía de los Ángeles se encuentra situada en la costa oriental del estado de Baja California a 540 Km al sur de Ensenada. Desde el 7 de junio de 2007 esta localidad pertenece a la Reserva de la Biósfera Bahía de los Ángeles, Canales de Ballena y Sal Sipedes (RB-BDLA) (D.O.F., 2007) y colinda con otras dos Áreas Naturales Protegidas como son: el Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California y el Área Protegida Valle de los Cirios (Figura 2)

El área que abarca la reserva RB-BDLA incluye la zona federal marítimo terrestre correspondiente a la porción de la costa oriental de la península de Baja California, incluyendo humedales, bahías y ensenadas, todas estas comprendidas entre Punta la Asamblea y Punta San Francisquito, los cuerpos de agua de los canales de Ballenas y Salsipedes y la porción marina adedaña al archipiélago de Ángel de la Guarda (Figura 2).

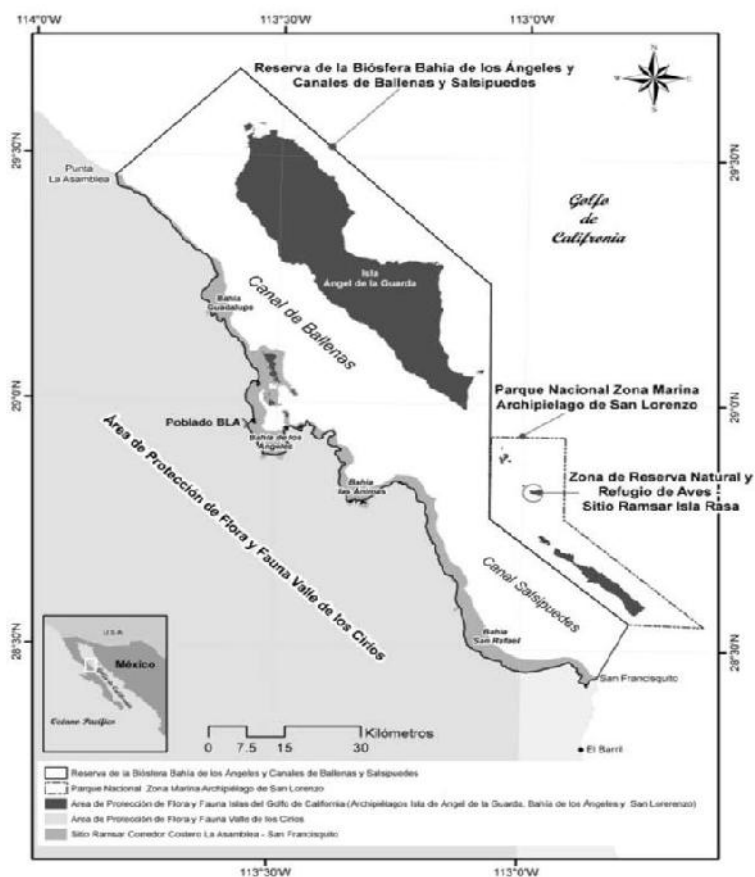


Figura 2: Polígono que abarca la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Sal Sipedes (Modificado de Morzaria Luna y Barocio León, 2008, p 219).

La reserva está reconocida por su alto valor paisajístico así como su buen estado de conservación. Se caracteriza por ser una de las zonas más productivas del Golfo de California. Sirve como zona de refugio y corredor biológico para multitud de especies de fauna marina, algunas de ellas bajo categoría de riesgo, según la NOM-059-SEMARNAT-2001, como es el caso del rorcual común, ballena azul, ballena jorobada, orcas, lobo marino de California, tortugas marinas y el tiburón ballena, entre otras (D.O.F. 2007). El área está administrada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales protegidas (CONANP) y cuenta con el apoyo de Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para las labores de inspección y vigilancia.

El 13 de noviembre de 2013 se publicó el Programa de Manejo de la RB-BDLA, en donde se especifican tres Sub-zonas de Uso Público. Una de estas es la Sub-zona de Uso Público Tiburón Ballena está integrada por un polígono ubicado en el sur de la Bahía de los Ángeles que comprende parte de la zona marina, parte de la zona federal marítimo terrestre y colinda con la zona núcleo de uso restringido La Mona, abarcando una superficie de 1,069.8 hectáreas (Figura. 3).

El presente trabajo se enfocó en esta área, dado que en ella se desarrolla la actividad turística de avistamiento de tiburón ballena. El área es señalizada al comienzo de cada temporada con boyas rojas (20 en total) (Figura 3), las cuales indican a los prestadores de servicios y otros usuarios el comienzo de la temporada de agregación de la especie y la aplicación de las reglas de uso del parque, así como los códigos de conducta para realizar la actividad con tiburón ballena. Todas estas acciones están especificadas en el Programa de Manejo de la RB-BDLA (DOF, 2013) y el Plan de Manejo Tipo para tiburón ballena publicado en 2007 por SEMARNAT, CONANP Y DGVS (Anexo 3).

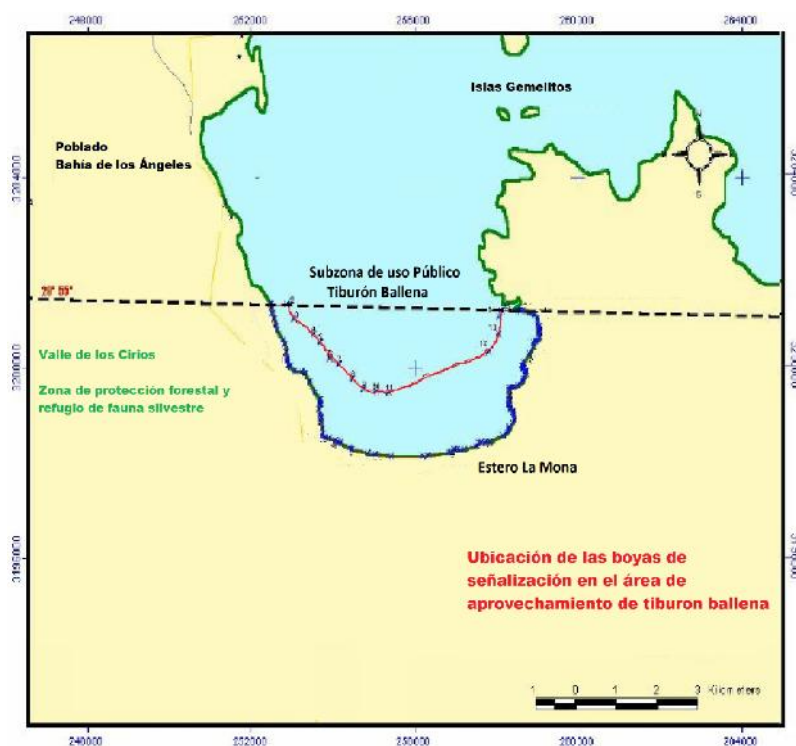


Figura 3: Sub-zona de Uso Público ubicada al sur de la bahía, a partir del paralelo 28° 55'N (Línea punteada en el mapa). Ubicación de las boyas rojas (línea roja). (Adaptado del Plan de manejo Tipo. SEMARNAT, DGVD y CONANP, 2007, p 29).

1.1.1 Características climáticas

Bahía de los Ángeles posee un clima desértico que se caracteriza por una alta radiación solar, alta evaporación, poca precipitación pluvial (60.5 mm³/año) y vientos muy variables (Cavazos, 2008). La precipitación anual muestra una distribución bimodal, con máximos en septiembre y diciembre. En septiembre las lluvias son ocasionadas principalmente por huracanes y tormentas tropicales que ocurren de forma esporádica. La temperatura media anual para Bahía de los Ángeles es de 22.7°C, con mínimos durante los meses de enero y febrero (de 1 a 5°C) y temperaturas máximas durante los meses de julio y agosto (35 a 40°C) (Cavazos, 2008).

Los vientos incidentes en la bahía presentan una marcada variación estacional. Existen cuatro situaciones típicas de viento reportadas para Bahía de los Ángeles (Amador-Buenrostro et al, 1991) el invierno se caracteriza por vientos dominantes del nor-noroeste, con eventos frecuentes de 4 o 5 días de duración y una magnitud típica de 10 m/s. Durante el verano dominan vientos del este y sureste, ocurriendo en eventos de varios días con magnitudes de 10m/s pero de forma más esporádica que en invierno. La tercera situación, es aquella donde dominan los vientos provenientes del oeste conocidos localmente como “westes,” estos vientos son los más intensos

alcanzando magnitudes mayores a los 10m/s, pueden presentarse durante todo el año de forma esporádica, ocurriendo principalmente en primavera y otoño. Son considerados peligrosos para las embarcaciones pequeñas ya que pueden presentarse de improviso y con fuerte intensidad. Por último, la cuarta situación de viento que se presenta en la bahía es la ocurrencia de brisas en los periodos de transición de invierno a verano (Amador-Buenrostro et al., 1991). Igualmente, pueden ocurrir eventos climáticos extremos causando huracanes y tormentas tropicales principalmente en verano. Estos se caracterizan por vientos muy fuertes, a menudo del suroeste, representando un gran peligro para la navegación de embarcaciones pequeñas (NIMA 2000 en Cavazos, 2008).

Para tener una mejor idea de la dinámica de los vientos durante la temporada 2012 de tiburón ballena (junio-noviembre) se caracterizó el viento en términos de dirección, intensidad y frecuencia de ocurrencia. El análisis se realizó con base en datos obtenidos por la estación climatológica de la UABC situada en la parte norte del poblado y fondeada por los proyectos CONACYT-50173Q y UABC-0572.

El análisis mensual de los vientos refleja que existe un patrón marcado en su intensidad y dirección. En el mes de junio presentó una mayor frecuencia de vientos del norte (Figura 4). En los meses de julio a septiembre, predominaron los vientos procedentes del noreste, no obstante los vientos procedentes del suroeste también estuvieron presentes con menor frecuencia, pero con mayor intensidad. Los meses de octubre y noviembre fueron los que registraron vientos de gran intensidad con una mayor frecuencia de ocurrencia. En el mes de octubre los vientos provinieron del oeste con altas intensidades (8-12 m/s) y máximas de hasta 12.99m/s provenientes del norte. En el mes de noviembre, los vientos predominantes fueron aquellos de procedencia oeste y norte con intensidad de 6 a 10 m/s (Figura.4), con máximas de hasta 12.43 m/s y con ráfagas de hasta 16.7m/s provenientes del oeste (Figura.4). Durante septiembre y octubre ocurren eventos fortuitos de gran intensidad, (>10m/s) que podrían relacionarse con ráfagas o tormentas de verano (Amador-Buenrostro et al., 1991).

1.1.2 Características oceanográficas

El viento en Bahía de los Ángeles controla la circulación de aguas en la bahía y la oceanografía de la zona. Las corrientes residuales inducidas por marea son muy débiles, mientras que, las forzadas por el viento muestran magnitudes de hasta 25cm/s en algunas zonas (Amador-Buenrostro et al., 1991).

En función del viento dominante se sugieren 3 tipos de circulación diferente en la bahía. En verano, los vientos dominantes del este y sureste, provocan una circulación del Sur al Norte de la bahía. En invierno, los vientos dominantes del nor-noroeste, generan una circulación prácticamente paralela a costa de norte a sur, mientras que, en primavera y otoño, se presenta una circulación intermedia, dado que el patrón de vientos es variable tanto en dirección como intensidad (Amador-Buenrostro et. al., 1991).

La temperatura superficial del agua tiene una media anual de 22.7 ± 1.4 °C y presenta una marcada estacionalidad. Las temperaturas más bajas se presentan en Enero-Febrero (14-15 ° C) y las más altas entre julio y agosto (28-31°C) (Seminoff, 2000 en Hernández -Nava, 2011).

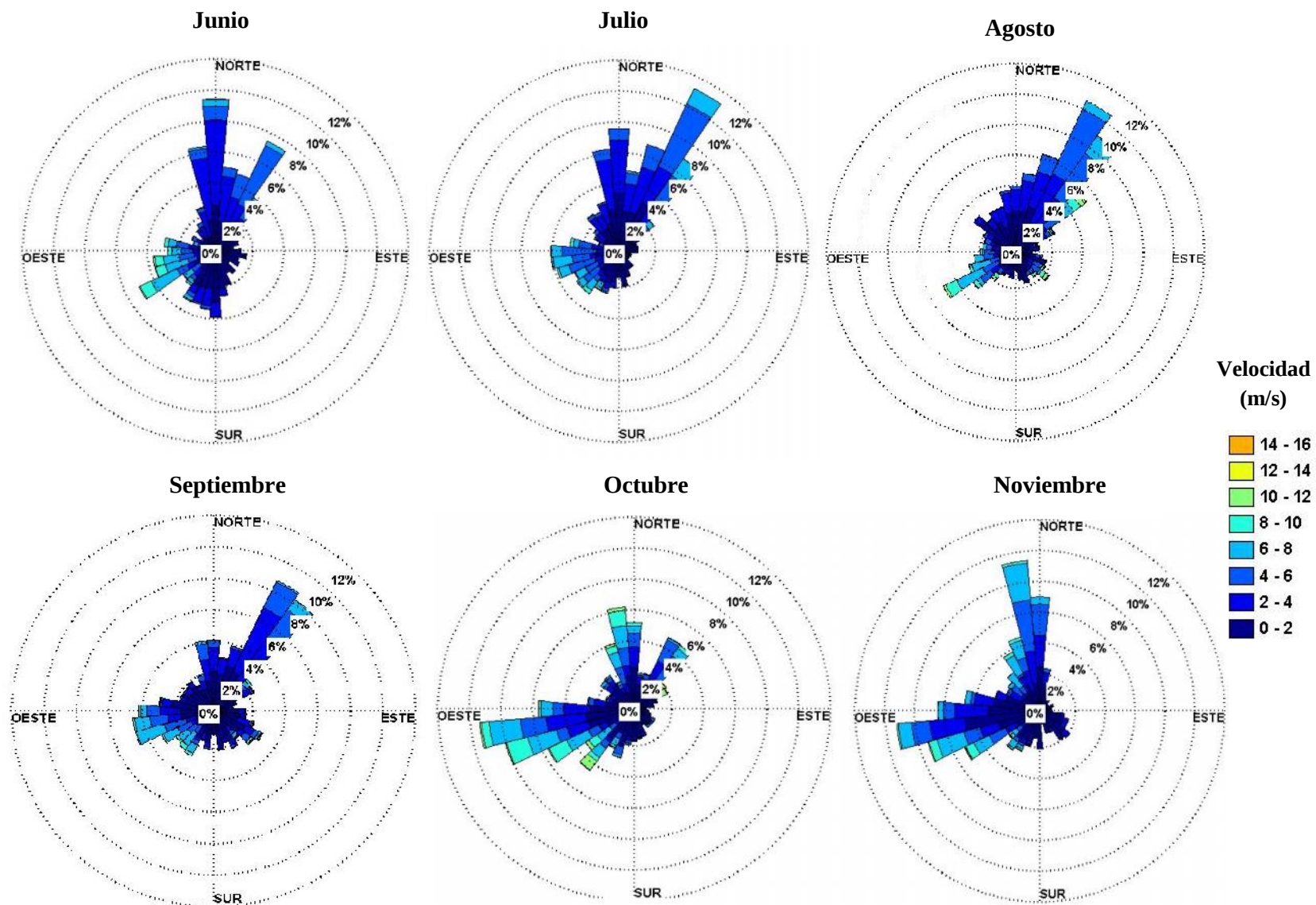


Figura 4: Dirección, intensidad y frecuencia de ocurrencia de los vientos incidentes en Bahía de los Ángeles durante los meses de junio a noviembre de 2012. Datos provienen del proyecto (CONACYT-50173Q) y (UABC-0572).

1.1.3 Características socioeconómicas

La economía de Bahía de los Ángeles se sustenta en 3 pilares básicos: la pesca ribereña o artesanal, la pesca deportiva y los servicios turísticos. La pesca ribereña ha sido la principal actividad económica para los pobladores de Bahía de los Ángeles desde el periodo pre-hispánico, en la época en que los indígenas Cochimies habitaban las tierras donde hoy en día se encuentra el poblado. La explotación de los recursos marinos tales como tortugas marinas, elasmobranchios, moluscos, peces óseos, crustáceos y mamíferos marinos fueron o han sido la actividad que cíclicamente ha mantenido la economía de la mayor parte de los pobladores de esta pequeña localidad. La pesca incide en al menos 52 recursos comerciales, algunos de los cuales se capturan durante todo el año, mientras que otros se capturan únicamente de manera estacional (Casillas-López y Danemann, 2008).

La pesca deportiva se ha desarrollado desde 1940 como uno de los principales atractivos para los turistas que visitan la bahía. Con el paso del tiempo esta actividad se ha ido especializando y actualmente algunos de los guías turísticos se dedican exclusivamente a esta actividad, la cual genera una derrama económica importante aunque variable a lo largo del año. (Casillas-López y Danemann, 2008).

Los servicios turísticos generan importantes beneficios económicos a la comunidad, ya sea como pesca deportiva o ecoturismo. Las características paisajísticas de Bahía de los Ángeles e islas aledañas, así como la presencia de especies marinas carismáticas como el tiburón ballena, tortugas marinas, cetáceos y aves marinas, hacen al lugar muy atractivo para el desarrollo del turismo de aventura y observación de la naturaleza (Casillas-López y Danemann, 2008). La afluencia de turistas a la bahía incrementó notablemente tras la construcción de la carretera transpeninsular a principios de la década de los setenta (Casillas-López y Danemann, 2008). En la actualidad los servicios turísticos que se ofrecen son diversos, entre ellos: avistamiento de mamíferos marinos, tiburón ballena y aves, buceo libre y autónomo, kayakismo, visitas a las islas, a sitios históricos y arqueológicos.

Los turistas permanecen en la localidad un promedio de tres días, aunque algunos, los llamados “turistas residenciales,” permanecen desde cuatro meses hasta casi la totalidad del año ya que rentan propiedades o terrenos donde fijan sus casas rodantes, ocupando vastas porciones de la franja costera de la bahía (Casillas-López y Danemann, 2008).

Como servicios de apoyo al turismo, en la actualidad, bahía cuenta con 6 hoteles, 10 campamentos y más de 5 zonas de acampada libre. El pueblo cuenta con un total de 5 restaurantes, 5 supermercados, 2 tiendas de ropa, 3 lugares con conexión a internet satelital y dos estaciones de combustible. Sin embargo no cuenta con bancos ni servicios para extraer como cajeros automáticos y no posee baños públicos situados cerca de lugares estratégicos, de igual forma carece de una oficina de atención al turismo (PRODUCE, 2012 y Obs. personal).

1.2. Antecedentes

En el caso de Bahía de los Ángeles, los primeros registros anecdóticos de la presencia de tiburones ballena datan de 1985 (Com. personal Abraham Vázquez Haikin). Los propios pobladores fueron los que desde principios de la década de los noventa comenzaron a desarrollar actividades turísticas con la especie, las cuales por lo general se llevaban a cabo como complemento de viajes de pesca deportiva o visita de las islas (Enríquez-Andrade et al., 2004). En 1999 se realizó el primer estudio del tiburón ballena, enfocado a determinar el comportamiento alimentario y composición de la dieta del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles (Nelson y Eckert, 2007). Durante el periodo de estudio (julio a octubre de 1999) se reportaron por primera vez 190 avistamientos de los que se pudo identificar 19 individuos diferentes.

La preocupación por los impactos que el turismo podría generar sobre la especie comenzaron en el 2001 tras la propuesta del proyecto "Escalera Náutica del Mar de Cortés," la cual promovía el establecimiento de una infraestructura residencial y turística de gran escala, que incrementaría significativamente el tráfico de embarcaciones en el área. Fue entonces cuando el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, con el apoyo de fondos otorgados por la SEMARNAT a través de CONANP para los Programas de Desarrollo Regional Sustentable (PRODEERS), se llevó a cabo el proyecto denominado "Conservación y Aprovechamiento Sustentable del tiburón ballena a través del ecoturismo en Bahía de los Ángeles", mediante el cual se realizó el primer diagnóstico de la población de tiburón ballena y la actividad turística en la bahía para la temporada 2001-2002 (Rodríguez-Dowdell et al., 2003) que se complementó con estudios posteriores en el 2003 y 2004 (Enríquez-Andrade et al., 2004; Ramírez-Pérez, 2004; Iñiguez-Hernández, 2004). A partir de estos estudios se propusieron los códigos de conducta a cumplir por prestadores de servicios turísticos y turistas durante el desarrollo de la actividad de observación de tiburón ballena (Cárdenas-Torres, 2007) y el manual para realizar el monitoreo estandarizado de la especie (Iñiguez-Hernández, 2004).

Tras finalizar el proyecto y como iniciativa a continuar con el monitoreo de la especie se conformó el grupo “PEJESAPO,” con cinco miembros de la comunidad quienes desde 2007 han llevado a cabo el monitoreo sistemático de la especie y se han encargado de labores de divulgación y del manejo y vigilancia del área. PEJESAPO ha podido trabajar gracias a subsidios del gobierno federal a través de la CONANP, como son los Programas de Conservación para el Desarrollo sostenible (PROCODERS) y el Programa de Vigilancia Comunitaria (PROVICOM).

Ecología del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles

En Bahía de los Ángeles la temporada de agregación de la especie varía ligeramente de un año a otro, ocurriendo por lo general durante los meses de junio a noviembre. La abundancia relativa al esfuerzo de búsqueda (AR) varió a lo largo de la temporada y entre temporadas, reportándose una mayor AR los meses de octubre y noviembre para las temporadas 2001-2004 (Rodríguez-Dowdell et al., 2003; Enríquez-Andrade et al, 2004; Ramírez -Pérez, 2004 e Iñiguez-Hernández, 2004).

La abundancia de la especie y su distribución en el área parece estar relacionada con la distribución de las presas, en especial los copépodos del genero *Acartia* (Nelson y Eckert 2007; Lavaniegos et al. 2012 y Hernández-Nava et al 2013). La distribución de los avistamientos no fue homogénea, ocurriendo ~90% de éstos en zonas poco profundas (0 a 20m de profundidad) del área sur de la bahía (Rodríguez-Dowdell et al., 2003; Enríquez-Andrade et al., 2004; Ramírez-Pérez, 2004; Iñiguez-Hernández, 2004; Nelson y Eckert, 2007; PROCODERS, PEJESAPO 2011 y 2012). El horario al que ocurrieron los avistamientos varió entre temporadas, sucediendo por lo general desde las 7:00 am hasta las 4:00 pm (Rodríguez-Dowdell et al., 2003; Enríquez-Andrade et al., 2004).

La agregación de Bahía de los Ángeles está compuesta por individuos de tallas entre los 3 y 10 metros de longitud total (LT), que en su mayoría son machos juveniles de 4 y 6 m de LT modal. Algunos de los organismos fueron avistados en más de una temporada de estudio (Enríquez-Andrade et al, 2004; Iñiguez-Hernández, 2004; Ramírez-Macías et al., 2012; PROCODERS, PEJESAPO 2011 y 2012). Para las temporadas 2001-2004 el 50% de los tiburones foto-identificados (n=30) presentaron lesiones en su cuerpo (Cárdenas-Torres et al., 2007).

Actividad turística de avistamiento de tiburón ballena.

La actividad turística con tiburón ballena se lleva a cabo principalmente en el área sur de la bahía, zona conocida localmente como "EL Rincón" y en la actualidad denominada Sub-zona de Uso Público tiburón ballena situada a 15 min de recorrido en panga desde el poblado. La visita consiste en un recorrido por el área a bordo de embarcaciones de fibra de vidrio tipo "panga". Una vez localizado el tiburón, los turistas pueden realizar el avistamiento desde la embarcación o por buceo libre, para el cual no se permiten más de 4 nadadores al mismo tiempo y más de una embarcación por tiburón (Plan de Manejo Tipo, 2007; Anexo 4). Desde el 2003, los prestadores de servicios turísticos deben solicitar un permiso a la SEMARNAT, el cual tiene una vigencia de un año y les permite realizar el aprovechamiento turístico de tiburón ballena en Bahía de los Ángeles (Artículo 99 de la Ley General de Vida Silvestre, SEMARNAT 2002). Los turistas por su parte deben realizar la visita al área a bordo de embarcaciones con guías autorizados (Programa de manejo SEMARNAT, 2013) y realizar el pago de derechos por el uso de un Área Natural Protegida (Ley Federal de Derechos, Diario Oficial de la Federación.DOF-2012).

Durante el 2004, únicamente el 19.2% de los turistas que visitaron el área para realizar avistamiento y/o nado con tiburón ballena, contrató a un prestador de servicios turísticos local. El 67.3% restante realizó la actividad en sus propias embarcaciones sin respetar los códigos de conducta en la mayoría de los casos (Enríquez-Andrade et al., 2004). El libre acceso, el cual describe una situación donde no existe un límite de personas que pueden hacer uso de un recurso, fue identificado como la principal amenaza para la especie, así como para la materialización de los beneficios económicos hacia la comunidad de Bahía de los Ángeles, debido a la fuga de capital (Rodríguez-Dowdell et al, 2007).

2. Justificación

Para Bahía de los Ángeles la presencia del tiburón Ballena cada año, constituye un pilar en el desarrollo económico del lugar. Sin embargo el crecimiento del ecoturismo, aunado al libre acceso al área supone una amenaza potencial para la especie. Es por esto que para optimizar los beneficios económicos que genera esta actividad y proteger a la especie de la actividad turística, se requiere acabar con el problema del libre acceso mediante el establecimiento de un límite de visitas turísticas (embarcaciones) diario. Esto se encuentra reflejado en uno de los objetivos del Programa de Manejo de la RB-BDLA, relacionado a minimizar los impactos ambientales por las actividades turísticas, mediante su manejo adecuado y en forma sustentable. El programa especifica como una de sus acciones la determinación de la Capacidad de Carga Turística o Límites de Cambio Aceptables para la Sub-zonas de Uso Público dentro de la reserva, entre las que se encuentra la Sub-zona de Uso Público Tiburón Ballena.

El presente trabajo generó un modelo de estimación de la Capacidad de Carga Turística (CCT) adaptado a la actividad con tiburón ballena en BDLA, que pretende cumplir con el objetivo de minimizar el impacto causado por la actividad turística sobre la especie y de esta forma coadyuvar en la preservación del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Crear las bases y proponer un modelo de estimación de la Capacidad de Carga Turística para la actividad de avistamiento de tiburón ballena en Bahía de los Ángeles y su implementación y evaluación en el área.

3.2 Objetivos Particulares

1. Evaluar la dinámica actual de la población de tiburón ballena por medio del análisis de los datos recabados durante las temporadas (2007-2012).
2. Describir la dinámica actual de la actividad turística con tiburón ballena en bahía de los Ángeles.
3. Definir el método numérico para el cálculo de la CCT que tome en cuenta criterios basados en la información actual recabada.
4. Proponer las medidas para implementar la CCT al manejo del área y los indicadores y estándares de manejo que permitan la evaluación de su efectividad en el tiempo.

4. Material y Métodos

Para la definición del modelo numérico de estimación de la Capacidad de Carga fue necesario realizar un análisis de las condiciones actuales en la Sub-zona de Uso Público. Se evaluó la dinámica y características de la actividad turística a través de observaciones en el campo por un periodo de 3 meses. Se analizó la información de los avistamientos de la especie obtenidos durante las temporadas 2007 a 2012 por el grupo de monitoreo PEJESAPO. De la información generada se obtuvieron los criterios para identificar los parámetros que conforman el modelo de estimación de la CCT y los valores para su cálculo.

4.1 Análisis actual del sitio de visita

4.1.1 Información sobre la especie en el área

Se analizaron las bases de datos generadas por el grupo de monitoreo de tiburón ballena PEJESAPO para las temporadas 2007-2012, para obtener información sobre: a) distribución espacial de los avistamientos; b) horario al que ocurren los avistamientos; c) estructura de sexos y tallas; y d) número de organismos nuevos y recapturas. Para determinar la abundancia relativa de la especie solo se emplearon los datos de las temporadas 2009-2012, debido a que su calidad permitió estandarizar algunas de las variables.

4.1.1.1 Monitoreo de tiburón ballena

El monitoreo de tiburón ballena se realizó a bordo de una embarcación menor tipo panga (~10 m de eslora), y consistió en la búsqueda de individuos dentro de la SUP-TB y otras áreas de la Bahía. Una vez que el animal fue localizado, se registró la posición geográfica del avistamiento con la ayuda de un GPS y por medio de buceo libre se le tomó una fotografía submarina para la identificación del animal. El sexo se determinó mediante la presencia o ausencia de pterigopodios (órganos de reproducción de los machos). En los casos en los cuales no se pudo determinar el sexo, los tiburones se clasificaron como indeterminados.

La longitud total (LT) del tiburón ballena, se estimó a bordo de la embarcación, colocando la embarcación paralela al tiburón para usar su longitud como referencia y comparándola con la longitud del tiburón, se consideró desde el extremo de la boca al final de la aleta caudal.

Los tiburones ballena fueron foto identificados por medio de una fotografía submarina en el lado izquierdo del cuerpo, del área entre la quinta hendidura branquial y el vértice superior de la aleta pectoral (Figura 5). Esta metodología fue propuesta por Taylor (1994) y se basa en los patrones individuales de las manchas y franjas transversales de la región dorsal de los tiburones. La foto-identificación es empleada en otras partes del mundo, en donde se realizan labores de monitoreo de la especie y la comparación de los bancos fotográficos existentes podría ayudar a entender la conectividad entre áreas (Ramírez-Macías et al., 2012a).

Para la identificación de los individuos con base en las fotografías se empleó el software I³S (Van Tienhoven et al., 2007), el cual permite hacer una comparación entre el patrón de manchas del organismo fotografiado con los registros en la base de datos fotográfica creada en el programa para el lugar de estudio (Figura 6). Posteriormente, la identificación es ratificada de forma visual utilizando otros tipos de marcas como pueden ser las lesiones en el cuerpo del animal.

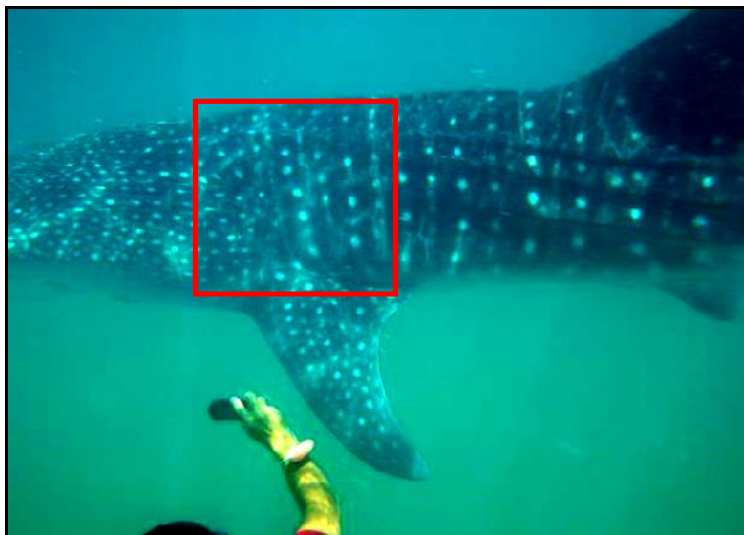


Figura 5: Región para la foto identificación (Fotografía PEJESAPO)

2012, este varió en el número de horas y número de días de muestreo entre meses y entre temporadas. La abundancia relativa (AR) se obtuvo mediante la división del número de tiburones ballena avistados (A), entre las horas de esfuerzo de monitoreo (E) (Enríquez-Andrade et al., 2004).

$$AR = \frac{A}{E} \quad (1)$$

El esfuerzo en horas de monitoreo por día se calculó utilizando la hora de inicio y fin del monitoreo. En los casos en que no se registró la hora a la cual finalizó el monitoreo, ésta se calculó sumándole 30 minutos a la hora a la que se registró el último avistamiento.

Para el análisis de la tendencia y comparación entre meses y temporadas, se promedió el resultado de AR para cada uno de los meses de la temporada y para cada temporada. Se determinó si había diferencias significativas entre meses y entre temporadas por medio de un análisis estadístico ANOVA anidado, se aplicó una transformación logarítmica a los datos para que cumplieran con el supuesto de normalidad. Este análisis, a diferencia de usar una ANOVA de dos vías, nos permite comparar dos factores aunque no todos los niveles de un factor o criterio de clasificación se combinen con todos los niveles del otro factor. Se aplicó una prueba post-hoc mediante el test LSD de Fisher, para detectar entre qué meses y que años se encontraban las diferencias. (Quinn y Keough, 2002).

4.1.1.3 Distribución espacial del tiburón ballena

La distribución espacial de los avistamientos se obtuvo utilizando las posiciones geográficas registradas para los avistamientos durante los recorridos de monitoreo. Estas se representaron en un mapa por medio del programa Ocean Data View.4 (ODV).

4.1.1.4 Horario de los avistamientos

Para conocer el horario al que ocurrieron los avistamientos la información de campo tuvo que ser estandarizada. Para la estandarización se construyó un índice de avistamientos para cada hora del día (AH) para cada mes de las temporadas (2009-2012). El índice se calculó para cada hora del día en la que se registró un avistamiento de la especie, dividiendo el número de avistamientos que ocurrieron a esa hora (Ax); entre el número de viajes realizados que cubrieron esa hora (frecuencia de monitoreo) (Mx).

$$AH = \frac{Ax}{Mx} \quad (2)$$

(Ejemplo: En julio de 9:00 a 10:00 am tuvieron lugar 10 avistamientos en las 4 salidas de monitoreo que cubrieron esa hora. Por lo tanto $10/4 = 2.5$ avistamientos durante esa hora)

4.1.1.5 Tiburones foto-identificados por año: individuos nuevos y recapturas.

Con base en la foto identificación de los organismos se determinó el número de individuos con registros nuevos y los avistados por una segunda o subsecuente ocasión (recapturas) ya registrados en la base de datos.

4.1.1.6 Estructura poblacional.

Del total de individuos foto-identificados por temporada se determinó el porcentaje de machos, hembras e indeterminados y se evaluó si existían diferencias significativas entre la proporción de sexos a través de los años por medio de una prueba estadística Chi-cuadrado. Para determinar la frecuencia de tallas se estandarizó la información a metros y se describieron los resultados a través de medidas de tendencia central (media y moda).

4.1.1.7 Lesiones presentes en los tiburones ballena.

Se calculó el porcentaje de organismos que presentaron lesiones recientes (G1) categorizadas en laceraciones y abrasiones. Las lesiones G2 y G3 no se analizaron puesto que no podemos asegurar que ocurrieron durante la estancia del tiburón en Bahía de los Ángeles, ya que varios autores sugieren que las heridas presentes en los tiburones cicatrizan muy rápido, por lo que las heridas pueden o no estar presentes de una temporada a otra (Taylor 1994, Norman 1999).

4.2 Descripción de la dinámica actual en la Sub-zona de Uso Público tiburón ballena y la actividad turística de observación de la especie.

Para obtener la información reciente sobre la dinámica de la flota de servicios turísticos y de la manera de cómo se hace uso de la Sub-zona de Uso público Tiburón Ballena (SUP-TB), se realizó un trabajo en el campo por un periodo de 3 meses (septiembre-diciembre de 2012). Se registró información referente a: a) infraestructura de acceso al área; b) aspectos socio-económicos de la actividad turística con tiburón ballena e c) intensidad y tipo de uso de la sub-zona de uso público tiburón ballena.

4.2.1 Infraestructura de acceso al área.

Para evaluar la infraestructura de acceso al área se realizó un recorrido por la línea de costa desde el pueblo de Bahía de los Ángeles hasta el Rincón, en el que se identificaron los accesos al área. Cada sitio se registró por medio de una fotografía y su posición geográfica. Posteriormente estos se representaron en un mapa a través del programa Ocean Data View.4 (ODV). Los accesos se clasificaron en: 1) accesos públicos, cuando se trata de rampas de uso público para los locales; 2) privados, considerados todos aquellos accesos que pueden usarse previo pago de una cuota; y 3) accesos libres, considerados aquellos construidos por residentes temporales dentro de terrenos o campamentos privados y que no tienen ningún costo por su uso.

4.2.2 Aspectos socioeconómicos de la actividad con tiburón ballena.

Durante el periodo de trabajo de campo se llevaron a cabo entrevistas semi-estructuradas (Bernard, 2006) (Anexo 2) a los prestadores de servicios turísticos de la comunidad de BDLA que ofrecen sus servicios para la actividad de avistamiento de tiburón ballena. Las entrevistas se diseñaron para obtener la siguiente información: a) precios; b) características de las embarcaciones empleadas; c) meses con mayor demanda turística d) éxito de encuentro de tiburón ballena; y e) percepción de los prestadores de servicios sobre el desarrollo de la actividad turística con la especie.

4.2.3 Intensidad y tipo de uso de la Sub-zona de Uso Público tiburón ballena.

Para el diagnóstico de la intensidad y tipo de uso del área, durante los meses de septiembre a noviembre de 2012 se llevaron a cabo censos a través de observaciones desde playa. Los registros se llevaron a cabo diariamente entre las 7:00 am y 15:00 pm con la ayuda de binoculares de largo alcance y se registró la siguiente información: a) fecha; b) hora de entrada y salida de la embarcación a la SUP-TB; c) tipo de embarcación empleada; d) número de turistas a bordo; y e) tipo de actividad realizada (Anexo 3). Los tipos de actividades se clasificaron dentro de ocho categorías (Tabla 1). Para los meses de junio a agosto de 2012, los datos se obtuvieron de los reportes de vigilancia comunitaria (PROVICOM).

Tabla 1: Clasificación de las actividades que se desarrollaron dentro de la Sub-zona de Uso Público Tiburón Ballena y su descripción.

Actividad	Descripción de la actividad
Turismo libre	Actividades de observación de tiburón ballena a bordo de embarcaciones, no permisionarias, menores tales como: inflables, kayaks, jetski, lanchas, botes de aluminio y veleros, por lo general pertenecientes a turistas o residentes extranjeros.
Turismo con Prestadores de servicios turísticos (PST).	Actividades de observación de tiburón ballena a bordo de embarcaciones menores de fibra de vidrio (pangas) pertenecientes a Prestadores de Servicios Turísticos (PST) las cuales pueden o no ser permisionarias, pero cuyos propietarios son pobladores locales que prestan sus servicios al turismo.
Transito	Embarcaciones menores tipo inflables, kayaks, jetsky, lanchas y botes de aluminio, que realizaron recorridos dentro del área de tiburón ballena sin desarrollar ninguna actividad. Por lo general se trató de embarcaciones de residentes del rincón, que se dirigen al pueblo y viceversa.
Pesca ribereña	Embarcaciones que realizaron pesca ribereña de encierro de lisa, sierra y jurel.
Fondeo	Embarcaciones fondeadas dentro del área de avistamiento de tiburón ballena.
Vigilancia	Recorridos de vigilancia por parte de los Guardacostas de CONANP.
Investigación	Labores de investigación desarrolladas en el área.
Monitoreo	Recorridos de búsqueda de tiburón ballena realizados por el grupo PEJESAPO.

4.3 Determinación de la capacidad de carga

4.3.1 Identificación de variables limitantes/condicionantes para el cálculo de CCT.

El cálculo de la capacidad de carga depende de consideraciones de juicio y científicas (Cifuentes, 1992). Con base en la información del monitoreo de la especie y la actividad turística, se identificaron aquellos factores considerados como limitantes o condicionantes de la actividad turística que deben ser tomados en cuenta para el cálculo de la CCT. Como limitantes se consideraron aquellos factores relacionados con determinaciones relacionadas con el manejo; y

como condicionantes aquellos factores de los cuales no se tiene ningún control pero que limitan la actividad. Se formularon tres preguntas que sirvieron de guía para su identificación.

¿Cuánto puede ser aprovechado?

Condicionante: Abundancia de la especie. El tiburón ballena está presente en la bahía por lo general durante los meses de junio a noviembre de cada año. Sin embargo, hay meses en los que hay una menor presencia de tiburones ballena en el área, por lo que el aprovechamiento turístico de la especie deberá ser adaptado a los cambios en su abundancia. El parámetro referente a la abundancia de la especie se definió como (AR).

¿Cómo debe ser aprovechado?

Limitante: Códigos de conducta para realizar la actividad

- No se permiten más de 4 nadadores por tiburón (Plan de manejo tipo, 2007)
- No se permite más de 1 embarcación por tiburón (Plan de manejo tipo, 2007)

Tomando en cuenta estos factores limitantes de la actividad, se consideró necesario incluirlos en la fórmula, para ello se creó el parámetro "C" que hace referencia al número máximo de turistas por embarcación (8 en este caso) y la constante 0.25, la cual se refiere a el máximo de embarcaciones por tiburón y al máximo número de nadadores que pueden nadar al mismo tiempo con un tiburón que en este caso es de 4.

Se tomó en cuenta que la satisfacción del turista depende del tiempo de interacción con el animal y que el tiburón es más evasivo en la segunda interacción con nadadores (Pierce et al., 2010) de forma que la multiplicación de ambas constantes ($C \cdot 0.25$) da como resultado el valor mínimo óptimo de tiburones (2 en este caso) necesario para que todos los turistas puedan interactuar en el agua con un tiburón, considerando que la embarcación va completamente llena y que todos los turistas quieran nadar con un tiburón.

c) ¿Cuándo puede ser aprovechado?

Condicionantes:

Número de visitas diarias al área (Nv; Cifuentes, 1992).

Dependerá de:

- a) Horas a las que ocurren los avistamientos (H_v).

Las horas a las que ocurren los avistamientos determinará el número de horas que se puede realizar el aprovechamiento de la especie.

- b) Tiempo requerido para realizar la visita al área, definido como (T_v)

- c) Viento (W)

El viento es un factor de riesgo para el desarrollo de la actividad turística cuando este ocurre con intensidades por encima los 5 m/s y proviene del norte y/u oeste. Durante los meses de octubre y noviembre estos vientos ocurren con bastante frecuencia (Figura 4), lo cual afecta a las actividades turísticas. En algunos casos estos vientos se manifiestan a partir de mediodía, de forma que las visitas al área solo se pueden realizar en la mañana, mientras que en la tarde se cancelan por precaución (Com. personal Prestadores de Servicios Turísticos).

Para el parámetro de riesgo por viento (W), se proponen dos valores, dependiendo de las dos situaciones de viento que se pueden presentar durante la temporada de agregación, las cuales se manifiestan con mayor frecuencia durante los meses de octubre y noviembre.

Tabla 2: Categorías de valor del factor de riesgo para el viento, en función de su intensidad y duración.

Viento	Intensidad	Duración	valor
Medio	>5m/s	A partir de medio día	3
Bajo	<5m/s	Variable	1

4.3.2 Cálculo de la CCT.

Para la estimación de la CCT para la actividad de avistamiento de tiburón ballena se construyó un modelo numérico con los parámetros descritos. Para su cálculo se utilizaron los valores obtenidos para cada uno de los parámetros del modelo, los cuales provienen del análisis de la información sobre la especie para las temporadas 2007-2012 y la evaluación de la actividad turística con tiburón ballena durante la temporada 2012.

La CCT se calculó mediante la ecuación (3):

$$CCT = \frac{AR * T_v}{C * 0.25} * N_v \quad \text{donde} \quad N_v = \frac{H_v}{T_v * W} \quad (3)$$

AR=Abundancia relativa de la especie
(promedio de avistamientos por hora)

Nv=Número de visitas

Tv=Tiempo necesario para la visita

Hv= Horas de avistamiento

C= Personas/embarcación (Constante)

W=Factor de riesgo por viento

0,25=Tiburones/nadador (Constante)

4.3.3 Propuestas para su implementación y evaluación.

Par la evaluación de la efectividad de la CCT, se proponen indicadores de impacto que permiten detectar cambios a corto y largo plazo. Los indicadores propuestos cumplieron con las características establecidas por (SEMARNAT-CONANP, 2012; Tabla 3). Para algunos de estos indicadores se propusieron estándares de manejo con base en la teoría del límite de cambio aceptable (Stankey et al., 1985), los cuales facilitarían la toma de decisiones de manejo antes de que los daños producidos sean irreversibles.

Tabla 3: Criterios para la selección de un buen indicador de manejo. (SEMARNAT-CONANP, 2012)

Característica	Definición
Cuantitativo	Ser cuantitativamente medible
Correlacionado	Detecta los cambios que pueden ser causados por la demanda de uso público
Confiable	Diferentes observadores conseguirán resultados parecidos
Integrante	Está relacionado con otros aspectos del sistema
Sensible	Detecta cambios que ocurren en una escala temporal corta
Previsor	Detecta cambios a tiempo, permitiendo desarrollar estrategias de manejo
Significante	Detecta cambios persistentes y que afectan al ecosistema
Factible	Puede ser medido fácilmente a través del personal de campo

5. Resultados

5.1 Descripción de la dinámica de la población del tiburón ballena.

El esfuerzo de monitoreo por temporada en número de días varió de 59 a 175 días a lo largo de los seis años analizados (Tabla 4). Los datos para las temporadas del 2007 y 2008 siguieron que no se monitoreó durante todo el periodo en que estuvieron presentes los tiburones, sobre todo al inicio de la temporada. A partir del 2009 se ajustó el inicio del monitoreo (Com. Personal Abraham Vázquez), empezando en cuanto se observa el primer tiburón en la bahía, y terminando el día que se vio el último tiburón (Tabla 4). La fecha inicial varió entre el 29 de mayo en 2009 al 2 de septiembre de 2007. No obstante tomando en cuenta solo los años del 2009 a 2012 el inicio varió entre el 29 de mayo y el 16 de julio en 2010. La fecha final del monitoreo pareciera ser más consistente y muy cercana al 20 de noviembre (Tabla 4). Estos resultados indican que el tiburón ballena está presente en la bahía desde finales de mayo hasta mediados de noviembre de cada año.

Tabla 4: Fechas de inicio y fin del monitoreo durante cada temporada (2007-2012), duración en número de días y número de avistamientos.

Año	Inicio	Fin	Duración (días)	No. de avistamientos
2007	2-Sept	31-Oct	59	14
2008	8-Jul	21-Nov	136	113
2009	29-May	20-Nov	175	134
2010	16-Jul	20-Nov	157	183
2011	16-Jun	19-Nov	156	244
2012	9-Jun	8-Nov	152	294

Durante las 6 temporadas monitoreadas se registró un total de 986 avistamientos (un tiburón pudo haber sido avistado más de una ocasión durante la temporada). Los avistamientos se fueron incrementado con forme a los años, de $n=14$ en 2007 a $n=294$ en 2012 (Tabla 4). Durante cada una de las temporadas anuales, el número de avistamientos varió entre meses, mostrando una tendencia a incrementar a partir del mes de septiembre (Figura 8).

El esfuerzo de monitoreo también varió durante y entre temporadas, mostrando de forma general una relación proporcional entre el número de avistamientos y el esfuerzo de monitoreo para cada

mes (Figura 8). Para 2007 y 2008 no se pudo calcular el esfuerzo de monitoreo debido a la falta de algunos registros diarios que no permitieron calcular el esfuerzo real.

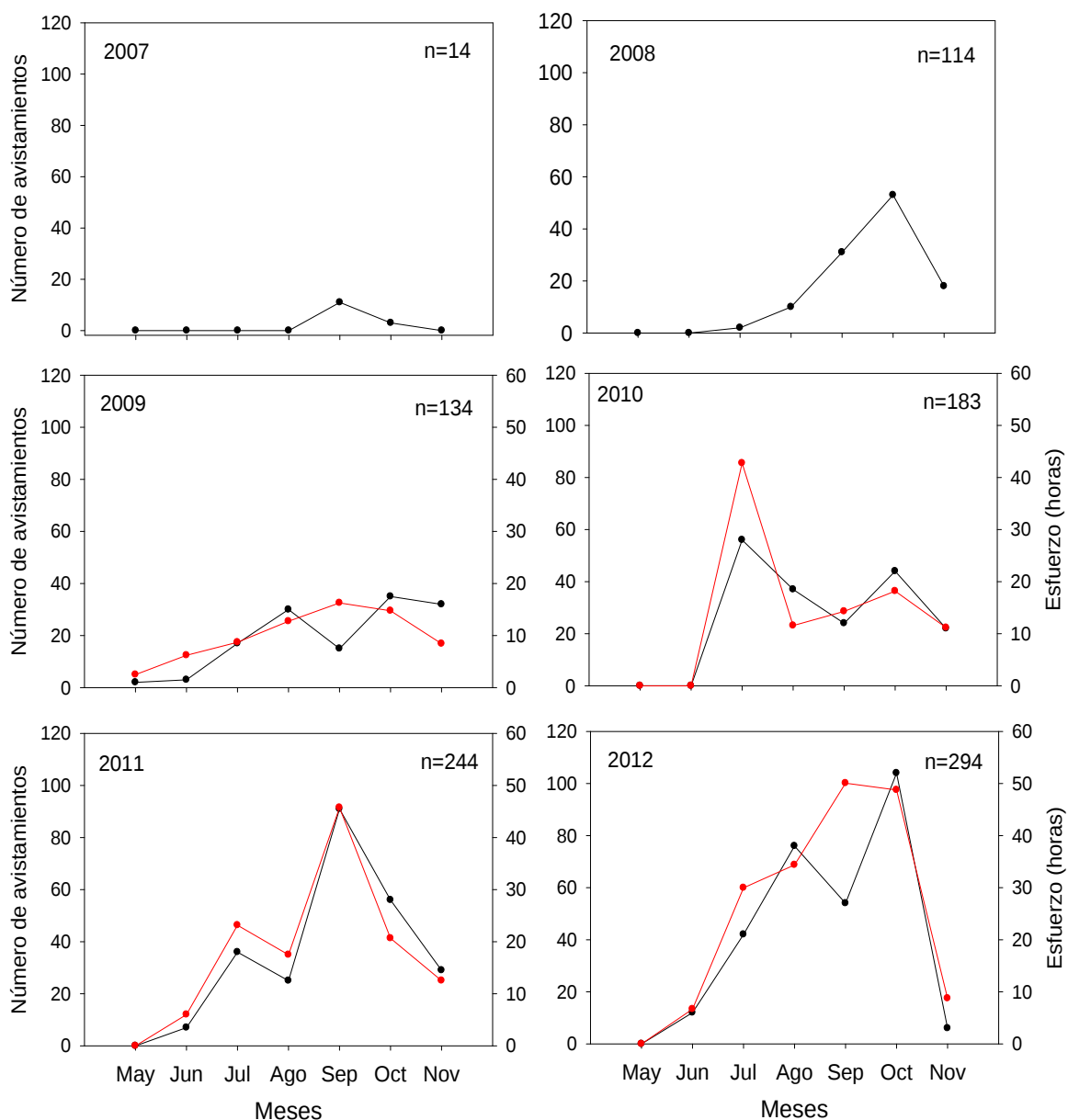


Figura 8: Número de avistamientos registrados por mes para cada temporada (2007-2012) (línea negra) y total de horas de monitoreo por mes para las temporadas 2009-2012 (línea roja).

5.1.1 Abundancia relativa del tiburón ballena

Se calculó el índice de abundancia relativa ($AR = \text{número total de avistamientos por hora de esfuerzo}$) para todas las temporadas, a excepción de 2007 y 2008, debido a su bajo esfuerzo. La AR varió entre meses y entre temporadas.

La abundancia relativa promedio registrada durante la temporada 2010 fue de 2.55 ± 0.90 n.tb./hr y fue la más alta y con una menor desviación estándar durante el periodo analizado (Fig. 9). Las temporadas 2009 y 2011 presentaron valores similares, mientras que la temporada 2012 presentó el promedio de AR más bajo (1.78 ± 1.41). El resultado del ANOVA unifactorial para las cuatro temporadas sugiere que no hay una diferencia significativa ($p > 0.05$) entre el promedio de abundancia relativa para las temporadas 2009-2012.

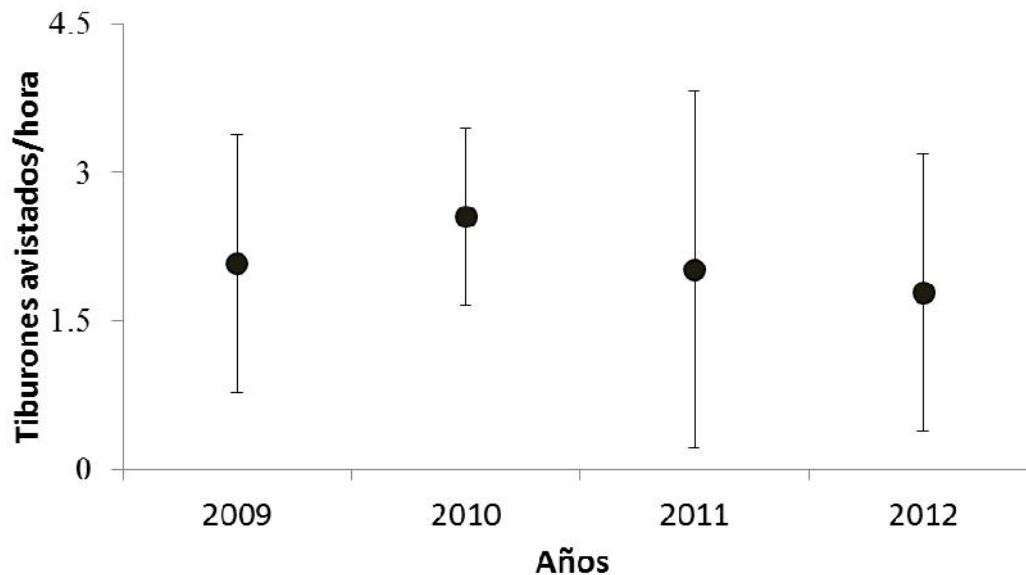


Figura 9: Promedio de tiburones ballena avistados por hora de monitoreo al día para las temporadas (2009-2012). Los círculos representan el promedio y las líneas verticales con extremo horizontal la desviación estándar.

Para la temporada 2009, la máxima AR se presentó durante los meses de julio y noviembre; en 2010, las máximas se presentaron en los meses de septiembre y octubre; en 2011, durante los meses de octubre y noviembre; y por último, en 2012, las máximas AR se presentaron para los meses de agosto y octubre (Figura 9). En general las máximas AR tuvieron lugar en los últimos meses de la temporada de agregación, no superando en promedio los 4.5 tb/hora, mientras que las AR más bajas se presentaron los meses de mayo y junio con valores ~ 0.5 tb/hora. En el 2009 se registraron avistamientos durante el mes de mayo y en 2010 no hubo avistamientos en los meses de mayo y junio.

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las temporadas. Por medio de una prueba a posteriori de Fisher encontramos que los meses que presentaron diferencias eran los mismos en las temporadas 2010 y 2011, así como en las temporadas 2009 y 2012.

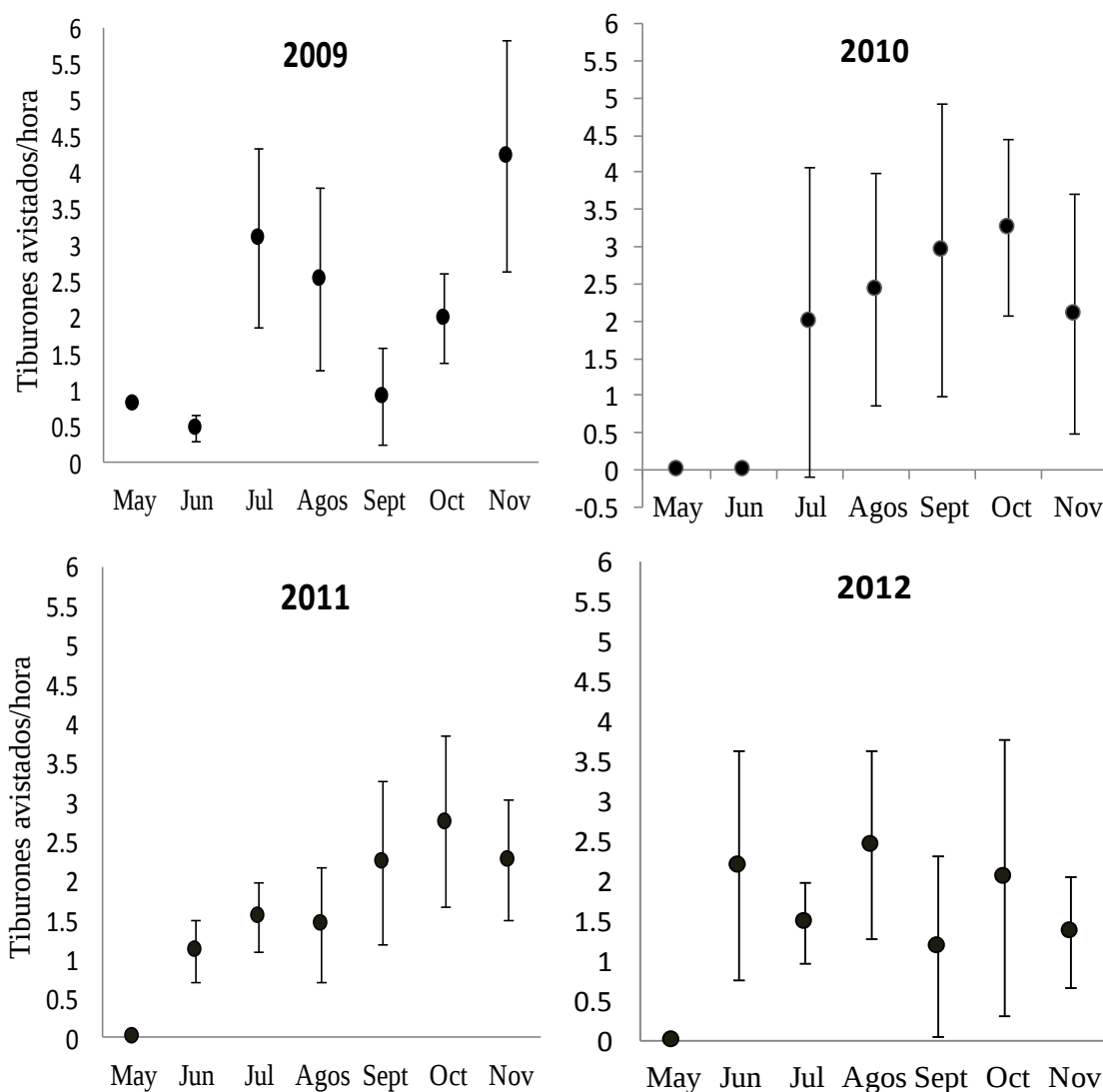


Figura 10: Promedio de tiburones avistados por hora de esfuerzo (AR) para cada día de monitoreo del mes (AR) para las temporadas 2009-2012. Los círculos representan el promedio y la línea vertical con extremo horizontal la desviación estándar.

5.1.2 Distribución espacial de los avistamientos.

Del total de los tiburones ballena avistados ($n=855$) durante las temporadas 2009-2012, el 91.08% ($n=781$) fueron observados en el área sur de la bahía, principalmente en aguas cercanas a la costa dentro de la sub-zona de uso público para tiburón ballena (Figura. 11). El 8.91% ($n=77$) restante fueron observados en la zona norte (La Gringa) de la bahía, entre las islas o enfrente de Punta Arenas. Cabe destacar que en 2011 y 2012 se registraron un mayor número de

avistamientos entre Punta Arenas, el poblado de Bahía de los Ángeles y la Sub-Zona de Uso público tiburón ballena (SUP-TB). Durante la temporada 2012 se realizaron algunos recorridos de monitoreo en la zona norte de la bahía cercana a la Gringa, concretamente en el mes de septiembre y principios del mes de octubre, en los cuales se registró la presencia de la especie en esta zona (Figura 11).

5.1.3 Horario de los avistamientos

El horario al que ocurren los avistamientos durante el monitoreo fue similar para todos los meses, comenzando a las 8:00 a.m. y terminando al anochecer. Durante los meses de verano (junio, julio y agosto), los avistamientos ocurrieron hasta las 19:00 horas sumando un total de 11 horas de avistamientos, mientras que para el resto de los meses el número de horas de luz fue menor y por lo tanto los avistamientos ocurrieron hasta las 17:00 en los meses de septiembre y octubre, sumando un total de 9 horas de avistamiento y hasta las 15:00 en el mes de noviembre con un total de 7 horas de avistamiento (Figura 12).

El índice de avistamientos en cada hora (AH) no fue el mismo a lo largo del día. En general los meses de junio a octubre, presentaron índices de avistamientos mayores en la tarde (> 3 avist/hora), en un intervalo comprendido entre las 15:00 y 18:00 horas a excepción del mes de noviembre cuyos valores máximos se dieron entre las 11:00 y 13:00 horas (Figura 12).

Para el resto del día, el índice de avistamientos fue bajo (< 3 avist/hora) con valores mayores en la mañana, entre las 8:00 y 10:00 horas.

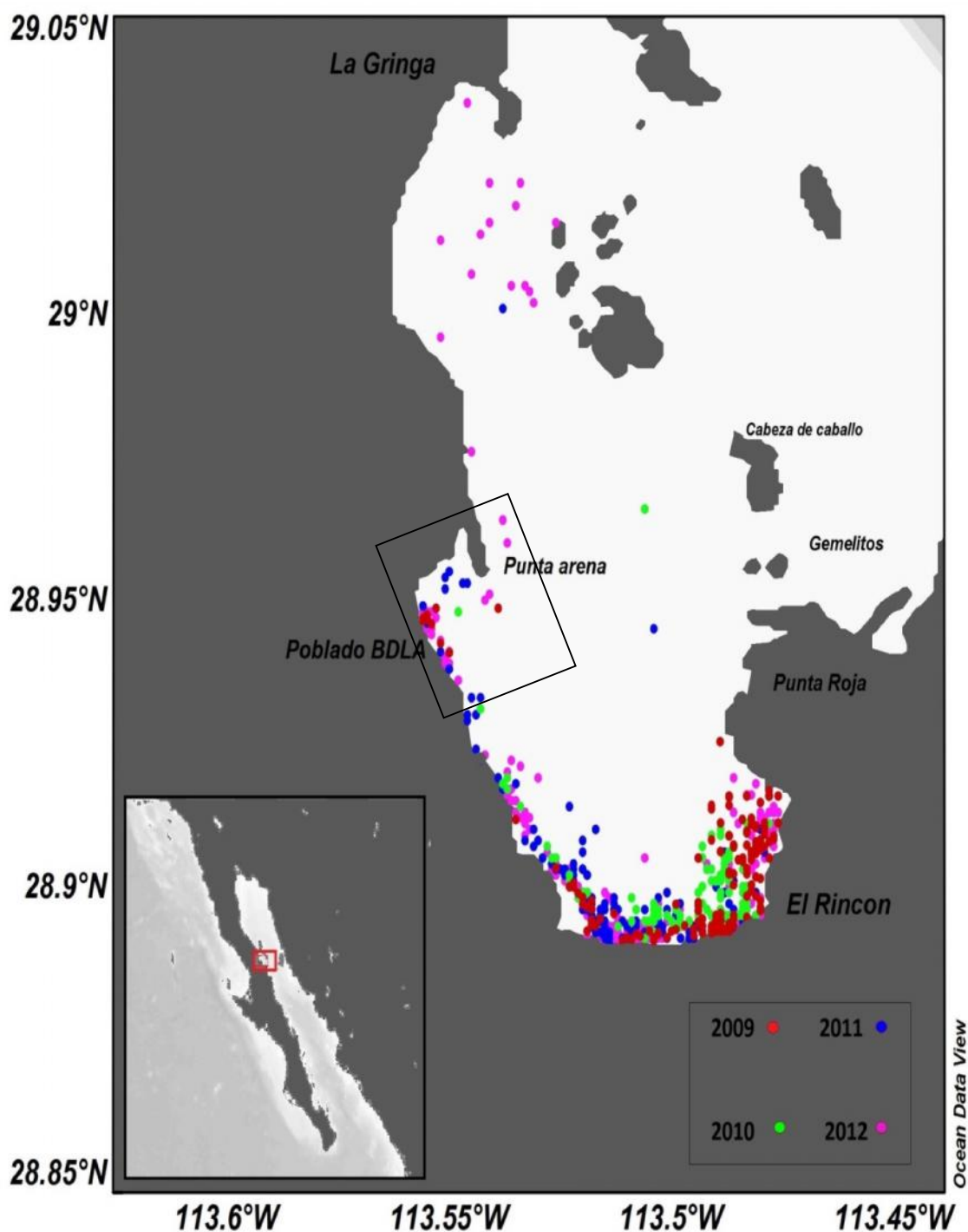


Figura 11: Distribución espacial de los avistamientos por temporada durante el periodo 2009-2012. El cuadro indica la zona que podría considerarse de alto riesgo de interacción con embarcaciones para la especie.

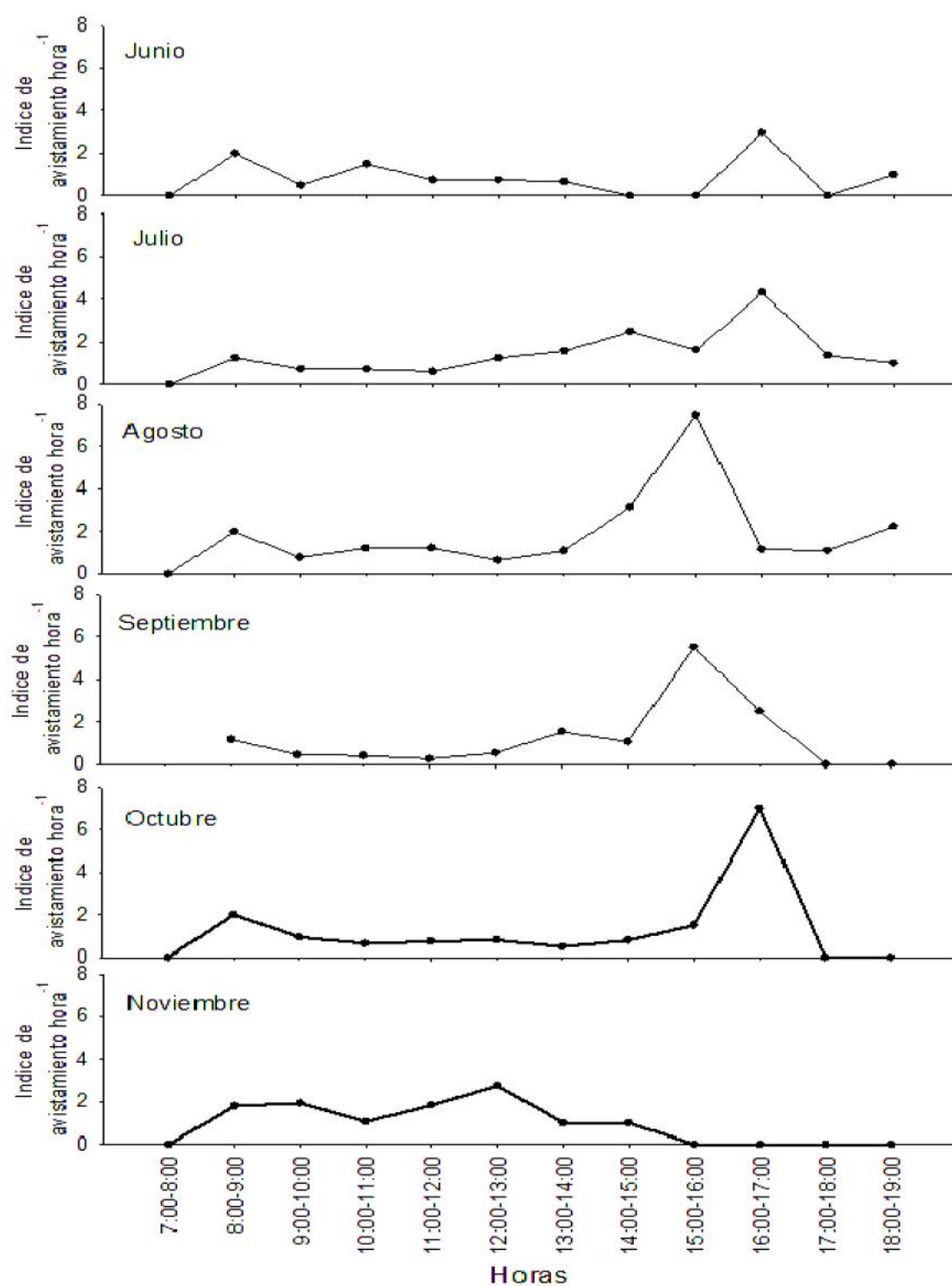


Figura 12: Índice de avistamientos ocurridos a las horas del día en las que se realizaron recorridos de monitoreo para cada mes de las temporadas 2009-2012

5.1.4 Tiburones foto-identificados por año: individuos nuevos y recapturas.

Hasta el 2012 se habían foto-identificado un total de 264 individuos por el monitoreo del grupo PEJESAPO (Tabla 5). Las foto-identificaciones aumentaron con el paso del tiempo, lo cual estuvo posiblemente relacionado con el esfuerzo de monitoreo. El número de recapturas (tiburones foto-identificados que ya habían sido identificados en temporadas anteriores) aumentó entre las temporadas, no obstante el número de tiburones nuevos identificados después de haber aumentado de 13 identificaciones en la temporada 2007 a 64 en 2009, disminuyó posteriormente a 42 individuos en el 2012 (Tabla 5).

Tabla 5: Resumen del total de individuos foto-identificados, los individuos nuevos y las recapturas (organismos foto-identificados anteriormente) para cada temporada de monitoreo.

Año	No. avistamientos	No de individuos foto identificados	No. de tiburones nuevos	No. tiburones recapturados
2007	14	13	13	0
2008	113	37	36	1
2009	134	73	64	9
2010	183	85	60	25
2011	244	90	49	41
2012	294	92	42	50
Total	982	390	264	-

Del total de tiburones foto-identificados (n=264) en las temporadas 2007 - 2012, el 68 % (n=180) de estos fueron vistos una única temporada, mientras que el 31% (n=84) fueron vistos más de una temporada. De los tiburones que regresaron a Bahía de los Ángeles en más de una temporada, 59 tiburones (70 %) lo hicieron en años consecutivos y el 25 (30 %) en años no consecutivos. Únicamente 8 tiburones regresaron 4 años consecutivos (Tabla 6).

Tabla 6: Número de tiburones recapturados (foto-identificados con anterioridad) por dos, tres o cuatro años consecutivos y no consecutivos, durante el periodo 2007-2012.

Tiburones recapturados	2 años	3 años	4 años
Años consecutivos	33	18	8
Años no consecutivos	21	2	2

Los tiburones ballena foto-identificados durante cada temporada, fueron re-avistados por un periodo entre 1 a 3 meses. Para las temporadas 2010 y 2011 algunos organismos fueron re-avistados por más de 3 meses y en 2012 solo 3 organismos fueron avistados durante 5 meses de la temporada (Tabla 7).

Tabla 7: Número total de meses que se registró la presencia de un tiburón ballena a lo largo de una temporada.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total	%
1 mes	13	21	49	58	66	44	245	62.82
2 meses		11	21	17	17	26	92	23.58
3 meses		5	3	7	5	11	31	7.94
4 meses				3	2	8	13	3.33
5 meses						3	3	0.76
Total individuos	13	37	73	85	90	92	390	

5.1.5 Estructura poblacional

De los 264 tiburones identificados en Bahía de los Ángeles durante las temporadas 2007-2012, 152 (58%) fueron Machos, 79 (30%) fueron hembras y a 33 tiburones (11%) no se les pudo determinar el sexo. De estos últimos su proporción fue disminuyendo con el tiempo (Figura 13).

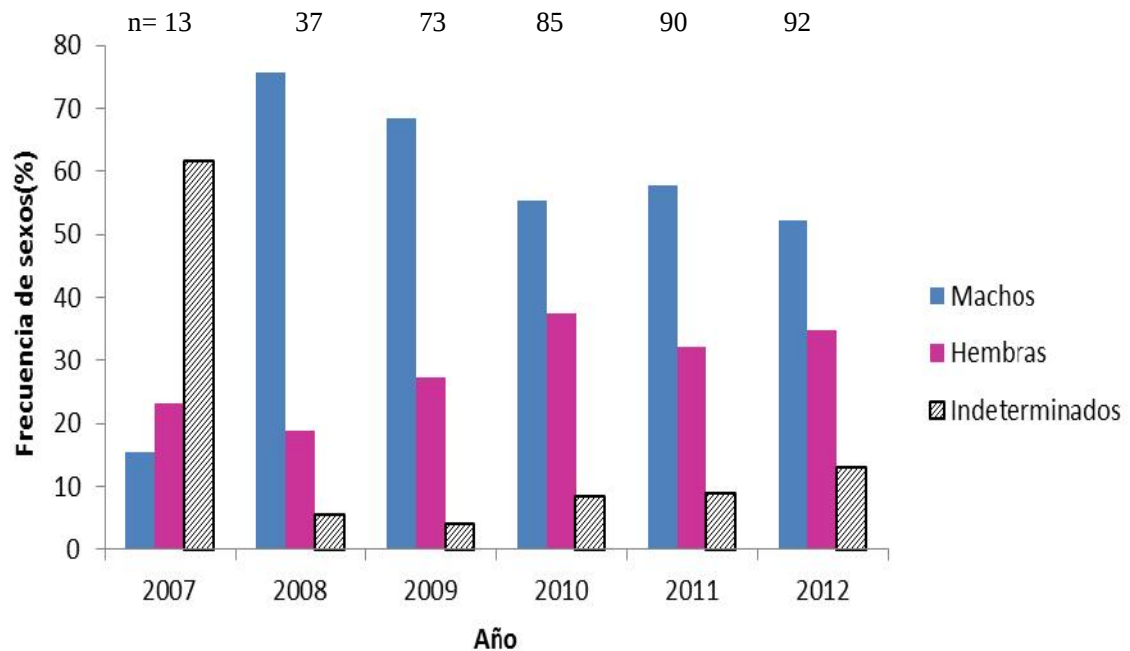


Figura 13: Proporción de sexos de los tiburones ballena identificados durante el monitoreo de la especie en cada temporada y determinados a través de las observaciones de sus órganos reproductores. Número de tiburones ballena identificados por temporada (n).

Para estimar la proporción aproximada entre machos y hembras (M: H), para cada una de las temporadas, solo se tomó en cuenta a los organismos cuyo sexo fue determinado. En 2007 la proporción fue de 1:1.5, siendo la única temporada en que hubo una mayor frecuencia de hembras, pero fue la temporada en que hubo una alta proporción de organismos indeterminados (60%; Fig. 13). En el 2008 la gran mayoría de los organismos fueron machos con una proporción de 4:1. Posteriormente la proporción de machos fue disminuyendo con el tiempo, de 2.5:1 en 2009, 1.4:1 en 2010, 1.8:1 en 2011 hasta 1.5:1 en 2012. Estos resultados podrían estar reflejando los cambios en proporción real, o cambios en la capacidad de determinación durante el monitoreo.

El análisis estadístico Chi cuadrado, mostró que las diferencias entre las proporciones de machos y hembras para todas las temporadas son significativas; 2007 ($\chi^2 = 4$ $P < 0.04$), 2008 ($\chi^2 = 34.10$ $P < 0.00$), 2009 ($\chi^2 = 17.87$ $P < 0.00$), 2010 ($\chi^2 = 3.71$ $P > 0.04$) 2011 ($\chi^2 = 7.62$ $P < 0.002$) y 2012 ($\chi^2 = 4$ $P < 0.004$).

Del total de 264 tiburones ballena identificados durante las temporadas de 2007 a 2012, a 256 individuos (97%) se les pudo estimar su longitud total. El intervalo total de fue de 3.3 a 9 m de LT, con una media de 5.25 m LT, mostrando una distribución bimodal con un máximo entre los 4.5 y 5.5 m de LT y un segundo máximo entre 6.5 y 7 m de LT (Figura. 14). El 95.4% (n=251) fueron individuos juveniles y únicamente el 2.29% (n=4) fueron maduros. Se consideraron organismos maduros aquellos de longitud por encima de los 8 metros tal y como se reportó para Australia (Norman y Stevens, 2007) tomando en cuenta que para estudios previos en el Golfo de California los machos identificados de 7 metros de LT se consideraron inmaduros (Ramírez-Macías, 2011) (Figura 14).

En la temporada 2007, el intervalo de tallas fue de 3.6 a 6.6 m LT, con una media de 5.6 m LT. El intervalo de tallas para la temporada 2008 fue de 3.3– 7.3 m con una media de 5.18.m LT. En la temporada del 2009 la longitud de tallas fue de 3.3 – 7.3 m, con una media de 5.18 m LT. En la temporada del 2010 el rango de tallas de los tiburones fue de 3.6 a 9 m con una media de 5.34 m LT. En la temporada 2011 la longitud total de los tiburones fue de 3.6 a 7.3 con una media de 5m de LT. Mientras que el rango de tallas de la última temporada 2012 fue de 3.3 a 7.9 con una media de 5.1.

La longitud modal de los tiburones ballena en el 2007 fue de 6.08 m, en el 2008 de 4.26 al igual que en el 2009, en el 2010 fue de 5.18m de L, 2011 y 2012 de 4.8 metros de LT.

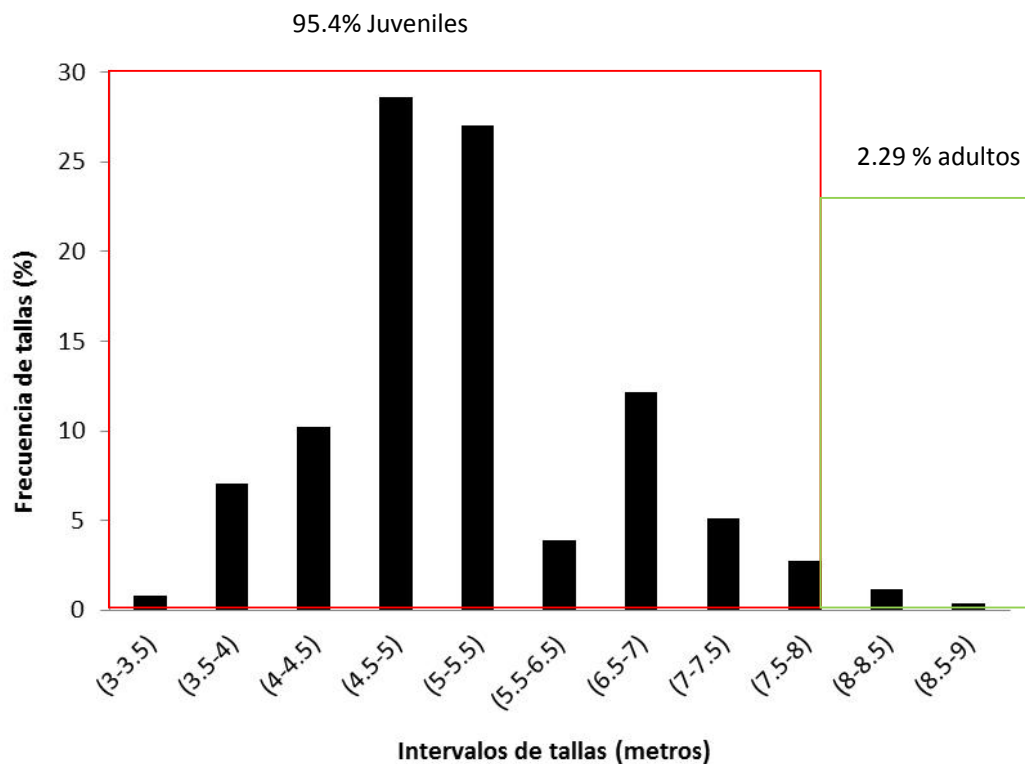


Figura 14: Distribución de frecuencias de tallas de los tiburones ballena identificados en Bahía de los Ángeles, estimadas por comparación con el tamaño de la embarcación para el periodo 2007 – 20012.

5.1.6 Lesiones presentes en los tiburones.

Se calculó el porcentaje de organismos que presentaron lesiones recientes o G1 en cada una de las temporadas (2008-2012). La temporada 2007 no se incluyó en el análisis por falta de información. Para la temporada 2008, del total de organismos identificados se encontraron lesiones recientes (G1) en un 10.81% de éstos, en 2009 el 17.3% mostraron lesiones. En el 2010 el porcentaje fue de 14.4%, en 2011 el 20% y en 2012 el 18.8% de los organismos presentaron dichas lesiones. De forma general, el número de tiburones con lesiones aumentó entre temporadas, lo cual podría relacionarse con un aumento en el número de tiburones identificados a partir del 2008 y por tanto un aumento en la probabilidad de encontrar un tiburón lesionado (Figura 15).

Con el paso de los años en los que se realizaron las observaciones de laceraciones, el porcentaje de presencia de estas aumentó con valores de (8%; 13%; 10%) para las temporadas 2008, 2009 y 2011 respectivamente, mientras que las abrasiones presentaron los porcentajes más elevados (9.6%; 12.22%) para las temporadas 2009 y 2012. De forma general a partir de 2010 las laceraciones mostraron una disminución, sin embargo las abrasiones fueron en

aumento representando el 12.22% para la temporada 2012 (Figura15). Este patrón que mostraron las laceraciones y abrasiones podría relacionarse con la implementación de las medidas de manejo en el área a partir de 2009. Estas incluyeron la señalización del área de avistamiento de tiburón mediante boyas, a partir de las cuales las embarcaciones deben reducir la velocidad. Esto explicaría una disminución en las abrasiones, no obstante el aumento en el número de laceraciones entre temporadas podría explicarse por un monitoreo más enfocado en detectar las lesiones.

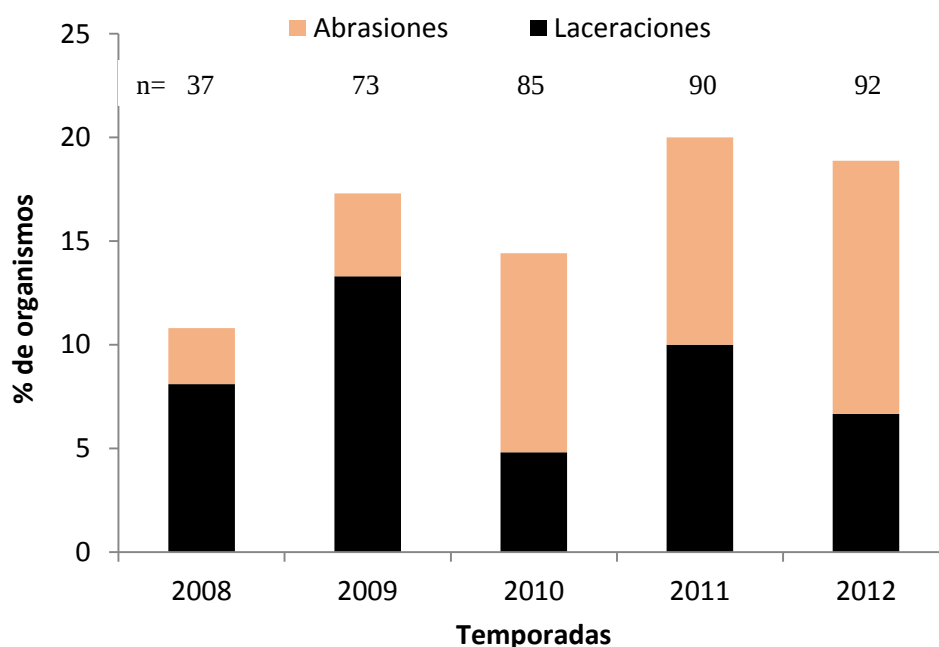


Figura 15: Porcentaje de tiburones ballena que presentaron lesiones recientes (G1) con respecto al total de tiburones ballena identificados en cada temporada. Número de individuos identificados cada temporada (n). Porcentaje de individuos con laceraciones (negro) y porcentaje de individuos con abrasiones (naranja).

5.2 Descripción de la dinámica actual en la Sub-zona de Uso Público tiburón ballena y la actividad turística de observación de la especie.

5.2.1 Infraestructura de acceso al área.

Se identificaron un total de 17 accesos localizados en la línea de costa desde el poblado hasta el Rincón. De los cuales únicamente se identificó 1 acceso público, 2 accesos privados y 14 accesos libres (Figura 16 y 17). Estos accesos son utilizados por las embarcaciones para acceder al área donde se agrega la especie. Es importante conocer la ubicación de los mismos para fines de vigilancia.

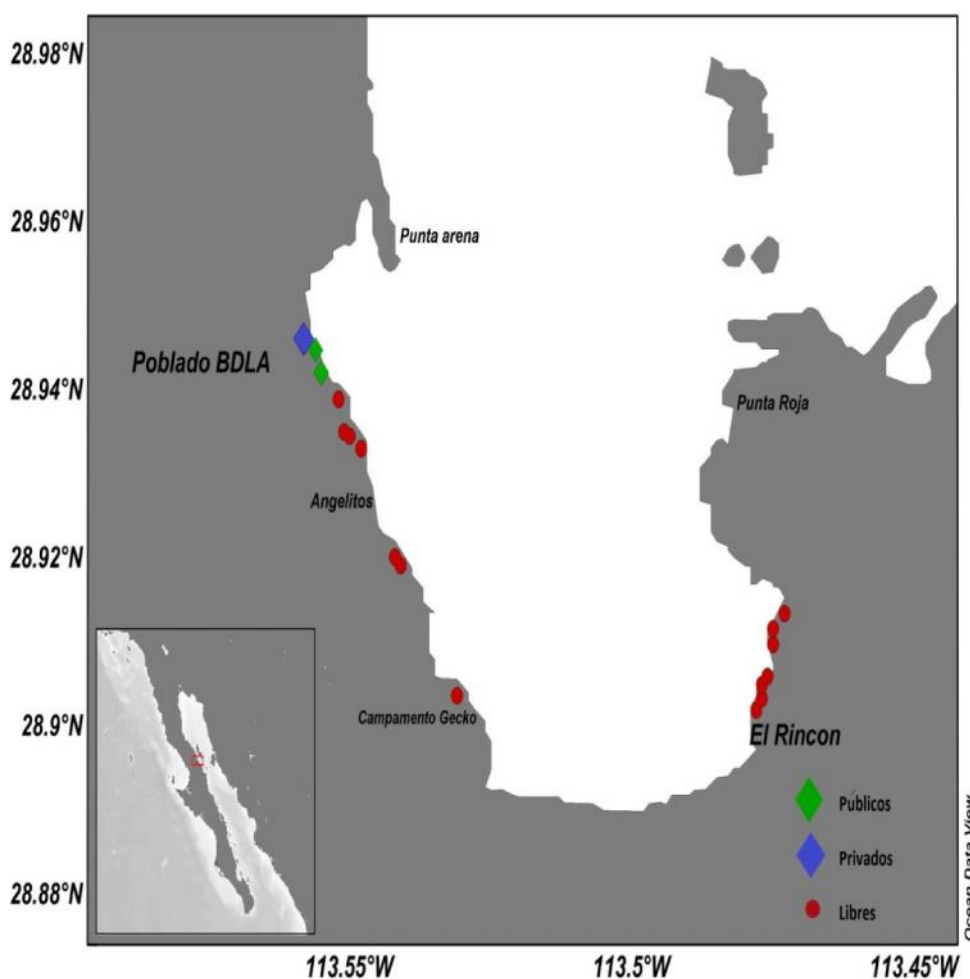


Figura 16: Ubicación de los accesos al mar públicos (verde), privados (azul) y libres (rojo).

Accesos Públicos**Acceso Privado****Accesos libres**

Figura 17: Fotografías de algunos de los accesos libres (derecha) accesos públicos y accesos privados (izquierda) que fueron identificados durante los recorridos por la costa.

5.2.2 Nivel de uso

La intensidad y tipo de uso de la sub-zona de uso público tiburón ballena se caracterizó a partir de los censos de embarcaciones realizados desde la costa durante el periodo en campo y los registros del Programa de Vigilancia Comunitario (PROVICOM).

En un total de 73 días de observación, se registraron 252 embarcaciones que utilizaron la Sub-zona para realizar diferentes actividades. El esfuerzo de observación no fue el mismo a lo largo de la temporada 2012 siendo mayor para el mes de octubre y noviembre y por ende con un mayor registro de embarcaciones para esos meses (Tabla 8).

Tabla 8: Número de días en los que se llevaron a cabo observaciones en la Sub-zona de Uso Público Tiburón ballena y número de embarcaciones que se registraron durante las observaciones para cada mes de la temporada 2012. En el mes de noviembre no se completaron los 30 días de observación dado que la temporada de tiburón ballena se dio por terminada el día 20 (*).

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total
No días de observación	-	1	5	16	31	20*	73
Total embarcaciones	-	6	45	48	103	50	252

El tipo de actividades que se realizaron dentro de la sub-zona de uso público fueron en su mayoría actividades turísticas (48%, n=135), mientras que el resto de actividades (n=117) fueron actividades de monitoreo de tiburón ballena (19%), tránsito de embarcaciones (10%) y actividades como fondeo, pesca, investigación y vigilancia, las cuales ocurrieron con menor frecuencia durante la temporada 2012 (Figura 18). Las embarcaciones que hicieron uso del área con mayor frecuencia fueron aquellas tipo panga, seguido de los kayacks y veleros (fondeados; Figura 19).

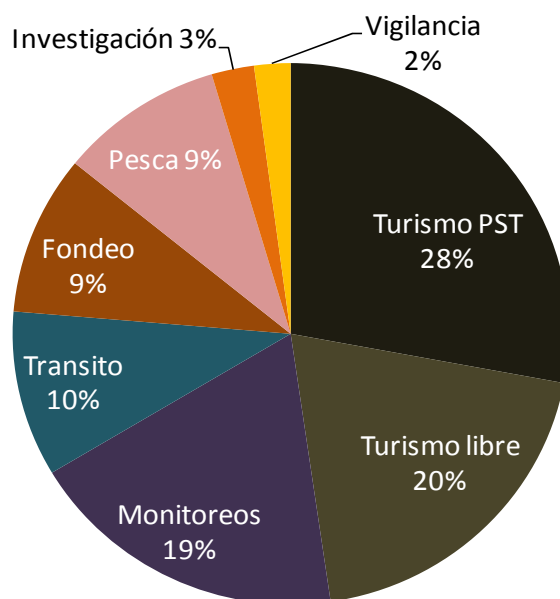


Figura 18: Actividades que se desarrollaron dentro de la Sub-zona de Uso Público Tiburón Ballena y su porcentaje con respecto al total de embarcaciones registradas (n=252) en la temporada 2012. (Turismo PST=turismo con prestadores de servicios turísticos de la comunidad).

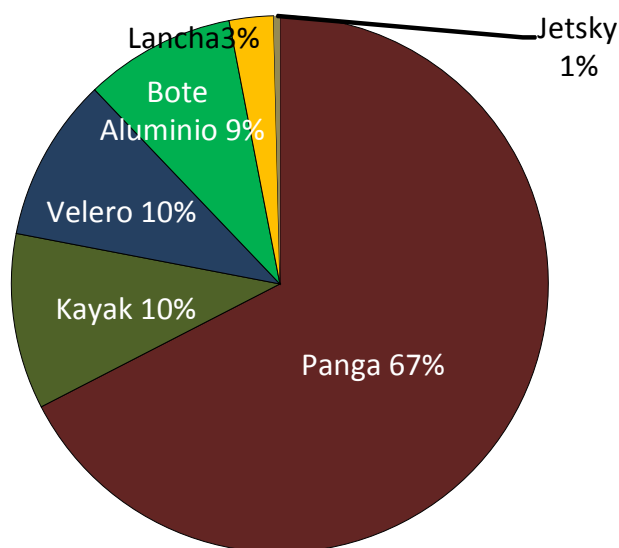


Figura 19: Tipo de embarcaciones que se registraron en la Sub-zona de Uso Público Tiburón Ballena y su porcentaje respecto al total de embarcaciones registradas (n=252) durante la temporada 2012.

La actividad turística con tiburón ballena fue la actividad principal que se desarrolló en el área durante la temporada, con un total de 135 embarcaciones observadas. De éstas el 58 % (n=79) fueron pangas de prestadores de servicios locales, mientras que el 42% (n=56) fueron embarcaciones en su mayoría botes de aluminio, lanchas y embarcaciones sin motor propiedad de turistas y residentes del rincón.

Se calculó un índice de embarcaciones por día para cada mes de la temporada para identificar la intensidad de uso por mes. Para ello se tomó en cuenta el total de embarcaciones observadas a excepción de aquellas embarcaciones que realizaron labores de investigación, vigilancia y monitoreo, al ser consideradas como actividades beneficiosas para el manejo del área y la especie.

La intensidad de uso del área fue mayor durante los meses de julio y agosto con un total de 6 y 6.8 emb/día respectivamente; y menor los meses de septiembre, octubre y noviembre (~3 emb/día ; Figura 20). Es importante señalar que el número de días de observación para junio y agosto fue bajo comparado al resto de los meses de la temporada (Tabla 8), por lo que los resultados deben ser interpretados con cautela.

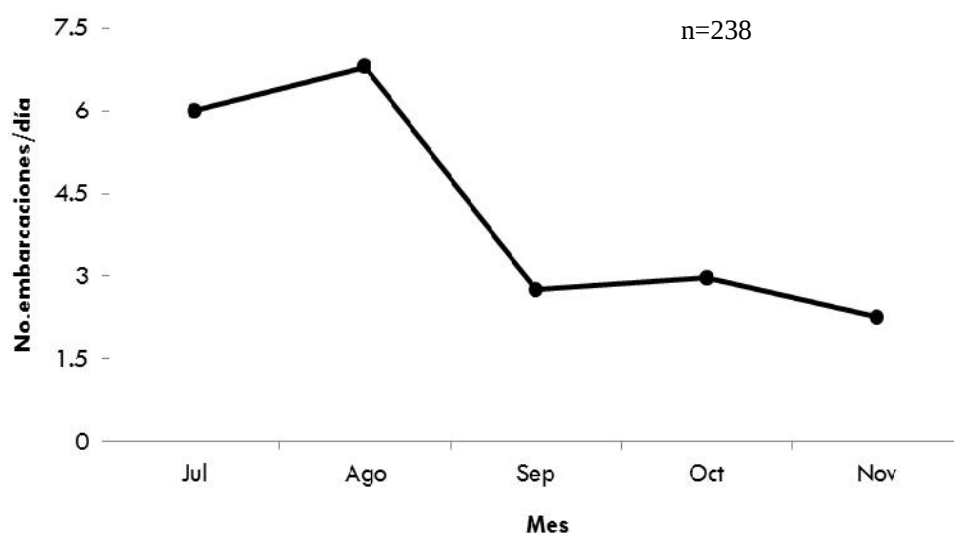


Figura 20: Número de embarcaciones por día que desarrollaron actividades en la Sub-zona de Uso Público Tiburón Ballena durante los 73 días que se realizaron los censos desde playa en la temporada 2012.

Se calculó nuevamente éste índice para la actividad turística de observación de tiburón ballena de forma separada para la categoría de turismo con prestadores de servicios turísticos (PST)

(n=79) y turismo libre (n=56). Para el mes de junio no se pudo realizar el cálculo por la ausencia de datos.

Para ambos casos el índice de embarcaciones/día mostró valores mayores durante los meses de julio y agosto, siendo el índice para turismo libre mayor (2.8 emb/día) que el índice para turismo con PST (2.4 emb/día; Figura 21).

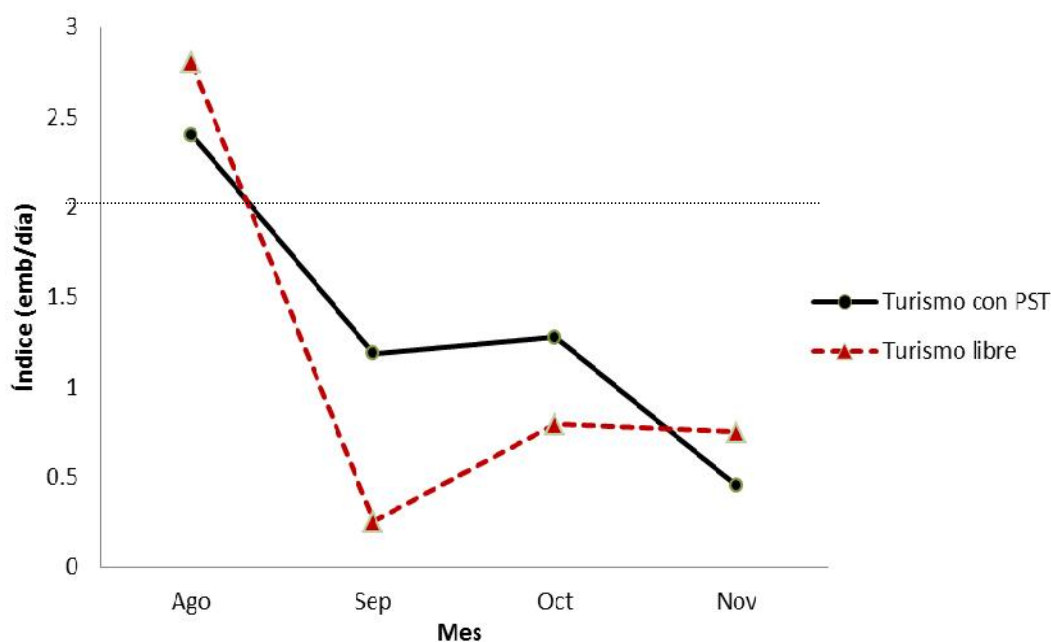


Figura 21: Índice de embarcaciones por día que llevaron a cabo observación de tiburón ballena, como turismo con PST (n=79) (línea negra) o como turismo libre (n=56; línea roja) durante la temporada 2012.

Durante el periodo de observación en campo (73 días) se registraron un total de 492 turistas que realizaron la actividad de observación de tiburón ballena, ya fuese a bordo de pangas de PST locales o en embarcaciones libres. Para las embarcaciones de PST el promedio de pasajeros registrados por embarcación fue de 3.9 ± 19 (n=79).

El 60% de las visitas turísticas con PST tuvieron una duración de entre 2 a 3 horas, el 28% de éstas duraron de 1 a 2 horas y el 12% duró menos de una hora. De forma general las actividades turísticas de observación de tiburón ballena se desarrollaron entre las 7:00 y 17:00 horas, el 84.4% ocurrió entre 8:00 y 12:00 horas, el 8.8% entre 12:00 y 15:00 horas y el 6.6% entre las 15:00 y 17:00 horas.

5.2.3 Aspectos socioeconómicos de la actividad con tiburón ballena.

En Bahía de los Ángeles actualmente son 17 prestadores de servicios turísticos los que se dedican a realizar actividades con tiburón ballena. De estos, 10 de ellos cuentan con el permiso otorgado por SEMARNAT para realizar actividades turísticas con tiburón ballena, el cual ampara a 16 embarcaciones en total.

Durante la temporada 2012 se entrevistaron 14 prestadores de servicios turísticos de los cuales 7 contaban con el permiso para realizar las actividades con tiburón ballena. Todos los entrevistados aseguraron tener de 5 a 15 años trabajando como prestadores turísticos con tiburón ballena, compaginando esta actividad con otras como pesca deportiva, buceo, pesca comercial y hostelería para obtener un mayor ingreso.

Las embarcaciones empleadas para la actividad tienen diferentes dimensiones por lo general entre 6 a 9 metros de eslora. El máximo de turistas que pueden llevar a bordo depende de las dimensiones de la embarcación. Las embarcaciones mostraron tener capacidad máxima entre 8 y 9 personas. El precio por la visita al área de tiburón ballena para realizar el avistamiento y/o nado con la especie no está regulado, este varía de 120 hasta 250 USD a criterio del prestador de servicios.

Los prestadores entrevistados aseguraron que la mayor demanda turística con tiburón ballena tiene lugar los meses de junio a agosto. Aseguraron avistar entre 3 a 5 tiburones ballena por visita al área, en algunos meses aumenta hasta 12 tiburones en algunos meses. El 86% (12) de los prestadores de servicios entrevistados aseguraron que las salidas vespertinas son igual de exitosas que las salidas matutinas, no obstante solo el 71% (10) confirmó realizar salidas después de las 12:00h.

Los resultados muestran que el 64% (9) de los PST entrevistados son conscientes de que la actividad turística puede generar algún impacto sobre la especie. Además mencionan que también la pesca con redes puede causar problemas a la especie. El 46% (6) restante, negó que la actividad turística puede generar impactos.

Los resultados de la entrevista muestran la necesidad de un instrumento que permita la regulación de la actividad turística con la especie. El 28% (4) considera que la actividad turística en la actualidad se realiza de forma totalmente desorganizada, el 43 % (6) considera que hacen falta mejoras en la organización y un 28% (4) piensan que la actividad turística se desarrolla de

forma ordenada. El 64 % (9) de los prestadores de servicios aprobaron la idea de establecer un límite diario de embarcaciones que puedan realizar actividades turísticas en el área. Sin embargo, añaden que estarían de acuerdo siempre y cuando: se mejore la vigilancia del área, se restrinja el acceso al área de las embarcaciones privadas y se homogenicen los precios. El 36% no estaban de acuerdo con esta estrategia.

Como limitantes de la actividad turística el 85% (12) de los entrevistados consideran que los vientos nortes y oestes de gran intensidad son el principal factor limitante de la actividad ya que dificultan la navegación. El resto de los entrevistados consideraron como limitantes la desigualdad de precios, el acceso libre al área y las dificultades para conseguir los permisos.

5.3 Cálculo de la CCT

5.3.1 Abundancia relativa

Dada la variabilidad que mostro el índice de abundancia relativa entre meses y entre temporadas, se decidió construir un “Año tipo” que nos permitió obtener valores para tomar medidas de manejo. El “Año tipo” contiene los meses que está presente el tiburón en la bahía (junio-noviembre) y sus valores se calcularon promediando los datos de las temporadas 2009 a 2012 para cada mes (Tabla 9).

Tabla 9: Valor promedio de la abundancia relativa, desviación estándar, máximo y mínimo para cada mes del Año Tipo.

	$\bar{X}$	SD	Máx.	Min.
Junio	1.49	±1.23	4.0	0.35
Julio	1.74	±1.40	8.0	0.29
Agosto	2.27	±1.17	5.0	0.60
Septiembre	1.70	±1.39	6.3	0.23
Octubre	2.34	±1.39	6.8	0.53
Noviembre	2.44	±1.41	5.6	0.53

Los resultados de Anova unifactorial sugiere que no hay diferencias significativas ($p>0.05$) entre los meses del “Año tipo”. Sin embargo, debido a la magnitud de las desviaciones estandar mensuales, para el cálculo de CCT se tomó en cuenta el valor promedio para cada mes.

Se calculó la Capacidad de Carga Turística para cada mes de la temporada de agregación por medio de la fórmula diseñada para el caso particular de estudio (Tabla 10). Para este cálculo se tuvieron que ajustar los resultados a números enteros, dado que los resultados obtenidos fueron números decimales. Los valores decimales se ajustaron al número entero inferior, tomando en cuenta nuevamente criterios precautorios con el objetivo de conservar a la especie.

Tabla 10: Fórmula para el cálculo de CCT y valor obtenido para cada parámetro. El resultado muestra la CCT (embarcaciones por día) permitidas para cada mes de la temporada. Los valores ya están ajustados a números enteros a excepción de los valores de AR los cuales se utilizaron con decimales.

	$CCT = \frac{AR * Tv}{C * 0.25} * Nv \quad \text{donde} \quad Nv = \frac{Hv}{Tv * W}$					
	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov
AR	1.5	1.7	2.3	1.7	2.3	2.4
Tv	3	3	3	3	3	3
C	8	8	8	8	8	8
Hv	6	11	11	9	9	7
W	1	1	1	1	3/1	3/1
CCT emb/día	4	9	12	7	9	8
	-	-	-	-	3	3

Los resultados obtenidos del cálculo de la CCT para cada mes muestran que el número de embarcaciones permitidas por día es variable a lo largo de la temporada, siendo mayor para los meses en los que hay una mayor abundancia relativa de tiburones ballena en la bahía. Durante el mes de junio los tiburones ballena comienzan a llegar a Bahía de los Ángeles (Tabla 4) por lo que el promedio de AR es menor que para el resto de meses. Tomando en cuenta el principio precautorio, el número de embarcaciones permitidas para este mes debe ser menor, lo cual coincide con los resultados de la estimación de CCT para este mes (4 embarcaciones por día). Hay un incremento en el número de embarcaciones permitidas por día a partir del mes de junio, siendo la CCT máxima para el mes de agosto, con un total de 12 embarcaciones permitidas por día (Tabla 10).

5.4 Medidas para la implementación de la CCT en el área e indicadores para evaluar la efectividad de la CCT en el tiempo.

5.4.1 Medidas para su implementación

5.4.1.1 Manejo adaptativo

El éxito de la CCT como herramienta de manejo depende principalmente del compromiso de los encargados del manejo del área en dar continuidad a las labores de monitoreo de la especie y de la inspección y vigilancia del área. Debido a la variabilidad entre temporadas, este compromiso es todavía más relevante y el CCT tendrá que irse adaptando conforme se desarrolle una temporada.

Para que la CCT cumpla con el objetivo de ser una herramienta de manejo adaptativa se proponen una serie de acciones que, de ser llevadas a cabo, permitirán la obtención continua de información para adaptar la CCT a la realidad de cada temporada. En algunos casos los parámetros para el cálculo de la CCT propuestos están sujetos al reglamento de la reserva, por lo que no se especifican las acciones para la obtención de nueva información, sino que se especifica bajo qué criterios éstos podrían cambiar (Tabla 11).

Tabla 11: Propuestas para la obtención de información para el cálculo o modificación de la CCT.

Parámetro	Obtención
Abundancia relativa (AR)	Monitoreo sistemático de tiburón ballena a lo largo de la temporada y cálculo del promedio semanal acumulativo de avistamiento por hora para cada mes
Factor de riesgo-por viento ($\square$)	Revisar el pronóstico semanal de viento: http://es.windfinder.com o http://www.sailflow.com
Tiempo de visita (Tv)	Entrevistas a prestadores de servicios turísticos y/o bitácoras de viaje donde se registre la hora de salida y llegada de las embarcaciones turísticas
Número de visitas (Nv)	Obtención del tiempo necesario para realizar la visita turística al área y el número de horas que puede llevarse a cabo la actividad, con base en el índice de avistamiento a las diferentes horas del día
Horario de visita (Hv)	Análisis de las horas a las que ocurren los avistamientos en el área a lo largo de la temporada

5.4.1.2 Turnos de visita al área.

La capacidad de carga se calculó tomando en cuenta el parámetro Nv, el cual se refiere al número total de visitas turísticas que pueden realizarse al área. Para la aplicación de la CCT se propone distribuir el esfuerzo turístico en diferentes turnos a lo largo del día, con una duración máxima de 3 horas con la finalidad de: a) repartir el esfuerzo turístico a lo largo del día, b) reducir la presión turística sobre los mismos tiburones y c) mejorar la calidad de la visita turística.

El número de turnos propuestos para cada mes dependió del valor de Nv. El número de embarcaciones permitidas en cada turno fue el mismo para todos los meses, a excepción del mes de septiembre. Por tratarse de un número impar el número de embarcaciones para el último turno fue menor (Tabla 12). Se proponen horarios tentativos para cada turno (Tabla 13).

Tabla 12: Número de embarcaciones permitidas por turno para cada mes y el total de embarcaciones permitidas al día para cada mes (CCT).

	Jun	jul	Ago	Sept	Oct	Nov
Turno 1	2	3	4	3	3	4
Turno 2	2	3	4	2	3	4
Turno 3	-	3	4	2	3	-
CCT (emb/día)	4	9	12	7	9	8

Tabla 13: Horario tentativo para los turnos de visita a la SUP-TB.

Mes	Turno 1	Turno 2	Turno 3
Junio	9:00 a 12:00 hras	14:00 a 17:00 hras	-
Julio y Agosto	9:00 a 12:00 hras	13:00 a 15:00 hras	15:00 a 18:00 hras
Septiembre y Octubre	9:00 a 12:00 hras	13:00 a 17:00 hras	15:00 a 18:00 hras
Noviembre	8:00-12:00 hras	12:00-15:00 hras	-

Como complemento a esta propuesta y con fines de facilitar las labores de control y vigilancia, se propone la asignación de banderas de diferente color a las embarcaciones que vayan a realizar la actividad. Según el turno las banderas serán de diferente color, de esta forma en cada turno del día solo deberán estar presentes embarcaciones que tengan la bandera del color para ese turno. El horario de los turnos conforme a las previsiones, debería hacerse público cada mañana en un tablón cerca de la rampa del pueblo y las banderitas ser repartidas en las oficinas de CONANP.

5.4.1.3 Rutas para la visita al área.

Se propone el seguimiento de dos rutas diferentes a la hora de realizar la visita a la Sub-zona de Uso público Tiburón Ballena, con la finalidad de distribuir el esfuerzo turístico por toda el área, evitando que más de una embarcación incida sobre los mismos tiburones. Ambas rutas comienzan en el pueblo y recorren las mismas zonas dentro del área, pero con trayectorias opuestas. La longitud de ambas rutas es de 22 km aproximadamente (Figura 22).

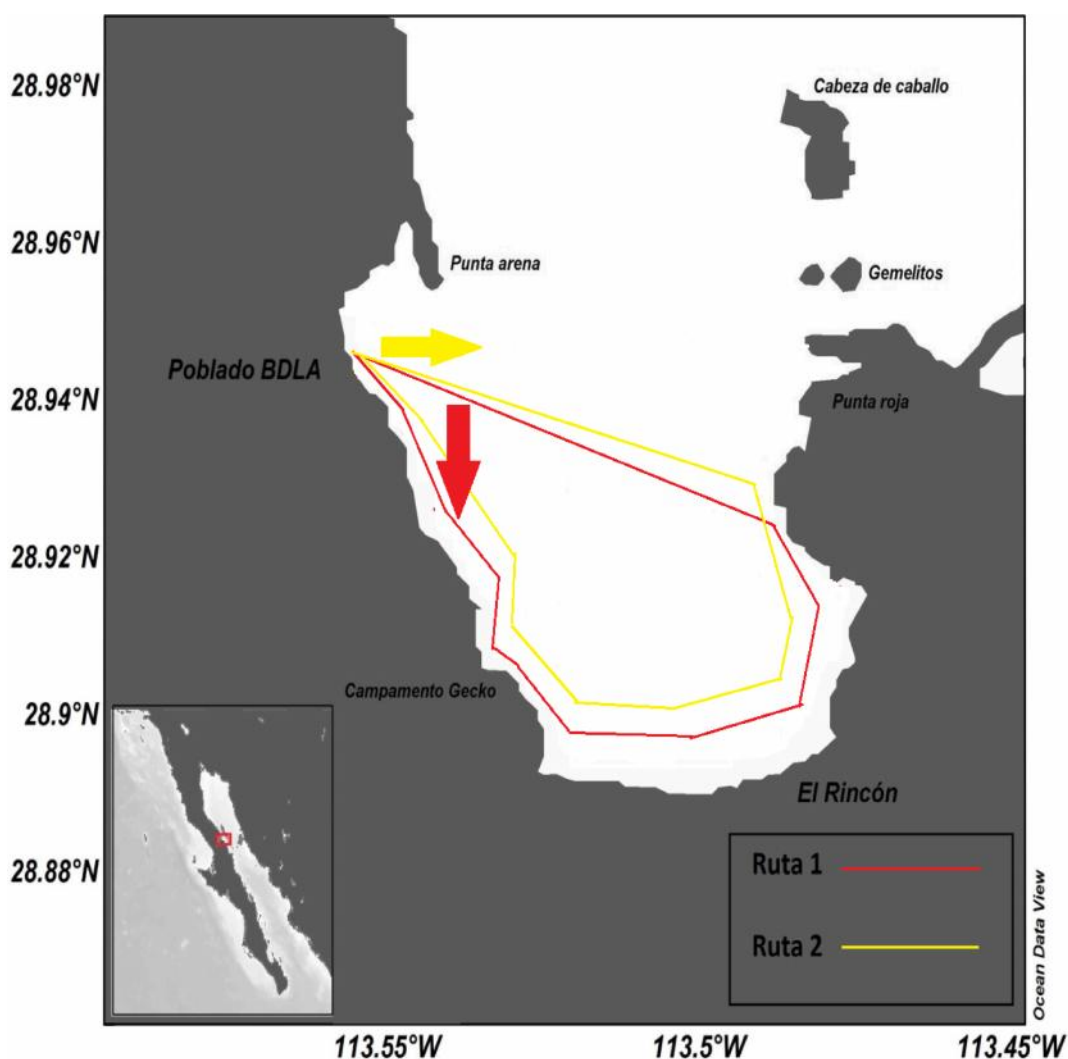


Figura 22: Rutas propuestas para las embarcaciones turísticas que lleven a cabo la actividad de avistamiento de tiburón ballena.

5.4.2 Medidas para la evaluación de su efectividad.

Se proponen cuatro indicadores los cuales ayudaran a evaluar la efectividad del manejo para la conservación de la especie en el área. Los indicadores propuestos cumplen con las características de un buen indicador del estado de conservación de un sitio (Tabla 14; SEMARNAT-CONANP, 2012) El estándar de manejo únicamente fue calculado para las lesiones y la tasa de avistamiento por hora de la especie (Tabla 14). Para el resto de indicadores propuestos, el estándar de manejo no pudo ser calculado por falta de información, sin embargo se proponen medidas para su obtención (Tabla 15).

Tabla 14: Indicadores propuestos para evaluar la efectividad de la CCT. Estándares de manejo propuestos para los indicadores (tasa de avistamientos/hora y lesiones) y las medidas para su evaluación en el tiempo.

Indicador	Estándar	Medidas para su evaluación en el tiempo
Tasa de Avistamientos/hora (AR)	Un valor promedio de avistamientos por hora para la temporada inferior a 1.74 (tasa de avistamientos mínima encontrada para las temporadas 2009-2012; (Figura 9)	Monitoreo de la especie y análisis de la tasa de avistamientos/hora (AR) para cada temporada.
Lesiones	Un número de tiburones ballena con lesiones recientes por encima del 20% del total de organismos para esa temporada	Monitoreo biológico de la especie y registro sistemático de las lesiones recientes presentes en los organismos.

Tabla 15: Propuesta de otros indicadores para evaluar la efectividad de la CCT y medidas para el cálculo de éstos y su estándar de manejo.

Indicador	Estándar (ejemplo)	Medidas para su cálculo
Tamaño de la población	Una disminución en el tamaño de la población por debajo del límite que se proponga como estándar de manejo	Estimación del tamaño poblacional por medio de la técnica de captura-recaptura mediante el modelo Jolly-Seber para poblaciones abiertas (Ramírez-Macías et al., 2013; Sosa-Nishizaki et al., 2012) Determinación del estándar de manejo por medio de una prueba estadística Chi cuadrado
Cambios en el comportamiento del tiburón ballena	Aumento del número de individuos que muestran un comportamiento evasivo durante la interacción con embarcaciones turísticas y nadadores	Registro del comportamiento de la especie durante la interacción con embarcaciones y nadadores. Adaptar la metodología propuesta por Quiros, (2007) y Pierce et al., (2010)

6. Discusión

6.1 Modelo de estimación del CCT

Todo destino turístico tiene diferentes etapas de desarrollo entre su descubrimiento hasta su consolidación. En todas las etapas se producen cambios en el número y tipo de visitantes, la escala y naturaleza de las presiones al medio natural, así como cambios en el entorno socio-cultural y económico del lugar de acogida (Duffus y Dearden, 1990). Dar seguimiento a estos cambios y adaptarse a ellos es la clave a la hora de elaborar o tomar medidas de manejo en un destino turístico, ya que un manejo que no sea adaptativo queda obsoleto frente a los cambios durante su desarrollo (Duffus y Dearden, 1990). Partiendo de esta premisa se construyó el modelo de estimación de la Capacidad de Carga Turística para la actividad de observación de tiburón ballena en Bahía de los Ángeles, el cual se plantea como una herramienta de manejo adaptativa. Los parámetros empleados para su cálculo se caracterizan por ser factibles de medir y cuantificar, permitiendo así que la CCT pueda ir adaptándose conforme se obtenga nueva información sobre la especie, se produzcan cambios en las reglas de uso del parque o cambios en la dinámica de la actividad de observación de tiburón ballena.

En Bahía de los Ángeles ha pasado una década desde el último diagnóstico de la actividad turística con tiburón ballena y de la especie (Rodríguez-Dowdell et al, 2003; Enríquez-Andrade et al., 2004; Ramírez-Pérez, 2004; Iñiguez-Hernández, 2004). Fue por ello imprescindible llevar a cabo un nuevo diagnóstico que nos permitiera tomar decisiones de manejo con base en criterios actuales (Cifuentes, 1992). El grupo de monitoreo PEJESAPO ha realizado esfuerzos de monitoreo en esta última década aportando la información necesaria para realizar la evaluación de la especie, que fue complementada con trabajo de campo para realizar la evaluación de la actividad turística actual.

La metodología propuesta por Cifuentes (1992) para el cálculo de la CCT no pudo aplicarse directamente a la actividad turística de avistamiento de tiburón ballena, pues no toma en cuenta la disponibilidad de los recursos en su formulación. El modelo propuesto por Cifuentes (1992) ha sido efectivo para ANP terrestres, donde las limitantes son el espacio físico, la administración de la reserva y otros factores ambientales, climáticos y sociales. El modelo numérico que propone el autor toma en cuenta algunos parámetros que se utilizaron en nuestro estudio como son el horario de visitas, el tiempo requerido por visita y las limitantes climáticas, sin embargo para el cálculo de CCT para la actividad de avistamiento con tiburón ballena se

definió una nueva metodología adaptada al área y que tomó en cuenta la abundancia de la especie como principal parámetro en su formulación.

Abundancia relativa

El éxito de la actividad turística con tiburón ballena depende directamente del avistamiento de la especie. Para que esto ocurra, los tiburones deben estar presentes en la superficie o a pocos metros de profundidad. Durante el monitoreo de la especie se registran únicamente a los organismos que se encuentran cerca de superficie o a pocos metros de profundidad, por lo que se consideró que la información aportada por los mismos nos ayudaría a elaborar esta herramienta para el manejo de la actividad turística.

En los últimos años, el monitoreo se realiza durante toda la temporada de tiburón ballena, desde que se avista el primer tiburón en el área, hasta que se avista el último tiburón. Generalmente tienen lugar cada dos o tres días y la duración de los recorridos es variable, dependiendo de las condiciones del clima, especialmente del viento.

En otros lugares del mundo el monitoreo se realizan de igual forma (Graham y Roberts, 2007; Fox et al., 2013) o mediante información obtenida por los prestadores de servicios turísticos y turistas, a través de bitácoras que rellenan al finalizar cada visita (Theberge y Dearden, 2006; Sleeman et al., 2010). En el caso de Isla Holbox (Quintana Roo) se han llevado a cabo censos aéreos, los cuales han mostrado ser la herramienta más eficaz a la hora de estimar la abundancia de la especie en un momento dado (De la Parra-Venegas et al., 2011).

En Bahía de los Ángeles la información de los avistamientos de la especie fue estandarizada calculando el índice de avistamientos por hora de esfuerzo de monitoreo (AR). El índice de abundancia relativa se consideró como el mejor estimador de la abundancia de la especie en el área, con base en la teoría de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) utilizado para pesquerías, la cual parte del supuesto de que a mayor CPUE mayor densidad del recurso (Stamatopoulos, 2002). Su cálculo se llevó a cabo para cada día de monitoreo tomando en cuenta el principio precautorio, de forma que solo se consideró el número de tiburones diferentes avistados y no el total de avistamientos por hora. De esta forma se evitó sobrestimar la abundancia de la especie, ya que otros estudios señalan que esta puede aumentar hasta en un 27.5% si se toman en cuenta el total de avistamientos diarios (Enríquez-Andrade et al., 2004).

La CCT se calculó de forma independiente para cada mes de la temporada debido a que el promedio de AR para las temporadas 2009-2012 mostró variaciones entre meses. Los valores más bajos de AR se presentaron el mes de junio, lo cual puede tener relación con que es el mes de llegada de los tiburones a la bahía. Agosto, octubre y noviembre presentaron valores mayores al resto de meses, lo cual coincide con lo reportado durante las temporadas 2001 a 2004, no obstante los valores promedio de AR para los meses de octubre y noviembre de las temporadas de estudio fueron mayores a los reportados para otras temporadas (Rodríguez-Dowdell et al., 2003; Enríquez-Andrade et al., 2004; Ramírez-Pérez, 2004; Iñiguez-Hernández, 2004).

La demanda de actividades con tiburón ballena ha ido en aumento en la última década. Para el 2001-2002 se registró un total de 402 turistas para 93 días de observación y 181 turistas en 34 días de observación respectivamente (Rodríguez-Dowdell et al.; 2003). Para 2004 se estimó que total de 288 turistas realizaron la actividad (Enríquez-Andrade et al., 2004). Para la temporada 2012 se registró un total de 492 turistas que realizaron actividad con tiburón ballena en 71 días de observación.

A pesar del incremento del número de turistas que realizaron actividades de observación de tiburón de la especie la abundancia relativa de tiburón ballena en BLA ha incrementado en la última época, por lo que podríamos sugerir que la presión turística no ha tenido un efecto negativo sobre la presencia de la especie en Bahía de los Ángeles.

Limitaciones del modelo

Los límites de carga para los meses de octubre y noviembre se estimaron sin tomar el factor de riesgo por viento, el cual afecta especialmente durante estos meses (Figura 4). En el caso de eventos de viento por encima de 5m/s a partir del mediodía, deberá ser tomado el valor del viento ($\ell = 3$) permitiéndose por lo tanto una única visita en la mañana con un máximo de 4 embarcaciones para ambos meses. Para los casos con vientos superiores a los >5m/s las actividades turísticas se cancelan para todo el día.

Otra de las limitaciones que presenta el presente modelo es que para su cálculo no se tuvo en cuenta el acceso libre al área para su cálculo. Durante 2001 se identificó que el 67% de la actividad se desarrolló a bordo de embarcaciones privadas propiedad de turistas o residentes temporales (Rodríguez-Dowdell et al., 2003). Para 2012 los resultados arrojaron que un 42% del total de la actividad turística se llevó a cabo a bordo de embarcaciones privadas. De no ser

resuelto este problema por la autoridad competente, la capacidad de carga estará siendo “absorbida” por la actividad turística libre, dejando un margen muy pequeño de aprovechamiento a los prestadores de servicio turísticos locales.

Otro de los factores a considerar en la estimación de la CCT que se presenta en este trabajo es, que para su cálculo, se consideró el escenario de mayor impacto, en el cual todas las embarcaciones de prestadores de servicios turísticos que visitan al área llevan el máximo número de turistas a bordo y todos realizan nado con el tiburón. Los resultados obtenidos para el 2012 mostraron que el promedio de turistas por embarcación fue de 3.9 ± 1.9 y que además los turistas no siempre realizaron nado con el tiburón, (Obs. personal y Com. personal de Prestadores de servicios turísticos). Sin embargo con fines de un manejo precautorio se calculó la CCT tomando en cuenta el escenario de mayor impacto.

Se debe tomar en consideración que la CCT solo se estimó para la sub-zona de uso público. En la temporada 2012 durante el mes de septiembre y 12 días del mes de octubre los tiburones no se vieron en esta área, por lo que la actividad turística se llevó a cabo en otras zonas de la bahía (La Gringa, Punta arenas y las islas) donde ocurrió el avistamiento de la especie. Este cambio pasajero en la distribución espacial de la especie, ya ha sido descrito para otras temporadas (Reportes PEJESAPO, 2011 y 2012). Se recomienda llevar a cabo el monitoreo de la especie en estas áreas durante esos meses e implementar herramientas de control turístico en estas zonas de la bahía, las cuales no están sujetas a reglas administrativas y normas para la realización de la actividad.

La capacidad de carga no tuvo en cuenta como limitante la capacidad de manejo de la reserva entendida ésta como "las condiciones que la administración necesita para poder cumplir cabalmente con sus funciones y objetivos" (Cifuentes, 1992). La evaluación de la capacidad de manejo se realiza teniendo en cuenta aspectos como infraestructura, personal, equipamiento, servicios y financiamiento (Cifuentes, 1992). El presente trabajo consideró para su cálculo, que la capacidad de manejo de la reserva cumple con los requerimientos necesarios para poder implementar los límites de carga turística sugeridos.

6.2 Conocimiento generado sobre la especie

Horario de avistamientos

El horario al que ocurrieron los avistamientos para las temporadas (2007-2012) concuerda con lo reportado para las temporadas 2001-2004 (Enríquez-Andrade et al., 2004; Iñiguez-Hernández, 2004). Sin embargo a diferencia de lo reportado por los autores en años previos, el índice de avistamiento para las temporadas 2007-2012 fue mayor a partir de las 14:00 horas con máximos entre las 16:00h y las 18:00 h, a excepción del mes de noviembre, en el que las horas de luz se reducen y por tanto el índice de avistamientos fue mayor entre las 11:00 y 14:00 horas (Figura 12).

Enríquez –Andrade et al., (2004) e Iñiguez-Hernández, (2004), sugieren que el aumento de la temperatura del agua, causada por la radiación solar más intensa a estas horas, pudiera causar una mayor estratificación de la columna de agua en Bahía de los Ángeles y por tanto una mayor acumulación de organismos planctónicos en los primeros metros, sin embargo el área donde se agregan los tiburones es muy somera (~20 metros de profundidad), por lo que no ocurre una estratificación. Sin embargo, otra hipótesis podría ser que el alimento se acumule en esta zona debido a las corrientes inducidas por el viento, facilitando que los organismos puedan alimentarse en esta área y sean más visibles durante la tarde debido a que la temperatura del agua es mayor. Con vista en los resultados y tomando en cuenta estas hipótesis, el presente trabajo sugiere que se realice actividad turística con la especie en turnos de visita vespertinos, ya que el éxito de avistar tiburones ballena podría ser igual o más exitoso que durante los turnos de visita matutinos.

Estructura poblacional

La proporción de sexos para los tiburones foto-identificados en Bahía de los Ángeles durante las temporadas 2007-2012 es similar a lo reportado para Bahía de la Paz, (Baja California Sur) con 69% machos, 23% hembras y 8% indeterminados (Ramírez-Macías et al, 2012), y lo reportado en otras partes de México como Isla Holbox (de la Parra Venegas et al., 2011; Ramírez-Macías et al., 2012) o en el norte del Golfo de México (Hoffmayer et al., 2005), Utila (Honduras) (Fox et al., 2013), Djibouti (Rowat et al., 2007), Belice (Graham & Roberts, 2007) y Australia (Taylor, 1994; Meekan et al., 2006; Norman y Stevens, 2007).

La estructura de tallas de los tiburones identificados en Bahía de los Ángeles, también es similar a lo reportado previamente para el área (2.5 a 8.5 m de LT) y para Bahía de la Paz (2 a 7 m de LT) con moda de 5 y 4 m de LT respectivamente (Ramírez-Macías et al., 2012). Asimismo también mostró similitud con lo reportado para Isla Holbox (Ramírez-Macías et al., 2013) y otros lugares del mundo, como es el caso del arrecife Ningaloo (Australia) con intervalos de 3 a 10 m de LT (Meekan et al. 2006), Belize con tallas entre los de 3 a 12.7 m de LT (Graham & Roberts, 2007) y Utila (Honduras) con la reciente aportación de una estructura de tallas entre 2 a 11 m de LT (Fox et al., 2013). Es importante señalar que la talla del animal es una estimación realizada en la mayoría de los casos desde la panga, ya sea por comparación visual con esta, o mediante el uso de cinta métrica, por lo que esta estimación puede tener errores de ± 50 cm (Holmberg et al., 2009 en Rowat y Brooks, 2012).

La población de bahía de los Ángeles, al igual que la agregación de Bahía de la Paz se compone en su mayoría por machos juveniles (<7 m de LT). Ramírez-Macías et al., (2012) han sugerido que ambos lugares son áreas de crianza secundarias de la especie, definidas estas como: regiones donde habitan los juveniles y no se encuentran adolescentes o adultos (Bass, 1978). Los resultados aquí obtenidos apoyan esta hipótesis, dado que la talla modal para los tiburones de Bahía de los Ángeles para las temporadas 2007-2012, fue de 4.5 a 5 m de LT (Figura 14), siendo menor que para el resto de áreas de agregación mencionadas a excepción de Djibuti (5 m de LT modal; Rowat et al., 2007).

Distribución espacial

La distribución espacial de los avistamientos no mostró diferencias con lo reportado para otras temporadas (Rodríguez-Dowdell et al., 2003; Enríquez-Andrade et al., 2004). Sin embargo en los últimos años han sido más numerosos los avistamientos cerca del poblado y punta arenas (Figura 11). Esta zona se caracteriza por un alto tránsito de embarcaciones dado que es donde se ubica la rampa pública y privada que da acceso a la mayoría de embarcaciones locales (Figura 16).

Con el fin de reducir el impacto producido por las embarcaciones a la especie en esta zona, se propone la colocación de boyas que cubra toda el área mencionada (Fig. 22). Las dimensiones actuales del área señalizada con boyas son de 9.74 km² y un perímetro de 19.10 km. El área propuesta tiene unas dimensiones de 20 km² y un perímetro de aproximadamente 32.6 km.

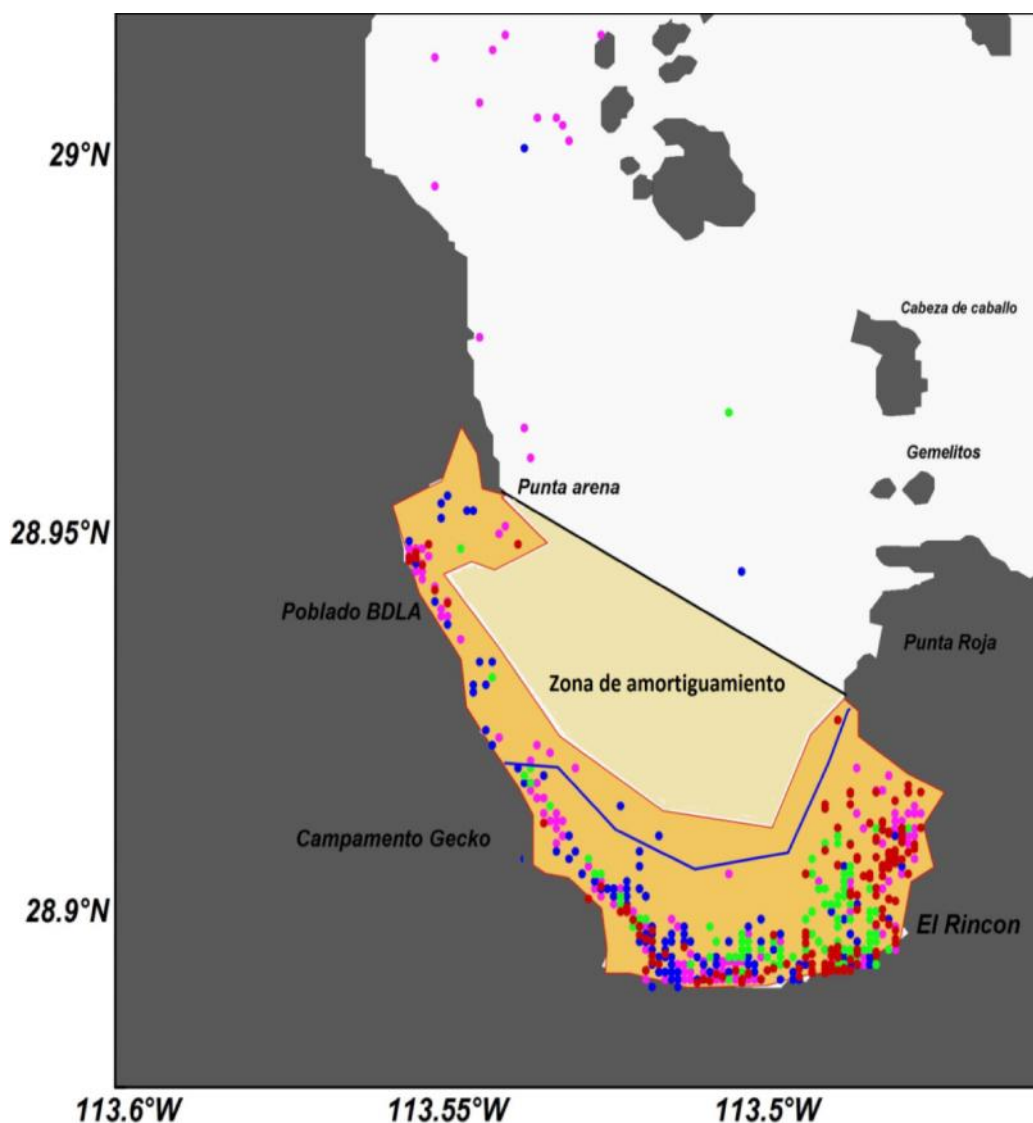


Figura 23: Ubicación actual de las boyas (línea azul) y propuesta de ampliación del área señalizada por boyas (naranja). Propuesta de zona de amortiguamiento para realizar tránsito, vigilancia y actividades turísticas de bajo impacto (marrón).

Para la temporada 2012 se registró que en total el 10% de embarcaciones que hicieron uso de la Sub-zona de Uso Público, no llevaron a cabo ninguna actividad en específico, utilizando el área únicamente para tránsito. Por lo general se trató de embarcaciones pertenecientes a turistas o residentes del rincón y campamentos aledaños, los cuales atraviesan el área en sus embarcaciones con dirección al pueblo. Para su entrada al área utilizan los accesos libres que ellos mismos construyen en la playa (Figura 16).

Con la idea de reducir el tráfico de embarcaciones dentro del área de tiburón ballena, se propone que las embarcaciones que únicamente vayan a realizar tránsito, lo hagan por fuera de

la zona señalizada con boyas, dirigiéndose a lo que se propone como “zona de amortiguamiento” (Figura 22). Para la implementación de esta estrategia se recomienda informar a los residentes del área y turistas mediante panfletos y carteles informativos en todos los accesos libres identificados donde se especifique cual es el área por donde deben transitar con la finalidad de causar un menor disturbio a la especie y evitar de esta forma también que se lleve a cabo actividad turística a bordo de embarcaciones no autorizadas para ello (Anexo 4).

6.3 Medidas para su evaluación e implementación

Medidas para su implementación

Se recomienda para la aplicación de la CCT cambiar la estrategia actual de uso del área, de forma que la actividad se organice en función de los límites de carga turística estimados y no del número de permisos otorgados. Esta estrategia concuerda con los resultados del estudio de Rodríguez-Dowdell et al., (2007) en donde ellos mencionan que de los 3 escenarios posibles para la organización del turismo con tiburón ballena (permisos, concesiones o acceso libre), las concesiones para la explotación del recurso son la mejor opción de manejo de la actividad, siendo el escenario más eficiente, equitativo y con menos costes de transacción. Una buena estrategia para llevar esto a cabo es otorgar concesiones a todos los prestadores de servicios de la comunidad para que puedan realizar el aprovechamiento turístico cumpliendo con los límites sugeridos por la CCT.

Los resultados de las entrevistas a prestadores de servicios turísticos y los registros de embarcaciones durante el 2012 revelan que, la actividad de observación de tiburón ballena se realiza generalmente en las primeras horas de la mañana. Durante los meses de julio y agosto, la demanda turística es mayor por lo que son más comunes las visitas vespertinas al área.

Una de las decisiones para la implementación de la CCT fue que la actividad debería ser desarrollara durante todo el día, dependiendo de las horas de luz, dado a la presencia de la especie en el área a lo largo del día (Figura 12). Para ello se sugirió la estrategia de turnos de visita de 3 horas de duración y con horarios variable dependiendo del mes, que permitieran el aprovechamiento sustentable del recurso a lo largo del día (Tabla 9).

Se desconoce la respuesta que pueda tener el tiburón ballena ante la presencia de un mayor número de embarcaciones en horario vespertino. Esto podría causar cambios en su comportamiento alimentario ya que el índice de avistamientos por la tarde es mayor, lo cual

pareciera estar relacionado con la mayor abundancia de alimento a esas horas del día. Sin embargo, ante la falta de información se sugirió realizar la actividad en turnos con la finalidad de a) repartir el esfuerzo turístico a lo largo del día; b) reducir la presión turística sobre los mismos tiburones y c) mejorar la calidad de la visita turística.

Indicadores de la efectividad de manejo

El tiburón ballena ha mostrado tener una rápida capacidad de recuperación de sus lesiones, desapareciendo estas de una temporada a la siguiente (Norman 1999). Tomando en cuenta esto, se analizaron únicamente aquellas lesiones, tanto abrasiones como laceraciones, que fueron recientes (G1).

Se consideró el porcentaje de animales lesionados como el indicador más directo de impacto por las embarcaciones. Los resultados del análisis de lesiones (G1) mostraron una disminución en las laceraciones a partir del 2009 (Figura 15). En 2009 se colocaron por primera vez las boyas de señalización del área, a partir de las cuales las embarcaciones deben cumplir con el límite de velocidad establecido (< 3 nudos). La reducción de las laceraciones podría ser un indicativo de la eficacia de esta medida de manejo, sin embargo las abrasiones mostraron un aumento desde 2009. Este resultado se podría explicar debido a que el monitoreo en los últimos años estuvo más enfocado en el registro de todo tipo de lesiones, no solo las laceraciones, lo cual explicaría que se identificaron más tiburones con este tipo de lesiones (Com.personal PEJESAPO).

Para Bahía de los Ángeles se estableció como estándar de manejo el 20% de lesiones presentes en los tiburones por temporada, si al finalizar una temporada el número de lesiones recientes supera este porcentaje, se deberán tomar medidas de manejo más restrictivas para el área.

Los indicadores de impacto como son el tamaño de la población o los cambios en el comportamiento del tiburón ballena, requieren ser evaluados a largo plazo para poder emitir estándares de manejo. Para el caso de las lesiones y la tasa de avistamientos por hora (AR) su evaluación puede ser anual, lo cual nos permite detectar cambios a corto plazo en las poblaciones.

El estándar propuesto para la tasa de avistamientos por hora es de 1.74 avis/hora en promedio para la temporada. Valores menores a este deberán ser interpretados con cautela antes de

realizar cambios en las medidas de manejo, dado que las variaciones en la tasa de avistamientos/hora de la especie pueden estar sujetas a variaciones naturales como son:

-Cambios locales en la abundancia y distribución del alimento.

Según lo reportado por diversos autores para Bahía de los Ángeles (García-García, 2002, Nelson y Eckert, 2007; Lavaniegos et al., 2012) noviembre fue el mes que presentó una mayor abundancia de copépodos, por lo general del género *Acartia* (Lavaniegos et al., 2012, Hernández-Nava y Álvarez-Borrego., 2013) presa preferencial del tiburón ballena (Paloma García, 1996; Clark y Nelson, 1997; Hacoheh-Domené, 2004; Lavaniegos et al., 2012; Hernández-Nava y Álvarez-Borrego., 2013), mostrándose por tanto una relación directa entre la abundancia de tiburón ballena y la biomasa de copépodos en la bahía (Hernández-Nava y Álvarez-Borrego., 2013).

Por otra parte durante el mes de Septiembre y en algunos años también octubre no hubo avistamientos de la especie en el Rincón, sin embargo los avistamientos fueron más abundantes en otras zonas de la bahía. Se sugiere que estos cambios en la distribución de la especie dentro de la bahía, podrían deberse a cambios en la alimentación ante la presencia de presas de mayor tamaño como sardina y anchoveta (Com.personal PEJESAPO). Este tipo de comportamiento se ha reportado en otras partes del mundo donde ocurren agregaciones de tiburón ballena (Taylor 1994 y 1996; Colman, 1997; Wilson et al 2001; Duffy, 2002; Graham

y Roberts 2007). El caso más destacado ocurre en el Caribe mexicano donde la especie se agrega cerca de Isla Holbox, pero en una cierta época, se aleja de esta zona para agregarse en aguas más oceánicas donde se alimenta de los huevos del túbido (*Euthynus alleteratus*; Remolina-Suárez et al., 2011).

-Cambios oceanográficos a diferente escala.

El rango óptimo de temperatura reportado para la especie es de 18 - 30°C. Estudios anteriores mencionan que cambios en su abundancia relativa mensual puede estar relacionados con la temperatura del agua sobre todo al principio y final de la temporada (Rodríguez-Dowdell et al., 2003).

Otros autores han sugerido que existe una relación entre fenómenos ENSO y la abundancia de tiburón ballena. Para el caso de Bahía de la paz se evidenció un aumento del número de

tiburones avistados durante los años Niña (Ketchum et al., 2013 ; Wilson et al., 2001). El 2009 fue un año Niña, sin embargo no se reportaron anomalías en las propiedades físicas del agua (temperatura y salinidad) ni en la comunidad de zooplancton en Bahía de los Ángeles (Hernández-Nava et al., 2013). El 2010 fue un año Niño, la abundancia relativa de la especie para ese año presentó valores superiores al resto las temporadas de estudio. Este resultado no concuerda con lo sugerido por Ketchum et al., 2013 y Wilson et al., 2001 sin embargo, autores como Tershy et al., 1991, mencionan que la región de las grandes islas y en particular en el Canal de Ballenas pudiera servir como un refugio, presentando una alta productividad y abundantes presas durante eventos El Niño.

-Vientos y circulación marina en la bahía.

Los vientos influyen directamente en la dinámica de la bahía (Amador –Buenrostro et al., 1991). En los meses de octubre y noviembre predominan los vientos de componente norte, noroeste y oeste (Figura 4). Estos vientos generan un flujo con dirección al suroeste que viaja paralelo a la costa y se extiende hasta el Rincón, lo que podría relacionarse con la mayor abundancia de zooplancton en la zona sur de la bahía y por ende una mayor abundancia relativa de la especie en esos meses. Tomando en cuenta lo anterior, podemos inferir que el viento además de impedir el desarrollo de actividades turísticas cuando sobrepasa los 5m/s de velocidad también podría ser el causante de cambios pasajeros de la abundancia de la especie en el área.

-Presencia de depredadores en la Bahía.

Los tiburones de bahía de los Ángeles no presentan marcas de mordidas que sugieran la presencia de predadores, sin embargo, en 1992 se registró la muerte de un tiburón ballena que sufrió el ataque de un grupo de orcas (O’Sullivan, 2000). La presencia de este u otros depredadores podría estar condicionando la distribución o abundancia de la especie en determinadas épocas.

-Otros

Aunque no se trate de un factor natural, cabe destacar que en los últimos años el grupo PEJESAPO se ha percatado que la presencia de veleros fondeados en el área parece relacionarse con los días de menor avistamiento de la especie (Com. personal PEJESAPO). Han observado casos donde los veleros vierten sus residuos al mar, algunos de ellos mezclados

con productos químicos. Estos químicos podrían estar afectando a los productores primarios y por ende al alimento del tiburón ballena. En 2012 del total de embarcaciones observadas, el 11% fueron veleros que se fondearon en el área de tiburón ballena, lo cual no está permitido en el área según se establece en el programa de manejo (Anexo 4).

No hay que olvidar que el tiburón ballena es una especie altamente migratoria, que requiere de regulaciones nacionales e internacionales para la conservación. Es importante con fines a de conservación, que los estudios de Capacidad de Carga Turística y su aplicación, se lleven a cabo en todas las áreas donde se desarrolle el ecoturismo con la especie.

Los resultados de este trabajo muestran que el tiempo de permanencia de los tiburones en Bahía de los Ángeles durante la temporada de agregación es de uno a dos meses en la mayoría de los casos (Tabla 5), lo cual nos daría una idea de que se trata de organismos transeúntes. Algunos organismos si se han observado por más tiempo en la bahía (~5 meses; Tabla 5) y algunos de ellos (30%) han sido avistados en la bahía en más de una temporada, mostrando fidelidad a la misma.

La conectividad entre áreas de México como son el Golfo de California (Bahía de los Ángeles-Bahía de la Paz), las Islas Revillagigedo y las zonas aledañas en las costas del Pacífico (Nayarit-Isla Espíritu y Banco Gorda) es cada vez mayor (Ramírez-Macías et al.,2012, Abraham Vázquez com. personal, Deni-Ramírez Com. personal), tomando en cuenta esto y lo mencionado anteriormente para Bahía de los Ángeles, se refuerza la idea de que es importante llevar a cabo esfuerzos conjuntos de conservación de la especie, principalmente en estas áreas de agregación.

Finalmente debemos recordar que el modelo de estimación de la capacidad de carga y las estrategias para su implementación, manejo y evaluación son únicamente propuestas diseñadas para fortalecer el manejo turístico y coadyuvar en la protección de la especie en Bahía de los Ángeles, sin embargo su aplicación dependerá de la aprobación de los prestadores de servicios de la comunidad de Bahía de los Ángeles y la autorización de la autoridad federal competente.

7. Conclusiones

1. El modelo de Capacidad de Carga Turística (CCT) propuesto utiliza, como parámetro principal para su cálculo, la abundancia de la especie en área de uso turístico (calculada como el número de tiburones avistados por hora).
2. La CCT fue diferente para cada mes de la temporada, con una variación de 4 a 12 embarcaciones al día, con máximo número de embarcaciones en el mes de agosto y mínima en el mes de junio.
3. El modelo de estimación de CCT propuesto es una herramienta de manejo adaptativa, construida a partir de los parámetros que se han cuantificado hasta ahora. La CCT podrá variar conforme se produzcan cambios en los parámetros o se disponga de nueva información.
4. Las rutas de navegación turística, turnos de visita, una posible ampliación de la zona de boyas y el uso de un área de amortiguamiento son estrategias útiles para reducir el impacto turístico y mejorar la calidad de la visita.
5. La aplicación de la CCT requiere del compromiso de los manejadores de la reserva y requiere que las autoridades responsables de la vigilancia e inspección del área hagan cumplir los límites de carga turística sugeridos, así como el cumplimiento de las medidas de manejo propuestas para su implementación.
6. Para evaluar la efectividad de la CCT como herramienta de manejo turístico en las actividades con tiburón ballena, se propusieron indicadores y estándares de manejo como son las lesiones y la tasa de avistamientos.

Referencias bibliográficas

- Acevedo-Ejzman, M. (1997). Determinación de la capacidad de carga turística en dos sitios de visita del Refugio de Vida Silvestre La Marta e identificación de su punto de equilibrio financiero. Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología San Jose (Costa Rica) pp. 69.
- Amador-Buenrostro, A., Serrano Guzmán, S.J., y Argote Espinoza, M.L. (1991). Modelo numérico de la circulación inducida por el viento en Bahía de Los Ángeles, B.C., México. *Ciencias Marinas*, 17 (3), 38 – 57.
- Álvarez Borrego, S. (2008). Oceanografía de la región de las grandes islas. En: Danemann G. D., y E. Ezcurra (Eds.). *Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad* (pp.45-66). Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), Pronatura Noroeste A.C., San Diego Natural History Museum, México D. F.
- Álvarez-Castillo Cárdenas, P.A. (2012). Capacidad de Carga de Buceo del Parque Nacional cabo Pulmo. *Tesis de Maestría*. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Beckley, L. E., Cliff, G., Smale, M. J., y Compagno, L. J. (1997). Recent strandings and sightings of whale sharks in South Africa. *Environmental Biology of Fishes*, 50(3), 343-348.
- Bernard, H.R. (2006). Research Methods in Anthropology, qualitative and quantitative approaches. Altamira Press, pp. 210-251.
- Borrell, A., Aguilar, M., Gazo, M. (2011). Stable isotope profiles in whale shark (*Rhincodon typus*) suggest segregation and dissimilarities in the diet depending on sex and size. *Environmental Biology of Fishes*, 92(4), 559–567.
- Cavazos, T. (2008). Clima. En: Danemann G. D. y E. Ezcurra (Eds.). *Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad*. (pp. 67-90) Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), Pronatura Noroeste A.C., San Diego Natural History Museum, México D. F.
- Cárdenas-Torres, N., Enríquez-Andrade, R., y Rodríguez-Dowdell, N. (2007). Community-based management through ecotourism in Bahía de Los Ángeles, México. *Fisheries Research*, 84 (1), 114–118.
- Catlin, J y Jones, R. (2011). Revisiting Duffus and Dearden's wildlife tourism framework. *Biological Conservation*, 144 (5), 1537–1544.
- Casillas-López, B y Danemann, G.D. (2008). Servicios turísticos En: Danemann G. D. y E. Ezcurra (Eds.). *Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad* (pp. 657- 678). Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), Pronatura Noroeste A.C., San Diego Natural History Museum, México D. F.

- Cisneros-Montemayor, A.M., Barnes-Mauthem, M., Al- Abdulrazzake, A., Navarro-Holm y Rashidsumalia, U. (2013). Global economic value of shark ecotourism: implications for conservation. *Fauna & Flora International, Oryx*, 1–8
doi:10.1017/S0030605312001718
- CITES. (2002). Inclusion of the whale shark (*Rhincodon typus*) in Appendix II of CITES. Recuperado de: <http://www.cites.org/eng/cop/12/prop/E12-P35.pdf>.
- Casillas-López, B., y Danemann, G.D. (2008). Servicios turísticos En: Danemann G. D. y E. Ezcurra (eds.). *Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad* (pp.657-678) Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), Pronatura Noroeste A.C., San Diego Natural History Museum, México D. F.
- Cifuentes M. (1992). Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas protegidas. Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). Serie técnica, Informe Técnico No.194. Turrialba, Costa Rica.
- Clark, E., y Nelson, D. (1997). Young whale sharks, *Rhincodon typus*, feeding on a copepod bloom near La Paz, Mexico. *Environmental Biology of Fishes*, 50(1), 63–73 pp.
- Dearden, P., K.N., Topelko, y J. Ziegler. (2008). Tourist interactions with sharks. En: Highman, J. and Lück M. (Eds.) *Marine wildlife and tourism management* (pp 66-90) CABI, Wallingford, UK.
- DOF. (2007). Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de reserva de la biosfera, la zona marina conocida como Bahía de los Ángeles, Canales de Ballenas y de Salsipuedes, comprendiendo la zona federal marítimo terrestre correspondiente a la porción de la costa oriental de la península de Baja California, ubicada frente al Municipio de Ensenada, en el Estado de Baja California. SEMARNAT. Diario Oficial de la Federación 5 de junio 2007.
- DOF. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. SEMARNAT. Diario Oficial de la Federación
- DOF. (2007). Norma Oficial mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas: Especificaciones para su aprovechamiento. SAGARPA. Diario Oficial de la Federación
- DOF. (1981). Ley Federal de Derechos. SEMARNAT. Última reforma 4 de septiembre de 2012
- DOF. (2013). Acuerdo por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del área natural protegida con la categoría de Reserva de la Biosfera la zona marina conocida como Bahía de los Ángeles, canales de Ballenas y de Salsipuedes. SEMARNAT. Diario Oficial de la Federación 5 noviembre 2013.
- Duffus, D.A y Dearden P. (1990). Non-consumptive wildlife-orientated recreation: A conceptual framework. *Biological Conservation*, 53(1), 213-31.

- Duffy C. A. J. (2002). Distribution, seasonality, lengths, and feeding behavior of whale sharks (*Rhincodon typus*) observed in New Zealand waters. *New Zealand of Marine Freshwater Research*, 36 (1), 565-570 pp.
- De la Parra-Venegas, R., Hueter, R., González-Cano, J., Tyminski, J., Gregorio-Remolina, J., Maslanka, M., y Dove, A. (2011). An Unprecedented Aggregation of Whale Sharks, *Rhincodon typus*, in Mexican Coastal Waters of the Caribbean Sea. *PLoS ONE*, 6(4), doi:10.1371/journal.pone.0018994.
- Delgadillo-Hinojosa, F., Gaxiola-Castro, G., Segovia-Zavala, J. A., Muñoz-Barbosa, A., & Orozco-Borbón, M. V. (1997). The effect of vertical mixing on primary production in a bay of the Gulf of California. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 45(1), 135-148.
- Van Tienhoven, A.M., den Hartog, J.E., Reijns, R, Peddemors, V.M . (2007). A computer-aided program for patternmatching of natural marks of the spotted ragged-tooth shark *Carcharias taurus*. *Journal of Applied Ecology*, 44(2) 273–280.
- Lorente, P. E. (2001). La capacidad de carga turística. Aspectos conceptuales y normas de aplicación. *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, 2, p.11.
- Enríquez-Andrade, R., Rodríguez-Dowdell, N., Zavala-González, A., Cárdenas-Torres, N., Vázquez-Haikin, A., y Godínez-Reyes, C. (2003). Informe Técnico del proyecto “Conservación y Aprovechamiento Sustentable del Tiburón ballena a través del ecoturismo en Bahía de los Ángeles, Baja California. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Dirección Regional en Baja California del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California.
- Fox, S., Foisy, I., De La Parra-Venegas, R., Galván -Pastoriza, B.E., Graham, R.T., Hoffmayer E.R., Holmberg, J y Pierce, S.J. (2013). Population structure and residency of whale sharks *Rhincodon typus* at Utila, Bay Islands, Honduras. *Journal of Fish Biology*, 83(3) 574–587, doi:10.1111/jfb.12195.
- García-García, B.M. (2002). Relación entre la biomasa zoopláctonica y los avistamientos de tiburón ballena (*Rhincodon typus*, Smith, 1828) en Bahía de los Ángeles, B.C., México. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México.
- Colman, G. J. C. (1997). A review of the biology and ecology of the whale shark. *Journal of Fish Biology*, 51(8) 1219–1234.
- Hacohen-domen, A., Galv, F. y Ketchum-Mejia, J. (2006). Abundance of whale shark (*Rhincodon typus*) preferred prey species in the southern Gulf of California. *Cybiuim*, 30(4), 99-102.
- Hernández-Nava, M. F y Álvarez-Borrego, S. (2013). Zooplankton en una área de alimentación del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en Bahía de los Ángeles (Golfo de California). *Hidrobiológica*, 23 (2), 198-209.
- Heyman, W.D., Graham, T.R., Kjerfve, B., Johannes, R.E. (2001). Whale sharks *Rhincodon typus* aggregate to feed on fish spawn in Belize. *Marine Ecology Progress Series*, 215, 275–282.

- Holmberg, J., Norman, B. y Arzoumanian, Z. (2009). Estimating population size, structure, and residency time for whale sharks, *Rhincodon typus*, through collaborative photo-identification. *Endangered Species Research*, 7, 39–53.
- Hoffmayer, E. R. (2007). Observations of a feeding aggregation of whale sharks, *Rhincodon typus*, in the north central gulf of Mexico. *Gulf and Caribbean Research*, 19(2), 69-73.
- Hueter R.E., Tyminski J.P., De la Parra. R. (2013). Horizontal Movements, Migration Patterns, and Population Structure of Whale Sharks in the Gulf of Mexico and Northwestern Caribbean Sea. *Plos ONE*, 8(8): e71883. doi:10.1371/journal.pone.0071883.
- Iñiguez-Hernández, L. (2004). Análisis de distribución y tamaño de las congregaciones de tiburón ballena *Rhincodon typus* durante la temporada 2003 en Bahía de los Ángeles, B.C. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California.
- Joung, S.J., Chen, C.T., Clark, E., Uchida, S., Huang, W.Y. (1996). The whale shark, *Rhincodon typus*, is a livebearer: 300 embryos found in one ‘megamamma’ supreme. *Environmental Biology of Fishes*, 46(3), 219-223.
- Ketchum, J.T., Galván-Magaña F., Klimley A.P. (2013). Segregation and foraging ecology of whale sharks, *Rhincodon typus*, in the southwestern Gulf of California. *Environmental Biological Fishes*, 96(6), 779-795.
- López-Bonilla, J.M., y López-Bonilla, L.M. (2008). La capacidad de carga turística: Revisión crítica de un instrumento de medida de sostenibilidad. El periplo sustentable. Universidad Autónoma del estado de México, 5, 123-150.
- Mau, R. (2008). Managing for Conservation and Recreation : The Ningaloo Whale Shark Experience. *Journal of Ecotourism*, 7 (2-3), 213-225.
- Meekan, M.G., Bradshaw, C. J. A., Press, M., McLean, C., Richards, A., Quaschnick, S., y Taylor, J. G. (2006). Population size and structure of whale sharks *Rhincodon typus* at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 319, 275–285.
- Mitraud, S. (1998). Projeto de Desenvolvimento de Tilhas Interpretativas do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha-PE. Actividade 3: Determinacao da Capacidade de Carga e Sistema de Monitoramento de Impacto de Visitacao, Velatorio Técnico 2 Convenio IBAMA-WWF No.006.97, Brazil.
- Nelson, J. D., y Eckert, S. A. (2007). Foraging ecology of whale sharks (*Rhincodon typus*) within Bahía de Los Ángeles, Baja California Norte, México. *Fisheries Research*, 84(1), 47–64.
- Norman, B. M. (1999). Aspects of the biology and ecotourism industry of the whale shark (*Rhincodon typus*) in north-western Australia. *Tesis doctoral*. Universidad de Murdoch.
- Norman B. y Catlin, J. (2007). Economic Importance of Conserving Whale Sharks. Report for the International Fund for Animal Welfare, Sydney, Australia, pp.18.

- Norman, B.M. y Stevens J.D. (2007). Size and maturity status of the whale shark (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef in Western Australia. *Fish Research*, 84(1), 81–86.
- Lavaniegos, B.E., Heckel, G. y Ladrón de Guevara, P.P. (2012). Variabilidad estacional de copépodos y cladóceros de Bahía de los Ángeles (Golfo de California) e importancia de *Acartia Clausi* como alimento del tiburón ballena. *Ciencias Marinas*, 38(1A), 11-30.
- O'Sullivan, J.B. (2000). A fatal attack on a whale shark *Rhincodon typus* by killer whales *Orcinus orca* off Bahía de los Angeles, Baja California. Abstracts of the American Elasmobranch Society 16th Annual Meeting, La Paz, Mexico, pp.282 .
- Pierce, S.J., Mendez-Jiménez, A., Collins, K., Rosero-Caicedo, M., y Monadjem, A. (2010). Developing a Code of Conduct for whale sharks interactions in Mozambique. *Aquatic Conservation and Freshwaters Ecosystems*, 20(7), 782-788
- Quinn, G.P y Keough, M.J., (2002). Experimental Design and Data Analysis for Biologist. Primera edición. Cambridge University press, pp.523.
- Quiros, A. (2005). Whale shark "ecotourism" in the Philippines and Belize: evaluating conservation and community benefits. *Tropical Resources: Bulletin of the Yale Tropical Resources Institute*, 24, pp.42-48.
- Quiros, A. L. (2007). Tourist compliance to a Code of Conduct and the resulting effects on whale shark (*Rhincodon typus*) behavior in Donsol, Philippines. *Fisheries Research*, 84(1), 102–108.
- Ramírez-Macías, D., Vázquez-Juárez, R., Galván-Magaña, F., y Munguía-Vega, A. (2007). Variations of the mitochondrial control region sequence in whale sharks (*Rhincodon typus*) from the Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research*, 84(1), 87–95.
- Ramírez-Macías D. (2011). Estructura genética del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) a escala global (Pacífico, Índico y Atlántico) y estimación de abundancia en Isla Holbox y el Golfo de California. *Tesis Doctoral*. Centro de investigaciones biológicas del noroeste, La Paz, México.
- Ramírez-Macías, D., Vázquez Haikin, A., y Vázquez Juárez, R. (2012a). Whale shark *Rhincodon typus* populations along the west coast of the Gulf of California and implications for management. *Endangered Species Research*, 18(2), 115–128.
- Ramírez-Macías, D., Meekan, M., de la Parra-Venegas, R., Remolina-Suárez, F., Trigo-Mendoza, M., y Vázquez-Juárez. (2012b). Patterns in composition, abundance and scarring of whale sharks *Rhincodon typus* near Holbox Island, Mexico. *Journal of Fish Biology*, 80(5), 1401–1416.
- Ramírez-Pérez, Massyel-Soledad. (2011). Estimaciones de la abundancia y distribución de tiburón ballena en Bahía de los Ángeles Baja California. *Tesis de Maestría*. Universidad Autónoma de Baja California.
- Ríos-Jara. E., Galván-Villa, C.M., Rodríguez-Zaragoza, F.A., Lopez Uriarte. E., y Muñoz-Fernández, V.T. (2013). The Tourism Carrying Capacity of Underwater Trails in Isabel Island National Park, México. *Environmental Management*, 52(2), 335–347.

- Rodríguez-Villalobos, J. (1992). *Determinación de Capacidad de Carga Turística para el Parque Nacional Manuel Antonio*. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba (Costa Rica).
- Rodríguez-Dowdell, N., Enríquez -Andrade, R., Cárdenas Torres, N., Zavala-González, A., Vázquez Haikin, A., y Godínez Reyes, C. (2003). Propuesta de Programa de Manejo de Tiburón ballena (*Rhincodon typus*) con referencia específica a Bahía de los Ángeles, Baja California. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Dirección Regional en Baja California del Área de Protección de Flora y Fauna, Islas del Golfo de California.
- Rodríguez-Dowdell, N., Enríquez-Andrade, R., y Cárdenas-Torres, N. (2007). Property rights-based management: Whale shark ecotourism in Bahia de Los Angeles, Mexico. *Fisheries Research*, 84(1), 119–127.
- Rowat, D. (2007). Occurrence of whale shark (*Rhincodon typus*) in the Indian Ocean: A case for regional conservation. *Fisheries Research*, 84(1), 96–101.
- Rowat, D., Meekan, M. G., Engelhardt, U., Pardigon, B., y Vely, M. (2006). Aggregations of juvenile whale sharks (*Rhincodon typus*) in the Gulf of Tadjoura, Djibouti. *Environmental Biology of Fishes*, 80(4), 465–472.
- Segrado, R., Palafox Muñoz, A., Arroyo, L. (2008). Medición de la capacidad de carga turística de Cozumel. *El periplo sustentable*, 13, 33–61.
- Sosa-Nishizaki, O., Morales-Bojorquez, E., Nasby-Lucas, E., Oñate-González, E.C., y Domeier, M. L. (2012). Problems with photo Identification as a Method of estimating abundance of White Sharks, *Carcharodon carcharias*. An Example from Guadalupe Island, Mexico. En: Michael Domeier (Ed), *Perspectives on the Biology and Life History of the White shark* (pp 393- 405), CRC Press, USA.
- Sleeman, J. C., Meekan, M.G., Fitzpatrick, B.J., Steinberg, C.R., Ancel, R.C., y Bradshaw J.A. (2010). Oceanographic and atmospheric phenomena influence the abundance of whale sharks at Ningaloo Reef, Western Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 382(2), 77–81.
- Speed, C.W., Meekan, M.G., Rowat, D., Pierce, S.J., Marshall, A.D. y Bradshaw, C.J.A. (2008). Scarring patterns and relative mortality rates of Indian Ocean whale sharks. *Journal of Fish Biology*, 72(6), 1488–1503.
- Stevens, J. D. (2007). Whale shark (*Rhincodon typus*) biology and ecology: A review of the primary literature. *Fisheries Research*, 84(1), 4–9.
- Norman, J.B y Stevens, J.D. (2007). Size and maturity status of the whale shark (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef in Western Australia. *Fisheries Research*, 84(1), 81–86.
- Stankey, G.H., Cole, D.N., Lucas, R.C., Petersen, M.E. y Frissell, S.S. (1985). The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning. USDA Forest Service. Intermountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Internal Report – 176, Ogden Utah, pp.37.

- Stamatopoulos, C. (2002). Sample-based fishery surveys. A technical handbook. *FAO Fisheries Technical Paper*.
- Schmidt, J., Chien-Chi, C., Sheikh, S., Meekan, M., Norman, y B., Joung, S.J. (2010). Paternity analysis in a litter of whale shark embryos. *Endangered Species Research*, 12(2), 117-124.
- Taylor, J.G. (1994). Whale sharks, the giants of Ningaloo Reef. Angus y Robertson. Sydney, p.176 .
- Tershy, B. R., Bréese, D., y Álvarez-Borrego, S. (1991). Increase in cetacean and seabird numbers in the Canal de Ballenas during an El Niño-Southern Oscillation event. *Marine ecology progress series*, 69(3), 299-302.
- Theberge, M. M. y Dearden, P. (2006). Detecting a decline in whale shark *Rhincodon typus* sightings in the Andaman Sea, Thailand, using ecotourist operator-collected data. *Oryx*, 40(3), 337-342.
- Watson, G. L., y Kopachevsky, J. (1996). Tourist Canying Capacity: A critical look at the discursive dimension. *Progress in Tourism and Hospitalíty Research*, 2(2), 169-179.
- Wilson, S. G., Polovina, J. J., Stewart, B. S., y Meekan, M. G. (2005). Movements of whale sharks (*Rhincodon typus*) tagged at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine Biology*, 148(5), 1157–1166.
- Wilson, S.G., Taylor, J.G., y Pearce, A.F. (2001). The seasonal aggregation of whale sharks at Ningaloo Reef, Western Australia: currents, migrations and the El Nino Southern Oscillation. *Environmental Biology of Fishes*, 61(4), 1–11.

Anexo 1: *Biología, ecología y estatus de conservación del tiburón ballena (*Rhincodon typus*)*

De las treinta especies diferentes de tiburones y rayas pelágicos que existen en el planeta (Dulvy et al., 2008) tan solo 3 especies de tiburones son filtradoras, el tiburón bocón (*Megachasma pelagios*), el tiburón peregrino (*Cetorhynchus maximus*) y el tiburón ballena (*Rhincodon typus*; Compagno, 1984), éste último descrito por primera vez por Andrew Smith en 1828.

Taxonomía y Morfología

Sistemáticamente el tiburón peregrino y bocón pertenecen a la familia *Lamniformes*, mientras que el tiburón ballena es el único miembro de la familia *Rhincodontidae*, perteneciente al orden *Orectolobiforme*, orden al que pertenecen otras 42 especies de tiburones como son el tiburón gata (*Heterodontus francisci*), el tiburón nodriza (*Ginglymostoma cirratum*) y el tiburón cebrado (*Stegostoma fasciatum*), entre otros (Rowat y Brooks, 2012).

El tiburón ballena presenta algunas características morfológicas y anatómicas similares a las de sus parientes como son la posición de las aletas en el cuerpo, estructura de los dentículos dérmicos, los dientes y las barbas (Rowat y Brooks, 2012). Sin embargo, el tiburón ballena es el único del orden que posee hábitos pelágicos. Se distingue del resto fácilmente por su gran tamaño y la coloración de su cuerpo azul grisácea, caracterizada por presentar puntos y líneas blancas cubriendo la parte dorsal del cuerpo.

El tiburón ballena es considerado el pez más grande del mundo con dimensiones de hasta 20 metros y 34 toneladas (Chen et al., 1997). Se caracteriza por tener el cuerpo hidrodinámico y moderadamente deprimido con tres crestas longitudinales. La cabeza es ancha y aplanada con los ojos situados lateralmente, detrás de ellos se encuentran los espiráculos. La boca está en posición terminal la cual es muy grande (hasta 1.5 m), con miles de diminutos dientes (2 mm) sin utilidad aparente. Presentan 5 aberturas branquiales a cada lado del cuerpo a través de las que respiran. La aleta caudal tiene forma semi- lunar.

Entre los órganos sensoriales de la especie destaca el oído, ya que presenta el oído interno más grande del reino animal, por lo que se sugiere que son sensibles a sonidos de baja frecuencia (20-400hz), como los que emiten los motores de las embarcaciones.

Distribución y zonas de agregación.

El tiburón ballena presenta un rango de distribución bastante amplio, pudiéndolo encontrar tanto en zonas costeras como oceánicas de latitudes templadas y tropicales, aproximadamente entre los 30° Norte y los 45° Sur (Duffy, 2005; Compagno et al., 2005).

Las migraciones parecen estar relacionadas con cambios en la temperatura del agua y con la búsqueda de alimento, pues generalmente se dirigen a áreas con alta productividad donde la especie se agrega por periodos de tiempo prolongados para alimentarse (Rowat & Brooks, 2012) para ello pasa periodos de hasta 20 horas/día en la superficie o en los primeros 10 metros de la columna de agua (Eckert y Stewart, 2001). También se sugiere que al tratarse de un animal ectotérmico las migraciones las realiza en busca de zonas con temperaturas óptimas entre los 27 a 31°C, no obstante también se ha registrado su presencia en temperaturas de hasta 10°C por periodos cortos de tiempo (Rowat y Brooks, 2010).

En la actualidad, algunas de las áreas de agregación del mundo que se conocen son las siguientes: En el Índico: Sudáfrica (costa occidental); Mozambique; Tanzania; Kenia; Djibouti; Madagascar (costa nororiental); Seychelles; Islas Maldivas; India; Bangladesh; Tailandia; Australia (Arrecife Ningaloo e Islas Navidad); Sri Lanka, Golfo de Arabia. En el Pacífico: Filipinas; Taiwán; Japón; Nueva Zelanda, Islas Galápagos (Ecuador), la Costa Central del Nayarit, la Reserva de la Biosfera del Archipiélago de Revillagigedo (México). En el Golfo de California: Bahía de la Paz, la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles Canal de Ballenas y Salsipuedes y más al norte en San Luis Gonzaga. En el Golfo de México en la reserva de tiburón ballena que comprende una porción de la Reserva de Yum Balam y el Parque Natural Isla Contoy e isla mujeres situados en la transición entre el mar Caribe y el Golfo de México. En el Mar Caribe: Honduras y Gladden Spit (Belice).

En México estudios con telemetría satelital han aportado información acerca de las rutas migratorias que sigue la especie una vez abandona sus áreas de agregación. Para el caso del Golfo de California, el primer estudio realizado en 1994 y 1996 mostró que los tiburones marcados realizaron diferentes rutas, permaneciendo unos en el Golfo de California y otros saliendo de este dirección al Pacífico Norte y únicamente uno de ellos migró con dirección al oeste del Océano Pacífico, registrando una trayectoria de más de 13.000 km durante 37 meses (Eckert y Stewart, 1997). De igual forma un nuevo estudio realizado en el Golfo de California en el que se marcaron 2 tiburones en Bahía de los Ángeles mostró que ambos individuos

realizaron trayectorias hacia el sur, recorriendo todo el Golfo de California hasta perderse la señal en Bahía de la Paz (Baja California Sur) para uno de los tiburones y la otra en océano abierto frente a la costa de El Salvador.

En el Caribe Mexicano en 2007, se evidenció los movimientos que siguieron algunos de los tiburones ballena que se alimentan cada verano cerca de Cabo Catoche. La mayoría de los tiburones marcados abandonaron esta área, dispersándose en diferentes direcciones dentro del Golfo de México, algunos de ellos hacia el Mar Caribe y uno de ellos dirección al Atlántico, donde se registró una última señal en océano abierto a mitad de camino entre Brasil y África, cerca de la dorsal centro-Atlántica (Hueter et al, 2013).

Cabe destacar que al igual que para otras especies de tiburones, existe una segregación por talla y sexos, de forma que los individuos juveniles y machos se agregan en zonas costeras mientras que las hembras y organismos de mayor tamaño en agua más oceánicas (Martin, 2007). Estudios con isotopos estables sugieren que al aumentar el tamaño cambia la dieta incluyendo presas de mayor tamaño y de mayor nivel trófico (Borrel et al., 2011) por lo que se sugiere que la segregación ocurre por diferencias en la dieta y el hábitat (Ketchum et al., 2013).

Alimentación

El tiburón ballena es una especie filtradora que se alimenta principalmente de zooplancton por lo general copépodos (Clark y Nelson, 1997; Nelson y Eckert, 2007; Hacohe-Domené et al. 2006; Cárdenas-Palomo, et al. 2009; Lavaniegos et al., 2012; Ketchum et al., 2013; Hernández-Nava y Álvarez-Borrego, 2013) aunque también se le ha visto alimentándose de huevos de peces (Heyman et al., 2001; Parra-Venegas et al. 2011), huevos de coral (Norman, 1999), pequeños crustáceos (Wilson, 2004) y peces como anchovetas y sardinas de pequeño tamaño (Duffy, 2002; Com.personal PEJESAPO)

Estos organismos son captados a través de la boca mediante mecanismos de filtración o succión (Clark y Nelson, 1997; Heyman et al., 2001), que utilizan dependiendo de la especie de la que se estén alimentando y de la densidad con la que ésta se encuentre en el medio (Ketchum et al., 2013). Algunos autores sugieren que el tiburón ballena puede localizar a sus presas por medio de la vista, impulsos químicos o estímulos bioeléctricos (Clark y Nelson, 1997) otros sugieren que podría utilizar el olfato a través de las sustancias químicas como es el Dimetil sulfato (DMS) que el fitoplancton desprende al ser forrajeadas por el zooplancton, o que incluso

podrían localizar las manchas de zooplancton, a través del sonido del chapoteo de los cardúmenes de peces cuando se están alimentando (Martin, 2007).

Reproducción

El reporte de una hembra grávida arponeada en Japón en 1995 esclareció las dudas que existían acerca del tipo de reproducción de la especie. En el interior de los dos úteros de la hembra encontraron un total de 304 embriones los cuales se encontraban en diferentes estadios de desarrollo. Algunos de los embriones median entre 42 y 58 cm de LT aun dentro del huevo con saco vitelino y otros de mayor talla entre los 58-64cm de LT sin huevo y sin el saco vitelino, los cuales parecían estar listos para su nacimiento (Joung et al., 1996). Se trata por tanto de una especie vivípara aplacentada. Estudios de genética sugieren que estos embriones podrían provenir de diferentes padres, lo cual significaría que la hembra de tiburón ballena es capaz de almacenar el esperma tras sus encuentros con el macho (Schmidt et al., 2010).

La duración de la gestación se desconoce y la talla y edad a la que estos organismos alcanzan la madurez no es clara para la especie. Algunos autores sugieren que la talla a la que la especie alcanza la madurez sexual es por encima de los 9 m de LT (Norman 1999) y 30 años de edad (Colman, 1997), mientras que otros sugieren que es a tallas por encima de los 8m de LT (Norman y Stevens, 2007) o incluso a los 7m de LT (Ramírez-Macías et al., 2012b). Para el caso de las hembras, estudios sugieren la posibilidad de que alcancen la madurez sexual a tallas iguales o mayores que los machos (Beckley et al., 1997).

Crecimiento

Los tiburones ballena al nacer miden entre 58 a 64 cm. La estimación del crecimiento en individuos juveniles y adultos es bastante complejo, por una parte debido a la imprecisión en las estimaciones de tallas en organismos salvajes y por otra parte por la dificultad de realizar estudios de crecimiento mediante el uso de vértebras, ya que se precisan especímenes muertos, varados en la playa, los cuales no son muy comunes de encontrar (Rowat y Brooks, 2012).

Los estudios de crecimiento para la especie se han llevado a cabo con organismos en cautiverio, concretamente en el Acuario Okinawa en Japón. Estos estudios revelaron que el crecimiento en neonatos es más acelerado que en los juveniles, mientras que los juveniles >3.5m de LT mostraron tasas de crecimiento variables (Chang et al., 1997; Leu et al., 1997 en Rowat y

Brooks, 2012) siendo para el caso de las hembras mayores que para los machos (Kitafuji y Yamamoto, 1998 ; Uchida et al., 2000 en Rowat y Brooks, 2012).

Estatus de conservación de la especie

El tiburón ballena está catalogado como especie vulnerable en la lista roja de la UICN. Pertenece a la Convención de especies Migratorias (CMS) establecida en 1983 y está catalogada como amenazada en el Apéndice II según los acuerdos de la Convención Internacional para el Comercio de Especies en Peligro de Extinción de Fauna y Flora Silvestres (CITES). En el ámbito nacional la especie está catalogada como amenazada según la NOM-059-ECOL-2001, la cual determina la categoría de riesgo de las especies de flora y fauna silvestre del país (D.O.F, 2002); y prohibida su pesca conforme a la NOM-029-PESC-2006 que normaliza la pesca y comercialización de los elasmobranquios en México (D.O.F, 2007).

Anexo 2: *Formato de entrevista realizada a los prestadores de servicios turísticos de Bahía de los Ángeles.*

Información general sobre el prestador de servicios turísticos

Nombre: _____ Ocupación(es): _____
 Tipo de embarcación empleada: _____ Dimensiones: _____
 Tipo de motor: _____ Número de personas por tour (Max/Min): _____
 Cuota por persona: _____ Ganancia por salida: _____
 Duración (promedio) de las salidas: _____ ¿Depende el tiempo del número de turistas? _____
 Cuántos años lleva como prestador de servicios con Tiburón ballena? _____
 ¿Qué acceso al mar utiliza para realizar sus salidas? _____

Información sobre la actividad de observación de tiburón ballena

¿Es el Rincón la principal área donde se lleva a los turistas a ver Tiburón ballena? SI ☐ No ☐ otras _____
 ¿Cuáles son los meses con más turismo? _____
 Número de turistas (promedio) por temporada: _____
 ¿Cuál cree que es el factor más limitante para la actividad con tiburón ballena? _____
 ¿Cuántos tiburones suele avistar por salida? _____
 Del 1 al 3 evalúe el éxito de avistamiento en sus salidas: _____
☐ 1 (siempre encuentra TB) ☐ 2 (no siempre) ☐ 3 (nunca encuentra TB)
 ¿Realiza salidas por la tarde? _____ ¿En caso de si, son igual de exitosas? _____
 ¿Cree que el turismo puede causar algún impacto sobre el animal? _____
 ¿Considera que la actividad se realiza de forma organizada _____
 ¿Cree que sería bueno establecer un límite máximo de embarcaciones al día para realizar la actividad turística de forma más organizada?
☐ SI ☐ NO ¿Por qué? _____
 ¿Cuáles son las quejas más comunes entre los turistas? ¿Cómo lo resolvería?

¿Cómo cree que podría aumentar el turismo?

¿Cómo ve la situación turística en bahía? (conflictos, permisos, precios)

[illegible]

Anexo 4: Reglas de uso del parque y códigos de conducta para el desarrollo de la actividad con tiburón ballena.

1. Reglas de uso del parque (Programa de manejo de la Reserva de la Biósfera Bahía de los Ángeles, Canales de Ballenas y Salsipuedes. DOF, 2013)

Tabla 15: Actividades permitidas y no permitidas en la Subzona de Uso Público Tiburón Ballena.

Sub-zona de uso público Tiburón ballena	
Actividades permitidas	Actividades no permitidas
1. Campismo	1. Acuacultura
2. Colecta científica ¹	2. Apertura de nuevos senderos, brechas y caminos
3. Construcción de bajo impacto ambiental; exclusivamente de apoyo a las investigación, inspección, vigilancia, monitoreo del ambiente y aquella de apoyo al turismo	3. Aprovechamiento de material pétreo y arenoso
4. Educación ambiental	4. Campamentos pesqueros
5. Encender fogatas	5. Construcción de obra pública o privada, salvo la de bajo impacto ambiental exclusivamente de apoyo a las investigación, inspección, vigilancia, monitoreo del ambiente y aquella de apoyo al turismo
6. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos por cualquier medio	6. Exploración y extracción minera submarina y de petróleo o gas combustible
7. Investigación científica y monitoreo del ambiente	7. Introducir especies exóticas ⁵
8. Fondeo de embarcaciones menores, excepto en zonas de arrecifes	8. Modificar la línea de costa, remover o modificar playas arenosas o rocosas y dunas costeras, así como generar la suspensión de sedimentos que provoquen áreas fangosas o limosas
9. Observación y nado con tiburón ballena²	9. Pesca ribereña o artesanal en la temporada de observación del tiburón ballena excepto pesca ribereña de encierro (lisa, sierra y jurel)
10. Pesca ribereña de encierro (lisa, sierra y jurel)³	10. Pesca de tiburones y rayas
11. Pesca deportivo-recreativa, excepto troleo	11. Pesca con embarcaciones de altura y mediana altura
12. Pesca de consumo doméstico ³	12. Quemar basura
13. Pesca de fomento y didáctica	13. Tirar o abandonar residuos sólidos, al suelo o
14. Pesca ribereña o artesanal	
15. Señalización con fines de manejo	
16. Tránsito de embarcaciones menores de acuerdo con el capítulo correspondiente de las	

reglas administrativas de la reserva	al mar
17. Turismo de bajo impacto ambiental⁴	14. Tránsito de embarcaciones mayores
18. Varamiento de embarcaciones menores en las playas	15. Uso de vehículos terrestres motorizados, excepto para fines de monitoreo y vigilancia
	16. Uso de jets sky, bananas o similares
	17. Utilizar métodos o artes de pesca

1. Conforme a lo previsto por el artículo 2º, fracción VI del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 2. Exclusivamente con guías autorizados. 3. Excepto pesca de tiburones y rayas con redes de enmalle, cimbras o palangres y exclusivamente fuera de la temporada de observación del tiburón ballena comprendida del 1 de junio al 15 de diciembre de cada año. 4. Consistentes en recorridos y/o actividades en embarcaciones motorizadas y no motorizadas tales como kayaks, tablas de vela (windsurf) y tablas deslizadoras, buceo libre y nado. En la zona de arrecifes buceo autónomo con guías autorizados y con buzos certificados. 5. De conformidad con lo establecido en las fracciones XIII y XVII del artículo 3 de la Ley General de Vida silvestre.

2. Códigos de conducta para llevar a cabo la actividad turística con tiburón ballena (Cárdenas-Torres et al., 2007).

• Código de conducta para nadadores

- 1) No subirse al animal
- 2) No tocar su aleta caudal ni dorsal
- 3) No interrumpir su comportamiento o nado
- 4) Mantener una distancia de seguridad de 1 metro de la cabeza y dos metros de la aleta caudal (Figura 24)
- 5) No usar flash para tomar fotografías
- 6) No tener el motor encendido cuando se está cerca del animal
- 7) Intentar descender lentamente de la embarcación sin emitir ruido al entrar al agua.
- 8) No se permite el uso de jetsky en el área del Rincón.

- ***Código de conducta para las embarcaciones.***

- 1) Mantener una velocidad de 8 mph o inferior dentro del área de tiburón ballena.
- 2) Hacer cumplir el código de conducta a los nadadores.
- 3) Apagar el motor cuando se esté a una distancia inferior a 5 m del tiburón ballena.
- 4) No interrumpir la trayectoria del animal con la embarcación.
- 5) Solo se permite una embarcación por tiburón ballena y 4 nadadores a la vez con un mismo tiburón.
- 6) Si hay más de una embarcación sobre un mismo tiburón, la embarcación que haya llegado más tarde tendrá que esperar y dejar un lapso de 15 min antes de comenzar a realizar la actividad con el tiburón ballena. Durante ese tiempo mantendrá una distancia superior a 10 metros o buscar a otro tiburón.

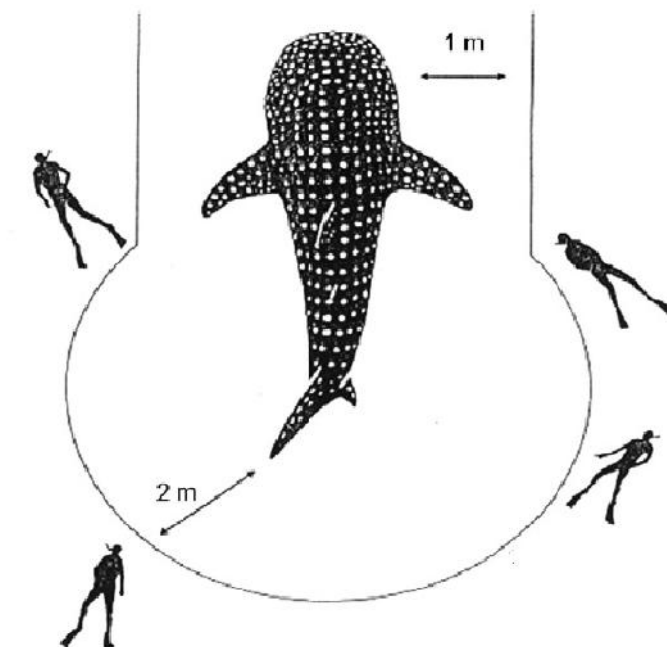


Figura 24: Distancia de seguridad que los nadadores deben respetar al interactuar con el tiburón ballena (Modificada de Cárdenas-Torres et al., 2007).